ÍNDICE DE TEXTOS

Siglas 1

Introducción Informe Final 4
Antecedentes 4
Localización 5
Fases de la Auditoría Ambiental 6
DS 28499 6
Ejecución 7
Objetivos y Alcances de la Auditoría 8
Objetivo General 8
Objetivos Específicos 8
Alcance 9
Período de la Auditoría 9
Limitaciones 9

A. Informe Técnico 11
A.1 Descripción de la AOP: 11
A.1.1 Descripción de la AOP: Relleno Sanitario Nuevo Jardín (RSNJ) 11
A.1.2 Descripción de la AOP: Deslizamiento de Residuos en el RSNJ 17
A.1.3 Grado de Afectación 18
A.2 Descripción del Área de Estudio 19
A.2.1 Área de influencia Directa (AID) 20
A.2.1.1 Área del RSNJ 22
A.2.1.2 Área excedente de Deslizamiento y Derrame Accidental 22
A.2.1.3 Área Adicional 22
A.2.1.4 Área ocupada por la Celda 15 22
A.2.2 Área de Influencia Indirecta 22
A.2.2.1 Línea de Medio Ambiente 24
A.2.2.2 Línea Socioeconómica (Predominancia de Salud) 26
A.2.3 Área Total de Estudio (sumadas las áreas Directa e Indirecta) 26
A.3 Identificación y Evaluación de Condiciones Previas 26
A.3.1 Evaluación por Períodos 26
A.3.1.1 Primer Período – Licencia Eventual 27
A.3.1.2 Segundo Período 41
A.3.1.3 Tercer Periodo 52
A.3.1.3.1 Condiciones Previas Ambientales 52
A.3.1.3.1.1 Agua: Calidad de Aguas Superficiales, año 2010. 52
A.3.1.3.1.2 Aire: Calidad del Aire: Ruido, PST, Partículas Biológicas Viables y Biogás. 52
A.3.1.4 Condiciones Previas Informes de Monitoreo Anual (IMA´s) 53
A.3.1.4.1 Agua: Calidad de Aguas Superficiales, años 2010-2018 53
A.3.1.4.2 Calidad de Aguas Subterráneas, años 2010-2018 55
A.3.1.4.2.1 Lixiviado 62
A.3.1.4.3 Aire: Ruido, años 2010 – 2018 62
A.3.1.4.3.1 Partículas Suspendidas Totales (PST) y Partículas Menores a 10 Micrones (PM10) 62
A.3.1.4.3.2 Partículas Biológicas Viables, años 2010 – 2018 63
A.3.1.4.3.3 Gases de combustión 63
A.3.1.4.3.4 Biogás, años 2010 - 2018 63
A.3.1.4.4 Suelos: Calidad química de suelos, años 2010 – 2018 64

A.3.1.4.5 Situación de la vegetación, años 2010 – 2018 66
A.3.1.4.6 Situación del factor fauna, años 2010 – 2018 66
A.3.1.4.7 Social: Situación socioeconómica del área, años 2010 – 2018 66
A.3.1.4.8 Puntos de Monitoreo Ambiental – Informes de Monitoreo Ambiental 2010 – 2018 66
A.4 Identificación y Evaluación de las Causas del Colapso 71
A.4.1 Estrategia Metodológica para Deducir las Posibles Causas del Deslizamiento 72
A.4.2 Evaluación de los Factores Relacionados con el Deslizamiento 74
A.4.2.1 Identificación de las Celdas Afectadas 74
A.4.2.2 Pendiente del talud de las Celdas Afectadas 75
A.4.2.3 Infiltración del escurrimiento superficial a las Celdas afectadas 76
A.4.2.4 Antiguas actividades inherentes a las celdas afectadas por el deslizamiento 78
A.4.2.5 Conformación ocasional del plano inclinado en las celdas afectadas por el deslizamiento 79
A.4.2.6 Precipitación 82
A.4.2.6.1 Estaciones del área 82
A.4.2.6.2 Variación de la precipitación pluvial promedio 82
A.4.2.6.3 Método de Obtención de Lluvia Media 84
A.4.2.6.4 Tormenta de Diseño 86
A.4.2.6.5 Período de Retorno 88
A.4.2.6.6 Deficiente sistema de evacuación de líquidos lixiviados 90
A.4.3 Análisis de las causas que posiblemente ocasionaron el deslizamiento 90
A.4.3.1 Asentamiento del nivel de fundación 91
A.4.3.2 Alto contenido de humedad 93
A.4.3.3 Factores Adicionales 95
A.4.3.3.1 Falta de diseño y planificación del desarrollo de las celdas y Macroceldas 95
A.4.3.3.2 Biogás y Sismisidad 96
A.4.3.3.3 Identificación y Evaluación del Grado de Afectación 96
A.5 Volumen y Superficie del deslizamiento. 98
A.5.1 Cálculo del Área Afectada por el Colapso 98
A.5.1.1 Cálculo del volumen de residuos desplazado 99
A.5.2 Volumen de Lixiviado derramado accidentalmente 100
A.6 Análisis Comparativo de Diseños de Ingeniería 100
A.7 Identificación de Riesgos de corto, mediano y largo plazo. 108
A.7.1 Análisis del Riesgo en el Proyecto 109
A.8 Situación Ambiental Actual 113
A.8.1 Alcance 114
A.8.2 Objetivo General 116
A.8.3 Objetivos Específicos 116
A.8.4 Metodología 116
A.8.4.1 Trabajo en gabinete y campo 116
A.8.4.2 Caracterización de factores ambientales 116
A.8.5 Medio Físico Abiótico 117
A.8.5.1 Clima 117
A.8.5.1.1 Red Meteorológica disponible 117
A.8.5.1.2 Caracterización Climática de la Zona en Estudio 118
A.8.5.1.3 Temperatura 118
A.8.5.1.4 Nubes 118
A.8.5.1.5 Precipitación 119
A.8.5.1.6 Variación de la precipitación pluvial promedio 119
A.8.5.1.7 Sol 120
A.8.5.1.8 Humedad 120
A.8.5.1.9 Viento 121
A.8.5.2 Geología 121

A.8.5.2.1 Clasificación de Suelos Presentes en el Área 121
A.8.5.2.2 Geología....122
A.8.5.2.3 Fisiografía 122
A.8.5.2.4 Geología Local 122
A.8.5.2.5 Geología Estructural 122
A.8.5.2.6 Geomorfología....124
A.8.5.2.6.1 Farellones o escarpes 124
A.8.5.2.6.2 Relieves abruptos 124
A.8.5.2.6.3 Remoción en masa 124
A.8.5.2.6.4 Red de Drenaje Natural 128
A.8.5.2.7 Geodinámica....128
A.8.5.2.8 Riesgos Geológicos 129
A.8.5.2.9 Identificación de Riesgos de corto, mediano y largo plazo....129
A.8.5.2.10 Sismicidad....131
A.8.5.3 Estudio geofísico 134
A.8.5.4 Estudio Geotécnico 135
A.8.5.4.1 Descripción del Macizo Rocoso 135
A.8.5.4.2 Estudio de Suelos....140
A.8.5.4.2.1 Exploración y muestreo....140
A.8.5.4.3 Ensayos in situ 141
A.8.5.4.3.1 Descripción litológica 141
A.8.5.4.3.2 Ensayos de penetración estándar (SPT)....142
A.8.5.4.3.3 Ensayos de permeabilidad....143
A.8.5.4.4 Otros ensayos 144
A.8.5.4.4.1 Clasificación Unificada....144
A.8.5.4.4.2 Cohesión....145
A.8.5.4.4.3 Ángulo de fricción 145
A.8.5.4.4.4 Peso específico 146
A.8.5.4.5 Perforaciones....146
A.8.5.5 Hidrología....149
A.8.5.5.1 Descripción de la cuenca 149
A.8.5.5.2 Determinación de caudales máximos....153
A.8.6 Hidrogeología 157
A.8.6.1 Monitoreo de aguas subterráneas....157
A.8.6.2 Resultados y discusión 157
A.8.6.3 Acuíferos 160
A.8.6.4 Flujo de Agua Subterránea 161
A.8.6.5 Velocidad del flujo de agua subterránea 161
A.8.6.6 Modelo Hidrogeológico conceptual del área de estudio.....162
A.8.6.7 Caracterización del lixiviado 163
A.8.6.7.1 Densidad del lixiviado....163
A.8.6.7.2 Composicion de lixiviado 163
A.8.6.7.3 Parámetros generales:....166
A.8.6.7.4 Materia Orgánica....166
A.8.6.7.5 Macrocomponentes inorgánicos....166
A.8.6.7.6 Metales Traza 167
A.8.6.7.7 Hidrogeoquímica de las aguas subterráneas....167
A.8.6.7.8 Parámetros generales....168
A.8.6.7.9 Materia Orgánica....168
A.8.6.7.10 Macrocomponentes inorgánicos (aniones y cationes) 168
A.8.6.7.11 Metales traza (metales pesados)....170
A.8.6.8 Pluma Contaminante 170
A.8.6.8.1 Introducción 170
A.8.6.8.2 Generalidades....171
A.8.6.8.3 Ejemplo de Modelo Conceptual 171
A.8.6.8.4 Conclusiones y Recomendaciones....171
A.8.7 Estabilidad de Taludes....172

A.8.7.1 Metodología de Estudios 173
A.8.7.2 Planteamiento del Problema 173
A.8.7.3 Objeto 173
A.8.7.3.1 Alcance 173
A.8.7.3.2 Riesgos Geológicos 173
A.8.7.4 Análisis de Estabilidad de Taludes 174
A.8.7.4.1 Estabilidad 174
A.8.7.4.2 Método de Análisis de Estabilidad 174
A.8.7.4.3 Factor de Seguridad 175
A.8.7.4.4 Parámetros Geotécnicos del Diseño 176
A.8.7.4.5 Sismicidad 177
A.8.7.4.6 Secciones de Análisis 177
A.8.7.4.7 Modelación Caso Estático 179
A.8.7.4.7.1 Sección 1-1 179
A.8.7.4.7.2 Sección 2-2 180
A.8.7.4.7.3 Sección 3-3 181
A.8.7.4.7.4 Sección 4-4 182
A.8.7.4.8 Modelación Caso Pseudo-Estático 183
A.8.7.4.8.1 Seción 1-1 183
A.8.7.4.8.2 Seccion 2-2 184
A.8.7.4.8.3 Sección 3-3 185
A.8.7.4.8.4 Sección 4-4 186
A.8.7.4.9 Resumen de Resultados 186
A.8.7.4.9.1 A Inestabilidades 188
A.8.8 Balance Hídrico 190
A.8.8.1 Procedimiento 192
A.8.8.2 Planteamiento del modelo conceptual 192
A.8.8.3 Cuantificación de los términos del balance 193
A.8.8.4 Cuantificación Análoga 196
A.8.8.5 Enclave geográfico e historia del vertido. 196
A.8.8.6 Recopilación y tratamiento de datos climatológicos 197
A.8.8.7 Flujos de entrada y de salida en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín 198
A.8.8.8 Volumen de lixiviado generado 199
A.8.9 Pluma Contaminante 201
A.8.9.1 Generalidades 201
A.8.9.2 Ejemplo de Modelo Conceptual 202
A.8.9.3 Definición de las propiedades de las zonas 203
A.8.9.4 Condiciones de Borde 204
A.8.9.5 Grilla de diferencias finitas 204
A.8.9.6 Modelo Conceptual - Aplicación. 204
A.8.9.6.1 Modelo Conceptual (Estático). 205
A.8.9.6.2 Modelo Conceptual (Transitorio) 206
A.8.9.7 Transporte de Contaminantes. 206
A.8.10 Calidad de los factores ambientales 208
A.8.10.1 Calidad del Aire: PM10, Partículas Biológicas Viables, Biogás y Olores 208
A.8.10.1.1 Partículas Menores a 10 micrones (PM10) 208
A.8.10.1.2 Partículas Biológicas Viables (PBV) 210
A.8.10.1.3 El biogás 211
A.8.10.1.4 Olor 213
A.8.10.2 Calidad de agua 217
A.8.10.2.1 Aguas superficiales 217
A.8.10.2.2 Calidad de Aguas Subterráneas 221
A.8.10.3 Lixiviado 226
A.8.10.3.1 Calidad de los Suelos 228
A.8.11 Medio Físico Biótico 232

A.8.11.1 Vegetación 232
A.8.11.1.1 Muestreo de Vegetación 232
A.8.11.1.2 Descripción de las áreas de muestreo en el RSNJ 232
A.8.11.1.3 Vegetación potencial 236
A.8.11.1.4 Vegetación Real 237
A.8.11.1.4.1 Tipo de vegetación 237
A.8.11.2 Fauna 241
A.8.11.2.1 Muestreo de Fauna 241
A.8.11.2.2 Especies registradas en general y por sector 241
A.8.11.2.3 Fauna potencial 243
A.8.11.2.4 Fauna Real: Inventario faunístico 244
A.8.11.3 Estado de conservación actual de las especies 245
A.8.11.4 Medio Perceptual (flora y fauna) 246
A.8.11.4.1 Análisis cualitativo de la pérdida de modificación del paisaje 246
A.8.11.4.2 Modificación del paisaje y su relación con la flora y fauna 246
A.9 Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales Negativos 247
A.9.1 Identificación de Impactos Ambientales 247
A.9.1.1 Descripción de la AOP 247
A.9.1.2 Codificación de Impactos Ambientales 251
A.9.2 Evaluación del Impacto Ambiental 252
A.9.2.1 Parametrización del tiempo 252
A.9.2.2 Ponderación del Impacto y su incidencia en el Entorno 252
A.9.2.3 Cálculo de la Valoración del Impacto Ambiental 252
A.9.2.4 Priorización de Impactos Ambientales 253
A.9.3 Evaluación del Impacto del RSNJ en la Salud 255
A.9.3.1 Metodología. 256
A.9.3.1.1 Área y población del estudio 256
A.9.3.1.2 Diseño 257
A.9.3.1.3 Criterios de selección 257
A.9.3.2 Perfil Epidemiológico de los Centros de Salud 257
A.9.3.3 Resultados 259
A.9.3.4 Otros Resultados 270
A.10 Medidas de Mitigación y las Alternativas de Adecuación y/o Remediación 274
A.10.1 Medidas de Mitigación 275
A.10.1.1 Medidas de Mitigación y Adecuación Administrativas 275
A.10.1.2 Medidas de Mitigación Técnicas 275
A.10.1.3 Medidas de Mitigación Ambientales 275
A.10.1.3.1 Calidad del Aire 276
A.10.1.3.2 Aguas Superficiales, Subterráneas y Pluviales 279
A.10.1.3.3 Residuos Sólidos 280
A.10.1.3.4 Sustancias Peligrosas 280
A.10.1.3.5 Riesgos 281
A.10.1.3.6 Suelos y Subsuelos 281
A.10.2 Remediación Ambiental 281
A.10.2.1.1 Impacto del RSNJ a Quebrada Alpacoma en aguas superficiales, subterráneas y lixiviados: 282
A.10.3 Propuestas de Remediación Ambiental 284
A.10.4 Evaluación de las Medidas Implementadas 287
A.10.4.1 Plan de Contingencias Específico 288
A.11 Lineamientos para el Cierre Técnico del RSNJ 300
A.11.1 Plan de cierre y Abandono 300
A.11.1.1 Introducción 300
A.11.1.2 Marco Técnico – Legal Referencial 300

A.11.1.3 Obras Civiles e Infraestructuras Existentes En La AOP 301
A.11.1.3.1 Actividades de la AOP (De acuerdo al Manual de Operaciones del RSNJ) 301
A.11.1.3.2 Cronología de construcciones 301
A.11.1.4 Estimación de la Vida Útil 303
A.11.2 Alcance del Plan 303
A.11.3 Descripcion de las Actividades de Cierre y Abandono 304
A.11.3.1 Conformación Final de Fosas o Celdas 304
A.11.3.1.1 Forma Final 304
A.11.3.1.2 Restricciones relacionadas con el uso final que se dará al sitio 304
A.11.3.2 Plano de Uso de Suelo. 305
A.11.3.3 Estabilidad de Taludes 305
A.11.3.4 Límites del Predio 305
A.11.3.5 Características de la Cubierta Final 305
A.11.3.6 Drenajes Superficiales 307
A.11.3.7 Sistema de Captación de Lixiviados 307
A.11.3.8 Lagunas de Almacenamiento de Lixiviados 307
A.11.3.9 Sistema de Drenaje Interno de Biogás 308
A.11.3.10 Vías de Circulación Internas 308
A.11.3.11 Obras Complementarias 308
A.11.4 Monitoreo y control de contaminante post-clausura 309
A.11.4.1 Monitoreo de Estabilidad de Taludes 309
A.11.4.2 Monitoreo de Factores Ambientales 309
A.11.5 Personal y los materiales requeridos 310
A.11.5.1 Funciones y responsabilidad del personal 310
A.11.6 Parámetros de verificación del cumplimiento del plan 310
A.11.7 Gestion de archivos 310
A.11.8 Previsión de elaboración de informes 310
A.11.9 Costos 311
A.11.9.1 Costos Técnicos 311
A.11.9.2 Costos Ambientales 313
A.12 Sistema de Información Geográfica SIG 313
A.12.1 Construcción del SIG 313
A.12.1.1 Armado de GeoDataBase 313
A.12.1.2 Recopilación de Información Geoespacial 313
A.12.1.3 Menús 313
A.12.1.4 Incorporación de Datos 317
A.12.1.5 Toma de coordenadas UTM 317
A.12.1.6 Software ArcGIS 317
A.13 Deficiencias del Concesionario en cumplimiento de obligaciones contractuales .317
A.13.1 Alcance 317
A.13.2 Definiciones 318
A.13.3 Penalidades 318
A.13.4 Evaluación de las gráficas 320
A.14 Hallazgos de la Auditoria Ambiental 329
A.14.1 Hallazgo 1 329
A.14.2 Hallazgo 2 330
A.14.3 Hallazgo 3 331
A.14.4 Hallazgo 4 332
A.14.5 Hallazgo 5 333
A.14.6 Hallazgo 6 334

A.14.7 Hallazgo 7 336
A.14.8 Hallazgo 8 339
A.14.9 Hallazgo 9 340
A.14.10 Hallazgo 10 341
A.14.11 Hallazgo 11. 344

B. Informe Legal 346
B.1 Antecedentes 346
B.2 Marco Normativo 347
B.3 Consideraciones Legales 347
B.4 Hallazgos 349
B.4.1 Hallazgo 1 349
B.4.2 Hallazgo 2 349
B.4.3 Hallazgo 3 350
B.4.4 Hallazgo 4 352
B.4.5 Hallazgo 5 352
B.4.6 Hallazgo 6 353
B.4.7 Hallazgo 7 354
B.4.8 Hallazgo 8 355
B.4.9 Hallazgo 9 356
B.4.10 Hallazgo 10 357
B.4.11 Hallazgo 11 358
B.5 Consideraciones Generales sobre Aspectos Normativos 359
B.5.1 Licencia Ambiental 359
B.5.1.1 Análisis Legal 360
B.6 Compromisos asumidos en la Licencia Ambiental 360
B.6.1 Verificación de cumplimiento de requerimiento 361
B.6.2 Licencias Ambientales y Autorizaciones 366
B.6.3 Disposiciones emanadas por la AACN 371
B.6.3.1 Inspecciones efectuadas por la AACN Período 2010 – 2018 371
B.6.3.1.1 Análisis técnico ambiental 375
B.6.3.2 Inspecciones Después del Evento 383
B.7 Conclusiones Generales 398
B.8 Recomendaciones 399

C. Dictamen de la Auditoria Ambiental 401
C.1 Elaboración de los estudios 401
C.2 Conclusiones Generales 403
C.3 Conclusiones Particulares 405
C.3.1 Causas del colapso 405
C.3.2 Hidrogeología 405
C.3.3 Geología 405
C.3.4 Geotecnia y Geofísica 407
C.3.5 Ambientales 407
C.3.6 Salud 408
C.3.7 Estabilidad de Taludes 409
C.4 Recomendaciones 409

C.4.1 Recomendación General 409
C.4.2 Recomendaciones Técnicas Para la Implementación de Medidas 409
C.4.3 Recomendaciones Técnicas para la Estabilidad de Taludes 411
C.4.3.1 Base Técnica 411
C.4.3.1.1 Objetivo Específico 1 411
C.4.3.1.2 Objetivo Específico 5 411
C.5 Resultados de la Auditoría 412
C.5.1 Riesgos potenciales generados por el deslizamiento 413
C.5.1.1 Geología 413
C.5.1.2 Hidrogeología 414
C.5.1.3 Salud 414
C.5.1.4 Medio Ambiente 415
C.5.1.5 Aspectos Técnicos 415
C.6 Identificación de Infracciones a Disposiciones Legales en Vigencia 415
C.6.1 Incumplimientos 417
C.7 Resultados 420
C.7.1 Objetivo Específico 1 420
C.7.1.1 Criterios 420
C.7.1.2 Condición 420
C.7.1.3 Efectos 420
C.7.1.4 Causas 421
C.7.1.5 Recomendación 421
C.7.1.6 Conclusión al Objetivo Específico 1 421
C.7.2 Objetivo Específico 2 421
C.7.2.1 Criterios 421
C.7.2.2 Hallazgo (Coincidente con Hallazgo 5) 422
C.7.2.3 Condición del Hallazgo 422
C.7.2.4 Efectos 422
C.7.2.5 Causas 422
C.7.2.6 Recomendaciones 423
C.7.2.7 Conclusiones al Objetivo Específico 2 423
C.7.3 Objetivo Específico 3 423
C.7.3.1 Criterios 423
C.7.3.2 Hallazgo (Coincidente con Hallazgo 3) 424
C.7.3.3 Condición del Hallazgo 424
C.7.3.4 Efectos 424
C.7.3.5 Causas 424
C.7.3.6 Recomendación 424
C.7.3.7 Conclusión al Objetivo Específico 3 424
C.7.4 Objetivo Específico 4 425
C.7.4.1 Criterios 425
C.7.4.2 Hallazgo (Coincidente con Hallazgo 4) 425
C.7.4.3 Condiciones del Hallazgo 425
C.7.4.4 Efectos 425
C.7.4.5 Causas 425
C.7.4.6 Recomendación 426
C.7.4.7 Conclusión al Objetivo Específico 4 426
C.7.5 Objetivo Específico 5 426
C.7.5.1 Criterios 426
C.7.5.2 Hallazgo (Coincidente con Hallazgo 5) 427

AA ALPA 08

C.7.5.3 Condición de Hallazgos 427
C.7.5.3.1 Condición del Hallazgo 1 427
C.7.5.3.2 Condición del Hallazgo 2 427
C.7.5.4 Efectos 427
C.7.5.4.1 Efectos del Hallazgo 1 427
C.7.5.4.2 Efectos del Hallazgo 2 427
C.7.5.5 Causas 427
C.7.5.5.1 Causas del hallazgo 1 427
C.7.5.5.2 Causas del hallazgo 2 427
C.7.5.6 Recomendación 428
C.7.5.7 Conclusiones al Objetivo Específico 5 428
C.7.6 Objetivo Específico 6 428
C.7.6.1 Criterios 428
C.7.6.1.1 Factor Aire 428
C.7.6.1.2 Factor aguas superficiales 429
C.7.6.1.3 Factor aguas subterráneas 429
C.7.6.1.4 Factor suelos. 429
C.7.6.2 Hallazgo (Coincidente con Hallazgo 6) 429
C.7.6.3 Condición del Hallazgo 430
C.7.6.4 Efectos 430
C.7.6.5 Causas 430
C.7.6.6 Recomendación 430
C.7.6.7 Conclusión al Objetivo Específico 6 430
C.7.7 Objetivo Específico 7 431
C.7.7.1 Criterios 431
C.7.7.2 Hallazgo (Coincidente con Hallazgo 7) 431
C.7.7.3 Condición de Hallazgo 431
C.7.7.3.1 Factor Aire 431
C.7.7.3.2 Factor Agua 432
C.7.7.3.3 Factor suelos 432
C.7.7.4 Efectos 432
C.7.7.5 Causas 432
C.7.7.6 Recomendaciones 432
C.7.7.7 Conclusiones al Objetivo Específico 7 433
C.7.8 Objetivo Específico 8 433
C.7.8.1 Criterios 433
C.7.8.2 Hallazgo (Coincidente con Hallazgo 8) 433
C.7.8.3 Condición de Hallazgo 434
C.7.8.4 Efectos 434
C.7.8.5 Causas 434
C.7.8.6 Recomendación 434
C.7.8.7 Conclusión al Objetivo Específico 8 434
C.7.9 Objetivo Específico 9 434
C.7.9.1 Criterios 435
C.7.9.2 Hallazgos (Correspondiente con Hallazgo 9) 435
C.7.9.3 Condición de Hallazgos (Correspondiente con Hallazgo 9) 435
C.7.9.4 Efectos 435
C.7.9.5 Causas 436
C.7.9.6 Recomendación 436
C.7.9.7 Conclusión al Objetivo Específico 9 436
C.7.10 Objetivo Específico 10 436
C.7.10.1 Criterios 436

AA ALPA 09

C.7.10.2 Condición 437
C.7.10.3 Condición de Hallazgo 437
C.7.10.4 Efectos 437
C.7.10.5 Causa 437
C.7.10.6 Recomendación 437
C.7.10.7 Conclusión al Ojetivo Específico 10 437
C.7.11 Objetivo Específico 11 437
C.7.11.1 Criterios 438
C.7.11.2 Hallazgo (Coincidente con Hallazgo 11) 438
C.7.11.3 Condición de Hallazgo 438
C.7.11.4 Efectos 438
C.7.11.5 Causa 438
C.7.11.6 Recomendación 439
C.7.11.7 Conclusión al Objetivo Específico 11 439
C.7.12 Objetivo Específico 12 439
C.7.12.1 Criterios 439
C.7.12.2 Condición 439
C.7.12.3 Condición de Hallazgo 440
C.7.12.4 Efectos 440
C.7.12.5 Causas 440
C.7.12.6 Recomendación 440
C.7.12.7 Conclusión al Objetivo Específico 12 440
C.7.13 Objetivo Específico 13 440
C.7.13.1 Criterios 441
C.7.13.2 Hallazgo 441
C.7.13.3 Condición de Hallazgo 441
C.7.13.4 Efectos 441
C.7.13.5 Causas 441
C.7.13.6 Recomendación 441
C.7.13.7 Conclusión al Objetivo Específico 13 442
C.8 Valoración Económica de Daños Civiles 442
D. Bibliografía 443
E. Resumen Ejecutivo 461
Introducción Informe Final 461
Antecedentes 461
Localización 461
Fases de la Auditoría Ambiental 462
..... 463
Objetivos y Alcances de la Auditoría 463
Periodo de la Auditoría 464
Limitaciones 464
E.1 Informe Técnico 464
E.1.1 Descripción de la AOP 464
E.1.1.1 Descripción de la AOP: RSNJ 465
E.1.1.2 Descripción de la AOP: Deslizamiento de Residuos en el RSNJ 467
E.1.1.3 Grado de Afectación 469
E.1.2 Descripción del Área de Estudio 469
E.1.2.1 Área de influencia Directa (AID) 469

E.1.2.2 Área de Influencia Indirecta 470
E.1.2.3 Área Total de Estudio (sumadas las áreas Directa e Indirecta) 471
E.1.3 Identificación y Evaluación de Condiciones Previas 472
E.1.3.1 Evaluación por Períodos 472
E.1.4 Identificación y Evaluación de las Causas del Colapso 477
E.1.4.1 Estrategia Metodológica para Deducir las Posibles Causas del Deslizamiento 478
E.1.4.2 Evaluación de los Factores Relacionados con el Deslizamiento 479
E.1.4.3 Análisis de las causas que posiblemente ocasionaron el deslizamiento 480
E.1.5 Volumen y Superficie del deslizamiento. 483
E.1.5.1 Cálculo del Área Afectada por el Colapso 483
E.1.5.2 Volumen de Lixiviado derramado accidentalmente 483
E.1.6 Análisis Comparativo de Diseños de Ingeniería 484
E.1.7 Situación Ambiental Actual 487
E.1.7.1 Alcance 487
E.1.7.2 Objetivo General 487
E.1.7.3 Objetivos Específicos 487
E.1.7.4 Metodología 487
E.1.7.5 Medio Físico Abiótico 488
E.1.7.6 Hidrogeología 490
E.1.7.7 Estabilidad de Taludes 490
E.1.7.8 Balance Hídrico 491
E.1.7.9 Pluma Contaminante 494
E.1.7.10 Calidad de los factores ambientales 495
E.1.7.11 Medio Físico Biótico 497
E.1.8 Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales Negativos 497
E.1.8.1 Identificación de Impactos Ambientales 497
E.1.8.1.1 Codificación de Impactos Ambientales 498
E.1.8.2 Evaluación del Impacto Ambiental 498
E.1.8.3 Evaluación del Impacto del RSNJ en la Salud 499
E.1.8.3.1 Metodología 499
E.1.9 Medidas de Mitigación y las Alternativas de Adecuación y/o Remediación 500
E.1.9.1 Medidas de Mitigación 500
E.1.9.2 Remediación Ambiental 503
E.1.9.3 Propuestas de Remediación Ambiental 504
E.1.9.4 Evaluación de las Medidas Implementadas 504
E.1.9.4.1 Plan de Contingencias Específico 505
E.1.9.5 Costos 505
E.1.10 Lineamientos para el Cierre Técnico del RSNJ 506
E.1.11 Sistema de Información Geográfica SIG 507
E.1.12 Deficiencias del Concesionario en cumplimiento de obligaciones contractuales 508
E.1.13 Hallazgos de la Auditoria Ambiental 508
E.2 Informe Legal 509
E.2.1 Antecedentes 509
E.2.2 Marco Normativo 509
E.2.3 Consideraciones Legales 509
E.2.3.1 Hallazgos 511
E.2.4 Compromisos asumidos en la Licencia Ambiental 511
E.2.4.1 Verificación de cumplimiento de requerimientos 512
E.2.4.2 Licencias Ambientales, y Autorizaciones 512
E.2.4.3 Disposiciones emanadas por la AACN 515

E.2.5 Conclusiones Generales 515
E.2.6 Recomendaciones 517
E.3 Dictamen de la Auditoria Ambiental 517
E.3.1 Elaboración de los estudios 517
E.3.2 Conclusiones Generales 521
E.3.3 Conclusiones Particulares 522
E.3.3.1 Causas del colapso 522
E.3.3.2 Hidrogeología 523
E.3.3.3 Geología 523
E.3.3.4 Geotecnia y Geofísica 524
E.3.3.5 Ambientales 524
E.3.3.6 Salud 525
E.3.3.7 Estabilidad de Taludes 525
E.3.4 Recomendaciones 526
E.3.4.1 Recomendaciones Técnicas Para la Implementación de Medidas 526
E.3.5 Resultados de la Auditoría 528
E.3.5.1 Riesgos potenciales generados por el deslizamiento 528
E.3.6 Resultados 529

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro A-1 Distribución del Área Operativa 11
Cuadro A-2 Operación de las Celdas Diaria 12
Cuadro A-3 Sistema de Conducción de Aguas Pluviales 14
Cuadro A-4 Sistema de Captación de Biogás 15
Cuadro A-5 Vías de Circulación Interna 16
Cuadro A-6 Planta de Tratamiento de Lixiviados 16
Cuadro A-7 Estado de las Celdas posterior al Deslizamiento 18
Cuadro A-8 Licencias Ambientales RSNJ 27
Cuadro A-9 IECP – Primer Período 28
Cuadro A-10 IECP – ParticularIdades Contenidas en el Plan Emergencia 30
Cuadro A-11 Licencia Eventual – Aspectos Administrativos 37
Cuadro A-12 - IECP – Cronología del Licenciamiento Eventual 38
Cuadro A-13 Resumen Evaluación del Manifiesto Ambiental 41
Cuadro A-14 Procedimiento Administrativo Seguido para Obtención de Licencia Ambiental 46
Cuadro A-15 Cronología del Trámite de la Licencia Ambiental 49
Cuadro A-16 Acápite 8.2 del Plan de Contingencia Específico Deslizamiento RSNJ 71
Cuadro A-17 Afectación a la Planta de Tratamiento de Lixiviados 96
Cuadro A-18 Afectación a las Vías de Acceso Internas 96
Cuadro A-19 Afectación a Cunetas Pluviales 97
Cuadro A-20 Base de datos de la documentación remitida a la empresa auditora 103
Cuadro A-21 Caracterizacion de factores ambientales 116
Cuadro A-22 Estaciones Meteorológicas Disponibles 117
Cuadro A-23 Características de suelos 158
Cuadro A-24 Escala de Pierre Boutin para grado de contaminación 211
Cuadro A-25 Vegetación Potencial 236
Cuadro A-26 Fauna Potencial 243
Cuadro A-27 Inventario Faunístico 244
Cuadro A-28 Cuadro de atributos 248
Cuadro A-29 Codificación por factor 251
Cuadro A-30 Codificación por actividad 251
Cuadro A-31 Clasificación de la ponderación del impacto 252
Cuadro A-32 Matriz de Tiempo vs. Incidencia 253
Cuadro A-33 Escala de la Valoración del Impacto Ambiental 253
Cuadro A-34 Valoración del Impacto Ambiental 253

Cuadro A-35 Resumen de Valoración de los Impactos Ambientales Negativos 255
Cuadro A-36 Medidas de Remediación Factor Aire 282
Cuadro A-37 Impacto del RSNJ en aguas y lixiviados 282
Cuadro A-38 Propuesta de Remediación 284
Cuadro A-39 Propuesta Remediación para biogás 284
Cuadro A-40 Evaluación de cumplimiento - Plan de Cotingencia RSNJ 289
Cuadro A-41 Efectividad del Plan de Contingencias Específico 298
Cuadro A-42 Hallazgo 7 – Factores afectados 336
Cuadro A-43 Informes Técnicos 339
Cuadro B-1 Cronología de ampliaciones de LE 360
Cuadro C-1 Consecuencias Reales debido a los Hallazgos 412
Cuadro E-1 Estado de las Celdas posterior al Deslizamiento 467
Cuadro E-2 Codificación por factor 498
Cuadro E-3 Codificación por actividad 498

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema A-1 Geología Regional – Estratigrafía 123
Esquema A-2 Geomorfología 125
Esquema A-3 Geografía Local – Estratigrafía 127
Esquema A-4 Red de Drenaje Natrural 128
Esquema A-5 Menú SIG I 314
Esquema A-6 Menú SIG II 315
Esquema A-7 Menú SIG III 316
Esquema E-1 Oferta Inicial de Operador respecto de Lixiviados y Biogás 484
Esquema E-2 Estudios Preliminares 501
Esquema E-3 Diseño Final 501
Esquema E-4 Lineamientos Para Cierre - Resumen 506
Esquema E-5 Lineamiento para cierre Plan 1 506
Esquema E-6 Lineamientos Para cierre – Plan 2 507

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura A-1 Delimitación de Celdas y Estanques de Lixiviado construidas por TERSA S.A. 13
Figura A-2 Referencias de los componentes del RSNJ 14
Figura A-3 Ubicación de captadores de biogás antes del deslizamiento 15
Figura A-4 Instalaciones de la Planta de Tratamiento de Lixiviados anterior al deslizamiento 17
Figura A-5 Mapa del grado de afectación del deslizamiento 19
Figura A-6 Diagrama de la Estrategia metodológica 73
Figura A-7 Celdas afectadas por el deslizamiento 75
Figura A-8 Sección crítica del pie de talud y nivel de desplante de las celdas afectadas por el deslizamiento 76
Figura A-9 Falta de canal de coronamiento en la Macrocelda 4 77
Figura A-10 Imagen satelital junio 2009, antiguas actividades inherentes a las celdas afectadas por el deslizamiento 79
Figura A-11 Imagen satelital del 19 mayo 2012 - Conformación ocasional de plano inclinado 80
Figura A-12 Imagen satelital de septiembre 2015 - Conformación ocasional de plano inclinado 80
Figura A-13 Mapa de Pendientes – Perfiles Longitudinales 81
Figura A-14 Afectación a Vías Internas 97
Figura A-15 Área afectada por el colapso 99
Figura A-16 Planimetría general del diseño 101
Figura A-17 Ubicación y secuencia de las celdas de residuos construidas 107
Figura A-18 Comparación entre las celdas construidas versus las celdas del proyecto original 108
Figura A-19 Etapas de formación de los pseudo-karst 126
Figura A-20 Diagrama de las partes de un deslizamiento de tipo rotacional 129
Figura A-21 Mapa de actividad sísmica en Bolivia 132
Figura A-22 Mapa probalístico de amenaza sísmica para Bolivia 133
Figura A-23 Descripción Litológica y Diseño de Pozo PP-4 148
Figura A-24 Esquemas de Unidades Hidrogeológicas 159
Figura A-25 Secciones de Unidades Hidrogeológicas 159
Figura A-26 Esquematizacion de Sistema de acuíferos 160

Figura A-27 Vista 3D RSNJ 163
Figura A-28 Componentes de entrada y salida del RSNJ 170
Figura A-29 Modelación de Flujo y Transporte de Aguas RSNJ 171
Figura A-30 Esquema de Pluma Contaminante 172
Figura A-31 Parámetros resistentes para diseño de rellenos Sanitarios 176
Figura A-32 Balance Hídrico 193
Figura A-33 Visual Modflow – Modelo Conceptual (1) 202
Figura A-34 Visual Modflow – Modelo Conceptual (2) 203
Figura A-35 Visual Modflow – Condiciones de Borde 204
Figura A-36 Modelo Conceptual – Aplicación (1) 205
Figura A-37 Modelo Conceptual – Aplicación (2) 205
Figura A-38 Modelo Conceptual Estático 206
Figura A-39 Modelo Conceptual Transitorio 206
Figura A-40 Para el día 30 207
Figura A-41 Para el día 60 207
Figura A-42 Para el día 90 207
Figura A-43 Para el día 120 207
Figura A-44 Para el día 180 207
Figura A-45 Para el día 210 207
Figura A-46 Para el día 240 208
Figura A-47 Para el día 300 208
Figura A-48 Para el día 330 208
Figura A-49 Para el día 360 208
Figura A-50 Flujo de Proceso de Lixiviado 286
Figura E-1 Delimitación de Celdas y Estanques de Lixiviado construidas por TERSA S.A. 466
Figura E-2 Referencias de los componentes del RSNJ 467
Figura E-3 Mapa del grado de afectación del deslizamiento 469
Figura E-4 Diagrama de la Estrategia metodológica 478
Figura E-5 Celdas afectadas por el deslizamiento 480
Figura E-6 Afectación a Vías Internas 482
Figura E-7 Área afectada por el colapso 483
Figura E-8 Planimetría general del diseño 484
Figura E-9 Ubicación y secuencia de las celdas de residuos construidas 486
Figura E-10 Comparación entre las celdas construidas versus las celdas del proyecto original 486
Figura E-11 Balance Hídrico 492

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía A-1 Falta de canal perimetral en el coronamiento de la Macrocelda 4 78
Fotografía A-2 Carta de GAMLP con referencia a acta 92
Fotografía A-3 Informe de TERSA SA sobre la culminación de la vida útil del RSNJ 93
Fotografía A-4 Carta relativa a influencia de lixiviados en desestabilización comprobada 94
Fotografía A-5 Perforación del pozo PP-4 147
Fotografía A-6 Resultados del PM10 209
Fotografía A-7 Captadores de Biogás 212
Fotografía A-8 Medición de la concentración de olor a través del nivel de SH_2 en el aire 215
Fotografía A-9 Toma de muestra AG-01 AA-ALPA 218
Fotografía A-10 Toma de muestra AG-02 AA-ALPA 218
Fotografía A-11 Toma de muestra AG-04 –AA-ACHO 218
Fotografía A-12 Toma de muestra AG-03 AA-ALPA 218
Fotografía A-13 Base de talud y banquina 7 226
Fotografía A-14 Depósito de "queques" 226
Fotografía A-15 Al centro una panoramica del sitio 1, a los costados los transectos 1 y 2 233
Fotografía A-16 Al centro un terraplén sitio 2, a los costados los transectos 3 y 4 233
Fotografía A-17 Área de muestreo Sitio 3, transectos 5 y 6 233
Fotografía A-18 Vista superior del sitio 4, transectos 7 y 8 234
Fotografía A-19 Panorama del sitio 5 236
Fotografía A-20 Especies frecuentes en el sitio 6 saliendo del RSNJ *Opuntia sulphurea y Oreocereus fossulatus* 236

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico A-1 Comportamiento de DBO_5 según IMAs 58
Gráfico A-2 Comportamiento de DQO según IMAs 58
Gráfico A-3 Comportamiento del Amonio según IMAs 59
Gráfico A-4 Comportamiento del Arsénico según IMAs 59
Gráfico A-5 Comportamiento del Cadmio según IMAs 60
Gráfico A-6 Comportamiento del Plomo según IMAs 60
Gráfico A-7 Comportamiento del Zinc según IMAs 61
Gráfico A-8 Partículas Biológicas Viables 63
Gráfico A-9 Hietograma de lluvia de diseño T = 50 años 87
Gráfico A-10 Riesgo Hidrológico En Función Del Periodo Y Vida Útil De La Obra 88
Gráfico A-11 Nubosidad 119
Gráfico A-12 Posibilidad Diaria de Precipitación 119
Gráfico A-13 Horas de Luz Natural 120
Gráfico A-14 Niveles de Humedad 120
Gráfico A-15 Velocidad Promedio del Viento 121
Gráfico A-16 Coeficientes de disgregación horaria 153
Gráfico A-17 Curvas de intensidad Duración y Frecuencia Estación Achocalla 156
Gráfico A-18 Incrementos reales 196
Gráfico A-19 Volumen Acumulado de Residuos Ingresados al RSNJ 197
Gráfico A-20 Evapotranspiración Potencial Elegida 198
Gráfico A-21 Perfil de Concentración de SH_2 en RSNJ 214
Gráfico A-22 Aguas Superficiales AA Alpacoma 220
Gráfico A-23 Aguas Subterráneas 224
Gráfico A-24 Perfil Epidemiológico 1 267
Gráfico A-25 Perfil Epidemiológico 2 268
Gráfico A-26 Comparación del Perfil Epidemiológico (1) 268
Gráfico A-27 Comparación del perfil epidemiológico (2) 269
Gráfico A-28 Percepción de Problemas Ambientales 269
Gráfico A-29 Tendencia del Peso 271
Gráfico A-30 Tendencia de la Talla 271
Gráfico A-31 Grado de cumplimiento 298
Gráfico A-32 Infracciones Cometidas por Empresa Operadora TERSA 323
Gráfico A-33 Infracciones acumuladas por gestión 326
Gráfico A-34 Puntos Acumulados por infracciones 327
Gráfico A-35 Porcentaje de Infracciones Acumuladas 328
Gráfico A-36 Cantidad de Infracciones acumuladas 328
Gráfico A-37 Cantidad de puntos Acumulados 329
Gráfico B-1 Porcentaje de Cumplimiento de Requerimientos 366
Gráfico B-2 Porcentaje de Cumplimiento 397
Gráfico E-1 Partículas Biológicas Viables 476

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración A-1 Área de Influecia Directa 21
Ilustración A-2 Áreas de estudio RSNJ 23
Ilustración A-3 Área de Influencia Indirecta 25
Ilustración A-4 Puntos de Monitoreo IMA's 2010 - 2018 70
Ilustración A-5 Mapa de Isoyetas 86
Ilustración A-6 Áreas de Alcance de la AA 115
Ilustración A-7 Temperatura Promedio por hora 118
Ilustración A-8 Ubicación de líneas de estudio geofísico en el RSNJ 135
Ilustración A-9 Ubicación de estaciones geomecánicas 136
Ilustración A-10 Ubicación de pozos de exploración 141
Ilustración A-11 Ubicación del pozo PP-4 en el RSNJ 147
Ilustración A-12 Mapa Hidrográfico 150
Ilustración A-13 Mapa de Isoyetas 151

Ilustración A-14 Mapa de Isotermas 152
Ilustración A-15 Mapa de Cuencas....155
Ilustración A-16 Puntos de Monitoreo y Flujo Preferencial 161
Ilustración A-17 Secciones de análisis sobre Imagen de Dron 178
Ilustración A-18 Ubicacion puntos de muestreo Aire, Biogas y Olor....216
Ilustración A-19 Ubicación puntos de muestreo de Aguas 225
Ilustración A-20 Formularios de Monitoreo de Lixiviados....227
Ilustración A-21 Ubicación puntos de muestreo Suelos....231
Ilustración A-22 Mapa de ubicación de los transectos de evaluación de vegetación 235
Ilustración A-23 Mapa de ubicación de puntos de conteo en aves....242
Ilustración A-24 Marco de área seleccionada para la caracterización socioeconómica....272
Ilustración E-1 Localización Puntual....462
Ilustración E-2 Área de Influencia Indirecta 471
Ilustración E-3 Ubicación de líneas de estudio geofísico en el RSNJ 489

ÍNDICE DE IMÁGINES

Imagen A-1 Ubicación Puntual....5

ÍNDICE DE LÁMINAS

Lámina A-1 Mapa de Estaciones Polígonos de Thiesen....85
Lámina A-2 Estaciones Geomecánicas (1) 137
Lámina A-3 Estaciones Geomecánicas (2) 138
Lámina A-4 Estaciones Geomecánicas (3) 139

ÍNDICE DE TABLAS INICIALES

Tabla Inicial A-1 Ejecución de Contrato de Auditoría 8
Tabla Inicial A-2 Fechas de entrega de informes....8
Tabla Inicial A-3 Objetivos Específicos 8

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla A-1 Cronología del Desarrollo de Celdas y Macroceldas 12
Tabla A-2 Grado de afectación del deslizamiento en el RSNJ 19
Tabla A-3 Superficie de Área Directa 20
Tabla A-4 Superficie de Área Indirecta....24
Tabla A-5 Superficie Total Área de Estudio 26
Tabla A-6 Partículas Biológicas Viables 53
Tabla A-7 Indicadores de calidad hídrica Qda Alpacoma RA-50....54
Tabla A-8 Indicadores de calidad hídrica Qda. Alpacoma RA+100 54
Tabla A-9 Indicadores de calidad hídrica agua subterránea....55
Tabla A-10 Comportamiento de los parámetros evaluados en aguas subterráneas....57
Tabla A-11 Muestras A. Resultados de Análisis Químicos de Suelos de los IMA's 65
Tabla A-12 Muestras B. Resultados de Análisis Químicos de Suelos de los IMA's 65
Tabla A-13 Puntos de Monitoreo 2010 - 2018 67
Tabla A-14 Actividades de la Estrategia Metodológica 74
Tabla A-15 Distribución Mensual de la Precipitación....82
Tabla A-16 Precipitación total(mm), del sector Alpacoma....82
Tabla A-17 Precipitación máxima /24 horas (mm), del sector Alpacoma 83
Tabla A-18 Período Estacional....84
Tabla A-19 Hietograma Sintetico Adimencional 87
Tabla A-20 Periodo De Retorno Y Riesgo De Falla Según Vida Útil 89
Tabla A-21 Periodos de Retorno para Diseño 89
Tabla A-22 Relación de áreas afectadas por el deslizamiento 98
Tabla A-23 Disposición de Celdas y Macroceldas....102
Tabla A-24 AMENAZAS: algunos de los componentes de la Actividad se localizan....109
Tabla A-25 Análisis de VULNERABILIDAD E IMPACTO 110
Tabla A-26 Análisis de capacidades....111

Tabla A-27 Precipitación confiable....118
Tabla A-28 Distribución Mensual de la Precipitación....120
Tabla A-29 Ubicación de perfiles TER....134
Tabla A-30 Detalle de ubicación de estaciones geomecánicas....135
Tabla A-31 Detalle de ubicación de pozos de exploración....140
Tabla A-32 Descripción Litológica de los pozos....141
Tabla A-33 Propiedades de suelos arcillosos....143
Tabla A-34 Resumen de ensayos SPT....143
Tabla A-35 Relación entre el tipo de suelo y el coeficiente de permeabilidad (*)....143
Tabla A-36 Resumen de ensayos SPT....144
Tabla A-37 Designación de símbolos para suelos....144
Tabla A-38 Resumen de clasificación unificada de suelos....145
Tabla A-39 Resumen de ensayos de cohesión....145
Tabla A-40 Resumen de ensayos de ángulo de fricción....146
Tabla A-41 Resumen de ensayos de peso específico....146
Tabla A-42 Ubicación de pozo PP-4....146
Tabla A-43 Descripción del pozo PP-4....148
Tabla A-44 Sub Cuencas....153
Tabla A-45 Cálculo de Caudales Probables (ltr/seg)....157
Tabla A-46 Composición del lixiviado de rellenos sanitarios a nivel general....164
Tabla A-47 Composición de lixiviados en función de la edad del relleno sanitario....165
Tabla A-48 Límites permisibles para agua potable....167
Tabla A-49 Resumen de procesos que afectan en el comportamiento de los macrocomponentes en plumas de lixiviados....169
Tabla A-50 Factor de Seguridad según el grado de estabilidad....175
Tabla A-51 Factor de Seguridad adoptado RSNJ....175
Tabla A-52 Parámetros de diseño adoptado RSNJ....176
Tabla A-53 Resultados Análisis Estático Sección 1-1....179
Tabla A-54 Resultados Análisis estático Sección 2-2....180
Tabla A-55 Resultados Análisis estático Sección 3-3....181
Tabla A-56 Resultados Análisis estático Sección 4-4....182
Tabla A-57 Resultados Análisis Pseudo-estático Sección 1-1....183
Tabla A-58 Resultados Análisis Pseudo-estático Sección 2-2....184
Tabla A-59 Resultados Análisis Pseudo-estático Sección 3-3....185
Tabla A-60 Resultados Análisis Pseudo-estático Sección 4-4....186
Tabla A-61 Resumen de Resultados Análisis Estático....187
Tabla A-62 Resumen de Resultados Análisis Pseudo-Estático.....187
Tabla A-63 Resultados Análisis Pseudo-estático estabilizado....189
Tabla A-64 Cuantificación de los términos del balance....195
Tabla A-65 Cálculo de Evapotranspiración Potencial....197
Tabla A-66 Volumen de Lixiviado Generado....200
Tabla A-67 Balance Hídrico para 2019....201
Tabla A-68 Zonas Hidrogeológicas....203
Tabla A-69 Resultados de la Calidad del Aire – PM 10....209
Tabla A-70 Cálculo del Índice para PM 10....210
Tabla A-71 Nivel de calidad del aire....210
Tabla A-72 Partículas Biológicas Viables....210
Tabla A-73 Resumen Captadores....211
Tabla A-74 Ubicación de Captadores de Biogás....211
Tabla A-75 Concentración del Biogás en Condiciones Normales....212
Tabla A-76 Comparación de Mediciones con Valores de Referencia....213
Tabla A-77 Determinación de la máxima concentración de SH_2 emitida....214
Tabla A-78 Resultados de la calidad de Aguas Superficiales, Quebrada Alpacoma y río Achocalla....217
Tabla A-79 Indicadores de Calidad Aguas Superficiales....219
Tabla A-80 Análisis Químicos de Aguas Subterráneas....221
Tabla A-81 Indicadores de calidad de Aguas Subterráneas....222
Tabla A-82 Indicadores de calidad de Aguas Subterráneas....222
Tabla A-83 Indicadores de la Calidad de los Suelos....228

Tabla A-84 Muestreo por Calicatas 229
Tabla A-85 Indicadores de Calidad de los Suelos 229
Tabla A-86 Resultados Analíticos de "queques" del RSNJ 229
Tabla A-87 Indicadores de calidad de "queque" 229
Tabla A-88 Vegetación Real 239
Tabla A-89 Identificación de actividades de la AOP y descripción en relación a su entorno 247
Tabla A-90 Identificación de factores ambientales 248
Tabla A-91 Identificación de Impactos Ambientales (IIA) 249
Tabla A-92 Parametrización del tiempo 252
Tabla A-93 Principales 15 causas de morbilidad. Centro de salud Achocalla. Primer semestre. Gestión 2019 258
Tabla A-94 Principales afecciones en la población de Alpacoma Bajo, posterior al deslizamiento 258
Tabla A-95 Principales causas de mortalidad 259
Tabla A-96 Características sociodemográficas en la población del área directa e indirecta 259
Tabla A-97 Ocupación de la población del área indirecta 260
Tabla A-98 Ocupación de la población del área Directa 261
Tabla A-99 Ocupación de la pareja de la población del área directa 261
Tabla A-100 Ocupación de la población del área indirecta 262
Tabla A-101 Procedencia de grupo del área indirecta 262
Tabla A-102 Procedencia de grupo del área directa 262
Tabla A-103 Residencia de grupo del área indirecta 263
Tabla A-104 Residencia del grupo del área directa 263
Tabla A-105 Características socioculturales en ambas poblaciones de estudio 264
Tabla A-106 Características de la vivienda de las dos poblaciones estudiadas 265
Tabla A-107 Características de salud en ambos grupos de estudio 266
Tabla A-108 Perfil epidemiológico de síntomas 267
Tabla A-109 Perfil epidemiológico después del evento del deslizamiento en ambos grupos 268
Tabla A-110 Reporte de mortalidad de algún familiar durante el último año 269
Tabla A-111 Capacitaciones realizadas a las poblaciones de estudio. Gestión 2019 270
Tabla A-112 Ficha Técnica Socioeconómica 273
Tabla A-113 Medidas de Mitigación y Adecuación Ambiental 276
Tabla A-114 Cumplimiento de medidas propuestas 297
Tabla A-115 Disposición de Celdas y Macroceldas 303
Tabla A-116 Presupuesto General 311
Tabla A-117 Presupuesto Ambiental 313
Tabla A-118 Penalidades para la Disposición Final 318
Tabla A-119 Detalle de infracciones GAMLP a TERSA 321
Tabla A-120 Magnitud de infracciones en el año 2019 (1) 324
Tabla A-121 Magnitud de infracciones en el año 2019 (2) 325
Tabla A-122 Infracciones acumuladas por gestión 326
Tabla A-123 Puntos Acumulados por infracciones 327
Tabla A-124 Puntos Acumulados en la gestión 2019 328
Tabla A-125 Hallazgo 1 330
Tabla A-126 Hallazgo 2 331
Tabla A-127 Identificación al interior del relleno 331
Tabla A-128 Hallazgo 3 332
Tabla A-129 Hallazgo 4 333
Tabla A-130 Hallazgo 5 334
Tabla A-131 Hallazgo 6 335
Tabla A-132 Hallazgo 7 339
Tabla A-133 Hallazgo 8 340
Tabla A-134 Hallazgo 9 341
Tabla A-135 Hallazgo 10 343
Tabla A-136 Hallazgo 11 344
Tabla B-1 Formulario General de Verificación 362
Tabla B-2 Porcentaje de Cumplimiento de Requerientos 366
Tabla B-3 Formulario de recopilación y revisión 367
Tabla B-4 informe técnico de inspección 371

Tabla B-5 Plan de Adecuación Ambiental 372
Tabla B-6 Plan de aplicación y seguimiento ambiental 373
Tabla B-7 Revisión de Informes de Monitoreos Ambientales 373
Tabla B-8 informe técnico (MMAyA-VMA-DGMACC Nº 2244/11) 375
Tabla B-9 Revisión de Informes de Monitoreos Ambientales 376
Tabla B-10 informe técnico (MMAyA-VMA-DGMACC Nº 4552/11) 378
Tabla B-11 Revisión de Informes de Monitoreos Ambientales 379
Tabla B-12 informe técnico MMAyA-VMA-DGMACC (DAA 1617-3) Nº 5995/12 380
Tabla B-13 informe técnico CARJMMAYANMABCCGDF/DGMACC/UPCAMyH/ Nº 0490/2018 382
Tabla B-14 Inspección 1ra – 7ma (18,19,23,25,28/01/2019 y 01,12/02/2019) 383
Tabla B-15 Inspección 8va (28/02/2019) 386
Tabla B-16 Inspección 9na - 10ma (15/03/2019 - 05/04/2019) 386
Tabla B-17 Inspección 11ma (24/04/2019) 387
Tabla B-18 Inspección 12da (14/05/2019) 388
Tabla B-19 Inspecciones 13ra (27/05/2019) 389
Tabla B-20 Inspecciones 14ta (13/06/2019) 390
Tabla B-21 Inspecciones 15ta (04/07/2019) 391
Tabla B-22 Inspecciones 16ta (24/07/2019) 391
Tabla B-23 Inspección 18va (07 de agosto de 2019) 392
Tabla B-24 Inspección 19na (07/08/2019) 393
Tabla B-25 Inspección 20va (22/08/2019) 396
Tabla B-26 Porcentaje de Cumplimiento 397
Tabla C-1 Cumplimiento de Objetivos Específicos para Dictamen de Auditoría 401
Tabla C-2 Infracciones a Normas resultantes de Hallazgos 416
Tabla C-3 Verificación de cumplimiento de requerimientos administrativos y ambientales 418
Tabla E-1 Ejecución del Contrato de Auditoría 463
Tabla E-2 Fechas de entregas de informes 463
Tabla E-3 Objetivos Específicos 463
Tabla E-4 Grado de afectación del deslizamiento en el RSNJ 469
Tabla E-5 Superficie de Área Directa 469
Tabla E-6 Superficie de Área Indirecta 470
Tabla E-7 Superficie Total Área de Estudio 471
Tabla E-8 Partículas Biológicas Viables 474
Tabla E-9 Concentraciones Lixiviados 475
Tabla E-10 Actividades de la Estrategia Metodológica 479
Tabla E-11 Relación de áreas afectadas por el deslizamiento 483
Tabla E-12 Resumen de Costos 505
Tabla E-13 Resumen de Costos Ambientales 506
Tabla E-14 Porcentaje de Cumplimiento de Requeriientos 512
Tabla E-15 Resumen de Formulario de recopilación y revisión 512

Siglas

AA: Auditoria Ambiental
AACD: Autoridad Ambiental Competente Departamental
AACN: Autoridad Ambiental Competente Nacional
AID: Área de Influencia Directa
AII: Área de Influencia Indirecta
AOP: Actividad, Obra o Proyecto
CCA: Control de Calidad Ambiental
CER's: Certificado de Reducción de Emisiones
CIMA: Centro de Investigación Minero Ambiental
CN: Número de Curva
COV: Compuestos Orgánicos Volátiles
CP: Cumplimiento Parcial
DAA: Declaratoria de Adecuación Ambiental
DBC: Documento Base de Contratación
DBO: Demanda Bioquímica de Oxigeno
DIA: Declaratoria de Impacto Ambiental
DQO: Demanda Química de Oxigeno
DS: Decreto Supremo
EDA's: Enfermedades Diarreicas Agudas
EEIA: Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental
EIA: Evaluación de Impacto Ambiental
EG: Estación Geomecánica
EMRSNJ: Estación Meteorológica Relleno Sanitario Nuevo Jardín
ELP: Exceso a Limite Permisible
EPA: Environmental Protection Agency
EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica
EPP´s: Equipos de Protección Personal
FS: Factor de Seguridad
GADLP: Gobierno Autónomo Departamental de La Paz
GAMLP: Gobierno Autónomo Municipal de La Paz
GREENLAB: Laboratorio de la Universidad de Calgary; Calgary-Canadá
HAMLP: Honorable Alcalde Municipal de La Paz
HAP's: Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos
HELP: Hydrologic Evalation Landfill Performance
ICA: Índice de Contaminación Atmosférica
IDF: Intensidad Duración y Frecuencia
IECP: Identificación y Evaluación de Condiciones Previas
IGM: Instituto Geográfico Militar, Carta Geográfica 5944-02
IMA´s: Informes de Monitoreo Ambiental
INE: Instituto Nacional de Estadística
IP: Partículas Inhaladas
IRA's: Infecciones Respiratorias Agudas
IRAP: Instrumento de Regulación de Alcance Particular
ISO: International Organization for Standardization
LA: Licencia Ambiental

LASP: Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas
LBA: Línea Base Ambiental
LCA: Laboratorio de Calidad Ambiental
LE: Licencia Eventual
LP: Límites Permisibles
MA: Manifiesto Ambiental
MAE: Máxima Autoridad Ejecutiva
MCT: Máxima Concentración Tolerable
MTEPS: Ministerio de Trabajo, Empleo y Previsión Social
MMAyA: Ministerio de Medio Ambiente y Agua
NA: No aplica
NB: Norma Boliviana
NMOC: Compuestos Orgánicos No Metanogénicos
OMS: Organización Mundial de la Salud
ONG: Organización no Gubernamental
PAA: Plan de Adecuación Ambiental
PASA: Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental
PBV: Partículas Biológicas Viables
PHSOB: Plan de Higiene, Salud Ocupacional y Bienestar
PM2,5: Partículas Menores a 2,5 Micrones
PM10: Partículas Menores a 10 Micrones
PPM: Programa de Prevención y Mitigación
PST: Partículas Suspendidas Totales
PTLL: Planta de Tratamiento de Lixiviado Líquido
RGGA: Reglamento General de Gestión Ambiental
RGRS: Reglamento General de Residuos Solidos
RLA: Reactor de Lodos Activados
RMCA: Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica
RMCH: Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica
RP: Partículas Respirables
RPCA: Reglamento de Prevención y Control Ambiental
RS: Relleno Sanitario
RSD: Residuos Sólidos Domésticos
RSM: Residuos Sólidos Municipales
RSNJ: Relleno Sanitario Nuevo Jardín
SDDMT: Secretaria Departamental de Derechos de la Madre Tierra
SEV: Sondeos Eléctricos Verticales
SIG: Sistema de Información Geográfica
SIREMU: Sistema de Regulación Municipal
SGLAB: Inspección y Laboratorio de Calidad
SPT: Ensayo de Penetración Estándar (Standar Penetration Test)
SS: Suelos y Subsuelos
STD: Solidos Totales Disueltos
SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
TdR´s: Términos de referencia
TER: Tomografía Electroresistiva
TERSA: Tratamiento Especializado de Residuos Sólidos y Servicios Ambientales

UFC: Unidad Formadoras de Colonias
UTM: Universal Transverse Mercator

Introducción Informe Final

Antecedentes

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), a raíz del evento sucedido el 15 de enero de 2019 en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín, conforma una comisión técnica de alto nivel para realizar inspecciones previas "in situ", considera resultados de muestras ambientales, también determina la necesidad de verificar el grado de cumplimiento del Manifiesto Ambiental aprobado, las medidas implementadas para la atención del suceso y la elaboración de planes de atención a corto, mediano y largo plazo (Plan de Contingencias).

Para este fin, en base a este alcance, como Autoridad Ambiental Competente Nacional (AACN) en uso de sus atribuciones y competencias instruye la realización de una Auditoría Ambiental por Peligro Inminente del Relleno Sanitario Nuevo Jardín que fue comunicada al Representante Legal del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP), mediante Resolución Administrativa VMACCGDF N° 002, en cumplimiento al artículo 17 del D.S. 28499.

La primera convocatoria es declarada desierta y se lanza la Convocatoria Pública Nacional MMAYA/LP/001/2019 (Segunda Convocatoria) con CUCE: 19-0086-00-954892-2-1 para la CONSULTORÍA POR PRODUCTO: AUDITORÍA AMBIENTAL POR PELIGRO INMINENTE DEL RELLENO SANITARIO NUEVO JARDÍN – MUNICIPIO DE LA PAZ", adjudica a la Empresa Consultora Los Álamos IC Ingenieros Consultores S.R.L., en fecha 12 de septiembre de 2019.

Se establece como Objetivo General "Evaluar la situación ambiental actual y el grado de cumplimiento de la normativa ambiental vigente sobre el deslizamiento de los residuos sólidos contenidos en la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 comprometiendo todo el Relleno Sanitario Nuevo Jardín y las medidas implementadas para la atención del suceso."

Seguidamente se definen trece (13) Objetivos Específicos, destinados a satisfacer las expectativas del estudio, considerando que el RSNJ estuvo catalogado como un Relleno Sanitario modelo destinado a cubrir las necesidades de disposición final de residuos sólidos municipales en el área jurisdiccional del municipio paceño.

Los Términos de Referencia del DBC, definen como marco del trabajo de auditoría, al Decreto Supremo N° 28499, de 10 de diciembre de 2005, constituyéndose como disposición legal específica para la elaboración del trabajo de auditoría.

Del mismo modo, se define la elaboración de la auditoría en tres fases, Planificación, Actividades en el Sitio a Auditar y Reporte Final Ambiental por peligro inminente, consistente en Informes Técnico, Legal, Dictamen y el Resumen Ejecutivo.

Siendo los TdR no limitativos, se efectuaron actividades complementarias que coadyuvaron a los resultados, y asimismo tienen el propósito de satisfacer las expectativas de la AAC.

Localización

El predio del RSNJ está ubicado en la comunidad de Alpacoma, distante a 4 km desde el centro de la ciudad de La Paz. Está en el Macrodistrito 1 (Cotahuma), Distrito 4, de la jurisdicción municipal de La Paz.[1]

Inicialmente, al inicio de las operaciones (2004), alrededor del relleno sanitario, sector Norte no existían actividades colindantes, respetando y superando la distancia al límite de la mancha urbana de 1000 m., especificación obligatoria de la Norma Boliviana NB-757. Sin embargo, con el crecimiento poblacional y la disponibilidad de arcilla para la fabricación de ladrillos, el área aledaña al relleno fue poblándose, incluso en el tiempo se conformó una organización denominada Acermach, con el propósito de agrupara a quienes se dedicaban a la fabricación de ladrillos.

Hacia el Oeste del predio podemos identificar el Sector Sak'a Churu, actual área de disposición final de residuos sólidos del Municipio de La Paz, comparte las vías de circulación con el RSNJ.

Hacia el Sur, transcurre la quebrada Alpacoma, de oeste a este. Hacia el Este, se encuentra delimitado por un farallón como límite natural.

La Ilustración A 1 que sigue da cuenta de la Localización en forma general.

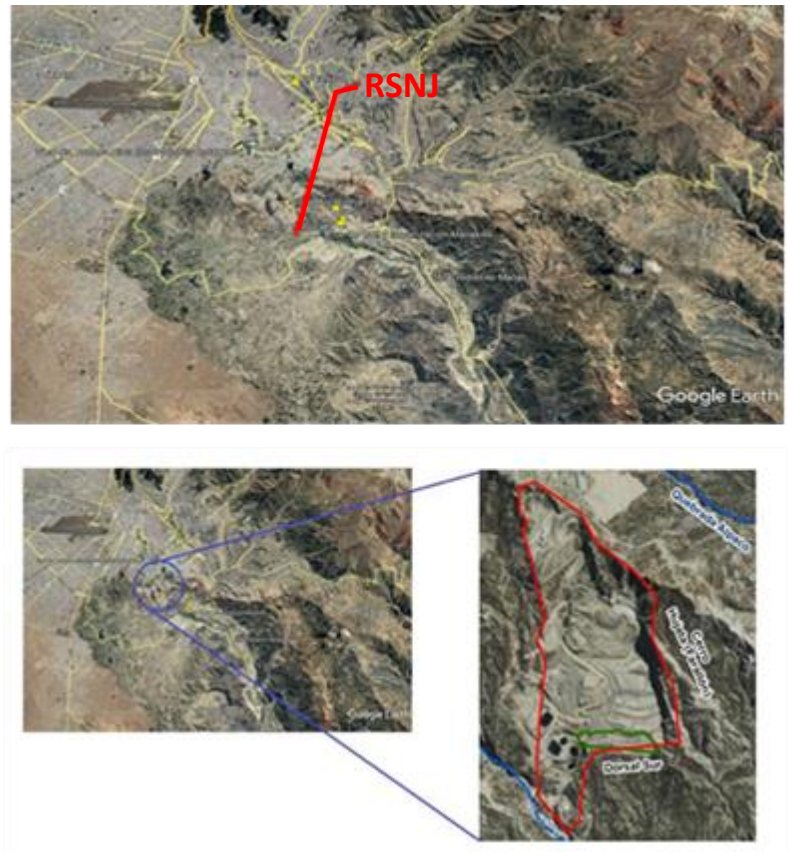


Imagen A-1 Ubicación Puntual
Fuente: Elaboración Propia con base en Google Earth

[1] http://sitservicios.lapaz.bo/guiaurbana/ Mapa del Municipio de La Paz, GUIA URBANA.

Fases de la Auditoría Ambiental

DS 28499

En el marco al DS 28499, artículo 12 la AA tiene las siguientes Fases:

Fase 1: Planificación

a. Recopilación y revisión de información

b. Caracterización preliminar de la línea base ambiental (físico-natural; socioeconómico-cultural)

c. Análisis preliminar de los posibles impactos ambientales (físico-natural; socioeconómico-cultural)

d. Preparación de la planificación de la AA, que contenga entre otros el alcance de la AA en función de los factores ambientales a ser considerados, extensión del área de trabajo, programa de muestreo y monitoreo, cronograma y presupuesto.

e. Definición de la metodología de identificación y evaluación de impactos, normas, parámetros y estándares de referencia.

f. Definición del personal técnico clave y del equipo y material de campo requerido. Los documentos generados durante la Fase 1, deberán ser presentados a la AAC para su revisión y aprobación.

La **Fase 1** de la auditoría corresponde a la Planificación, esta fue iniciada en fecha 12 de septiembre del 2019, aprobada mediante resolución Administrativa VMABCCGDF Nº 30/2019 de fecha 05/11/2019, comunicada al auditor en fecha 05/11/2019 mediante Nota CITE: FISAALPA - 24/19.

Fase 2: Actividades en el Sitio a Auditar, que contemplarán las siguientes actividades:

Con base en la Planificación de la AA aprobada por la AAC, la Empresa Consultora, realizará un trabajo de campo que produzca la siguiente información:

a. Inspección y evaluación ambiental del área de estudio de la AOP

b. Recopilación de información de campo y generación de información ambiental (físico-natural; socio-económico-cultural) con la finalidad de establecer un diagnóstico de la situación y de los factores ambientales en estudio.

c. Caracterización de la línea base ambiental (físico-natural; socio-económicocultural).

d. Implementación del programa de muestreo de los factores ambientales e. Identificación, inventario y evaluación de impactos ambientales negativos que inciden en el área de estudio.

f. Identificación de las principales fuentes de contaminación

g. Identificación, verificación de actores claves y responsabilidades legales

h. Detección de los impactos ambientales negativos de la AOP en la construcción, operación, cierre y abandono; realizando análisis de alternativas de adecuación y/o remediación

i. Evaluación de la efectividad y grado de cumplimiento de las medidas de respuesta a contingencias implementadas cuando corresponda.

j. Preparación del informe de la Fase 2

El plazo establecido por el DBC es de 75 días para la Fase 2; sin embargo, se amplió el plazo de su ejecución en 73 días para la aplicabilidad y cumplimiento de la normativa vigente, además de la

atención a las solicitudes de la sociedad civil sobre trabajos de campo complementarios (muestreos adicionales) y fueron computables a partir del 12 de marzo de 2020.

La Fase 2 de la auditoría corresponde a Actividades en el Sitio a Auditar, esta fue iniciada el 5 de noviembre de 2019, aprobada mediante resolución VMABCCGDF Nº 013/2020 de fecha 11/03/2020, comunicada al auditor en fecha 13 de marzo mediante nota AA FA No. 005/2020.

Fase 3: El Reporte Final de la Auditoria Ambiental incluirá:

1. **Informe técnico que describirá:**

a. el proyecto, obra o actividad auditada

b. el área de estudio

c.la identificación y evaluación de las condiciones previas a la identificación y evaluación de los impactos ambientales negativos

e.las medidas de mitigación y las alternativas de adecuación y/o remediación.

2. **Informe legal que describirá:**

El incumplimiento a disposiciones legales previstas en la legislación vigente que incluirá:

i) compromisos asumidos en la Licencia Ambiental y
ii) disposiciones emanadas por la AAC.

3. **Dictamen de Auditoría Ambiental** que deberá contener:

a. Recomendaciones técnicas para la implementación de medidas de mitigación y alternativas de remediación.

b. Identificación cuando corresponda de infracciones a las disposiciones legales en vigencia para que la AAC inicie las acciones legales correspondientes.

c. La valoración económica de daños civiles a particulares o al patrimonio del estado, en caso de Auditorías Ambientales por contingencias.

4. Resumen Ejecutivo

La Fase 3, de la auditoria corresponde a Reporte de Auditoría Ambiental por Peligro Inminente, originalmente programada con 60 días, 35 días corresponden a la elaboración del Reporte Final de la AA y 25 días para su aprobación o rechazo.

En fecha 17 y 21 de marzo se tuvo que afrontar una pandemia que amplio los plazos por emergencia sanitaria, con suspensión de actividades laborales hasta el 1ro de junio de 2020. A partir de esta fecha se autorizó un segundo contrato modificatorio con fecha definida para la presentación del Reporte Final para el 07 de julio de 2020.

Ejecución

La Tabla Inicial A-1 que sigue, enseña las fechas de ejecución del contrato de Auditoría, contemplado las interrupciones por diferentes motivos:

(a) Conflictos Sociales
(b) Cuarentena e irregularidad de actividades por pandemia

Tabla Inicial A-1 Ejecución de Contrato de Auditoría

Documentos de Contrato	Fechas	
	Inicio	Fin
Contrato Principal	12/9/2019	10/3/2020
Modificatorio 1	12/9/2019	19/7/2020
Suspensión	23/3/2020	31/5/2020
Modificatorio 2	20/7/2020	3/8/2020
Modificatorio 3	3/8/2020	28/8/2020

Fuente: Contrato Principal y Contratos Modificatorios

A continuación, se inserta la Tabla que refleja las fechas de entrega y aprobación de informes.

Tabla Inicial A-2 Fechas de entrega de informes

Documento	Fechas	
	1a entrega	Aprobación
Informe Fase 1	2/10/2019	5/11/2019
Informe Fase 2	28/1/2020	11/3/2020
Informe Fase 3	7/7/2020	pendiente

Fuente: Elaboración Propia

Objetivos y Alcances de la Auditoría

Objetivo General

"Evaluar la situación ambiental actual y el grado de cumplimiento de la normativa ambiental vigente sobre el deslizamiento de los residuos sólidos contenidos en la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 comprometiendo todo el Relleno Sanitario Nuevo Jardín y las medidas implementadas para la atención del suceso."

Objetivos Específicos

Son los siguientes:

Tabla Inicial A-3 Objetivos Específicos

N°	Objetivos
1	Definir el área de estudio (área de influencia directa e indirecta), entendida como el espacio donde se generaron los impactos ambientales negativos y las áreas donde alcanzan sus efectos en el medio ambiente y salud humana
2	Identificar y evaluar las causas del colapso de la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín y el grado de afectación a otras infraestructuras dentro del relleno sanitario.
3	Definir la superficie y volumen total del área desestabilizada por el deslizamiento de la masa de residuos sólidos.
4	Determinar el volumen de lixiviado que fue descargado producto del deslizamiento.
5	Realizar un análisis comparativo de los diseños de ingeniería y medidas de adecuación ambiental originalmente propuestos y aprobados en el Manifiesto Ambiental, con el estado real de construcción y disposición de macroceldas, estanques de lixiviado, etc.
6	Realizar un diagnóstico y evaluación de la situación actual de todos los factores y aspectos ambientales afectados por el deslizamiento: aire, agua (superficial y subterránea), suelo y socioeconómico en el área de estudio.

N°	Objetivos
7	Identificar y evaluar los impactos ambientales producidos por el deslizamiento de los residuos sólidos contenidos en la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 del Relleno Sanitario Nuevo Jardín, y evaluación de los efectos ambientales negativos en el área de estudio.
8	Realizar todos los estudios, análisis, mediciones y evaluaciones de campo que se requieran para el cumplimiento de los objetivos y alcance de los términos de referencia, generando documentos de respaldos, los cuales serán emitidos y firmados por profesionales y laboratorios acreditados para tal fin.
9	Evaluar el grado de cumplimiento/efectividad de las medidas propuestas e implementadas en el marco del Plan de Contingencias que se encuentra en ejecución.
10	Identificar las zonas de riesgo potencial a corto, mediano y largo plazo.
11	Evaluar los aspectos sociales que pudieran haber sido afectados en el área de estudio.
12	Establecer mediante documentación existente, criterios técnicos y otra información pertinente, si el cuerpo de agua Alpacoma, el cual se encuentra colindante al RSNJ, es un río o quebrada.
13	Establecer lineamientos para el cierre técnico del RSNJ.

Alcance

La Auditoría Ambiental deberá llevar a cabo la evaluación de la situación ambiental actual y el grado de cumplimiento de la normativa ambiental vigente sobre el deslizamiento de los residuos sólidos contenidos en la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 del Relleno Sanitario Nuevo Jardín.

Comprende la verificación del cumplimiento a la legislación ambiental, a través de compromisos de adecuación en la Licencia Ambiental, disposiciones emanadas por la AACN, enfoque técnico-científico en el manejo de los residuos sólidos municipales, después de realizar una identificación y evaluación de las condiciones previas que prosigan con la identificación y evaluación de los impactos ambientales negativos, empleando metodología de análisis de riesgos ponderada para el establecimiento de las medidas de mitigación y las alternativas de adecuación y/o remediación; teniendo en cuenta que el RSNJ se encuentra en plena etapa de Cierre.

Contiene un Informe Legal, Dictamen y las Recomendaciones a las medidas de Mitigación, adecuación ambiental y/o remediación.

Período de la Auditoría

Comprende desde la otorgación de la Orden de Proceder el 12 de septiembre de 2019 hasta la entrega del Informe Final Fase en su primera versión el 7 de julio de 2020.

Limitaciones

Uno de los principales obstáculos que tuvo que resolver la Auditoría Ambiental fueron las entregas parciales y tardías de información, primera actividad establecida por los TdR's como recopilación y revisión de información. A partir del 16 de septiembre se demandó la entrega completa y amplia de información, al GAMLP, GADLP, MMAyA y la Empresa TERSA S.A., referida a la descripción de aspectos administrativos, técnicos, diseños, evento ocurrido el 15 de enero de 2019, medio ambientales, socioeconómicos y de salud.

La Empresa TERSA S.A., entregó aproximadamente 20.000 hojas de documentación en forma tardía, a menos de un mes de la finalización de la Auditoría Ambiental. Información solicitada en reiteradas oportunidades.

Del mismo modo, el GAMLP hizo entrega tardía de documentación a modo de complementación.

Esta falencia de información fue determinante al momento de llevar a cabo las Actividades en el Sitio a Auditar, se tuvo que recurrir a innumerables inspecciones para recibir información verbal compensatoria de personeros acompañantes del SIREMU con diferentes enfoques; cuando esta burocratización pudo ser salvada con una entrega oportuna y completa de la información requerida por cada uno de los principales actores ya mencionados.

Una segunda limitante que no cumple las expectativas y alcance de la Auditoría Ambiental, es el tiempo reducido de seis meses programado, ya que el manejo técnico y ambiental requería evaluaciones con colecta de muestras, mediciones y resultados de laboratorio para las épocas seca y lluviosa. Los resultados analíticos incipientes de una sola época de evaluación condicionan obtener hallazgos claros.

A lo expuesto anteriormente, se suman los conflictos sociales de octubre y la declaración de pandemia por el coronavirus, producto de ello, la declaración de cuarentena y otras medidas preventivas nacionales y departamentales, importantes situaciones limitantes en el desarrollo de AA.

A. Informe Técnico

A.1 Descripción de la AOP:

Existen dos ámbitos de interés para el presente estudio, por una parte, el relleno sanitario como tal, conformado por las actividades de disposición final de residuos sólidos domésticos y residuos sólidos patógenos, así como las obras civiles y complementarias.

Por otra parte, está el evento del deslizamiento de una masa de residuos sólidos, ocurrido en fecha 15 de enero de 2019. A cuya consecuencia se ha originado la presente Auditoria Ambiental por Peligro Inminente.

A.1.1 Descripción de la AOP: Relleno Sanitario Nuevo Jardín (RSNJ)

Al cierre del Relleno Sanitario de Mallasa durante los años 2003 y 2004, se identificó y evaluó la factibilidad de realizar las actividades de disposición final de residuos sólidos, propios del Municipio de La Paz en el área de Bajo Alpacoma, tema de conocimiento general entre las autoridades, instituciones involucradas y medios de comunicación dada la importancia de ofrecer a la población espacios salubres para su desarrollo en equilibrio con la protección del medio ambiente. Una vez elegida la ubicación en vista de la necesidad y prioridad de abastecer el servicio de recojo y disposición final de residuos sólidos generados en el Municipio de La Paz, se implementaron actividades de emergencia que promovieron la inmediata continuidad del servicio en Bajo Alpacoma, aspecto que aseguraba la salubridad a través del aseo urbano de la población beneficiada.

El método elegido para la disposición de residuos sólidos domiciliarios fue Relleno Sanitario, con base en la normativa vigente para el año 2004 (año que inicia sus actividades), basada en la Ley N°1333, el Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos y las normas NB - 742 a NB – 760 que disponen una base técnico – legal que asegure la estabilidad y viabilidad de las operaciones del nuevo Relleno Sanitario Nuevo Jardín.

La norma boliviana NB-742 define al relleno sanitario como: "Obra de ingeniería para la disposición final segura de residuos sólidos en sitios adecuados y bajo condiciones controladas para evitar daños al medio ambiente y la salud."

Para describir las condiciones previas al evento de deslizamiento ocurrido en el relleno sanitario y con fines de respaldo, se reproduce parte del documento "Plan de Cierre y Post Cierre Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma", del GAMLP en abril de 2019.

Cuadro A-1 Distribución del Área Operativa

El RSNJ, estaba diseñado como un relleno en ladera, siendo que durante su operación se empleó los métodos de trinchera y de área combinados, debido a la configuración y topografía del predio. En este sentido, el RSNJ contaba con cuatro (4) Macroceldas, cada una de estas estaba conformada por varias celdas, las cuales fueron implementadas desde el inicio de operaciones del relleno sanitario durante la gestión 2004 y posteriormente fueron adecuándose al crecimiento de la generación de residuos comunes en el Municipio de La Paz. Las Macroceldas estaban conformadas de acuerdo al siguiente detalle: · Macrocelda 1: Celda 1, Celda 2 y Celda 3. · Macrocelda 2: Celda 4, Celda 5 y Celda 6.

- Macrocelda 3: Celda 7, Celda 8 y Celda 9.
- Macrocelda 4: Celda de Emergencia 1, Celda de Emergencia 2, Celda 10, Celda 12.
- Macrocelda 5: Celda 11 – Fase I, Celda 11 – Fase II, Celda 11 – Fase III.

Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre RSNJ - GAMLP

Y la descripción gráfica se muestra en la Figura A-1

Cuadro A-2 Operación de las Celdas Diaria

De acuerdo al Manual de Operaciones del RSNJ, se realizaban las actividades que se mencionan a continuación:
Operación de las Celdas

- Registro y Pesaje de Vehículos, sistema de pesaje de residuos.
- Playa de Descarga y Plataforma de Descarga, estará conformada para facilitar las operaciones, de manera diaria
- Zona de Descarga, facilitará las tareas diarias de descarga de residuos.
- Construcción de la Celda Diaria, se preparará un área para la recepción diaria de residuos. • Altura de la Celda diaria, define la altura máxima de residuos por día.
- Ancho de la Celda diaria, define el ancho máximo de la celda diaria.
- Distribución y Compactación de Residuos Sólidos, define la forma de realizar la compactación de residuos.
- Cobertura diaria, define la altura que debe tener la cobertura diaria de residuos.

Todas las celdas de disposición contaban con la última capa de cobertura de tierra, de 0,15 m de altura, con excepción del área de trabajo, lugar donde se estaban descargando los residuos sólidos la jornada en la que se presentó el deslizamiento.

Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre RSNJ – GAMLP

Tabla A-1 Cronología del Desarrollo de Celdas y Macroceldas

Nº Macrocelda	Nº Celda	Carta de Aprobación	Inicio de Operación	Empresa Operadora
Emergencia	1	29/09/2004	01/10/2004	CLIMA INGENIERIA AMBIENTAL S.R.L.
Emergencia	2			CLIMA INGENIERIA AMBIENTAL S.R.L.
1	1		07/01/2005	CLIMA INGENIERIA AMBIENTAL S.R.L.
1	2	17/03/2006	24/03/2006	CLIMA INGENIERIA AMBIENTAL S.R.L.
1	3	25/05/2006	01/07/2006	TERSA S.A.
2	4	22/05/2007	15/01/2007	TERSA S.A.
2	5	03/03/2008	22/11/2007	TERSA S.A.
2	6	29/08/2008		TERSA S.A.
3	7	27/07/2009		TERSA S.A.
3	8			TERSA S.A.
3	9		21/04/2014	TERSA S.A.
3	10	15/06/2015	29/06/2015	TERSA S.A.
4	11 Fase I	18/11/2016		TERSA S.A.
4	11 Fase II			TERSA S.A.
4	12	23/01/2018		TERSA S.A.
4	11 Fase III	17/10/2018	04/02/2019	TERSA S.A.
5	14-B	01/03/2019	06/03/2019	TERSA S.A.
6	15		02/04/2019	TERSA S.A.

Fuente: Elaboración Propia

Figura A-1 Delimitación de Celdas y Estanques de Lixiviado construidas por TERSA S.A.
Fuente: Elaboración propia con base a información del Plan de Cierre y Post Cierre RSNJ, abril de 2019

Figura A-2 Referencias de los componentes del RSNJ
Fuente: Elaboración Propia

Cuadro A-3 Sistema de Conducción de Aguas Pluviales

Durante la operación del Relleno Sanitario, se implementaron las siguientes cunetas, compuestas por tuberías de HDPE 4" en algunos lugares y recubiertas con geomembrana en otros:

- Gestión 2006: Cuneta 1, cuneta 2, cuneta 3 y cuneta 4, con una longitud aproximada de 330 metros lineales de cunetas pluviales.
- Gestión 2007: Cuneta 5, cuneta 6, cuneta 7 y cuneta 8, con una longitud aproximada de 370 metros lineales de cunetas pluviales.
- Gestión 2008: Cuneta 20, cuneta 21 y cuneta 22, con una longitud aproximada de 500 metros lineales de cunetas pluviales.
- Gestión 2009: Cuneta 9, cuneta 10, cuneta 11, cuneta 23, cuneta 24, cuneta 25, cuneta 26 con una longitud aproximada de 610 metros lineales de cunetas pluviales. 21
- Gestión 2010: Cuneta 13, cuneta 14 y cuneta 15, con una longitud aproximada de 180 metros lineales de cunetas pluviales.
- Año 2011: Cuneta 17, cuneta, 18 y cuneta 19, con una longitud aproximada de 250 metros de cuentas pluviales.

Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre RSNJ – GAMLP

Cuadro A-4 Sistema de Captación de Biogás

El RSNJ contaba con captadores de biogás implementados de dos formas:

- Captadores Basales: Captadores instalados desde la base de las celdas, conectados con los sistemas de captación de líquido lixiviado.
- Captadores ubicados en Puntos de Emisión Fugitiva de Biogás: Durante los controles periódicos realizados al estado de los captadores se identificaban puntos de emisión fugitiva de biogás, mismos que eran readecuados con maquinaria para sellar las fisuras, es caso de identificar un punto recurrente de emisión de biogás, se procedía a implementar un captador en el punto.

De acuerdo a lo dispuesto en el Manual de Operaciones del RSNJ, los captadores estarán ubicados a una distancia de 50 metros entre sí; por tanto, para la superficie del relleno se requería de 49 captadores de biogás. Sin embargo, hasta la gestión 2017 se tenían 50 captadores, cantidad que se fue incrementando durante la gestión 2018 hasta un número de 76 captadores de biogás instalados en el área de disposición, de los cuales 32 fueron destruidos por completo en el deslizamiento, el resto sufrió variaciones en la generación, tanto en ubicación como en flujo debido al movimiento de residuos.

Ver Figura A-3

Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre RSNJ – GAMLP

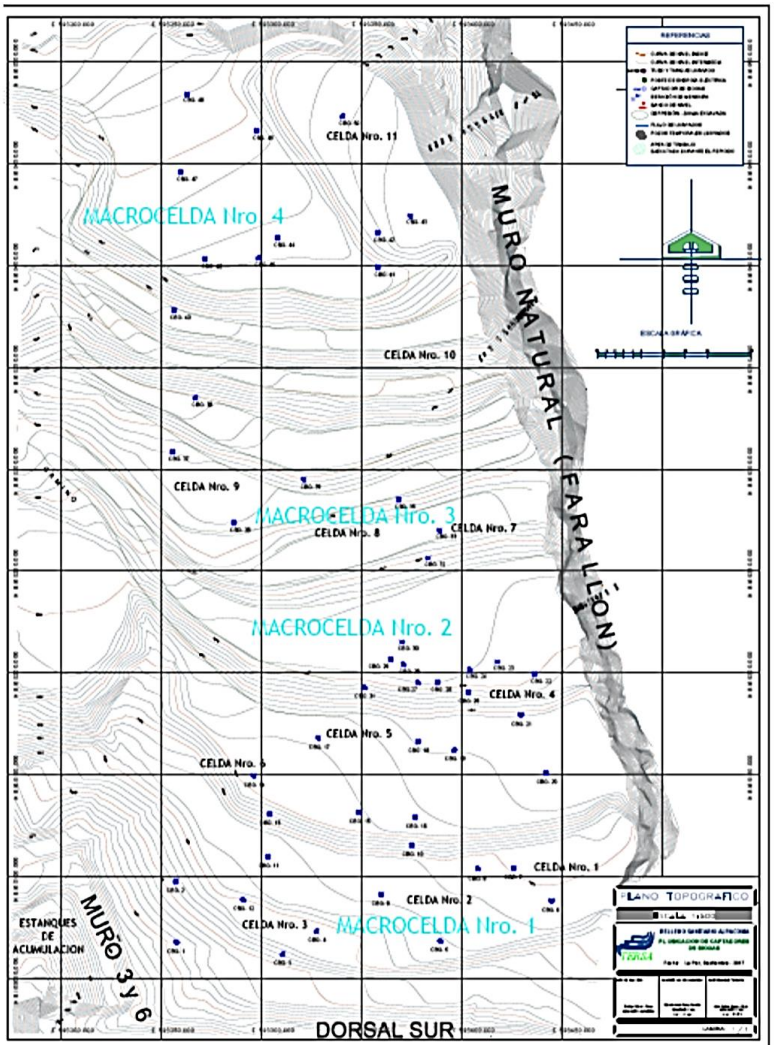


Figura A-3 Ubicación de captadores de biogás antes del deslizamiento
Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma, abril de 2019

Cuadro A-5 Vías de Circulación Interna

El RSNJ contaba con 2,7 km de vías internas, las cuales conducían a todos los sectores del mismo, como ser oficinas administrativas, báscula, taller de mantenimiento, celdas de disposición, planta de tratamiento de líquidos lixiviados y otros. Estas vías eran de tierra, siendo que se realizaban mantenimientos constantes para asegurar la circulación de vehículos al interior del relleno. A causa del deslizamiento, se dañaron parte de las vías internas, las cuales fueron cubiertas por los residuos sólidos desplazados, en total 419 metros de vías fueron afectadas por el evento. A consecuencia de las tareas realizadas en atención a la emergencia después del deslizamiento de residuos y para la construcción de diques, traslado de queques, traslado de líquidos lixiviados desde la Quebrada Alpacoma al Relleno Sanitario se vio la necesidad de habilitar una vía de tierra entre el dique con la confluencia con el Rio Achocalla hacia el mismo relleno sanitario, que atraviesa la quebrada Alpacoma, esta apertura de vía se realizó en la parte sur oeste de la planta de tratamiento de líquido lixiviado, hasta su conexión al camino vecinal existente, la cual será controlada para evitar el ingreso de particulares al RSNJ.

Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre RSNJ – GAMLP

Según el documento citado, para el tratamiento de los lixiviados se contaba con los siguientes componentes (ver Cuadro A-6 y Figura A-4):

Cuadro A-6 Planta de Tratamiento de Lixiviados

a.) Tratamiento Anaerobio:
· Medidor electrónico o Canal Parshall.
· Estanque de acumulación EG – 1.
· Estanque de acumulación EG – 2.
· Estanque EG – 6
· Estanque anaerobio.
· Sistemas de conducción de líquidos lixiviados.
b.) Tratamiento Aeróbico:
· Estanque Aerobio.
· Estanque de Rechazo.
· Clarificador Secundario.
· Estanque EG – 5

Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre RSNJ – GAMLP

Figura A-4 Instalaciones de la Planta de Tratamiento de Lixiviados anterior al deslizamiento
Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma, abril de 2019

A.1.2 Descripción de la AOP: Deslizamiento de Residuos en el RSNJ

En fecha 15 de enero de 2019, el Relleno Sanitario Nuevo Jardín, aproximadamente a horas 17:45 sufre el deslizamiento de los residuos contenidos en él, provocando la contaminación de un área aproximada de 13.7 has., (Ilustración A-2) con una extensión total de contaminación indefinida en esta etapa y no limitada al contenido de las celdas, el lixiviado de los estanques también fue comprometido por el deslizamiento sucediendo un derrame accidental que en ambos casos tuvieron contacto con el cuerpo de agua superficial colindante: la quebrada Alpacoma donde encontró como obstáculo un cerro natural que contuvo el cauce de la masa de residuos deslizada; el deslizamiento de la macro celda 4 tomó una trayectoria hacia los estanques de almacenamiento EG-1, EG-2 y EG-6, continuando hacia la Planta de Tratamiento de Líquidos Lixiviados cubriendo el estanque aerobio, el laboratorio de aguas, la sala de control de máquinas y el estanque de rechazo, sobrepasando además las macro celdas 1, 2 y 3, lo que generó la construcción de 3 diques de contención sobre la misma quebrada: 2 en inmediaciones del RSNJ para la contención de residuos y lixiviado y el tercero ubicado a aprox. 2 km aguas abajo para la contención de lixiviados que fueron dispersados por el efecto del movimiento del curso de agua de la quebrada Alpacoma (información resumida del Plan de Contingencias Específico Deslizamiento Relleno Sanitario Nuevo Jardín, 31-01-2019).

Acudimos nuevamente al documento "Plan de Cierre y Post Cierre Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma", del GAMLP en abril de 2019 para la descripción del estado de situación posterior al evento del deslizamiento y se inserta el cuadro resumen.

Cuadro A-7 Estado de las Celdas posterior al Deslizamiento

MC	CELDAS	DAÑO	ESTADO
MC - 1	Celda 1; Celda 2; Celda 3	C1 y C2 - superficial y fisuras; C3 - Residuos confinados con método de área deslizados	Estables, con presencia de lixiviados
MC - 2	Celda 4; Celda 5; Celda 6	C4 y C5 - superficial y fisuras; C6 - Residuos confinados con método de área deslizados	Estables, con presencia de lixiviados
MC - 3	Celda 7; Celda 8	Residuos confinados con método de área deslizados	Estabilizadas, los movimientos de los residuos han sido detenidos con maquinaria pesada
	Celda 9	Residuos confinados con método de área deslizados	Estabilizadas, los movimientos de los residuos han sido detenidos con maquinaria pesada
MC - 4	Celdas de emergencia 1 y 2	Deslizadas en su integridad	Estabilizadas, los movimientos de los residuos han sido detenidos con maquinaria pesada
	Celda 10	Asentamientos severos, fisuras de gran magnitud	Estabilizada, se ha reconfigurado la parte superior con maquinaria pesada.
	Celda 12	La base de la celda no fue dañada, los residuos de los niveles altos fueron arrastrados por el deslizamiento, cambiándola configuración actual de la misma.	Los residuos que estaban en la celda están siendo removidos, con el objeto de quitar peso y volumen, así darle estabilidad a la parte alta del área de disposición de residuos.
MC - 5	Celda 11 - Fase I	La celda no fue afectada ya que se encuentra en el nivel basal, es decir el nivel alcanzado por la excavación.	La celda se encuentra estable, el muro de soporte de la misma ha sido afectado, aunque este no se encuentre visible.
	Celda 11 - Fase II	Una parte de los residuos ubicados en el lado sur de la celda se deslizaron, se produjo un asentamiento en su parte superior pegada al farallón.	La celda se encuentra estable, para garantizar la estabilidad de la misma en el largo plazo se retirará una capa de los residuos del nivel superior y se reconfigurará el talud sur.
	Celda 11 - Fase III	La celda no sufrió daño alguno, quedo al borde del deslizamiento	Se reforzó el lado sur de la celda por precaución con un muro de tierra, se modificaron los sistemas de captación de lixiviados y biogás.
	Celda de Emergencia 3	Está ubicada fuera del área de disposición, fue construida después del deslizamiento.	Celda llena, tiene cobertura de tierra de 20 cm.
MC - 6	Calda 14 B	Está ubicada fuera del área de disposición, fue construida después del deslizamiento.	Celda de operación
MC - 7	Celda 15	Está ubicada fuera del área de disposición.	Celda en construcción, para la disposición de residuos deslizados

Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma, abril de 2019

A.1.3 Grado de Afectación

Haciendo uso de la información anterior ("Plan de Cierre y Post Cierre Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma", del GAMLP en abril de 2019) y sumando los productos de la presente Auditoría, se ha elaborado un mapa del grado de afectación del deslizamiento a las Celdas y Macroceldas del relleno sanitario, mostrando que la afectación fue del orden del 88% del área de operaciones de disposición final de residuos sólidos domésticos, con distintos grados de afectación, como ser (ver Figura A-5):

- Fisuras y asentamiento: sector amarillo

- Deslizamiento de capas de residuos configuradas por el método de área: sector naranja
- Desplazamiento en bloque: sector rojo
- Sin afectación: sector verde

Figura A-5 Mapa del grado de afectación del deslizamiento
Fuente: Elaboración propia

Y la composición numérica se expresa en la siguiente tabla:

Tabla A-2 Grado de afectación del deslizamiento en el RSNJ

TIPO DE AFECTACION	SECTOR	DIMENSION	
		(Ha)	(%)
➢ Fisuras y asentamiento	amarillo	4,01	40,10
➢ Deslizamiento de capas conformadas por método de área	naranja	2,57	25,70
➢ Desplazamiento en bloque	rojo	2,23	22,30
➢ Sin afectación	verde	1,19	11,90
TOTAL		10,00	100,00

A.2 Descripción del Área de Estudio

El DS N° 28499, artículo 2 (De las Definiciones) establece que el Área de Estudio de una AA por contingencias y por Peligro Inminente está representada por dos superficies:

1. Espacio donde acontecen o pueden ocurrir los impactos ambientales negativos y,
2. Areas donde alcanzan sus efectos en el medio ambiente y la salud humana

La delimitación de estos dos espacios (dispone el DS) serán definidas en la Auditoría Ambiental – AA, tal como fueron establecidas en la Fase 2, Actividades en el Sitio a Auditar, identificadas como Área Influencia Directa (A.I.D.) y Área de Influencia Indirecta (A.I.I.). La primera es el espacio compuesto a su vez por dos superficies, la primera donde se encuentra el emplazamiento de la AOP de disposición

final de residuos sólidos municipales y de residuos patógenos con una extensión de 20 Has y una segunda que corresponde al área de amortiguamiento con una extensión igualitaria a la primera, coincidiendo esta superficie (40 Has) como la que señala el documento de propiedad que se encuentra en el Manifiesto ambiental. Adicionalmente, se ha considerado como componentes del AID las áreas excedentes (ocupadas) del deslizamiento; adicional y la ocupada por la Celda 15.

El segundo espacio comprende hasta donde alcanzaron los efectos ambientales y la posible afectación a la salud de la población aledaña.

A.2.1 Área de influencia Directa (AID)

El AID es el espacio físico en el que se desarrollan todas las operaciones de disposición final de los residuos sólidos municipales y patógenos, desde el inicio de su funcionamiento el 1° de octubre de 2004 hasta el 15 de enero de 2019. En este sentido, los impactos ambientales negativos que se generan en forma directa podrían tener sus efectos en los factores ambientales de Calidad del Aire, Suelos, Aguas superficiales (cursos de agua superficial Alpacoma y Achocalla) y Aguas Subterráneas.

En la Ilustración A-1 se aprecia la delimitación geográfica del Área de Influencia Directa (AID), con una superficie aproximada de 56.98 hectáreas, con el siguiente detalle:

Tabla A-3 Superficie de Área Directa

Descripción	Superficie	
	m^2	Has.
Relleno Sanitario Nuevo Jardín (RSNJ)	400,000.00	40.00
Área excedente de deslizamiento	2,492.56	0.25
Área Adicional	115,713.66	11.57
Área Ocupada por Celda 15	51,593.78	5.16
Total		**56.98**

Fuente: Elaboración propia

La superficie total de la Tabla A-3 desagrega lo que serían los componentes del AID.

En la Ilustración A-1 se aprecia la delimitación total del área de influencia directa (AID), el contorno de la línea amarilla demarca una superficie de 40 Has. En contorno de línea morada delimita la posible área de afectación por el deslizamiento por el colapso de la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3, ocurrido el 15 de enero de 2019.

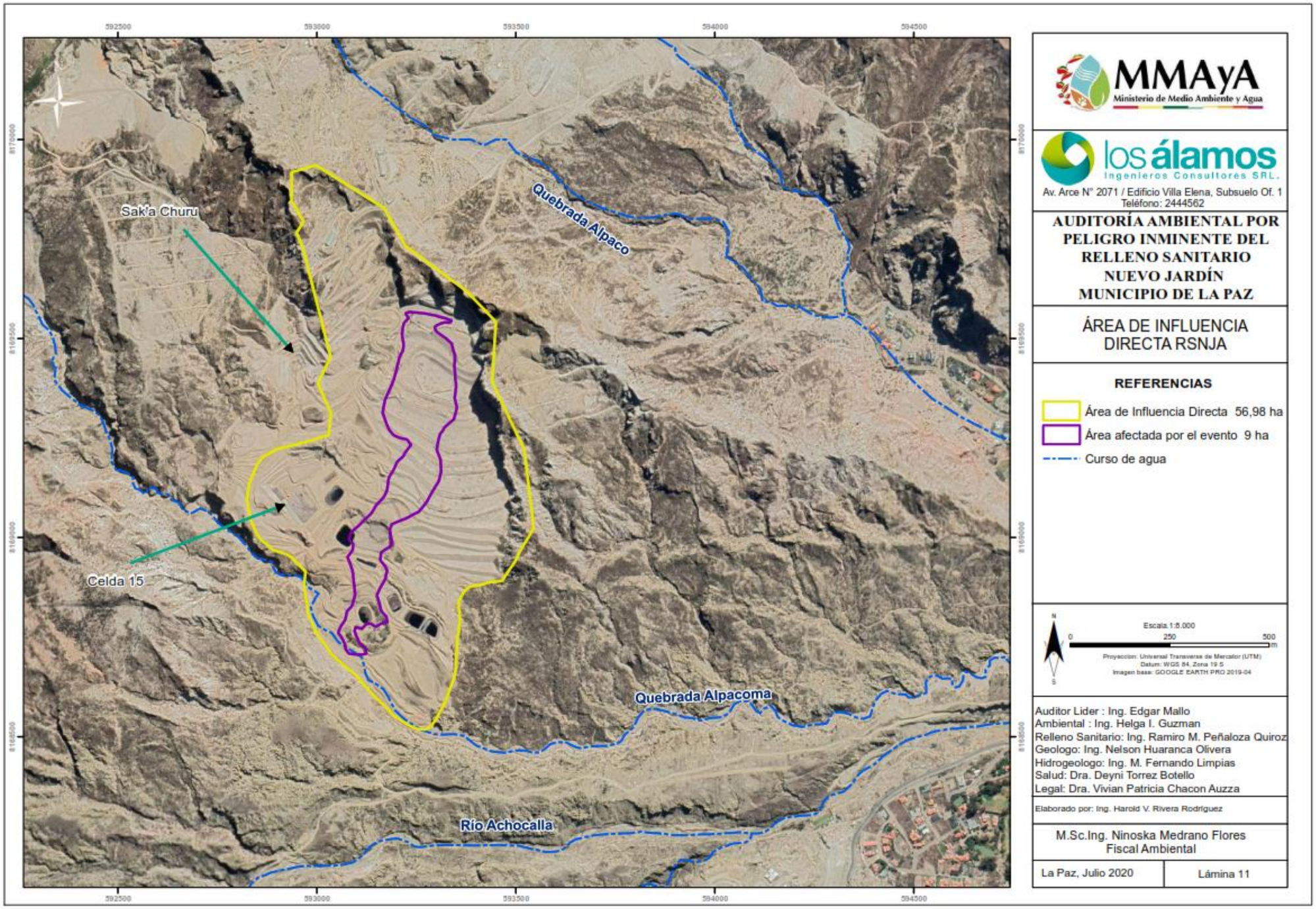


Ilustración A-1 Área de Influecia Directa
Fuente: Elaboración Propia

A.2.1.1 Área del RSNJ

Se ha definido como el área del RSNJ a la superficie de propiedad del GAMLP, destinado a la construcción del Relleno Sanitario. El documento de propiedad señala que el GAMLP ha adquirido 40 Has.

A.2.1.2 Área excedente de Deslizamiento y Derrame Accidental

Se refiere al área que ocuparan los residuos sólidos luego del deslizamiento. Esta área está calculada en 9.5 Has.

Gran parte del área de deslizamiento se encuentra dentro del área del RSNJ, sin embargo, existe un área que se encuentra fuera de dichos predios. El área asciende aproximadamente a 2,492.56 m^2.

A.2.1.3 Área Adicional

El Área Adicional fue incorporada al Área de Influencia Directa (AID) por encontrarse esta área intervenida por actividades propias de RSNJ, motivadas las mismas por el evento (invasión de parte del deslizamiento y lixiviados) y por identificación del operador.

- Se han podido identificar tres diques construídos luego del evento, para evitar que el flujo atraviese el curso de la quebrada Alpacoma. Dos de esos diques se encuentran dentro de lo que se ha definido como AID; el tercero se encuentra dentro del AII.
- En la parte sur del RSNJ, se encuentra la "dorsal sur", conformada por la Formación La Paz. En la parte sur de dicha dorsal, se efectuaron obras de protección y acceso, banquinas y posteriormente estanques para lixiviados. Al estar relacionadas dichas obras con los trabajos propios del RSNJ, esta área ha sido incorporada al Área de Influencia Directa.

La superficie del área adicional está señalada en la Tabla A-3. La Ilustración A-2 enseña el área de influencia directa (AID), enfatizando en el Área Adicional.

A.2.1.4 Área ocupada por la Celda 15

Por haber sido habilitada esta celda para descargar parte de los residuos sólidos proveniente del deslizamiento, se ha visto conveniente incorporar el área de esta celda y sus accesos y área de circulación como parte del Área Directa. El área alcanza a aproximadamente 51,593.78 m^2.

A.2.2 Área de Influencia Indirecta

El Area de Influencia Indirecta (A.I.I.) fue determinada considerando el alcance de los posibles impactos ambientales sobre los factores de la Calidad del Aire, Suelos, Aguas superficiales (cursos de agua superficial Alpacoma y Achocalla), Aguas Subterráneas y la salud humana.

En el transcurso de los trabajos de campo de la Fase 2, Actividades en el Sitio a Auditar, con inspecciones al contorno de los puntos cardinales norte, sur y este, oeste del RSNJ, ha sido posible evidenciar que el AII no puede tener un perímetro regular para los diferentes factores que fueron identificados, colectados y medidos, porque el RSNJ se encuentra ubicado en un área casi rural, debido a que no existen poblaciones aledañas cercanas a los puntos cardinales Este, Sur y Oeste. Sin embargo, al norte del RSNJ existe una población aledaña dispersa asentada (ladrilleras) desde algunos años atrás.

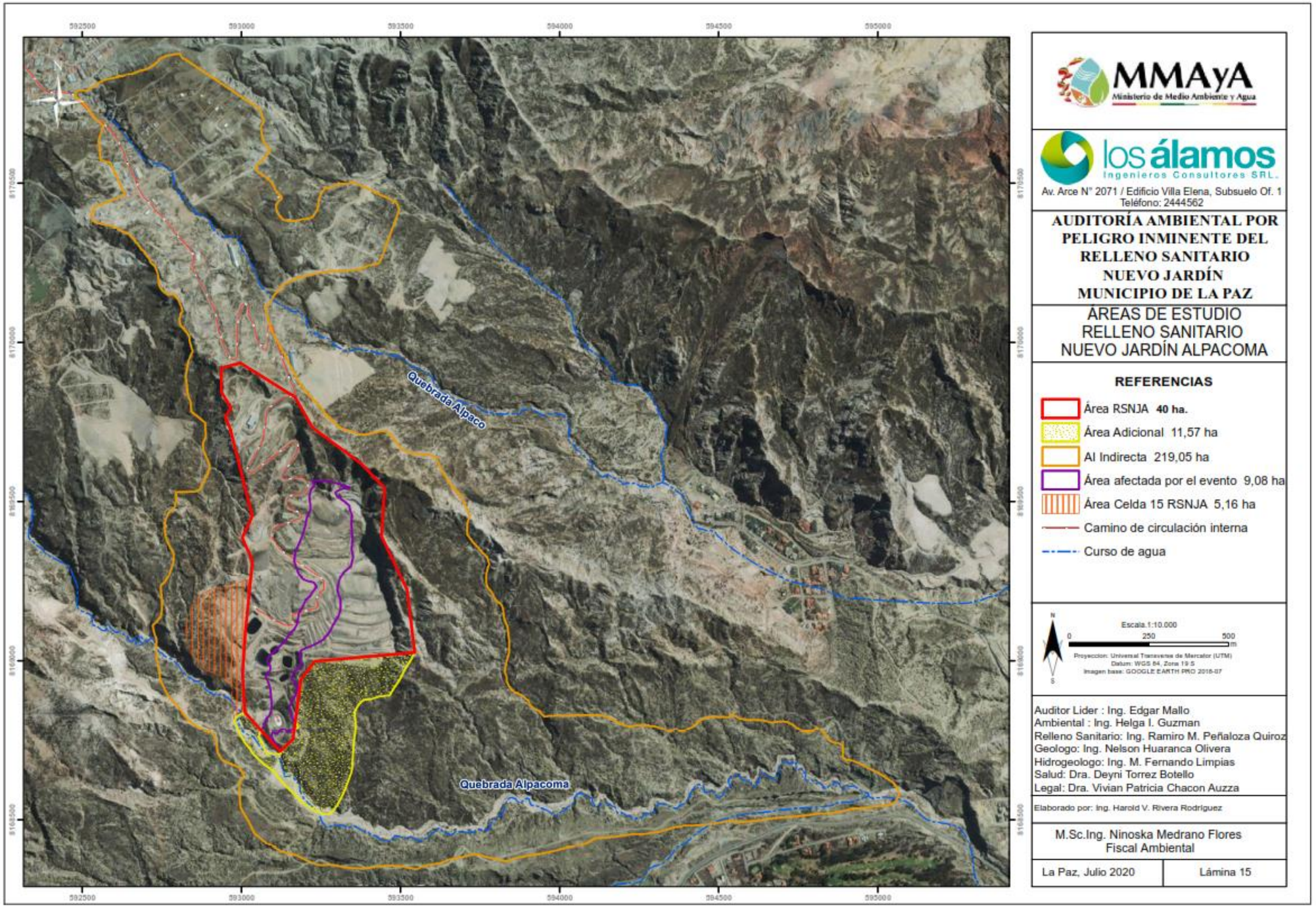


Ilustración A-2 Áreas de estudio RSNJ
Fuente: Elaboración Propia

En este sentido, en base a los trabajos de campo realizados con cada uno de los especialistas, particularmente por las Especialistas Ambiental y Salud (socioeconomía, encuestas sociales a los vecinos de los barrios colindantes del Norte del RSNJ), se puede asumir una distancia referencial de afectación máxima de 2,0 Km desde el RSNJ, particularmente, para el factor ambiental de aguas superficiales.

Por inspecciones conjuntas con personeros del GAMLP (Ing. Rubén Ledezma, Ing. Denis Méndez y otros) para establecer el alcance del AII, llegamos hasta las áreas donde llego el deslizamiento, en el área del dique 3 (pasando la quebrada Alpacoma) y en la confluencia de esta quebrada con el río Achocalla, metros arriba donde se construyó el represamiento 1 (criterio ambiental).

La aplicación de la evaluación socio-económico-cultural fue delimitada hacia la población existente al Norte del RSNJ, haciendo hincapié en el factor salud. Complementariamente, se evaluó la calidad del aire en esta misma dirección para determinar algún impacto en la salud por este factor. Con los dos criterios ambientales y de salud se delimitó el AII como se refleja en la Tabla A-4:

Tabla A-4 Superficie de Área Indirecta

Descripción	Superficie	
	m^2	Has.
Área Indirecta – Criterio Ambiental	1,735,300	173.53
Área Indirecta – Criterio Socioeconómico	455,200	45.52
Total		219.05

Fuente: Elaboración propia

A.2.2.1 Línea de Medio Ambiente

Se establece valoraciones de Medio Ambiente para establecer el Área de Influencia Indirecta (A.I.I.). El grado de influencia indirecta esta determinado por el alcance de afectación al medio ambiente, por el probable impacto sobre los recursos hídricos circundantes y el deterioro de la calidad del aire por partículas biológicas viables, biogás y olores; se tomaron en cuenta los siguientes criterios técnicos y operativos:

- Efecto ambiental negativo debido a la calidad de las aguas superficiales hasta una distancia máxima de 2.0 km.
- Efecto negativo en la población ubicada en la parte Norte del RSNJ por posible contaminación del aire (biogás y olores)

La existencia de una posible afectación por derrame accidental subsuperficiales del RSNJ hacia el curso de agua superficial Alpacoma que afectaría negativamente su calidad ambiental. La evidencia de este impacto se determina con dos puntos de muestreo de aguas AG-01 AA ALPA y AG-03 AA ALPA, ubicados en puntos de monitoreo a 100 m y 2 Km, respectivamente, en dirección Este respecto a la ubicación del RSNJ. El deterioro de la calidad del Aire por concentraciones de biogás (CH_4, CO_2) y olores (SH_2) y su transporte debido a corrientes de aire convectivo hacia el noroeste (población) puede afectar hasta una distancia de 1.6 km, empero, para efectos de seguridad se asumió una afectación hasta una distancia de 2.0 km. La Ilustración A-3 muestra dicha área.

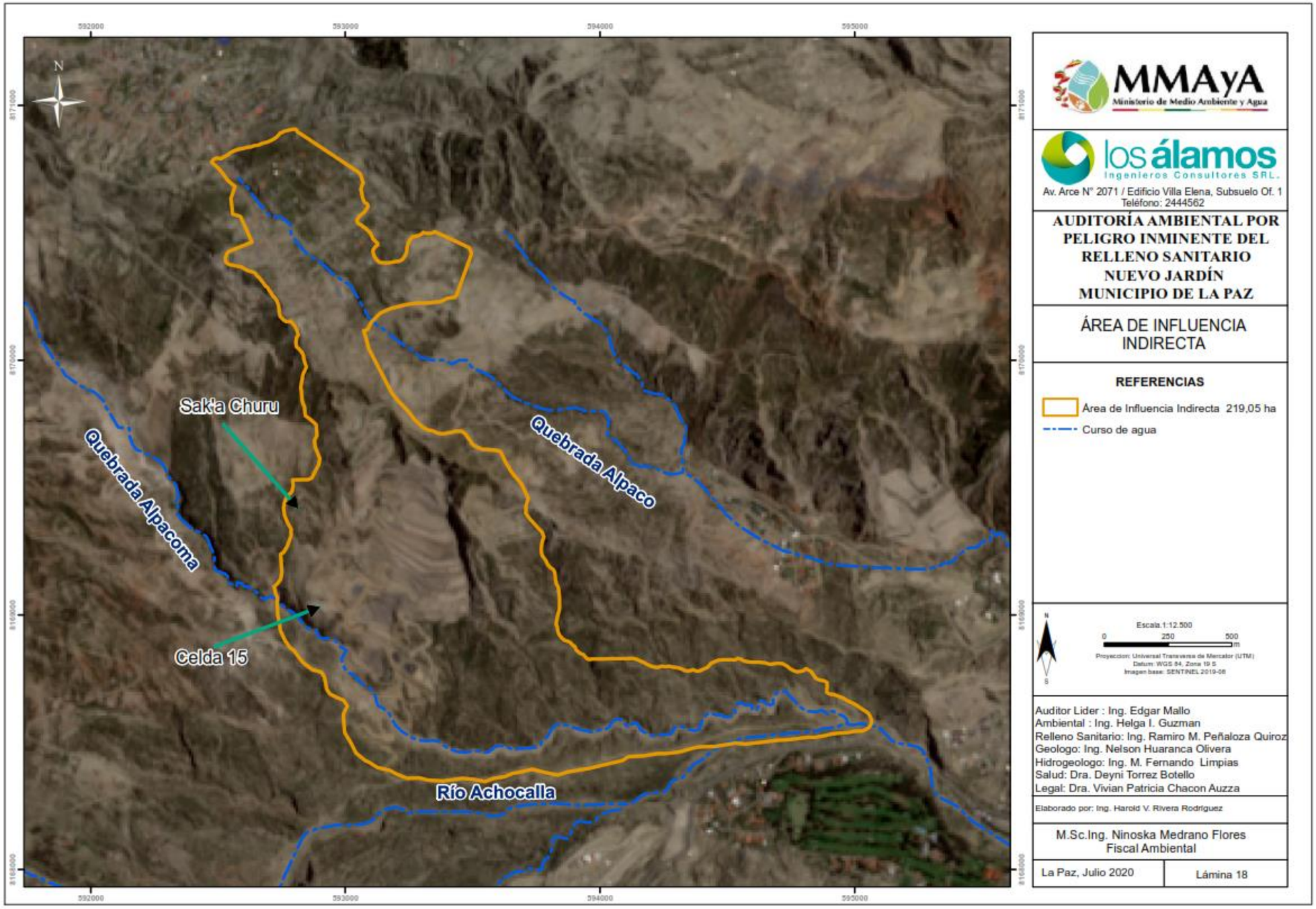


Ilustración A-3 Área de Influencia Indirecta
Fuente: Elaboración Propia

A.2.2.2 Línea Socioeconómica (Predominancia de Salud)

Para determinar el radio de influencia de los impactos socioeconómicos que ocasionó la existencia del RSNJ, se toma en consideración la información secundaria colectada de centros de salud que en su momento atendieron los efectos en la salud de la población debido al deslizamiento de los residuos sólidos municipales. En el 2004 (2010) la población aledaña estaba más alejada del relleno sanitario. Hoy el grado de afectación en salubridad del RSNJ a la población aledaña actual podrá contar con indicios valederos por medio del levantamiento de encuestas directas.

Se considera el siguiente criterio de salud (socioeconómico):

- Impacto por malos olores, provenientes del RSNJ, por dispersión, debido a la dirección prevalente del viento hacia la parte noroeste donde está asentada la población aledaña.

A.2.3 Área Total de Estudio (sumadas las áreas Directa e Indirecta)

A continuación, se inserta la tabla que refleja las superficies del Área Directa y el Área Indirecta.

Tabla A-5 Superficie Total Área de Estudio

Descripción	Superficie		Has
	m^2	Has.	Parcial
Área Directa			56.98
Relleno Sanitario Nuevo Jardín (RSNJ)	400,000.00	40.00	
Área excedente de deslizamiento	2,492.56	0.25	
Área Adicional	115,713.66	11.57	
Área Ocupada por Celda 15	51,593.78	5.16	
Área Indirecta			219.05
Área Indirecta – Criterio Ambiental	1,735,300.00	173.53	
Área Indirecta – Criterio Socioeconómico	455,200.00	45.52	
Total			276.03

Fuente: Elaboración Propia

A.3 Identificación y Evaluación de Condiciones Previas

La Identificación y Evaluación de las Condiciones Previas **(IECP)**, corresponden a líneas de análisis de los factores administrativos, técnicos, operativos, ambientales e infraestructura existentes, antes del inicio de actividades de disposición final de residuos sólidos domésticos en el RSNJ hasta el momento en que dio inicio a la presente AA.

A.3.1 Evaluación por Períodos

Para establecer estas condiciones previas de la AOP RSNJ dividiremos su alcance cronológico en tres períodos, el primero, corresponde al tiempo de vigencia total de la LE del 29 de septiembre de 2004 hasta el 28 de abril de 2010, el segundo, con el procedimiento de obtención de la Licencia Ambiental que culmina en fecha 27 de octubre de 2010 con la aprobación del Manifiesto Ambiental y la otorgación de la licencia y el tercer periodo, referido al seguimiento y cumplimiento de las medidas de adecuación y avance reportado en los Informes de Monitoreo Ambiental (IMA's II – 2010 a II – 2018) y otros

complementarios en cada caso. Estos periodos son considerados como las condiciones previas a la AA, que dispone el DBC y los TDRs

Cuadro A-8 Licencias Ambientales RSNJ

Licencia	Período	Aspectos evaluados
Licencia eventual	octubre de 2004 hasta abril 2010,	Información no entregada
Sin Licencia	Abril 2010 hasta octubre 2010	Seis meses
Licencia ambiental	27 octubre 2010 – 27 de octubre de 2017	administrativos, técnicos y ambientales
Sin Licencia	27 de octubre de 2017 – a la fecha	

Fuente: Elaboración Propia

El alcance metodológico para desarrollar el título comprende temáticas generales integrantes de la gestión 2004 - 2018 técnica, operativa, ambiental, seguridad e higiene, infraestructura y mantenimiento y administrativa. El desarrollo de la identificación y evaluación de las condiciones previas para cada uno de los tres periodos precitados, tuvo indiscutiblemente que seguir la secuencia de formato de cada uno de los documentos analizados; centrándonos en las condiciones técnicas y ambientales, sin omitir aspectos administrativos, operativos, seguridad e higiene, infraestructura y mantenimiento.

Las Condiciones Previas Técnicas en la Licencia Eventual Ambiental contienen una relativa información debido a que su alcance es reducido en el Plan de Emergencia para la Prevención, Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental. El Plan (de acceso digital) tiene un contenido técnico referido al método de operación; conformación de la primera celda (celda de emergencia); sistema de impermeabilización; Distribución y características de los pozos de venteo; generación de lixiviados; tratamiento de lixiviados por medio de la elaboración de queques.

Las Condiciones Previas Ambientales de la LE constan de la disposición de los RSD; generación y control del biogás; monitoreo ambiental del lixiviado; olores; identificación y evaluación de impactos ambientales; medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales negativos; plan de aplicación y seguimiento ambiental, del cual no se conoce el programa de monitoreo y de existir, la información referida a los reportes semestrales y anuales, tampoco fue otorgada a la consultora en toda la etapa de la Auditoría Ambiental.

A.3.1.1 Primer Período – Licencia Eventual

La Identificación y Evaluación de las Condiciones Previas para el primer periodo (29 de septiembre de 2004 hasta el 28 de abril de 2010) se desarrolla en base al Plan de Emergencia para la Prevención, Mitigación, Adecuación, Seguimiento y Control Ambiental, desarrollado y evaluado en el Cuadro A-9 y Cuadro A-10.

Cuadro A-9 IECP – Primer Período

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
1	Antecedentes	D.S. 27626 en fecha 13/07/2004: Declaración de Zona de Emergencia del Relleno de Mallasa. El GAMLP compromete un tiempo de vigencia de la LE no mayor a los 10 meses.	El GMLP traslada el Relleno e inicia el Cierre del Relleno Sanitario de Mallasa. Adquiere un nuevo sitio.	La Licencia Eventual dura más de 5 años de octubre de 2004 a octubre de 2010.
2	Identificación del Proyecto	Nombre: "Nuevo Jardín" de Alpacoma Ubicación: Comunidad de Alpacoma, provincia Murillo, Dpto La Paz, Macrodistrito 5 Sur, Jurisdicción Municipal de La Paz. Personalidad Jurídica del responsable: Dr. Juan del Granado Cossío. HAMLP	➢ Después de evaluar tres lugares se decide por el terreno de Alpacoma. ➢ Sobre esta ubicación se tramita y se obtiene la Licencia Eventual PREF – DDRNMA – LE – 001 – 04	La vigencia de esta Licencia eventual fue de 8 meses.
		Objetivos específicos: - Construir y operar la primera celda de disposición final de los RS. - Proceder al cierre de operaciones del Relleno Sanitario de Mallasa, en base al DS. 27626. - Preservar la salud de la población total de la ciudad de La Paz, en un nuevo relleno sanitario municipal. - Promover la mejora de la calidad de vida en el Parque Nacional Mallasa. - Desarrollar e implementar la infraestructura necesaria para la buena operación del relleno sanitario, durante el tiempo de su vida útil.	➢ Contar con un Relleno Sanitario Municipal que resuelva la gestión de RS de forma integral. ➢ Licencia para la construcción de la primera celda de disposición final de RS. ➢ Dar continuidad al servicio de recolección y disposición de RS. ➢ Con beneficiarios finales para la población de La Paz.	Para construir el nuevo relleno se debe realiza estudios previos, empleando procedimientos de manera técnica y ambientalmente suficientes.
3	Selección del sitio	Se presentan tres alternativas de ubicación: Lasttan Khollu, Huallatani Pampa y Bajo Alpacoma. En cada una se realizó una evaluación de los posibles impactos para todos los factores.	➢ Luego se seleccionó el terreno de Bajo Alpacoma fue el que mejores condiciones técnicas ofrecía.	El Plan no cuenta con respaldos técnicos de la elección del sitio
4	Superficie requerida	Se ha previsto un área de 20 Has, con posibilidades de expansión a 80 Has.	➢ Su expansión consideraba la planta de biogás, reciclaje, compostaje, tratamiento de lixiviados.	También consideraba la disposición final residuos peligrosos, desarrollados a futuro

Fuente: Elaboración Propia con base en Plan de Emergencia para la Prevención, Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental

La descripción, formato, identificación y evaluación de las condiciones previas técnicas y ambientales en el documento Plan de Emergencia para la Prevención, Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental sirvieron como base fundamental de información para elaborar el Manifiesto Ambiental, salvo algunas particularidades descritas en el Plan de Prevención, un importante contenido de la información del Plan fue reproducida en la elaboración del Manifiesto Ambiental.

Por ejemplo, las descripciones de geología local, geomorfología, hidrogeología, geotecnia, suelos, ensayos de peso específico, estudios geofísicos con sus resultados de los sondeos geo-eléctricos, riesgos naturales, hidrología, análisis pluviométrico, estudio meteorológico, flora, fauna y ambiente socioeconómico. El texto completo del Plan de Prevención está contenido de manera inextensa en Anexos 2 y 5 del MA. Dichos estudios fueron elaborados a fines de la gestión 2004 y parte de 2005, posteriormente, con un alcance contextualizado fueron presentados en el trámite del Manifiesto Ambiental en el año 2010.

Por esta razón, para evitar la duplicidad de análisis de poca practicidad, los factores técnicos serán identificados y evaluados en el contenido del Manifiesto Ambiental en la parte de Anexos. Sin embargo, ciertas particularidades contenidas en el Plan serán analizadas en este espacio.

Cuadro A-10 IECP – ParticularIdades Contenidas en el Plan Emergencia

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
1	Residuos Sólidos	Se asumió una tasa ponderada de 565 kg/hab./día para el año 2001. Las proyecciones de recojo de residuos para los años 2004 y 2005 son 451 y 475 kg/hab./día. Los residuos eran recogidos por la Empresa Clima S.R.L. en un 75% y el 25% por microempresas.	Tanto la tasa ponderada de 565 kg/hab/día como sus proyecciones para los años 2004 y 2005 de 451 y 475 kg/hab./día, respectivamente, son razonables al tiempo de inicio de la operación del RSNJ.	Los residuos patógenos se mantuvieron en 450 kg/día.
2	Método de Operación	Los dos métodos operativos que fueron aprobados por la Licencia Eventual fueron de Trinchera y de Área con condiciones técnicas favorables de podría emplear un método combinado.	La selección del método a utilizar para la operación del relleno sanitario, se deberá realizar con base en las condiciones topográficas, geotécnicas e hidrológicas del terreno elegido, seleccionándolo de entre los siguientes: trinchera, área y combinado.	El principio de un proyecto de disposición final basado en el método de Relleno sanitario se enmarca en la optimización de área y reducción de volumen de los residuos depositados.
3	Conformación de la primera celda	El Plan explica a grandes rasgos las características técnicas constructivas de la primera celda por el método de área. La base del suelo podrá o no ser impermeabilizado con geomembrana si tuviera un coeficiente hidráulico de 10^{-7} cm/seg. El grado de compactación del 90% de Proctor T-99. Luego se describe los elementos constructivos de los captadores de biogás, pendiente transversal del 1% y longitudinal del 2% para captación de lixiviados, taludes conformados de 2 a 1, la altura de la celda será de 5 metros con una cobertura diaria de 20 cm de tierra.	La imagen de mayo de 2005 demuestra la operación por el método de trinchera.	En ocasión de la adecuación de la Celda 11, en la Memoria Descriptiva de dicha celda se menciona la actividad de empalme de la geomembrana entre la Celda 11 y la "celda antigua".
4	Sistema de impermeabilización	Para la construcción del Relleno Sanitario Nuevo Jardín, se empleará en la primera fase el método de impermeabilización artificial para la superficie útil, las fosas, drenes y almacenamiento de los lixiviados.	La NB 760 considera la impermeabilización sintética como un sistema de impermeabilización adecuado.	
5	Generación y control de biogás	En el relleno sanitario se genera biogás por descomposición progresiva de la materia orgánica. Su control se efectúa por sistema de venteo y debe cuidarse que las capas de residuos sólidos queden debidamente compactadas y perfectamente cubiertas con tierra para evitar la salida desordenada de los gases nocivos al medio ambiente.	Evidentemente se procedió como se describe en la identificación.	
6	Distribución y características generales de los pozos de venteo	La distribución de los pozos de venteo de biogás es determinada en función a la experiencia del Relleno de Mallasa ubicados a 30 m entre cada captador. La característica de los pozos de venteo está definida como pasivo para adecuar a un sistema activo.	La NB 760 señala que son estructuras verticales o chimeneas de 60 cm de diámetro con desplante en el fondo del relleno, con una placa de hormigón en la parte superior y un tubo de venteo y una	

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
			separación máxima de 50 m entre pozo y pozo. Estos se construirán con una separación máxima de 50 m entre pozo y pozo y a una distancia mínima de 5 m del límite de los residuos sólidos. La profundidad máxima será igual al espesor de residuos sólidos más un metro.	
7	Generación de Lixiviados, extracción y monitoreo	El lixiviado es un líquido altamente contaminante, se produce por percolación del agua contenida en los RS, actividades microbianas, infiltración de aguas pluviales y potencialmente podría impactar la calidad del agua subterránea. Su generación se propone estimar a través de un balance hídrico y un modelo matemático, se produce a partir del tercer mes de operación. Se propone minimizar su generación por compactación, colocado de capas delgadas y el colocado de una capa de basura de 2 m al fondo del cuerpo. Se estima generar un volumen de 300 m^3 en base a experiencia previa del Relleno de Mallasa. Para este fin se construirá un estanque cubierto de polietileno de alta densidad (HDPE) con un espesor de 1.5 mm. Su extracción se haría por un sistema de drenaje por una red de mangueras de goma de 4".	La explicación es general no describe detalles del posible modelo matemático para estimar la generación del lixiviado. Se puede estimar que para la extracción del lixiviado se emplearan bombas que no son explicadas, su colecta por medio de una red de mangueras. El monitoreo del lixiviado como establece el título no cuenta con una descripción.	Además, se propuso instalar alrededor de cada estanque una cerca de alambre de púas para evitar la caída o ingreso accidental de animales
8	Tratamiento de lixiviados – Elaboración de "queques"	Para el tratamiento del lixiviado se propone la elaboración de "queques", una mezcla de suelo rico en arcilla con lixiviado. Se explica de forma teórica los fenómenos que ocurren durante esta mezcla, se los considera como apropiados. Se propone continuar con esa experiencia de tratamiento lograda en el RSM. La relación de mezcla es de 30 m^3 con 50 m^3 de suelo para generar 70 m^3 de queques. Se prevé: esta mezcla denominada "queque", será devuelta al relleno sanitario conjuntamente con la capa de tierra que cotidianamente se hecha a los RS.	La explicación teórica concluye indicando que lixiviado reduce grandemente su grado de contaminación al ser mezclado con material arcilloso. Aunque condiciona a que el "queque" sea devuelto al relleno sanitario para que las bacterias anaeróbicas prosigan con su función depuradora. Las Normas Bolivianas NB 742-760 no consideran el tratamiento o métodos de tratamiento del lixiviado de esa manera.	Metodología descrita en el MA para la elaboración de "queques" como tratamiento del lixiviado, aprobada por la AACN.
9	Obras complementarias	Se considera la construcción de las obras complementarias, como ser: caseta de control de peso, oficinas, vestidores, baños higiénicos, talleres,	La NB 760 considera el Área de Amortiguamiento, como el espacio	En el Plan se describe a la oficina como posible Área Administrativa que se encuentra construida.

AA ALPA 50

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
		comedores, sistemas de conducción de aguas superficiales y cerca perimetral.	perimetral diseñado y construido de 30 a 50 metros. El área de amortiguamiento deberá diseñarse y construirse en un espacio perimetral que fluctúe entre 30 m y 50 m. El área de emergencia será destinada para la recepción de los residuos municipales, cuando por situaciones climatológicas no permita la operación en el frente de trabajo. Su capacidad deberá ser suficiente para una operación ininterrumpida de 3 meses.	
10	Zona de Amortiguamiento	Se considera un Área de Amortiguamiento, no establece el tamaño y lo define en relación al espacio que tiene desde un determinado límite del Relleno Sanitario hasta el límite de la mancha urbana que es superior a los 2000 metros (NB 757).	La NB 760 considera el Área de Amortiguamiento, como el espacio perimetral diseñado y construido de 30 a 50 metros. Dicha franja deberá estar reforestada con vegetales de talla y follaje suficiente para reducir la salida de polvos y ruidos.	El Área de Amortiguamiento descrita en el Plan de Emergencia está referida al espacio entre el RSNJ y la población aledaña de forma incorrecta.
11	Olores	Los olores generados por el relleno causan molestias a los pobladores cercanos, para reducir este impacto ambiental se considera un área de amortiguamiento de 1000 m; cobertura con geomembrana de los estanques de lixiviados; barreras naturales por topografía; operación y control de venteo de biogás. Los olores se generan por emisiones gaseosas de basura cruda; por contacto del lixiviado con el aire y gases del relleno	Las emisiones de olores son inevitables, pero se incrementa si los desechos o lixiviados son removidos, mezclados y tienen mayor contacto de la i**nterfase** sólida o liquida con el aire. Los estanques con geomembrana no evitan el contacto de **interfase** aire-líquido.	El efecto comparativo del RSM con el RSNJ de impacto de olores hasta una distancia de 365 m, es un comentario referencial, no aplicable al segundo relleno.
12	Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales	Para la identificación y evaluación de impactos ambientales se utilizó la Matriz de Interacción de Leopold (1971). Los factores ambientales evaluados son el aire, agua, suelo, ecología, ruido y socioeconómico.	Los resultados para el aire indican que el impacto para las partículas suspendidas totales y olores tienen una calificación de moderado (B), debido a la descarga de residuos. El impacto por el RSNJ sobre la calidad de las aguas fue valorado en Bajo para los parámetros de DBO_5; compuestos tóxicos y coliformes totales por influencia del lixiviado.	Los impactos a la Ecología y ruido son Bajas. En ninguno de los casos para los seis factores ambientales considerados en la Identificación y Evaluación de Impactos se impactaría a un grado mayor a un riesgo Moderado.

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
			El suelo tampoco se encontraría impactado por su calificación Baja, debido a agrietamiento, fisuras, desprendimiento de taludes, compactación, uso de suelos para esparcido y compactación de residuos. En socioeconomía, el impacto es Moderado debido a que a tiempo de producirse la Clausura y Mantenimiento del RSNJ estaría afectando el estilo de vida de la población por los Lixiviados y el Biogás.	
13	Medidas de Prevención y Mitigación de los Impactos Ambientales Negativos Identificados	No es posible su identificación, debido a que el documento del Plan de Prevención, Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental presentado a consideración del Auditor no contiene la información. El documento salta de la página 54 a la 63.	Sin evaluación.	
14	Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental	El PASA tiene por objetivo general garantizar el cumplimiento de las medidas de adecuación. Después establecer indicadores de carácter administrativo para aplicar medidas de carácter preventivo para los factores considerados importantes: Agua, Aire, Suelos y Ecología.	De los factores ambientales considerados como importantes sólo se proponen medidas de seguimiento y control para dos factores: Aguas y Aire. En aguas para el lixiviado y superficiales y en aire para el biogás no se consideran las partículas aerotransportables que instruye la NB 760.	
		Factor Agua: Se propone la caracterización del Lixiviado y control de la calidad de aguas del sistema de drenaje. Para el lixiviado se monitoreará su aforo cada mes y su calidad química con 21 parámetros de forma semestral. Para las aguas superficiales el monitoreo se llevaría a cabo en dos puntos: aguas arriba y abajo del canal de drenaje (hoy qda. Alpacoma) con 22 parámetros de materia orgánica, sales y metales, realizado por un laboratorio a ser contratado.		
		Factor Aire: Monitoreo del Biogás: Se propone el control en función a la aplicación de la NB 760 para medir la composición de biogás en metano, dióxido de carbono, oxígeno y nitrógeno en forma bimensual. Además, mediciones mensuales de Explosividad, toxicidad y flujo del biogás.		

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
		Para determinar el flujo se aplicó la Norma ISO 9096, primera edición del 15/06/1992. Con un analizador de gases se determina la composición media del biogás. Con este dato y la temperatura de salida se calcula la densidad del biogás y se transforma a las condiciones locales		
15	Anexo 1: Diseño de la Celda de Emergencia	Se considera una Memoria Descriptiva donde se explica que el GAMLP decidió solicitar una Licencia Ambiental Eventual para una Celda de Emergencia en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín. El objetivo es servir de base para la ejecución de las obras de adecuación, de la disposición final de los residuos sólidos y del manejo de los lixiviados y biogás y cumplir legislación ambiental boliviana.	Su contenido es mínimo. Se adjunta Memoria Descriptiva y Análisis de Laboratorio de Suelos.	
16	Descripción del Proyecto	Por características topográficas la Celda de Emergencia se ejecutará en talud, empleando métodos combinados para la conformación de las celdas, como el de trinchera, área y el método de quebrada. Se iniciará en una terracería con previo corte de tierra a 3500 msnm, se conformarán luego taludes y banquinas hasta la cota 3520 msnm. Por costo, tiempo y clima no se decidió el empleo de arcilla o de geomembrana.	Señalar que la propuesta de construcción de la Celda de Emergencia siguió los procedimientos normales de construcción. El talud se construiría con inclinación 1V:2H.	La construcción de la Celda de Emergencia siguió los procedimientos normales de construcción. Sus propiedades deberán ser garantizadas por el fabricante para un periodo de 20 a 25 años a partir del cierre del relleno sanitario.
17	Volumen y capacidad	Volumen de excavación: 329.842,38 m^3, capacidad volumétrica 184.059,00, vida útil: 344 días.	La vida útil programada es suficiente para cubrir el periodo de vigencia de la Licencia Eventual de 8 meses (240 días).	
18	Recolección y disposición de lixiviados	En el nivel de desplante se excavará una zanja longitudinal con pendiente de 2% inclinada hacia el talud frontal, al tiempo de impermeabilizar la base de la celda, para luego proceder a la instalación de la tubería y el drenaje con grava gruesa. También se propone la construcción de un estanque y el método de control de lixiviados será el de recirculación en las mismas celdas diarias.	Son características de construcciones usuales y prescritas en la Norma Boliviana NB 760. Existe inconsistencia entre la propuesta de control de lixiviados con el punto 8, Recirculación "Tratamiento de lixiviados - Elaboración de "queques", sin ser complementarios. La recirculación no fue demostrada en el futuro.	
19	Recolección de Biogás	Para la recolección del Biogás se define la instalación de 20 captadores distribuidos uniformemente en toda la superficie del desplante. Su construcción será progresiva.	El sistema propuesto es usual para el caso.	

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
20	Celda de residuos Patógenos	Se ha destinado una celda para la disposición final de los residuos patógenos, diseñado bajo norma, se consideró la conveniencia o no, de instalar un sistema de extracción de lixiviado y biogás, frente a la alternativa de cerrar por completo la celda (cada 3 meses) con geomembrana. Su capacidad permite la operación durante la vida útil del RSNJ, mientras en nuestro medio se implementan sistemas de tratamiento modernos.	Se ha verificado su existencia hasta la actualidad.	El sistema de disposición final de residuos patógenos con la técnica de relleno sanitario requiere de cumplimiento estricto de los protocolos e implementación de medidas de seguridad.

Fuente: Elaboración Propia

Complementar la información de este periodo indicando que una vez declarada Zona de Emergencia Municipal el Relleno Sanitario de Mallasa (RSM) por el Gobierno de ese entonces mediante D.S. 27626 de fecha 13 de julio de 2004, se dispone llevar a cabo el Plan de Traslado y Cierre del RSM hacia un nuevo emplazamiento.

Para el nuevo Proyecto era necesario elaborar un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, por aplicación de la Ley 1333 Medio Ambiente y las NB 757 y 760, cuando el GAMLP requería de forma inmediata dar continuidad al servicio de disposición de RS del Municipio. De ese modo, con aprobación social de entidades, autoridades y comunarios, se logra contar con una Licencia Eventual N° PREF – DDRNMA – LE – 001 – 04, en un mes, aprobada en fecha 29 de septiembre de 2004; para el nuevo Proyecto de disposición final de RS ubicado en la zona de Alpacoma.

Esta modalidad de trámite fue procedente por aplicación de la Ley 1333 Medio Ambiente, arts. 17°, 18° y 19°, además del Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos, art. 86° por la Autoridad Ambiental Competente Departamental (AACD) o Prefectura del Departamento de La Paz. No se identifica y evalúa del cumplimiento de los compromisos ambientales asumidos en la Licencia Eventual porque la documentación de respaldo no fue entregada a la consultora auditora por la actual Gobernación Departamental de La Paz.

La Licencia Eventual se amplía en siete (7) oportunidades. Desde el 28 de abril de 2010 hasta el 27 de octubre de 2010 (seis meses) la AOP opera sin contar con una Licencia Ambiental; mientras se tramita la aprobación de su Manifiesto Ambiental. El respaldo de los documentos presentados de solicitud de ampliaciones y el seguimiento a los monitoreos para su actual evaluación no fue entregada por el GADLP a la Consultora Auditora. La evaluación de la correspondencia como se demuestra en el cuadro anterior, expone un proyecto que tuvo ampliaciones informadas sobre las MC 1 y 2 aplicando la vigencia de la emergencia inicial. Hasta el año 2010, no se incorpora en la Licencia Eventual la modificación en la denominación de celdas y macroceldas ni su ubicación.

Debido a las situaciones imprevistas y tiempos limitados, la LE, no podía haberse ampliado por más de 5 años, hecho que fue cuestionado por la AACD mediante su nota PDLP-AMA-C-0574/10 de fecha 18 de mayo de 2010, de conocimiento de la GAMLP, en la que se exige que la situación imprevista motive a una sexta prórroga de esta actividad, aunque de igual manera se aprueba hasta una séptima ampliación, por tanto, el RGRS fue aplicado por ambas instituciones de manera parcial sin el complemento de otros artículos y reglamentos del mismo Decreto Supremo.

El detalle secuencial y cronológico del proceso administrativo de licenciamiento eventual se encuentra descrito a detalle en los Cuadro A-11 y Cuadro A-12, respectivamente.

Cuadro A-11 Licencia Eventual – Aspectos Administrativos

Nombre de la Licencia	Código	Hoja de ruta y fecha de la nota	Tiempo de la licencia	Normativa de referencia	Descripción de autorización	Instrucciones de la AACD
Licencia Eventual	PREF – DDRNMA – LE – 001 – 04	29/09/2004 (fecha asumida por la correlación de notas)	8 meses 29/09/2004 hasta 29/05/2005	Ley N° 1333, Arts. 17°, 18° y 19° y Art. 86° de RGRS.	Se autoriza el Plan de Emergencia para la Prevención y Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental.	Dar estricto cumplimiento
Ampliación de LE		DP-C-824/2005 de 15/06/2005	6 meses del 15/06/2005 hasta el 15/12/2005	Art. 86° de RGRS	Formato digital disponible ilegible.	Ilegibles
Ampliación de la LE y aprobación del Plan de Emergencia para la Prevención y Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental Macro celda 1.	PREF-DDRNMA-LE-001-04	PREF-DDRNMA-UMA-C-1185/05 28/12/2005	12 meses del 28/12/2005 hasta el 28/12/2006	Art. 86° de RGRS	Aprobación para implementación de Macrocelda 1. Cite DCA N 1476/2005 de fecha 19/12/2005.	Exige presentar informes semestrales referentes a medidas de mitigación y monitoreo a cada etapa de la implementación de la Macrocelda 1.
Ampliación de la LE y aprobación del Plan de Emergencia para la Prevención y Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental Macro celda 2.		PREF-SDRNMA-DMA N° 965/2006 21/12/2006	8 meses a partir del 28/12/2006 hasta 28/08/2007	Art. 86° de RGRS	Aprobación para implementación de Macrocelda 2 dentro del proyecto RSNJ cite DCA N° 3105/2006 de fecha 06/12/2005	Solicita que el EEIA considere los resultados de la Evaluación Técnico Legal, mientras dure esta ampliación.
Ampliación LE – Macrocelda 2	PREF-DDRNMA-LE-001-04	PDLP-SDRRNNMA-DMA-C-458/07 27/08/2007	8 meses a partir de 29/08/2007 hasta el 29/04/2008	Art. 86° de RGRS	Aprobación de la solicitud de ampliación de la LE.	Solicita cumplimiento de plazos establecidos en el cronograma presentado por la DCA del GMLP. La omisión será sancionada con la suspensión de la Licencia eventual.
Ampliación de LE. RSNJ Macrocelda 2	PREF-DDRNMA-LE-001-04	PDLP-SDDP-C-333/08 25/04/2008	6 meses a partir de 28/04/2008 hasta el 28/09/2008	Art. 86° de RGRS		Cumplimiento estricto del plazo establecido.
Ampliación de LE	PREF-DDRNMA-LE-001-04	PDLP-AMA-C-230/08 28/10/2008	12 meses a partir del 29/10/2008 hasta el 29/10/2009		Nota original no disponible, se adjunta una aclaración de la fecha de prórroga de la LE.	Información no disponible. Referencia los informes PDLP-DRRNN-MA-AMA-I-204/08 (13/10/08) y PDLP-DRRNNMA-AMA-I-152/08 (28/10/08)
Licencia Eventual	PREF-DDRNMA-LE-001-04	28 de octubre de 2009	6 meses a partir del 28/10/2009 hasta el 28/04/2010.	Arts. 17, 18 y 18 de la Ley N° 1333 y Art. 86° de RGRS	Autoriza la implementación del Plan de Emergencia para la Prevención. Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental.	Cumplimiento estricto del Plan mencionado y los reglamentos correspondientes.

Fuente: Elaboración Propia con base en el Plan de Emergencia para la Prevención, Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental

Cuadro A-12 - IECP – Cronología del Licenciamiento Eventual

Cronología del licenciamiento	Referencia	Tiempo de la licencia	Representante Legal	Autoridad Ambiental Competente	Alcance/Contenido	Operador de turno
29/09/2004	Aprobación de la Licencia Eventual	8 meses desde 29/09/2004 hasta 29/05/2005	Dr. Juan del Granado Cosío Alcalde Municipal de La Paz	Prefectura del Departamento de La Paz	Dar estricto cumplimiento al Plan de Emergencia para la Prevención y Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental.	CLIMA INGENIERÍA AMBIENTAL
15/06/2005	Ampliación de Licencia Eventual	6 meses desde 15/06/2005 hasta el 15/12/2005	Dr. Juan del Granado Cosío Alcalde Municipal de La Paz	Prefectura del Departamento de La Paz	Ilegibles	CLIMA INGENIERÍA AMBIENTAL
28/12/2005	Ampliación de la LE y aprobación del Plan de Emergencia para la Prevención y Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental - Macro celda 1.	12 meses desde 28/12/2005 hasta el 28/12/2006	Dr. Juan del Granado Cosío Alcalde Municipal de La Paz	Prefectura del Departamento de La Paz	Presentar informes semestrales referentes a medidas de mitigación y monitoreo a cada etapa de la implementación de la Macrocelda 1.	CLIMA INGENIERÍA AMBIENTAL
21/12/2006	Ampliación de la LE y aprobación del Plan de Emergencia para la Prevención y Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental - Macro celda 2.	8 meses desde 28/12/2006 hasta 28/08/2007	Dr. Juan del Granado Cosío Alcalde Municipal de La Paz	Prefectura del Departamento de La Paz	La AACD solicita que el EEIA considere los resultados de la Evaluación Técnico Legal, mientras dure esta ampliación.	TERSA S.A.
27/08/2007	Ampliación LAE – Macrocelda 2	8 meses desde 29/08/2007 hasta el 29/04/2008	Dr. Juan del Granado Cosío Alcalde Municipal de La Paz	Prefectura del Departamento de La Paz	Cumplimiento de plazos establecidos en el cronograma presentado por la DCA del GMLP.	TERSA S.A.
25/04/2008	Ampliación de LAE. RSNJ Alpacoma - Macrocelda 2	6 meses desde 28/04/2008 hasta el 28/09/2008	Dr. Juan del Granado Cosío Alcalde Municipal de La Paz	Prefectura del Departamento de La Paz	Cumplimiento estricto del plazo establecido.	TERSA S.A.

Cronología del licenciamiento	Referencia	Tiempo de la licencia	Representante Legal	Autoridad Ambiental Competente	Alcance/Contenido	Operador de turno
28/10/2008	Ampliación de LE	12 meses desde 29/10/2008 hasta el 29/10/2009	Dr. Juan del Granado Cosío Alcalde Municipal de La Paz	Prefectura del Departamento de La Paz	Información no disponible.	TERSA S.A.
28/10/2009	Licencia Eventual	6 meses desde 28/10/2009 hasta el 28/04/2010	Dr. Juan del **Granado** Cosío Alcalde Municipal de La Paz	Prefectura del Departamento de La Paz	Cumplimiento estricto del Plan mencionado y los reglamentos correspondientes.	TERSA S.A.
13/05/2010	Solicita ampliación Licencia Ambiental RSNJ	No es concedida	Dr. Juan del Granado Cosío Alcalde Municipal de La Paz	Prefectura del Departamento de La Paz	Solicita pronunciamiento ante las complementaciones realizadas al MA.	TERSA S.A.
24/05/2010	Solicita la situación imprevista que motive la obtención de la LE por 6 veces	No aplica	Dr. Juan del Granado Cosío Alcalde Municipal de La Paz	Prefectura del Departamento de La Paz	Responde que la tramitación debería realizarse en la Instancia dependiente del MMAyA, otorga una copia para evaluación técnica.	TERSA S.A.

Fuente: Elaboración Propia

De los cuadros presentados líneas arriba se presenta un Resumen:

- El tiempo proyectado y comprometido en la solicitud de la Licencia Eventual era de 10 meses, en correlación al diseño de la celda de emergencia y su vida útil: 344 días. Por esta razón, la AACD otorga ocho meses (240 días) en su aprobación Licencia Eventual N° PREFDDRNMALE-001-04 de fecha: 29/09/2004.
- La superficie para las operaciones del RSNJ se inicia en 20 has, con posibilidades de expansión a 80 has, para construir una planta de aprovechamiento de biogás, reciclaje, compostaje, tratamiento de lixiviados y área de disposición de otros residuos (peligrosos).
- El Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental considera el Programa de Monitoreo para los factores agua en lixiviado y superficiales y aire, sin considerar PST's, PM10 y partículas biológicas viables. Los factores suelos, aguas subterráneas, riesgos y seguridad ocupacional, no son considerados en el plan.
- El Programa de monitoreo para agua y biogás describe de la metodología de toma de muestras, ubicación, parámetros a analizar, personal y material requerido, frecuencia, obras, costo y cronograma y funciones y responsabilidad del personal encargado.
- El enfoque inicial del Plan conlleva hacia un proyecto de Relleno Sanitario, reduciéndose en la Memoria Descriptiva (Anexo 1) al diseño de la celda de emergencia, no se incluyen planos de ubicación, planimetría general, perfiles longitudinales, transversales y detalles constructivos de la celda de emergencia.

- El procedimiento administrativo, no se ajusta al amparo legal inicialmente planteado en su totalidad,
- La AACD amplia por séptima vez, la LE por 90 días desde el 28 de octubre de 2009 hasta el 29 de abril de 2010.

A.3.1.2 Segundo Período

El segundo periodo se inicia con el procedimiento de obtención de la Licencia Ambiental denominada Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA) por medio de la presentación del documento Manifiesto Ambiental con carácter de Declaración Jurada, elaborado y tramitado por el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, al ser la institución responsable y promotora de la actividad Relleno Sanitario Nuevo Jardín, en cumplimiento a los requisitos y procedimientos plasmados en el Reglamento de Prevención y Control Ambiental, se otorga la licencia con su aprobación en fecha 27 de octubre de 2010 por el Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal como AACN, este periodo culmina con la obtención de la licencia.

Para expresar una idea clara del contenido del informe en la Identificación y Evaluación al Manifiesto Ambiental, se observa que cumple con el formato del formulario de Anexo 5 del reglamento mencionado, con la descripción y desarrollo en un texto principal de los aspectos Administrativos; Físicos; Descripción de la Operación; Información Adicional, Anexos A (Deficiencias), Anexo B (Adecuación), Anexo C (Programa de Monitoreo). Además, el documeto se complementa con 22 anexos que se inician con: Anexo 1: Plan de Adecuación Ambiental – Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PAA-PASA); Anexo 2: Descripción de la Actividad; Anexo 3: Cálculo de Lixiviados; Anexo 4: Plan de Contingencias; Anexo 5: Estudio Geológico y Estabilidad de Taludes; Anexo 6: Análisis de Laboratorio; Anexo 7: Plan de Cierre; Anexo 8: PHSOB; Anexo 9: Manual de Operaciones; Anexo 10: Organigrama; Anexo 11: Flujograma de Procesos; Anexo 12: Maquinaria; Anexo 13: Planos del Relleno; Anexo 14: Fotografías; Anexo 15: Sistma de Tratamiento de Lixiviados; Anexo 16: Manual de Operaciones de la Celda de Patógenos; Anexo 17: Disposición de RS; Anexo 18: Constancia de Entrega de EPP's; Anexo 19: Facturas; Anexo 20: Mapas de Ubicación; Anexo 21: Contrato GAMLP – Dimensión Enasa y Anexo 22: Documentación Legal.

En este punto, se considera realizar un corte al contenido del Manifiesto Ambiental para presentar las consideraciones relevantes, que se expresan en resumen en el Cuadro A-13, la evaluación completa se encuentra en Anexo 7.

Cuadro A-13 Resumen Evaluación del Manifiesto Ambiental

N°	DESCRIPCIÓN DEL MANIFIESTO AMBIENTAL	CONTENIDO/EVALUACIÓN
1	Representante Legal:	➢ Dr. Luis Antonio Revilla Herrero.
2	Vida Útil: 13 años	➢ Vida útil del proyecto de 13 años, no es compatible con los 10 años de generación de lixiviados calculados en Anexo 3 - Cálculo de Lixiviados y los planos del diseño ingenieril presentados en Anexo 13 corresponden a un proyecto de 5,3 años. ➢ Volumen de almacenamiento reportado y real, no es consistente con la proyección de vida útil.
3	Aspectos Físicos	El MA fue aprobado sin el Certificado de Uso de Suelos o el estado respecto al Plan de Ordenamiento Urbano y sin determinar la calidad de la totalidad de los factores físicos sobre los cuales se implementó la obra.
		No se consideran los ríos Achocalla y Melchuco, ni mapas hidrográficos que fortalezcan la información. la distancia del RSNJ respecto a la quebrada Alpacoma 85 m. y al río Achocalla 575 m
		Calidad de aguas subterráneas. Existencia de dos afloramientos naturales de 5 y 6 metros de profundidad, dirección de este a oeste, estanque anaerobio. No se reporta la calidad de sus aguas en este informe.
		Calidad de aguas superficiales. Quebrada Alpacoma, clasificada dentro de la Clase D

N°	DESCRIPCIÓN DEL MANIFIESTO AMBIENTAL	CONTENIDO/EVALUACIÓN
		Flora y Fauna. El enfoque descrito pertenece a la región de la ciudad de La Paz. No tiene precisión por el área de ubicación del proyecto. En la descripción no se identifica el endemismo de especies, actualmente se la clasificación ha reportado a través de la AA, de dos especies de flora en el área.
4	Inicio de operaciones:	1° de octubre de 2004
5	Tipo de actividad	Disposición final de residuos sólidos
6	Procesos	• **Disposición final de residuos sólidos domiciliarios** • **Disposición final de residuos patógenos** La descripción técnica no considera aspectos constructivos a detalle de las Macroceldas, celdas diarias y de patógenos. No expresa un resumen técnico de Memorias de Cálculo de cada una de las Celdas con base al Proyecto(s) o Diseño original constructivo de las Macroceldas y celdas diarias. El sistema de impermeabilización requiere estudios sobre las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la base y paredes de la celda, la información referente a estos estudios data del año 2004, obtenida para la implementación de la Celda de emergencia. Para el año 2010 las actividades se desarrollaban en las MC 1, 2, 3 y 4 (emergencia), la referencia disponible se encuentra en Anexo 5. Estudio Geológico y Punto 2. Estudios de análisis previos del Plan de Emergencia para la Prevención, Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental. No se describe la actividad de tratamiento de lixiviados a través de la elaboración de "queques". La elección del sitio de ubicación de la celda de patógenos no considera datos puntuales de aspectos hidrológicos, geológicos e hidrogeológicos, orienta sobre los requerimientos que se deben considerar. Sin dar mayor detalle de los procedimientos realizados, siendo que, para este periodo la celda de patógenos ya fue construida. Se omite la descripción de la existencia, capacidad y ubicación de los estanques de almacenamiento de lixiviados.
7	Uso recursos naturales de la región y materia prima	Tierra Arcilla, 6096 m^3/mes. El valor promedio para el año 2010, referente al movimiento de tierras para mezcla con lixiviados fue de 107.040 m^3/mes, la elaboración de queques, permite obtener un cálculo promedio mensual de 149.344 m^3 de tierra empleada para este fin.
8	Generación y Emisión de Contaminantes	Existencia de lixiviados, 50 m^3/día, Aguas residuales asimilables a domésticas, 5 m^3/día. La generación de lixiviados se considera tratado a través de la conformación de queques en su mezcla con material térreo y tratamientos anaeróbico sin calentamiento; aeróbico tipo lodos activados en aereación y físico— químico.
		No se tomó en cuenta dentro de la identificación de impactos, la emisión y presencia de partículas biológicas viables para determinar la calidad de aire, a pesar de contar con análisis de laboratorio, Anexo 6.
		Sustancias, residuos y desechos peligrosos. No describe el depósito de pilas y existencia de residuos peligrosos dispuestos por instrucción de SIREMU y MAAyA. Fuente: TERSA, CITE: TERSA/GG/363/2018)
		La identificación d residuos peligrosos se limita a la gestión de residuos bioinfecciosos. Afirma que no se almacenan sustancias peligrosas aspecto contradictorio con la descripción de los puntos 3.4, 3.8.2 y 4.4.1 del Manifiesto Ambiental. No fue presentado el análisis de riesgos de sustancias peligrosas
9	Analisis de Riesgo – Plan de Contingencias	Peligros identificados. Se consideran los 15 peligros identificados. El Plan es de reducido desarrollo, en el tiempo no fue actualizado o se incorporó (por la magnitud de la AOP) simulacros.

N°	DESCRIPCIÓN DEL MANIFIESTO AMBIENTAL	CONTENIDO/EVALUACIÓN
10	Anexo A. Manifiesto Ambiental	Agua: Generación de lixiviados, descarga de aguas residuales al suelo, Aire: Generación de Biogás, generación de partículas suspendidas por tránsito vehicular, Generación de olores, Generación de ruido. Residuos Sólidos: Disposición de RS sin previa clasificación. Efecto: Generación de Lixiviados y biogás. Disposición de RS sin previa clasificación. Efecto: Generación de Lixiviados y biogás. Sustancias peligrosas: Acumulación de aceites y lubricantes usados en barriles metálicos. Seguridad Ocupacional Negligencia laboral en el uso de EPP's dotado. Incremento en el riesgo a accidentes y enfermedades Riesgos no son evaluados: Omisiones de evaluación al formato. Suelos y subsuelos no son evaluados: Omisiones de evaluación al formato
11	Anexo B. Plan de Adecuación Ambiental	Agua: Implementar una Planta de tratamiento de Lixiviados. Agua subterránea: Excavación de pozos de monitoreo y control Aire: Programa de encendido y quemado de biogás en todos los turnos. Mantenimiento de maquinaria. Riego mediante cisterna 3 veces al día y agregado de ripio en la senda interna. Implementación de barrera viva (especies forestales). Ruido: Uso de EPP's (protectores auditivos). Control y reducción de riesgo de exposición de los trabajadores a ruido ocupacional con LP teórico 85 dB(A) medible en el puesto de trabajo. Residuos Sólidos. Implementación de Planta de Separación de residuos orgánicos e inorgánicos. Sustancias peligrosas: Venta de lubricantes a empresa autorizada Seguridad e higiene ocupacional: Elaboración de Reglamento interno del Relleno Sanitario. Creación del Comité Mixto de seguridad e higiene.
12	Programa de Monitoreo – Anexo C	Agua: El monitoreo de su calidad debió ser establecido a la salida de la PTL. Aire: Medición de Parámetros: CH_4, CO_2, O_2, N_2, H_2O, T°, frecuencia bimestral, Medición de opacidad para maquinaria, Medición de Partículas Suspendidas: no existe una especificación de Partículas Suspendidas Totales (PST) o Partículas Menores a 10 Micrones (PM-10). Se propone la medición de partículas aerotransportables como dispone la NB 760. Ruido, franja de seguridad registrando únicamente los niveles generados en el relleno. Residuos sólidos: Determinación de cantidad de material reciclable y masa enterrado, registros diarios. Sustancias peligrosas: Volumen enviado a reciclaje, registro mensual. Seguridad Ocupacional: Nivel de cumplimiento, registro mensual
13	Anexo 2 – Descripción de la Actividad	Este documento en su concepción inicial fue presentado con contenido inextenso como parte del Plan de Emergencia para la Prevención, Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental.
		Se omite la información respecto a la existencia y distancia de un cuerpo de agua superficial colindante al área de ubicación del relleno, según el punto 4.2 Aspectos hidrológicos de la NB-757. Identificado en punto 2, Recursos Hídricos y Anexo 20 del MA.
		El sitio está caracterizado por tener problemas de índole geológica. El sitio es estable (según el GAMLP). La información que proporciona el Manifiesto Ambiental no dispone de mapas geológicos, descripciones ni perfiles geológicos a detalle. La NB 757 en su acápite 4.3. Aspectos geológicos, señala: El Relleno Sanitario deberá localizarse fuera de zonas inestables.
		La geología local está conformada por: Formación La Paz; Torrentes de barro antiguos; Deslizamientos (recientes y antiguos) y Rellenos artificiales. El sitio elegido, aunque geomorfológicamente presenta pendientes y facilidad de drenaje, es en general inestable y susceptible a modificaciones con intervenciones no necesariamente fuertes
		El principal riesgo natural de la zona constituye los asentamientos diferenciales que se dan por la presencia de sifonamientos y túneles en los materiales de antiguos deslizamientos (erosión originada por aguas pluviales).

N°	DESCRIPCIÓN DEL MANIFIESTO AMBIENTAL	CONTENIDO/EVALUACIÓN
		Ambiente Socioeconómico. Esta evaluación socioeconómica fue realizada en septiembre de 2004, casi seis (6) años después debió ser actualizada. El análisis a esa fecha (2010) resulta complicado porque la situación económica cambio. Lo que también cambio fue el acercamiento paulatino de la población aledaña al RSNJ, dadas las condiciones de accesibilidad vial y a la materia prima para elaborar ladrillos, actividad económica intensa y frecuente en zonas aledañas.
14	Anexo 3 – Cálculo del Lixiviado	Calculado en base a información generada diariamente de RSM de 450 t/d; humedad del 45%; peso específico de 1870 kg/m^3; días de operación 360 días. Los residuos sólidos compactados tendrían un peso específico de 850 kg/m^3; humedad del 44.2%; peso específico del suelo 1465 kg/m^3 y una precipitación pluvial de 662 mm/año. Se efectúa el cálculo de generación de lixiviados para diferentes años a partir del 2005 hasta el 2016. También se presenta datos finales para el año de aprobación de la Licencia Ambiental 2010 con información: Producción Anual de Lixiviado 20641.32 m^3, Producción diaria promedio 56.55 m^3 El texto principal, informa una humedad de los RSD de 3.9% para el Balance Hídrico se indica 45%.
15	Anexo 5: Estudio Geológico Estabilidad de Taludes	No se encuentra información puntual referida al cálculo de taludes, la información añadida al Manifiesto Ambiental demuestra ser desarrollada para el área de la celda de emergencia, la cual cuenta solo con una memoria descriptiva del diseño de cálculo.
		Se eliminó el 5to y 8vo párrafo del documento oficial de 2005. Fuente: TERSA, CITE: TERSA/GG/363/2018)
17	Anexo 6: Análisis de Laboratorio	Aguas superficiales. Los valores de pH, DQO, DBO_5, exceden los límites permisibles referenciales establecidos en el MA. Aguas subterráneas: No se efectuó una evaluación analítica por laboratorio acreditado Biogás: se analizó su composición en la Zona E (Emergencia) y M (Macrocelda) en operación, sobre captadores activos para los parámetros de CH_4, CO_2, O_2, balance, agua y temperatura. Ruido: El el Leq dBA para ruido ambiental fluctuaba entre 40,8 y 55,0, para el año del licenciamiento Partículas Suspendidas Totales (PST): La medición de partículas reportado en el Manifiesto Ambiental da un resultado de 238 µg/m3 Partículas Biológicas Viables: Partículas Biológicas Viables (PBV) fue evaluada en un solo punto para los parámetros de Recuento Total de Bacterias, Hongos y Estafilococos Suelos: no se efectuó una evaluación analítica por laboratorio acreditado de la calidad del suelo. Sin resultados Lixiviados: no se efectuó una evaluación analítica por laboratorio acreditado de la calidad del lixiviado.
18	Anexo 7. Plan de cierre	Obras de control de lixiviados. Los lixiviados, serán recirculados a las celdas, previa mezcla con tierra arcillosa. Se observa que la actividad no direcciona a la funcionalidad principal del Sistema de Tratamiento de Lixiviados.
	Anexo 9: Manual de Operaciones	El método de disposición de los RSD, fue combinado de trinchera y área, el nivel de desplante en la Formación La Paz. A este efecto se llevarán a cabo actividades como el desbroce, replanteo, acondicionamiento, movimiento de tierras, construcción de cortes y taludes, peinado de taludes, pendientes de la base de la celda, sistema de impermeabilización, sistema de drenaje de lixiviados y evacuación de biogases. Construcción y Operación de Celda Especial Patógenos La PTL constaba de los siguientes procesos de tratamiento: Anaeróbico sin calentamiento, Aeróbico, tipo lodos activados, Físico Químico Se propone el sistema de control y quema de biogás centralizado con elemento de estructuras verticales de evacuación de biogases, red de captación, líneas de recolección, central de captación y quemador central. Sistema de control y quema de los biogases no fue construido o implementado. La información para los parámetros de diseño de la Planta es reducida a una cantidad de 900 kg/d o 7200 mg/l de DBO_5.

N°	DESCRIPCIÓN DEL MANIFIESTO AMBIENTAL	CONTENIDO/EVALUACIÓN
19	Anexo 13: Planos del relleno	Los planos corresponden a un proyecto, sin embargo, no se adjunta la Memoria Descriptiva y la Memoria de Cálculo en todo el documento. La reducción de la imagen hace ilegible información referida a la escala y fecha del carimbo.
20	Anexo 15: Sistema de tratamiento de lixiviados	Debido al evento del 15 de enero de 2019 de la infraestructura mencionada se comprometió, se logró establecer la existencia del estanque aeróbico y el clarificador secundario.
21	Anexo 16. Manual de operaciones de Celda de Patógenos	No se ha identificado la existencia del sistema de drenaje propuesto. La operación actual de la celda (11/2019). No cumple con la descripción del MA en: la delimitación del área utilizada para la celda diaria, aplicación de un baño con solución de cal a cada capa de residuos, desinfección del vehículo a la salida de la celda. Entre las obras complementarias se identifica la señalización adecuada en el perímetro oeste. Sin identificar los demás componentes.
22	Anexo 17: Disposición de RS	Durante este periodo se han dispuesto y tratado 824.471,35 toneladas de residuos sólidos domésticos. Equivalentes a 422,80 t/d. Según nota con CITE: TERSA GG/268/2018 de fecha 30/08/2018, el volumen almacenado contemplaba 1.019.000,00 t las cuales fueron superadas en el mes de noviembre de 2010 cuando se alcanzó un valor de 1.010.156,29 toneladas de residuos para un área de almacenamiento de 20 Ha. Volumen a Julio de 2018 alcanzó al valor de 2.543,187 tn.
23	Anexo 20. Mapas de ubicación	Una imagen satelital identificando los ríos Alpacoma y Achocalla con distancias hacia el RSNJ, son 85 y 575 m. respectivamente

Fuente: Elaboración Propia

El detalle secuencial y cronológico del procedimiento administrativo de licenciamiento ambiental se encuentra descrito a detalle en los Cuadro A-14 y Cuadro A-15, respectivamente.

Cuadro A-14 Procedimiento Administrativo Seguido para Obtención de Licencia Ambiental

Instituciones involucradas Representante Legal	Referencia de la nota.	Hoja de ruta y fecha de la nota	Normativa de referencia	Descripción de la nota	Instrucciones de la AAC
De: Gobierno Municipal de La Paz. Para: Prefectura Departamental de La Paz	Solicitud inicial de la licencia definitiva a través de la presentación del documento Manifiesto Ambiental a la Prefectura Departamental de La Paz.	No disponible	Ley 1333, RGGA, RPCA	No disponible, a través de la correspondencia de seguimiento se avala el inicio de la tramitación con la instancia ambiental de competencia.	No disponible
De: Gobierno Municipal de La Paz Para: Prefectura Departamental de La Paz	Respuesta a observaciones	CITE: DCA-UCA N° 233/2010 28/04/2010	RGCA	Respuesta nota de solicitud de correcciones y aclaración a observaciones realizadas al informe MA.	No disponible
De: Prefectura Departamental de La Paz Para: Dirección General de Gestión Integral de RS. Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico, MMAyA	Solicito Consideraciones técnicas al MA de RSNJ de Alpacoma del Municipio de La Paz.	CITE: PDLP-AMA-C-0555/10 recibida en fecha 17/05/2010	Mantiene su jurisdicción con el Art. 10° del RPCA.	Requiere una evaluación técnica especializada, para dar lugar a una correcta EIA. Otorga un ejemplar del MA.	Solicita consideraciones técnicas de la operación del MA para RSNJ, pone a consideración los conflictos sociales de pobladores aledaños.
De: Gobierno Municipal de La Paz Para: Prefectura Departamental de La Paz	Silencio Administrativo positivo	CITE: DCA-UCA N°315/2010 19/07/2010 recibida el 20/07/2010	Art. 146° RPCA	Resalta la nota con CITE: DCA-UCA N° 233/2010 del 28/04/2010. Con la respuesta a observaciones realizadas al MA de fecha 13/04/2010, se realiza la presente nota al no existir respuesta del GADLP, cumplido el plazo de 30 días hábiles para su segunda evaluación.	Se solicita se proceda con el trámite a través del Silencio Administrativo y la devolución de 3 ejemplares del MA.
De: Gobierno Municipal de La Paz Para: Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos	Revisión Manifiesto Ambiental Relleno Sanitario "Nuevo Jardín"	CITE: DCA-UCA N° 316/2010 20/07/2010	Art 142° del RPCA	Informa que no se tuvo respuesta por parte del GADLP a la presentación de las respuestas a las observaciones realizadas por dicha instancia, en el plazo establecido.	Se solicita la revisión del MA a fin de obtener la Licencia Ambiental permanente
De: Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Para: Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico, MMAyA	Informe técnico sobre consideraciones al Manifiesto Ambiental. Proyecto RSNJ de Alpacoma del Municipio de La Paz.	CITE: VAPSB/DGGIRS/057/2010** 02/07/2010	-	Responde solicitud de evaluación técnica del MA de la Prefectura de La Paz. En síntesis, la evaluación refiere a un documento de dificultosa interpretación, ej. Falta índice y cuadros ilegibles. Solicita mayor referencia y	El MA cumple parcialmente con los arts. 32 y 104 del RPCA, recomienda su complementación en sujeción al contenido mínimo que exige la normativa vigente tanto para el PAA y para el PASA.

Instituciones involucradas Representante Legal	Referencia de la nota.	Hoja de ruta y fecha de la nota	Normativa de referencia	Descripción de la nota	Instrucciones de la AAC
				prioridad a los impactos y medidas de mitigación. Ampliar el contenido del PASA. Anexo 6. Los informes de laboratorio no establecen información sobre dónde se han tomado las muestras, responsable, modelación de olores. Anexo 7. PHSOB no contempla la disposición de excretas ni distribución de agua potable. Anexo 11. Ubicación de PTLL carece de procedimientos técnicos, cuadros y planos son ilegibles. Anexo 17. Plan de cierre no estima un presupuesto. No presenta un adecuado análisis de riesgos.	Recomienda también remitir el MA evaluado a la Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos del VMABCC.
De: Prefectura Departamental de La Paz Para: Gobierno Municipal de La Paz	Respuesta a nota CITE: DCA-UCA N°315/2010 (Silencio Administrativo Positivo)	CITE: DSACC-C-114/10 21/07/2010	-	Rechazo a nota DCA-UCA N°315/2010 recibida el 20/07/2010, referente a Silencio Administrativo Positivo y solicitud de 3 ejemplares del MA.	Subsanar las observaciones al MA realizadas por la Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos, dependiente del MMAyA.
De: Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos. VMA-MMAyA Para: Gobierno Municipal de La Paz.	Manifiesto Ambiental Relleno Sanitario "Nuevo Jardín"	MMAyA-VMA-DGMACC N° 3673/10 28/07/2010	-	Refiere nota de remisión de copia del MA DCA-UCA N° 316/2010, recepcionada en fecha 20/07/2010, dando curso al procedimiento de Silencio Administrativo interpuesto a la Gobernación Departamental.	Solicita remisión del documento original del MA para una apreciación más clara.
De: Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos. VMABCC-MMAyA Para: Dirección de Calidad Ambiental, Gobierno Municipal de La Paz.	Primera revisión de la actividad Relleno Sanitario Nuevo Jardín.	MMAyA-VMA-DGMACC MA 1617/10 25/08/2010	-	Refiere CITE: DCA-UCA N° 394/2010 RECIBIDA EN FECHA 09/08/2010, que remite el MA, para su evaluación y emisión de la LA.	Solicita corrección a las observaciones detalladas en la nota, deben ser incluidas en el cuerpo del documento, presentarlo en 3 ejemplares en un plazo de 30 días hábiles, tomar en cuenta el art. 7° del D.S. 28592.
De: Gobierno Municipal de La Paz	Manifiesto Ambiental Relleno Sanitario Nuevo Jardín.	GAMLP DESP. 715/2010	-	Otorga un documento corregido y dos copias en respuesta a la nota MMAyA-VMA-DGMACC MA 1617/10	

Instituciones involucradas Representante Legal	Referencia de la nota.	Hoja de ruta y fecha de la nota	Normativa de referencia	Descripción de la nota	Instrucciones de la AAC
Para: Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos. VMABCC-MMAyA		Recibida en fecha 01/10/2010			
De: Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos. VMABCC-MMAyA Para: Gobierno Autónomo Municipal de La Paz	Aprobación del MA "Relleno Sanitario Nuevo Jardín"	MMAyA-VMA-DGMACC-MA 1617(a)/10 De 27/10/2010 recibida en fecha 05/11/2010	Art. 103° RPCA	Otorga la Declaratoria de Adecuación Ambiental. Comunica inspecciones periódicas a la actividad.	Solicita la presentación del primer Informe de Monitoreo ante la misma instancia ambiental, señalando la ubicación de los pozos y cronograma de monitoreo de aguas subterráneas.
	LA – DAA 020101 – 10 – DAA – 1617/10	27 de octubre de 2010	Ley N° 1333, arts. 17°, 18° y 19°.	Autoriza al Representante Legal Dr. Luis Antonio Revilla Herrero, para continuar con el funcionamiento de la actividad "Relleno Sanitario Nuevo Jardín", de acuerdo al PAA, PM y PASA.	Solicita dar cumplimiento estricto al PAA, PM y PASA.
De: Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos. VMABCC-MMAyA Para: Prefectura Departamental de La Paz	Atención a solicitud de copia de MA de la actividad RSNJ.	CAR/MMAYA/VMABCCGDF/DGMACC/UPCAM/CRT 1617 N°1674/2016 De fecha: 05 de agosto de 2016	-	Refiere nota con CITE: GADLP/SDDMT/DSACC/NEX-1236/2016 DE FECHA 29/06/2016. Responde solicitud de copia de MA, otorga una copia del MA aprobado y reafirma la competencia legal del GADLP para seguimiento y control ambiental.	Solicita a esta institución la fiscalización de la AOP.
De: Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos. VMABCC-MMAyA Para: Gobierno Autónomo Municipal de La Paz	Para su conocimiento	CAR/MMAYA/VMABCCGDF/DGMACC/UPCAM/CRT 1617 N°1675/2016 De fecha: 05 de agosto de 2016	-	Comunica a GAMLP la solicitud de una copia del MA por parte del GADLP, la remisión del MA y la reafirmación de competencias a esta institución, para su procesamiento, seguimiento y control ambiental.	Ninguna

Fuente: Elaboración Propia
** La versión disponible de la nota no tiene respaldo de su recepción.

Cuadro A-15 Cronología del Trámite de la Licencia Ambiental

Cronología del licenciamiento	Referencia	Alcance/Contenido	Promotor del Proyecto y Representante Legal	Autoridad Ambiental Competente	Operador de turno
28/04/2010	Respuesta nota de solicitud de correcciones y aclaración a observaciones realizadas al informe MA.	Cumplimiento a requisito de tramitación de la Licencia Ambiental.	Dr. Juan del Granado Cosío Alcalde Municipal de La Paz	Prefectura Departamental de La Paz	TERSA S.A.
17/05/2010	Solicita consideraciones técnicas al MA de RSNJ de Alpacoma del Municipio de La Paz.	Requiere una evaluación técnica especializada, para dar lugar a una correcta EIA. Otorga un ejemplar del MA, pone a consideración los conflictos sociales de pobladores aledaños.	Dr. Juan del Granado Cosío Alcalde Municipal de La Paz	De: Prefectura Departamental de La Paz Para: Dirección General de Gestión Integral de RS. Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico, MMAyA	TERSA S.A.
02/07/2010	Informe técnico sobre consideraciones al Manifiesto Ambiental. Proyecto RSNJ de Alpacoma del Municipio de La Paz.	Responde solicitud de evaluación técnica del MA de la Prefectura de La Paz.	Dr. Luis Revilla Alcalde Municipal de La Paz	Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico, MMAyA	TERSA S.A.
19/7/2010	Remisión informe CITE: VAPSB/DGGIRS/057/2010	El MMAyA solicita la complementación en sujeción al contenido mínimo que exige la normativa vigente. Devuelve el MA para su complementación con lo citado.	Dr. Luis Revilla Alcalde Municipal de La Paz	Gobernación del Departamento de La Paz	TERSA S.A.
20/07/2010	Silencio Administrativo positivo	Resalta la nota con CITE: DCA-UCA N° 233/2010 del 28/04/2010. Se realiza la presente nota al no existir respuesta del GADLP, cumplido el plazo de revisión. Solicita devolución de 3 ejemplares.	Dr. Luis Revilla Alcalde Municipal de La Paz	Gobernación del Departamento de La Paz	TERSA S.A.
20/07/2010	Revisión Manifiesto Ambiental Relleno Sanitario "Nuevo Jardín"	Informa que no se tuvo respuesta por parte del GADLP a la presentación de las respuestas a las observaciones realizadas por dicha instancia, en el plazo establecido. Se solicita la revisión del MA a fin de obtener la Licencia Ambiental permanente	Dr. Luis Revilla Alcalde Municipal de La Paz	Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambios Climáticos	TERSA S.A.

Cronología del licenciamiento	Referencia	Alcance/Contenido	Promotor del Proyecto y Representante Legal	Autoridad Ambiental Competente	Operador de turno
21/07/2010	Respuesta a nota CITE: DCA-UCA N°315/2010 (Silencio Administrativo Positivo)	Rechazo a nota DCA-UCA N°315/2010 recibida el 20/07/2010, referente a Silencio Administrativo Positivo. Subsanar las observaciones al MA realizadas por la Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos, dependiente del MMAyA.	Dr. Luis Revilla Alcalde Municipal de La Paz	Gobernación del Departamento de La Paz	TERSA S.A.
28/07/2010	Manifiesto Ambiental Relleno Sanitario "Nuevo Jardín"	Refiere nota de remisión de copia del MA DCA-UCA N° 316/2010, recepcionada en fecha 20/07/2010, dando curso al procedimiento de Silencio Administrativo interpuesto a la Gobernación Departamental. Solicita remisión del documento original del MA para una apreciación más clara.	Dr. Luis Revilla Alcalde Municipal de La Paz	Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos. VMA-MMAyA	TERSA S.A.
25/08/2010	Primera revisión de la actividad Relleno Sanitario Nuevo Jardín.	Refiere CITE: DCA-UCA N° 394/2010 de fecha 09/08/2010, que remite el MA, para su evaluación y emisión de la LA. Solicita corrección a las observaciones.	Dr. Luis Revilla Alcalde Municipal de La Paz	Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos. VMABCC-MMAyA	TERSA S.A.
01/10/2010	Manifiesto Ambiental Relleno Sanitario Nuevo Jardín.	Otorga un documento corregido y dos copias en respuesta a la nota MMAyA-VMA-DGMACC MA 1617/10.	Dr. Luis Revilla Alcalde Municipal de La Paz	Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos. VMABCC-MMAyA	TERSA S.A.
27/10/2010	Aprobación del MA "Relleno Sanitario Nuevo Jardín"	Otorga la DAA. Comunica inspecciones periódicas a la actividad. Solicita la presentación del primer Informe de Monitoreo ante la misma instancia ambiental.	Dr. Luis Revilla Alcalde Municipal de La Paz	Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos. VMABCC-MMAyA	TERSA S.A.
	LA – DAA 020101 – 10 –DAA – 1617/10	Solicita dar cumplimiento estricto al PAA, PM y PASA.	Dr. Luis Revilla Alcalde Municipal de La Paz	Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos. VMABCC-MMAyA	TERSA S.A.
27/10/2010	"Relleno Sanitario Nuevo Jardín"	Informa la otorgación de la DAA, emite un ejemplar para su control y seguimiento.	Dr. Luis Revilla Alcalde Municipal de La Paz	De: Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos. VMABCC-MMAyA	TERSA S.A.

Cronología del licenciamiento	Referencia	Alcance/Contenido	Promotor del Proyecto y Representante Legal	Autoridad Ambiental Competente	Operador de turno
				A: Gobernación del Departamento de La Paz	
05/08/2016	Atención a solicitud de copia de MA de la actividad RSNJ.	Responde solicitud nota con CITE: GADLP/SDDMT/DSACC/NEX-1236/2016 de fecha 29/06/2016 y otorga una copia del MA aprobado y reafirma la competencia legal del GADLP para seguimiento y control ambiental.	Dr. Luis Revilla Alcalde Municipal de La Paz	De: Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos. VMABCC-MMAyA A: Gobernación del Departamento de La Paz	TERSA S.A.
05/08/2016	Para su conocimiento	Comunica a GAMLP la solicitud de una copia del MA por parte del GADLP, la remisión del MA y la reafirmación de competencias a esta institución, para su procesamiento, seguimiento y control ambiental.	Dr. Luis Revilla Alcalde Municipal de La Paz	Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos. VMABCC-MMAyA	TERSA S.A.
31/08/2017	Solicitud de documentación realizada por TERSA S.A.	La operadora TERSA S.A. hace notar, como empresa no tuvo acceso a documentación referida a las licencias. Solicita la remisión de documentación de todo el licenciamiento e información técnica.	Dr. Luis Revilla Alcalde Municipal de La Paz	Gobernación del Departamento de La Paz.	TERSA S.A
07/09/2017	Respuesta a información solicitada por TERSA S.A.	Adjunta copia simple del Manifiesto Ambiental para la aplicación del Plan de Prevención y Adecuación Ambiental.	Dr. Luis Revilla Alcalde Municipal de La Paz	Gobernación del Departamento de La Paz.	TERSA S.A
06/11/2018	Observaciones al Manifiesto Ambiental del Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma	La operadora TERSA S.A. remite observaciones al documento remitido y solicita al GAMLP la actualización de la Licencia Ambiental.	Dr. Luis Revilla Alcalde Municipal de La Paz	Gobernación del Departamento de La Paz.	TERSA S.A

Fuente: Elaboración Propia

En este punto, se considera realizar un corte al contenido del Manifiesto Ambiental para presentar algunas consideraciones, en resumen:

A.3.1.3 Tercer Periodo

Este periodo comprende desde la fecha del evento hasta el inicio de la AA el 12 de septiembre de 2019.

A.3.1.3.1 Condiciones Previas Ambientales

A.3.1.3.1.1 Agua: Calidad de Aguas Superficiales, año 2010.

Para determinar estas condiciones (2010) ambientales, el laboratorio empleado para los muestreos y análisis de aguas de la quebrada Alpacoma fue la Unidad de Prevención y Promocion Ambiental del Municipio, y, un profesional independiente. Para la evaluación comparativa de los resultados se aplicó el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH), Anexo A-2, Límites Permisibles para Descargas Líquidas.

Se efectuaron dos muestreos en dos fechas diferentes, junio y agosto de 2010 con diferentes y contradictorios resultados, en la primera campaña, exceden los límites para el DQO, DBO5 y cadmio (Cd), en la segunda campaña, no excede ninguno de los límites de la primera campaña, excepto los coliformes totales y fecales con indicadores ambientales para ese parámetro de 7.500 y 15.000 veces en exceso al límite referencial establecido por el Representante Legal de la AOP-RSNJ (Anexo A-2 RMCH).

Se concluye que la calidad del agua de la quebrada Alpacoma no es apta ningún tipo de uso doméstico, ni recreativo, tampoco para protección de recursos hidrobiológicos, no es apta para riego, ni cría de animales, consumo humano, porque la concentración de coliformes totales y fecales la clasifica como agua de la peor calidad.

Mediante mapas, imágenes satelitales e información topográfica se observa que existe una distancia de 88 metros desde los estanques de almacenamiento de lixiviados hasta la quebrada Alpacoma, lo que representa un claro incumplimiento a la NB 757 respecto a la distancia mínima que debe tener un relleno sanitario respecto a un cuerpo de agua.

En el MA no se informa sobre colecta y resultados de análisis de muestras de aguas subterráneas, este aspecto es considerado como una medida de adecuación dentro del PAA – PASA, pero sin contar con una Línea Base Ambiental que pudo ser referente imprescindible y elemento comparativo para futuras evaluaciones.

A.3.1.3.1.2 Aire: Calidad del Aire: Ruido, PST, Partículas Biológicas Viables y Biogás.

A.3.1.3.1.2.1 Biogás, 2010

En el Manifiesto Ambiental (MA) del RSNJ, no informa el laboratorio acreditado o profesional que midió o valoró la información reportada en este documento. Se evaluaron las concentraciones del biogás en la Zona E (Emergencia) y M (Macrocelda) en operación, sin mayor descripción.

Para evaluar los resultados de la concentración de los componentes del biogás en la Zona E se emplean promedios indicándose que el metano tiene 8.44%, dióxido de carbono 8% y O_2 15.2% en los captadores 12, 13, 14, 19 y 21. Mientras que en la Zona M el metano tiene 10.2%, dióxido de carbono 7.5% y O_2 13.7% en los captadores 1, 14 y 15.

A.3.1.3.1.2.2 Ruido, año 2010

El ruido fue evaluado en la Zonas Celdas (1, 2, 3 y 4), sector Norte: Oficinas TERSA y gruta con un valor estable de ruido equivalente a 50.7 dBA, en sector Oeste: Depósito de "queques" con valor fluctuante de 40.8 dBA, en el sector Este: Macrocelda de Emergencia con un valor estable de 42.2 dBA y en el sector Sur: PTL con un valor fluctuante de 55 dBA. Los cuatro niveles sonoros en los cuatro puntos cardinales del RSNJ se encuentran dentro del Límite Permisibles de 68 dBA (admisible con una variación mayor al 10%) Anexo 6 del Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA).

A.3.1.3.1.2.3 Partículas Suspendidas Totales (PST), año 2010

La evaluación de la calidad del aire se efectuó por medio de la medición de las Partículas Suspendidas Totales (PST) el 24 de julio de 2010. El resultado reportado fue de 238 µg/m^3, valor sin exceso al límite permisible de 260 µg/m^3 medido en 24 horas. No se incluye el dato de ubicación del punto de muestreo, lo que reduce la representatividad de la medición.

A.3.1.3.1.2.4 Partículas Biológicas Viables, año 2010

La medición de Partículas Biológicas Viables (PBV) llevada a cabo el 24 de julio de 2010, estableció la calidad del aire se encontraba impactada con grado de contaminación de bacterias (recuento total) y hongos en los niveles siguientes:

Tabla A-6 Partículas Biológicas Viables

LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	SECTOR	UFC/m^3	CONDICION
Recuento Total	Báscula	1120	Contaminado
Hongos		860	Contaminado
Estafilococos		0	Sin observación

Fuente: Manifiesto Ambiental del RSNJ, 2010

Para determinar la condición ambiental o de impacto ambiental de la calidad del aire por este parámetro, se empleó la Escala de Pierre Boutin con Unidades Formadoras de Colonias por metro cúbico (UFC/m^3), en el nivel de 801 a 2500 que tiene una calificación de Contaminado[2].

Esta parte de evaluación de condiciones previas ambientales del Manifiesto Ambiental (2010), representa un punto intermedio del segundo periodo que será complementado con las condiciones previas ambientales de los Informes de Monitoreo Anual (IMA's).

En el Manifiesto Ambiental se evaluaron las condiciones base (resultados analíticos) solo de dos factores ambientales: las aguas superficiales (no subterráneas) y la calidad del aire para los parámetros de ruido, partículas suspendidas totales, biológicas viables y biogás. Por ejemplo, no se cuenta con una línea base de la calidad de los suelos.

A.3.1.4 Condiciones Previas Informes de Monitoreo Anual (IMA´s)

A.3.1.4.1 Agua: Calidad de Aguas Superficiales, años 2010-2018

Los resultados de análisis químicos sistematizados desde el año 2010 al 2018 con información de los IMA's para aguas superficiales en el área del RSNJ, permiten la siguiente evaluación de los diferentes parámetros analizados respecto a los Límites Permisibles establecidos en el Anexo A-1 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (R.M.C.H.).

[2] Fuente: Bacterial Atmospheric Contamination in Wastewater Treatment Plants, Boutin M. Torre J. Moline E Bolssinot. Advances in Aerobiology 1987

Las aguas superficiales que fluyen por la actual quebrada Alpacoma corresponden a aguas residuales provenientes de la ciudad de El Alto, como fueron denominadas al identificar el punto de monitoreo RA-50.

Se presenta la evaluación para los dos puntos de muestreo:

- **(RA-50) Muestra tomada a 50 m antes del punto de encuentro de las aguas residuales de Alpacoma y quebrada natural al oeste del relleno sanitario.**

Una vez realizada la comparación con los límites permisibles referenciales se obtienen los indicadores de calidad hídrica de los parámetros analizados en el periodo indicado por la AOP:

Tabla A-7 Indicadores de calidad hídrica Qda Alpacoma RA-50

N°	Parámetro de Muestreo	Concentración (mg/l)	Límite Permisible Clase D	Indicador de calidad
1	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	137.763,3	60(1)	2.296,05
2	Aceites y Grasas	10.1	1	10,10
3	DBO_5	64.1	30	2,14
4	DQO	120.1	60	2,00
5	Amonio	38.3	4	9,82
6	Fósforo Total	1.4	0.326	4,30
7	Colifecales	1.1E+07	50.000	220,00
8	Arsénico	0.12	0.1	1,20
9	Cadmio	0.02	0,005	4,00
10	Hierro	10.02	1	10,02
11	Plomo	0.1018	0.1	1,018

Fuente: Elaboración propia conbase en información de IMA's 2010-2018 RSNJ

Los parámetros que se encuentran dentro de los límites permisibles son: Conductividad, Dureza Total, Alcalinidad Total, $CO_3^{=}$, $SO_4^{=}$, Cl^-, NO_3^-, NO_2^-, CN^-, $S^{=}$, Ca, Mg, Cr^{+3}, Cu, Hg y Zn para la Clase D, según Anexo A-1 del RMCH. La conductividad, dureza total, alcalinidad total y carbonatos no tienen Límites Permisibles en el Anexo A-1. El pH con un valor de 8 se encuentra dentro de la escala de su Límite Permisible de 6 a 9.

La segunda muestra de agua superficial corresponde a la descripción del punto de muestreo:

- **(RA+100) Muestra tomada a 100 m después del punto de encuentro de las aguas con quebrada natural al este del relleno sanitario.**

Las concentraciones de parámetros analizados que exceden cada uno sus Límites Permisibles referenciales se muestran en la Tabla A-8:

Tabla A-8 Indicadores de calidad hídrica Qda. Alpacoma RA+100

N°	Parámetro de Muestreo	Concentración (mg/l)	Límite Permisible Clase D	Indicador de calidad
1	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	131.237,7	60(1)	2.187,30
2	Aceites y Grasas	10	1	10,00
3	DBO_5	63.2	30	2,11
4	DQO	131.6	60	2,20
5	Amonio	38.9	4	9,72
6	Fósforo Total	1.5	0.326	4,60
7	Colifecales	1.1E+07	50.000	220,00
8	Arsénico	0.12	0.1	1,20
9	Cadmio	0.02	0,005	4,00
10	Hierro	5.648	1	5,648
11	Plomo	0.107	0.1	1,07

Fuente: Elaboración propia en base a información de IMA's 2010-2018 RSNJ

Las concentraciones de aguas superficiales de la quebrada Alpacoma en RA+100 como la Conductividad, Dureza Total, Alcalinidad Total, $CO_3^{=}$, $SO_4^{=}$, Cl^-, NO_3^-, NO_2^-, CN^-, $S^{=}$, Ca, Mg, Cr^{+3}, Cu. Hg y Zn, tomada 100 m después del punto de encuentro de las aguas con quebrada natural al este del relleno sanitario, se encuentran dentro los límites permisibles para la Clase D, según Anexo A-1 del RMCH. La conductividad, dureza total, alcalinidad total y carbonatos no tienen Límites Permisibles en el Anexo A-1. El pH con un valor de 7.9 se encuentra dentro de la escala de su Límite Permisible de 6 a 9.

A.3.1.4.2 Calidad de Aguas Subterráneas, años 2010-2018

Los indicadores de calidad de las aguas subterráneas de parámetros analizados en laboratorio exceden cada uno sus Límite Permisibles referenciales del RMCH, Anexo A-2 se muestran en la Tabla A-9 para aguas subterráneas como sigue:

Tabla A-9 Indicadores de calidad hídrica agua subterránea

N°	Parámetro de Muestreo	Concentración (mg/l)	Límite Permisible Anexo A-2	Valor Relativo
1	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	62,4	60	**1.04**
2	DBO_5	512,7	80	**6,40**
3	DQO	1.325,4	250	**5,30**
4	Amonio	46.1	4	**11,52**
5	Colifecales	1.1E+07	1.000	**11.000,00**
6	Hierro	2,04	0.5	**4,08**

Fuente: Elaboración propia con base en información de IMA's 2010-2018 RSNJ. ELP, Exceso a Límite Permisible

Las concentraciones de aguas subterráneas del RSNJ para un solo punto de muestreo como la Conductividad, Dureza Total, Alcalinidad Total, A&G, $CO_3^{=}$, $SO_4^{=}$, Cl^-, NO_3^-, NO_2^-, CN^-, $S^{=}$, Ca, Mg, Cr^{+3}, Cu, Hg, Zn, As, Cd, Pb, P, se encuentran dentro los límites permisibles del Anexo A-2 del RMCH, con inicio de los A&G en 10, y siguiendo con el cianuro con 0,2, 2, 1.0, 1.0, 1.0, 0,002, 3, 0,5, 0,15, 0,3 y 0.326 mg/l, respectivamente, cumplen con lo establecido en el Anexo A–2 del R.M.C.H. La conductividad, dureza total, alcalinidad total, carbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos, nitritos, calcio, magnesio y fósforo no tienen Límites Permisibles en el Anexo A-2. El pH con un valor de 8 se encuentra dentro de la escala de su Límite Permisible de 6 a 9.

De los resultados generados en IMA II-2010 a IMA I-2016 no existe variación significativa en la calidad de aguas subterráneas, sin embargo, a partir del IMA II-2016 los valores de amonio, cloruros, nitratos, sulfatos, DBO_5, DQO, Zn, Pb y Cd, entre otros y considerando algunas variaciones, se incrementan significativamente, en relación a los valores obtenidos con anterioridad. De igual manera, se puede señalar que las aguas subterráneas están siendo afectadas de alguna manera por el lixiviado, dada la explicación anterior, una de las recomendaciones en el IMA II-2016 expresa otorgar mejores condiciones a la actividad de elaboración de queques (sin cumplimiento a la fecha) que evite el arrastre de contaminantes presentes en el lixiviado, con el cual se elaboran, no especifica identificar la causa del incremento de los valores en los parámetros que reducen la calidad de aguas subterráneas, los cuales demuestran la presencia de metales pesados, no atribuible únicamente a posibles descargas de aguas residuales domésticas. Manteniendo a partir del segundo semestre del año 2016 un claro aporte de contaminantes al factor hídrico subterráneo demostrado, de conocimiento por la entidad auditada y la AACD.

De igual manera lo establecido en el manual de operaciones no desarrolla la condición de tratar el lixiviado excedente mediante la conformación de queques. El anexo 15 del MA expresa que la Fase I tratará 80m3/día, sin embargo, en su nota de 08 de marzo de 2019 con CITE: TERSA/GG/116/2019 remite el Proyecto Sistema Integral de Captación y Conducción de Lixiviados, en su tabla 1 expresa un

tratamiento de 32.6 m3/día y un 70,72 m3/día destinado a la mezcla para elaboración de queques (prom. datos año 2018).

Para esta evaluación se consideró también, el reporte referido al trabajo de elaboración de queques, en su nota con CITE: TERSA/GG/045/2018, donde expresa: "*Inicialmente este material se fue almacenando en la parte superior de la curva N° 8 interna el cual fue denominado banco de queques; material dispuesto en el sector, para ser utilizado en la cobertura de residuos, ampliación de caminos, estabilización de muros y otras utilidades convenientes dentro del RSNJ. De esta manera, se utilizó este material para rellenar cárcavas profundas que se encontraban en diferentes sectores del predio…",*" … *se utilizó una gran cantidad de queques secos para estabilizar estos sectores y poder aprovechar el terreno de acuerdo al proyecto. Cabe destacar que estos trabajos de gran envergadura siempre fueron coordinados con la Supervisión de SIREMU.*

Dada la cantidad generada de este material, el área inicial destinada para el almacenamiento, se vio saturada y rebasada a la altura de la curva N° 12 interna; en este sentido, considerando que dentro del predio ya no se contaba ni se cuenta con más áreas para el almacenamiento de este material, ***a principios de la gestión 2016 se coordinó con la Supervisión de SIREMU****, realizar la descarga y almacenamiento de queques frescos, en la quebrada oeste, parte baja de la curva N° 7 interna; quebrada situada fuera de los límites de propiedad y que ponía en riesgo la estabilidad del RSNJ; motivo por el cual de manera conjunta entre SIREMU y TERSA, se determinó descargar este material en dicho sector …"*

El relato anterior, implica una actividad que se extendió más allá de una utilización como elemento de cobertura diaria e intermedia, no solo es responsable del incremento de valores químicos de resultados en el agua subterránea (basado en la comparación de IMA's 2010 a 2018, ver Tabla A-10 y gráficos desde Gráfico A-1 hasta Gráfico A-7) que demuestran la existencia de metales pesados, también al ser dispuestos sobre una quebrada, son arrastrados e infiltrados hacia el cuerpo de agua más cercano, al ser sometidos directamente a las condiciones climáticas.

Tabla A-10 Comportamiento de los parámetros evaluados en aguas subterráneas
(Según resultados de análisis IMA's 2010 a 2018)

		IMA II-2010	IMA I-2011	IMA II-2011	IMA I-2012	IMA II-2012	IMA I-2013	IMA II-2013	IMA I-2014	IMA II-2014	IMA I-2015	IMA II-2015	IMA I-2016	IMA II-2016	IMA I-2017	IMA II-2017	IMA I-2018	IMA II-2018
		25/11/2010	23/06/2011	24/11/2011	12/07/2012	Sin dato	02/07/2013	02/02/2014	22/07/2014	23/11/2014	19/06/2015	21/11/2015	20/06/2016	18/02/2017	25/06/2017	18/11/2017	16/06/2018	16/11/2018
Parametro	Unidad	Muestra ASUB	Muestra RAL-50	Muestra SUB - 2	Muestra NVA - 01	Muestra NVA - 01	Muestra VV-113	Muestra NJV-01	Muestra VV-14	Muestra VV-24	Muestra VV-15	Muestra VV-215	Muestra VV-116	Muestra VV-116	Muestra VV-117	Muestra VV-217	Muestra VV-118	Muestra VV-218
p H		7,7	7,8	8,2	7,7	7,6	7,7	7,7	9	8,2	7,6	9,6	7,6	7,8	7,5	7,9	7,6	8,3
Conductividad	µS/cm	6820	5055	5800	6010	5920	6080	6070	6190	5210	5810	5050	5520	8150	7330	7490	7550	14880
Sólidos suspendidos	mg/l			69	23	30	18	15	126	264	27	21	24	117	71	8,5	27	95
Dureza total	mg CaCO3/l			532	559	519	494	483	450	106	475	127	508	454	2476	456	405	218
Aceites y grasas	mg/l			<10	<10	<10	<10	<10		<10	<10	12	<10	<10	10	<10	<10	<10
Alcalinidad total	mg CaCo3/l			3422	4627	2871	2960	3436		3231	3344	2076	2550	4500	4000	4500	3850	8188
Carbonato	mg/l			232	232		2549	<3,0		151	<3,0	32	<3,0	<3,0	4000	<3,0	<3,0	<3,0
DBO5	mg/l	82	11	11	33	24	7,7	5	17	11	61	81	79	2630	1522	2028	1842	272
DQO	mg/l	162	31	28	107	30	36	18	21	141	113	103	94	5921	2476	5833	6654	757
Sulfatos	mg/l	658,65	266	449	271	319	<1,0	<1,0	245	490	305	6,8	297	8,6	2	<1,0	117	18
Cloruros	mg/l	16,24	208	250	224	242	246	270	280	15	225	194	227	499	436	47	545	1543
Nitratos	mg N - NO/l	4,05	0,99	377	< 0,30	1,6	0,51	1,1	4,1	<0,30	2,8	0,35	0,34	57	26	63	25	40
Nitritos	mg N - NO2/l	<0,01	<0,010	0,47	< 0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30				
Cianuro libre	mg/l			<0,0096	<0,0096	<0,0096	<0,0096	<0,0096		<0,0096	<0,0096	<0,0096	<0,0096	<0,0096	0,018	0,05	<0,0096	<0,0096
Amonio	mg N - NH4/l	5,99	5,6	3,2	4	0,57	2,3	4	1,1	5,4	5,8	10	4,1	109	46	41	33	503
Fósforo total	mg P-PO4 / l	0,52	< 0,040	<0,040	0,037	0,064	<0,040	<0,040	<0,040	0,64	0,14	0,54	0,11	0,071	0,55	0,39	0,25	1,9
Sulfuros	mg/l			<0,30	<0,30	319	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Colifecales	NMP/100 ml		<2,0	40	< 0,2	<2,0	<2,0	<0,2	4,3E+02	2,0E+02	4,6E+03	4,6E+05	7,5E+04	90	2,4E+02	7,5E+02	1,5E+04	1,5E+06
Calcio	mg/l	40,08	36	35	37	40	36	37	12	9,5	29	23	42	51	35	38	23	44
Magnesio	mg/l	114,21	99	109	113	102	98	95	102	40	97	17	96	79	86	88	84	26
Arsenico	mg/l			<0,0010	0,021		0,021	<0,0010	0,087	<0,0010	0,2	<0,0010	<0,0010	0,13	0,16	0,13	0,12	0,21
Cadmio	mg/l		<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	0,088	<0,020	<0,020	0,025	<0,020
Cromo +3	mg/l		<0,050	< 0,050	< 0,050	<0,050	0,13	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,37	0,087	0,12	0,13
Cobre	mg/l	<0,05	< 0,084	<0,084	<0,084	<0,084	<0,084	<0,084	<0,084	<0,084	<0,084	<0,084	<0,084	<0,084	<0,084	0,1	<0,084	<0,084
Hierro	mg/l	11,2	< 0,050	<0,050	0,18	0,13	0,4	0,68	0,1	0,076	0,48	5,4	<0,050	5	1,5	1,1	2,7	5,5
Mercurio	mg/l		< 0,0002	< 0,00020	< 0,00020	<0,00020	< 0,00020	< 0,00020	< 0,00020	< 0,00020	< 0,00020	< 0,00020	< 0,00020	< 0,00020	< 0,00020	0,00046	< 0,00020	< 0,00020
Plomo	mg/l		< 0,050	< 0,050	0,088	<0,050	0,078	<0,050	0,074	<0,005	<0,005	<0,005	0,17	<0,050	1,2	<0,050	<0,050	0,097
Zinc	mg/l	<0,05	0,038	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038	<0,038	0,18	<0,038	0,34	0,15	0,18	0,14	0,35
Sodio	mg/l		1062															

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de laboratorio de IMA's 2010-2018, RSNJ

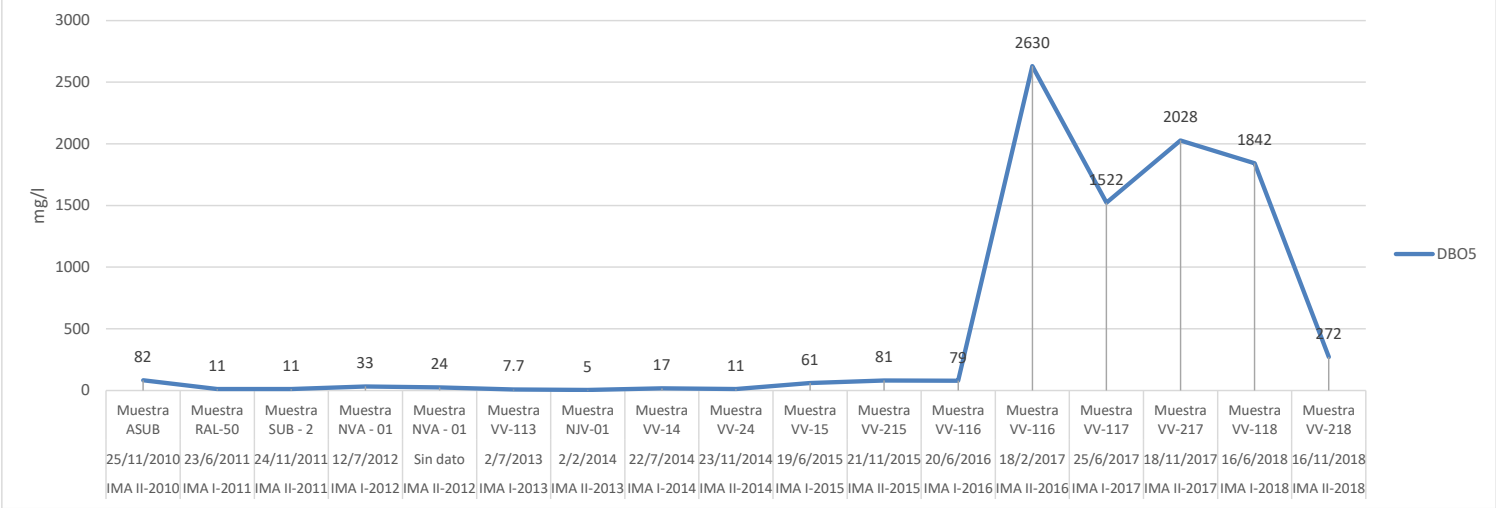


Gráfico A-1 Comportamiento de DBO_5 según IMAs

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de laboratorio de IMA's 2010-2018, RSNJ

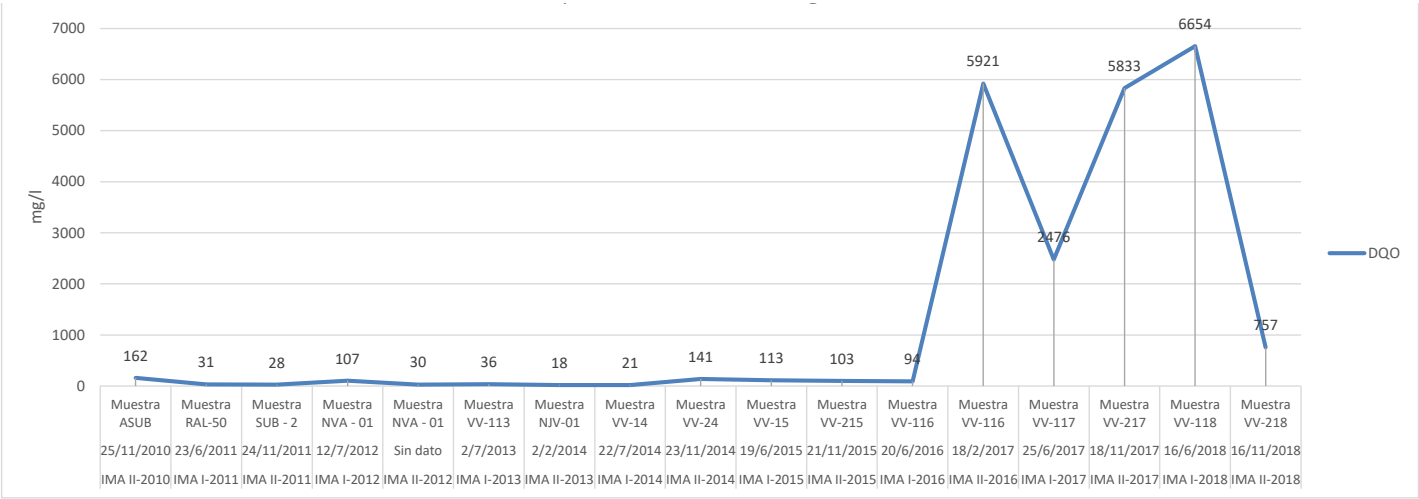


Gráfico A-2 Comportamiento de DQO según IMAs

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de laboratorio de IMA's 2010-2018

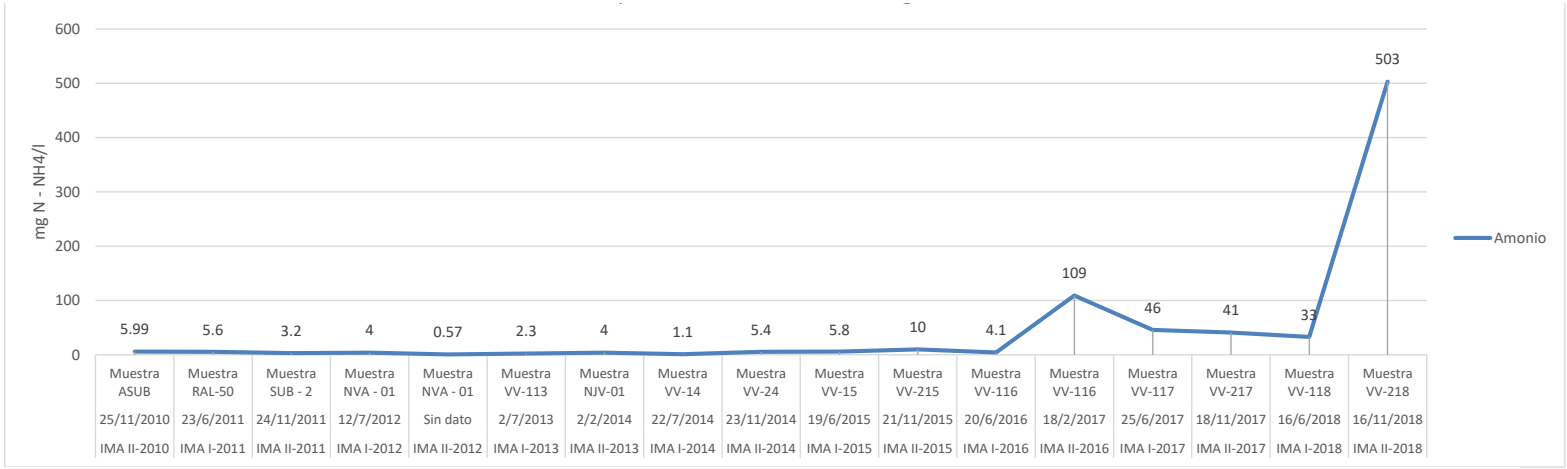


Gráfico A-3 Comportamiento del Amonio según IMAs
Fuente: Elaboración propia en base a resultados de laboratorio de IMA's 2010-2018, RSNJ

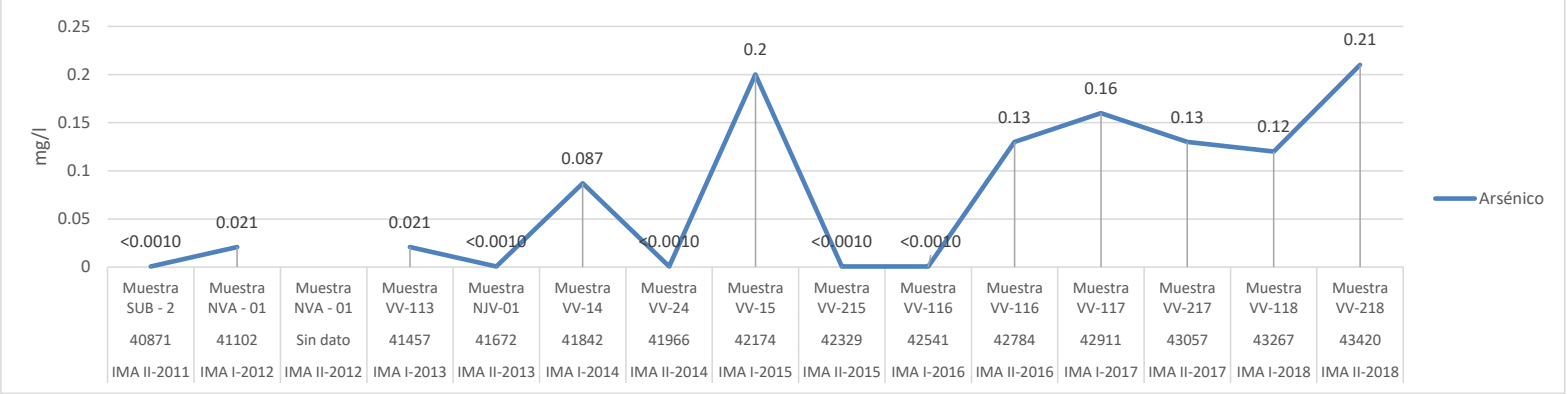


Gráfico A-4 Comportamiento del Arsénico según IMAs
Fuente: Elaboración propia en base a resultados de laboratorio de IMA's 2010-2018, RSNJ

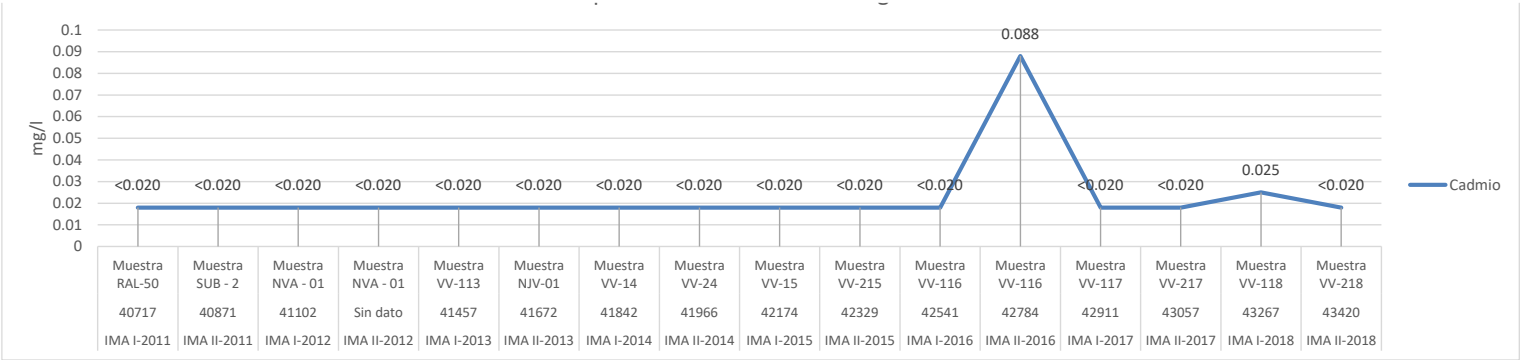


Gráfico A-5 Comportamiento del Cadmio según IMAs
Fuente: Elaboración propia en base a resultados de laboratorio de IMA's 2010-2018, RSNJ

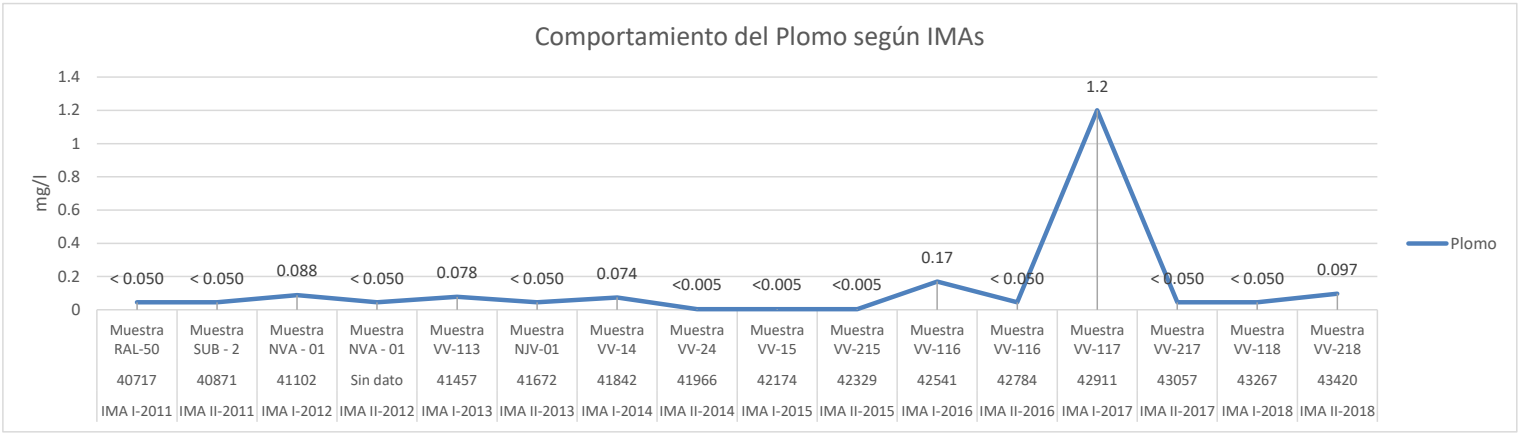


Gráfico A-6 Comportamiento del Plomo según IMAs
Fuente: Elaboración propia en base a resultados de laboratorio de IMA's 2010-2018, RSNJ

Gráfico A-7 Comportamiento del Zinc según IMAs
Fuente: Elaboración propia en base a resultados de laboratorio de IMA's 2010-2018, RSNJ

AA ALPA 80

A.3.1.4.2.1 Lixiviado

En IMA 2018-I, los resultados de laboratorio de la muestra EAN-118 (Estanque anaerobio) expresa las siguientes concentraciones para lixiviados: conductividad con 35300 µS/cm, DBO_5 con 35617 mg/l, DQO con 86269 mg/l, cloruros con 2360 mg/l, amonio con 2560 mg N - NH4/l, calcio con 679 mg/l y magnesio 247 mg/l; respecto a la muestra CLA-118 (Clarificador): Conductividad con 3660 µS/cm, DBO5 con 17061 mg/l, DQO con 70973 mg/l, cloruros con 417 mg/l, amonio con 68 mg N - NH4/l, calcio con 10 mg/l y magnesio 14 mg/l.

En IMA 2018-II se reportan muestras pertenecientes al estanque aerobio AE-218: Conductividad con 30900 µS/cm; DBO_5 con 906 mg/l, DQO con 4046 mg/l, sulfatos con 23 mg/l, cloruros 2949 mg/l, amonio 92 mg/l; la muestra tomada en el estanque geomembrana 1 EG1-2018: 41800 µS/cm, DBO5 con 3246 mg/l, DQO con 39617 mg/l, sulfatos con 371 mg/l, cloruros 3222 mg/l, amonio 200 mg/l.

Se concluye que existe una diferencia considerable entre los valores de concentración del lixiviado que es almacenado o acumulado en estanques proveniente del RSNJ, la selección de los puntos de muestreo de entrada son adecuados para establecer la carga contaminante del lixiviado fresco y almacenado, sin embargo, la calidad de salida del lixiviado después de ser tratado en la Planta de Tratamiento del Lixiviado no fue análizada, este hecho no permite realizar una medición que demuestre la etapa de biodegradabilidad de los residuos o la eficiencia del sistema de tratamiento.

A.3.1.4.3 Aire: Ruido, años 2010 – 2018

La sistematización de la intensidad del ruido ambiental entre las gestiones de 2010 a 2018, fue evaluada y en resumen se presenta los valores promedio para el periodo indicado. Su evaluación comparativa con el límite permisible de emisión de ruido concluye en que, ninguna de las mediciones exceden el valor referencial de 68 dBA para los cuatro puntos cardinales de las cuatro zonas celdas Norte: oficinas TERSA y gruta con un valor de 51.96 dBA; Oeste: depósito de queques, ruido fluctuante con un valor de 53.57; Este: extremo de la Macrocelda de Emergencia con un valor estable de 55.08 dBA y Sur: Planta de Tratamiento de Lixiviados con un valor fluctuante de 54.21 dBA que sostienen la calidad del aire por ruido ambiental.

Los monitoreos de ruido otorgan un valor de referencia que corrobora la inexistencia de alteración de la calidad atmosférica por la presencia de la actividad sobre unidades colindantes, considérese el requerimiento de la NB 757 referido a la distancia minima del sitio de emplazamiento respecto al límite de la mancha urbana, por esta razón, no representan un indicador de evaluación del impacto identificado en la calidad del aire según Anexos A y B del formulario MA y Anexo 1 del documento.

La información disponible no reporta mediciones de ruido ocupacional que respondan a este requerimiento y que permitan evaluar la efectividad de la medida de adecuación propuesta referida a la dotación de protectores auditivos.

A.3.1.4.3.1 Partículas Suspendidas Totales (PST) y Partículas Menores a 10 Micrones (PM10)
(Años 2010 – 2018)

En los IMA´s la evaluación de la calidad del aire en el RSNJ para Partículas Suspendidas Totales (PST) se llevó a cabo desde el segundo semestre de 2010 hasta el segundo semestre del año 2018, en ese periodo se reportó un exceso al límite permisible de 260 µg/m^3 con un valor de 268.33 µg/m^3.

La evaluación de las Partículas Menores a 10 Micrones (PM10) se realizó del primer semestre del año 2012 hasta el segundo periodo del año 2018, en ninguno de esos periodos semestrales se excedió el límite permisible referencial de 150 µg/m^3.

A.3.1.4.3.2 Partículas Biológicas Viables, años 2010 – 2018

El resultado de la evaluación de los datos obtenidos en la Línea Base Ambiental es explicado a partir del siguiente gráfico:

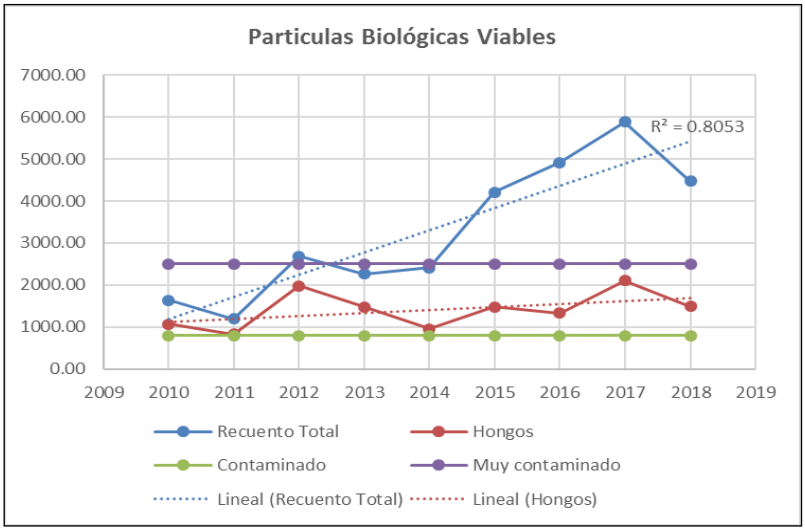


Gráfico A-8 Partículas Biológicas Viables
Fuente: Elaboración propia. Los Álamos IC SRL.

El Recuento total de partículas biológicas viables (PBV) tiene una tendencia de incremento en el tiempo, debido a la línea de tendencia con un índice de correlación del 80%, debido a que la calidad del aire del RNSJ está calificada como Muy contaminada.

Por su parte, la proliferación de los hongos en tendencia histórica desde el 2010 al 2018, se encuentra entre Contaminado a Muy Contaminado con la probabilidad de que se mantenga con ese comportamiento.

A.3.1.4.3.3 Gases de combustión

La información disponible para respaldar el mantenimiento preventivo de maquinaria y de esta manera reducir la emisión de gases contaminantes, se basa en la presentación de Certificados de Control de Opacidad de mediciones realizadas en fechas 13, 14 y 16 de noviembre de 2018, para volquetas, camiones, retroexcavadora, pala cargadora, camionetas, excavadora y compactadoras, con resultado final Aprobado.

No se observa mayor respaldo sobre la medición de opacidad en maquinaria en el periodo 2010 a 2018 (primer semestre), que permite cumplir la frecuencia de monitoreo semestral descrita en Anexo C y Anexo 1, PASA.

A.3.1.4.3.4 Biogás, años 2010 - 2018

La evaluación de la generación de biogás en el RSNJ para el periodo indicado, se encuentra en su fase metanogénica, ya que la operación en Alpacoma comenzó en el año 2004. Las gestiones 2010 al 2014 se hicieron mediciones, dos veces en las zonas E, M1 y M2 con valores promedio de 9,5% de CH_4; 6.7% de CO_2 y O_2 con 15.45%. Mediciones (2012) en las zonas MC4 - MC2 con valores promedio reportados

de 6.4% de CH_4; 4.1% de CO_2 y O_2 con 17.5%, otras (2013) en las zonas MC 1, 2 y 4 con valores reportados de 9.1% de CH_4; 5.7% de CO_2 y O_2 con 15.6%, y, el 2014 en las MC 1, 2 y 3 con valores reportados de 11.0% de CH_4; 6.6% de CO_2 y O_2 con 15.6%.

A partir del año 2015 hasta el año 2018 se hicieron mediciones en las MC 1, 3 y 4, reportándose resultados promedio de 9.13% de CH_4; 6.42% de CO_2 y O_2 con 15.45%. El resto del porcentaje que considerado como Balance que agrupa a los componentes del biogás en un valor promedio de 69.0% para el último periodo de 2015 a 2018.

La eficacia de la medida de adecuación propuesta, depende directamente de la eficiencia operativa de los residuos. La disposición, compactación, cobertura y control en la evolución sistemática de los gases generados, permiten implementar un Programa de encendido de captadores, si bien no es una medida óptima de control de contaminantes, al menos se reduce la acción del gas metano como Gas de Efecto Invernadero. Un manejo operativo de residuos inadecuado genera la existencia de emisiones fugitivas, una falta de control en el encendido de captadores y un impacto sinérgico no identificado.

La información referente al inventario de emisiones fugitivas se publica a través de los IMA's II-2010 a II-2018, identificando cada punto con banderolas, el color entre rojo, amarillo, anaranjado y verde está definido por el nivel de explosividad, la existencia de CH_4 se manifiesta en casi todos los puntos a excepción de 6 de un total de 196 puntos evaluados en las MC 1, 2, 3 y 4.

A.3.1.4.4 Suelos: Calidad química de suelos, años 2010 – 2018

La evaluación de la calidad química de los suelos en el período 2010 a 2018, estuvo orientada a una evaluación de tipo agrícola (evaluar la fertilidad de suelos), debido a que elección de los parámetros fueron el nitrógeno total, carbón orgánico, materia orgánica, sodio intercambiable, potasio intercambiable, calcio intercambiable, magnesio intercambiable y acidez intercambiable, este enfoque no permite una valoración de su calidad ya que no existe parámetros o límites permisibles referenciales nacionales.

Entre los resultados reportados en el seguimiento ambiental el pH tiene valores variables para la Muestra A entre 7.2 y 10. La Muestra B tiene valores del pH mínimo y máximo entre 7.3 y 10.

La conductividad eléctrica reportada en los informes de monitoreo para el sector de la Muestra A tiene valor promedio de 2.435 µS/cm, siendo el mínimo 17 µS/cm y el máximo extremo de 24.200 µS/cm. Los niveles reportados para la conductividad eléctrica en la Muestra B como valor promedio son de 1.185 µS/cm, siendo el valor mínimo 237 µS/cm y el máximo con 3.390 µS/cm.

Parte de los suelos fueron regados con lixiviados proveniente de la Planta de Tratamiento de Lixiviado. También se elaboró "queques" con suelo virgen, estos suelos evaluados por su fertilidad. El reporte oficial otorgado por TERSA S.A respecto al movimiento de tierras para la elaboración de queques, permite obtener un cálculo promedio mensual de 149344,15 m^3, demostrando un excedente 24,5 veces mayor al valor otorgado en el punto 3 del formulario de MA, demostrando un impacto no identificado por esta actividad.

Tabla A-11 Muestras A. Resultados de Análisis Químicos de Suelos de los IMA's (sistematizados desde 2010 hasta 2018)

Parámetro	Lugar del muestreo	Planta de tratamiento de lixiviados (PTL 1) Macrocelda	Suelo sector cipreses - 15cm	Talud dorsal Sur - 10m	Área forestal Dorsal este - 10m	Area forestada sector norte	Area regada con lixiviado	Area regada con lixiviado	Area regada con lixiviado	Area regada con lixiviado	Área forestada - Ingreso	Jardinera zona báscula	Área forestada	Jardinera zona báscula	Talud àrea forestada proximo tanque agua vertiente	Suelo virgen	Dorsal Sur	Banco de QUEQUES
	Unidades	**2010-II**	**2011-I**	**2011-II**	**2012-I**	**2012-II**	**2013-I**	**2013-II**	**2014-I**	**2014-II**	**2015-I**	**2015-II**	**2016-I**	**2016-II**	**2017-I**	**2017-II**	2018-I	2018-II
p H	Escala	9.6	9.8	9.8	9.3	9.3	9.2	8.6	10	7.7	9	7.5	7.7	7.2	8.5	10	9.3	9.5
Conductividad	µS /cm	485	401	670	1551	1551	1755	3680	24200	507	684	495	770	1420	1248	440	17	1507
Nitrógeno total	%	0.058		0.20	0.08	0.08		0.12	0.30	0.13								
Carbón orgánico	%	0.28	0.1	0.50			0.17											
Materia orgánica	%	0.48	0.2	0.80	0.65	0.65	0.10	0.69	2.80	2.00	3.70	1.50	2.00	7.00	0.59	0.36	0.16	1.10
Sodio intercambiable	cmolc/kg	2.4	1.9	0.24	7	7	0.29	5.5	5.5	1	3.3	0.86	1.9	3.6	6.1	4.4	0.041	7.1
Potasio intercambiable	cmolc/kg	0.37	0.37	0.54	1.1	1.1	8.2	3.4	55	0.86	1.9	0.35	1.1	2	1.2	0.62	1.5	0.7
Calcio intercambiable	cmolc/kg	10	11	4.3	3.3	3.3	6.5	175	9.3	7.7	7	13	16	17	9.3	1.2	3.7	3.8
Magnesio intercambiable	cmolc/kg	1.8	3.8	7.9	7	7	3.2	2.2	8.5	5.6	5.4	3.6	6.6	5.5	4.4	6.1	5.7	6.7
Acidez intercambiable	cmolc/kg	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050

Fuente: Elaboración propia en base a información de IMA's 2010-2018 RSNJ

Tabla A-12 Muestras B. Resultados de Análisis Químicos de Suelos de los IMA's (sistematizados desde 2010 hasta 2018)

Parámetro	Lugar del muestreo		Suelo sector eucalipto	Área forestada Norte - 10m	forestal Dorsal Sur - 10m	Area forestada regada	forestada sector norte	forestada sector norte	forestada sector norte	forestada sector norte	forestada sector norte	trasero sector báscula	Área forestada	Talud trasero sector báscula	Talud àrea forestada	Banco queques	Talud area corte	Area de corte - CELDA 12
	Unidades	**2010-II**	**2011-1**	**2011-II**	**2012-I**	**2012-II**	**2013-I**	**2013-II**			**2015-I**	**2015-II**	**2016-I**	**2016-II**	**2017-I**	**2017-II**	2018-I	2018-II
p H	Escala	9.3	9.3	10	8.2	9.5	9	8.9	7.5	7.7	8.2	6.9	8.6	7.3	8.9	9	9.5	9.9
Conductividad	µS /cm	980	1322	758	1457	1377	1146	638	320	1972	1490	237	1164	1009	842	3390	1507	540
Nitrógeno total	%	0.09		0.07	0.08	0.062		0.076	0.13	0.11								
Carbón orgánico	%	0.3	8.0	0.32			0.22											
Materia orgánica	%	0.5	14	0.55	0.77	0.68	0.37	0.27	2.2	3.8	5.2	1.3	3.4	6.1	1.2	0.61	1.10	0.84
Sodio intercambiable	cmolc/kg	7	4.1	0.34	3.4	8.6	5.8	2.4	0.41	2.1	6	0.19	3.6	1.9	5	13	7.1	4.4
Potasio intercambiable	cmolc/kg	1.7	1.2	0.43	0.7	0.53	0.6	0.38	0.75	5.6	3.1	0.48	1.5	3	1.2	2.8	0.7	0.14
Calcio intercambiable	cmolc/kg	6.2	10	5.0	19.0	2.7	5.6	12.0	11.0	10.0	9.5	7.4	5.4	18.0	15.0	3.8	3.8	2.6
Magnesio intercambiable	cmolc/kg	14	5.7	5.4	5.1	3.3	4.3	4.5	3.5	4.2	4.8	3.3	4.6	5.2	2.8	6.2	6.7	8.1
Acidez intercambiable	cmolc/kg	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

Fuente: Elaboración propia en base a información de IMA's 2010-2018 RSNJ

A.3.1.4.5 Situación de la vegetación, años 2010 – 2018

La situación de la flora y fauna no fue evaluada según los reportes de los Informes de Monitoreo Ambiental (IMAs). Se realizaron reforestaciones con el fin de otorgar barreras vivas para control de olores, con especies forestales y dar cobertura al suelo con especies rastreras y arbustivas, sin precisión de ubicación y área definida y mantenimiento que demuestren la eficacia de la medida.

La barrera viva fue parcialmente implementada según reporte de IMA's II-2010, II-2011 y I-2012, la ubicación de la plantación descrita no demuestra actualmente la ejecución de la medida. Los Informes de Gestión Mensual de TERSA para los años 2013, 2015 a 2019 describen una atención a la implementación de plantines, abastecimiento de recursos, riego, etc. sin éxito permanente, a pesar de la reposición de plantas, cuidado y riego reportados, otorgando la limitación del desarrollo, a las condiciones climáticas del área. Las sp. elegidas para este fin fueron eucalipto, pino, orejas verdes, acacias, cypres, leucainas, sabila brillantinas, mutu mutu, ligustros, colas verdes. El objeto no tuvo alcance en el control de la emisión de olores y dispersión de PST´s en toda la etapa operativa. Las especies elegidas no responden de manera exclusiva a la exigencia de conformar una barrera forestal.

Cabe resaltar que las vías internas fueron regadas con agua tratada de la PTL (según Manual de Operaciones e IGM 10/2018) y el área de amortiguamiento no es definido con claridad. Además, la existencia de plantas nativas en el área de influencia indirecta, mantienen su presencia con las mismas condiciones climáticas, sin mantenimiento permanente.

Estos aspectos son indicadores de la eficiencia operativa de la PTL y las actividades complementarias.

A.3.1.4.6 Situación del factor fauna, años 2010 – 2018

La Fauna no fue evaluada según los reportes de los Informes de Monitoreo Ambiental (IMAs). No se encuentra información que controle la existencia de animales al interior del relleno. La legislación ambiental no obliga la evaluación de este factor, su redacción considera que los factores abióticos no sean modificados en la vida operativa de la AOP.

A.3.1.4.7 Social: Situación socioeconómica del área, años 2010 – 2018

La situación de este factor no fue evaluada según los reportes de los Informes de Monitoreo Ambiental (IMAs).

A.3.1.4.8 Puntos de Monitoreo Ambiental – Informes de Monitoreo Ambiental 2010 – 2018

Con información informada por el GAMLP a la AACN, se presenta los puntos referenciales de ubicación de cada uno de los factores monitoreados durante las gestiones 2010 al 2018 en los Informes de Monitoreo Ambiental (IMA's).

Algunos puntos de monitoreo no cuentan con datos georeferenciados, debido a la variabilidad de la toma de muestras para los factores de suelo y la calidad del aire (olor).

Para identificar los puntos de monitoreo se respeto la codificación presentada y aprobada en el Manifiesto Ambiental, añadiendo un número adicional, por la cantidad de puntos colectados.

Tabla A-13 Puntos de Monitoreo 2010 - 2018

Código	Factor	Coordenadas UTM	Descripción	Observaciones
AG003-SUP-01	AGUA SUPERFICIAL	593034 m E 8168761 m S	Muestra tomada a 50 m antes del punto de encuentro de las aguas con quebrada natural del relleno sanitario	En los IMA's de la gestión 2011 al 2018 muestran que durante estas gestiones realizaron la toma de muestras en dos puntos específicos sin variación de coordenadas. Realizando la toma de muestras en 4 puntos de muestreo por gestión.
AG003-SUP-02		593127 m E 8168686 m S	Muestra tomada a 100 m después del punto de encuentro de las aguas con quebrada natural del relleno sanitario	
AG003-SUB-01	AGUA SUBTERRÁNEA	593082 m E 8168826 m S	El punto de control elegido se debe a que debido a pendiente del terreno e instalaciones del relleno sanitario. Cámara de inspección PTL -quebrada abajo PTL	Se realizó el muestreo en un punto específico sin variación del lugar. El monitoreo de aguas subterráneas se realizaba 2 veces por años en el mismo punto de muestreo. Este punto se lo verifica desde el año 2010 hasta el primer periodo del 2018.
AG003-SUB-02		593116 E 8168704 S	Cauce quebrado Alpacoma, 100 m después	Sin embargo, durante el segundo periodo de 2018 se observó el cambio del punto de muestreo.
AG001-LIX-01	LIXIVIADO	593137 E 8168929 S	Estanque tratamiento anaeróbico	A lo largo de los monitoreos los puntos de muestreo que se tomaron en su mayoría fue en los estanques tratamiento anaeróbico y aeróbico, además, del clarificador. Otros puntos de muestreo que se tomó en cuenta fueron: Estanque de geomembrana 1, 5 y 6, MC 1 al 3, además, que se tomaban puntos antes del ingreso al estanque de almacenamiento
AG001-LIX-02		593119 E 8168805 S	Estanque tratamiento aeróbico	
AG001-LIX-03		583126 E 8169006 S	Clarificador	
SU001-01	SUELO	No se tiene coordenadas	Muestra de subsuelo de contacto inferior, de área de forestación en talud superior de Planta de Tratamiento de Lixiviados	Previo a la gestión 2015 no se tenía el dato de las coordenadas
SU001-02		No se tiene coordenadas	Muestra de suelo de área forestal recientemente implementada en la Planta de Tratamiento de Lixiviados, que funciona a modo de biofiltro	
SU001-03		593137 E 8168929 S	Muestra de suelo de área verde conformada en la margen izquierda del camino de ingreso, entre la puerta principal y la caseta de seguridad.	A partir de la gestión 2015 se presentaron las coordenadas de los puntos de muestreo Los puntos de muestreo no se realizaron en un lugar en específico. A lo largo de los monitoreos los puntos

Código	Factor	Coordenadas UTM	Descripción	Observaciones
SU001-04		593134 E 8168812 S	Muestra de suelo de área forestal ubicada en talud norte de la puerta de ingreso, en la margen derecha superior, colindante con la alambrada.	de muestreo se realizaron mayormente en los sectores de vegetación del RSNJ
SU001-05		593052 E 8169655 S	Suelo de área verde conformada la margen izquierda del camino de ingreso, frente a báscula	
SU001-06		593037 E 8169679 S	Suelo de área verde ubicada en talud posterior a la báscula.	
SU001-07		593139 E 8169814 S	Suelo de área verde conformada en la margen izquierda del camino de ingreso, talud superior. Talud superior área forestada noreste	
SU001-08		593098 E 8169854 S	Suelo de área verde conformada en la margen izquierda del camino de ingreso, talud superior.	
SU001-09		593068 E 8169762 S	Suelo de área reforestada quebrada próximo tanque de agua de vertiente	
SU001-10		593254 E 8169557 S	Suelo inalterado obtenida de banco de tierra ubicada en parte superior de la celda 11.	Además de los puntos de muestreo que se realizaron en suelos naturales
SU001-11		593082 E 8169294 S	Suelo natural puesto en contacto con lixiviado fresco para la elaboración de "queques".	
SU001-12		593305 E 8169018 S	Suelo inalterado obtenido de la Dorsal Sur	
SU001-13		593244 E 8169599 S	Suelo natural obtenido de área de preparación de celda 12	
SU001-14		593299 E 8169544 S	Muestra de suelo natural obtenido de área de preparación de **CELDA 2**	
SU001-15		592817 E 8169225 S	Banco de "QUEQUES"	Solo se tomó una vez como punto de monitoreo de suelos
AI003-PST-PVB-01	AIRE (PST y VIABLES)	592993 E 8169652 S	Oficinas	A lo largo de los monitoreos los puntos de muestreo se realizaron en su mayoría en el área de las oficinas del RSNJ
AI003-PST-PVB-02		593163 E 8169449 S	Taller mecánico	Otro punto donde se realizaron los monitoreos de aire fue en el taller mecánico
AI001-OL-01	OLORES	Sin datos	Pozo mezcla	Los puntos de muestreo más representativo donde se realizaron la toma de muestras fue en el pozo mezcla, estanque aeróbico, estanque anaeróbico y el banco de queques. Entre otros puntos de muestreo que se tomó en cuenta fueron: Estanques EG-2, EG-3, EG-5 y EG-6, estanque EG-AN, estanque de rechazo, Macrocelda 2 y 3, chimeneas 40,34 y grieta en el farallón.
AI001-OL-02		Sin datos	Estanque anaeróbico	
AI001-OL-03		593134 E 8168812 S	Estanque aeróbico	
AI001-OL-04		593173 E 8169252 S	Banco de "Queques"	
AI001-OL-05		593435 E 8169265 S	Emisión fugitiva 6 borde macrocelda 3	

Código	Factor	Coordenadas UTM	Descripción	Observaciones
R001-01	RUIDO	593000 E 8169672 S	Sector NORTE Plataforma Oficinas TERSA y gruta	Estos puntos de muestreo se lo tomo como puntos específicos hasta la gestión 2018.
R001-02		593179 E 8168735 S	Sector OESTE Depósito de "queques"	
R001-03		593459 E 8169147 S	Sector ESTE Extremo Macrocelda Emergencia	
R001-04		592850 E 8169271 S	Sector SUR Límite Planta de Tratamiento de Lixiviados	

Fuente: Elaboración Propia

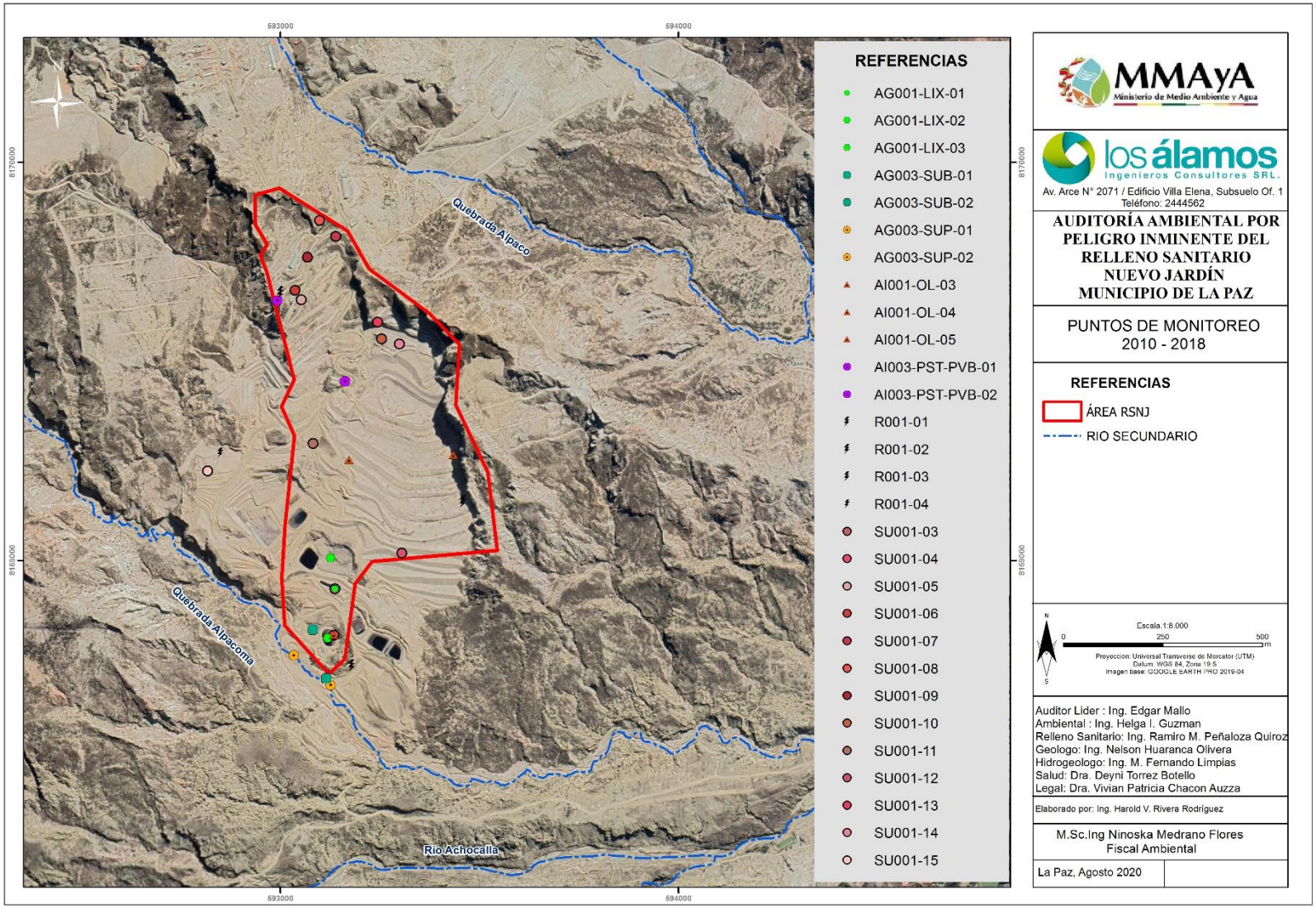


Ilustración A-4 Puntos de Monitoreo IMA's 2010 - 2018
Fuente: Elaboración propia

A.4 Identificación y Evaluación de las Causas del Colapso

(De la Macrocelda 4 y Parte de la Macrocelda 3 en el RSNJ)

Como es de conocimiento general, el evento del deslizamiento del RSNJ se produjo el 15 de enero de 2019 y la presente consultoría se ha iniciado varios meses después, prácticamente ocho meses y durante ese periodo se produjeron muchos cambios debido a las actividades, obras y trabajos en aras de, primero controlar los efectos inmediatos y posteriormente tratar de remediar las consecuencias.

Citaremos brevemente para tener como antecedente, las obras y actividades que modificaron la morfología del sector deslizado. El documento de la empresa TERSA: "Plan de Contingencia Específico Deslizamiento Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma" (Actualizado al 31 de enero del 2019), presentado ante el GAMLP para su ejecución, en el cual se plantea como objetivo general: Contener los residuos liberados, minimizar y limitar su dispersión a fin de reconformar las celdas afectadas para de esta manera proceder a la limpieza del sitio y restauración del área afectada.

En su acápite *"6.2 Actividades a Corto Plazo",* se plantean:

a) Construcción del estanque de almacenamiento de lixiviados atura curva 14 e ingreso a la PTLL.
b) Estabilización de la masa de residuos deslizados.

Y en otro acápite:

Cuadro A-16 Acápite 8.2 del Plan de Contingencia Específico Deslizamiento RSNJ

8.2 ESTABILIZACION DE LA MASA DE RESIDUOS DESLIZADOS

La estabilización inicial de la masa de residuos deslizados se realizará mediante el conformado de banquinas con un ancho mínimo de 5m y taludes en una relación de pendientes de 1 V a 2H. De manera progresiva a medida que se avanza con la conformación de terrazas se realizará la cobertura con una capa de 20cm de material terreo. Esta conformación y cobertura inicial tiene los siguientes objetivos:

1. Mitigar la emisión de biogás a la atmosfera
2. Controlar la emisión de malos olores
3. Evitar la proliferación de vectores
4. Evitar la infiltración de agua pluvial en la masa estabilizada
5. Permitir la instalación de sistemas de drenaje de lixiviados en el pie de los taludes

Luego de concluida esta fase inicial de estabilización, a mediano plazo, se procederá a realizar una reconformación más adecuada de las banquinas y taludes en base al estudio de estabilidad para lo cual se contratará a personal especializado, el proyecto final de estabilización de la masa de residuos entre otros deberá incluir:

a) La configuración final de las terrazas con base a un análisis de estabilidad.
b) Diseño de la cuña pasiva
c) Diseño de los sistemas de drenaje de lixiviados
d) Diseño de los sistemas de drenaje de aguas pluviales

Fuente: Plan de Contingencia Específico Deslizamiento Relleno Sanitario Nuevo Jardin de Alpacoma Actualizado al 31 de enero del 2019

Por todo lo transcrito anteriormente, tanto la empresa operadora como el GAMLP han adecuado y modificado el área del bloque desplazado y su entorno de tal manera que se dificulta realizar un estudio con rigor técnico de las causas del colapso.

De todas maneras, recurriremos a la información de antecedentes proporcionada para la Auditoría, a los registros del deslizamiento disponibles en medios visuales, a metodologías de teledetección

espacial, basados en el análisis multitemporal de imágenes ráster y bibliografía relativa a deslizamientos.

En cuanto al análisis multi temporal de imágenes raster, aclaramos que la resolución de las imágenes obtenidas con el programa Google Earth Pro, varía según la fuente de los datos. Inicialmente la imagen muestra una cobertura global producida a partir de mosaicos de imágenes Land Sat, con una resolución de 30 metros por pixel, a acercarle el zoom, se obtiene imágenes de alta resolución, para el área de estudio se contó con una resolución de hasta un metro por pixel (en promedio), en las imágenes utilizadas en el análisis multi temporal.

A.4.1 Estrategia Metodológica para Deducir las Posibles Causas del Deslizamiento

En los respectivos informes de la empresa TERSA y del GAMLP se menciona que el deslizamiento se produjo en la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3.

Para esclarecer cuáles Celdas fueron afectadas y, sobre todo, deducir las posibles causas que ocasionaron el evento, nos planteamos las actividades a seguir hasta el logro de lo señalado.

Previamente a continuación presentamos un diagrama básico de la Estrategia Metodológica:

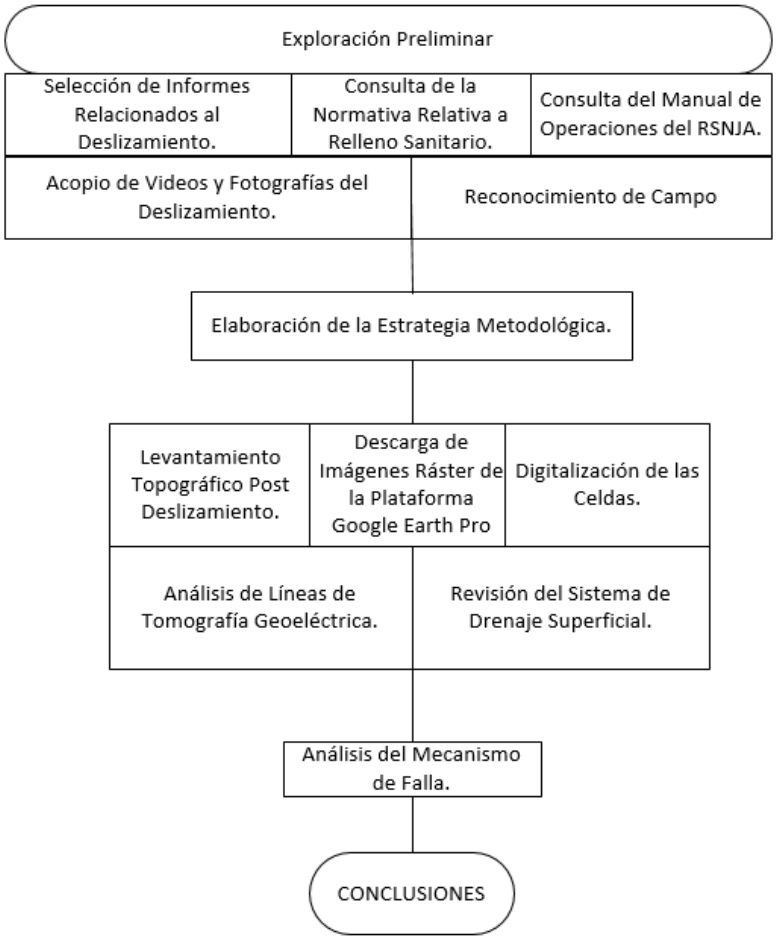


Figura A-6 Diagrama de la Estrategia metodológica
(para deducir las causas que posiblemente ocasionaron el deslizamiento)
Fuente: Elaboración propia

Así mismo, en forma esquemática presentamos las actividades y la justificación correspondiente en la siguiente tabla:

Tabla A-14 Actividades de la Estrategia Metodológica

OBJETIVO	ACTIVIDAD	CARACTERÍSTICAS
Conocer lo acontecido por informe de la empresa operadora, la versión del supervisor y los criterios de la Autoridad Ambiental	Selección de Informes Relacionados al Deslizamiento	Relación de los hechos. Comparación de los informes
Verificar el grado de cumplimiento de los métodos y procedimientos para las actividades de construcción y operación del RSNJA	Consulta de la Normativa Relativa a Relleno Sanitario y Manual de Operaciones	Comparación de lo construido con la
Obtener información gráfica	Acopio de Videos y Fotografías del Deslizamiento	Complementación de la relación de los hechos
Inspeccionar el área del deslizamiento y su entorno	Reconocimiento de Campo	Descripción de su morfología
Localizar el deslizamiento con coordenadas, obtener curvas de nivel y definir las dimensiones del bloque desplazado	Levantamiento Topográfico Post Deslizamiento	Correlación con imágenes ráster
		Identificación de nivel de desplante y coronamiento de las Celdas
		Planimetría y altimetría
		Área y volumen
Georreferenciaciar las imágenes	Descarga de Imágenes Ráster de la Plataforma Google Earth Pro	Correlación entre sí
Georreferenciaciar la ubicación de las Celdas	Digitalización de las Celdas	Correlación de imágenes ráster con la topografía
Definir la estratigrafía del subsuelo	Estudio de Líneas de Tomografía Geoeléctrica	Identificación del nivel freático de lixiviados
		Identificación del estrato de residuos sólidos
Definir el curso de la escorrentía	Revisión del Drenaje Superficial	Evaluación de la infiltración

Fuente: Elaboración Propia

A.4.2 Evaluación de los Factores Relacionados con el Deslizamiento

A.4.2.1 Identificación de las Celdas Afectadas

Aplicando herramientas de software logramos en primera instancia digitalizar y georreferenciar la posición de las celdas y luego sobreponer a la imagen lograda con vuelo de dron, post deslizamiento. En la Figura A-7 se muestra el resultado de dichos trabajos, identificando a las celdas afectadas:

- Trinchera de la Celda 12
- Método de área de la Celda 12
- Celda de Emergencia 1
- Celda de emergencia 2

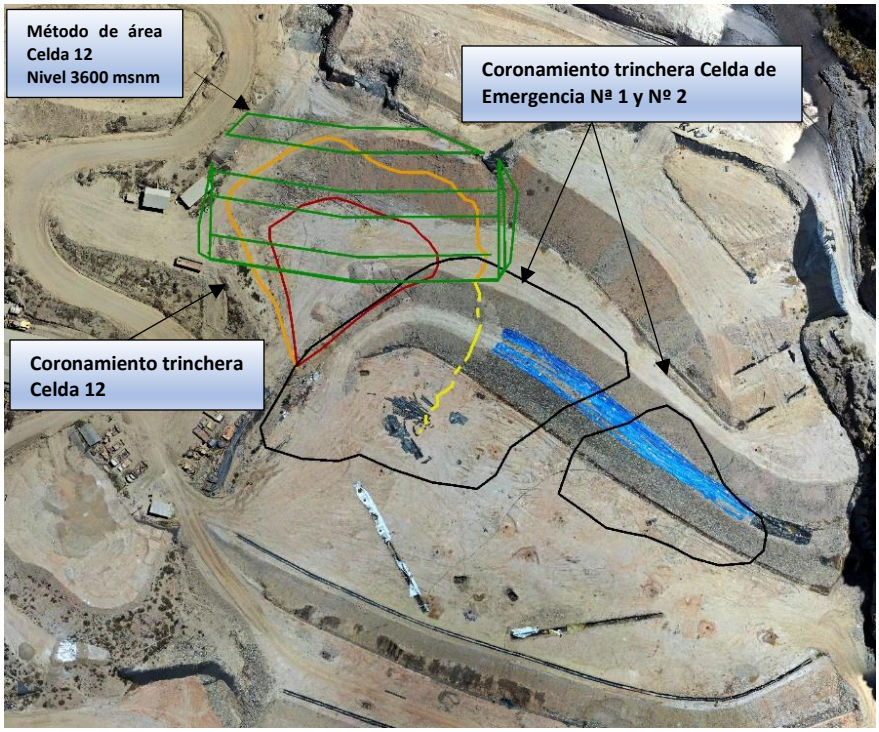


Figura A-7 Celdas afectadas por el deslizamiento
Fuente: Elaboración propia

A.4.2.2 Pendiente del talud de las Celdas Afectadas

En la Figura A-8 basada en la imagen satelital del 26 de diciembre de 2018 (21 días previos al evento) se puede apreciar que el pie de talud de las Celdas afectadas tiene inclinación mayor que las empleadas en las Macroceldas 2 y 1. Con el recurso de comparación visual, deducimos que la propia empresa operadora practicaba diferente conformación de taludes y banquinas en las celdas anteriores.

El grado de inclinación del talud afectado por el deslizamiento debería ser verificado con la información técnica, consistente en proyecto, memoria de cálculo de estabilidad del talud, topografía y planos as built; para el caso actual es una limitante la carencia de dicha información.

Figura A-8 Sección crítica del pie de talud y nivel de desplante de las celdas afectadas por el deslizamiento
Fuente: Elaboración propia

Ver Anexo 10 Mapa Vista en Planta y Perfiles - 2018

A.4.2.3 Infiltración del escurrimiento superficial a las Celdas afectadas

Verificadas las imágenes secuenciales desde el 07 de noviembre 2008 hasta diciembre 2018, el RSNJ no contaba con un canal de coronamiento que impida la infiltración de la escorrentía superficial de los días lluviosos. Como se menciona repetidamente en el presente documento, el RSNJ no contaba con un proyecto de ingeniería a diseño final, conforme a la Norma Boliviana NB 760, que especifica un contenido mínimo: estudio y análisis previos, ensayos de laboratorio, estudios climatológicos, precipitación, diseño de sus obras complementarias y drenaje pluvial.

Se incluye en Anexo 9 Manejo agua pluvial parte norte, fotografías de las cunetas para la captación de aguas pluviales en la parte norte (coronamiento) del RSNJ, de fechas correspondientes a los meses de septiembre y diciembre de 2019.

La siguiente imagen es demostrativa de la carencia del canal de coronamiento, tomada en febrero de 2019 (post evento):

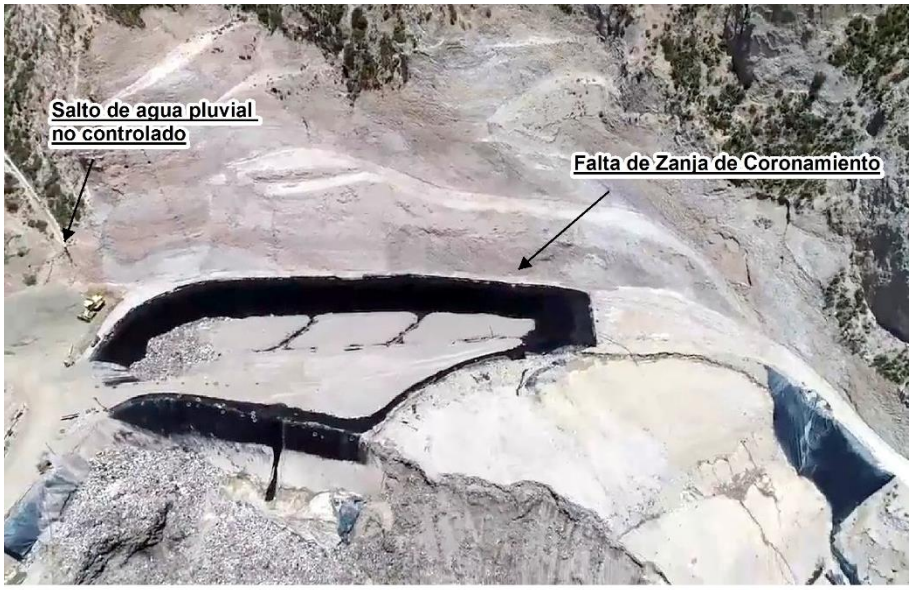


Figura A-9 Falta de canal de coronamiento en la Macrocelda 4
Fuente: Elaboración propia

Compartimos a continuación los criterios vertidos, al respecto, de la comisión técnica del MMAYA, efectuada los días 18 y 19 de enero 2019, que elaboró el INFORME TÉCNICO INF/MMAYAlVAPSBIDGGIRS N° 0014/2019 MMAYA/2019-02003; en los siguientes términos:

2.1.2 POSIBLES CAUSAS

2.1.2.1 SOBRESATURACION DE AGUA

Una vez verificadas las áreas afectadas mediante visitas de campo se pudo determinar que la infraestructura de drenaje pluvial (incluyendo cunetas y otros), era deficiente y se evidenciaba la falta de mantenimiento.

Habiéndose analizado el punto de inicio del Deslizamiento del Macizo de residuos (Macrocelda 4 y gran parte de la Macrocelda 3) se pudo identificar que no existen canales pluviales perimetrales en la parte superior de este sector, aspecto que compromete la estabilidad de este sector por el ingreso de agua de lluvia por escorrentía superficial sobre el terreno.

Así mismo existen en diversos puntos de este sector, en el cual las cunetas pluviales no siguen una ruta de evacuación del predio del Relleno Sanitario, sino que ingresan por debajo de la macrocelda.

Este aspecto es crítico considerando que el drenaje pluvial es determinante dentro de la operación del relleno sanitario, pues de no existir o ser deficiente se producen los efectos de erosión hídrica del terreno, generando riesgos de estabilidad del predio por la saturación de los suelos, inestabilidad de taludes, licuefacción de residuos, como también de incremento de la generación de lixiviados de las macroceldas de residuos.

Parte Superior de la Macrocelda 4

Fotografía A-1 Falta de canal perimetral en el coronamiento de la Macrocelda 4
Fuente: Informe Técnico INF/MMAYAlVAPSBIDGGIRS N° 0014/2019 MMAYA/2019-02003

A.4.2.4 Antiguas actividades inherentes a las celdas afectadas por el deslizamiento

De acuerdo con el seguimiento de las imágenes satelitales (Figura A-10), en la correspondiente a junio del 2009 se observa los siguientes aspectos importantes:

- El corte de talud, a manera de celda adicional contigua a la Celda de Emergencia Nº 2 en el nivel 3.585 msnm.
- Una celda de residuos sólidos, método de área, adosada a la Celda de Emergencia Nº 2.
- Rampa pendiente abajo.
- Cuatro escalones de talud de tierra producto de corte de hace cinco años atrás.

Habiendo escrutado la información procedente del GAMLP y de TERSA SA, informamos que no existen antecedentes técnicos de ambas celdas, proyecto, topografía, planos as built, etc., por lo cual en el presente documento no se los nombra con identificación, pero sí se puede deducir que formaron parte del volumen desplazado.

Se adjunta el Anexo 3 Evidencias y Respaldos, Solicitud de Información al GAMLP y TERSA S.A.

Figura A-10 Imagen satelital junio 2009, antiguas actividades inherentes a las celdas afectadas por el deslizamiento
Fuente: Elaboración Propia

A.4.2.5 Conformación ocasional del plano inclinado en las celdas afectadas por el deslizamiento

Realizando el seguimiento multitemporal a la imagen satelital, encontramos que, en los niveles superiores del sector afectado por el deslizamiento, se conformaban las celdas con residuos acarreando en talud pendiente abajo, lo mismo que las coberturas con tierra, aspecto que, en el futuro, al producirse en forma natural el líquido lixiviado y peor aún, al infiltrarse agua al interior de las celdas, estos planos inclinados lubricados debieron contribuir al desplazamiento de los residuos.

Figura A-11 Imagen satelital del 19 mayo 2012 - Conformación ocasional de plano inclinado en las Celdas afectadas por el deslizamiento
Fuente: Elaboración Propia

Figura A-12 Imagen satelital de septiembre 2015 - Conformación ocasional de plano inclinado en las Celdas afectadas por el deslizamiento
Fuente: Elaboración Propia

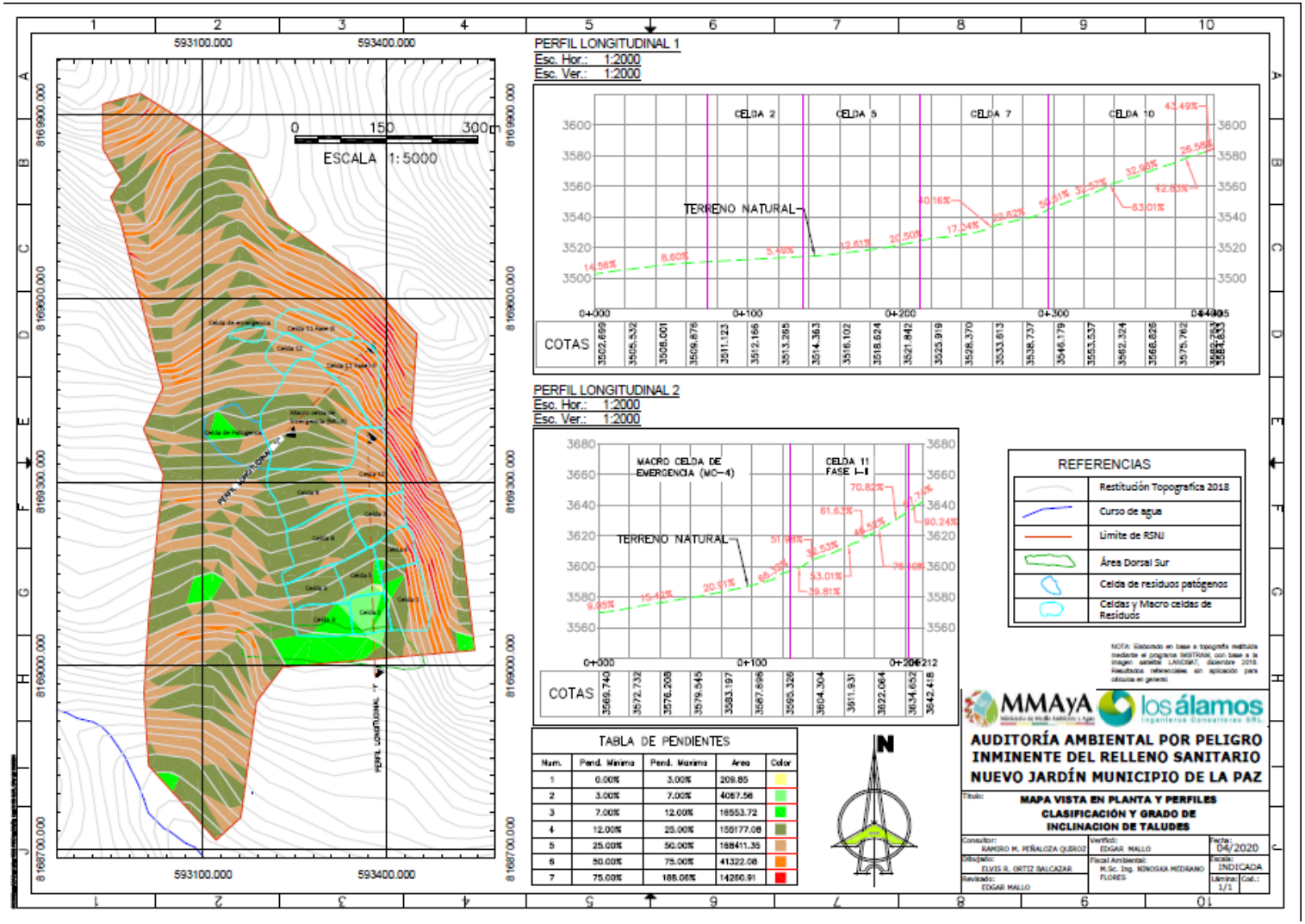


Figura A-13 Mapa de Pendientes – Perfiles Longitudinales
Fuente: Elaboración Propia

A.4.2.6 Precipitación

A.4.2.6.1 Estaciones del área

El evento ocurrió durante el periodo de lluvias estacional en nuestro medio, por esta razón, para el análisis correspondiente, acudimos a la información del Servicio Nacional de Meteorología e Hidráulica, de la estación meteorológica del Aeropuerto Internacional de El Alto, por ser la más cercana al sitio de estudio.

El área está situada en el hemisferio sur. Las estaciones frías (otoño e invierno) van de mayo a septiembre y la temporada caliente (primavera y verano) de octubre a abril, también considerado como la temporada de lluvia. Estas características son válidas para el AID y AII.

La caracterización climática es regional, no existiendo diferencias estacionales entre al ADI y AII, siendo que el evento se produjo en enero de 2019.

A.4.2.6.2 Variación de la precipitación pluvial promedio

Alpacoma tiene una variación considerable de lluvia mensual por estación. La mayoría de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor de enero, con una acumulación total promedio de 75 milímetros.

La fecha aproximada con la menor cantidad de lluvia es en junio, con una acumulación total promedio de 10 milímetros. En la Tabla A-15 se observa la distribución de precipitación mensual e incidencia.

Estos datos sirven para determinar que el periodo de lluvia de diciembre 2018 – enero 2019 fue el factor determinante para el deslizamiento, fue el mecanismo activador.

Tabla A-15 Distribución Mensual de la Precipitación

Mes	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
Incidencia mensual	2.0	3.9	7.9	8.3	16.7	22.0	16.4	13.4	5.6	1.7	1.0	1.2
Pc [mm]	9.0	17.7	36.2	38.1	76.9	101.1	75.2	61.6	25.7	7.8	4.5	5.4

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de precipitación anual, SENAMHI

Hemos discriminado los datos correspondientes al periodo de operaciones del RSNJ, es decir del año 2004 al 2019. Por información referenciada indicada podemos señalar que la precipitación media anual es de 603,19 mm y que durante el año 2018 la precipitación media anual fue la máxima con un valor de 800,6 mm. Así mismo, la precipitación máxima/24 horas, ocurrió precisamente en diciembre de 2018, un mes antes, con un valor de 42,1 mm.

Tabla A-16 Precipitación total(mm), del sector Alpacoma
(Durante el periodo de operaciones del RSNJ)

SENAMHI	Estación:	El Alto	Provincia:	Murillo	Departamento:	La Paz
	Latitud S:	16°30' 37''	Longitud W:	68°11'55''	Altitud mt:	4071

DATOS DE: PRECIPITACIÓN TOTAL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2004	167.9	87.1	77.2	36.9	8.4	2.8	30.9	19.9	17.7	24.9	45.9	54.9	574.5
2005	129.2	92.5	46.9	38	0.4	0	0.7	0.5	42.7	96.3	65.1	54.6	566.9
2006	176.7	65.4	107	18	1.5	3.1	0	13.5	12.1	27.3	87.7	111.8	624.1
2007	107.2	89.1	107.9	50.6	7.6	1.1	34.1	0	47.9	29.5	67.9	95.8	638.7
2008	168.1	64.3	83.9	5.8	5.9	4.9	3.3	3.4	7.5	26.6	31.4	159.7	564.8
2009	66.4	95.8	85.4	20.6	1.3	0	13.8	2.9	20.8	30.8	104.7	137.2	579.7
2010	169.5	190.9	29	17.4	17.7	0	2.1	14	14.6	75.3	3.1	128.7	662.3
2011	59.3	155.8	59.9	1.7	2.3	0	7.9	0.1	19.1	25	23.7	159.1	513.9

SENAMHI	Estación:	El Alto	Provincia:	Murillo	Departamento:	La Paz
	Latitud S:	16°30' 37''	Longitud W:	68°11'55''	Altitud mt:	4071

DATOS DE: PRECIPITACIÓN TOTAL (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2012	133.2	139.9	105	53.6	1.2	4	4.9	2.8	7.4	28.1	70.9	124.6	675.6
2013	109.4	157.9	17.3	7.1	17.3	19.3	10.5	18.5	5.5	69.6	29.1	127.5	589
2014	120.5	46.8	63.4	27.4	23.9	0.2	4.4	17	45.5	28.6	25.6	114.5	517.8
2015	135.4	86.2	95.9	75.9	4.2	0	15.4	17.7	33.5	75.4	41.3	70.6	651.5
2016	105.4	126.1	37.8	61.3	0	2.7	2.9	8.1	13.4	40.9	41.3	88.1	528
2017	130.3	54.6	103.3	52.9	69.5	0	1.7	0.3	53.8	56.2	16.9	16.9	556.4
2018	141.7	141.1	137.7	9.4	10.9	56	20	21.8	6.3	99.6	40.8	115.3	800.6
2019	108.7	104.2	38.7	67.8	12.4	1.8	17	0.6	43.2	39.3	93	80.6	607.3
MEDIA	126.81	106.11	74.77	34.03	11.53	5.99	10.60	8.82	24.44	48.34	49.28	102.49	603.19

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Estación El Alto (SENAMHI)

Tabla A-17 Precipitación máxima /24 horas (mm), del sector Alpacoma
(Durante el periodo de operaciones del RSNJ)

SENAMHI	Estación:	El Alto	Provincia:	Murillo	Departamento:	La Paz
	Latitud S:	16°30' 37''	Longitud W:	68°11'55''	Altitud mt:	4071

DATOS DE: PRECIPITACIÓN MAXIMA / 24 HORAS (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2004	26.7	23.1	21.1	8.9	7.1	2.8	6.7	10.7	6.6	6.1	11.3	21.6	26.7
2005	20.3	19.4	12.2	21.8	0.2	0	0.4	0.5	11.1	18.7	12.3	13	21.8
2006	18.4	19.6	20.6	8	1.5	1.7	0	9.6	6	8.4	36.2	16	36.2
2007	18	20.5	15.3	16.5	5.1	1.1	24.1	0	12.5	16.7	20.7	29.6	29.6
2008	26.2	13.7	21.7	4.2	3.6	4.9	3.3	3.4	5.7	11.4	10.8	19.2	26.2
2009	10.7	34.3	17.4	6.6	0.6	0	7.6	2.9	6.3	10.7	32.8	35.9	35.9
2010	31.7	27.4	7.4	9.2	5.6	0	2.1	8.4	5.6	22.1	1.4	19.8	31.7
2011	11.2	31.6	11.7	1.7	1.6	0	4.3	0.1	8.8	7.7	10.5	28.4	31.6
2012	28.8	17.2	32.1	24	1.2	3.3	3.2	1.7	4.7	10.8	16	17	32.1
2013	19.4	36.5	6.3	2.5	6.3	7	5.9	9.4	3.4	26	10.9	24.9	36.5
2014	21.7	10.7	10.7	7	9.3	0.2	1.8	9.8	12.5	14.7	13.5	20.1	21.7
2015	20	28.3	20.4	14.8	3.8	0	10.2	9.8	8.7	21.1	10.1	14.7	28.3
2016	24.5	16.8	15.1	18.4	0	2.7	2.9	8.1	4.2	13.3	10.1	20.2	24.5
2017	29.3	22.8	13.9	9.6	12.5	0	1.7	0.3	9.7	17.5	7.8	7.8	29.3
2018	17.6	19.1	22.9	5.7	6.9	15.2	7.6	12.1	3.5	19.2	10.1	42.1	42.1
2019	19.8	21.9	11.2	16.6	2.6	1.8	11.7	0.6	15.6	6.8	25.1	16.8	25.1
MEDIA	31.70	36.50	32.10	24.00	12.50	15.20	24.10	12.10	15.60	26.00	36.20	42.10	42.10

Fuente: Elaboración propia con base en los datos de Estación El Alto (SENAMHI)

Con los datos de la Tabla A-16 y Tabla A-17, se tiene que;

- La Tabla A-16 muestra la precipitación total mensual en el área. Como se puede ver, esta precipitación para diciembre (115.3 mm, promedio diario de 3.84 mm) de ninguna manera podría significar un elemento a tomar en cuenta como factor determinante para el deslizamiento, puesto que el RSNJ debe contar con un sistema de drenaje superficial suficiente que permita evacuar el agua de lluvia. considerando que no es posible tomarr la infiltración total de agua de lluvia, debido a la escorrentía, influenciada por la pendiente, el área de la celda o macrocelda en cuestión y la compactación de los RRSS. Obviamente, en el caso de no contar con un adecuado sistema de drenaje, existen otros factores que inciden en la ocurrencia del

evento, asociados a la saturación de la celda por acumulación de agua por falta de drenaje y al exceso de carga.

- En el caso de la Tabla A-17, la precipitación horaria ocurrida un día de diciembre de 2018, no puede ser considerada tampoco como factor determinante, puesto que, si existía un adecuado sistema de drenaje, se tenían al menos 15 día para evacuar el agua producto de la precipitación horaria significativa (42.1 mm), lo anterior en caso de que dicha precipitación hubiera ocurrido el último día de diciembre.

Una obra de ingeniería como lo es el relleno sanitario debe ser concebida, construida y operada para soportar condiciones extremas, incluso nieve o granizo, que en nuestro medio es posible. La precipitación del último periodo de lluvias simplemente se comportó como la gota que colmó el vaso. Ese es el concepto de mecanismo activador, muy distinto a que sea una causa del deslizamiento.

El clima de primavera en La Paz, Bolivia: el clima de primavera es agradable, con algunas lluvias. La temporada de primavera en La Paz va del 21 de septiembre al 21 de diciembre con una máxima.

Clima de verano en La Paz, Bolivia: el tiempo de verano es agradable y lluvioso. La temporada de verano en La Paz va del 21 de diciembre al 21 de marzo.

Clima de otoño en La Paz, Bolivia: clima de otoño es un poco frío y seco. La temporada de otoño en La Paz va del 21 de marzo al 21 de junio.

Clima de invierno en La Paz, Bolivia: El clima de invierno es frío y seco, se considera la estación seca. Temporada de invierno en La Paz va del 21 de junio al 21 de septiembre.

Tabla A-18 Período Estacional

PERIODO EST.	PRIMAVERA - VERANO							Otoño - Invierno				
Mes	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**
AÑO / MES	8.1	8.2	16.1	21.8	16.5	13.4	5.6	1.7	1.2	1.3	1.9	4.0
Pc [mm]	46.3	47.0	91.9	124.1	94.2	76.4	32.0	9.7	7.0	7.4	10.7	22.9

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de precipitación anual, SENAMHI

A.4.2.6.3 Método de Obtención de Lluvia Media

Exiten otros métodos con los polígonos de Thiessen, y el de isoyetas, que tiene como finalidad la obtención de la lluvia media en una zona, las mismas describimos seguidamente:

- Método de los polígonos de Thiessen. - Este método para determinar la lluvia media en una zona, se aplica cuando se sabe que las medidas de precipitación en los diferentes pluviómetros sufren variaciones, teniendo además el condicionante que la cuenca es de topografía suave o en lo posible plana.
- Método de las isoyetas. El método de los polígonos de Thiessen se aplica con mayor precisión a zonas con topografía suave o plana. En este sentido no tiene en cuenta las variaciones producidas por la orografía local, es decir los sistemas montañosos valles que lo conforman, ya vimos que las lluvias definidas por accidentes orográficos. Cuando se cuentan con regiones montañosas, se aplica el método de las isoyetas, es importante decir que una isoyeta es una línea curva que une los puntos que tienen igual valor de precipitación, en este sentido es análoga a las curvas de nivel

Al ser la zona un Topográficamente accidentada, corresponde al método de Isoyetas, para la obtención de la lluvia media, incorporando el mapa de polígonos, Lámina A-1, referencialmente y el de isoyetas Ilustración A-5, como el principal.

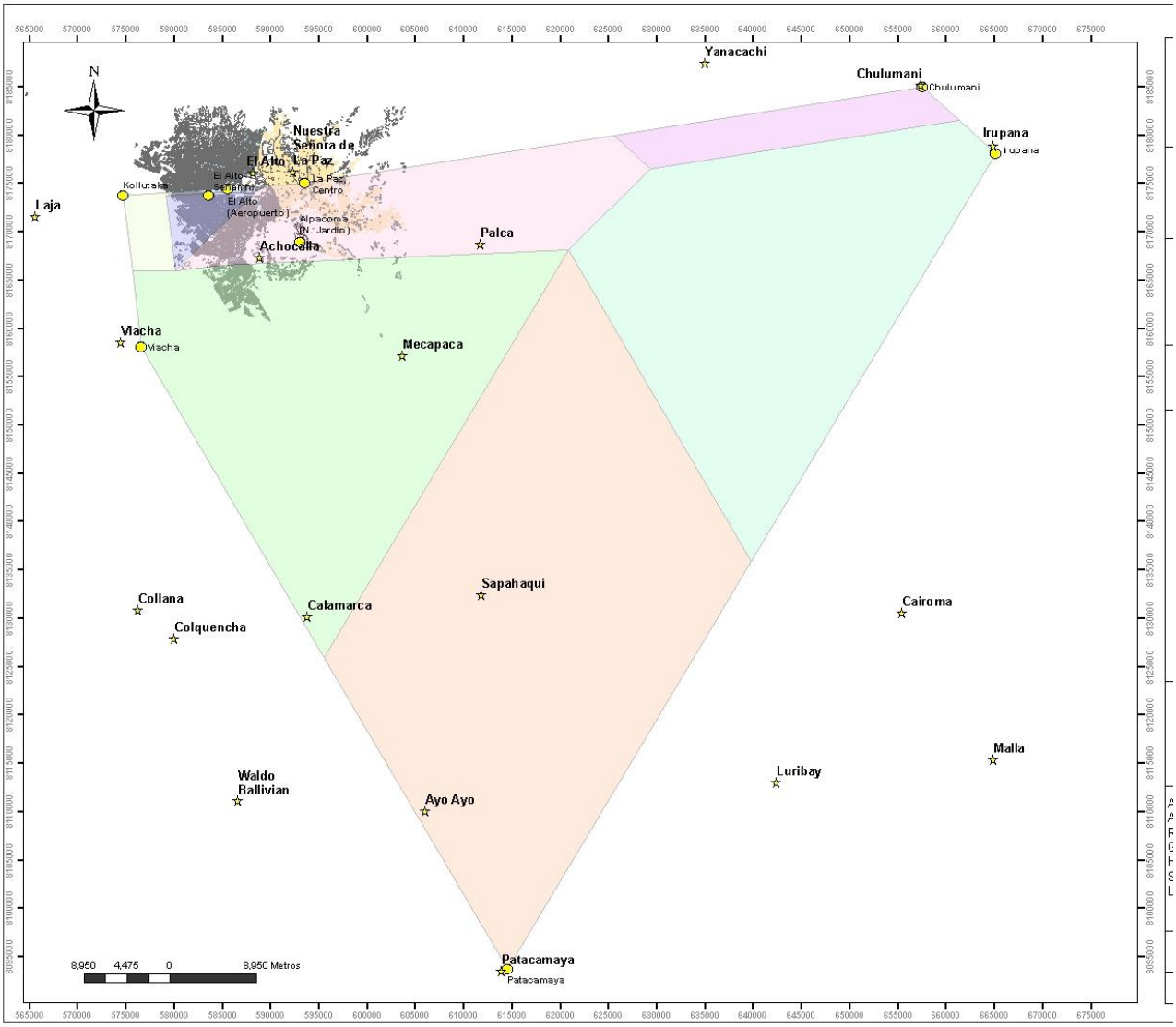


Lámina A-1 Mapa de Estaciones Polígonos de Thiesen
Fuente: Elaboración Propia

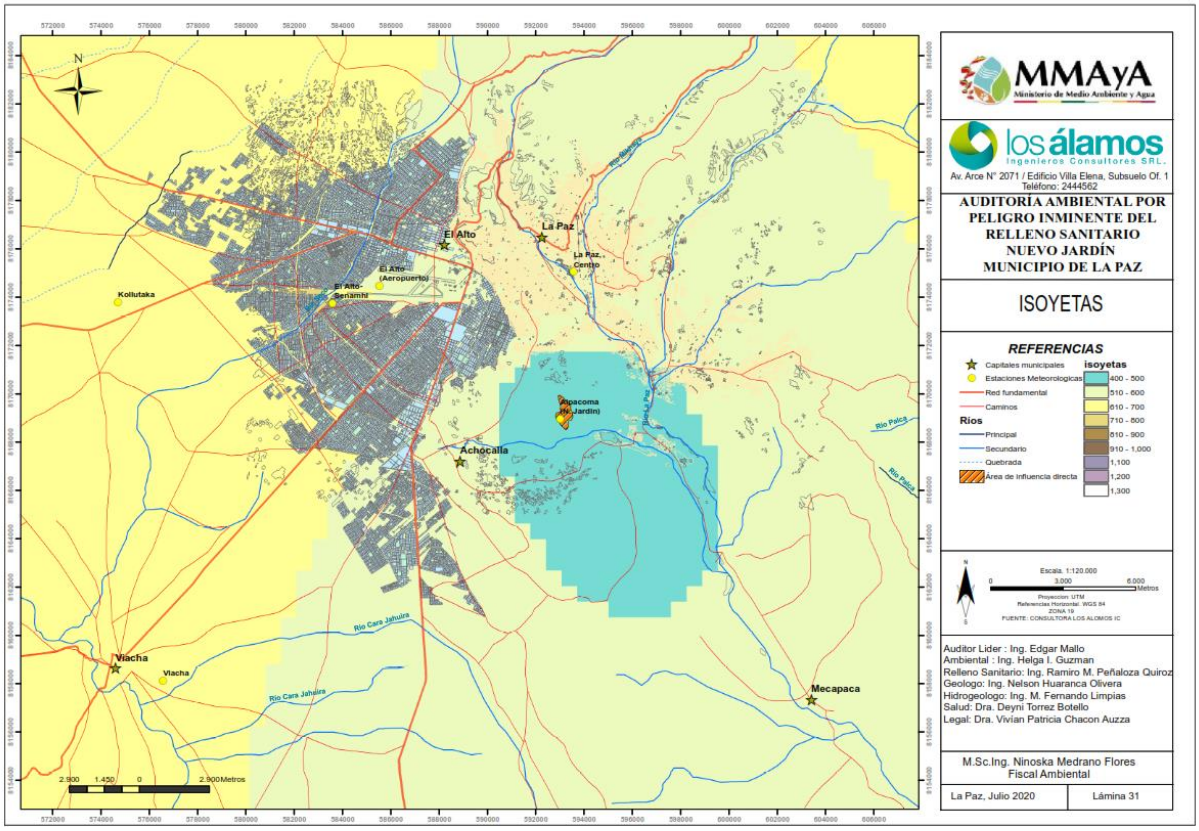


Ilustración A-5 Mapa de Isoyetas
Fuente: Elaboración Propia

A.4.2.6.4 Tormenta de Diseño

Se propone modelo de los bloques alternativos, en el que se selecciona el periodo de retorno de diseño y por lo tanto la curva IDF a usarse.

La intensidad para diferentes intervalos es decir para cada duración es leída de la curva IDF, cada intensidad es multiplicada por su duración, obteniéndose la altura de agua acumulada en ese tiempo. De la diferencia entre los valores de altura de agua de cada intervalo sucesivo, se obtiene el valor de la lluvia de cada intervalo.

Se han desarrollado los arreglos de lluvia de 1 hora para la cuenca con tiempo de concentración menores a 1 hora. Se debe tomar en cuenta que D<1/3Tc. D es la duración del intervalo.

Tabla A-19 Hietograma Sintetico Adimencional

T= 10 Años		T= 25 Años		T= 50 Años	
t	*P (incr)*	*t*	*P (incr)*	*t*	*P (incr)*
(min)	*(mm)*	*(min)*	*(mm)*	*(min)*	*(mm)*
5	7.91	5	10.17	5	12.29
10	1.50	10	1.93	10	2.33
15	1.13	15	1.45	15	1.75
20	0.94	20	1.21	20	1.46
25	0.82	25	1.06	25	1.28
30	0.74	30	0.95	30	1.14
35	0.67	35	0.87	35	1.05
40	0.62	40	0.80	40	0.97
45	0.58	45	0.75	45	0.91
50	0.55	50	0.71	50	0.85
55	0.52	55	0.67	55	0.81
60	0.50	60	0.64	60	0.77
65	0.47	65	0.61	65	0.74
70	0.46	70	0.58	70	0.71
75	0.44	75	0.56	75	0.68
80	0.42	80	0.54	80	0.66
85	0.41	85	0.53	85	0.63
90	0.40	90	0.51	90	0.62
95	0.38	95	0.49	95	0.60
100	0.37	100	0.48	100	0.58
105	0.36	105	0.47	105	0.57
110	0.35	110	0.46	110	0.55
115	0.35	115	0.44	115	0.54
120	0.34	120	0.43	120	0.53

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de precipitación anual, SENAMHI

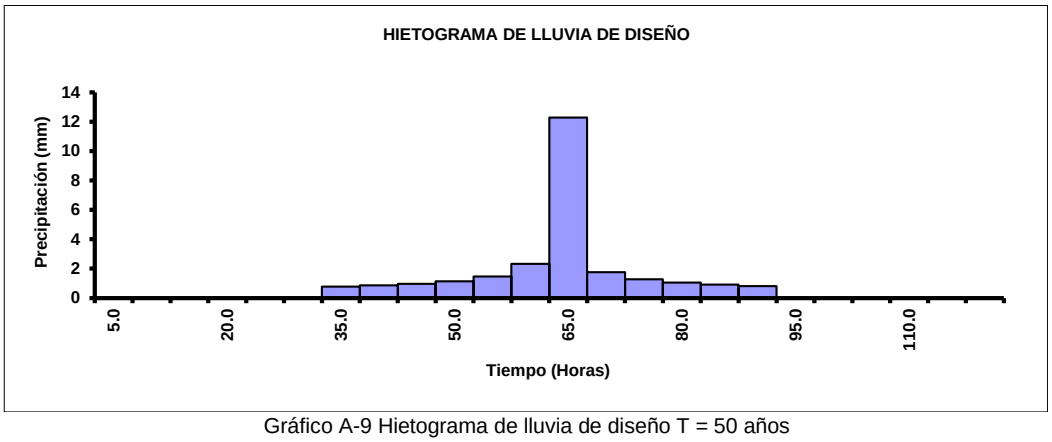


Gráfico A-9 Hietograma de lluvia de diseño T = 50 años
Fuente: Elaboración propia en base a los datos de precipitación anual, SENAMHI

A.4.2.6.5 Período de Retorno

En la elección del período de retorno, frecuencia o probabilidad a utilizar en el diseño de una obra, es necesario considerar la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla aceptable, dependiendo, este último, de factores económicos, sociales, ambiental, técnicos y otros.

La confiabilidad del diseño, representa por la probabilidad de que no falle la estructura durante el transcurso de su vida útil, considerar el hecho que no ocurra un evento de magnitud superior a la utilizada en el diseño durante la vida útil, es decir, no debe presentarse un evento de magnitud superior al usado en el diseño, durante el primer año de funcionamiento de la estructura, durante el segundo, y así sucesivamente. Dado que la probabilidad de falla o riesgo (r)' durante el período de vida útil de la estructura se determina mediante la siguiente expresión, en función del período de retorno (T años) y la vida útil (n, años):

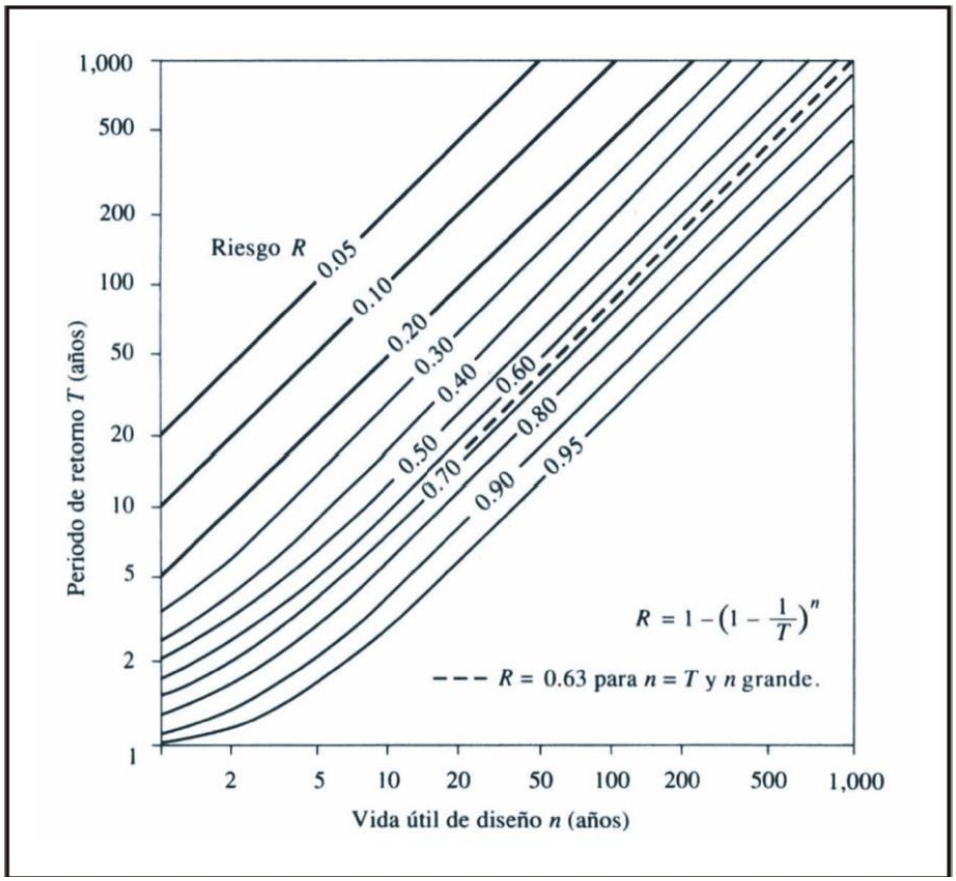


Gráfico A-10 Riesgo Hidrológico En Función Del Periodo Y Vida Útil De La Obra
Fuente: Hidrología Aplicada: Chow, et al 1994

Tabla A-20 Periodo De Retorno Y Riesgo De Falla Según Vida Útil

RIESGO (r, %)	VIDA ÚTIL (n, años)			
	10	20	25	50
50	15	29	37	73
25	35	70	87	174
10	95	190	238	475
5	195	390	488	975
1	995	1.990	2.488	4.977

Fuente: Elaboración Propia

Es lógico pensar que el criterio de brindar protección total, es decir, no aceptar ningún riesgo durante la vida operativa, implica construir obras de drenaje de desproporcionadas magnitudes, tanto físicas como económicas; lo que obliga a seleccionar un nivel de protección menor, elección que depende fundamentalmente de dos hechos:

- La importancia de la estructura que va a protegerse (tipo de Obra), pues de ella depende que se causen mayores o menores daños.
- Teniendo presente estos conceptos, se deberán emplear para el diseño de las diferentes obras, como mínimo, los periodos de Retorno de Diseño que se señalan en la siguiente Tabla.

Tabla A-21 Periodos de Retorno para Diseño

Tipo de Obra	Tipo de Ruta	Período de Retorno (T años)		Vida útil Supuesta (n; años)	Riesgo de Falla (%)	
		Diseño (3)	Verificación (4)		Diseño	Verificación
Puentes y Viaductos (1)	Carretera	200	300	50	22	15
	Camino	100	150	50	40	28
Alcantarillas (S>1,75 m²) o $H_{terrap} \geq$ 10 m y Estructuras Enterradas (2)	Carretera	100	150	50	40	28
	Camino	50	100	30	45	26
Alcantarillas (S<1,75 m²)	Carretera	50	100	50	64	40
	Camino	25	50	30	71	45
Drenaje de la Plataforma	Carretera	10	25	10	65	34
	Camino	5	10	5	67	41
Defensas de Riberas	Carretera	100		20	18	-
	Camino	100	-	20	18	-

(1) En el caso de Viaductos, el cálculo de caudales en crecida esta destinado a calcular la socavación en las fundaciones de las Pilas. Iguales T se empleará para el cálculo de socavaciones en puentes.

(2) Las Alcantarillas de drenaje construidas bajo terraplenes de altura ≥ 10 m deben diseñarse para estos Períodos de Retorno, cualquiera sea su Sección. En esta misma categoría se clasificarán las estructuras proyectadas bajo el nivel del terreno natural circundante, destinadas al cruce desnivelado de dos vías.

(3) Para la etapa de diseño de puentes y defensas de ribera, la revancha mínima asociada a la cota de aguas máximas para el período de retorno de diseño debe ser de 1,0 m.

(4) Para la verificación hidráulica de Puentes se considerará que la revancha asociada a la cota de aguas máximas para el período de retorno de verificación puede reducirse a 0,30 m.

Fuente: Elaboración Propia

La Tabla anterior indica también el riesgo de falla de las distintas obras suponiendo una vida útil como la indicada, supuesto que es bastante representativo de las condiciones usuales. Es importante recalcar que un valor de diseño correspondiente a un período de retorno de 50 años, tiene en promedio una probabilidad de ser igualado o superado igual a 0.02 en un año cualquiera; sin embargo, la probabilidad que sea igual o superado en un período de 10 años sube a 0.18; en un periodo de 25 años sube a 0.38 y un período de 50 años sube a 0.64. Es decir, se requiere usar en el diseño un período de retorno alto, para contar con una seguridad de funcionamiento razonable de la obra durante su vida útil o de retorno de 50 años.

A.4.2.6.6 Deficiente sistema de evacuación de líquidos lixiviados

De acuerdo con la documentación relativa al evento y las medidas para su contención, fue necesario la construcción de tres diques en el lecho de la quebrada Alpacoma, "con la finalidad de evitar el contacto de los residuos y líquidos con aguas residuales de la Quebrada Alpaco, conteniendo así los residuos y líquidos en el primer dique". Lo que demuestra por sí mismo que dentro de las celdas involucradas había gran volumen de lixiviado retenido, es decir, sin sistema de evacuación apropiado.

Fue verificado durante la inspección de campo realizada a 3 y 4 días después del deslizamiento, por la Autoridad Ambiental, expresado en el Informe Técnico INF/MMAYAlVAPSBIDGGIRS N° 0014/2019 MMA yA/2019-02003:

> **2.1.2.2 DEFICIENTE DRENAJE DE LIXIVIADOS**
>
> Debido al evento de deslizamiento, es muy complejo identificar el funcionamiento de los sistemas de drenaje de lixiviados, sin embargo habiendo analizado el diseño de la Celda 11 en su tercera fase (celda nueva) construida por el operador del Relleno Sanitario, se pudo evidenciar que la pendiente de trabajo de la misma esta direccionada a la parte del farallón ubicado al oeste del RSNJ, lo que direcciona los lixiviados prácticamente sobre la macrocelda 3, dificultando el manejo de estos líquidos.
>
> Bajo un esquema de operación mediante el tipo Mixto (Trinchera y Área), que se aplica en este relleno sanitario, es necesario evacuar los lixiviados fuera de las macroceldas para no comprometer la estabilidad de los residuos, además de tener un manejo más sencillo bajo el concepto de bombeos y circulación de lixiviados, criterio que no cumple la celda construida hace poco en ese sector.
>
> Al conducir los lixiviados dentro de otra macrocelda se pone en riesgo tanto la macrocelda superior como la que recibía estos líquidos, aspecto que influye en la estabilidad de la macrocelda debido a la saturación de líquidos, generando otro potencial riesgo.

A.4.3 Análisis de las causas que posiblemente ocasionaron el deslizamiento

La activación de un deslizamiento según Terzaghi (1950) podría obedecer a dos razones principales: Causas externas cuyo resultado es un aumento de las fuerzas de cortante o a causas internas que producen una disminución a la resistencia al cortante de los materiales del talud.

Otros autores opinan que hay dos categorías principales de causas de los deslizamientos: las naturales y las causadas por la actividad humana (Lynn M. Highland, Servicio Geológico de los Estados Unidos y Peter Bobrowsky, Servicio Geológico del Canadá)

Como se sabe, el sector desplazado era un talud artificial construido con residuos sólidos y capas de tierra intercalada a manera de cobertura, es decir material heterogéneo; por lo cual, la caracterización del tipo de movimiento producido es variado si tratamos de compararlo con los deslizamientos de tierra o suelo natural, como ser: deslizamiento rotacional, traslación, de flujo o licuefacción. Por las particularidades del evento, relatados en sendos documentos elaborados tanto por la empresa operadora TERSA SA y del GAMLP, el movimiento se inició con un asentamiento de dos metros en la cabecera (escarpe principal) de la Macrocelda 4, seguido horas más tarde, por un empuje de masa de residuos frente a la celda de patógenos (movimiento del cuerpo), para finalmente deslizarse bruscamente hacia la planta de tratamiento de lixiviados y terminar embalsado en la quebrada Alpacoma.

Para haberse producido el deslizamiento en la escala de afectación a gran parte del área de disposición de residuos, en una magnitud del 88%, entre área de bloque desplazado, área de deslizamiento y área de asentamientos, debieron acudir varios factores negativos.

De entre ellos se ha identificado a dos factores como causa probable del colapso de la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 en el RSNJ:

- Asentamiento del nivel de fundación
- Alto contenido de humedad

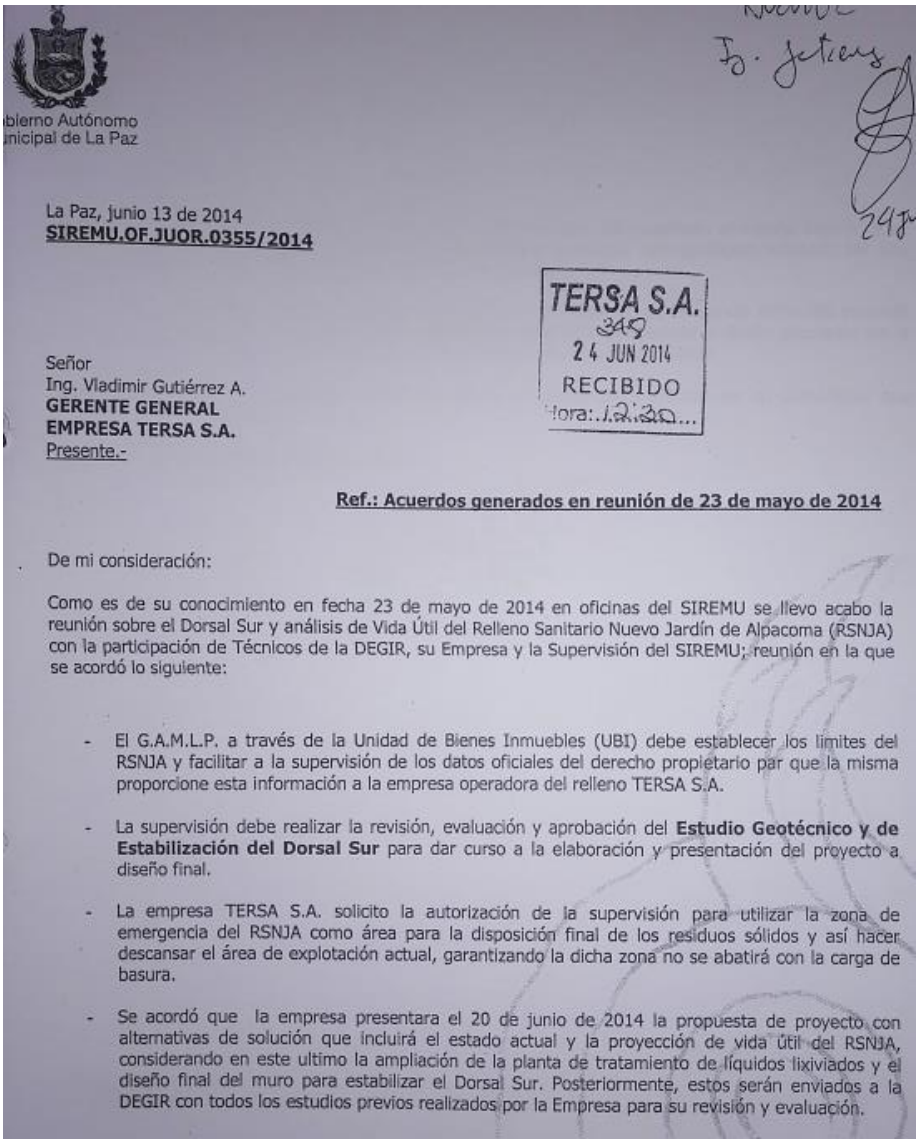
A.4.3.1 Asentamiento del nivel de fundación

Durante la construcción del talud de residuos de las celdas deslizadas el factor principal de la capacidad de soporte del nivel de desplante tiene que estar considerado. El Manual de Operaciones especifica el nivel de desplante, al estrato geológico denominado "formación La Paz", porque garantiza precisamente alta capacidad de soporte. Aunque considera una salvedad, en caso de que el nivel de desplante de las celdas se sitúe por encima de la formación La Paz, se deberá realizar la protección del nivel de desplante con un paquete estructural o capa flexible, que garantice la estabilidad de este nivel. (Ver Anexo 3 Evidencias y Respaldos, 8. Especificación del nivel de desplante)

De acuerdo con el informe de lo acontecido, relatado por la empresa TERSA SA, el primer movimiento se produjo con el asentamiento de dos metros del coronamiento de la Macrocelda 4 y posterior empuje de los residuos hacia el talud, lo que induce a la conclusión del asentamiento en el nivel inferior.

Con respaldo en la documentación recibida, se conoce que se conformaban celdas diarias sobre las Celdas de Emergencia 1 y 2 durante las épocas de lluvia desde el año 2007 hasta la gestión 2018; se depositaban residuos sólidos municipales con alto contenido de humedad es decir con mayor peso específico. También se tiene conocimiento que la empresa operadora en la gestión 2014, sugirió obras de refuerzo en el macizo térreo denominado "dorsal Sur", a efectos de habilitar mayor capacidad de recepción de residuos sólidos, para de esa manera culminar el contrato de disposición final y al mismo tiempo controlar el riesgo de deslizamiento del relleno sanitario.

Ante esa inquietud, suscribieron un documento de acuerdo entre el SIREMU y TERSA SA en el cual se autoriza "… para utilizar la zona de emergencia del RSNJ como área para la disposición final de residuos sólidos y así hacer descansar el área de explotación actual, ***"garantizando la dicha zona no se abatirá con la carga de basura"*** (Ver Fotografía A-2).



blerno Autónomo
nicipal de La Paz

La Paz, junio 13 de 2014
SIREMU.OF.JUOR.0355/2014

TERSA S.A.
24 JUN 2014
RECIBIDO
Hora: 12:30...

Señor
Ing. Vladimir Gutiérrez A.
GERENTE GENERAL
EMPRESA TERSA S.A.
Presente.-

Ref.: Acuerdos generados en reunión de 23 de mayo de 2014

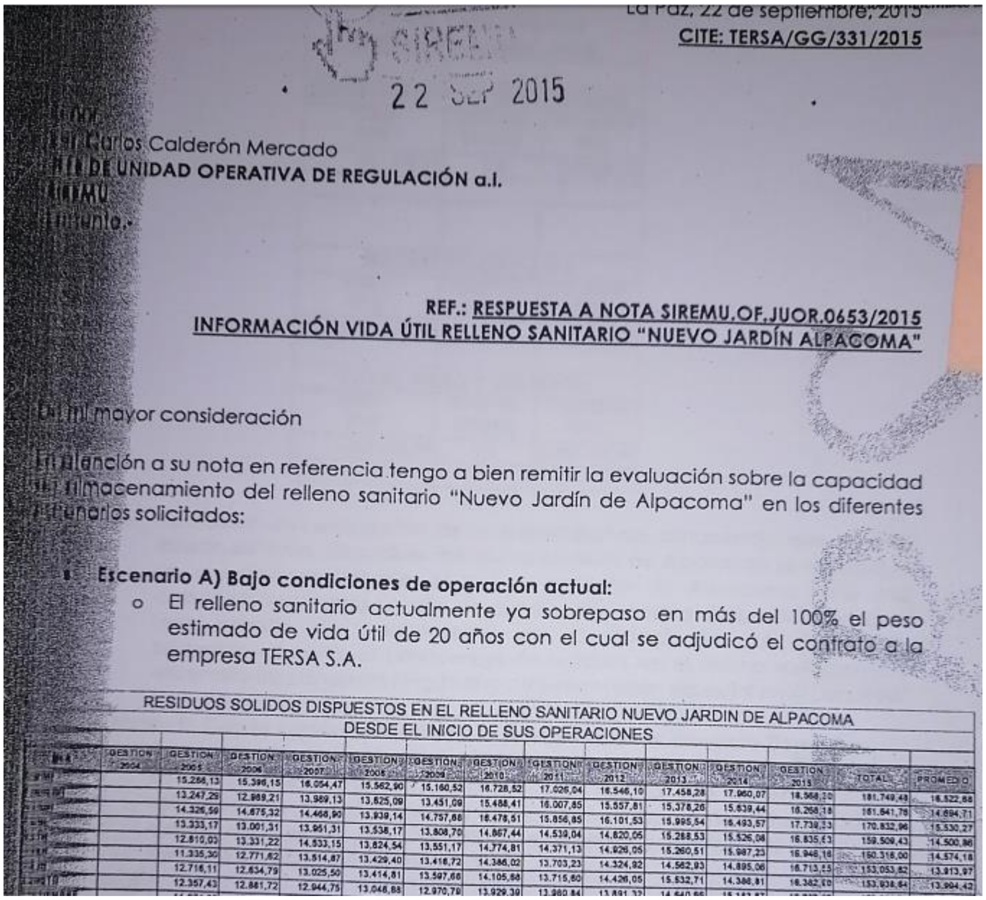
De mi consideración:

Como es de su conocimiento en fecha 23 de mayo de 2014 en oficinas del SIREMU se llevo acabo la reunión sobre el Dorsal Sur y análisis de Vida Útil del Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma (RSNJA) con la participación de Técnicos de la DEGIR, su Empresa y la Supervisión del SIREMU; reunión en la que se acordó lo siguiente:

- El G.A.M.L.P. a través de la Unidad de Bienes Inmuebles (UBI) debe establecer los limites del RSNJA y facilitar a la supervisión de los datos oficiales del derecho propietario par que la misma proporcione esta información a la empresa operadora del relleno TERSA S.A.
- La supervisión debe realizar la revisión, evaluación y aprobación del **Estudio Geotécnico y de Estabilización del Dorsal Sur** para dar curso a la elaboración y presentación del proyecto a diseño final.
- La empresa TERSA S.A. solicito la autorización de la supervisión para utilizar la zona de emergencia del RSNJA como área para la disposición final de los residuos sólidos y así hacer descansar el área de explotación actual, garantizando la dicha zona no se abatirá con la carga de basura.
- Se acordó que la empresa presentara el 20 de junio de 2014 la propuesta de proyecto con alternativas de solución que incluirá el estado actual y la proyección de vida útil del RSNJA, considerando en este ultimo la ampliación de la planta de tratamiento de líquidos lixiviados y el diseño final del muro para estabilizar el Dorsal Sur. Posteriormente, estos serán enviados a la DEGIR con todos los estudios previos realizados por la Empresa para su revisión y evaluación.

Fotografía A-2 Carta de GAMLP con referencia a acta
Referida al Acta de acuerdo SIREMU-TERSA para utilizar la zona de emergencia para la disposición final de residuos, garantizando la estabilidad del área

Posteriormente, en fecha 22 de septiembre de 2015, con CITE: TERSA/GG/331/2015, la empresa TERSA SA informa al SIREMU la culminación de la vida útil del relleno sanitario (Ver Fotografía A-3).



La Paz, 22 de septiembre, 2015
CITE: TERSA/GG/331/2015

SIREMU 22 SEP 2015

Señor
[illegible] Carlos Calderón Mercado
JEFE DE UNIDAD OPERATIVA DE REGULACIÓN a.i.
SIREMU
Presente.-

REF.: RESPUESTA A NOTA SIREMU.OF.JUOR.0653/2015
INFORMACIÓN VIDA ÚTIL RELLENO SANITARIO "NUEVO JARDÍN ALPACOMA"

De mi mayor consideración

En atención a su nota en referencia tengo a bien remitir la evaluación sobre la capacidad de almacenamiento del relleno sanitario "Nuevo Jardín de Alpacoma" en los diferentes escenarios solicitados:

- **Escenario A) Bajo condiciones de operación actual:**
  - El relleno sanitario actualmente ya sobrepaso en más del 100% el peso estimado de vida útil de 20 años con el cual se adjudicó el contrato a la empresa TERSA S.A.

RESIDUOS SOLIDOS DISPUESTOS EN EL RELLENO SANITARIO NUEVO JARDIN DE ALPACOMA
DESDE EL INICIO DE SUS OPERACIONES

MES	GESTION 2004	GESTION 2005	GESTION 2006	GESTION 2007	GESTION 2008	GESTION 2009	GESTION 2010	GESTION 2011	GESTION 2012	GESTION 2013	GESTION 2014	GESTION 2015	TOTAL	PROMEDIO
[illegible]		15.266,13	15.396,15	16.054,47	15.562,90	15.160,52	16.728,52	17.026,04	16.546,10	17.458,28	17.960,07	18.568,20	181.749,48	16.522,68
[illegible]		13.247,29	12.989,21	13.989,13	13.625,09	13.451,09	15.488,41	16.007,85	15.557,81	15.378,26	15.639,44	16.268,18	161.641,78	14.694,71
[illegible]		14.326,59	14.675,32	14.468,90	13.939,14	14.757,68	16.478,51	15.856,85	16.101,53	15.995,54	16.493,57	17.739,33	170.832,96	15.530,27
[illegible]		13.333,17	13.001,31	13.951,31	13.538,17	13.808,70	14.867,44	14.539,04	14.820,05	15.288,53	15.526,08	16.835,63	159.509,43	14.500,86
[illegible]		12.810,03	13.331,22	14.533,15	13.824,54	13.551,17	14.774,81	14.371,13	14.926,05	15.260,51	15.987,23	16.946,16	160.316,00	14.574,18
[illegible]		11.335,30	12.771,62	13.514,87	13.429,40	13.416,72	14.386,02	13.703,23	14.324,92	14.562,93	14.895,06	16.713,55	153.053,62	13.913,97
[illegible]		12.716,11	12.634,79	13.025,50	13.414,81	13.597,66	14.105,68	13.715,60	14.426,05	15.532,71	14.388,81	16.382,60	153.938,64	13.994,42
[illegible]		12.357,43	12.881,72	12.944,75	13.048,88	12.970,79	13.929,39	13.960,84	13.891,32	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Fotografía A-3 Informe de TERSA SA sobre la culminación de la vida útil del RSNJ

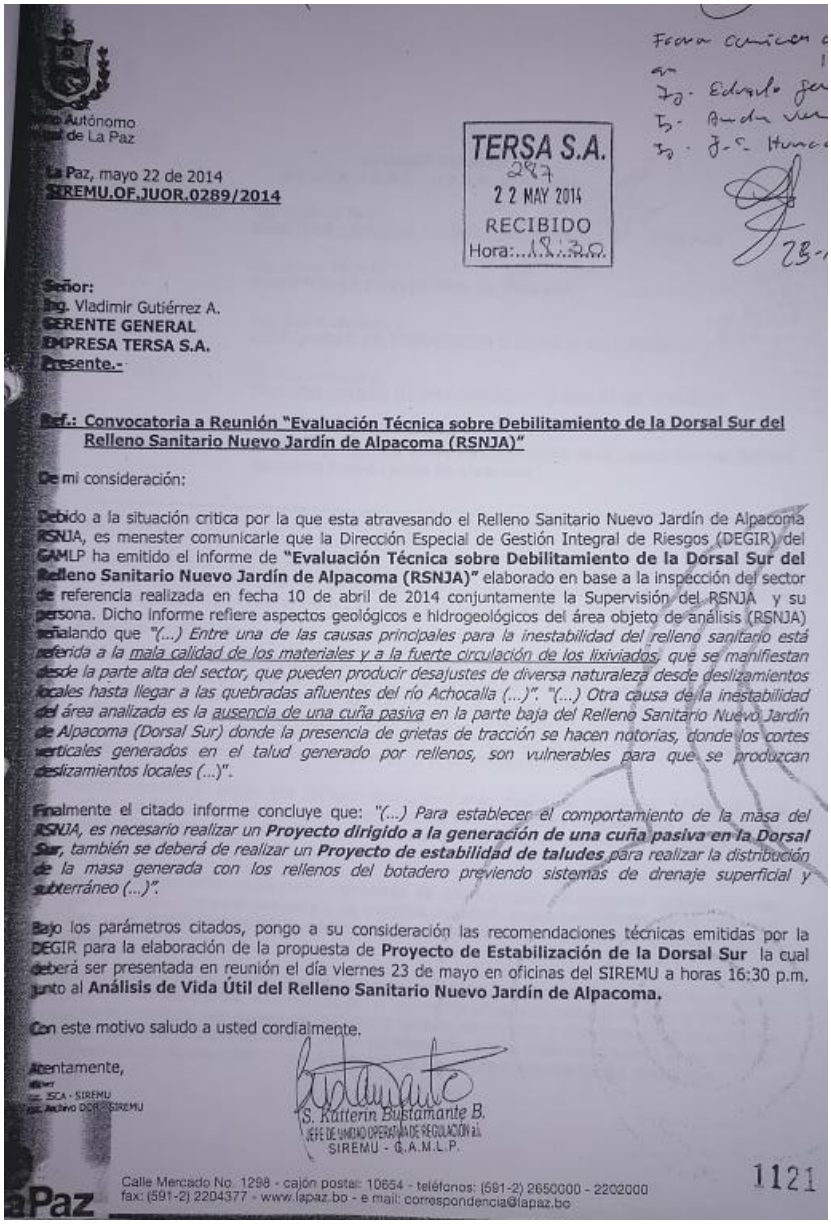
Todo lo transcrito demuestra que la Macrocelda 4 fue sobrecargada, razón por la cual se produjo el asentamiento, al ser sobrepasada la capacidad de soporte de la fundación.

A.4.3.2 Alto contenido de humedad

Se suma al factor anterior, el deficiente sistema de extracción de lixiviado; corroborado por la inspección técnica realizada por la Autoridad Ambiental Competente Nacional, en cuyo informe de fecha 21 /enero /2019, INFORME TECNICO INF/MMAYAlVAPSBIDGGIRS N° 0014/2019 MMAyA/2019-02003, en su acápite 2.1.2.2 Deficiente Drenaje de Lixiviados, señala que la pendiente de trabajo (de la nueva Celda 11), direccionaba los lixiviados a la Macrocelda 3 y que bajo el esquema de operación de trinchera y área es necesario evacuar los lixiviados fuera de las macroceldas para no comprometer la estabilidad de los residuos.

Dicho acápite concluye: "Al conducir lixiviados dentro de otra macrocelda se pone en riesgo tanto la macrocelda superior como la que recibía estos líquidos, aspecto que influye en la estabilidad de la macrocelda debido a la saturación de líquidos, generando otro potencial riesgo".

Producto de la revisión de la información, encontramos documentación generada por instancias del GAMLP, del que se deduce que el RSNJ presentaba con anterioridad signos de desestabilización como se puede leer en la siguiente fotografía, de la nota dirigida a TERSA SA con CITE: SIREMU.OF. JUOR.0289/2014.



Autónomo
de La Paz

La Paz, mayo 22 de 2014
SIREMU.OF.JUOR.0289/2014

TERSA S.A.
287
22 MAY 2014
RECIBIDO
Hora: 17:20

Señor:
Ing. Vladimir Gutiérrez A.
GERENTE GENERAL
EMPRESA TERSA S.A.
Presente.-

Ref.: Convocatoria a Reunión "Evaluación Técnica sobre Debilitamiento de la Dorsal Sur del Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma (RSNJA)"

De mi consideración:

Debido a la situación critica por la que esta atravesando el Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma RSNJA, es menester comunicarle que la Dirección Especial de Gestión Integral de Riesgos (DEGIR) del GAMLP ha emitido el informe de **"Evaluación Técnica sobre Debilitamiento de la Dorsal Sur del Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma (RSNJA)"** elaborado en base a la inspección del sector de referencia realizada en fecha 10 de abril de 2014 conjuntamente la Supervisión del RSNJA y su persona. Dicho informe refiere aspectos geológicos e hidrogeológicos del área objeto de análisis (RSNJA) señalando que *"(...) Entre una de las causas principales para la inestabilidad del relleno sanitario está referida a la mala calidad de los materiales y a la fuerte circulación de los lixiviados que se manifiestan desde la parte alta del sector, que pueden producir desajustes de diversa naturaleza desde deslizamientos locales hasta llegar a las quebradas afluentes del río Achocalla (...)". "(...) Otra causa de la inestabilidad del área analizada es la ausencia de una cuña pasiva en la parte baja del Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma (Dorsal Sur) donde la presencia de grietas de tracción se hacen notorias, donde los cortes verticales generados en el talud generado por rellenos, son vulnerables para que se produzcan deslizamientos locales (...)".*

Finalmente el citado informe concluye que: *"(...) Para establecer el comportamiento de la masa del RSNJA, es necesario realizar un **Proyecto dirigido a la generación de una cuña pasiva en la Dorsal Sur**, también se deberá de realizar un **Proyecto de estabilidad de taludes** para realizar la distribución de la masa generada con los rellenos del botadero previendo sistemas de drenaje superficial y subterráneo (...)".*

Bajo los parámetros citados, pongo a su consideración las recomendaciones técnicas emitidas por la DEGIR para la elaboración de la propuesta de **Proyecto de Estabilización de la Dorsal Sur** la cual deberá ser presentada en reunión el día viernes 23 de mayo en oficinas del SIREMU a horas 16:30 p.m. junto al **Análisis de Vida Útil del Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma.**

Con este motivo saludo a usted cordialmente.

Atentamente,

S. Katterin Bustamante B.
JEFE DE UNIDAD OPERATIVA DE REGULACIÓN AL SIREMU - G.A.M.L.P.

cc: ISCA - SIREMU
cc: Archivo DOR - SIREMU

Calle Mercado No. 1298 - casilla postal: 10654 - teléfonos: (591-2) 2650000 - 2202000
fax: (591-2) 2204377 - www.lapaz.bo - e mail: correspondencia@lapaz.bo

1121

Fotografía A-4 Carta relativa a influencia de lixiviados en desestabilización comprobada
Elaborada con base de Dirección Especial de Gestión Integral de Riesgos (DEGIR) del GAMLP

En dicho documento encontramos los conceptos coincidentes con lo expuesto en el presente capítulo. Si bien en ese entonces la preocupación mayor era la estabilidad de la dorsal sur, el informe del estudio abarca a toda el área de disposición final del RSNJ, refiriéndose a aspectos geológicos e hidrogeológicos; del cual extractamos:

- *"Entre una de las causas principales para la inestabilidad del relleno sanitario está referida a la mala calidad de los materiales y a la fuerte circulación de lixiviados que se manifiestan desde la parte alta del sector, que pueden producir desajustes de diversa naturaleza desde deslizamientos locales hasta llegar a las quebradas afluentes del rio Achocalla."*

- *"También se deberá realizar un **Proyecto de Estabilidad de Taludes** para realizar la distribución de la masa generada con los rellenos del botadero previendo sistemas de drenaje superficial y subterráneo."*

Con lo que se ratifica la definición de que las dos principales causas para el deslizamiento ocurrido en fecha 15 de enero 2019, tiene que ver con la capacidad de carga que tenía el nivel de fundación y la presencia excedente de volumen de lixiviados.

A.4.3.3 Factores Adicionales

A.4.3.3.1 Falta de diseño y planificación del desarrollo de las celdas y Macroceldas

Es de conocimiento general en el ámbito de la ingeniería el concepto de proyecto, entendido como el conjunto de documentos mediante los cuales se define el diseño de una obra antes de ser realizada. Es el documento base sobre el que se desarrolla el trabajo de los ingenieros.

En el presente caso de la operación del Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma, el proyecto completo era obligatorio y tenía carácter contractual.

Realizada la revisión de la documentación puesta a disposición de la presente auditoria, se tiene constancia que el RSNJ inició operaciones en el sector norte y parte alta del predio, en fecha 01 de octubre de 2004, en las celdas denominadas Celda de Emergencia Nº1 y Celda de Emergencia Nº2, en base a un proyecto y diseño presentado ante la autoridad ambiental, por entonces llamada Prefectura del Departamento de La Paz, como parte del documento Plan de Emergencia para la Prevención y Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental, de fecha septiembre 2004; con la finalidad de obtener la Licencia Ambiental Eventual

Posteriormente, se tiene información que el GAMLP, aprueba la construcción de las trincheras de las Celdas 1 y 2 de la Macrocelda Nº1 y fueron operadas entonces por la empresa Clima Ingeniería Ambiental.

Dentro del proceso de licitación del servicio de disposición final de residuos sólidos, el oferente, empresa SOCIEDAD ACCIDENTAL CONCORDIA DIMENSIÓN ENASA (posteriormente denominada TERSA S.A.), que a la postre resultó la adjudicada, presentó como parte de su oferta un diseño de explotación del sitio, con planos generales y detalles constructivos, que incluyen el manejo, control y tratamiento de lixiviados y manejo, control y quema centralizada de biogás.

Habiendo constatado la carencia de un proyecto a diseño final global para la explotación del sitio y realizado el seguimiento tanto de la documentación técnica como la secuencia de imágenes satelitales, podemos decir que no se contaba con una programación de la secuencia de las áreas operativas. Sin estudio de la escorrentía superficial para cada celda. Deberían contar con el diseño de empalme de geomembrana entre celdas circundantes, anclaje apropiado de las mismas.

La habilitación de celdas se realizó en forma adaptativa a los espacios disponibles, que se iban presentando a medida que se realizaba los movimientos de tierra. Cuando la excavación de las fosas llegaba a un nivel determinado, se realizaban los estudios de geotecnia y si los resultados arrojaban datos de capacidad de soporte aceptable y densidad del suelo mayor a 90% entonces se definía como nivel de desplante. Sin embargo, en ninguna celda se reporta que el suelo de fundación sea el de la formación La Paz.

El Cuadro A-20 Base de datos de la documentación remitida a la empresa auditora, que se encuentra en la página 103, enseña la información recibida, entre la que no figuran los estudios de geotecnia aprobados, mismos que son requeridos para esta identificación.

A.4.3.3.2 Biogás y Sismisidad

El comportamiento del biogás dentro del RSNJ está relacionado con la composición de los residuos sólidos urbanos presentes en las celdas, método de trabajo, grado de compactación, humedad, clima, precipitaciones, etc. Mientras se tenga un sistema de evacuación por captadores, no representa peligro de explosiones. (Ver Anexo 11 Presencia de Biogas en el Relleno Sanitario). Según los reportes del operador, se construían los captadores desde el nivel de desplante de las celdas y continuaban verticalmente hasta la superficie; también reportan que periódicamente realizaban el mantenimiento de dicho sistema y el estado de combustión de los mismos. En las visitas de campo, se constató la existencia y funcionamiento de dichos captadores. Se adjunta en el Anexo 2 MAPAS SIG, Lámina 34, el plano de ubicación y estado de combustión de los captadores de biogás existentes al momento de dichas visitas.

La sismicidad en la zona de La Paz es relativamente baja, nunca fueron localizados epicentros de sismos en el sitio de La Paz y tampoco se sintieron sacudidas más fuertes que la intensidad V (escala de Mercalli). Por lo tanto, no se considera como un factor de incidencia en el evento ocurrido el 15 de enero de 2019. Mayor explicación del análisis sísmico se encuentra en el acápite A.7.5.2.10 – Sismicidad.

A.4.3.3.3 Identificación y Evaluación del Grado de Afectación

(A otras Infraestructuras Dentro del RSNJ)

Cuadro A-17 Afectación a la Planta de Tratamiento de Lixiviados

El deslizamiento dañó la mayoría de los componentes de la Planta de Tratamiento de líquido lixiviado, afectando las siguientes unidades:

a) Tratamiento Anaerobio:
   - Medidor electrónico o Canal Parshall.
   - Estanque de acumulación EG – 1.
   - Estanque de acumulación EG – 2.
   - Estanque EG – 6, fue parcialmente cubierto con residuos.
   - Estanque anaerobio.
   - Sistemas de conducción de líquidos lixiviados.

b) Tratamiento Aeróbico:
   - Estanque Aerobio.
   - Estanque de Rechazo.
   - Clarificador Secundario.

Cabe señalar que el estanque EG – 5, no sufrió ningún daño, debido a que se encuentra ubicado en un sector alejado del resto del sistema de tratamiento.

Fuente: **Plan de Cierre y Post Cierre Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma La Paz, abril de 2019**

Cuadro A-18 Afectación a las Vías de Acceso Internas

El RSNJ contaba con 2,7 km de vías internas, las cuales conducían a todos los sectores del mismo, como ser oficinas administrativas, báscula, taller de mantenimiento, celdas de disposición, planta de tratamiento de líquidos lixiviados y otros.
Estas vías eran de tierra, siendo que se realizaban mantenimientos constantes para asegurar la circulación de vehículos al interior del relleno. A causa del deslizamiento, se dañaron parte de las vías internas, las cuales

fueron cubiertas por los residuos sólidos desplazados, en total 419 metros de vías fueron afectadas por el evento

Fuente: **Plan de Cierre y Post Cierre Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma La Paz, abril de 2019**

Figura A-14 Afectación a Vías Internas
Fuente: Elaboración Propia con base en restitución
Las vías fueron afectadas en 196.43 m

Cuadro A-19 Afectación a Cunetas Pluviales

El deslizamiento causó daños en cunetas ubicadas en el sector oeste del relleno, más específicamente en las siguientes áreas: • Curva 8 a curva 10 del camino interno. • Camino de ingreso a la Planta de Tratamiento de líquido lixiviado desde la curva 12 a 13. • Parte posterior del estanque aerobio. En este sentido, aproximadamente unos 400 metros de cunetas fueron dañadas por el deslizamiento, siendo que el resto del sistema de captación de aguas de lluvia no fue dañado, por lo que se encuentra en funcionamiento.

Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma La Paz, abril de 2019

Las áreas afectadas se pueden observar en el Anexo 3 Evidencias y Respaldos, 12. Mapa de afectación del deslizamiento.

A.5 Volumen y Superficie del deslizamiento.

A.5.1 Cálculo del Área Afectada por el Colapso

De acuerdo con los fotogramas obtenidos del vuelo del dron (Ver Anexo 3 Evidencias y Respaldos, Fotogramas del deslizamiento), se deduce que en la parte norte hubo un bloque de residuos desestabilizado y desplazado del relleno, originando simultáneamente un asentamiento alrededor de ese bloque e inmediatamente el deslizamiento de los residuos sueltos y el consiguiente derrame accidental de lixiviados, pendiente abajo hacia el sector sur del relleno. Por tanto, se distinguen tres áreas definidas para el presente estudio:

Tabla A-22 Relación de áreas afectadas por el deslizamiento

I.	Área del bloque desplazado	2,23 Ha
II.	Área afectada por el asentamiento:	1,19 Ha
III.	Área de deslizamiento y derrame accidental de líquidos lixiviados	6,85 Ha

Fuente: Elaboración Propia

Se destaca el área afectada por el asentamiento porque ha contribuido al incremento del derrame accidental de líquidos lixiviados, al liberarse un volumen acumulado internamente, tal cual fuere la rotura de un reservorio.

De acuerdo con la tabla anterior, se puede decir que el

ÁREA AFECTADA POR EL DESLIZAMIENTO = 9,08 Ha

ÁREA TOTAL AFECTADA POR EL COLAPSO = 10,27 Ha

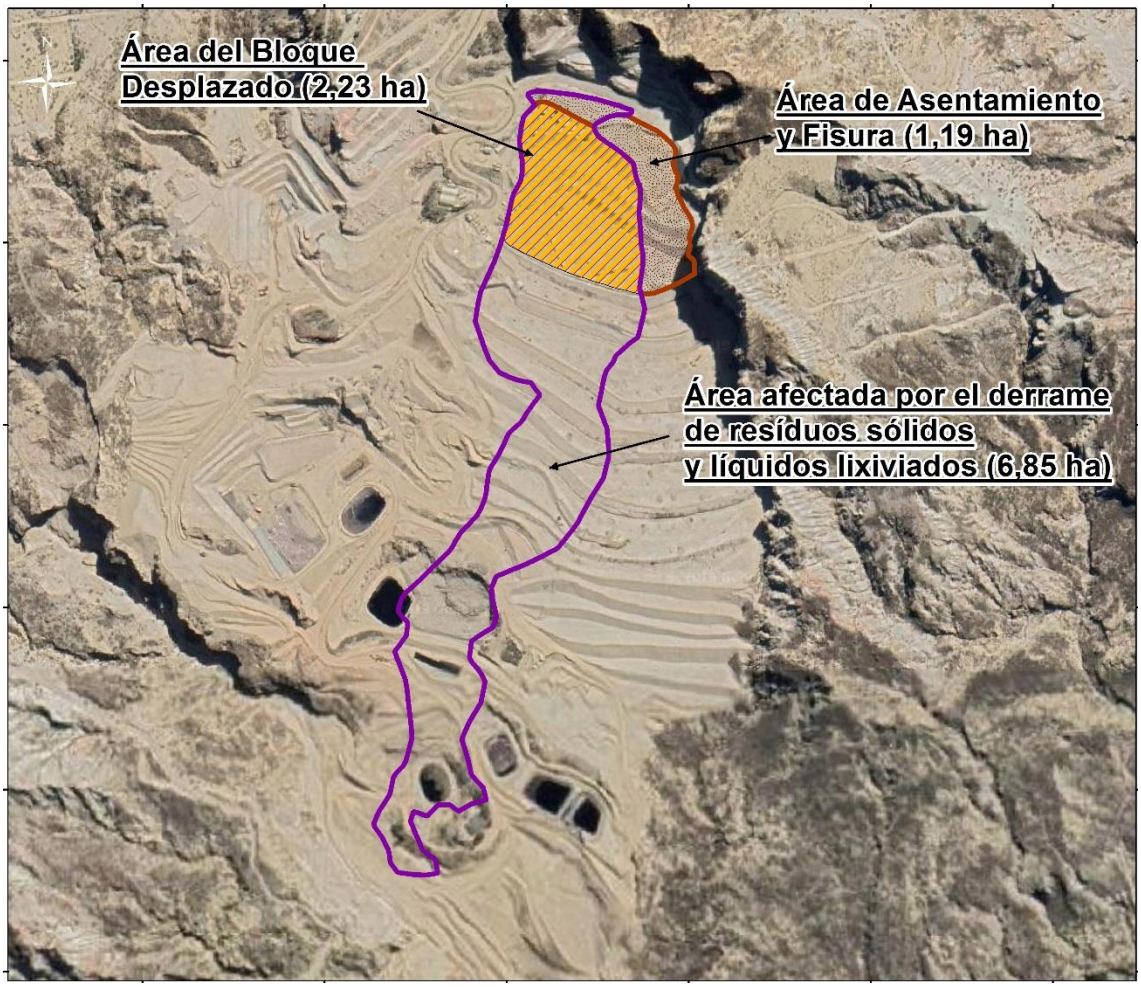


Figura A-15 Área afectada por el colapso
Fuente: Elaboración Propia

A.5.1.1 Cálculo del volumen de residuos desplazado

Para el efecto se realizó la descarga de la imagen satelital correspondiente al mes de diciembre de 2018, mediante la herramienta informática SAS PLANET, con el cual se puede elegir el nivel de resolución y la fuente de la imagen deseada. Con base en esta imagen se aplicó el programa informático IMMSTRAM para generar las curvas de nivel topográfico del relleno sanitario a un mes anterior al evento.

Con las curvas de nivel de la topografía del mes de diciembre de 2018 y las obtenidas con el vuelo no tripulado en septiembre de 2019, es posible sobreponer ambas con el programa informático CIVIL3D, versión 2020 y calcular la diferencia de volumen, el cual representa al volumen de residuos derramados.

El resultado es:

VOLUMEN DE RESIDUOS DERRAMADOS APROXIMADO = 152,800.00 m³

Se adjunta el Anexo 12 Memoria de Cálculo y Planos Volumen RS desplazado, Memoria y Planos de apoyo topográficos para el cálculo de volumen RS desplazado.

A.5.2 Volumen de Lixiviado derramado accidentalmente

Esta tarea reviste de características sui generis y para salvar la dificultad se adoptará los siguientes criterios:

- Se asume que la distribución del lixiviado en el interior de todo el relleno sanitario es casi uniforme.
- La producción de lixiviado de un sector dado es proporcional a su superficie.
- El estado de los residuos desplazados era próximo a estado suelto debido a la saturación de lixiviados, en el momento del evento.
- Para el peso específico de los residuos sólidos deslizados, se asume el valor de 0.45 [ton/m^3].
- El área afectada por el colapso está compuesta por el área del bloque desplazado, el área deslizada de las capas superiores de las Celdas 3, 6 y 9, y el área afectada por el asentamiento.
- Se supone que el lixiviado derramado accidentalmente proviene del área afectada por el colapso definida anteriormente.

Cálculo del volumen de lixiviado derramado accidentalmente:

$$Área\ de\ operaciones\ con\ RS = 10.09\ Ha\ (100\%)$$

$$Área\ afectada\ por\ el\ colapso = 8.81\ Ha\ (88.1\%)$$

$$Producción\ de\ lixiviado\ promedio\ mes\ (Gestión\ 2018) = 4047.75\ m^3/mes$$

$$Producción\ de\ lixiviado\ del\ área\ afectada\ por\ el\ colapso = 4047.75\ m^3/mes * 0.881$$

$$= 3566\ m^3/mes$$

$$Volumen\ de\ Residuos\ desplazado = 152800\ m^3$$

$$Peso\ específico\ RS\ suelto = 0.45\ ton/m^3$$

$$Cantidad\ en\ peso\ de\ RS\ desplazados = 152800\ m^3 * 0.45\ ton/m^3$$

$$= 68760\ ton$$

$$Cantidad\ en\ peso\ promedio\ de\ RS\ ingresados\ al\ RSNJ\ (2018) = 22412\ ton/mes$$

$$Periodo\ de\ reolección\ equivalente = \frac{68760\ ton}{22412\ ton/mes} = 3.07\ meses$$

$$Volumen\ de\ lixiviado\ derramado = 3566\ m^3/mes * 3.07\ mes = 10947.87\ m^3$$

El cálculo no incluye el volumen desplazado posiblemente de los estanques.

Se adopta volumen de lixiviado derramado accidentalmente = 10,950 m^3

A.6 Análisis Comparativo de Diseños de Ingeniería

(Aprobados en el Manifiesto Ambiental con el Estado Real de Construcción)

Dentro del proceso de adjudicación del servicio de disposición final de residuos sólidos, el oferente, empresa Sociedad Accidental Concordia Dimensión Enasa (posteriormente denominada TERSA S.A.), que a la postre resultó la adjudicada, presentó como parte de su oferta un diseño de explotación del sitio, con planos generales y detalles constructivos, que incluyen el manejo, control y tratamiento de lixiviados y manejo, control y quema centralizada de biogás. De acuerdo a ese diseño el RSNJ debía construirse en forma de pirámide trunca, con escalones desde la parte sur, desde el margen oeste y desde el lado este (lado farellón), como se aprecia en la siguiente figura demostrativa a manera de ejemplo de los planos presentados a la licitación.

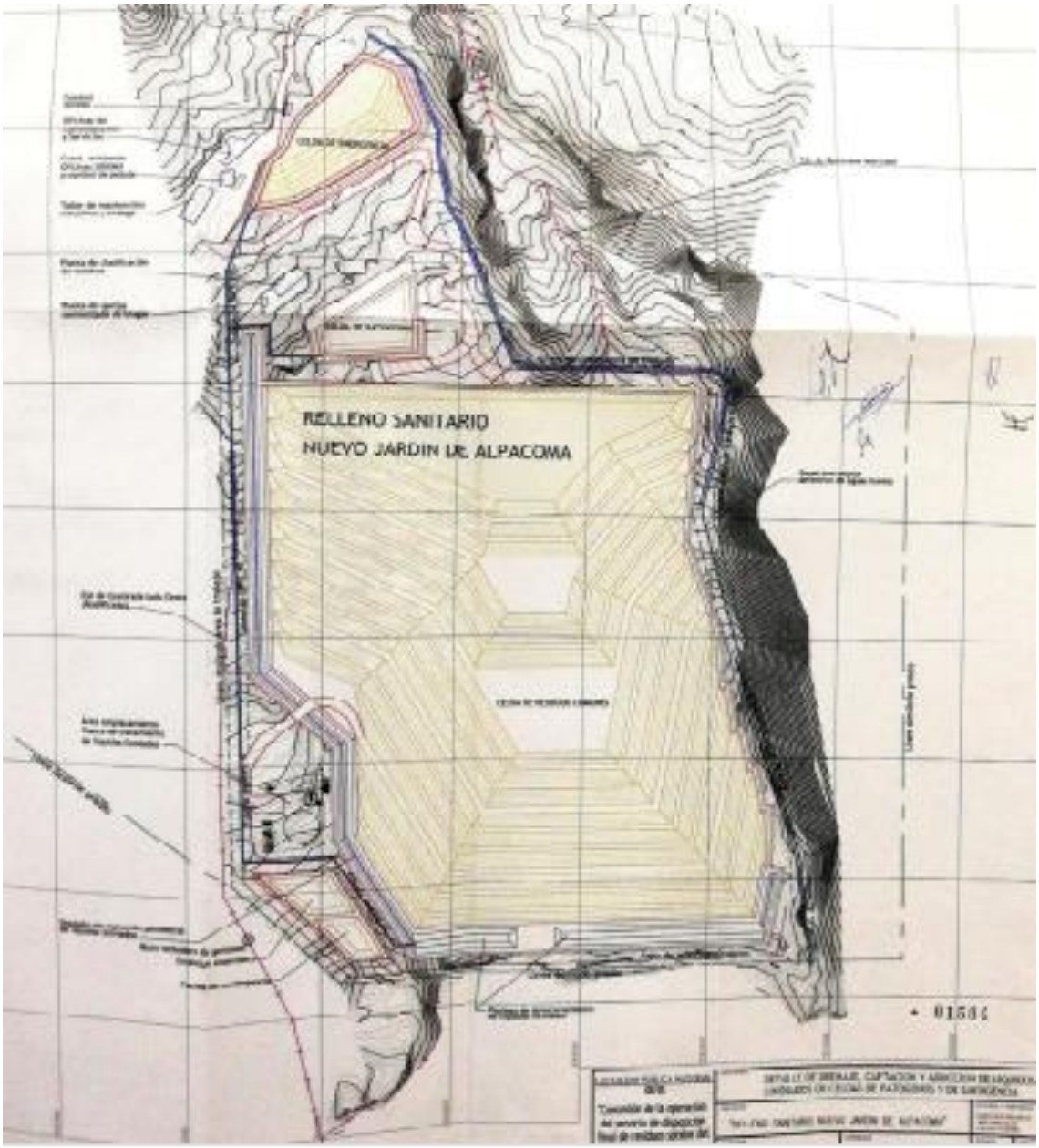


Figura A-16 Planimetría general del diseño
Presentado por la empresa Asociación Accidental Concordia Dimensión Enasa (TERSA SA), durante el proceso de licitación del servicio de disposición final de residuos sólidos del municipio de la Paz.

Destacamos de ese plano, el diseño piramidal mencionado, en la parte superior se señala una Celda de Emergencia separada totalmente del resto de celdas de residuos sólidos, seguida de la planta de clasificación de residuos, la planta de quema centralizada de biogás, luego la celda de residuos patógenos (de forma trapecial), separada de las celdas de residuos comunes. Del centro para abajo se señala la ubicación del Área Emplazamiento de la Planta de tratamiento de Líquidos Lixiviados, Estanque anaeróbico, Piscina de contingencias y el Depósito de captación perimetral de líquidos lixiviado.

La morfología construida del total del relleno sanitario no se parece en nada a lo propuesto por TERSA SA, tampoco lo es la ubicación de los componentes e incluso no se construyó la planta de quema centralizada de biogás, tampoco la Piscina de contingencias y el Depósito de captación perimetral de líquidos lixiviado. Dicho proyecto no fue ejecutado por razones desconocidas para la presente auditoría, porque en la documentación revisada no existe antecedente.

Lo más próximo es realizar el análisis comparativo con el diseño presentado al MMAYA para obtener la Licencia Ambiental.

Según documentación recibida para la presente Auditoría Ambienta, el primer operador fue la empresa CLIMA INGENIERIA AMBIENTAL que construyó las Celdas de emergencia 1 y 2, etapa de trinchera y las celdas 1 y 2 de la Macrocelda 1, también en sendas etapas de trinchera.

La empresa operadora TERSA SA inició sus actividades en la Celda 3, que se constituye en la primera modificación al proyecto del Manifiesto Ambiental ya que no figura en la planimetría; la CELDA 3 se construyó en la Macro Celda 1, aledaña a la Celda 2. Esta ampliación se ha ejecutado en nivel superior al de desplante de la Celda 2, es decir sobre material proveniente de la formación La Paz, pese a la instrucción expresa de realizar el emplazamiento en el nivel consolidado de la Formación La Paz, según documentación presentada a la auditoría.

Posteriormente, sin fechas identificadas, procedieron a rellenar con residuos el sector intermedio entre las Celdas 1, 2 y 3, adosado íntegramente al talud norte de la dorsal sur, en toda su longitud. Este sector se encontraba reservado para los posibles estanques y cámaras para el manejo y control de lixiviados, según el proyecto del Manifiesto Ambiental.

De estos hitos, en más, desarrollaron las celdas en posiciones distintas a las proyectadas.

El diseño original, consistía en nueve (9) Celdas de residuos comunes, contenidos en cuatro (4) Macroceldas más una Celda de Residuos Patógenos. La Macrocelda 4 estaba designada también como Macrocelda de Emergencia, para ser operada en días de lluvia.

La empresa operadora mencionada, ejecuta la operación en doce (12) Celdas, hasta el día del evento, en la secuencia y ubicación que se muestra en la Figura A-16 y la comparación de lo proyectado en el Diseño del año 2010 vs. Lo ejecutado hasta enero del año 2019, se muestra en la misma Figura A-16.

La Tabla que sigue enseña la Disposición de Celdas y Macroceldas.

Tabla A-23 Disposición de Celdas y Macroceldas

DESCRIPCION	UNIDAD	MANIFIESTO AMBIENTAL	CONSTRUIDO HASTA 12/09/2019
		CARACTERÍSTICA	
AREA DEL PREDIO	Ha	40,00	40,00
AREA DESTINADA AL PROYECTO	Ha	20,00	40,00

DESCRIPCION	UNIDAD	MANIFIESTO AMBIENTAL	CONSTRUIDO HASTA 12/09/2019
		CARACTERÍSTICA	
AREA MACROCELDAS DE R.S.M.	Ha	8,41	10,48
NÚMERO DE MACROCELDAS	No	4,00	5,00
NÚMERO DE CELDAS	No	8,00	12,00
AREA CELDA DE RESIDUOS PATOGENOS	Ha	0,37	0,51
AREA TOTAL DE RESIDUOS	Ha	8,78	12,51
AREA DE MANEJO DE LIXIVIADOS	Ha	1,35	0,46
AREA DE AMORTIGUAMIENTO	Ha	8,59	1,23
AREA DE OBRAS COMPLEMENTARIAS	Ha	1,28	1,28
VIDA UTIL	año	13,00	16,00
VOLUMEN EXCAV. PARA ADECUACION	m^3	1.255.859,21	Sin datos
FECHA INICIO DE OPERACIONES		01/11/2004	01/07/2006
FECHA PROYECTADA CIERRE DE OPERACIONES		30/10/2017	00/09/2019
GENERACION R.S /día AL INICIO DE OPERACIONES	ton	495,19	487,17
GENERACION R.S /día AL FINAL DE OPERACIONES	ton	654,19	647,59
DOC. LEGAL AMBIENTAL DE INICIO DE OPERACIONES		LIC. EVENTUAL	28/04/2010
FECHA DE EMISION DE LICENCIA		27/10/2010	15/01/2019

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro A-20 se presenta la documentación recibida por efectos de la Auditoria, en lo referente a la cronología de estudios y habilitaciones de celdas de residuos sólidos para conformar el Relleno Sanitario.

Sin embargo, hacemos hincapié en el hecho que no se encuentra documentación técnica suficiente para analizar nivel de desplante de cada celda, capacidad volumétrica, vida útil, etc.

Y en ningún caso se encontró planos As Build.

Cuadro A-20 Base de datos de la documentación remitida a la empresa auditora
(Referente a la habilitación de Celdas del RSNJ)

CITE	CELDA	FECHA	REFERENCIA	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
-	CELDA Nº1	-	-	-	Se recibió Memoria de cálculo de explotación Macrocelda N° 1 – Celdas 1 y 2. No se recibió estudio geológico - geotécnico No se recibió nota de aprobación

CITE	CELDA	FECHA	REFERENCIA	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
SIREMU/C-OF-DS/0307/2006	CELDA N°2	17/03/2006	Aprobación de proyecto reformulado CELDA N° 2 RSNJ	Periodo de operación de la empresa CLIMA INGENIERIA AMBIENTAL S.R.L.	No se cuenta con un estudio geológico - geotécnico en la información proporcionada por GAMLP
ASES.GRAL.OF.No.0006/2006	MC 1	24/03/2006	Aprobación del Nivel Desplante de la CELDA N° 2 de la Macrocelda 1		No se cuenta con un estudio geológico - geotécnico en la información proporcionada por GAMLP
SIREMU/C-OF-DS/0437/2006	MC 1 - CELDA N°2	13/04/2006	Autorización Nivel de desplante Macrocelda 1 - CELDA 2		No se cuenta con un estudio geológico - geotécnico en la información proporcionada por la GAMLP
SIREMU/C-OF-DS/0696/2006	CELDA N° 3	25/05/2006	Respuesta a su nota DIMENASA.063/2006 Autorización de Inicio de Operación CELDA N° 3		Se recibió un estudio geotécnico-geológico, pero sin nota de aprobación
SIREMU/C-OF-RS.011/07	CELDA N° 4	15/01/2007	Habilitación de la CELDA N° 4	La construcción de la CELDA N° 4 se está ejecutando por encima de la CELDA N° 1	Se tiene memoria de cálculo en conjunto de celda 4,7 y 8. No se recibió estudio geologico-geotécnico por parte del GAMLP
SIREMU/C-OF-RS.0077/2007	CELDA N°4	22/05/2007	Aprobación del estudio geotécnico	Estudio geotécnico del nivel de desplante de la CELDA N° 4	No se recibió el estudio geológico – geotécnico por parte del GAMLP
SIREMU/C-OF-DS.0813/2007	CELDA N°4	29/05/2007	Aprobación de estudio geotécnico	CELDA N° 4	
SIREMU/C-OF-DS.0341/2008	CELDA N° 5	03/03/2008	Aprobación de la CELDA N° 5		Se recibió Memoria de cálculo No se recibió el estudio geológico – geotécnico por parte del GAMLP
SIREMU/C-OF-RSRS.0210/2008	CELDA N° 6	25/08/2008	Aprobación estudio geológico - geotecnia CELDA N° 6	Aprobación del estudio geológico - geotecnia	Se recibió Memoria de calculo No se recibió el estudio geológico – geotécnico por parte del GAMLP
SIREMU/C-OF-DS/1267/2008	CELDA N° 6	29/08/2008	Aprobación estudio Geológico - Geotécnico CELDA N° 6	Aprobación del mencionado proyecto para su ejecución en el	

CITE	CELDA	FECHA	REFERENCIA	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
				marco del Plan Operativo Gestión 2008)	
SIREMU/C-OF-RSRS.0273/2008	CELDA N° 6	23/10/2008	Impermeabilización y habilitación CELDA N° 6	CELDA N° 6 está habilitada	
SIREMU/C-OF-DS.1627/2007	CELDA N° 5	22/11/2008	Habilitación de la CELDA N° 5		Se recibió Memoria de cálculo No se recibió el estudio geológico – geotécnico por parte del GAMLP
	CELDA Nº 8	2012	MEMORIA DE CÁLCULO PROYECTO DE EXPLOTACIÓN Y AMPLIACIÓN AL NIVEL 3550 CELDA 4,7 y 8	-	Se recibió: Memoria de cálculo Estudio geológico-geotécnico Pero no se recibió nota de aprobación del estudio.
SIREMU/C-OF-DS/0833/2009	CELDA N° 7	27/07/2009	Aprobación estudio explotación CELDA N° 7	Estudio geológicos y geotécnicos; Comunica su aprobación a efectos de que continúe las obras	Se recibio la memoria de cálculo No se recibió el Estudio geológico - geotécnico
	CELDA N° 9	21/04/2014	Se instruye a la empresa TERSA S.A. proceder a la impermeabilización y funcionamiento de la CELDA N° 9		Se recibio la memoria de cálculo en el que se hace mención de un estudio geotécnico. No se recibió el Estudio geotécnico ni carta de aprobación.
SIREMU.OF. JUOR.0250/2014	CELDA N° 9	29/04/2014	Respuesta Nota CITE: TERSA/GG/029/2014	Se instruye a la empresa TERSA S.A. proceder a la impermeabilización y funcionamiento de la CELDA N° 9	
SIREMU.OF. JUOR.0413/2015	CELDA N° 10	15/06/2015	Proyecto "Explotación CELDA N° 10	Se acepta la reubicación de la CELDA N° 10	Se recibio la memoria de cálculo en el que se hace mención de un estudio geotécnico. No se recibió el Estudio geotécnico

CITE	CELDA	FECHA	REFERENCIA	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
					ni carta de aprobación.
SIREMU.OF. JUSACE.0694/2016	CELDA N° 11	18/11/2016	Proyecto de Explotación - CELDA N° 11	Se aprueba el proyecto CELDA N° 11	No se recibió estudio geológico-geotécnico.
TERSA/GG/227/2017	CELDA Nº 11 FASE II	18/07/2017	AMPLIACIÓN CELDA N° 11 - FASE II RELLENO SANITARIO "NUEVO JARDIN DE ALPACOMA"	Remisión de proyecto FASE II – Celda N° 11	Se recibió documento "Ampliación celda N.º 11 Fase II" en el que se hace mención de un análisis geotécnico. No se recibió el Estudio geotécnico ni carta de aprobación.
SIREMU.OF. JUSAGE.0048/2018	CELDA N° 12	23/01/2018	Implementación CELDA N° 12 Relleno Sanitario de Alpacoma	Aprobar el proyecto explotación CELDA N° 12	No se recibió estudio geológico – geotécnico
SIREMU.OF. JUSACE.0056/2018	CELDA N° 11 FASE I	25/01/2018	Pruebas de control de calidad de geomembrana CELDA N° 11	Aceptan lo informado	No se recibió documentación completa de estudios acerca de la celda
SIREMU.OF. JUSACE.40/2018	CELDA N° 11 - FASE III	30/01/2018	Aprobación modificaciones al cálculo CELDA N° 11 - FASE III	Cálculo de estabilidad de taludes	No se recibió estudio geológico - geotécnico
SIREMU.INF.RSRS.0148/ 2018	CELDA N° 11 - FASE III	17/10/2018	Se recomienda aprobar la construcción de la CELDA N° 11 - FASE III		Se recibió un estudio de estabilidad de taludes referido a esa celda
SIREMU.OF. JUSAUDFR.0051/2019	CELDA N° 11 - FASE III	04/02/2019	Celda de disposición final	CELDA 11 - FASE III	Se recibió un estudio de estabilidad de taludes referido a esa celda

Fuente: Elaboración propia en base a la información de CELDAS recibida por parte de GAMLP.

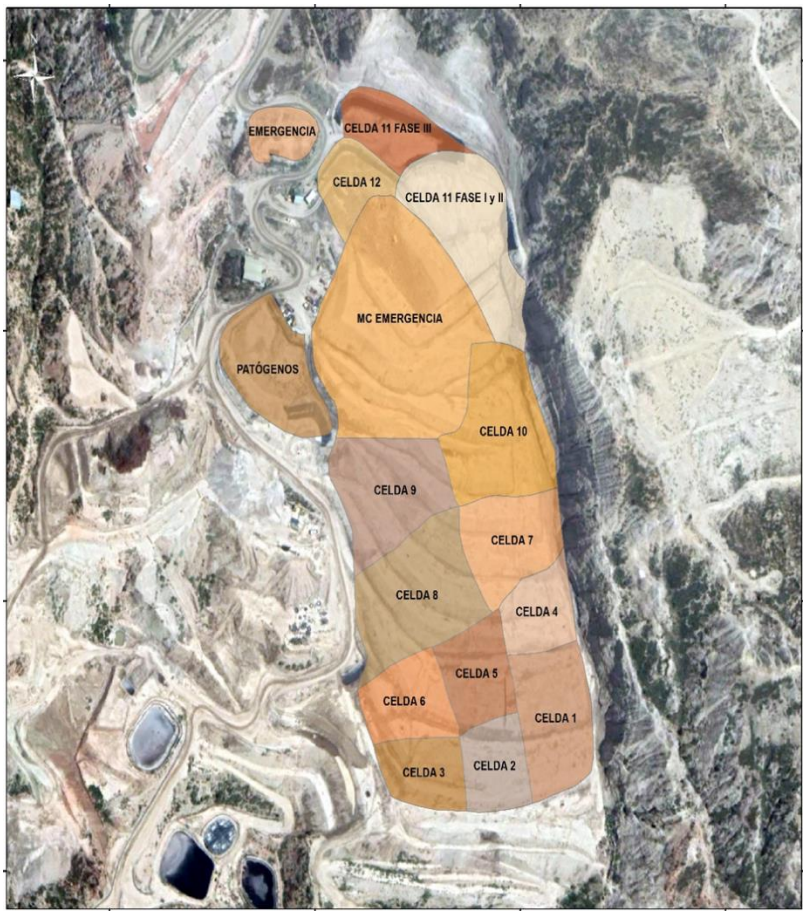


Figura A-17 Ubicación y secuencia de las celdas de residuos construidas
Fuente: Elaboración Propia

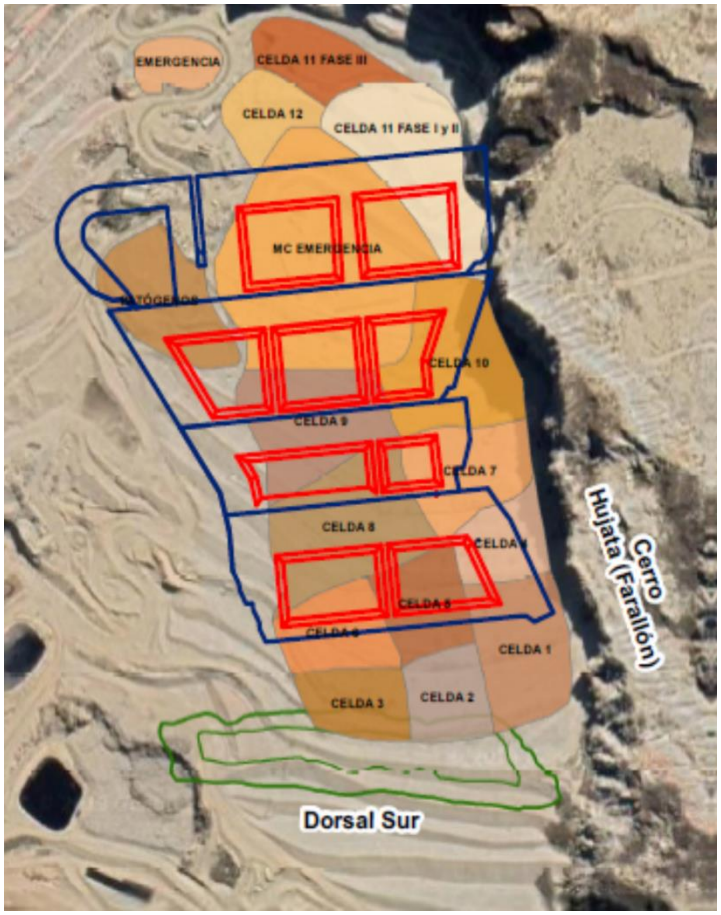


Figura A-18 Comparación entre las celdas construidas versus las celdas del proyecto original
Las figuras de color rojo corresponden a las Celdas y el polígono azul es el contorno del área total, del diseño del Manifiesto Ambiental.
Fuente: Elaboración Propia con base en Manifiesto Ambiental e información de TERSA S.A.

A.7 Identificación de Riesgos de corto, mediano y largo plazo.

De manera general los riesgos en un relleno sanitario están asociados a la afectación de la salud dentro del área de influencia directa e indirecta. El personal expuesto de forma directa representa un riesgo para su salud, el riesgo ambiental está asociado a la generación de lixiviado y la emanación de gases.

El presente documento, es el resultado del análisis del riesgo en el proyecto: Auditoria Ambiental Por peligro Eminente Relleno Sanitario Nuevo Jardín, mediante el cual se identificaron las amenazas, vulnerabilidades y capacidades relacionadas con el mismo, con el fin de lograr su funcionalidad y sostenibilidad a corto, mediano y largo plazo, buscando soluciones que ayuden a reducir el riesgo de desastres en sus componentes o zonas de riesgo potencial.

Los riesgos en el relleno sanitario Nuevo Jardín fueron minimizados debido a la cubierta de geomembrana que tiene cubierta el área directa de disposición de residuos sólidos domésticos. Esta reducción de riesgos estará complementada al programa de mantenimiento estricto que se lleve a cabo durante la etapa de Cierre y Post cierre del relleno.

Existe un hecho tangible de la ocurrencia de un evento de carácter excepcional en el cual factores no controlados causaron un deslizamiento de importante volumen de residuos sólidos, falla asociada principalmente a la gestión producida por el hombre; ya que una obra de ingeniería de tal magnitud está sustentada técnicamente para mantenerse estable en condiciones extremas de origen natural.

En todos los casos la estabilidad del relleno sanitario está sustentado en su diseño ingenieril, operación y mantenimiento, a corto plazo el riesgo está asociado al manejo de generación del lixiviado, extremadamente ligado a su tratamiento y disposición final del mismo en condiciones ambientalmente seguras. En el entendido de que parte de su "tratamiento" se desarrolla en el seno de la celda al generar biogás

Un riesgo de corto plazo representa, la saturación de los suelos en época de lluvia, podría afectar principalmente a los depósitos de material detrítico no consolidado y de porosidad media producto de los movimientos en masa, produciendo un aumento de peso y de acuerdo a la pendiente del terreno, reptaciones o posibles flujos violentos de material, comprometiendo la estabilidad del suelo.

Las erosiones eólica e hídrica representan riesgos en el corto plazo, debido a los vientos fuertes y la época de lluvias, su intensidad afectara zonas o áreas del suelo donde no se cuenta con cobertura vegetal. La zona oeste del RSNJ es sensible a este efecto, así como las áreas o bancos de préstamo y disposición de los queques. Durante la época seca, la acción eólica, se incrementa, arrastra concentraciones importantes de partículas de tierra, virus, gases y olores de los bancos de queques, en la dirección prevalente y cambiante del viento. Estas áreas representan zonas de riesgo en el corto plazo.

A.7.1 Análisis del Riesgo en el Proyecto

Tabla A-24 AMENAZAS: algunos de los componentes de la Actividad se localizan

Nº	Pregunta	Respuesta			Explicación / Justificación
		SI	PARCIAL	NO	
1	En una zona susceptible a: Inundaciones lentas o progresivas			✓	Se tiene 40 Ha, en pendiente, 35%. Zona montañosa alejada de cursos de agua.
2	En una zona con presencia de Inundaciones súbitas o repentinas (riadas).			✓	No contiene cuerpos de Agua
3	Al pie o en laderas con pendientes mayores a 20% con probabilidades de Deslizamientos (descenso masivo y relativamente rápido)	✓			Se ha registrado ya un deslizamiento de Residuos Sólidos Urbanos el 15 de enero de 2019.
4	Cerca o sobre una falla geológica o en una zona sísmica			✓	En general todo el proyecto está sobre la Formación La Paz, con un torrente de barro.
5	En una zona susceptible a Sequías, donde los efectos en los últimos años, han sido más intensos y recurrentes.		✓		La precipitación media anual de 500 mm promedio.
6	En una zona susceptible a Heladas		✓		Las condiciones climáticas son de un valle alto, valle de Achocalla, con poca probabilidad de heladas.

Nº	Pregunta	Respuesta			Explicación / Justificación
		SI	PARCIAL	NO	
7	En una zona susceptible a Granizadas		✓		Las condiciones climáticas son de un valle alto, valle de Achocalla, con poca probabilidad de granizada
8	En una zona expuesta a vientos fuertes		✓		Eventualmente se registraron Ventarrones
9	En una zona con alto arrastre de sedimentos en las quebradas	✓			La zona geológicamente, se registran mazamorras y lechos sueltos
10	En una zona con arrastre o caída de rocas y pedrones			✓	En la zona solo existe material suelto.
11	En una zona plana o con pendientes muy bajas			✓	Es una ladera con una pendiente fuerte.
12	En una zona con baja capacidad portante del suelo y/o meteorización del suelo		✓		Los suelos tienen una capacidad portante aceptable entre 1.2 - 1.5 KN/m^2.
13	En una zona expuesta a incendios forestales			✓	Es una zona de altiplano, desértica, con poca vegetación
14	En una zona con fuertes procesos de erosión, deforestación y/o desertificación	✓			Existe erosión eólica.
15	En una zona con actividad minera (contaminación minera)			✓	Zona improductiva.
16	En una zona con uso de agroquímicos y/o industrias contaminantes (contaminación química)			✓	Zona improductiva y desértica.
17	En una zona con contaminación por aguas residuales y/o residuos de animales	✓			Existe un cuerpo de agua, denominado quebrada Alpacoma. No existen zonas de pastoreos cercanos o animales.
18	En una zona con incremento de la temperatura; (consultar con los beneficiarios		✓		Los gradiente de temperatura son fuertes, que van desde 20C a -5 C.
19	En una zona con variación del patrón temporal de las precipitaciones pluviales con lluvias fuera de temporada e intensas	✓			Afectadas por el cambio climático existente en la zona.
20	En una zona donde hay retroceso de glaciares por el incremento de temperaturas.			✓	Los glaciares están muy alejados de la zona del emplazamiento del RNSJ.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-25 Análisis de VULNERABILIDAD E IMPACTO

Nº	Pregunta	Respuesta			Explicación / Justificación
		SI	PARCIAL	NO	
1	Las amenazas ya identificadas afectan negativamente a los medios de vida y recursos naturales en el área de emplazamiento del proyecto.	✓			Los olores y los vectores son problemas en los rellenos sanitarios
2	El proyecto o componentes están expuestos a las amenazas identificadas en la PARTE UNO.	✓			Tienen amenazas como la erosión eólica, deslizamiento, probables heladas y granizadas.

Nº	Pregunta	Respuesta			Explicación / Justificación
		SI	PARCIAL	NO	
3	Se tiene difícil acceso: al área de intervención, a materiales locales y a mano de obra calificada.			✓	Cuenta un una infraestructura vial, portería y otras edificaciones del complejo y no se requiere mano de obra calificada.
4	Existe marcada situación de pobreza, baja calidad de vida y viviendas precarias.	✓			Son familias muy pobres algunas realizan actividades agrícolas muy incipientes otras trabajan en las ladrilleras.
5	Existe falta de acceso a servicios básicos.	✓			Existen deficiencias a servicios básicos, porque está a km del centro poblado donde se cuentan con servicio básicos
6	Los beneficiarios carecen de experiencias exitosas en la operación y mantenimiento de sus proyectos.			✓	No existen beneficiarios ya que el RSNJ no es una actividad productiva.
7	Existe más del 50% de mora en el pago de tarifas, aportes y/o cuotas mensuales para cubrir los costos de operación y mantenimiento.			✓	No es el caso. No es una actividad d servicios.
8	En la zona existe potencial de generarse conflictos sociales por el uso del agua y/o por la cesión de terrenos para el proyecto.			✓	El derecho propietario está bien definido en el sector.
9	El proyecto requiere la instalación de macro y micro medidores			✓	No corresponde

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-26 Análisis de capacidades

Nº	Pregunta	Respuesta			Explicación / Justificación
		SI	PARCIAL	NO	
1	La zona de emplazamiento del proyecto carece de estudios complementarios de microcuenca (Hidrológicos, geológicos, balance hídrico, estudio de suelos, etc.)			✓	Cuenta un estudios de geología, hidrogeología, geofísica, geotecnia
2	Los beneficiarios carecen de sistemas alternativos o complementarios en caso de daños o destrucción del proyecto, que permitan el abastecimiento y disposición de agua			✓	No corresponde
3	El proyecto necesita de un Plan de Operación y Mantenimiento (preventivo y correctivo)	✓			Es necesario contar un plan de cierre y mantenimiento de infraestructura, manejo y tratamiento de lixiviado, manejo y control de biogás.
4	Los beneficiarios carecen de los medios suficientes para realizar reparación y/o rehabilitaciones si el proyecto sufriera daños.			✓	No existen beneficiarios debido a que no es actividad productiva

Nº	Pregunta	Respuesta			Explicación / Justificación
		SI	PARCIAL	NO	
5	Los usos y costumbres y/o medios de vida en la zona son vulnerables a la variabilidad y Cambio Climático (resistentes a inundaciones, a deslizamientos, sequías y heladas)			✓	No existen actividades agropecuarias, por tanto, no están expuestos a vulnerabilidades o cambios climáticos extremos.
6	La población de la zona de influencia del proyecto ignora las amenazas y carece de experiencia local en la gestión de riesgos.		✓		Ante el evento la GAMLP es la responsable del control y remediación de los factores afectados, no así la población. Requiere de talleres de capacitación.
7	La población en la zona de influencia del proyecto carece de sistemas de alerta temprana y planes de contingencia	✓			Efectivamente la zona de influencia carece de sistemas de alerta temprana, debido a que la zona no presenta riesgos por desastres naturales.
8	Las organizaciones sociales beneficiarias del proyecto y la Unidad de Gestión de Riesgos del Gobierno Municipal están desvinculadas	✓			Están Vinculadas y se debe socializar en la zona
9	Al Gobierno Municipal le faltan estudios técnicos de amenazas y vulnerabilidades en la zona	✓			Los municipios de La Paz y Achocalla, deben establecer normas, procedimientos y responsabilidades mutuas sobre amenazas y vulnerabilidades en la zona
10	La zona de influencia del proyecto y el Municipio requiere de estudios relacionados con la Adaptación al Cambio Climático			✓	No se requiere
11	Los habitantes de la zona del proyecto desconocen la importancia del uso adecuado del agua			✓	Contaminación de los cuerpos de agua superficiales, de la cuenca.

Fuente: Elaboración Propia

Los riesgos en el **mediano plazo** son los deslizamientos de taludes, pueden ocurrir por el grado de incertidumbre en su predicción, rapidez de ocurrencia y área a ser afectada, todos los deslizamientos o movimientos en masa están relacionados con la pendiente de taludes, meteorización y fuerzas de filtración.

Derrumbes causados por socavación al pie de los taludes con pendientes pronunciadas en las quebradas y cárcavas, así como en los afloramientos de la Formación La Paz. Estos derrumbes podrían ser relevantes debido a la caída de uno o varios bloques que ocasionarían daño a las obras previstas para el relleno sanitario cercanos a los mismos y a otros taludes que se encuentran en las partes inferiores.

La erosión subterránea continuará en el futuro en los materiales finos, aspecto que se traducirá en asentamientos por el derrumbe de los sifonamientos y túneles en especial en los sectores ubicados al borde de los taludes y quebradas. Un control de estos fenómenos es importante, se puede conseguir mediante movimientos de tierras, ligados a programas forestales, así como la elevación paulatina del fondo de las quebradas, medida que permitirá rellenar las cárcavas y túneles con material sedimentario.

La contaminación de aguas subterráneas de la zona por el lixiviado es improbable debido a que no se detectó nivel freático en las líneas de estudio geofísico. Pero la humedad presente determinada por el

estudio geofísico ye interpretada como lixiviado que podría estar desplazándose de manera subsuperficial hacia la parte de inferior o base nivel de la cuenca causando un cierto grado de contaminación que debe ser manejada y que representa un riesgo en el mediano plazo. Bajo condiciones óptimas la percolación de lixiviado hacia las zonas inferiores no puede alcanzar los niveles de desplante del relleno.

Los sedimentos de la Formación La Paz que afloran como altos topográficos con escarpes elevados que rodean el relleno sanitario, en cuyas crestas se observan coronas de deslizamiento de diferente magnitud con anchos variables de entre 80 a 300 metros aproximadamente que evidencian la importancia de los mismos, en las que también se observan grietas de tensión abiertas de 10 a 30 cm. de ancho de cierta extensión, alineadas con la cresta de la serranía y cerca de los escarpes de deslizamiento.

Los diversos tipos de materiales producidos por la remoción en masa, serían potencialmente propensos a escurrimiento por fluidez, asociados a precipitaciones pluviales y saturación de los suelos, expuestos en la zona con un contenido alto de elementos finos, arcillas y limos, ya que una vez que se inicia el movimiento las arcillas húmedas podrían hacerse más plásticas y escurrir fácilmente aun en superficies con pendiente baja.

La zona de Alpacoma está clasificada como área de alto riesgo debido a la alta probabilidad de ocurrencia de deslizamientos. La mayoría de las fallas de talud durante sismos se debe al fenómeno de liquefacción en el suelo granular en condiciones no drenadas, la cual puede ser activada por la repetida aplicación de pequeños incrementos o decrementos de esfuerzos de corte inducidos por vibraciones del terreno asociados con terremotos o explosiones. La pérdida de resistencia es de tal magnitud que momentáneamente el suelo alcanza la consistencia de un fluido pesado y se originan grandes deformaciones.

Si bien la zona de Alpacoma está clasificada como área de alto riesgo debido a la alta probabilidad de ocurrencia de deslizamientos el sector del RSNJ a la fecha de auditoría presenta un grado de riesgo bajo, debido a la implementación de obras civiles de estabilización, el ángulo actual de los taludes es inferior a 45°, calificando como zonas de bajo riesgo de acuerdo a la evaluación presentada apoyada en la calificación de grados de riesgo de Formularios de Evaluación de Taludes de la ABC (ver Anexo 1 Formularios de evaluación de taludes).

A.8 Situación Ambiental Actual

Con base en el Diagnóstico Ambiental presentado y aprobado en la Fase 2 de la AA se establece la Situación Ambiental Actual del Relleno Sanitario Nuevo Jardín con alcance a las AID y AII, a través de la descripción y análisis de los factores que lo componen a objeto de identificar y valorar su situación después del deslizamiento producido, evento que promueve la presente Auditoría Ambiental.

La información parcial, intermitente y tardía representó una limitante explicada en otro punto de este Informe Final. A fin de enmendar esta falencia recibimos información verbal directa de profesionales del relleno, habitantes aledañas y profesionales de centros de salud. Para completar, cada especialista recurrió a información secundaria para desarrollar su trabajo.

La evaluación del Relleno Sanitario Nuevo Jardín (RSNJ) y área de estudio permite identificar el o los problemas técnicos-ambientales que deben ser afrontados a futuro en base a la información actual recibida y generada por el equipo multidisciplinario, reconocimiento del área, comparaciones,

clasificaciones, aplicación de límites permisibles e indicares ambientales con el objetivo de determinar las acciones correctivas necesarias para mitigar y adecuar impactos ambientales adversos en el RSNJ.

A.8.1 Alcance

El alcance geográfico de la Auditoría Ambiental consideró el área donde acontecen o pueden ocurrir los impactos ambientales negativos y el área hasta donde alcanzan los efectos en el medio ambiente y la salud humana. La evaluación de la situación ambiental actual, representa el estado ambiental posterior al deslizamiento.

En la Ilustración A-6 se aprecia el área AII demarcada con una línea anaranjada, el AID de línea amarilla y el área del deslizamiento demarcada con una línea morada, además de la ubicación de los tres diques de retención que construyó el GAMLP para evitar en lo posible los impactos severos a la quebrada Alpacoma, río Achocalla y río La Paz.

Es absolutamente coherente que el alcance también está referido al enfoque técnico, administrativo y ambiental de la elaboración del Manifiesto Ambiental, presentado y aprobado por la AACN, de este modo, determinar una situación ambiental actual en ese contexto del MA que contiene omisiones, gestión, diseño, construcción, operación y mantenimiento diferentes, representa enormes limitaciones, ya que al ser el MA un documento oficial aprobado, su evaluación comparativa podría no ser sustentable; muy a pesar de lo señalado y por el tiempo transcurrido entre el evento y el inicio de la AA.

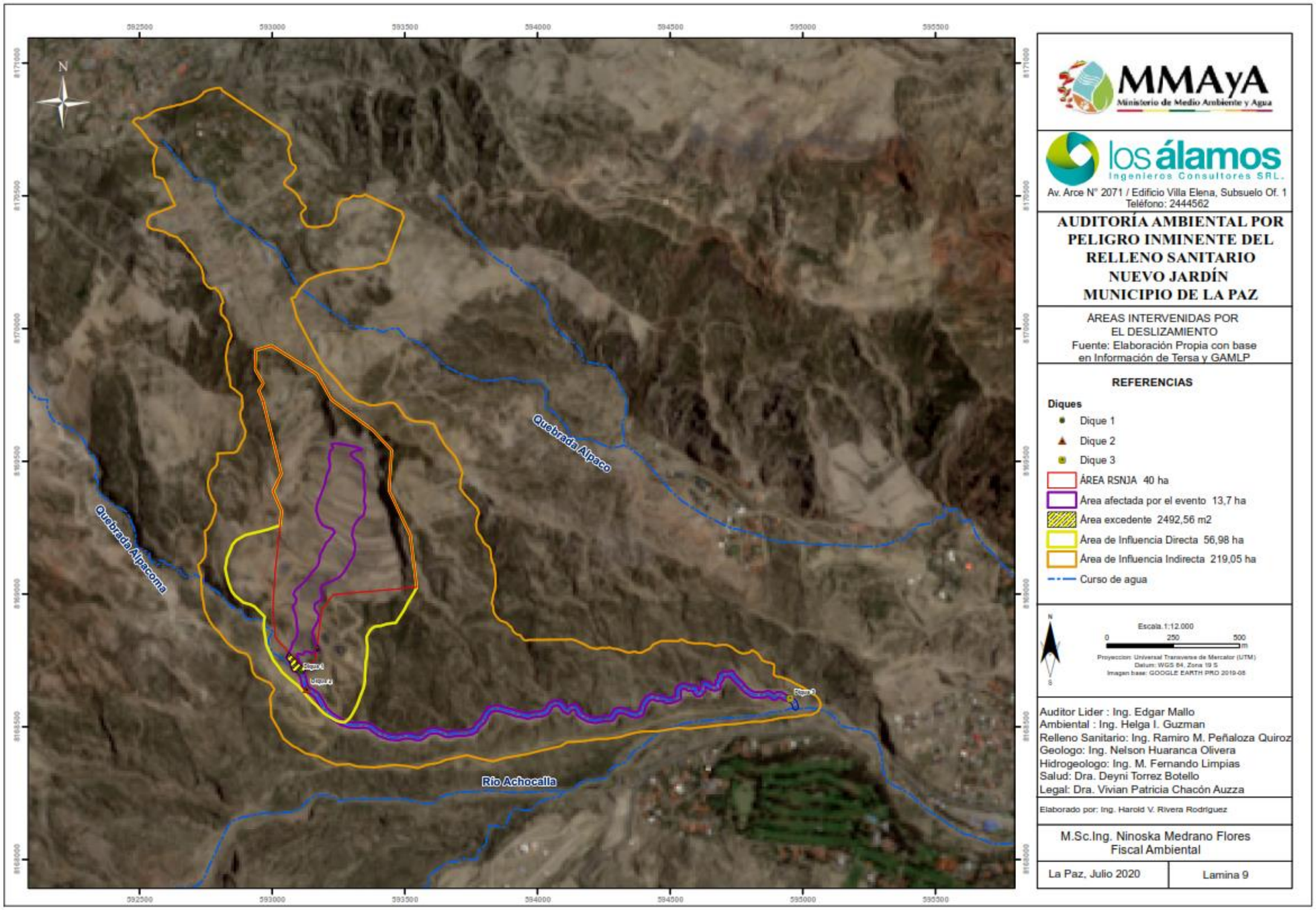


Ilustración A-6 Áreas de Alcance de la AA
Fuente: Elaboración Propia

A.8.2 Objetivo General

Identificar y establecer los impactos ambientales generados a raíz del deslizamiento de residuos sólidos del Relleno Sanitario Nuevo Jardín, a partir de un estudio multidisciplinario que demuestre el estado actual de todos los factores involucrados en el área de influencia directa e indirecta de la actividad.

A.8.3 Objetivos Específicos

Los objetivos específicos son:

- Identificar los factores ambientales que han sido alterados a raíz del deslizamiento de residuos sólidos contenidos en el RSNJ.
- Informar sobre las condiciones ambientales actuales en el AID y AII del RSNJ y el área del evento del deslizamiento más obras de contención.
- Otorgar el soporte técnico para establecer un alcance normativo que pueda sostener los estudios y acciones posteriores de adecuación y/o remediación.
- Promover la detección de acciones correctivas necesarias para mitigar impactos adversos actuales.

A.8.4 Metodología

A.8.4.1 Trabajo en gabinete y campo

Durante la Fase 1 Planificación, se cursa solicitudes al Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAYA); Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP); Gobierno Autónomo Departamental de La Paz (GADLP); Empresa TERSA S.A. e instituciones involucradas para contar con información secundaria.

Esta información valiosa requerida es demorada e incompleta, así se inició la Fase 2 con Actividades en el Sitio a Auditar o trabajo de campo. Ambas fases están actualmente aprobadas.

A.8.4.2 Caracterización de factores ambientales

Como se describe en Fase I, cada factor ambiental es desarrollado en base a una metodología específica como sigue:

Cuadro A-21 Caracterizacion de factores ambientales

N°	Factor	Método Aplicado
1	Clima	Para la evaluación del clima se utilizó datos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto de El Alto, estación meteorologica de segundo orden
2	Suelo	Recopiló, revisó y sistematizó información Se proceso imágenes satelitales Planificó y desarrolló el estudio geotécnico Se definió el volumen del área desestabilizada
3	Agua	Se recopiló con desarrollo descriptivo de cursos de agua superficial y subterránea: Recopiló, revisó y sistematizó información. Se procesó imágenes satelitales

N°	Factor	Método Aplicado
		Trabajo de campo: colecta y medición de factores ambientales Calidad de aguas superficiales y subterráneas Pluma contaminante, si corresponde
4	Flora y Fauna	Flora: Identificación de especies por transecto para abarcar las AID y AII Fauna: Identificación de especies con punto de conteo para avifauna Fauna: Búsqueda de rastros y huellas,
5	Medio Humano	Encuestas a todos los trabajadores del RSNJ Encuentas a los comunarios aledaños al relleno Revisión de histórias clínicas, certificación defunción y visitas a centros de salud. Análisis y sistematización por el SNIS Acopio de datos estadísticos: Consulta externa, atención integral a menor de 5 años, prenatal, parto, puerperio y planificación familiar; certificacdo de nacimiento; tratamiento odontológico e internaciones.

Fuente: Elaboración Propia

A.8.5 Medio Físico Abiótico

El medio físico abiótico se encuentra descrito por el clima con todos sus componentes, geología, geofísica, geotecnia, hidrología, hidrogeología, suelos y factores como la calidad ambiental: aire, aguas y suelos.

A.8.5.1 Clima

A.8.5.1.1 Red Meteorológica disponible

La red meteorológica de la zona de estudio está compuesta con 11 estaciones de diferente categoría desde segundo a cuarto orden, algunas con datos históricos de larga data que garantizan el análisis y sistematización de sus registros meteorológicos. Las estaciones que competían para ser tomadas en cuenta en la presente AA por sus características eran las ubicadas en la ciudad de La Paz, El Alto y el Aeropuerto de El Alto. Durante las actividades en el sitio a auditar conocimos la existencia de una estación meteorológica propia del GAMLP con registro de datos a temperaturas y precipitación de corta data de registros. La estación seleccionada fue El Aeropuerto El Alto por su categoría y por los datos históricos de larga data.

Cuadro A-22 Estaciones Meteorológicas Disponibles

Nº	Nombre	Longitud°	Latitud°	Altura	Zona	Distancia	Dirección°	Sentido
1	La Paz, Centro	-68.13	-16.53	3632.00	19	6.70	347	N
2	La Paz - El Alto	-68.18	-16.51	4071.00		8.00	316	NW
3	El Alto (Aeropuerto)	-68,22	-16.52	4071.00		10.60	329	NW
4	Alpacoma (N. Jardin)	-68.13	-16.65	3368.00		0.00	180	S

Fuente: SENAMHI 2020

En zona de estudio, existe una estación meteorológica, pero con información escasa, por lo que se recurrió a utilizar la estación más próxima y que sea representativa, como se describe en el documento.

Entonces la precipitación confiable a efectos del estudio es:

Tabla A-27 Precipitación confiable

Probabilidad	Pc (mm)
75%	569.65

Fuente: Elaboración propia

Precipitación confiable con 75% de probabilidad de excedencia para un año normal.

A.8.5.1.2 Caracterización Climática de la Zona en Estudio

En La Paz, los veranos son cortos, frescos y nublados, los inviernos son cortos, muy fríos, secos y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de -2 °C a 15 °C y rara vez baja a menos de -5 °C o sube a más de 18 °C.

Todos los datos relacionados con la posición del sol (salida del sol y puesta del sol) se calculan usando fórmulas astronómicas del libro *Astronomical Tables of the Sun, Moon and Planets, de Jean Meeus*. Los datos climatológicos, incluida la nubosidad, precipitación, velocidad y dirección del viento y flujo solar vienen de *MERRA-2 Modern-Era Retrospective Analysis de NASA*.

A.8.5.1.3 Temperatura

La temperatura máxima promedio diaria es de 15°C de la época templada. La temporada fría tiene una temperatura máxima promedio diaria menor a 14 °C y una mínima de -2 °C.

La Ilustración A-7 muestra una visión compacta de las temperaturas promedio por hora de todo el año. El eje horizontal es el día del año, el eje vertical es la hora y el color es la temperatura promedio para ese día y a esa hora.

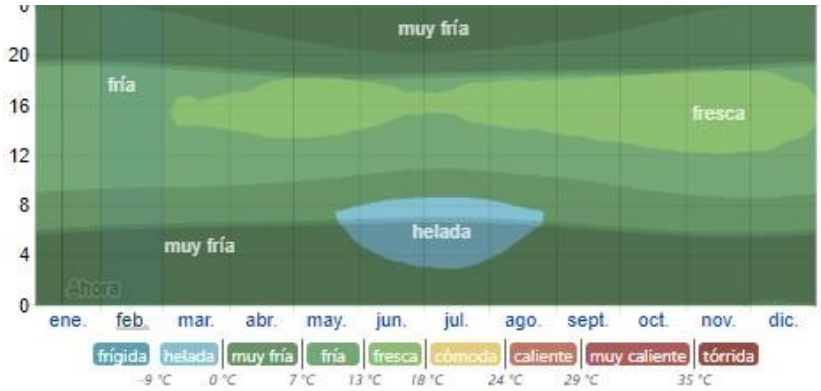


Ilustración A-7 Temperatura Promedio por hora
Fuente: Elaboración propia en base a es.weatherspark.com

A.8.5.1.4 Nubes

En La Paz y en Alpacoma el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía considerablemente en el transcurso del año. La parte más despejada del año en Alpacoma comienza aproximadamente en abril; dura alrededor de 5 meses y se termina aproximadamente en septiembre.

La parte más nublada del año comienza aproximadamente en septiembre; alrededor de los 7 meses y se termina aproximadamente en abril. El cielo está nublado o mayormente nublado el 86 % del tiempo y despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 14 % del tiempo (Gráfico A-11)

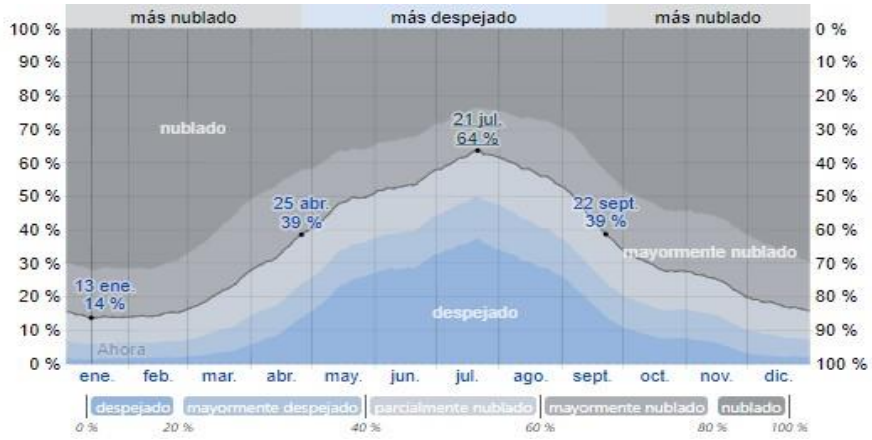


Gráfico A-11 Nubosidad
Fuente: es.weatherspark.com

A.8.5.1.5 Precipitación

La temporada de lluvia dura tres meses y medio, en diciembre a marzo, con una probabilidad de más del 26 %. La probabilidad máxima de un día lluvioso es del 50% en enero. La temporada más seca dura aproximadamente 9 meses, de marzo a diciembre. La probabilidad mínima de un día lluvioso es del 2% en julio.

Entre los días húmedos, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 50 % en enero (Gráfico A-12).

Gráfico A-12 Posibilidad Diaria de Precipitación

Fuente: es.weatherspark.com

A.8.5.1.6 Variación de la precipitación pluvial promedio

Alpacoma tiene una variación considerable de lluvia mensual por estación. La mayoría de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor de enero, con una acumulación total promedio de 75 milímetros.

La fecha aproximada con la menor cantidad de lluvia es en junio, con una acumulación total promedio de 10 milímetros. En la Tabla A-28 se observa la distribución de precipitación mensual e incidencia.

Tabla A-28 Distribución Mensual de la Precipitación

Mes	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL
Incidencia mensual	2.0	3.9	7.9	8.3	16.7	22.0	16.4	13.4	5.6	1.7	1.0	1.2
Pc [mm]	9.0	17.7	36.2	38.1	76.9	101.1	75.2	61.6	25.7	7.8	4.5	5.4

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de precipitación anual, SENAMHI

A.8.5.1.7 Sol

La duración del día en Alpacoma varía durante el año. En 2019, el día más corto es en junio, con 11 horas y 9 minutos de luz natural; el día más largo es en diciembre, con 13 horas y 7 minutos de luz natural, pronosticada.

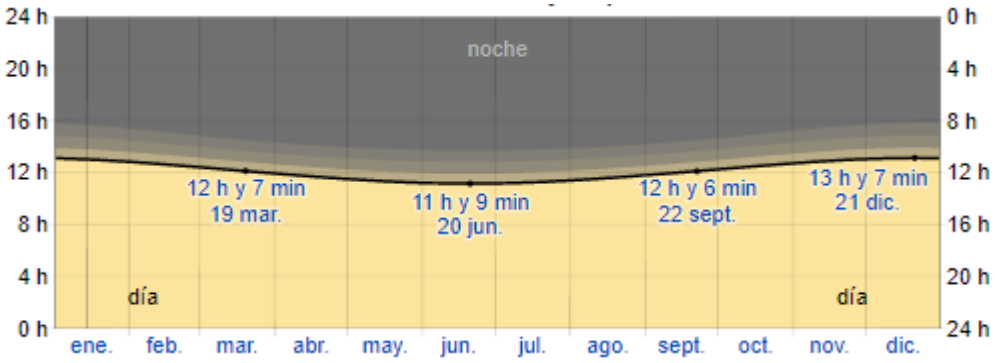


Gráfico A-13 Horas de Luz Natural
Fuente: es.weatherspark.com

La cantidad de horas durante las cuales el sol está visible (línea negra). De abajo (más amarillo) hacia arriba (más gris), las bandas de color indican: luz natural total, crepúsculo (civil, náutico y astronómico) y noche total (Gráfico A-13).

A.8.5.1.8 Humedad

El nivel de humedad percibido en La Paz y Alpacoma, medido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoportable, no varía considerablemente durante el año, y permanece prácticamente constante en 0 % (Gráfico A-14).

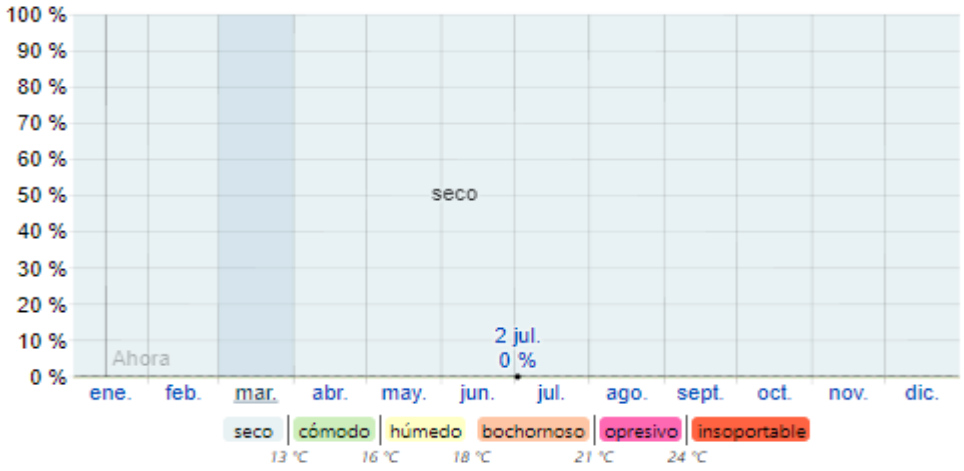


Gráfico A-14 Niveles de Humedad
Fuente: es.weatherspark.com

A.8.5.1.9 Viento

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. La velocidad promedio del viento por hora en Alpacoma tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura siete meses y medio, desde agosto a abril, con velocidades promedio del viento de más de 11,3 kilómetros por hora. El día más ventoso tiene una velocidad promedio del viento de 13,0 kilómetros por hora. El día más calmado del año está en mayo, con una velocidad promedio del viento de 9,6 kilómetros por hora (Gráfico A-15).

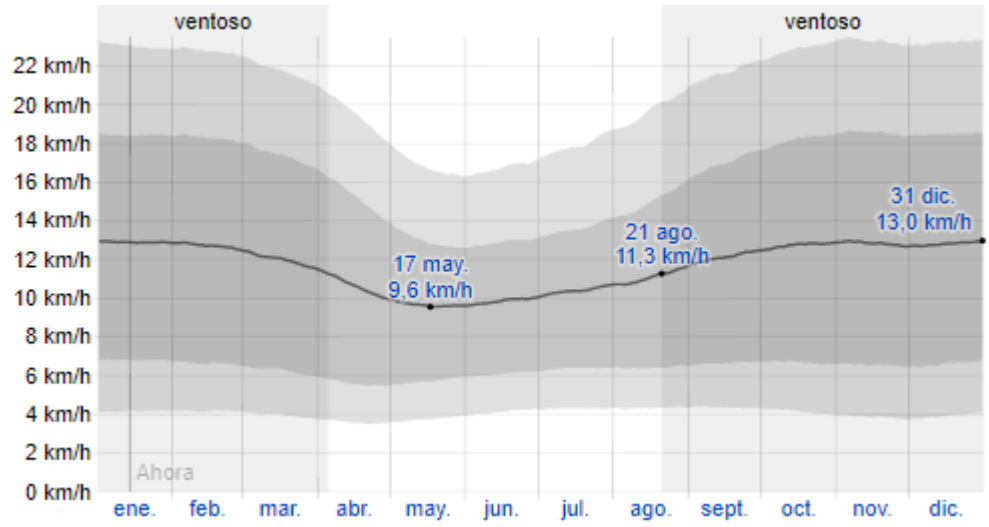


Gráfico A-15 Velocidad Promedio del Viento
Fuente: es.weatherspark.com

La dirección del viento con más frecuencia viene del Este hacia el Noroeste, siendo variable a lo largo del año.

A.8.5.2 Geología

A.8.5.2.1 Clasificación de Suelos Presentes en el Área

Composición: La geología de la zona está conformada por rocas de edad paleozoica y Cretásica no diferenciadas y sobre éstas, en discordancia, se tiene sedimentos arcillosos consolidados de la Formación La Paz, seguidas de un nivel de toba volcánica denominada Cinerita Chijiñi.

Sobre esta columna estratigráfica se han acumulado una serie de depósitos recientes (retrabajados) como torrentes de barro, coluvios y deslizamientos principalmente.

Los procesos erosivos han dejado profundas huellas en el paisaje con la formación de escarpes semiverticales y cárcavas en los materiales arcillosos de la Formación La Paz y túneles y sifonamientos en los materiales deslizados principalmente.

Uso de suelo

- Actual. Relleno Sanitario
- Potencial: Área recreacional.

A.8.5.2.2 Geología

Se efectúa el reconocimiento geológico del sector del RSNJ describiendo y evaluando las condiciones geológicas actuales, además se hace una reconstrucción de la geología del sector en una etapa previa a la implementación de las obras del proyecto del relleno sanitario, esto en base a bibliografía e imágenes satelitales antiguas.

A.8.5.2.3 Fisiografía[3]

El sistema ecológico que rodea al área de emplazamiento del relleno sanitario, está comprendido en la faja de transición del pre puna y el valle seco. La expansión de las actividades humanas, ha modificado dicho sistema.

Geomorfología: Montañosa: x Ondulada. Plana:

Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, actividad volcánica, otros movimientos, etc.:

En el área estudiada, concretamente en ambas márgenes de la serranía de Alpacoma se pueden presentar los siguientes riesgos:

- Reactivación de deslizamientos
- Deslizamientos nuevos
- Asentamientos por licuefacción

A.8.5.2.4 Geología Local

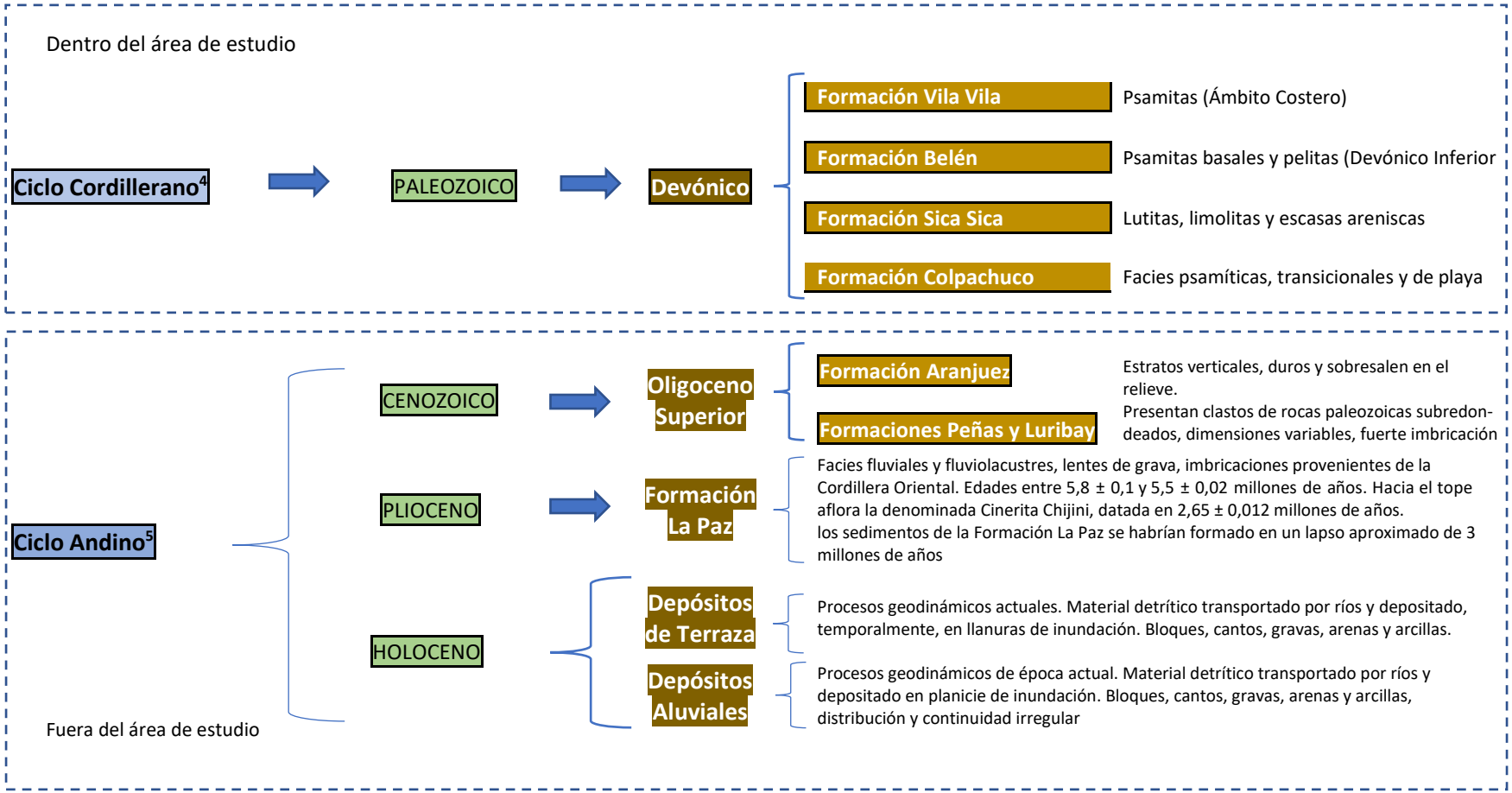
El área del proyecto está constituida por una unidad formacional reconocida en el terreno, la Formación La Paz, además de depósitos recientes producto de diversos factores en su formación (Ver Anexo 13 III – Informe II).

A.8.5.2.5 Geología Estructural

En el marco geológico regional el área del RSNJ no se encuentra afectada por ningún trazo de falla activa o de nivel regional. A nivel local, el marco estructural implica solamente a los eventos que perturbaron depósitos de la Formación La Paz. Estos depósitos fueron pasibles a las deformaciones propias de los eventos de la fase Quechuana, durante el Plioceno, la cual, por su carácter compresivo, ocasionó dos sistemas preferenciales de fallamiento con direcciones NE-SW y E-W.

Las características estructurales en la zona del RSNJ corresponden a la presencia frecuente de planos de falla locales, de corta extensión e involucrando desplazamientos de orden decimétrico.

[3] Manifiesto Ambiental, 2010; Punto 2.1.2. Geológicos mineralógicos.



Esquema A-1 Geología Regional – Estratigrafía
Fuente: Elaboración Propia con base en Fuentes que indica

[4] Fuente: Reseña Geológica de carta Geológica de Bolivia, Hoja de La Paz, escala 1:100000. (1995)

[5] Fuente: Historia Natural de un Valle en los Andes: La Paz. Geología y Geomorfología. Espinoza F. 2015

A.8.5.2.6 Geomorfología

La geomorfología en todo el sector de Alpacoma muestra un paisaje muy accidentado, el cual refleja de alguna manera las condiciones geodinámicas actuales responsables del modelado del terreno, que son la erosión, el transporte y la deposición final. De esta manera, se puede observar diferentes tipos de rasgos geomorfológicos como ser:

A.8.5.2.6.1 Farellones o escarpes

Es el rasgo dominante en el sector del RSNJ, corresponde al farellón vertical de 60 m de altura ubicado en el extremo este del área. Al estar este farellón desarrollado en depósitos medianamente consolidados y compuestos por limos, arcillas, arenas y gravas, es sometido a erosión hídrica y eólica, desgastando su superficie de manera continua y pervasiva, presentando surcos y canales verticales de diferentes profundidades.

A.8.5.2.6.2 Relieves abruptos

Rasgo propio de toda el área del RSNJ, resultado de la erosión intensa por corrientes de agua y lluvias en terrenos de cohesión bastante dócil como ser los depósitos de remoción en masa antiguos y recientes correspondientes al torrente de barro Achocalla y al deslizamiento Alpacoma.

En estos depósitos las quebradas se desarrollan muy rápidamente y el terreno toma un aspecto muy accidentado, con acanaladuras verticales (cárcavas) y quebradas encajonadas y estrechas, las paredes de estas son afectadas por erosión eólica e hídrica.

La totalidad de este rasgo en terrenos naturales ha sido intervenida por los trabajos de la operación de RSNJ, sin embargo, su identificación previa es muy importante pues es un factor determinante en la instancia de implementación de obras civiles y sus consideraciones geotécnicas y constructivas, se debe mencionar también que los procesos continúan actuando en materiales antrópicos poco consolidados y sin la impermeabilización adecuada.

A.8.5.2.6.3 Remoción en masa

Desarrollado en la totalidad del sector de operaciones del RSNJ, comprende el torrente de barro – flujo de detritos Achocalla (en el extremo sur del RSNJ por debajo de la Dorsal Sur) y el deslizamiento Alpacoma (en todo el sector norte y central del RSNJ hasta la Dorsal Sur), este último fenómeno de inestabilidad afectó a los depósitos de materiales finos poco o medianamente consolidados de la Formación La Paz en el sector del área de estudio.

Actualmente no se observan estos rasgos geomorfológicos en el sector, puesto que fueron intervenidos en su totalidad por las operaciones propias del RSNJ, sin embargo, su identificación previa es muy importante pues es un factor determinante en la instancia de implementación de obras civiles y sus consideraciones geotécnicas y constructivas.

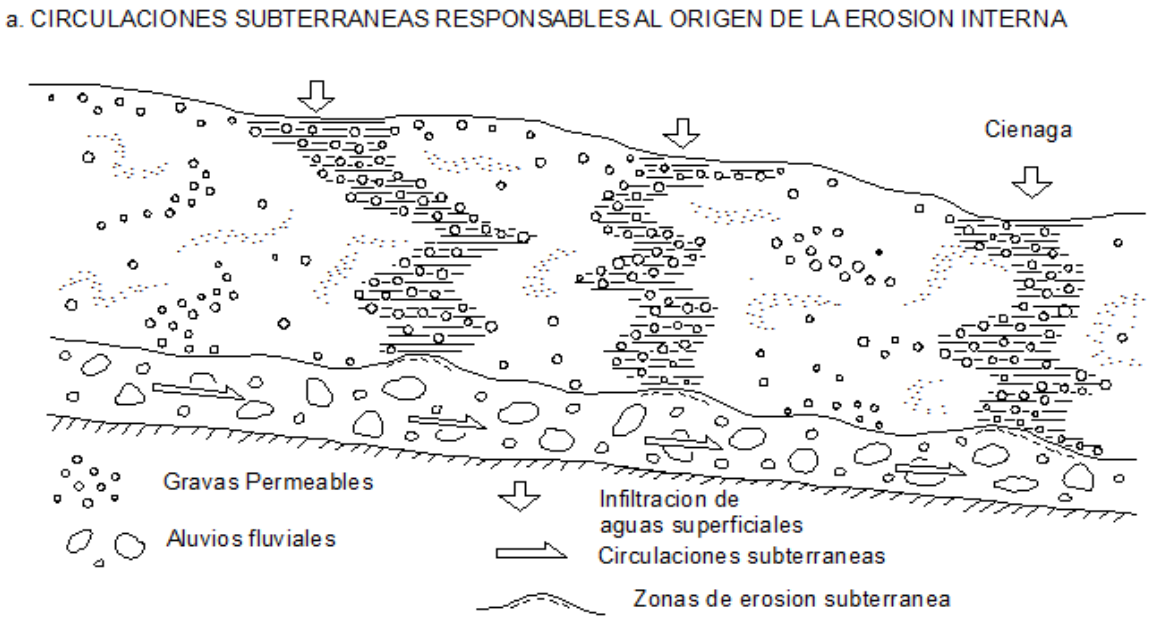
El evento de deslizamiento objeto de la presente Auditoría Ambiental implicó en su totalidad material antrópico, siendo que los depósitos recientes corresponden a residuos sólidos de diversa naturaleza, intercalados con materiales arcillosos, lixiviados y materiales propios de accesos camineros e infraestructura civil, o viéndose implicados las materiales in situ propios de la geología del sector.

Pendientes medianas	Superiores a 10% (5,7°), zonas intermedias de unión entre las terrazas y pendientes abruptas. Sobre las laderas de las cuencas, se encuentran numerosas superficies planas más o menos extendidas, onduladas y accesibles, que corresponden a una antigua remoción en masa de mayor importancia. Entre ellas la zona de Achocalla[6]
Farellones o escarpes	Discontinuos y elevados, se encuentran en todos los tipos de formaciones geológicas, sobre todo las muy cortadas por la erosión. Verticales en sectores donde predominan los limos (Bolognia, Alpacoma, por ejemplo), indicando así que estas formaciones están bien consolidadas[6].
Relieves abruptos	Muy accidentados y están presentes en toda la región, resultan de una erosión intensa torrencial y por las lluvias en terrenos de cohesión débil. Las quebradas se han desarrollado rápidamente y se han juntando ocasionando la desaparición de la antigua superficie topográfica. Aspecto muy accidentado, crestas dentadas, chimeneas, acanaladuras subverticales, quebradas encajonadas y estrechas. Sin vegetación, la que no puede desarrollarse sobre las paredes erosionadas por las lluvias y el viento. Están afectados los depósitos de remoción en masa antiguos y recientes como los de Achocalla y Alpacoma[6]
Remoción en masa	**Remoción en Masa Antigua.** Siguió a las últimas glaciaciones, la remoción en masa de sectores muy extendidos, ha sido, el proceso más activo en la elaboración de la cuenca del valle de La Paz. Hay tres grandes épocas de extensos eventos en relación con las fases de erosión glacial y torrencial en el valle de La Paz. Primera: Pampahasi, desarrollada en los valles del Norte y Este. Segunda y tercera (Post-Miraflores) posteriormente al depósito de las gravas Miraflores, después del retroceso de la última glaciación considerada la época de remoción en masa con mayor importancia[6].
	Torrente De Barro – Flujo de Detritos de Achocalla Es una de las geoformas más impresionante en Sudamérica. Teoría 1: Movimiento en masa gigante o una serie de episodios en masa (postglaciales) bloqueando temporalmente el curso del rio La Paz generando un lago denominado Calacoto. Teoría 2: Formado por el drenaje catastrófico de un lago glacial (lago Carrasco), no es estrictamente un torrente de barro, más bien un relleno de valle por flujos de detritos. Esta teoría es muy aceptable y quizás está relacionada a procesos sísmicos ocurridos en el valle de La Paz[7]. Bloques de cinerita en la parte basal, todos los depósitos del Altiplano (limos predominantes, arcillas, gravas, cinerita), paquetes cuya estratificación está más o menos perturbada. Los ríos han lavado en gran parte estos materiales y localmente pueden observarse las rocas que infrayacen a estos depósitos, en la base del torrente, Superpuestas a rocas del Devónico se encuentra grava estratificada con fragmentos de granito, se observan lentes de arena y grava, la parte superior está esencialmente compuesta por limo y arena muy fina con bloques y fragmentos de la Cinerita Chijini distribuidos muy irregularmente a lo largo de todo el torrente.
	Remoción en Masa Reciente y/o Actual Deslizamientos de tipo rotacional y deslizamientos compuestos. Se encuentran en todas las laderas del valle de La Paz. Algunos de ellos estables y otros se activos. Se clasifican según el tipo (derrumbe, deslizamiento, flujo de tierra, hundimiento, mazamorras, etc.) con aspectos y características muy diversas. Márgenes de los ríos y quebradas afectando considerablemente las formaciones desplazadas antiguamente. (Ejemplo: partes inferiores de los flujos de Achocalla, Llojeta, Alpacoma)[6].
Quebradas	**Quebradas aisladas** Son bien delimitadas, más o menos profundas, alargadas según la línea de máxima pendiente. Ejemplos característicos de una erosión lineal juvenil, significa que evolucionan cada año. Encajonadas en las terrazas de grava, o en remoción en masa antigua como ser los sectores de Achocalla, Alpacoma.
	Quebradas desarrolladas Cuando existe desde un cierto tiempo, desarrolla ramificaciones hacia los lados y hacia la naciente, tomando un aspecto dendrítico. Erosión regresiva rápida en materiales poco consistentes y gravosos. Desarrolladas igualmente en los flujos de tierra antiguos pero ramificados con menos fineza[6]
Pseudo-karst	Las formaciones geológicas retrabajadas como los flujos de terrenos antiguos (Achocalla, Mallasa, Llojeta) presentan paisajes dentados espectaculares de tipo "kárstico", con sumideros, pozos, cárcavas, túneles, crestas cortadas. Este aspecto es debido a la erosión, por las aguas subterráneas, que se produce por ablación lenta de las partes finas del terreno en profundidad y, en segunda fase por el arrastre de materiales en los canales subterráneos y pozos naturales. (Figura A-19) Etapas de formación de los pseudo-karst)[6].

Esquema A-2 Geomorfología
Fuente: Elaboración Propia

[6] Plan de Desarrollo Urbano. Consultora BRGM-BCEOM-PCA. Tomo I

[7] Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz. Geología y Geomorfología. Espinoza, F. 2015



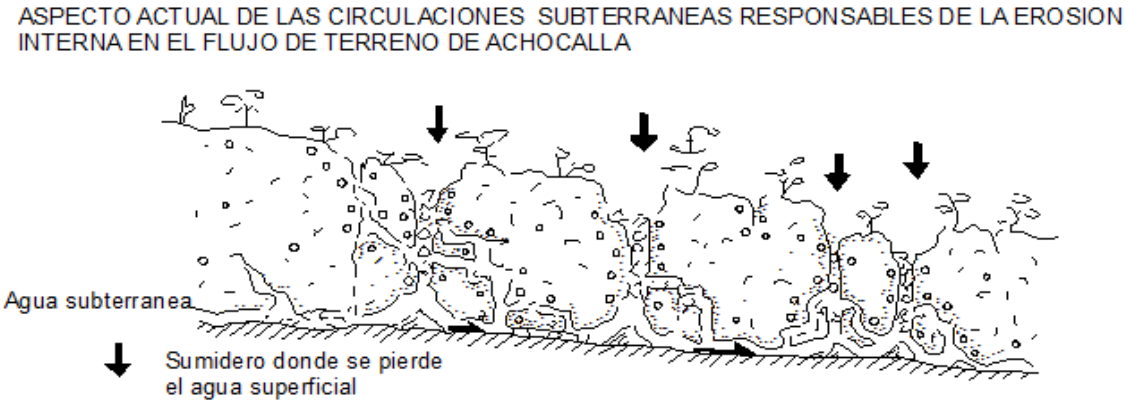


Figura A-19 Etapas de formación de los pseudo-karst
Fuente. Plan De Desarrollo Urbano - Ciudad De La Paz. Tomo 1, 1978

Formación Sica Sica	Rocas sedimentarias, de edad Devónico inferior a medio (Emsiano – Eifeliano, 407,6 ± 2,6 M.a a 393,3 ±1,2 M.a.)	A lo largo de la quebrada Alpacoma
Formación La Paz	Materiales sedimentarios de origen lacustre y fluviolacustre de edad Pliocena (5,8 ± 0,1 M.a. Toba Cota Cota a 2,65 ± 0,012 M.a. Toba Chijini) correspondientes a la unidad inferior de la Formación La Paz.	Extremo sur del RSNJ, depósitos arcillo-limosos, lentes de gravas hasta 5 m., polimícticas, matrix soportadas, clastos subredondeados de cuarcitas, pizarras y granito, diámetro variable, (aprox. 60 cm. Matrix arenosa, limosa, de tonalidades grises.
		El sector Este del RSNJ muestra la secuencia de la Formación La Paz más completa del lugar, inaccesible en casi la totalidad del corte.
		Se observa que intercalan en la secuencia de limos y arcillas niveles de gravas finas a medias medianamente consolidados, de coloración marrón, con 20 a 50 cm de espesor, es posible apreciar localmente estratificación cruzada en estos niveles gravosos.
Torrente de Barro – Flujo de Detritos Achocalla	Compuestos por gravas, arenas, arcillas, no seleccionados, poco consolidados, de color canela y ocasionalmente muestran estratificación gruesa. Lentes de arena y grava.	A lo largo de Achocalla y en el extremo sur del área del RSNJ, materiales correspondientes a los torrentes de barro – flujos de detritos. Los ríos lavaron gran parte y aún se observan remanentes suprayaciendo a depósitos de la Formación La Paz. Fueron intervenidos y removidos casi en su totalidad en el sector sur del RSNJ.
Depósitos Aluviales	Compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas sin seleccionar y no consolidados	Presentes en el piso de la quebrada Alpacoma. En precipitaciones cotidianas es importante el aporte de sedimentos finos en este curso de agua, dando un carácter de inaccesible a todo el piso de la quebrada Alpacoma
Dorsal Sur	materiales pertenecientes a la Formación La Paz, conformando un alto topográfico con dirección W-E, dominando el sistema de drenaje y de deposición y estabilización de materiales de deslizamientos ocurridos en el sector	Rasgo geológico y geomorfológico ya inexistente en el área del RSNJ (debido a la modificación del terreno) de gran importancia en el contexto geológico-geotécnico "Dorsal Sur". En áreas bajas colindantes se encontraban los depósitos del torrente de barro – flujo de detritos Achocalla. No es posible efectuar descripciones e interpretaciones precisas que describan de mejor manera a este rasgo morfológico y sus orígenes debido a su completo recubrimiento por los materiales antrópicos del RSNJ
Depósitos de Deslizamientos Recientes	Depósitos de un evento de deslizamiento en materiales de la Formación La Paz – sector de RSNJ	"Deslizamiento Alpacoma", carácter rotacional, escarpes principales en el norte del RSNJ. Comprometió los depósitos de la Formación La Paz, desplazándose con dirección a la quebrada Alpacoma, hallando su cuña en la Dorsal Sur. Los materiales originados por este evento se encuentran modificados por los trabajos propios del RSNJ no pudiendo hacerse descripciones e interpretaciones en campo.
Depósitos Antrópicos	Los depósitos deslizados de la Formación La Paz, fueron parcialmente retirados y modificados en la totalidad del área.	La totalidad del área de interés ha sido intervenida por obras civiles, modificando totalmente las características de los suelos y su morfología. Es así que los depósitos recientes corresponden a residuos sólidos de diversa naturaleza, intercalados con materiales arcillosos, lixiviados y materiales propios de accesos camineros e infraestructura civil. Los taludes han sido modificados mostrando en la actualidad ángulos inferiores a los 45°.

Esquema A-3 Geografía Local – Estratigrafía
Fuente: Elaboración Propia

A.8.5.2.6.4 Red de Drenaje Natural

A continuación, se describe la red natural de transporte gravitacional de agua, sedimento o contaminantes, tomando en cuenta el fuerte control de la litología del terreno en el sector del RSNJ. También se efectuará un análisis multitemporal en base a imágenes satelitales (años 2004, 2005, 2014 y 2018) de la intervención por las obras propias de la operación del relleno y su afectación a la red natural de drenaje.

A la actualidad la red de drenaje Natural fue afectado por las obras del Relleno Sanitario, el área de intervención se amplió, abarcando más terreno al sur, con un 100 % de afectación a los cauces fluviales naturales. Debe hacerse notar que los procesos de infiltración y erosión de materiales y residuos sólidos nada o poco consolidados, nada o poco impermeabilizados continúan, pudiendo llegar a afectar las obras civiles situadas por encima de los antiguos cauces fluviales, creando zonas de debilidad en estos.

AÑO 2004	El año 2004 observamos un drenaje de tipo dendrítico, con numerosos afluentes que desembocan en dos quebradas dominantes y profundas, la primera situada al este del área del RSNJ colindante al farellón y paralela a este, la segunda que discurre por el actual límite oeste del RSNJ, con dirección norte sur, ambas quebradas inician en el extremo norte del área de estudio y captan la escorrentía de toda el área, tienen como nivel de base la quebrada Alpacoma ubicada al sur del área de estudio. En esta instancia la intervención por obras civiles en el sector era puntual no afectando a la red de drenaje natural. Por las condiciones litológicas (depósitos finos poco o medianamente consolidados) y las condiciones geomorfológicas (zona de deslizamiento) la mayor parte del agua proveniente de las lluvias no cae directamente en los cauces fluviales, sino que se infiltra en el suelo no consolidado erosionando la zona de materiales más débiles formando numerosas cárcavas y de estas se filtra a los dos canales fluviales principales. Red de drenaje para el año 2004, en área del RSNJ).
AÑO 2005	El año 2005 observamos que la intervención por obras civiles en el sector se intensifica en el sector norte, afectando las partes altas y nacientes de la red de drenaje natural, no siendo aún significativa en los dos cauces fluviales principales. Los procesos de infiltración en el suelo y residuos sólidos no consolidados y no impermeabilizados, continúan erosionando la zona de materiales más débiles, formando cárcavas, con la consiguiente filtración desde estas a los dos canales fluviales principales.
AÑO 2014	En la imagen satelital del año 2014 observamos que la intervención por obras civiles en el sector abarca un 60 % de la zona, afectando las partes altas, nacientes y los dos cauces fluviales principales de la red de drenaje natural. Se debe tomar en cuenta que, los procesos de infiltración en el suelo y residuos sólidos no consolidados y no impermeabilizados continúan.
AÑO 2018	En la imagen satelital del año 2018 observamos que la intervención por obras civiles en el sector abarca un 80 % de la zona, afectando las partes altas, nacientes y los dos cauces fluviales principales de la red de drenaje natural. Se debe tomar en cuenta que, los procesos de infiltración en el suelo y residuos sólidos no consolidados y no impermeabilizados continúan.
Actualidad	A la actualidad el área de intervención se amplió, abarcando más terreno al sur, con un 100 % de afectación a los cauces fluviales naturales. Debe hacerse notar que los procesos de infiltración y erosión de materiales y residuos sólidos nada o poco consolidados, nada o poco impermeabilizados continúan, pudiendo llegar a afectar las obras civiles situadas por encima de los antiguos cauces fluviales, creando zonas de debilidad en estos.

Esquema A-4 Red de Drenaje Natrural
Fuente: Elaboración Propia

A.8.5.2.7 Geodinámica

Está dominada por procesos de remoción en masa del deslizamiento Alpacoma. Corresponde a un deslizamiento rotacional, escarpes principales en el sector norte del RSNJ, el cuerpo de material perturbado extendido hacia la quebrada Alpacoma teniendo como cuña a la Dorsal Sur. No se conocen

las características del plano principal de este evento, sin embargo, por estudios geofísicos anteriores se estima la profundidad de entre 6 a 30 m.

La naturaleza del dinamismo de estos procesos genera las condiciones para la formación de varios planos escalonados dentro del cuerpo mismo del deslizamiento y la presencia de bloques basculados y/o rotados en él. Las condiciones de infiltración en los materiales poco o medianamente consolidados del cuerpo del deslizamiento se generan las condiciones de lubricación de planos, dando carácter de inestable a toda la zona (Figura A-20).

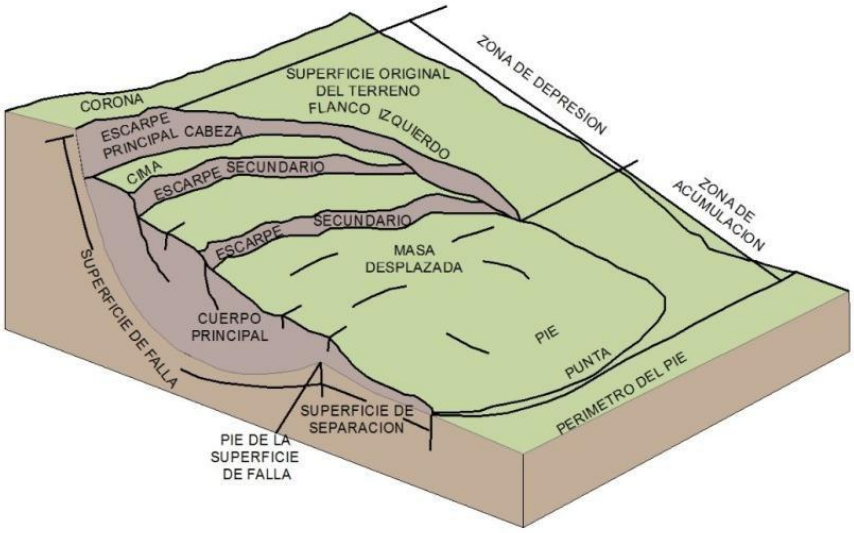


Figura A-20 Diagrama de las partes de un deslizamiento de tipo rotacional
Fuente: "Los movimientos en masa en la Región Andina Proyecto Multinacional Andino, 2007"

A.8.5.2.8 Riesgos Geológicos

Los riesgos geológicos actuales en el área del RSNJ son:

- Reactivación de nuevos deslizamientos en los materiales antrópicos poco o medianamente consolidados que componen el sector. Esto debido a taludes mal diseñados, mal conformados o por cortes al pie de talud.
- Caída de bloques de las partes altas de los taludes verticales.
- Remoción en masa de los materiales sueltos producidos por el trabajo con maquinaria en el lecho de la quebrada Alpacoma como parte del plan de contingencias específico para el deslizamiento del RSNJ.
- Caída de bloques o deslizamientos por afectaciones a los taludes naturales producto del trabajo con maquinaria en el lecho de la quebrada Alpacoma como parte del plan de contingencias específico para el deslizamiento del RSNJ.

A.8.5.2.9 Identificación de Riesgos de corto, mediano y largo plazo.

De manera general los riesgos en un relleno sanitario están asociados a la afectación de la salud dentro del área de influencia directa e indirecta. El personal expuesto de forma directa representa un riesgo para su salud, el riesgo ambiental está asociado a la generación de lixiviado y la emanación de gases.

Las amenazas que forman parte del análisis de riesgos están representadas por las dos líneas de fenómenos naturales y los producidos por el hombre.

Actualmente, los riesgos en el relleno sanitario Nuevo Jardín fueron minimizados debido a la cubierta de geomenbrana que tiene cubierta el área directa de disposición de residuos sólidos domésticos. Esta reducción de riesgos estará complementada al programa de mantenimiento estricto que se lleve a cabo durante la etapa de Cierre y Post cierre del relleno.

Existe un hecho tangible de la ocurrencia de un evento de carácter excepcional en el cual factores no controlados causaron un deslizamiento de impotante volumen de residuos sólidos, falla asociada principalmente a la gestión producida por el hombre; ya que una obra de ingeniería de tal magnitud está sustentada técnicamente para mantenerse estable en condiciones extremas de origen natural.

En todos los casos la estabilidad del relleno sanitario está sustentado en su diseño ingenieril, operación y mantenimiento, a corto plazo el riesgo está asociado al manejo de generación del lixiviado, extremadamente ligado a su tratamiento y disposición final del mismo en condiciones ambientalmente seguras. En el entendido de que parte de su "tratamiento" se desarrolla en el seno de la celda al generar biogás

Un riesgo de corto plazo representa, la saturación de los suelos en época de lluvia, podría afectar principalmente a los depósitos de material detrítico no consolidado y de porosidad media producto de los movimientos en masa, produciendo un aumento de peso y de acuerdo a la pendiente del terreno, reptaciones o posibles flujos violentos de material, comprometiendo la estabilidad del suelo.

La erosión hídrica representa otro riesgo en el **corto plazo**, en la época de lluvias, su intensidad afectara zonas o áreas del suelo donde no se cuenta con cobertura vegetal, obras civiles adecuadas como canales de drenaje. La zona oeste del RSNJ es sensible a este efecto, así como las áreas o bancos de préstamo y disposición de los queques. Durante la época seca, la acción eólica, aunque es menos significativa arrastra concentraciones importantes de partículas de tierra, virus, gases y olores de los bancos de queques, en la dirección prevalente y cambiante del viento.

Estos fenómenos de inestabilidad que podría presentarse en ambas márgenes de la quebrada Alpacoma fueron reducidas debido a las obras civiles de control en el mismo.

Los riesgos en el **mediano plazo** son los deslizamientos de taludes, pueden ocurrir por el grado de incertidumbre en su predicción, rapidez de ocurrencia y área a ser afectada, todos los deslizamientos o movimientos en masa están relacionados con la pendiente de taludes, meteorización y fuerzas de filtración.

Derrumbes causados por socavación al pie de los taludes con pendientes pronunciadas en las quebradas y cárcavas, así como en los afloramientos de la Formación La Paz. Estos derrumbes podrían ser relevantes debido a la caída de uno o varios bloques que ocasionarían daño a las obras previstas para el relleno sanitario cercanos a los mismos y a otros taludes que se encuentran en las partes inferiores.

La erosión subterránea continuará en el futuro en los materiales finos, aspecto que se traducirá en asentamientos por el derrumbe de los sifonamientos y túneles en especial en los sectores ubicados al borde de los taludes y quebradas. Un control de estos fenómenos es importante, se puede conseguir mediante movimientos de tierras, ligados a programas forestales, así como la elevación paulatina del fondo de las quebradas, medida que permitirá rellenar las cárcavas y túneles con material sedimentario.

La contaminación de aguas subterráneas de la zona por el lixiviado es improbable debido a que no se detectó nivel freático en las líneas de estudio geofísico. Pero la humedad presente determinada por el estudio geofísico ye interpretada como lixiviado que podría estar desplazándose de manera

subsuperficial hacia la parte de inferior o base nivel de la cuenca causando un cierto grado de contaminación que debe ser manejada y que representa un riesgo en el mediano plazo. Bajo condiciones óptimas la percolación de lixiviado hacia las zonas inferiores no puede alcanzar los niveles de desplante del relleno.

Los sedimentos de la Formación La Paz que afloran como altos topográficos con escarpes elevados que rodean el relleno sanitario, en cuyas crestas se observan coronas de deslizamiento de diferente magnitud con anchos variables de entre 80 a 300 metros aproximadamente que evidencian la importancia de los mismos, en las que también se observan grietas de tensión abiertas de 10 a 30 cm. de ancho de cierta extensión, alineadas con la cresta de la serranía y cerca de los escarpes de deslizamiento.

Los diversos tipos de materiales producidos por la remoción en masa, serían potencialmente propensos a escurrimiento por fluidez, asociados a precipitaciones pluviales y saturación de los suelos, expuestos en la zona con un contenido alto de elementos finos, arcillas y limos, ya que una vez que se inicia el movimiento las arcillas húmedas podrían hacerse mas plásticas y escurrir fácilmente aun en superficies con pendiente baja.

La zona de Alpacoma está clasificada como área de alto riesgo debido a la alta probabilidad de ocurrencia de deslizamientos. La mayoría de las fallas de talud durante sismos se debe al fenómeno de liquefacción en el suelo granular en condiciones no drenadas, la cual puede ser activada por la repetida aplicación de pequeños incrementos o decrementos de esfuerzos de corte inducidos por vibraciones del terreno asociados con terremotos o explosiones. La pérdida de resistencia es de tal magnitud que momentáneamente el suelo alcanza la consistencia de un fluido pesado y se originan grandes deformaciones.

Si bien la zona de Alpacoma está clasificada como área de alto riesgo debido a la alta probabilidad de ocurrencia de deslizamientos el sector del RSNJ a la fecha de auditoría presenta un grado de riesgo bajo, debido a la implementación de obras civiles de estabilización, el ángulo actual de los taludes es inferior a 45°, calificando como zonas de bajo riesgo de acuerdo a la evaluación presentada apoyada en la calificación de grados de riesgo de Formularios de Evaluación de Taludes de la ABC (ver Anexo 1 Formularios de evaluación de taludes).

A.8.5.2.10 Sismicidad

El monitoreo y vigilancia de la actividad sísmica en Bolivia es la principal actividad del Observatorio San Calixto (OSC), lo que permite la investigación de la sismología para el conocimiento de la amenaza sísmica en el país.

El mapa de Barazanghi e Isacks (1976) muestra que los sismos superficiales (de 0 m hasta 70 km de profundidad) se sitúan cerca de la costa del Pacífico, y que los sismos intermedios (entre 71 y 230 km de profundidad) están ubicados al este de esta costa, debajo de las cordilleras andinas. También existen sismos superficiales en las zonas de las cordilleras andinas.

La información generada por Gutemberg – Ritcher complementada por publicaciones posteriores ha permitido hacer un mapa de ubicación de los principales sismos situados dentro de un radio de 500 km alrededor de La Paz, este mapa muestra que los sismos importantes más próximos a La Paz están ubicados por una parte a 100 km (o menos) al N de La Paz en la región de Sorata, Mapiri y Consata y por otra parte, a 200 km al SE y S-SW de La Paz, en las regiones de Cochabamba y de la frontera con Chile. Estos sismos son generalmente de una profundidad media, pero algunos pueden llegar a ser superficiales.

El OSC ha publicado un mapa de áreas con riesgo de actividad sísmica en Bolivia (2016) en el cual La Paz se sitúa en una zona 2 (Figura A-21).

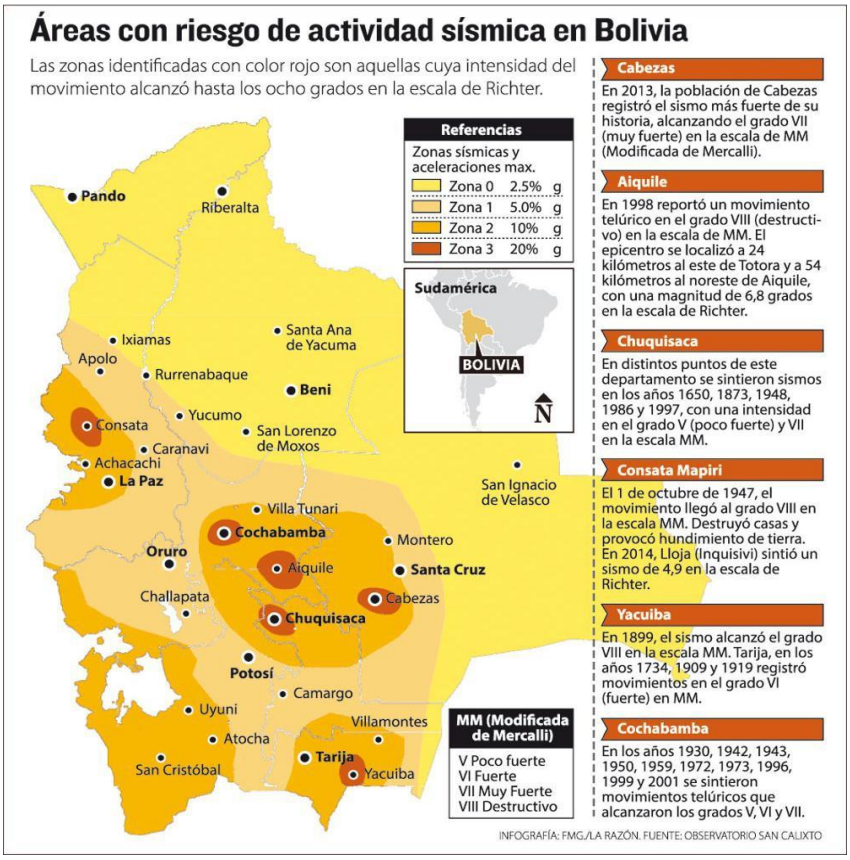


Figura A-21 Mapa de actividad sísmica en Bolivia
La Paz se encuentra en la zona 2, con intensidad alcanzada de movimiento sísmico de VII
Fuente: La Razón/OSC, 2016

En la ciudad de La Paz y sus alrededores, la sismicidad mencionada desde la fundación de la ciudad no es muy importante, pero no está absolutamente ausente. No son conocidos focos de sismos a menos de 60 o 70 km de la ciudad, solo fueron sentidos temblores o sacudidas correspondientes a sismos cuyos focos fueron relativamente alejados de la ciudad.

Los sismos más próximos a La Paz fueron los siguientes:

- En Consata, Mapiri, el 24 de febrero de 1947, magnitud 6.4, destruyó casas y provocó hundimientos y deslizamientos de tierra, el terremoto mató al ganado y destruyó cultivos.
- Zona central de las provincias Iturralde de la Paz y Ballivián del Beni, 9 de junio de 1994, magnitud 8.9, considerado el más fuerte en la historia del país, se produjo a 630 km de profundidad y no dejó víctimas, provocó rajaduras de paredes y movimiento de cabañas en Pando, fue sentido en varias capitales de Sud América, causó muertos en la sierra del Perú y heridos en Río Branco, Brasil.
- Provincia Juan Manuel Pando, 30 de abril de 2014, magnitud 3.6. Sin daños.
- Arequipa, Perú, 01 de marzo de 2019, magnitud 7.0, profundidad de 257,4 km, sentido en la ciudad de La Paz, no se tiene reporte de daños.
- Cliza, Cochabamba, 15 de marzo de 2019, magnitud 6,3, profundidad 358 km, se sintió en la ciudad de La Paz, sin daños.

Todos estos antecedentes indican que la sismicidad en la zona de La Paz es relativamente baja, según catálogos y registros sísmicos nunca fueron localizados epicentros de sismos en el sitio de La Paz y tampoco se sintieron sacudidas más fuertes que la intensidad V de la escala de Mercalli. La intensidad de los temblores más fuertes que podrán ser percibidos en La Paz, correspondería a los grados V o VI, los cuales corresponden a aceleraciones de 0,15 hasta 0,32 m/seg^2.

Estas intensidades no necesitan imponer reglas antisísmicas, ya que todas las construcciones de buena calidad pueden soportarlas. Sin embargo, este riesgo sísmico (intensidad V a VI) incita a evitar construcciones que no estarían en conformidad con las normas correctas, esto es, fundaciones insuficientes o mal ejecutadas, vigas sin continuidad, voladizos, etc.

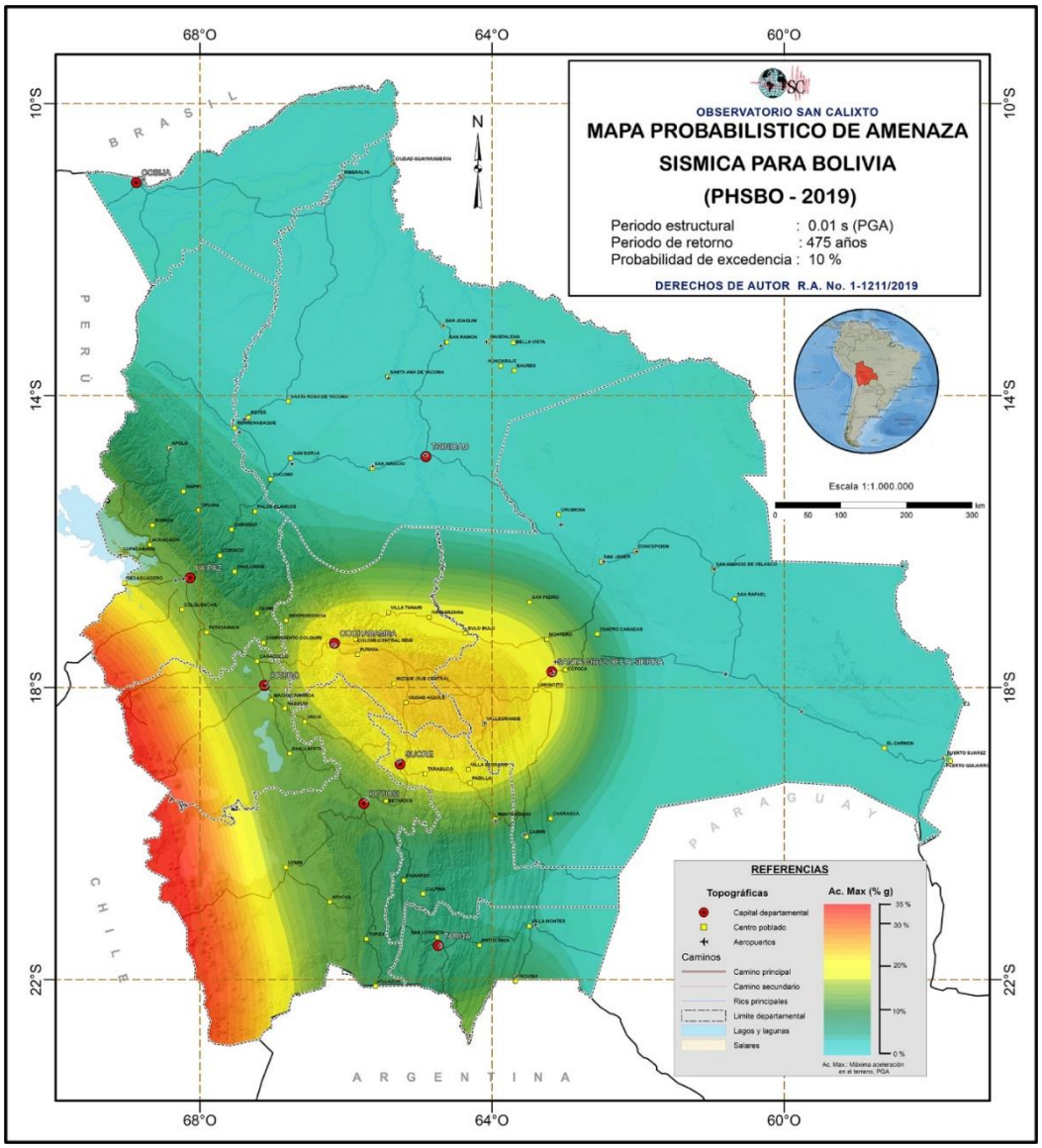


Figura A-22 Mapa probalístico de amenaza sísmica para Bolivia
a la zona de interés corresponde un PGA de 10 – 20%.
Fuente: Observatorio San Calixto (OSC)

De acuerdo al Mapa probalístico de amenaza sísmica para Bolivia a la zona de interés corresponde un PGA de 10 – 20%.

Se debe tomar en cuenta la influencia de los temblores sísmicos sobre los riesgos naturales: caídas de bloques, hundimientos, derrumbes, deslizamientos y flujos de terrenos, los cuales pueden ser agravados u originados por las sacudidas correspondientes a los sismos (Plan de Desarrollo Urbano - Consultoras BRGM – BCEOM – PCA. Tomo 2).

A.8.5.3 Estudio geofísico

Se efectuó un estudio geofísico, el método seleccionado fue el Método Eléctrico de Resistividades, conocido como Tomografía Electroresistiva (TER).

Este método geofísico es altamente eficiente en la determinación de zonas con grandes contrastes de resistividad eléctrica y principalmente en medios de muy baja resistividad debido a la presencia de fluidos salinos. Consiste en la inyección de corriente eléctrica y a partir del potencial generado en el mismo se determina la resistencia del suelo. Este valor de resistencia es transformado a un valor de resistividad aparente a partir de una constante geométrica cuya magnitud dependerá del dispositivo empleado y de la separación de los electrodos, tanto de inyección de corriente como de medición del potencial.

Como resultado se construyen secciones en dos dimensiones, para ver los cambios en el subsuelo, luego se utiliza un logaritmo de inversión para conocer la distribución real de resistividades o imagen eléctrica, para poder realizar una interpretación geológica de la sección.

Se ejecutaron ocho líneas TER, cada una con longitud horizontal de 258 metros, con un alcance de interpretación del subsuelo de hasta 80 metros. Tres de estas líneas son continuas con dirección norte – sur y atraviesan longitudinalmente el área del RSNJ desde el sector de la celda 11 hasta la zona del EG-1; otras tres tienen una dirección oeste – este y se ubican entre la macrocelda 4 y el extremo norte de la Dorsal Sur; los dos restantes se encuentran en el extremo sur del RSNJ, tienen dirección noroeste – sureste y se ubican en la zona de banquinas de sostenimiento del EG 1 y por debajo del sector de tratamiento de lodos biológicos. Se detalla la ubicación en la Tabla A-29.

Tabla A-29 Ubicación de perfiles TER

PERFIL TER	INICIO		FINAL		LONGITUD (m)
	COORD E (m)	COORD N (m)	COORD E (m)	COORD N (m)	
TER – 1	593281	8169570	593261,8	8169323,6	258
TER – 2	593261,8	8169323,6	593237,6	8169077,9	258
TER – 3	593237,6	8169077,9	593220	8168833,9	258
TER – 4	593148,6	8169413,5	593402,6	8169366,8	258
TER – 5	593188,8	8169315,6	593433,6	8169226,4	258
TER – 6	593221,6	8169118,5	593465,5	8169044,5	258
TER – 7	593165,6	8168762,9	593317,6	8168574,9	258
TER - 8	592974,5	8168905	593090,5	8168686	258

Fuente: Elaboración Propia

La visualización de la ubicación de estos estudios en el área del RSNJ se muestra en la Ilustración A-8.

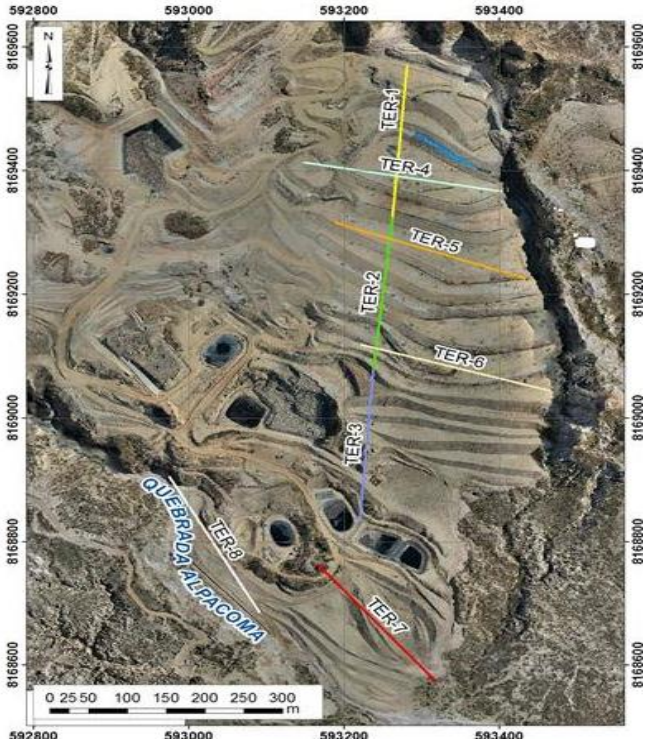


Ilustración A-8 Ubicación de líneas de estudio geofísico en el RSNJ
Fuente: Elaboración Propia, Imagen base: Dron Mavic 2 PRO 2019

La interpretación de los datos dio como resultado la identificación de niveles de materiales de residuos sólidos, arcillas, arenas arcillosas, zonas saturadas por humedad y líquidos (considerando el tipo de terreno del estudio se interpreta que estos líquidos son lixiviados).

A.8.5.4 Estudio Geotécnico

A.8.5.4.1 Descripción del Macizo Rocoso

Se ejecutaron tres estaciones geomecánicas (EG), todas en el extremo sur del sector del RSNJ y fuera del sector de operaciones de este, se ejecutaron dos EG en el margen derecho de la quebrada Alpacoma y una EG en el margen izquierdo. El detalle de la denominación y coordenadas de ubicación se presenta en la Tabla A-30.

Tabla A-30 Detalle de ubicación de estaciones geomecánicas

ESTACIÓN GEOMECÁNICA	COORD ESTE (m)	COORD NORTE (m)	ALTURA (m)	UBICACIÓN
EG - 01	592974	8168806	3424	Margen derecho de la Quebrada Alpacoma
EG-02	592980	8168845	3426	Margen derecho de la Quebrada Alpacoma
EG-03	592967	8168914	3428,5	Margen izquierdo de la Quebrada Alpacoma

Fuente: Elaboración Propia

La distribución y ubicación de estas estaciones geomecánicas dentro del área del RSNJ se muestra en la Ilustración A-9.

Ilustración A-9 Ubicación de estaciones geomecánicas
Fuente: Elaboración Propia, Imagen base: Dron Mavic 2 PRO 2019

La Lámina A-2, Lámina A-3 y Lámina A-4 muestran en detalle los datos de campo obtenidos, su sistematización y obtención de parámetros finales.

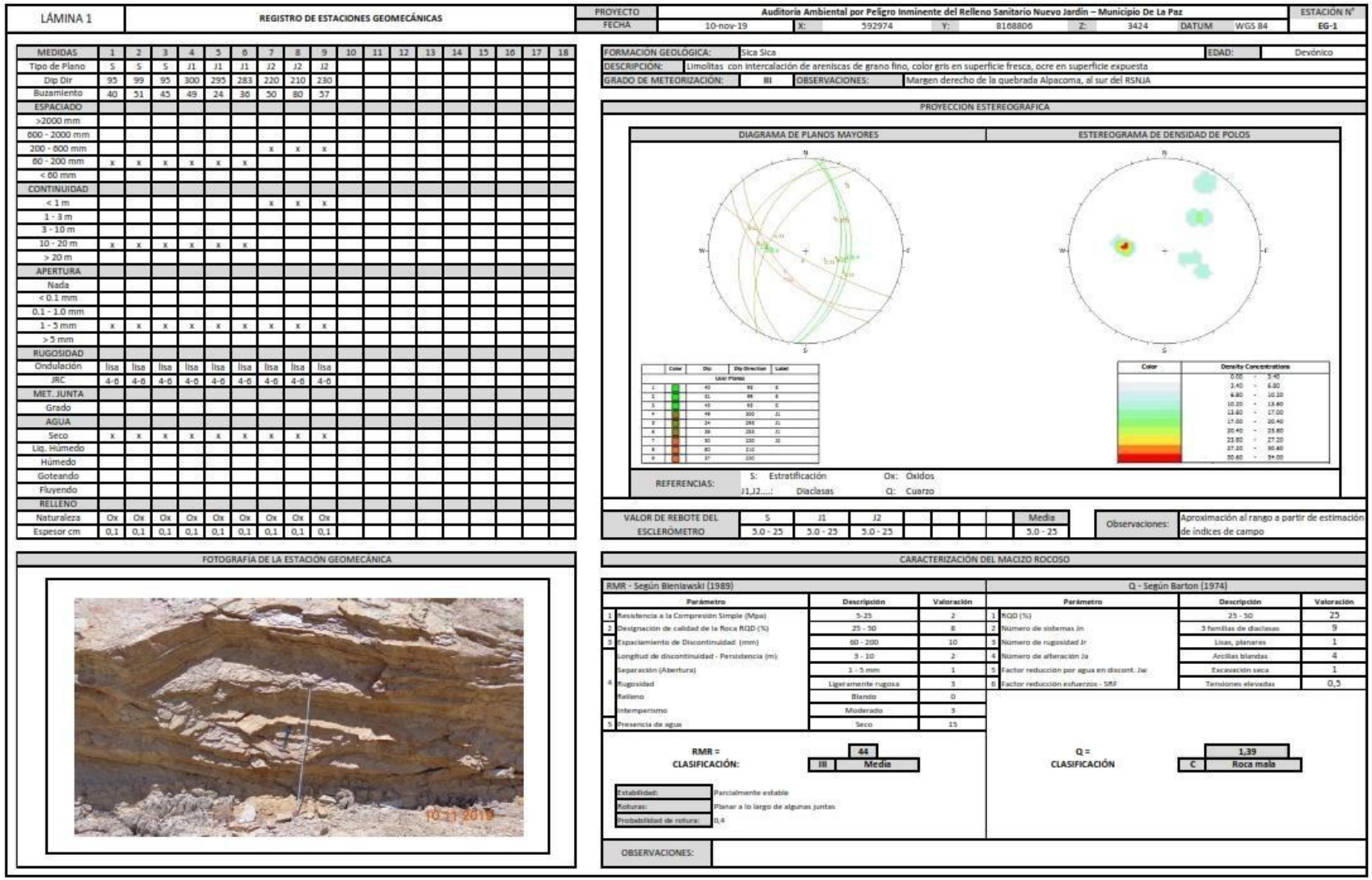


LÁMINA 1 — REGISTRO DE ESTACIONES GEOMECÁNICAS

PROYECTO	Auditoria Ambiental por Peligro Inminente del Relleno Sanitario Nuevo Jardín – Municipio De La Paz						ESTACIÓN N°
FECHA	10-nov-19	X:	592974	Y:	8168806	Z: 3424 DATUM WGS 84	EG-1

MEDIDAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Tipo de Plano	S	S	S	J1	J1	J1	J2	J2	J2									
Dip Dir	93	99	95	300	295	283	220	210	230									
Buzamiento	40	51	45	49	24	36	50	80	57									
ESPACIADO																		
>2000 mm																		
600 - 2000 mm																		
200 - 600 mm							x	x	x									
60 - 200 mm	x	x	x	x	x	x												
< 60 mm																		
CONTINUIDAD																		
< 1 m							x	x	x									
1 - 3 m																		
3 - 10 m																		
10 - 20 m	x	x	x	x	x	x												
> 20 m																		
APERTURA																		
Nada																		
< 0.1 mm																		
0.1 - 1.0 mm																		
1 - 5 mm	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
> 5 mm																		
RUGOSIDAD																		
Ondulación	lisa	lisa	lisa	lisa	lisa	lisa	lisa	lisa	lisa									
JRC	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6									
MET. JUNTA																		
Grado																		
AGUA																		
Seco	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
Liq. Húmedo																		
Húmedo																		
Goteando																		
Fluyendo																		
RELLENO																		
Naturaleza	Ox	Ox	Ox	Ox	Ox	Ox	Ox	Ox	Ox									
Espesor cm	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1									

FORMACIÓN GEOLÓGICA:	Sica Sica	EDAD:	Devónico
DESCRIPCIÓN:	Limolitas con intercalación de areniscas de grano fino, color gris en superficie fresca, ocre en superficie expuesta		
GRADO DE METEORIZACIÓN:	III	OBSERVACIONES:	Margen derecho de la quebrada Alpacoma, al sur del RSNJA

PROYECCIÓN ESTEREOGRÁFICA

DIAGRAMA DE PLANOS MAYORES

ESTEREOGRAMA DE DENSIDAD DE POLOS

REFERENCIAS: S: Estratificación; Ox: Óxidos; J1,J2....: Diaclasas; Q: Cuarzo

VALOR DE REBOTE DEL ESCLERÓMETRO	S	J1	J2					Media	Observaciones:	Aproximación al rango a partir de estimación de índices de campo
	5.0 - 25	5.0 - 25	5.0 - 25					5.0 - 25		

FOTOGRAFÍA DE LA ESTACIÓN GEOMECÁNICA

CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

RMR - Según Bieniawski (1989)

	Parámetro	Descripción	Valoración
1	Resistencia a la Compresión Simple (Mpa)	5-25	2
2	Designación de calidad de la Roca RQD (%)	25 - 50	8
3	Espaciamiento de Discontinuidad (mm)	60 - 200	10
4	Longitud de discontinuidad - Persistencia (m)	3 - 10	2
	Separación (Abertura)	1 - 5 mm	1
	Rugosidad	Ligeramente rugosa	3
	Relleno	Blando	0
	Intemperismo	Moderado	5
5	Presencia de agua	Seco	15

RMR = 44
CLASIFICACIÓN: III Media

Estabilidad: Parcialmente estable
Rotura: Planar a lo largo de algunas juntas
Probabilidad de rotura: 0,4

Q - Según Barton (1974)

	Parámetro	Descripción	Valoración
1	RQD (%)	25 - 50	25
2	Número de sistemas Jn	3 familias de diaclasas	9
3	Número de rugosidad Jr	Lisas, planares	1
4	Número de alteración Ja	Arcillas blandas	4
5	Factor reducción por agua en discont. Jw	Excavación seca	1
6	Factor reducción esfuerzos - SRF	Tensiones elevadas	0,5

Q = 1,39
CLASIFICACIÓN C Roca mala

OBSERVACIONES:

Lámina A-2 Estaciones Geomecánicas (1)
Fuente: Elaboración Propia

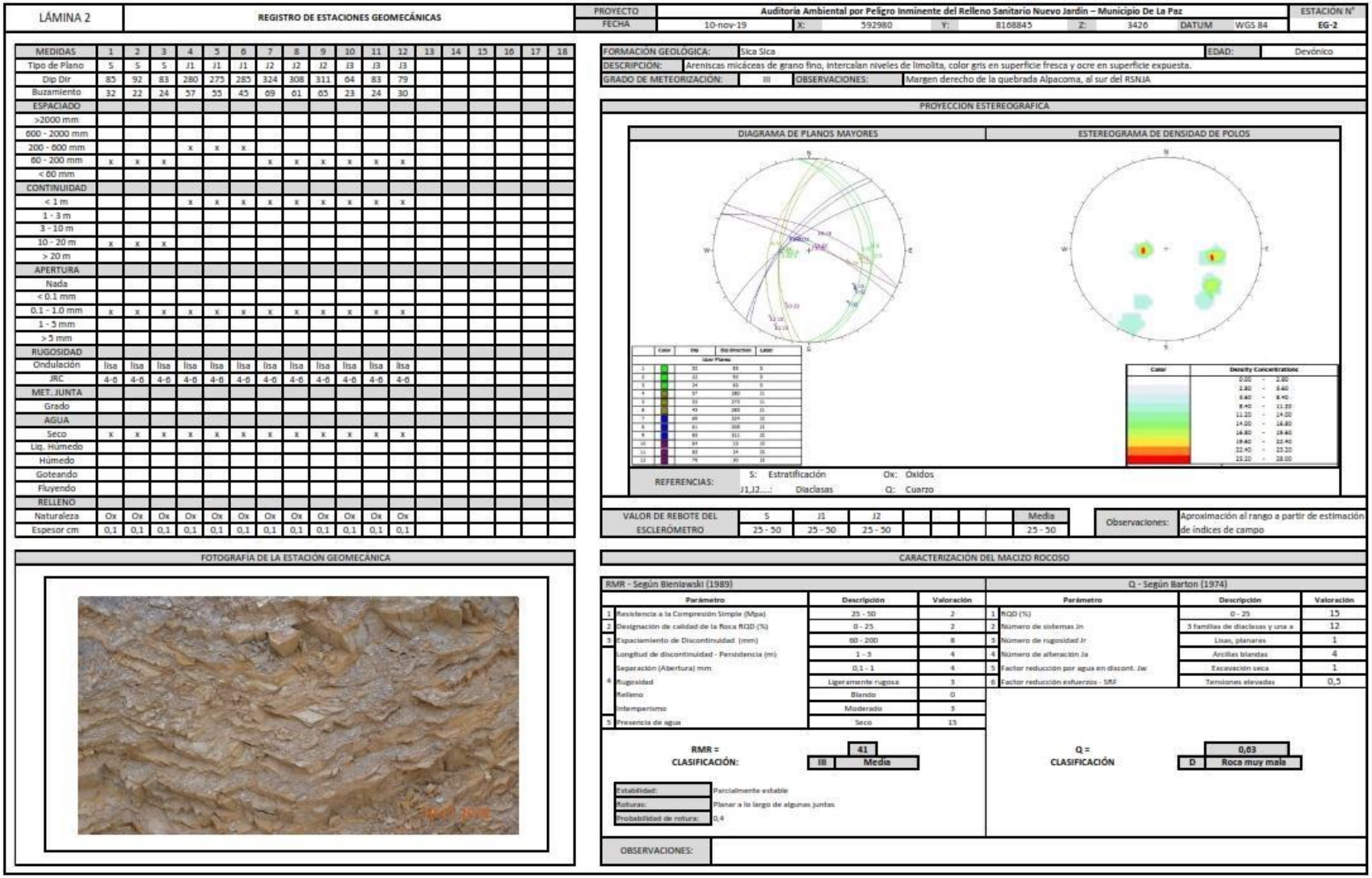


Lámina A-3 Estaciones Geomecánicas (2)
Fuente: Elaboración Propia

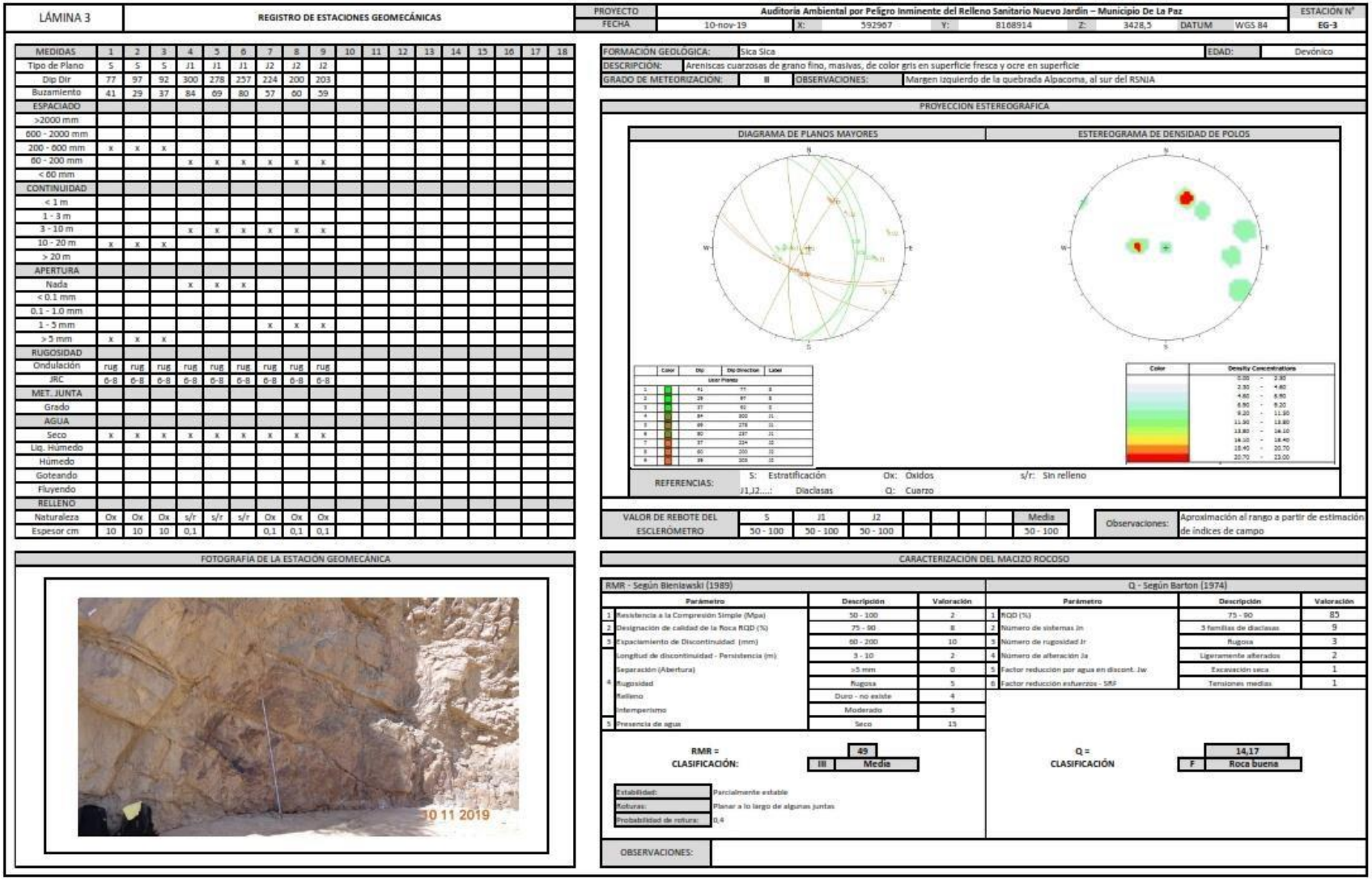


LÁMINA 3 — REGISTRO DE ESTACIONES GEOMECÁNICAS

PROYECTO	Auditoría Ambiental por Peligro Inminente del Relleno Sanitario Nuevo Jardín – Municipio De La Paz							ESTACIÓN N°
FECHA	10-nov-19	X:	592967	Y:	8168914	Z:	3428,5	DATUM WGS 84	EG-3

MEDIDAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Tipo de Plano	S	S	S	J1	J1	J1	J2	J2	J2									
Dip Dir	77	97	92	300	278	257	224	200	203									
Buzamiento	41	29	37	84	89	80	57	60	59									
ESPACIADO																		
>2000 mm																		
600 - 2000 mm																		
200 - 600 mm	x	x	x															
60 - 200 mm				x	x	x	x	x	x									
< 60 mm																		
CONTINUIDAD																		
< 1 m																		
1 - 3 m																		
3 - 10 m				x	x	x	x	x	x									
10 - 20 m	x	x	x															
> 20 m																		
APERTURA																		
Nada				x	x	x												
< 0.1 mm																		
0.1 - 1.0 mm																		
1 - 5 mm							x	x	x									
> 5 mm	x	x	x															
RUGOSIDAD																		
Ondulación	rug	rug	rug	rug	rug	rug	rug	rug	rug									
JRC	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8	6-8									
MET. JUNTA																		
Grado																		
AGUA																		
Seco	x	x	x	x	x	x	x	x	x									
Liq. Húmedo																		
Húmedo																		
Goteando																		
Fluyendo																		
RELLENO																		
Naturaleza	Ox	Ox	Ox	s/r	s/r	s/r	Ox	Ox	Ox									
Espesor cm	10	10	10	0,1			0,1	0,1	0,1									

FORMACIÓN GEOLÓGICA:	Sica Sica	EDAD:	Devónico
DESCRIPCIÓN:	Areniscas cuarzosas de grano fino, masivas, de color gris en superficie fresca y ocre en superficie		
GRADO DE METEORIZACIÓN:	II	OBSERVACIONES:	Margen izquierdo de la quebrada Alpacoma, al sur del RSNIA

PROYECCION ESTEREOGRÁFICA

DIAGRAMA DE PLANOS MAYORES

ESTEREOGRAMA DE DENSIDAD DE POLOS

REFERENCIAS:	S: Estratificación	Ox: Oxidos	s/r: Sin relleno
	J1,J2....: Diaclasas	Q: Cuarzo	

VALOR DE REBOTE DEL ESCLEROMETRO	S	J1	J2					Media
	50 - 100	50 - 100	50 - 100					50 - 100

Observaciones: Aproximación al rango a partir de estimación de índices de campo

FOTOGRAFÍA DE LA ESTACIÓN GEOMECÁNICA

CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

RMR - Según Bieniawski (1989)

	Parámetro	Descripción	Valoración
1	Resistencia a la Compresión Simple (Mpa)	50 - 100	2
2	Designación de calidad de la Roca RQD (%)	75 - 90	8
3	Espaciamiento de Discontinuidad (mm)	60 - 200	10
4	Longitud de discontinuidad - Persistencia (m)	3 - 10	2
	Separación (Abertura)	>5 mm	0
	Rugosidad	Rugosa	5
	Relleno	Duro - no existe	4
	Intemperismo	Moderado	3
5	Presencia de agua	Seco	15

RMR = 49
CLASIFICACIÓN: III Media

Estabilidad:	Parcialmente estable
Roturas:	Planar a lo largo de algunas juntas
Probabilidad de rotura:	0,4

Q - Según Barton (1974)

	Parámetro	Descripción	Valoración
1	RQD (%)	75 - 90	85
2	Número de sistemas Jn	3 familias de diaclasas	9
3	Número de rugosidad Jr	Rugosa	3
4	Número de alteración Ja	Ligeramente alterados	2
5	Factor reducción por agua en discont. Jw	Excavación seca	1
6	Factor reducción esfuerzos - SRF	Tensiones medias	1

Q = 14,17
CLASIFICACIÓN F Roca buena

OBSERVACIONES:

Lámina A-4 Estaciones Geomecánicas (3)
Fuente: Elaboración Propia

A.8.5.4.2 Estudio de Suelos

Se ubicaron ocho pozos de exploración, siete alcanzaron tres metros de profundidad y uno alcanzó cuatro metros y medio. Se realizó la colecta de muestras con cada cambio de material. Se efectuaron ensayos in situ correspondientes a penetración dinámica y pruebas de permeabilidad.

A.8.5.4.2.1 Exploración y muestreo

Los pozos fueron ubicados en terreno natural, en materiales deslizados de la Formación La Paz y en afloramientos de esta formación in situ. Están distribuidos en toda el área del RSNJ. Estos pozos fueron excavados a cielo abierto con el fin de obtener descripciones de la litología en el tramo explorado y observar la presencia de niveles con agua en ellos. La excavación de los pozos se suspendió cuando las características de consolidación de los depósitos atravesados ya no permitieron proseguir el trabajo manual.

El detalle de denominación, coordenadas y ubicación de los pozos está resumido en la Tabla A-31.

Tabla A-31 Detalle de ubicación de pozos de exploración

POZO	COORD ESTE (m)	COORD NORTE (m)	ALTITUD (m)	PROFUNDIDAD (m)	UBICACIÓN
SU-01	593192	8169450	3583	3	Aledaño al sector oeste de la macro-celda 4.
SU-02	593127	8169113	3507	3	Al norte del sector de residuos sólidos expuestos.
SU-03	593094	8169767	3665	3	Sur del RSNJ. Aledaño a zona de pozo de aereación.
SU-04	593219	8169458	3585	4,5	Aledaño al sector oeste de la macro-celda 4.
SU-05	593436	8169330	3568	3	Farellón, al extremo este del RSNJ.
SU-06	593476	8169008	3519	3	Relicto de la Dorsal Sur, al extremo este del RSNJ.
SU-07	593072	8169182	3513	3	Al norte del EG 5
SU-08	593215	8168868	3460	3	Al norte del Estanque de lixiviados 1

Fuente: Elaboración Propia

La distribución y ubicación de estos pozos dentro del área del RSNJ se muestra en la Ilustración A-10 Ubicación de pozos de exploración.

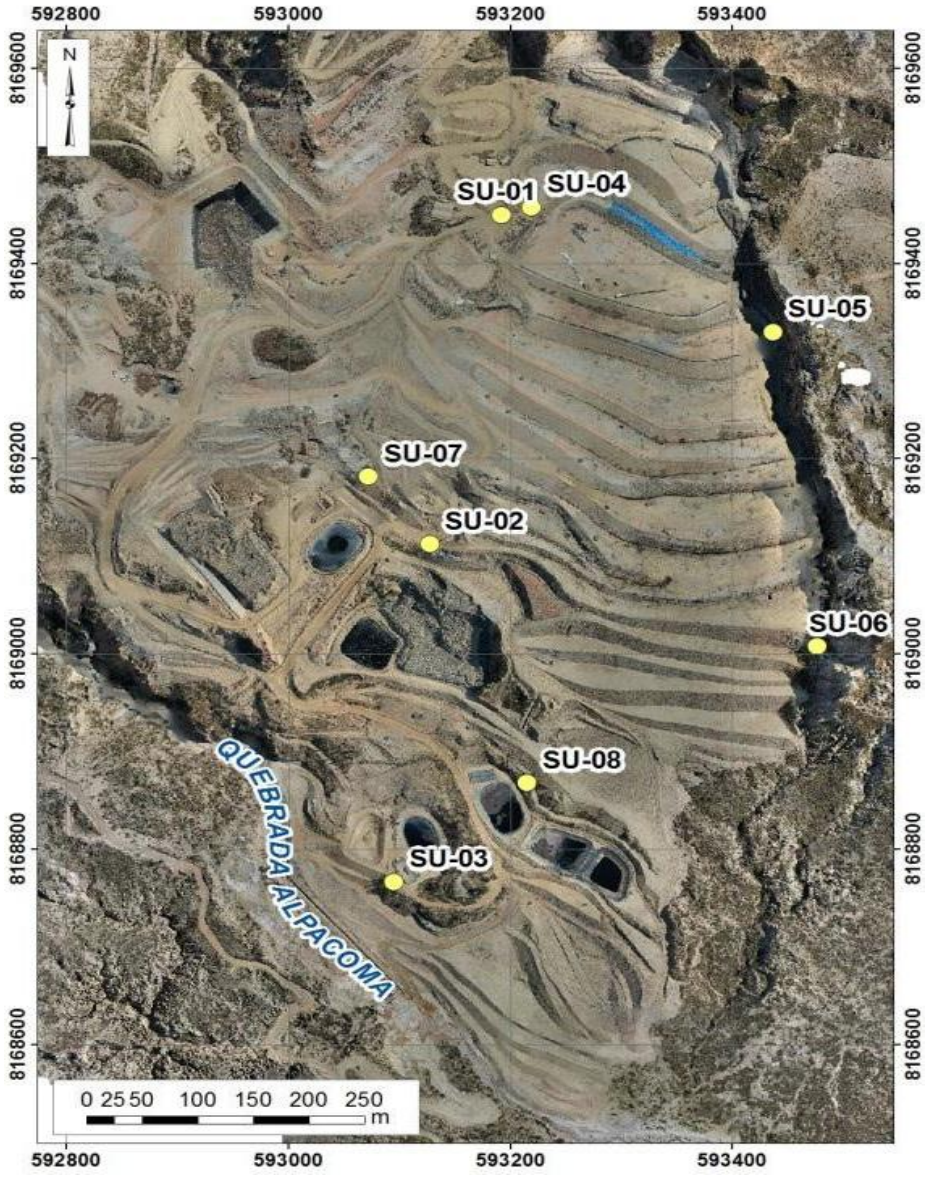


Ilustración A-10 Ubicación de pozos de exploración
Fuente: Elaboración Propia, Imagen base: Dron Mavic 2 PRO 2019

A.8.5.4.3 Ensayos in situ

A.8.5.4.3.1 Descripción litológica

Tabla A-32 Descripción Litológica de los pozos

POZO	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	TRAMO (m)	LITOLOGÍA
SU-01	Materiales deslizados de la Formación La Paz	0,0 – 0,7	Material de relleno, por arenas, limos y arcillas con presencia abundante de residuos sólidos.
		0,7 – 3,0	Arcillas y limos de color marrón.
SU-02	Materiales deslizados de la Formación La Paz	0,0 – 0,7	Material de relleno, gravas, arenas, limos y arcillas con presencia abundante de residuos sólidos.
		0,7 – 3,0	Arcillas y limos de color marrón.

POZO	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	TRAMO (m)	LITOLOGÍA
SU-03	Formación La Paz	0,0 – 0,8	Material antrópico de color marrón, bioturbado, compuesto por arcillas con raíces, residuos sólidos y restos de plásticos.
		0,8 – 3,0	Arcillas y limos, de color marrón, con ocasionales clastos subredondeados de arenisca y granito, estos clastos tienen diámetros de hasta 10 cm.
SU-04	Materiales deslizados de la Formación La Paz	0,0 – 1,3	Material de relleno, gravas, arenas, limos y arcillas con presencia abundante de residuos sólidos.
		1,3 – 1,5	Nivel compacto, arcillas y restos de plásticos.
		1,5 – 2,1	Material de relleno, gravas, arenas, limos y arcillas con presencia de ocasionales clastos subredondeados de granito. Se observa humedad en el material.
		2,1 – 2,2	Material gris bioturbado, arcillas y limos con abundante presencia de raíces
		2,2 – 4,5	Arcillas y limos con clastos subredondeados de areniscas, pizarras y granito.
SU-05	Formación La Paz	0,0 – 0,4	Material gris bioturbado, arcillas y limos con presencia de raíces. Se observa humedad en el material.
		0,4 – 3,0	Arcillas y limos con clastos subredondeados de areniscas, pizarras y granito. El contacto con un nivel de arena de grano fino, de color gris, bien consolidado, hace inviable a continuación del trabajo manual.
SU-06	Formación La Paz	0,0 – 3,0	Arenas, arcillas y limos con clastos subredondeados de areniscas micáceas y pizarras. A los 2,8 metros se tiene la presencia de filtración de agua en el pozo.
SU-07	Formación La Paz	0,0 – 0,2	Material gris bioturbado, arcillas y limos con abundante presencia de raíces
		0,2 – 0,4	Material rojizo bioturbado, arcillas y limos con abundante presencia de raíces
		0,4 – 0,5	Material gris bioturbado, arcillas y limos con abundante presencia de raíces
		0,5 – 3,0	Arcillas y limos con clastos subredondeados de areniscas y pizarras. A los 2,6 metros hay humedad en el material del pozo.
SU-08	Formación La Paz	0,0 – 0,5	Material gris bioturbado, arcillas y limos con abundante presencia de raíces
		0,5 – 3,0	Arcillas y limos con clastos subredondeados deareniscas y pizarras, material compacto.

Fuente: Elaboración Propia

A.8.5.4.3.2 Ensayos de penetración estándar (SPT)

Utilizado para la determinación de las condiciones de compresibilidad y resistencia de suelos, el procedimiento está indicado en la norma ASTM D-1586. El registro de penetración e índice de penetración "N" se obtiene al considerar los golpes necesarios para penetrar los últimos 30 cm de un total de 45 cm de muestreador; los primeros 15 cm no se consideran, dado que el suelo podría estar

alterado por efectos del procedimiento utilizado durante la ejecución de la excavación. La resistencia a la penetración es un indicador de la compacidad de los suelos no cohesivos y de la resistencia de los suelos cohesivos, pues es, un ensayo dinámico de esfuerzo cortante in situ.

Muchos investigadores han intentado realizar correlaciones entre N y la resistencia a la compresión simple de suelos arcillosos, la dispersión de los datos obtenidos es muy grande, tomaremos como referencia la tabla de propiedades de suelos arcillosos de Hunt, 1984 (Tabla A-33).

Tabla A-33 Propiedades de suelos arcillosos

Consistencia	N	Identificación manual	q_u (kg/cm^2)
Dura	>30	Se marca difícilmente	> 4,0
Muy rígida	15 - 30	Se marca con la uña del pulgar	2,0 – 4,0
Rígida	8 – 15	Se marca con el pulgar	1,0 – 2,0
Media	4 – 8	Moldeable bajo presiones fuertes	0,5 – 1,0
Blanda	2 – 4	Moldeable bajo presiones débiles	0,25 – 0,5
Muy blanda	<2	Se deshace entre los dedos	0 – 0,25

Fuente: Hunt, 1984, en IGME, 1987

Se efectuaron nueve ensayos SPT en cinco de los pozos de exploración, las profundidades fueron de 1,5 m y en el fondo del pozo, de los nueve ensayos efectuados seis corresponden a suelos arcillosos normalmente consolidados con consistencias blanda - rígida y tres a suelos arcillosos sobreconsolidados con consistencia muy rígida.

La Tabla A-34 resume lo resultados obtenidos para estos ensayos.

Tabla A-34 Resumen de ensayos SPT

POZO	PROFUNDIDAD (m)	NÚMERO DE GOLPES SPT	CAPACIDAD PORTANTE (kg/cm^2)
SU-04	1,5	8	0,8
	4,5	14	2,18
SU-05	2,8	25	1,89
SU-06	1,5	18	1,57
	3,0	22	1,76
SU-07	1,5	3	0,25
	3,0	4	0,29
SU-08	1,5	7	0,66
	3,0	4	0,21

Fuente: Elaboración Propia

A.8.5.4.3.3 Ensayos de permeabilidad

Tomaremos como referencia en la Guía Para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios. Antioquía, Colombia, 2002 (ver Tabla A-35).

Tabla A-35 Relación entre el tipo de suelo y el coeficiente de permeabilidad (*)

K (cm/s)	10^2	10^1	10	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}
Drenaje	Bueno						Malo		Prácticamente Impermeable			
Relleno Sanitario	Malo									Bueno		

K (cm/s)	10^2	10^1	10	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}
Tipo de Suelo	Grava gruesa (cascajo)		Arena limpia mezclada con grava		Arena muy fina, suelos orgánicos e inorgánicos, mezcla de limo-arenoso y arcilla					Suelo impermeable modificado por efecto de la vegetación e intemperización		
				Suelo impermeable; por ejemplo: arcilla homogénea debajo de la zona de impermeabilización								

(*) = Y su aceptación para drenaje y relleno sanitario
Fuente: Guía Para el Diseño de un Relleno Sanitario. Antioquía, Colombia, 2002
"Guía para el diseño de un relleno sanitario, Jaramillo, 2002"

Se efectuaron dos ensayos de permeabilidad in situ, en dos pozos de exploración, se consideró ejecutar el ensayo en función de los tipos de materiales identificados en los pozos. Ambos valores corresponden a suelos con coeficiente de permeabilidad malo para relleno sanitario, esto según la tabla tomada como referencia.

La Tabla A-36 resume lo resultados obtenidos para estos ensayos.

Tabla A-36 Resumen de ensayos SPT

POZO	PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE SUELO	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (cm/seg)
SU-04	4,5	Arcilloso	4,43 E-03
SU-06	3,5	Areno arcilloso	2,66 E-02

Fuente: Elaboración Propia

A.8.5.4.4 Otros ensayos

A.8.5.4.4.1 Clasificación Unificada

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – SUCS (Unified Soil Classification System – USCS) es un sistema de clasificación de suelos utilizado para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Los suelos de granos grueso y fino se distinguen mediante el tamizado del material por el tamiz N° 200, los suelos gruesos corresponden a los retenidos en dicho tamiz y los finos a los que lo pasan, de esta forma se considera que un suelo es grueso si más del 50 % de las partículas del mismo son retenidas en el tamiz N° 200 y fino si más del 50 % de sus partículas son menores que dicho tamiz.

Los suelos se designan por símbolos de grupo, los prefijos son las iniciales de los nombres en inglés de los seis principales tipos de suelos, mientras que los sufijos indican subdivisiones en dichos grupos, como se muestra en la Tabla A-37.

Tabla A-37 Designación de símbolos para suelos

Primera y/o segunda letra		Segunda letra	
Símbolo	Definición	Letra	Definición
G	Grava	P	Pobremente graduado (tamaño de partícula uniforme)
S	Arena	W	Bien gradado (tamaños de partícula diversos)
M	Limo	H	Alta plasticidad
C	Arcilla	L	Baja plasticidad
O	Orgánico		

Fuente: Elaboración Propia

Se efectuaron doce análisis de clasificación en los ocho pozos de exploración, se consideró colectar las muestras en función de los tipos de materiales identificados en los pozos, de los doce análisis efectuados ocho corresponden a suelos de tipo CL y cuatro corresponden a suelos de tipo SC.

SUELOS TIPO CL

Son suelos de grano fino, corresponden a arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras. Aptitudes de usos: revestimiento de canales, pero es erodable.

Como consecuencia de la actividad reducida de los minerales arcillosos presentes en estos suelos, a compresibilidad y el hinchamiento de los mismos no presentan magnitudes importantes. Por la presencia de minerales arcillosos de actividad reducida, la resistencia al corte variará de pobre a regular dependiendo de su rigidez y del grado de saturación del material (resistencias al corte pobres serán el resultado de suelos saturados, en cambio, resistencias al corte más altas tendrán su origen en suelos con un grado de saturación bajo y de la presencia de arena o materiales granulares que incrementen la fricción interna del suelo.

SUELOS TIPO SC

Son suelos de grano grueso, corresponden a arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla. Aptitudes de uso: revestimiento de canales, capas de pavimento.

La Tabla A-38 resume lo resultados obtenidos para estos ensayos.

Tabla A-38 Resumen de clasificación unificada de suelos

Pozo	Profundidad (M)	Tipo de Suelo	Descripción
SU-01	3,0	CL	Arcilla de baja plasticidad
SU-02	3,0	CL	Arcilla de baja plasticidad
SU-03	3,0	CL	Arcilla de baja plasticidad
SU-04	1,5	CL	Arcilla de baja plasticidad
	4,5	CL	Arcilla de baja plasticidad
SU-05	2,8	SC	Arena arcillosa
SU-06	1,5	SC	Arena arcillosa
	3,0	SC	Arena arcillosa
SU-07	1,5	CL	Arcilla de baja plasticidad
	3,0	CL	Arcilla de baja plasticidad
SU-08	1,5	CL	Arcilla de baja plasticidad
	3,0	SC	Arena arcillosa

Fuente: Elaboración Propia

A.8.5.4.4.2 Cohesión

Se efectuaron dos análisis de cohesión (C) en dos muestras de dos pozos de exploración, los valores corresponden a arcilla semirígida. Se resumen los detalles en la Tabla A-39.

Tabla A-39 Resumen de ensayos de cohesión

Pozo	Profundidad (m)	Cohesión (Kg/cm^2)
SU-04	4,00	0,13
SU-06	2,00	0,11

Fuente: Elaboración Propia

A.8.5.4.4.3 Ángulo de fricción

Se efectuaron dos análisis de cálculo de ángulo de fricción en dos muestras de dos pozos de exploración. Se resumen los detalles en la Tabla A-40.

Tabla A-40 Resumen de ensayos de ángulo de fricción

Pozo	Profundidad (m)	Ángulo de Fricción (ϕ)
SU-04	4,00	27,5
SU-06	2,00	32,0

Fuente: Elaboración Propia

A.8.5.4.4.4 Peso específico

Es la relación existente entre el peso y el volumen de una sustancia, el peso específico es el peso de una sustancia por unidad de volumen, viene expresado en kg/cm^3.

Se obtuvieron dos valores de peso específico, en dos muestras de dos pozos de exploración, se resume el detalle en la Tabla A-41.

Tabla A-41 Resumen de ensayos de peso específico

Pozo	Profundidad (m)	Peso Específico (kg/cm^3)
SU-04	4,00	0.002023
SU-06	2,00	0.002049

Fuente: Elaboración Propia

A.8.5.4.5 Perforaciones

En base a la información obtenida con el estudio geofísico apoyado con el reconocimiento de campo se programó la ejecución de un pozo profundo, denominado PP-4, situado en el sector sur del RSNJ, en el sector oeste de las banquinas de apoyo del EG 1.

La finalidad de esta perforación es interceptar un nivel de baja resistividad, a la profundidad aproximada de entre 20 a 25 metros interpretado como la presencia de una zona con lixiviados que podrían estar constituyendo la pluma contaminante.

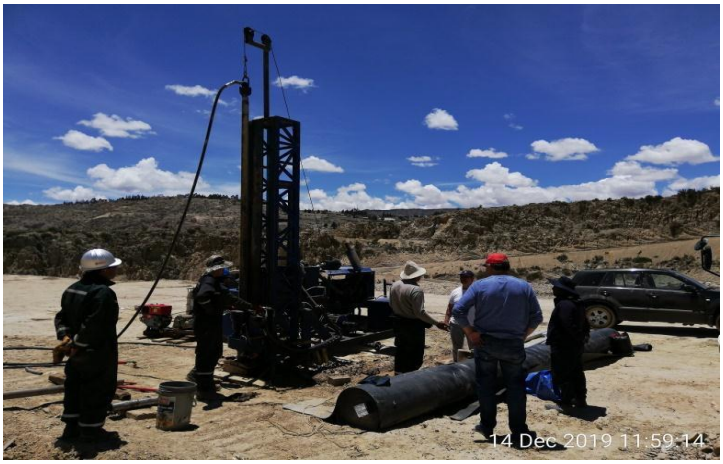
El pozo fue ejecutado mediante sistema de perforación a diamantina, sin recuperación de testigos, con diámetro HQ (diámetro del pozo de 96 mm) y alcanzó una profundidad de 35 metros.

Los detalles de ubicación del pozo se muestran en la Tabla A-42.

Tabla A-42 Ubicación de pozo PP-4

Pozo	Coord E	Coord N	Altura (m)	Diámetro	Profundidad (m)
PP-4	593171,99	8168685,34	3420,5	HQ	35

Fuente: Elaboración Propia



Fotografía A-5 Perforación del pozo PP-4
Fuente: Elaboración Propia

La ubicación de este pozo dentro del RSNJ se muestra en la Ilustración A-11.

Ilustración A-11 Ubicación del pozo PP-4 en el RSNJ
Fuente: Elaboración Propia; Imagen base: Dron Mavic 2 PRO 2019

El detalle de la descripción del pozo se muestra en la Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-43. La representación gráfica de la descripción y el diseño del pozo se muestran en la Figura A-23.

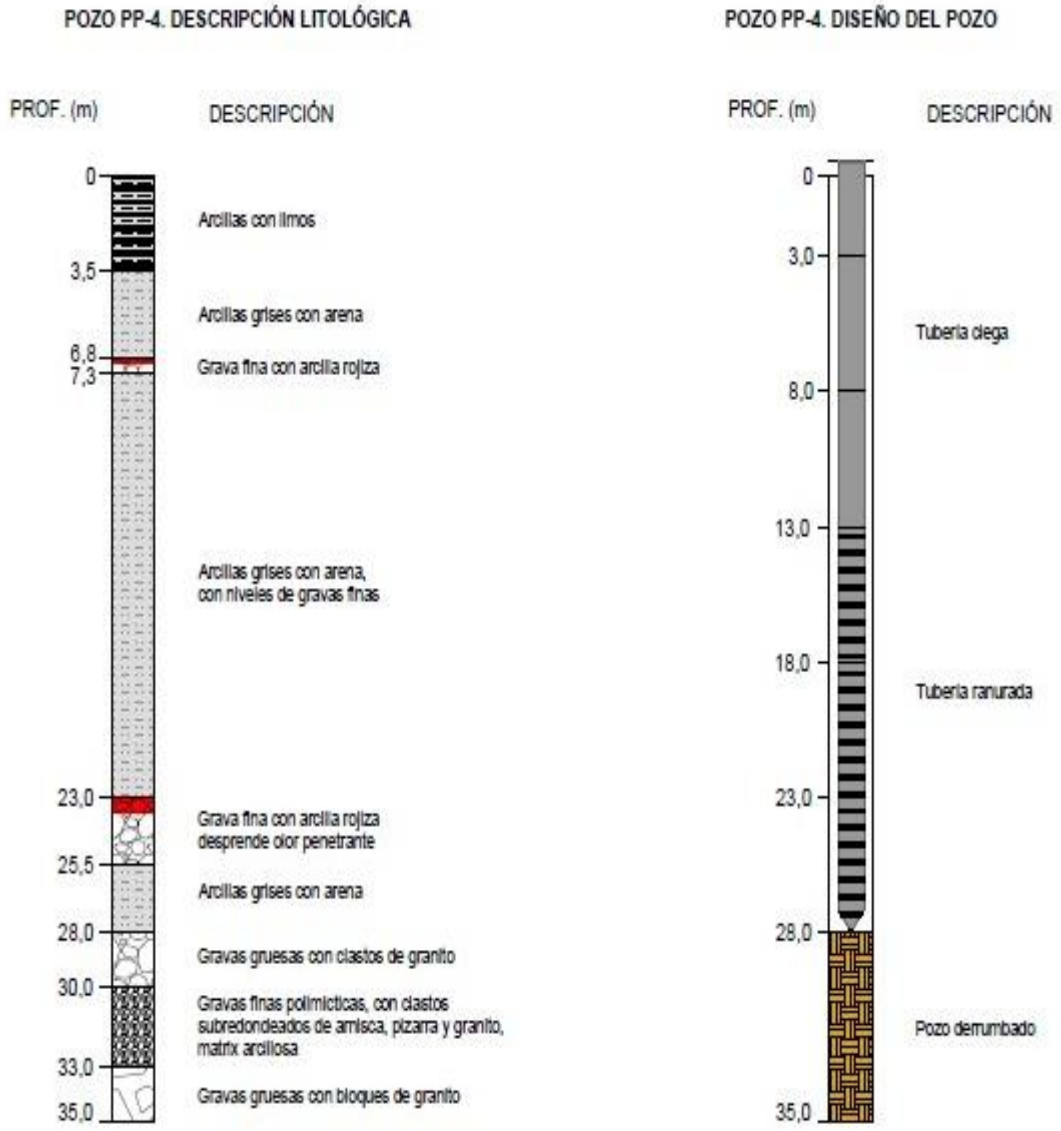


Figura A-23 Descripción Litológica y Diseño de Pozo PP-4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-43 Descripción del pozo PP-4

Profundidad (m)		Descripción
de	hasta	
0	3,5	Arcilla con limo, de color gris.
3,5	6,8	Arena con limo y arcilla de color gris
6,8	7,3	Grava fina a media con matrix arcillosa de coloración rojiza
7,3	23,0	Arena con limo y arcilla de color gris con intercalaciones esporádicas de niveles de gravas finas a medias
23,0	25,5	Arcilla rojiza con gravas medias, el material emite olor penetrante, posible zona con lixiviado.
25,5	28,0	Arena con limo y arcilla de color gris
28,0	30,0	Gravas gruesas con bloques de granito

Profundidad (m)		Descripción
de	hasta	
30,0	33,0	Gravas finas polimícticas, clastos subredondeados de arenisca, pizarra y granito
33,0	35,0	Gravas gruesas con bolones de granito

Fuente: Elaboración Propia

Como puede apreciarse el pozo cumplió el objetivo programado, encontrándose el nivel con bajas resistividades señalado por el estudio geofísico, culminada la perforación se procedió al entubado del pozo de acuerdo a diseño, y se colectaron muestras de agua, el detalle de los resultados químicos y sus interpretaciones se presentan en el capítulo correspondiente a hidrogeología.

Cabe mencionar que se tiene referencia de siete perforaciones ejecutadas por el método de diamantina, con recuperación de testigos, en una etapa posterior al evento de deslizamiento de residuos sólidos de Enero de 2019, si bien esta información procede de una fuente externa y no cuenta con el respaldo del documento técnico se puede destacar que: no se reconocen niveles de flujos de agua en los pozos y que, en las profundidades alcanzadas por estas (hasta 60 metros) no se encontró con evidencias certeras el contacto entre material deslizado de la Formación La Paz y depósitos de esta formación in situ.

A.8.5.5 Hidrología

La información empleada para la aplicación de las metodologías mencionadas, fueron la precipitación y temperaturas mensuales, la latitud de la zona en estudio, área de la cuenca y tipos de suelos; después, los parámetros morfométricos de la cuenca (área, longitud del curso más largo, pendiente), número de Curva (CN) característico y ecuaciones de Intensidad-Duración- Frecuencia para la determinación de alturas de precipitación de diseño.

A.8.5.5.1 Descripción de la cuenca

La zona de estudio está circunscrita en la microcuenca del río Achocalla, sub cuenca del río La Paz. Esta microcuenca tiene una red de drenaje densa conformada por numerosos riachuelos y quebradas secundarias que drenan aguas de origen pluvial solamente en tiempo de lluvias con caudales importantes, las aguas escurren rápidamente debido a la gradiente del terreno y producen una intensa erosión y socavación vertical buscando su nivel de base local, creando de esta manera canales profundos que se ensanchan sus valles por socavación del pie de sus taludes y deslizamientos frecuentes. Está compuesta por el río Achocalla y la quebrada Alpacoma cuyo nacimiento está a 4113 msnm y recibe un caudal de aguas residuales de El Alto. Su orden de drenaje según Strahler (1957), es por debajo de 4, lo que permite establecer en definitiva una densidad de drenaje media.

Se desplaza según su arreglo espacial, generalmente ajustado a control estructural, litológico y de morfología, en forma restringida o encajonada, o por valles un poco mas amplios cuando el gradiente es menor. La Formación La Paz está presente casi en toda el área está caracterizada por encontrarse afloramientos que se encuentran distribuidos en toda la ciudad del mismo nombre, es considerado basamento de fundación en construcciones civiles, alcanzando un espesor de hasta 700 m.

Litológicamente consiste en capas discontinuas lenticulares de arena, grava, limo, arcillas, que se presentan poco consolidadas, reflejando paleocorrientes. Se puede apreciar que en la base se encuentra material más grueso y en el tope material más fino granular.

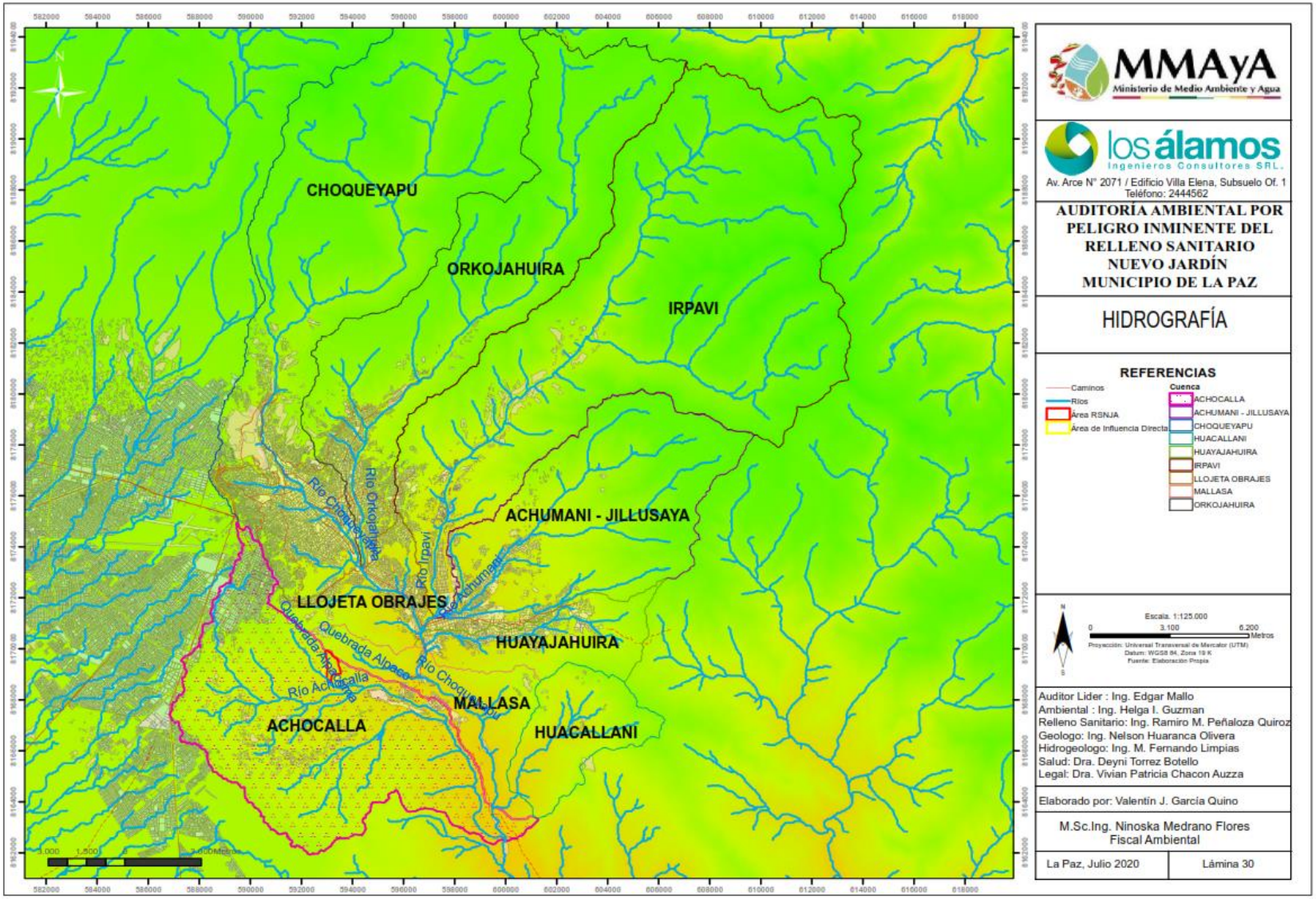


Ilustración A-12 Mapa Hidrográfico
Fuente: Elaboración Propia

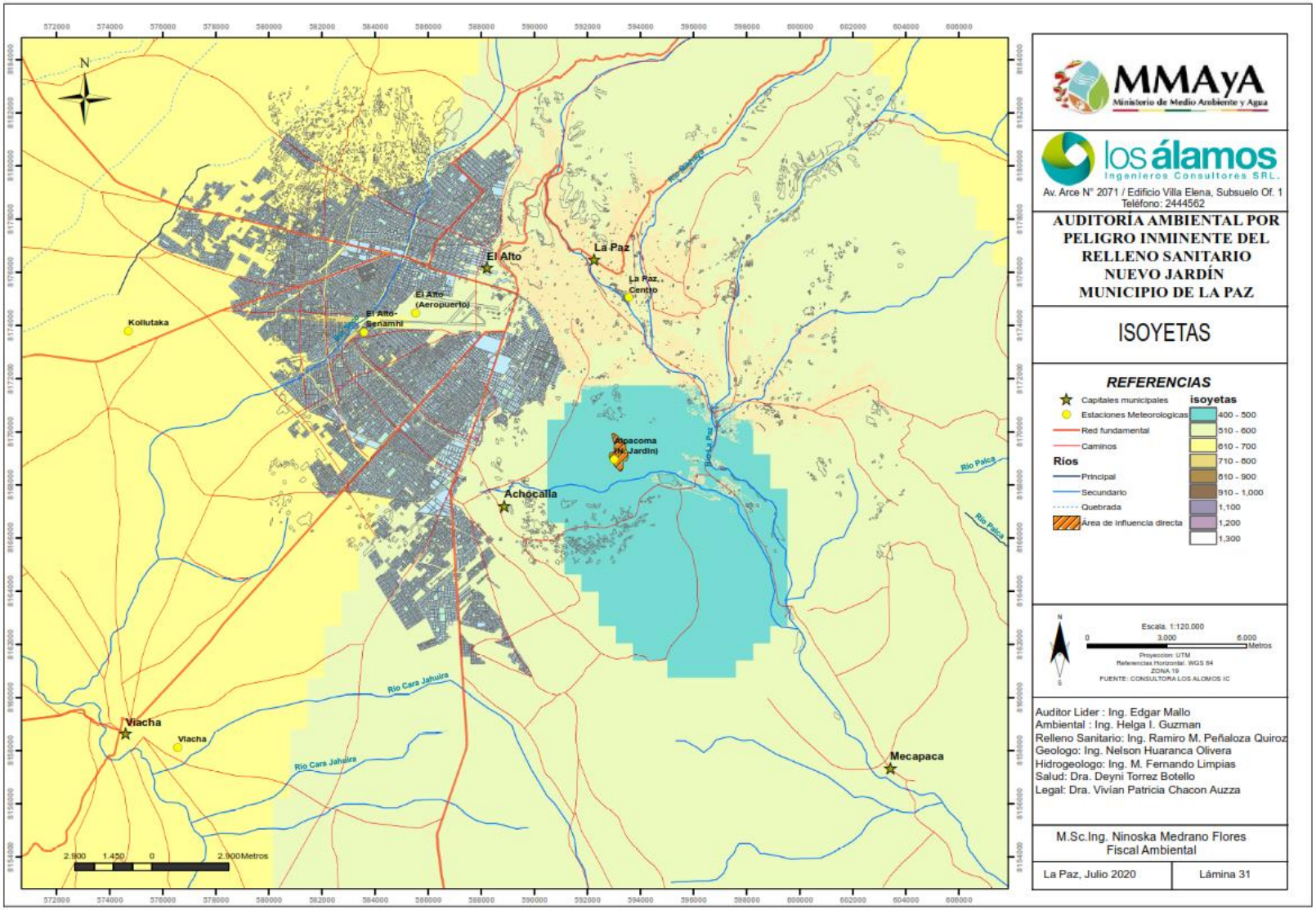


Ilustración A-13 Mapa de Isoyetas
Fuente: Elaboración Propia

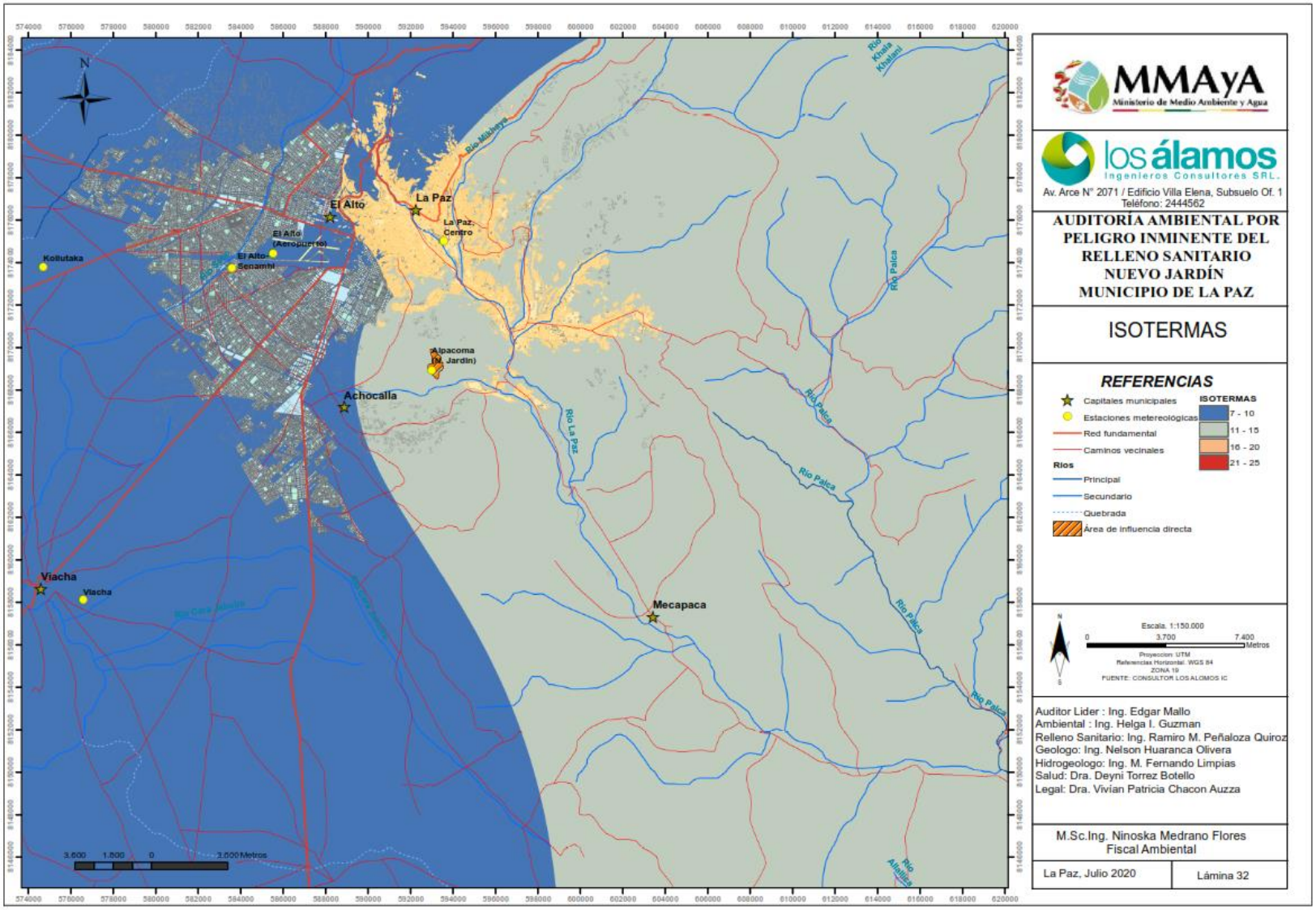


Ilustración A-14 Mapa de Isotermas
Fuente: Elaboración Propia

A.8.5.5.2 Determinación de caudales máximos

La determinación de caudales pico para el posterior dimensionamiento de las obras de drenaje pluvial, disipadores de energía y zanjas de coronamiento, se realiza a través del modelo de simulación de crecidas SCS y las curvas de intensidad duración y frecuencia, ambas metodologías requiere para su empleo información de precipitación, la morfometría de la cuenca y los números de curva para cada complejo suelo-vegetación encontrado en la cuenca.

En la Tabla A-44 se presentan las características morfométricas de las cuencas, considerando su discretización en subcuencas, en la Ilustración A-15 se muestra la red hídrica de la cuenca:

Tabla A-44 Sub Cuencas

Sub-cuenca	Área	Long. Rio	Altura máxima (m.s.n.m.)		Altura mínima (m.s.n.m.)	
	(Km^2)	(Km)	Cuenca	Rio	Cuenca	Rio
Quebrada Alpacoma	5.99	4.71	4036	3957	3394	3394
Rio Achocalla	24.3	7.43	4036	3842	3394	3394

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de precipitación anual, SENAMHI.

Desde la parte suroeste hacia el sureste del relleno sanitario, transcurre la quebrada Alpacoma, que es un afluente perenne del rio Achocalla, que a su vez descarga sus aguas al río La Paz.

Existen muchas herramientas e inclusive estudios, de coeficientes de disgregación de la lluvia en 24 horas, en toda Bolivia, específicamente en la Paz, por lo que no es esencial, entrar en mayor detalle la obtención las curvas IDF.

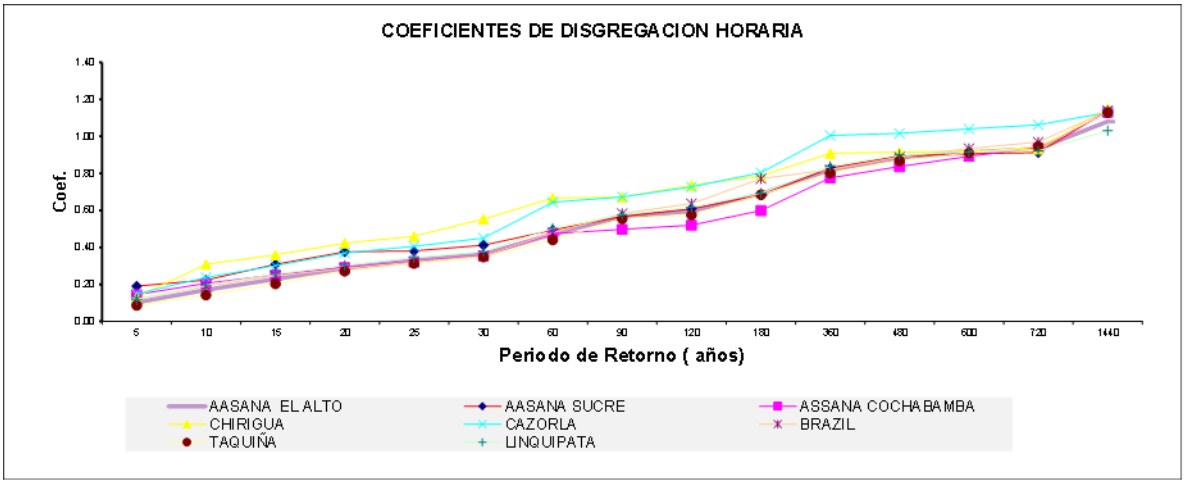


Gráfico A-16 Coeficientes de disgregación horaria
Fuente: Elaboración Propia

Algunas de las herramientas que realizan el mismo procedimiento están en el hydrocad. Esto fue desarrollado para el mercado de Estados Unidos, pero puede aplicarse a cualquier parte del mundo.

Con los datos de precipitación obtenemos la ecuación de intensidad para así poder determinar los caudales de las cuencas por el método racional, estos caudales dentro la hidrología nos sirven para determinar el caudal de diseño de las obras de drenaje en las obras drenaje.

Esto se realizó por medio de una planilla Excel cuenta con tres hojas de cálculo descritas a continuación:

- La primera donde se introducen los datos hidrológicos (Aquí introducen los datos de precipitación total y precipitación máxima en 24 horas)
- La segunda hoja donde se realizan la memoria de cálculo (Realizan la estimación de la precipitación máxima probable, cálculo de las láminas para distintas frecuencias)

En la última hoja se obtiene y se grafica la Ecuación de intensidad (Curvas de intensidad duración y frecuencia, obtención de la ecuación de intensidad).

La Ilustración A-13, fue complementada con la descripción física de la Sub Cuencas del Rio La Paz, obtenido del informe Geológico Nº 9, Condiciones Hidrológicas de la Cuenca De La Paz, realizado por las Consultoras B.R.G.M-B.C.E.O.M, Prudencio Claros y Asociados, realizado en noviembre del 1977.

Cuyas características se obtienen esencialmente a partir de los mapas a una escala con suficientes detalles (1:50.000, 1:20.000). Escogiendo mapas de 1:50:000 que inicialmente cubre el conjunto de la cuenca alta del río La Paz.

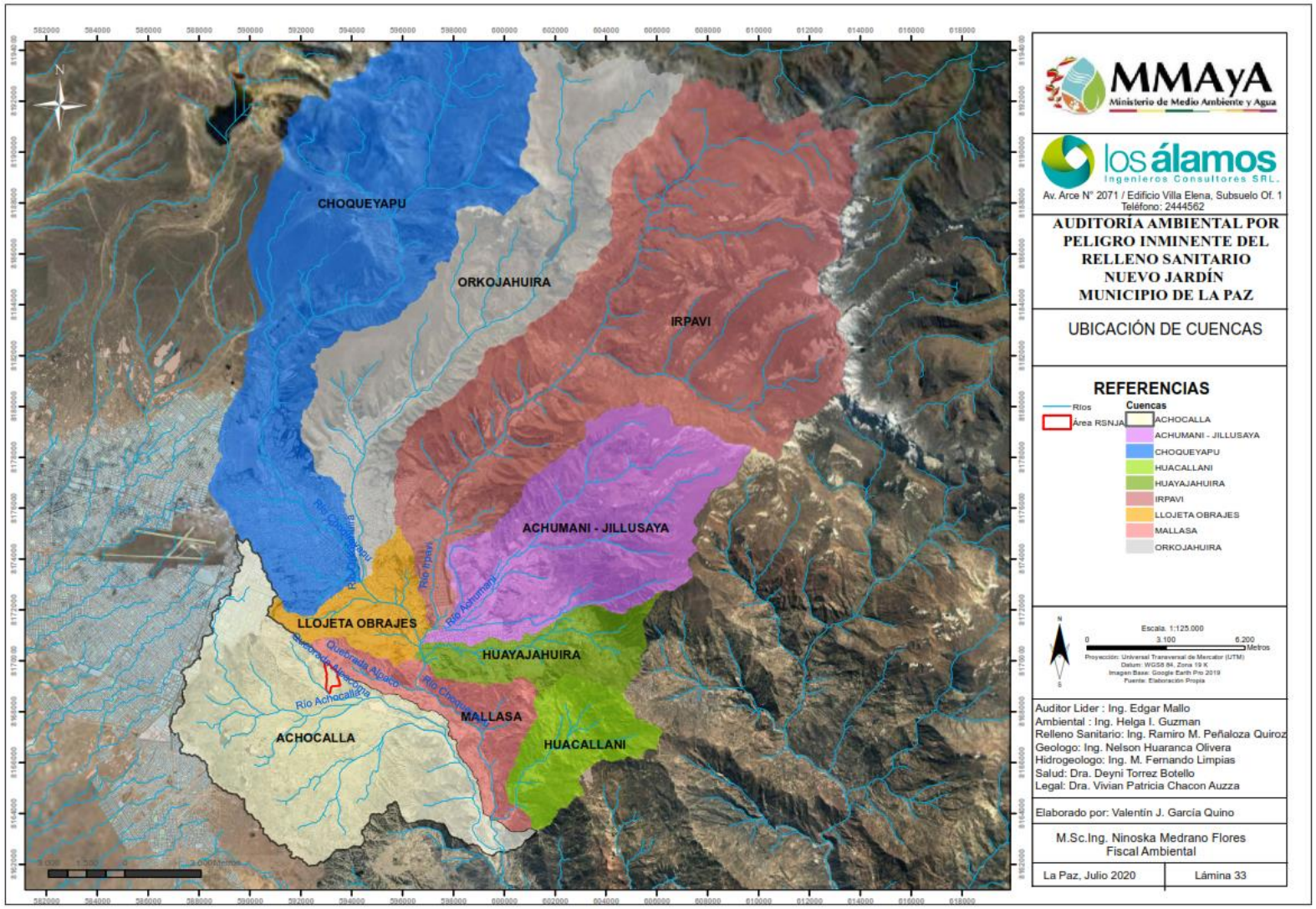


Ilustración A-15 Mapa de Cuencas
Fuente: Elaboración propia con base en Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Dirección de Cuencas y Recursos Hídricos. GeoData Base referenciales

Determinación del Número de Curva (CN)

Con la ayuda del Arcgis, se superpusieron los mapas de vegetación, suelos, uso y vias de accesos, se emplearon los coeficientes de la Universidad Andina y los mismos que fueron comparados con los Teóricos de SCS California, posteriormente se empleó el método de superposición ponderada, obteniendo en promedio un valor de CN: 68, para una condición hidrogeológica B, predominando las características de los suelos.

Cálculo de Caudales

Por medio del gráfico se puede apreciar el cálculo de caudales para avenidas de 25 a 500 años.

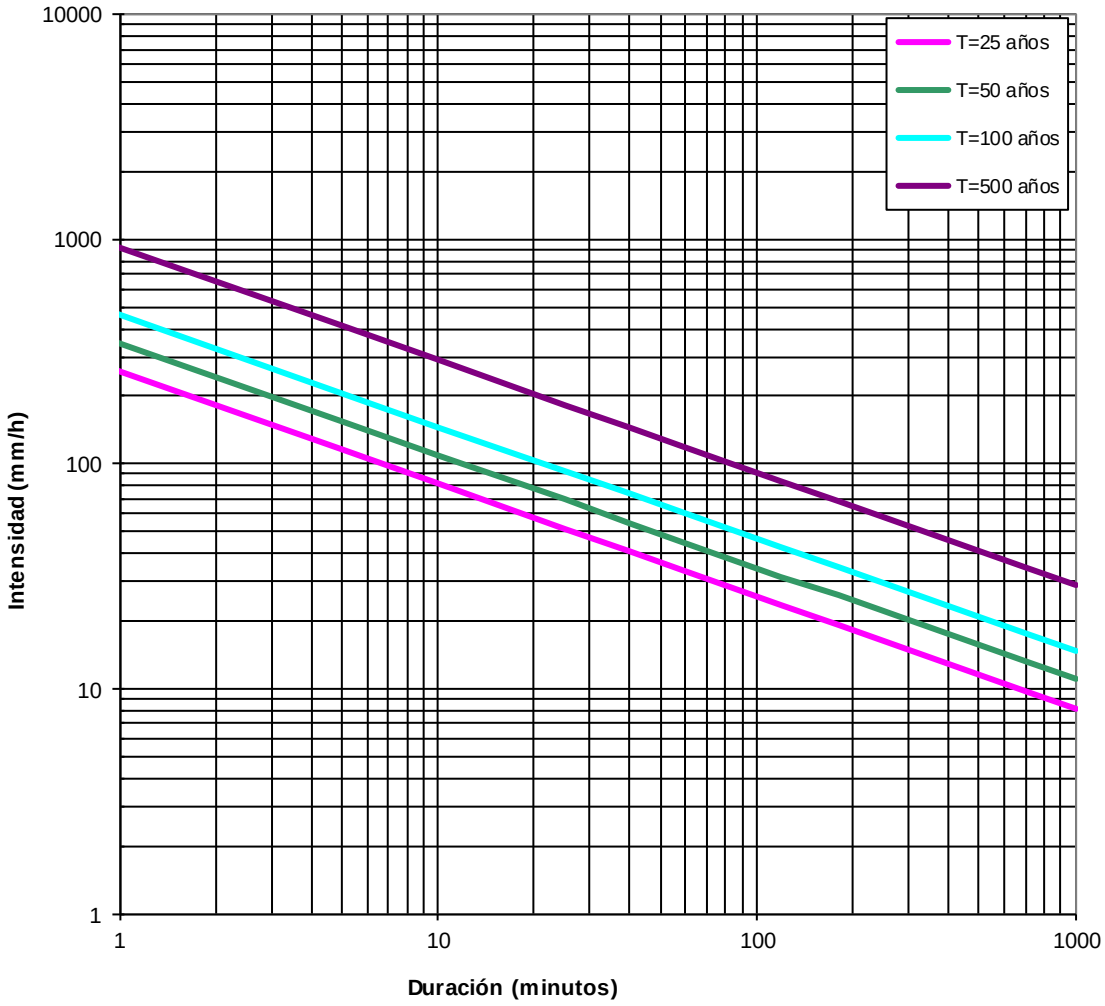


Gráfico A-17 Curvas de intensidad Duración y Frecuencia Estación Achocalla
Fuente: Elaboración propia en base a los datos de precipitación anual, SENAMHI

La intensidad se expresa como el promedio de la lluvia en mm/hora para un periodo de retorno determinado y una duración igual al del tiempo de concentración (Tc) de la cuenca.

Los valores de intensidades se pueden obtener a partir de las curvas Intensidad Duración Frecuencia (IDF) que fueron elaboradas con la estación de Achocalla, mediante el cálculo con las ecuaciones de regresión no lineal (Gráfico A-17). Como se muestra en la siguiente fórmula.

$$I = \frac{k * T^m}{d^n}$$

Donde. k = 65.69
m = 0.424
n = 0.499

El tiempo de concentración Tc puede calcularse usando el modelo de California Culvers, que es esencialmente derivado de la ecuación de Kirpich.

$$t_c = 0.0195 \left[\frac{L^3}{H}\right]^{0.385}$$

$$T_c = 60 * \left[\frac{11.9L^3}{H}\right]^{0.385}$$

Siendo:

Tc en minutos
L es la longitud del curso principal del río hasta el sitio de interés en millas
H es la diferencia de nivel entre el parte agua y el sitio de la estructura en pies.

Las elevaciones del punto inicial y final pueden obtenerse por interpolación de las curvas de nivel de los mapas.

Con esta información se elaboró un excel para ayudar a la obtencion de Caudales probables, como se muestra en la siguente tabla:

Tabla A-45 Cálculo de Caudales Probables (ltr/seg)

Area (ha)	Periodo de Retorno		
	15	25	50
0.25	53.2	57.1	64.00
0.50	106.4	114.3	127.9
1.00	212.8	228.5	255.8

Fuente: Elaboración Propia

A.8.6 Hidrogeología

A.8.6.1 Monitoreo de aguas subterráneas

Para el monitoreo de las aguas subterráneas se ha implementado piezómetros (Custodio Gimena, y otros, 1983), para la otención de parámetros hidrogeológicos. En nuestro Caso en un Piezómetro PP-4.

A.8.6.2 Resultados y discusión

Las investigaciones de contaminación del agua subterránea por lixiviados provenientes de rellenos sanitarios están influenciadas por diversos factores, tales como: clima, características de la basura, características constructivas del relleno sanitario y principalmente geología. El relleno sanitario de Nuevo Jardin no presenta historial del proceso de construcción, ademas no cuenta con una membrana impermeable en su base, de acuerdo a la información complementarias de otras areas. Actualmente

no se evidencia la existencia de un sistema de recolección de lixiviados basal, pero si lateral, contiene chimeneas de biogás y se realiza un tratamiento del acabado final.

El área de estudio es caracterizada hidrogeológicamente con la identificación permeabilidad que varian de muy baja a permeables, no descartando la posibilidad de tener una variación temporal, esta informacion permitira la obtencios de características particulaes como ser niveles estáticos, dirección de flujo.

Para saber las propiedades de contaminación se caracterizó el lixiviado, midiendo la densidad y composición del mismo, siendo dividido en cuatro grupos; parámetros generales, materia orgánica, macrocomponentes inorgánicos, metales traza y bacteriológico. Asimismo, se caracterizó el agua subterránea y superficial comparándolas con tres reglamentos de calidad de aguas, dos nacionales (NB-512, Ley 1333) y una internacional (Organización Mundial de la Salud).

La delimitación de la contaminación del agua subterránea se realizó en un nivel (profundo >10 metros), encontrando distribución de concentraciones para diferentes parámetros representativos en contaminación por lixiviados como: conductividad específica, cloruros, nitratos, BDO_5 y DQO

Una compilación de toda la información relevada y procesada es presentada en el Cuadro A-23, donde podemos apreciar, un relleno Sanitario emplazado sobre la Formación La Paz, en general, con diferentes características, superficialmente encontramos arenas – arcillas y limos arcillas:

Cuadro A-23 Características de suelos

Formación La Paz	Presente en todo el paisaje y en todo el farallón	Matriz arcillosa, con presencia pequeños lentes de arenas de grano fino y microconglomerados poco consolidados	Baja Permeabilidad	CL- $4.43x10^{-3}$ SC-$2.66x10^{-2}$
Depósitos Cuaternarios	Al ser constituidos por torrentes de barro y masas deslizables se encuentran diseminadas en casi toda el área	Composición heterogénea con clastos de areniscas hasta 15 cm, con presencia de arenas y materiales finos como arcillas	Permeables	SW-$1.8x10^{-2}$

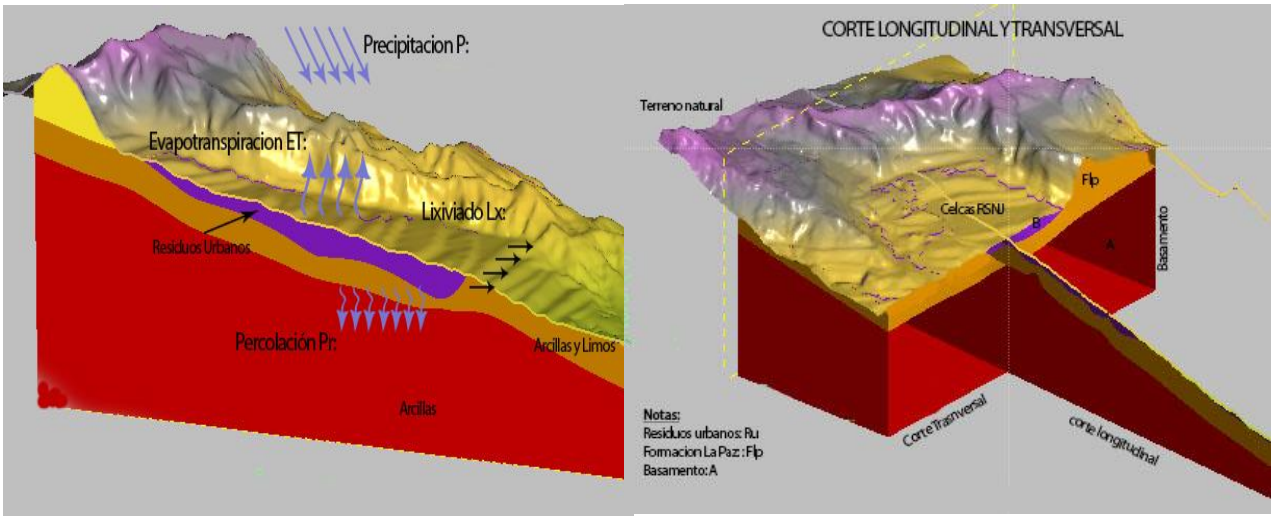


Figura A-24 Esquemas de Unidades Hidrogeológicas

Fuente: Elaboración Propia

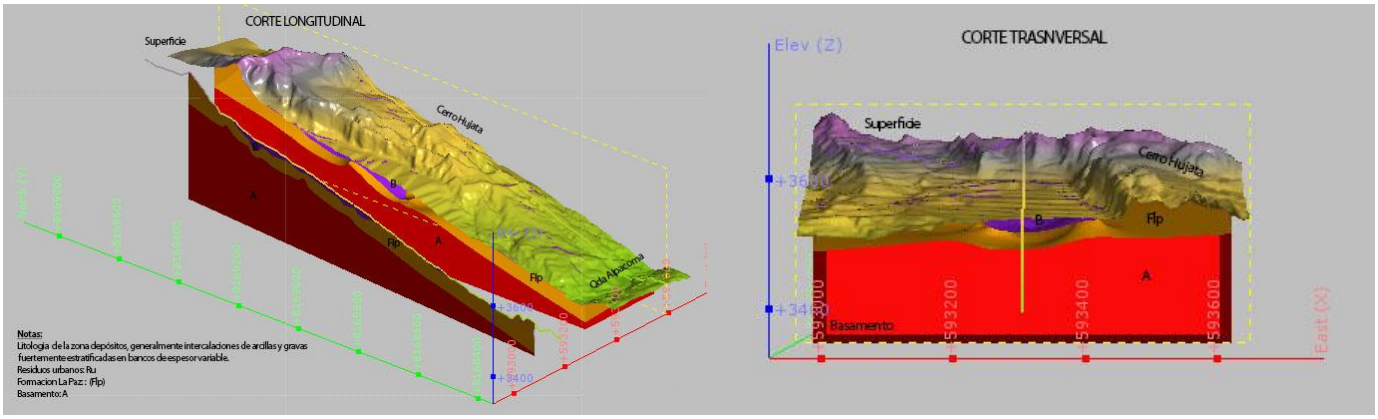


Figura A-25 Secciones de Unidades Hidrogeológicas
Fuente: Elaboración Propia

Un modelamiento en 3d, es necesario para poder tener un entendimiento mas acercado a la real, en general muchos de los proyectos hidrogeológicos carecen de información, por lo que necesita de herramientas que ayuden a aprovechar al maxímo lo se tiene. En las figuras mostradas anteriormente se puede observar el resultado de toda la información obtenida en la presente consultoría, no descartando la posibilidad, de que futuramente sea complementada y mejorda con mas informacion y estudios realizado en el RSNJ.

En esta sección se consideran los sistemas naturales de flujo de agua subterránea con énfasis en las características vistas desde una perspectiva, que el sistema está en un estado estacionario. La perspectiva del estado estacionario es una simplificación de la realidad, pero para muchas situaciones está lo suficientemente cerca de la misma, para ser considerada y representada

Aunque se sabe desde hace más de un siglo que las aguas subterráneas están en continuo movimiento, no fue hasta la publicación de m.k. hubbert en 1940 dijo que los sistemas de flujo natural pueden representarse de manera útil mediante soluciones a la ecuación de flujo de agua subterránea expresada en forma de red de flujo. (freeze & Cherry 1979).

Una manera sutil de poder entender, el sistema de aguas subterráneas existentes en el lugar, es por medio de las lineas equipotenciales, que representan un nivel piezométrico, (líneas punteadas), la dirección y sentido estaría establecida por un vector perpendicular a estas líneas (lienas azules), donde se indentificaria la dirección preferencial del flujo.

A.8.6.3 Acuíferos

Los acuíferos pueden clasificarse atendiendo a diversos criterios, según las características litológicas: detríticos, carbonatados, Según el tipo de huecos: poroso, kárstico, fisurado, Según la presión hidrostática: libres, confinados, colgados y semiconfinados. (Freeze & Cherry 1979).

Para nuestro caso consideramos que importa establecer los siguientes criterios, encontrados en la zona de estudio.

Acuíferos libres: también llamados no confinados o freáticos. Entre ellos existe una superficie libre y real del agua almacenada, que está en contacto con el aire y a la presión atmosférica. Entre la superficie del terreno y el nivel freático se encuentra la zona no saturada. La superficie hasta donde llega el agua, se denomina superficie freática; cuando esta superficie es cortada por un pozo se habla de nivel freático en ese punto.

Figura A-26 Esquematizacion de Sistema de acuíferos
Fuente: web (desconocida)

En los años recientes, el término acuitardo, ha sido usado para describir los estratos menos permeables, pudiendo ser lo suficiente permeables para transmitir agua en cantidades que son suficientes en el estudio de flujo de agua subterránea regional, pero su permeabilidad no es suficiente para permitir una terminación de pozos de producción dentro del acuitardo (Freeze, y otros, 1979).

Casi la totalidad del área estudiada se encuentra conformada por sedimentos de esta unidad cubriendo rocas Silúricas y de la Formación Aranjuez (cretácico), estos materiales presentan dos características fácilmente identificables, que tuvieron formas de Origen Denudacional (YPFB-Sergeotecmin, 2000).

Por una parte, constituyen la cumbre de las serranías desarrollando taludes verticales coronados con pilares y crestas inaccesibles; esta configuración obedece a la constitución litológica que presenta estos depósitos, generalmente intercalaciones de arcillas y gravas fuertemente estratificadas en bancos de espesor variable.

A.8.6.4 Flujo de Agua Subterránea

Como ya se describió guiones arriba, se presenta el flujo de agua subterránea somera, elaborados con la campaña de datos realizados en el mes de noviembre, con un reducido numero puntos de monitoreo, por lo tanto, esto es una primera interpretación del sistema de flujo que debe ser mejorada, para tener una apreciación mas real.

Regionalmente se ha identificado un sentido preferencial, de Norte a Sur, localmente es necesario subdividir en 4 segmentos, comenzando dede la parte inferior. Tiene un sentido preferencial, local con dirección Nor Oete a Sud Este, hasta llegar a interceptar el cuerpo de agua.

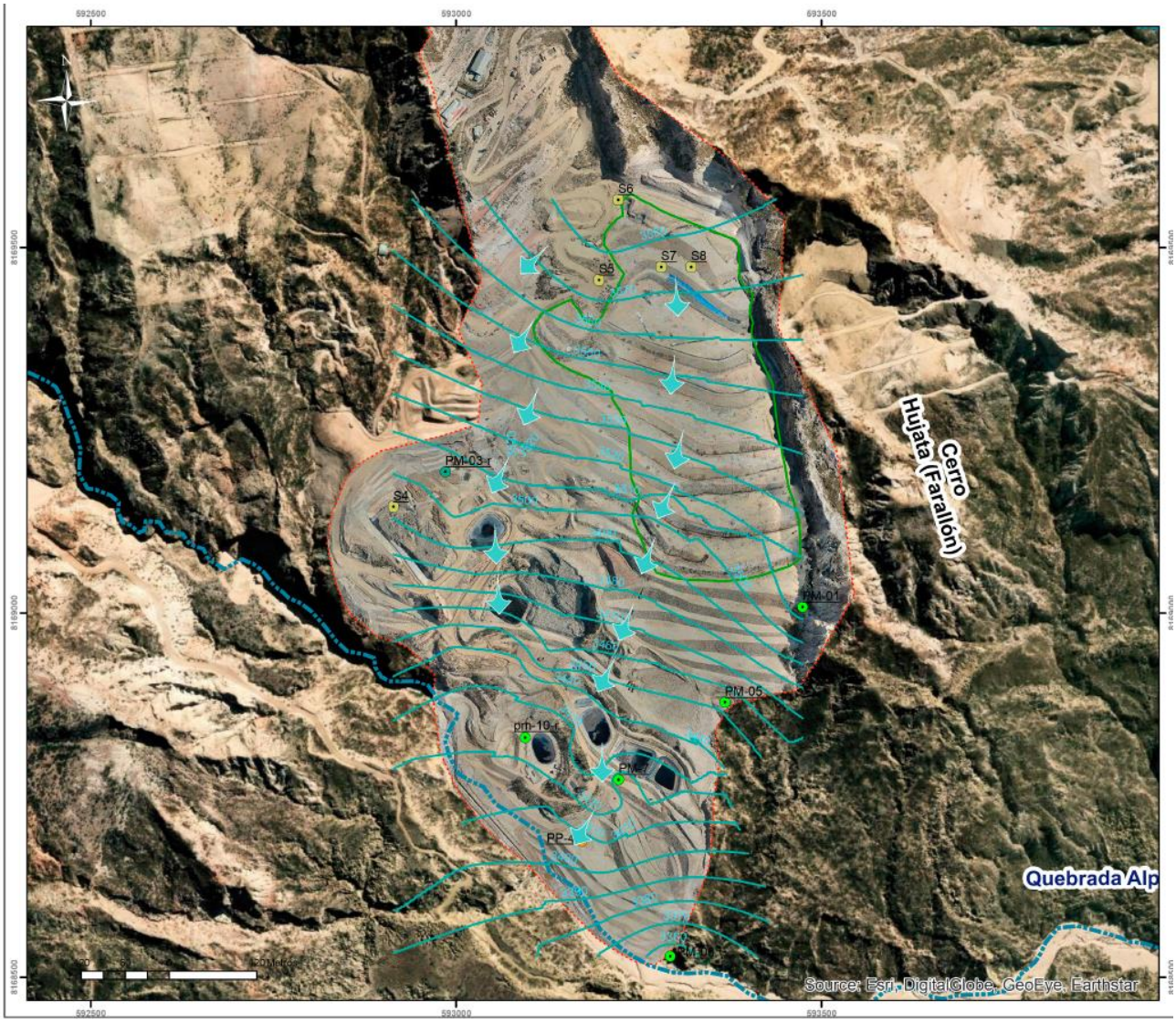


Ilustración A-16 Puntos de Monitoreo y Flujo Preferencial
Fuente: Elaboración Propia

A.8.6.5 Velocidad del flujo de agua subterránea

Las conductividades hidráulicas obtenidas para los suelos Arcillosos C, Arcillo Limoso CL, concuerdan con valores representados por (Freeze, y Otros 1979), correspondientes arenas limosas. Para esta clase

de suelos tenemos una porosidad media comprendida entre 20 y 50 %, adoptándose las recomedaciones de (Domenico, Smith & West, Freeze, Fetter y otros) de 25%. Para el piezómetro PP-4, El cálculo se realizó para dos unidades hidrogeológicas, Formacion La Paz, Sedimentos cuaternarios.

Tomando los datos de permeabilidad, la porosidad en los puntso SS-01 AA Alpa, SS-02 AA Alpa y PP-4, se obtuvo la velocidad, mediante la ley de Darcy:

$$v = -\frac{K}{n} * \frac{\Delta h}{\Delta L}$$

Donde: n=porosidad; K= conductividad hidráulica [m/s];

Δh/ΔL=Gradiente hidráulico (obtenido de mapa piezométrico)

Se estimó una velocidad media de 1.16*10-4 cm/seg, es decir (0.1 m/día, 36 m/año), en la ubicación del piezómetro se obtuvo 8.02x10-4 cm/seg, (0.693 m/d y 253 m/año), velocidad horizontal en un sedimento arenoso.

Nota: Los resultados obtenidos, son producto de los estudios realizados en un punto, donde se ha asumido valores teóricos, los mismos deben ser verificados con un mayor número de 8 piezómetros y estudios específicos, con el fin de obtener no valores promedios zonales.

Recomendando realizar un número mayor de estudio y perforación que validen o refuten, los cálculos

A.8.6.6 Modelo Hidrogeológico conceptual del área de estudio.

Existen dos grandes grupos de modelos: conceptual y numérico, siendo necesario para el segundo el modelo conceptual (EPA, 1993). La elaboración de un modelo conceptual hidrogeológico incluye:

i. Perforaciones realizadas en el sitio (localización y profundidad e información relacionada)

ii. Secciones transversales usada para interpretar la litología

iii. Mapeo de las unidades hidrogeológicas

iv. Mapeo del agua superficial y del flujo de agua subterránea

v. Muestreo de suelo y agua subterránea (Carga y concentraciones)

vi. Imagen en 3D del sistema hidrogeológico

En la Figura siguiente, está el modelo hidrogeológico conceptual del área de investigación, donde se puede apreciar todo lo descrito anteriormente: dos unidades de el basamento compuesto por arcillas, subyacido por lentes de arcilas limosas, incluyendo formaciones cuaternarias que controlan el flujo, las direcciones del flujo son de norte a sudoeste y controlado por la pendiente con direcciones preferenciales.

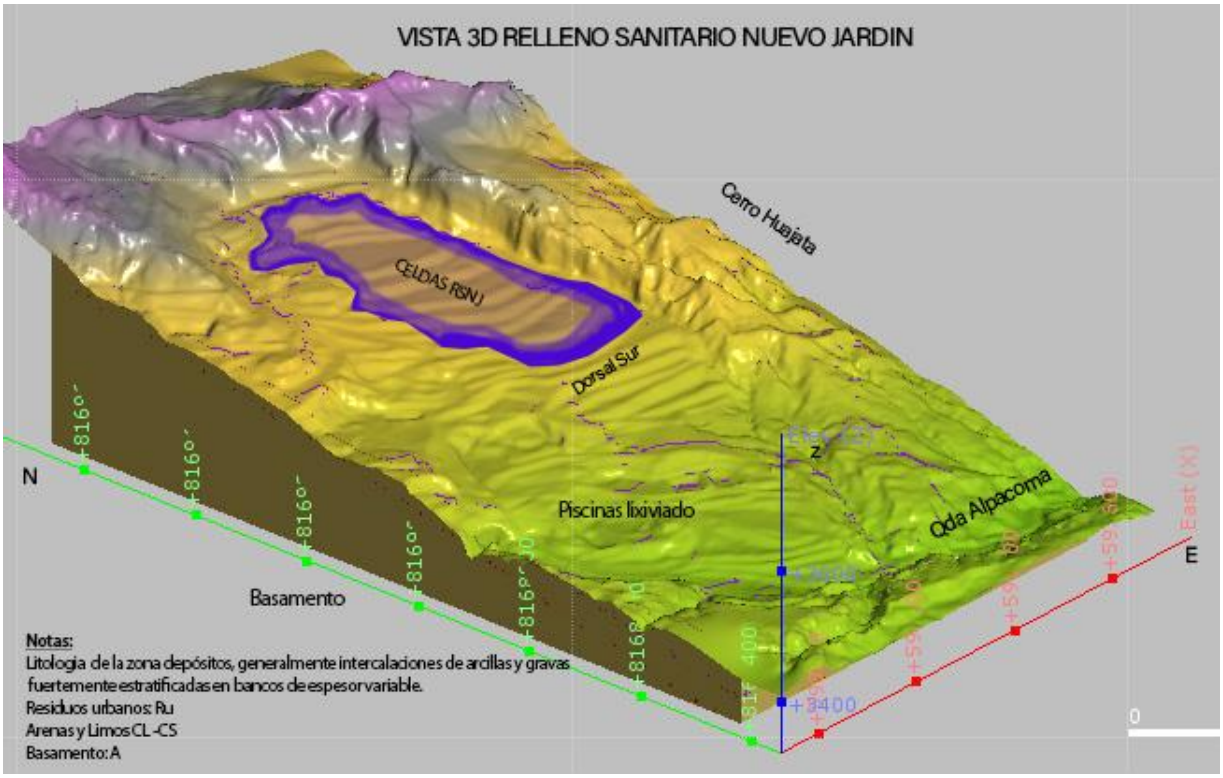


Figura A-27 Vista 3D RSNJ
Fuente: Elaboración Propia

A.8.6.7 Caracterización del lixiviado

A.8.6.7.1 Densidad del lixiviado

La densidad es función de la temperatura y de los sólidos totales disueltos (Christensen, y otros, 2001). En diciembre, 2019 la consultora Los Alamos I.C, realizó una toma de muestras de lixiviados del relleno sanitario de Nuevo Jardin, DBO5, DQO, y otros parámetros en el lixiviado.

(Christensen, y otros, 1985) desarrollaron una ecuación para la estimación de la densidad del lixiviado en función de la conductividad específica (R2=0.98);

$$Densidad\left({}^{g}/_{cm^3}\right) = 6.87 \times 10^{-6} \times Conductividad\ específica\left({}^{mS}/_{m}\right) + 0.9982\ {}^{g}/_{cm^3}$$

y se obtuvo una densidad de 1.306 g/cm3 (17°C) con una conductividad específica para el lixiviado de 44800.0 mS/m; siendo la densidad del lixiviado en el relleno sanitario 1-3% mayor a la densidad del agua (1 g/cm3) (Kimel, y otros, 1980).

A.8.6.7.2 Composicion de lixiviado

La composición del lixiviado varía significativamente entre rellenos sanitarios en función a la composición, edad y tecnología de disposición de la basura (Scott, y otros, 2005). Trabajos de caracterización de lixiviados fueron realizados por varios investigadores (Enviromental Protection Agency, 1985), (Fatta, y otros, 1999), (Christensen, y otros, 2001) y (Scott, y otros, 2005), con valores límites máximos y mínimos de contaminantes encontrados en sus investigaciones, estos se muestran en la Tabla A-46.

(Kehew, 2001), en su libro "Appiel Chemical Hydrogeology" da a conocer la importancia de la composición del lixiviado relacionada con la edad del relleno sanitario, los valores son mostrados en la Tabla A 28. El sulfato es inicialmente alto, pero disminuye por la reducción de éste en el estado de Acetogénesis.

Tabla A-46 Composición del lixiviado de rellenos sanitarios a nivel general

PARÁMETRO	***RANGO***			
	EPA (1985)	***Fatta y otros (1999)***	***Christensen y otros (2001)***	***Scott y otros (2005)***
Parámetros generales:				
Temperatura (ºC)				24 - 45
pH	4.7-8.8	8.07 - 8.63	4.5 - 9	1.5 - 9.5
Conductividad (µs/cm)	1,400-17,100	23,000 - 26,900	2,500 - 35,000	470 - 72,500
Sólidos Totales	1,460-55,300	8 334 - 13,546	2,000 - 60,000	
Sólidos Suspendidos		110 - 400		6 -11,600
Sólidos Disueltos		7,934 - 13,115		0 - 55,000
Potencial redox (mV)	-240 a +6			
Oxígeno Disuelto				0.2 - 3.3
Dureza ($CaCO_3$)				0-225,000
Materia Orgánica:				
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	4 -57,700	520 - 1196	20 - 57,000	0 - 95,000
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	31-71,700	3,812 - 6,125	140 - 152,000	0 - 152,000
DBO_5/DQO	0.02-0.87	0.096-0.195	0.02-0.8	
Carbón Orgánico Total (COT)	70-27,700		30 - 29,000	30 - 335,000
Carbón Orgánico Disuelto (COD)				
Nitrógeno Orgánico	7-1,970		14 - 2,500	0-2,500
Macrocomponentes Inorgánicos:				
Bicarbonatos (Alcalinidad)	140-9,650	2,300 - 3,170	610 - 7,320	0-21,000
Cloruros	30-5,000	3,424 - 5,100	150 - 4,500	34-11,375
Nitratos	0-226			0 - 1,300
Sulfatos		192 - 758	8 - 7,750	0-7,750
Fosfatos	0.2-120	9.71 - 16.8	0.1 - 23	0 - 154
Fósforo				0 - 254
Sodio	20-7,600	1,440 - 3,322	70 - 7,700	0-8000
Potasio	35-2,300	1,499 - 2,094	50 - 3,700	0.16-3770
Calcio		45.4 - 63.4	10 - 7,200	4-7,200
Magnesio	3-1,140		30 - 15,000	23-15,000
Nitrógeno Amoniacal	2-1,030	1,030 - 1,350	50 - 2,200	0-4800
Hierro	4-2,200	6.35 - 7.19	3 - 5,500	0-42,000
Manganeso	0.6-41		0.03 - 1,400	0.03-1400

PARÁMETRO	RANGO			
	EPA (1985)	Fatta y otros (1999)	Christensen y otros (2001)	Scott y otros (2005)
Metales Trazas:				
Arsénico			0.01 - 1	0.01-70.2
Cadmio	70-3,900	0.02 - 0.04	0.0001 - 0.4	0-4
Cromo	0.02-18	1.20 - 2.44	0.02 - 1.5	0-22.5
Cobalto			0.005 - 1.5	
Cobre	0.005-2.2	0.16 - 0.31	0.005 - 10	0-10
Plomo	0.001-1.44	0.24 - 0.42	0.001 - 5	0-14.2
Mercurio			0.00005 - 0.16	0-3
Níquel	0.02-79	0.24 - 0.97	0.015 - 13	0-13
Zinc	0.06-220	0.36 - 0.79	0.03 - 1,000	0-1,000
Bacteriológico:				
Coliformes totales (CFU/100ml)	0-100000			
Coliformes fecales (CFU/100ml)	0-100000			

Fuente: Elaboración Propia
Nota. - Concentraciones en mg/L, a excepción de pH (unidades de pH) y las que se especifican

Tabla A-47 Composición de lixiviados en función de la edad del relleno sanitario

Parámetro	Edad del relleno sanitario		
	1 Año	5 Años	15 Años
Parámetros generales			
pH	5.2 - 6.4	6.3	
Solidos Totales Disueltos	10,000 - 14,000	6,794	1,200
Solidos Suspendidos totales	100 - 700		
Dureza ($CaCO_3$)	3,500 - 5,000	2,200	540
Materia Orgánica			
DBO_5	7,500 - 28,000	4,000	80
DQO	10,000 - 40,000	8,000	400
Macrocomponentes Inorgánicos			
Alcalinidad ($CaCO_3$)	800 - 4,000	5,810	2,250
Cloruro	600 - 800	1,330	70
Nitrato	0.2 - 0.8	0.5	1.6
Sulfato	400 - 650	2	2
Fosforo Total	25 - 35	12	8
Orto Fosfato	23 - 33		
Calcio	900 - 1,700	308	109
Sodio	450 - 500	810	34

Parámetro	*Edad del relleno sanitario*		
	1 Año	*5 Años*	*15 Años*
Potasio	295 - 310	610	39
Amonio NH_4-N	46 - 482		
Manganeso	75 - 125	0.06	0.06
Magnesio	160 - 250	450	90
Hierro	210 - 325	6.3	0.6
Metales traza			
Cobre		< 0.5	< 0.5
Cadmio		< 0.05	< 0.05
Plomo		0.5	1
Zinc	10 - 30	0.4	0.1

Fuente: Elaborado en base a (Kehew, 2001)
Nota. - Concentraciones en mg/L, a excepción de pH (unidades de pH) y las que se especifican

Los valores para el lixiviado del Relleno Sanitario Nuevo Jardín se presentan en el Monitoreo de Lixiviados con código AG-04-AA ALPA SUB. Para la caracterización del lixiviado se tomó 3 grupos de contaminantes a diferencia de (Christensen, y otros, 2001) donde considera sólo 4: Parámetros generales, Materia Orgánica, Macrocomponentes Inorgánicos (iones), Metales traza.

A.8.6.7.3 Parámetros generales:

Los valores de pH son generalmente más ácidos en rellenos sanitarios nuevos (RSNJ) (Kehew, 2001) debido a que la producción de metano es menor (CH4). En el RSNJ se presentan pH alcalinos próximos a neutros. Los sólidos totales y conductividad específica son extremadamente elevados debido a las altas concentraciones de iones. La conductividad específica es casi variable entre el RSNJ en el área directa e indirecta.

A.8.6.7.4 Materia Orgánica

Los valores elevados de DBO y DQO representan altos contenidos de Orgánicos. DQO es usualmente alto porque esto incluye materia orgánica refractaria que no puede ser oxidada microbianamente en el análisis de DBO.

En rellenos sanitario nuevos, el DQO es alto en comparación de viejos rellenos sanitarios (Tabla A 29), concordando con los resultados del DQO mayor en el RSNJ, lo que no pasa con el Nitrógeno total que es casi constante entre estos dos rellenos.

A.8.6.7.5 Macrocomponentes inorgánicos

Concentraciones elevadas de iones inorgánicos son generalmente encontrados en los lixiviados, "1000 a 5000 veces más alto que las concentraciones del agua subterránea (Christensen, y otros, 2001)", produciendo una conductividad específica y solidos totales disueltos en concentraciones elevadas. El nitrógeno está en forma de amonio debido a la inestabilidad del nitrato en potencial redox bajo.

A.8.6.7.6 Metales Traza

Concentraciones de metales traza son generalmente bajas (Kehew, 2001), existiendo el mismo comportamiento en el RSNJ, muchas de ellas menores al límite de detección, su existencia se debe a que residuos industriales son generalmente reciclados en la zona de estudio y existe poco ingreso de metales a rellenos sanitario (1.04%).

A.8.6.7.7 Hidrogeoquímica de las aguas subterráneas

Con el objeto de comparación, los límites permisibles para consumo de agua potable de la Organización Mundial del Salud (World Health Organization, 2008), Norma Boliviana NB-512 (Ministerio de Servicios y Obras Públicas, 2004) y la Ley del Medio Ambiente Ley 1333 (Presidencia de la República de Bolivia, 2007), son tomadas en cuenta para la verificación de valores. Un resumen de los límites permisibles de estas tres entidades se presenta en la Tabla siguiente, donde algunos parámetros no están especificados en la reglamentación. Para el caso de la Ley 1333, se ha considerado los límites establecidos para la clase "A", cuya clasificación es agua potable y sólo requiere desinfección para su consumo, aplicable a la utilidad del agua en la zona de investigación.

Tabla A-48 Límites permisibles para agua potable

N°	PARAMETRO	UNIDAD	LIMITES PERMISIBLES		
			LEY 1333 CLASE "A"	NB-512	OMS
	Parámetros generales				
1	*pH*	*UpH*	6.0-8.5	6.5-9.0	6.5-9.5
2	*Conductividad específica*	*µS/cm*	N.E.	1,500	N.E.
3	*Solidos totales disueltos*	*mg/l*	1,000	1,000	1,200
4	*Oxígeno Disuelto*	*mg/l*	N.E.	N.E.	N.E.
5	*Potencial Redox*	*mV*	N.E.	N.E.	N.E.
	Materia Orgánica				
6	*DBO-5*	*mg/l*	< 2	N.E.	N.E.
7	*DQO*	*mg/l*	< 5	N.E.	N.E.
8	*Nitrógeno total*	*mg/l*	5	N.E.	N.E.
	Macrocomponentes Inorgánicos				
9	*Alcalinidad*	*mg $CaCO_3$/l*	N.E.	370.0	N.E.
10	*Cloruros*	*mg/l*	250.0	250.0	250.0
11	*Nitratos*	*mg N-NO3/l*	4.5	10.0	10.0
12	*Nitritos*	*mg N-NO2/l*	< 0.3	0.03	0.9
13	*Sulfatos*	*mg/l*	300.0	400.0	500.0
14	*Fosforo total*	*mg/l*	0.4	N.E.	N.E.
15	*Sodio*	*mg/l*	200.0	200.0	200.0
16	*Potasio*	*mg/l*	N.E.	N.E.	N.E.
17	*Calcio*	*mg/l*	200.0	200.0	N.E.

N°	PARAMETRO	UNIDAD	LIMITES PERMISIBLES		
			LEY 1333 CLASE "A"	NB-512	OMS
18	*Magnesio*	*mg/l*	100.0	150.0	N.E.
19	*Amonio*	*mg N-NH4/l*	N.E.	N.E.	27.0
20	*Manganeso*	*mg/l*	0.5	0.1	0.1
21	*Hierro*	*mg/l*	N.E.	0.3	0.3
	Metales traza				
22	*Cadmio*	*mg/l*	0.005	0.005	0.003
23	*Cromo +3*	*mg/l*	0.05	0.05	0.05
24	*Arsénico*	*mg/l*	0.05	0.01	0.01
25	*Mercurio*	*mg/l*	0.001	0.001	0.001
26	*Plomo*	*mg/l*	0.05	0.01	0.01
27	*Zinc*	*mg/l*	0.2	5	3
	Bacteriológico				
28	*Coliformes totales*	*NMP/100ml*	N.E.	< 2	N.E.
29	*Coliformes fecales*	*NMP/100ml*	< 50&	N.E.	N.E.

Fuente: Elaboración Propia con base en Ley del Medio Ambiente (Ley 1333), Norma Boliviana Agua Potable Requisitos NB-512 y Organización Mundial de la Salud (OMS), 2006.
N.E: No especificado en la reglamentación correspondiente

A.8.6.7.8 Parámetros generales

Pozos de monitoreo principales; presentan pH neutros-basicos (7.09 – 8.85) todos dentro los reglamentos anteriormente detallados. Conductividad específica varía de 321-620 µS/cm, todos contemplados dentro las normas, piezómetros someros presentan mayores conductividades.

A.8.6.7.9 Materia Orgánica

La atenuación de la materia orgánica expresada como DQO, en plumas de lixiviados además de dilución es causada por sorpción y degradación. La primera parece ser de menor significancia (Christensen, y otros, 2001).

De las analíticas realizadas en los puntos de muestreo los valores exceden lo establecido por la Ley 1333 Clase "A". Valores de DBO5 están comprendidos entre 4 - 10015 Y mg/l y de DQO entre <13 – 23020 mg/l. La relación DBO5/DQO está entre 0.30 – 0.44, valores que confirman que esta materia orgánica no es fácilmente biodegradable. Estes valores corresponden a una época seca, con seguridad se encontrará una variación con la época de lluvia.

A.8.6.7.10 Macrocomponentes inorgánicos (aniones y cationes)

Macrocomponentes son referidos en esta investigación a constituyentes inorgánicos presentados en elevadas concentraciones en el lixiviado y en el agua subterránea.

Los cationes están fuertemente influenciados por intercambios con los sedimentos especialmente cuando el medio ambiente es arcilloso, como es el caso de la formación La Paz. El amonio parece estar sujeto a oxidación anaeróbica, pero el mecanismo no es entendido todavía.

Usualmente los macrocomponentes inorgánicos no constituyen un grave problema de contaminación de agua subterránea, pero las reglamentaciones de calidad de agua potable incluyen estos macrocomponentes y sus concentraciones en el lixiviado generalmente sobrepasan los estándares.

Además de la dilución, los macrocomponentes inorgánicos pueden ser atenuados por procesos redox, intercambio iónico y precipitación. Un resumen de los procesos que afectan a los macrocomponentes inorgánicos son mostrados en la siguiente Tabla.

Tabla A-49 Resumen de procesos que afectan en el comportamiento de los macrocomponentes en plumas de lixiviados

Proceso	Aniones			Cationes					
	Cl^-	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Na^+	K^+	Mg^{2+}	NH_4^+	Fe^a
Dilución	+	+	+	+	+	+	+	+	
Complejación[b]	-[c]	+	(+)	+	-[d]	-[d]	+	-	(+)
Proceso Redox	-	-	+	-	-	-	-	(+)[e]	+
Intercambio Iónico	-	-	(+)[f]	+	+	+	+	+	+
Precipitación/disolución	+	+	-[g]	+	-	-	+	-	+

Fuente: (Christensen, y otros, 2001)

([a]): Fe como Fe^{2+} o Fe^{3+} ([b]): Complejación no es un proceso de atenuación, consiste en el incremento de solubilidad y movilidad ([c]): El cloruro no forma ningún complejo disuelto, usualmente una pequeña parte de la concentración total de cloruro es complejado. ([d]): Complejos de Na^+ y K^+ son usualmente no importante, pero pueden aparecer en el lixiviado ([e]): Amonio puede ser oxidado bajo condiciones aeróbicas y tal vez también bajo condiciones anaeróbicas (mecanismo no identificado) ([f]): Intercambio de anión de tan solo menor importancia([g]): Usualmente no muy probable.

En general los valores de los macrocomponentes inorgánicos de las analíticas realizadas, se encuentran dentro de las reglamentaciones utilizadas para efectos de comparación, excepcionalmente puntos agua superficial AG-01.01 AA ALPA, AG-01.02 AA ALPA, AG-03 AA ALPA, AG-04 AA ACHO Y AG- 05 AA ALPA, en estos dos últimos la mayoría de los macrocomponentes sobrepasan los límites establecidos por las reglamentaciones.

El cloro, es considerado inerte y conservativo. Alcalinidad, son usualmente altos en sitios contaminados, un aspecto importante es que sirve de buffer del pH en la pluma de lixiviado especialmente si el acuífero está en condiciones ácidas, incrementado el pH en el centro de la pluma. La alcalinidad en plumas de lixiviados es prácticamente debido a bicarbonatos HCO3-.

Sulfatos están en concentraciones altas en plumas de lixiviados, pero puede reducirse a sulfuros presentan valores altos de este anión. Nitratos son muy inestables en condiciones de potencial redox bajo, es difícil concluir que su valor elevado puede ser por el lixiviado debido a las diversas fuentes que provocan un valor alto de este parámetro, especialmente aguas residuales, AG-01.01 AA ALPA, AG-01.02 AA ALPA, AG-03 AA ALPA, AG- 04 AA ACHO Y AG-05 AA ALPA presentando valores altos.

El comportamiento de los cationes está dominado por dilución, intercambio catiónico y precipitación/disolución (ver Tabla A 31). NH4 y Fe, estando sujetos a procesos redox. Los valores se encuentran dentro de los límites permisibles a excepción de los puntos de las aguas superficiales descritos anteriormente, este último en la quebrada Alpacoma y río Achocalla.

A.8.6.7.11 Metales traza (metales pesados)

Los metales pesados no parecen ser un contaminante significativo, especialmente porque éstos son bajos en lixiviados, por tal motivo no se vio conveniente realizar el análisis de metales pesados en los pozos de monitoreo. El único parámetro que se analizó fue el arsénico, presentando valores mínimos al detectable, pero muestras de aguas superficial presentan valores ligeramente superiores a los límites establecidos por la NB-512 y OMS.

La zona hidrológicamente como ya se ha descrito anteriormente, es árida, con un invierno marcado estacional. Un resumen de los diferentes componentes que ingresan y salen del relleno son presentados en la Figura que sigue.

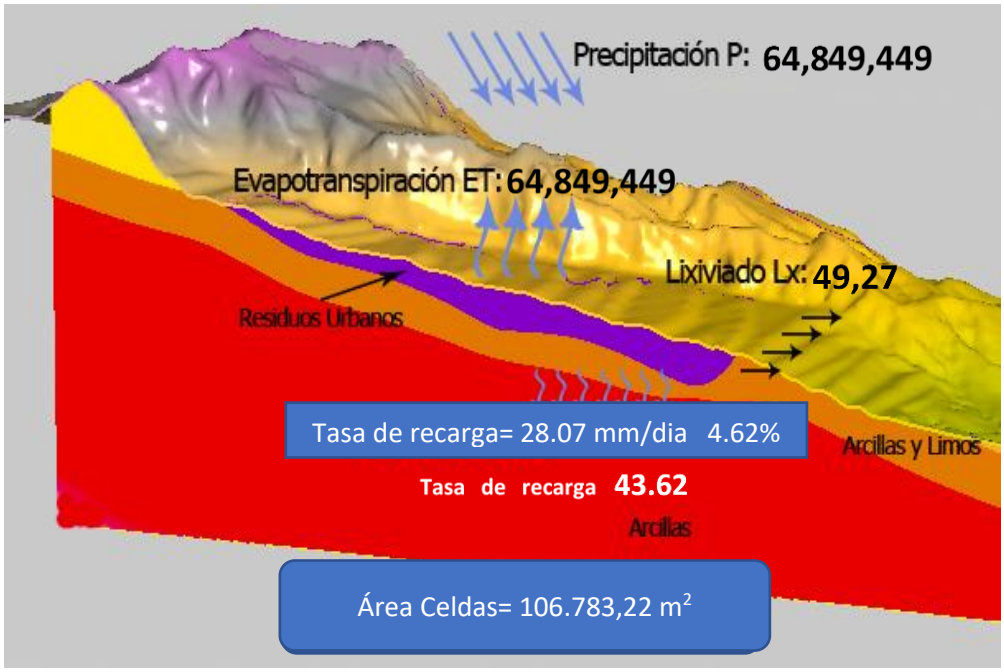


Figura A-28 Componentes de entrada y salida del RSNJ

Fuente: Elaboración Propia

A.8.6.8 Pluma Contaminante

A.8.6.8.1 Introducción

Generalmente, desde hacen muchos años, no se considera que un Relleno Sanitario genere contaminación y los vertederos están desechados por la normativa de la mayoría de los países. Esto ocasiona que no se tengan modelos de contaminación de Rellenos Sanitarios, puesto que los mismos deben contar con sistemas de drenaje y sistemas de tratamiento que garanticen el funcionamiento de un Relleno Sanitario en forma normal, es decir, construirlo conforme está proyectado, reduciendo a casi cero la posibilidad de contaminación.

En caso de suceder un evento como el que motivó la Auditoría Ambiental, determinar la pluma contaminante es un proceso para el que se necesitan muchos datos en un determinado tiempo. Hubiera sido ideal que los operadores del RSNJ hubieran efectuado monitoreos subterráneos luego del evento, para ir construyendo lo que significa el modelo para la determinación de la pluma

contaminante. Del mismo modo, hubiera sido muy provechoso el hecho de que dichos monitoreos hubieran sido efectuados cada cierto tiempo en la etapa de operación del evento, sin embargo, ello no ha ocurrido.

A.8.6.8.2 Generalidades

El desarrollo de este párrafo se encuentra en A.8.9.1en la página 201 del documento.

A.8.6.8.3 Ejemplo de Modelo Conceptual

Este ejemplo se encuentra desarrollado en el párrafo A.8.9.2 que se encuentra en la página 202.

Con toda esta información se procedió a realizar una modelación del flujo y transporte en aguas subterráneas empleando herramientas informáticas, como se pude apreciar en la siguiente figura.

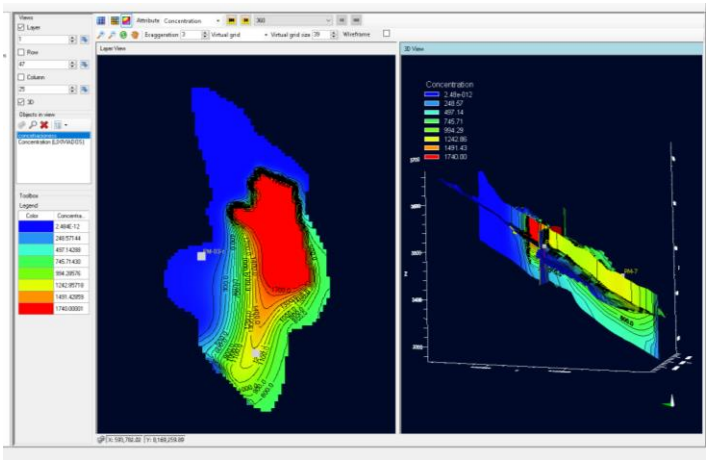


Figura A-29 Modelación de Flujo y Transporte de Aguas RSNJ
Fuente: Visual Modflow ©

Una síntesis, es representada en la anterior figura, dando tips generales, como la zona roja representan todas las macro celdas que contiene una concentración de 1200 mg/l de STD. Se establece una dirección preferencias de flujo subterráneo que puede encontrar, zonas de alta permeabilidad, ayudando movilidad de estos compuestos.

STD (Sólidos Disueltos Totales) es una medida que representa la concentración Total de sustancias disuelta en un líquido. En el agua el material disuelto incluye minerales, sales y otros elementos, siendo parámetro principal de monitoreo y evaluación de las plumas de contaminación.

A.8.6.8.4 Conclusiones y Recomendaciones

- Un modelo número tiene la finalidad del realizar un análisis de la dilución y difusión de la masa contaminante que ingresa al sistema bajo el área que subyace el vertedero, simpre y cuando se tenga información técnica y científica histórica, para poder tener un grado de aceptabilidad de los resultados modelados. En el presente caso muchos de la especifica se tomo valores teóricos.
- El resultado obtenido, da una idea específica del sistema de flujos existente en la zona.
- Se ha establecido el desplazamiento de la pluma de contaminación en el sentido de la dirección preferencial del sistema de flujo agua subterráneo.

Figura A-30 Esquema de Pluma Contaminante
Fuente: Freeze & Cherry

- La simulación del flujo y transporte de contaminantes, requiere un periodo mínimo de 1 año, monitoreo y de estudios básicos, acompañado obtención de hidrogramas de generación de lixiviados, gases, entre otros, así como las condiciones meteorológicas existentes en cada periodo.
- En la simulación del proceso se puede evidencia la Evolución temporal de la pluma, excluyendo los procesos naturales de atenuación, puesto que no se cuenta con la información respectiva.
- La simulación evidencia el descenso de la gradiente hidráulica.
- El acuífero que subyace el vertedero esta contaminado por el lixiviado
- El pozo de monitoreo ha interceptado altas concentraciones de lixiviado, recomendando implementar mayor numero de puntos de control aguas arriba como aguas abajo.
- La gradiente vertical puede alcanzar la superficie, por las condiciones hidrogeológicas dadas en la zona.
- Un aspecto relevante, es necesario enunciar dado que la modelacion matemática, evidencia una zona preferencial de aguas subterránea (rango de color Rojo a Verder), ubicada en la parte inferior de las celdas en zona Sur Oeste, especificamente a izquierda de la Dorsal Sur. Esta zona debe ser estudiada a más detalle recomendando una tomografía 3D, acompañada de unos piezómetros multinivel.

A.8.7 Estabilidad de Taludes

Desde el punto de vista geomecánico poder realizar un análisis previo de estabilidad de taludes con distintas metodologías de estudio considerando el de equilibrio límite como uno de los más desarrollados, dentro de este tipo existen diferentes métodos entre los más destacados es el método de dovelas debido a la precisión de sus resultados y facilidad de procesamiento informático. Cabe mencionar que existen diversos métodos de diferentes autores los cuales dan un criterio característico de resolución a cada metodología.

Estas técnicas de estudio ayudan a la toma de decisiones a la hora de hacer seguimiento, planificar y diseñar futuros taludes y o diseñar un sostenimiento de los taludes realizados. Por esto es impórtate realizar un análisis previo y acompañar durante el desarrollo de las labores los estudios correspondientes para la estabilidad de las obras.

Para determinar la estabilidad de las labores se requiere información específica geotécnica, que describa sus características de la estructura implantada, estudios geomecánicos, conocimientos previos y sobre todo la experiencia del ingeniero o técnico encargado de la obra. Este debe de reconocer el tipo

de material es decir suelo o rocas, y dependiendo de esto podrá determinar los distintos potenciales de falla o de rotura que puede llegar a generarse.

A.8.7.1 Metodología de Estudios

La metodología utilizada en este trabajo consiste en analizar las posibles fallas que pueden experimentar los taludes de 4 casos. Es por ello que se cumplen con los criterios establecidos en lo que se refiere a Factor de Seguridad que es un factor determinante que condiciona a la estabilidad de las labores. Específicamente, se obtendrá el coeficiente de estabilidad que cuenta actualmente la sección estudiada, a partir del análisis de sus parámetros resistentes y su condición mecánica, utilizando estudios geo mecánicos realizados.

Los cálculos realizados se harán con la ayuda del software Slide v.6.0 se efectuarán varias simulaciones que cumplen con los requerimientos solicitados por la entidad contratante.

A.8.7.2 Planteamiento del Problema

Verificar la estabilidad de los taludes que forman parte del Relleno Sanitario, y determinar los factores de seguridad estudiados por la empresa Los Álamos Ingenieros consultores en condiciones estáticas y pseudoestáticas.

Debido a la complejidad de la naturaleza, ningún método de análisis, ni criterio de solución, puede ser considerado como suficiente. Requiriéndose, primeramente, el conocimiento más detallado posible del medio geológico, la geodinámica natural; las actividades y acciones antrópicas del pasado y del presente, medio en el cual se desarrolla el proyecto.

A.8.7.3 Objeto

Consiste en realizar un análisis verificación de estabilidad de taludes en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín. Analizando las condiciones iniciales de los taludes (4 Casos) que se consideran de alto riesgo geológico debido a la alta probabilidad de deslizamiento que los caracteriza, según las metodologías de Bishop Simplificado y Fellenius.

Cuando las condiciones de estabilidad no se cumplan, se emplearán modificaciones a la geometría del talud con el objetivo de cumplir los Factores de seguridad analizados y adoptados.

A.8.7.3.1 Alcance

Los tipos de inestabilidad que se analizan en este trabajo son los que se estudian de manera sistemática de los posibles taludes no estables que se pueden generar por los planos de debilidad del propio suelo y macizo rocoso, es decir las roturas por cuña, planar y vuelco. Con estas metodologías de estudio, trabajos de campo in situ y ayuda de herramientas informáticas se estima los posibles casos de rotura los 4 taludes de análisis.

A.8.7.3.2 Riesgos Geológicos

En el presente documento, el capítulo destinado a Geología, se incluyen todos los aspectos geológicos, entre los que están los Riesgos Geológicos. En este análisis hemos incluido los pertinentes al modelo utilizado.

- Movimiento de masas por influencia de planos de deslizamiento, nuevos a efecto de incremento presencia de niveles freáticos

- Condiciones de trabajo esforzadas, debido a una sobrecarga no considerada
- Indeterminación de las propiedades y características geomecánicas del talud existente.
- Eventos extraordinarios no considerados, sismos, tormentas lluviosas, nevadas, y otros.

A.8.7.4 Análisis de Estabilidad de Taludes

Es importante conocer la densidad de los residuos y su variación en función de la evolución de las propiedades resistentes. Singh y Murphy (1990) y Fassett et al (1994), sitúan los valores de densidad de los residuos en un rango entre 0.30 a 1.50 t/m3.

La estabilidad de taludes se ha calculado mediante un análisis de tipo equilibrio límite, utilizando el modelo computacional SLIDE V. 6.0. Este software realiza análisis del tipo pseudoestático bidimensional, permitiendo calcular el factor de seguridad resultante mediante los métodos de Bishop Modificado, Spencer, entre otros. El análisis considera, en primer lugar, que la plataforma se comporta como un suelo y que tiene características similares. También se asume que el comportamiento del material obedece al criterio de Mohr-Coulomb.

A.8.7.4.1 Estabilidad

Los análisis permiten definir la geometría o fuerzas externas que deben ser aplicadas para aplicar el factor de seguridad requerido. En caso de taludes inestables, los análisis permiten diseñar las medidas de corrección o estabilización adecuadas para evitar nuevos movimientos.

A.8.7.4.2 Método de Análisis de Estabilidad

Se basan en un planteamiento físico – matemático en el que intervienen fuerzas estabilizadoras y desestabilizadoras que actúan sobre el talud que determinan su comportamiento y condiciones de estabilidad. Se pueden agrupar en:

- Métodos Determinísticos: estos métodos indican si el talud está estable o no. Consisten en seleccionar los valores adecuados de los parámetros físicos y resistentes que controlan el comportamiento del material para que a partir de ellos y de las leyes de comportamiento adecuadas definir el estado de estabilidad o factor de seguridad del talud. Existen dos grupos método de Equilibrio Limite y método Tenso – Deformacionales.
- Métodos Probabilísticos: consideran la probabilidad de rotura del talud bajo condiciones determinadas. Supone gran dificulta por la cantidad de datos necesarios, dadas las incertidumbres sobre las propiedades de los materiales. Los cálculos de factor de seguridad se realizan mediante iteraciones.

La elección del método de análisis más adecuado en cada caso dependerá de:

- Las características geológicas y Geomecánicas de los materiales (suelos o macizos rocosos).
- Datos disponibles del talud y su entorno (geométricos, geológicos, geomecanicos, hidrogeológicos, etc.).
- Alcance y objetivos del estudio, grado de detalle y resultados que se espera obtener.

En casos como del presente talud, existen limitaciones para definir de forma exacta la estructura del macizo, lo que introduce en las investigaciones un grado de incertidumbre improbable de cuantificar lo cual nos da un método probabilístico. Por lo cual los especialistas adoptan hipótesis tanto en la confección de los perfiles geológicos como geotécnicos, los cuales servirán de base para los análisis de estabilidad y seguridad a una falla por corte en la masa de suelo.

Con los datos obtenidos en laboratorio y otros adoptados por estudios realizados por TERSA y con ayuda del software Slide v.6.0 se realizan estudios de estabilidad adoptando los criterios de análisis Bishop simplificado y Fellenius para los taludes de los 4 casos.

Para poder cumplir con los objetivos, se estimarán las condiciones a las que puede estar sometidos los taludes correspondientes; es decir bajo condiciones estáticas y pseudoestaticas, también se tendrán en cuenta los factores de seguridad considerados para fines prácticos.

Cuando las condiciones de estabilidad no se cumplan, según los criterios adoptados, se empleará modificaciones a la geometría del talud.

A.8.7.4.3 Factor de Seguridad

Un factor de seguridad de diseño contra la falla de un talud depende de la magnitud de las pérdidas económicas y de vidas que dicha falla pueda producir. Sin embargo, en el relleno sanitario una falla o deslizamiento provocaría un daño al entorno medio ambiental y la zona de contaminación con mayor riesgo es la quebrada Alpacoma y esta conduce sus aguas hacia el rio Achocalla, al rio La Paz, confluyendo hasta el rio Beni y luego al Madera.

En la siguiente tabla trata de ilustrar los grados de estabilidad aceptables de los taludes según el tipo de análisis. Estos factores de seguridad pueden variar de acuerdo con la normatividad existente para distintos tipos de talud y para la importancia que su falla tenga sobre los bienes y las personas.

Tabla A-50 Factor de Seguridad según el grado de estabilidad

FACTOR DE SEGURIDAD		**NIVEL DE ESTABILIDAD**
Estático	Pseudoestático	
1.0 a 1.2	Menor a 1.0	Inestable
1.2 a 2.0	1.0 a 1.2	Estable
Mayor a 2.0	Mayor a 1.2	Muy estable

Fuente: J. Ale Veliz

Para el análisis de estabilidad de los taludes en los rellenos sanitarios, Quian et al. (2002) sugieren un factor de seguridad (FS) mínimo de 1.5 para el análisis de estabilidad. Shafer et al. (2003) sugieren un factor de seguridad para roturas, basado en la interface crítica del sello, en rangos de 1.4 suponiendo gran deformación, interface residual y resistencia de los residuos, a 1,5 suponiendo interface peak y resistencia de los residuos. Para rotura dentro de los residuos se considera un FS de 1.5 como condición final mínima aceptable.

Para condición transitoria, normalmente son empleadas resistencias interface peak. Los FS para condiciones transitorias normalmente varían entre 1.2 a 1.3 que son los rangos de valores referenciales empleados en cálculos de estabilidad realizados en rellenos sanitarios de Latinoamérica.

Se adopta para todos los análisis el factor de seguridad mínimo que observa en la siguiente tabla:

Tabla A-51 Factor de Seguridad adoptado RSNJ

FACTOR DE SEGURIDAD ESTABLE	
FS Estático	1.5
FS Pseudoestatica	1.1
Métodos de análisis	Bishop simplicado
	Fellenius

Fuente: Elaboración Propia

A.8.7.4.4 Parámetros Geotécnicos del Diseño

La evaluación de la estabilidad de un relleno sanitario controlado, requere de constantes estudios de seguimiento tanto geométricos como geomecanicos, con el fin de establecer el comportamiento esfuerzo-deformación y resistencia-tiempo del material, formado por capas intercaladas de basura y suelo de cobertura. Para lograr esto se puede recurrir a técnicas tradicionales empleadas en geotecnia. Sin embargo, la obtención de los parámetros resistentes de la masa de residuos sólidos es el paso más difícil del análisis.

Palma (1995), realizó una compilación y comparación de los parámetros resistentes publicados en la literatura especializada, derivados de investigaciones a escala de laboratorio, ensayos in situ y análisis de casos de rotura reales, concluyendo con una banda de parámetros resistentes recomendados para el diseño, que se presentan en la siguiente Figura.

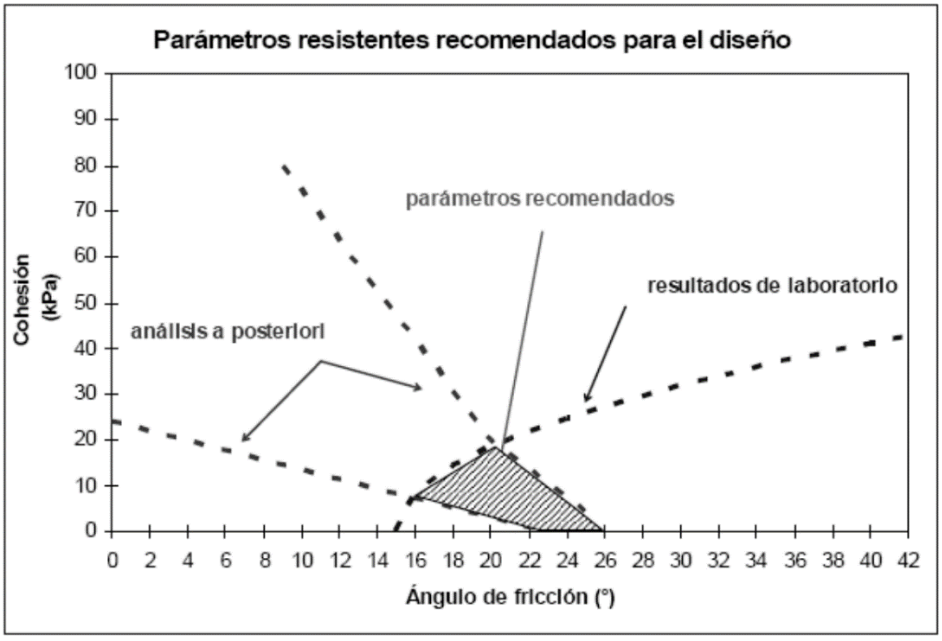


Figura A-31 Parámetros resistentes para diseño de rellenos Sanitarios
Fuente: Palma J.H. 1995

Para el análisis se efectuó un estudio geotécnico y se obtuvieron resultados como ser: descripción del macizo rocoso, estudio de suelos y estudio geofísicos. Adicionalmente por falta de laboratorios en el material de Residuos Sólidos se adoptan resultados de los ensayos realizados por la empresa TERSA y Relleno Sanitario de Normandia (auditoria ambiental voluntaria 2017 EMACRUZ), resultados que están dentro de los parámetros recomendados mostrados en la figura anterior, de los cuales se extraen los resultados de ensayos de interés como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla A-52 Parámetros de diseño adoptado RSNJ

MATERIAL	COHESIÓN (KN/m^2)	ANGULO DE FRICCIÓN (ϕ)	PESO ESPECIFICO (KN/m^3)
CL-ARCILLA	13.0	27.5	20.23
SC-ARENA ARCILLOSA	11.0	32.0	20.49

MATERIAL	COHESIÓN (KN/m^2)	ANGULO DE FRICCIÓN (ϕ)	PESO ESPECIFICO (KN/m^3)
RESIDUOS SOLIDOS	19.0 (**)	22.0 (**)	12.00 (*)

Fuente: Elaboración Propia con base en datos (*) TERSA (**) Relleno Sanitario de Normandía (S.C)

Para estos análisis del proyecto se considera la presión neutral a través del parámetro Ru de 0,30 y 0,40, el cual tendrá que tener monitoreo, recomendado en la bibliografía existente.

A.8.7.4.5 Sismicidad

El análisis considera los casos estático y sísmico. El caso estático permite evaluar las condiciones actuales de estabilidad, mientras el caso sísmico considera para el cálculo un coeficiente de aceleración sísmica para simular el efecto de un terremoto.

En la ciudad de La Paz y sus alrededores (RSNJ), la sismicidad mencionada desde la fundación de la ciudad no es muy importante, pero no está absolutamente ausente. No son conocidos focos de sismos a menos de 60 o 70 km de la ciudad, solo fueron sentidos temblores o sacudidas correspondientes a sismos cuyos focos fueron relativamente alejados de la ciudad.

El OSC ha publicado recientemente un mapa de sismicidad de Bolivia (2016) en el cuál La Paz se sitúa en una zona 2, como se observa en la Figura A-21 en la pagina 124.

"La Paz se encuentra en la zona 2, con intensidad alcanzada de movimiento sísmico de VII." (Fuente: La Razón/OSC, 2016).

Para el análisis sísmico el modelo utiliza el método pseudo-estático, el cual asume un coeficiente sísmico a modo de sobrecarga horizontal Ao de 10% g.

A.8.7.4.6 Secciones de Análisis

No es posible realizar análisis alguno antes del evento dado que no se cuenta con la informacion requerida, entre otras, la topográfica de 2018.

Los parámetros geométricos de conformación de las celdas no fueron de nuestro conocimiento ni los criterios previamente definidos en el proyecto y con las condiciones constructivas y operacionales implementadas.

Con base en la topografía elaborada por la consultora se muestran las secciones de análisis para la estabilidad de taludes.

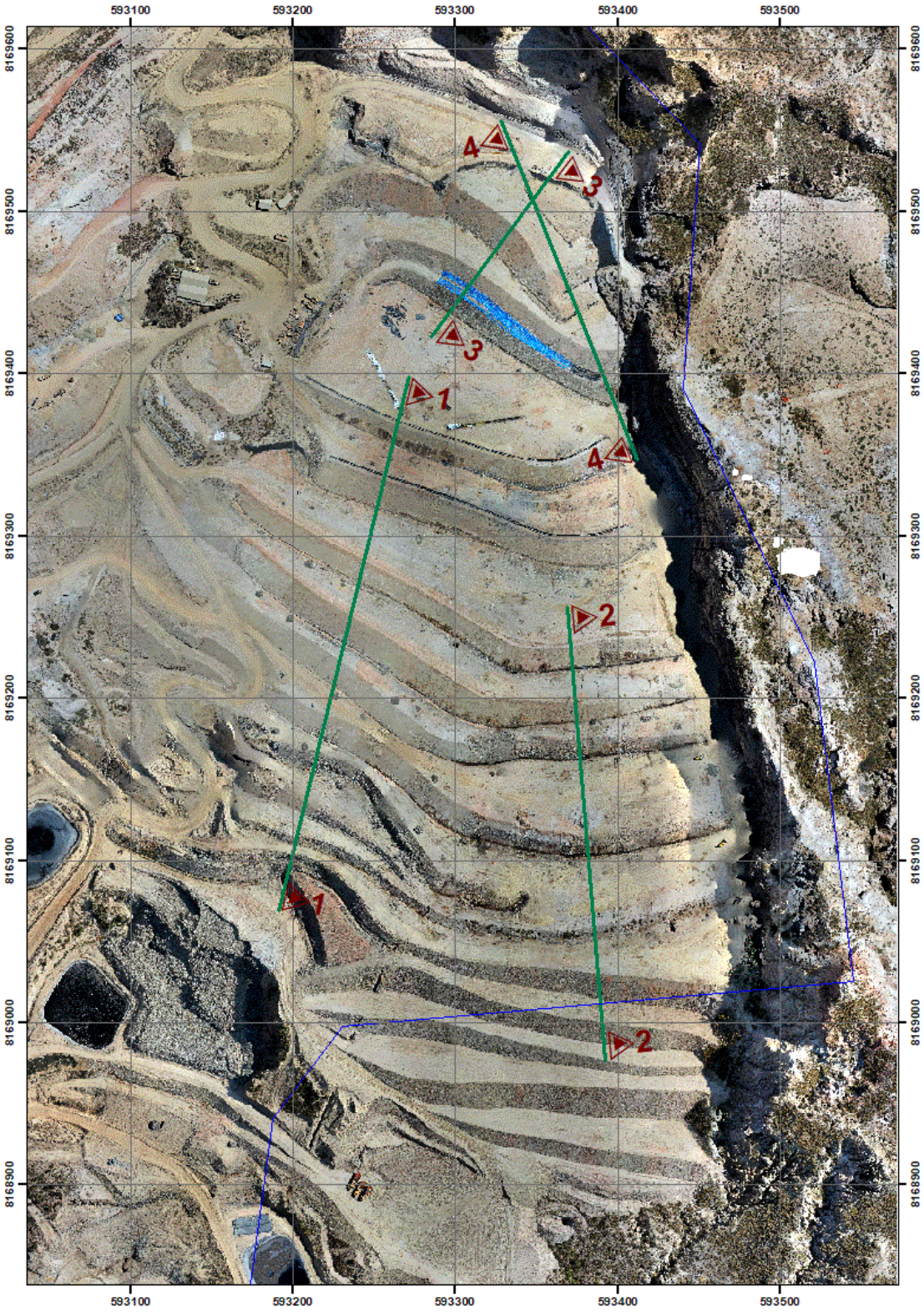
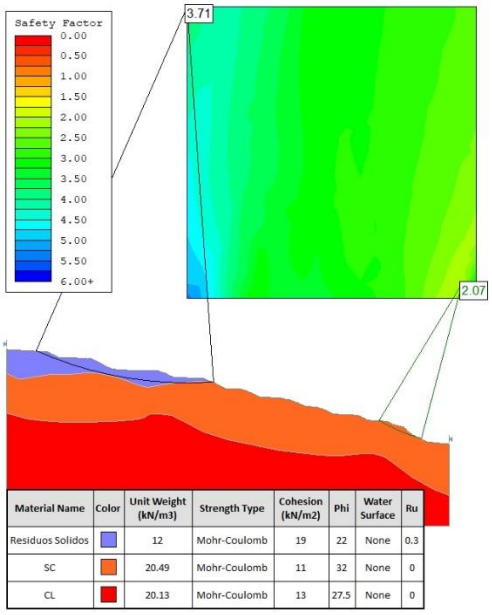
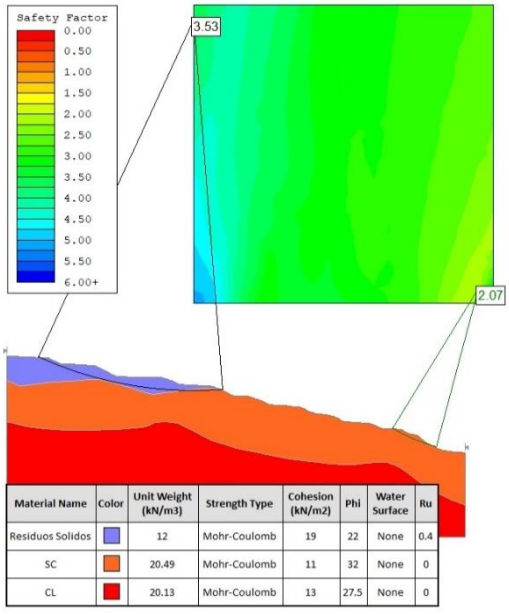
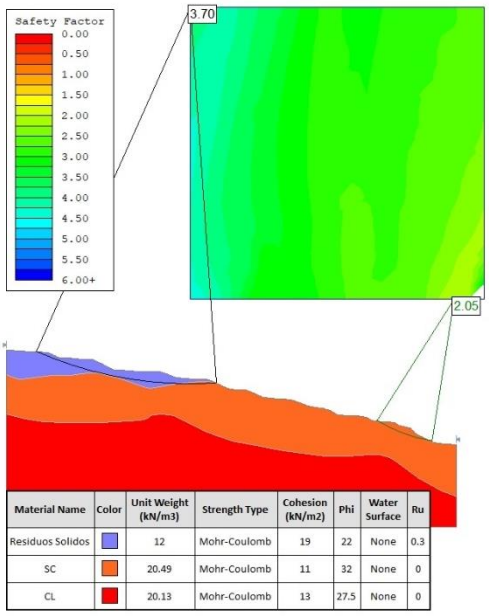
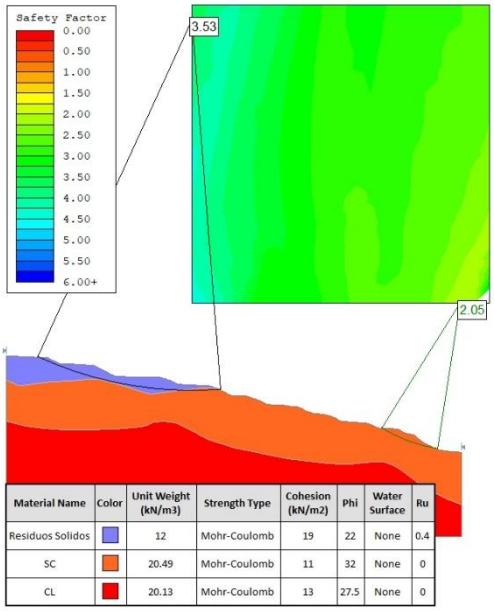


Ilustración A-17 Secciones de análisis sobre Imagen de Dron
Fuente: Elaboración Propia

A.8.7.4.7 Modelación Caso Estático

A.8.7.4.7.1 Sección 1-1

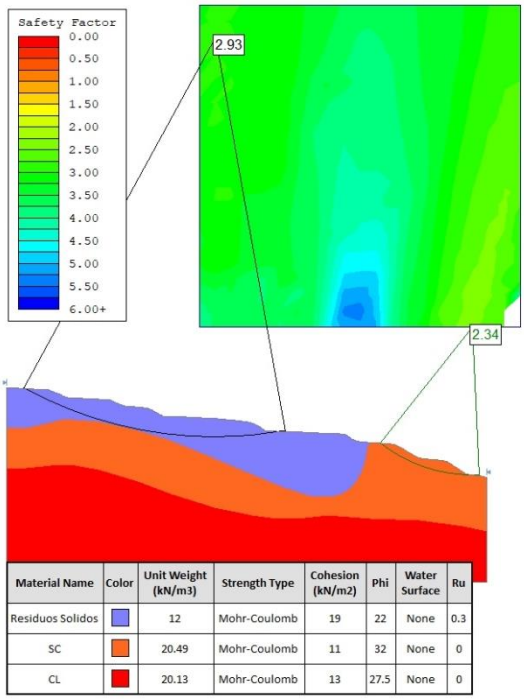
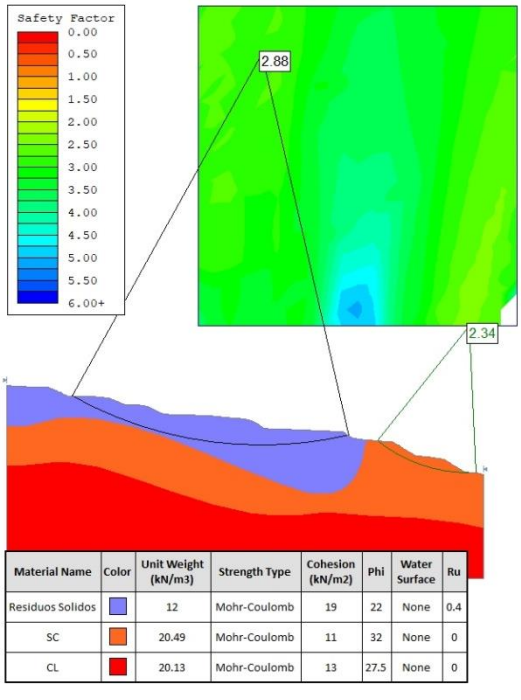
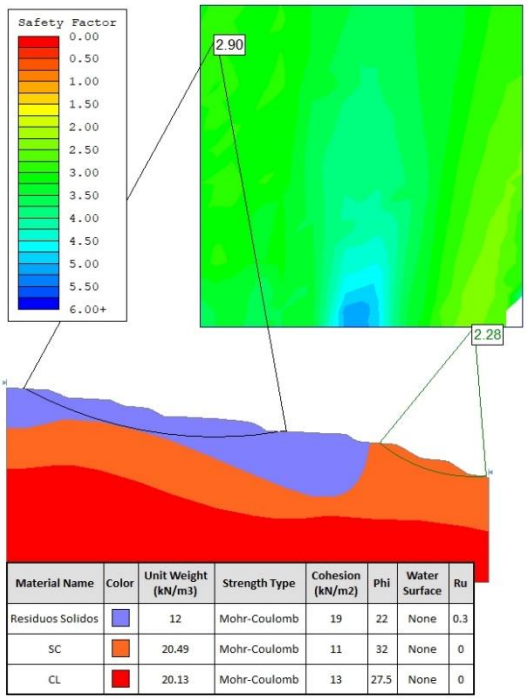
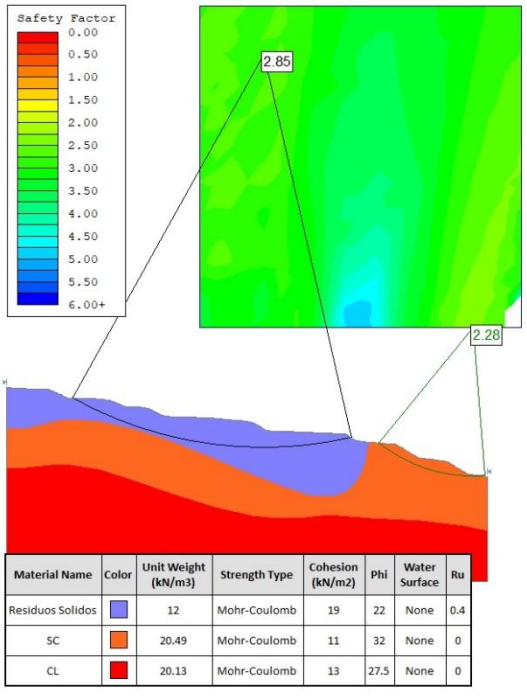
Tabla A-53 Resultados Análisis Estático Sección 1-1

	Relación de Presión de Poros	
	Ru = 0.3	Ru = 0.4
BISHOP	 Material Name / Color / Unit Weight (kN/m3) / Strength Type / Cohesion (kN/m2) / Phi / Water Surface / Ru Residuos Solidos / 12 / Mohr-Coulomb / 19 / 22 / None / 0.3 SC / 20.49 / Mohr-Coulomb / 11 / 32 / None / 0 CL / 20.13 / Mohr-Coulomb / 13 / 27.5 / None / 0	 Material Name / Color / Unit Weight (kN/m3) / Strength Type / Cohesion (kN/m2) / Phi / Water Surface / Ru Residuos Solidos / 12 / Mohr-Coulomb / 19 / 22 / None / 0.4 SC / 20.49 / Mohr-Coulomb / 11 / 32 / None / 0 CL / 20.13 / Mohr-Coulomb / 13 / 27.5 / None / 0
FELLENIUS	 Material Name / Color / Unit Weight (kN/m3) / Strength Type / Cohesion (kN/m2) / Phi / Water Surface / Ru Residuos Solidos / 12 / Mohr-Coulomb / 19 / 22 / None / 0.3 SC / 20.49 / Mohr-Coulomb / 11 / 32 / None / 0 CL / 20.13 / Mohr-Coulomb / 13 / 27.5 / None / 0	 Material Name / Color / Unit Weight (kN/m3) / Strength Type / Cohesion (kN/m2) / Phi / Water Surface / Ru Residuos Solidos / 12 / Mohr-Coulomb / 19 / 22 / None / 0.4 SC / 20.49 / Mohr-Coulomb / 11 / 32 / None / 0 CL / 20.13 / Mohr-Coulomb / 13 / 27.5 / None / 0

Fuente: Elaboración Propia

A.8.7.4.7.2 Sección 2-2

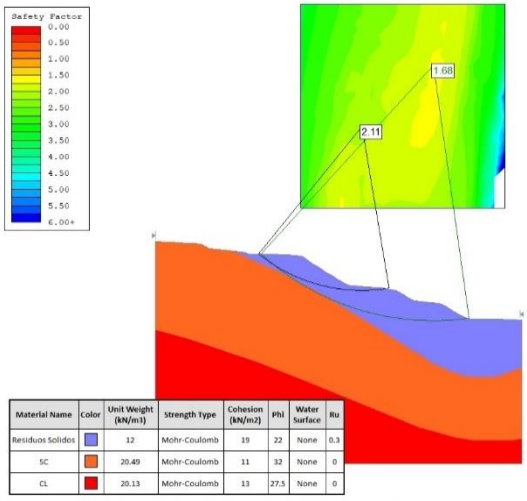
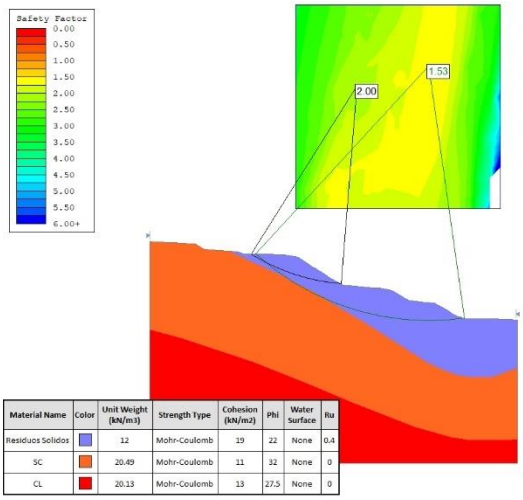
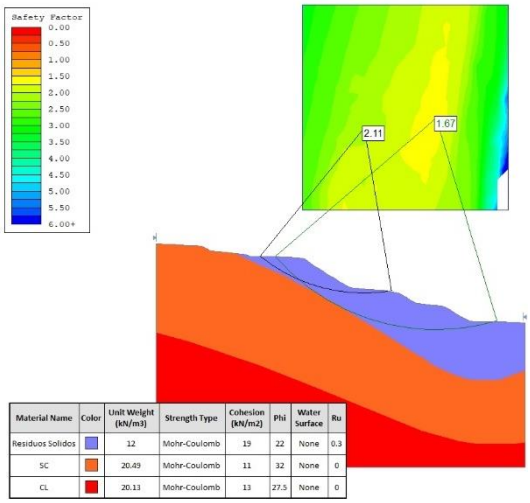
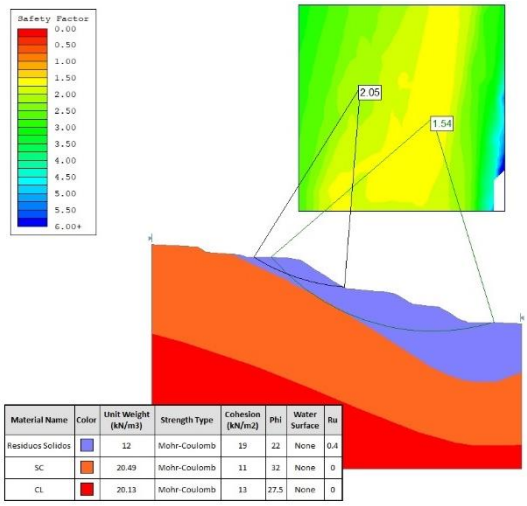
Tabla A-54 Resultados Análisis estático Sección 2-2

	Relación de Presión de Poros	
	Ru = 0.3	Ru = 0.4
BISHOP	 Material Name / Color / Unit Weight (kN/m3) / Strength Type / Cohesion (kN/m2) / Phi / Water Surface / Ru Residuos Solidos / 12 / Mohr-Coulomb / 19 / 22 / None / 0.3 SC / 20.49 / Mohr-Coulomb / 11 / 32 / None / 0 CL / 20.13 / Mohr-Coulomb / 13 / 27.5 / None / 0	 Material Name / Color / Unit Weight (kN/m3) / Strength Type / Cohesion (kN/m2) / Phi / Water Surface / Ru Residuos Solidos / 12 / Mohr-Coulomb / 19 / 22 / None / 0.4 SC / 20.49 / Mohr-Coulomb / 11 / 32 / None / 0 CL / 20.13 / Mohr-Coulomb / 13 / 27.5 / None / 0
FELLENIUS	 Material Name / Color / Unit Weight (kN/m3) / Strength Type / Cohesion (kN/m2) / Phi / Water Surface / Ru Residuos Solidos / 12 / Mohr-Coulomb / 19 / 22 / None / 0.3 SC / 20.49 / Mohr-Coulomb / 11 / 32 / None / 0 CL / 20.13 / Mohr-Coulomb / 13 / 27.5 / None / 0	 Material Name / Color / Unit Weight (kN/m3) / Strength Type / Cohesion (kN/m2) / Phi / Water Surface / Ru Residuos Solidos / 12 / Mohr-Coulomb / 19 / 22 / None / 0.4 SC / 20.49 / Mohr-Coulomb / 11 / 32 / None / 0 CL / 20.13 / Mohr-Coulomb / 13 / 27.5 / None / 0

Fuente: Elaboración Propia

A.8.7.4.7.3 Sección 3-3

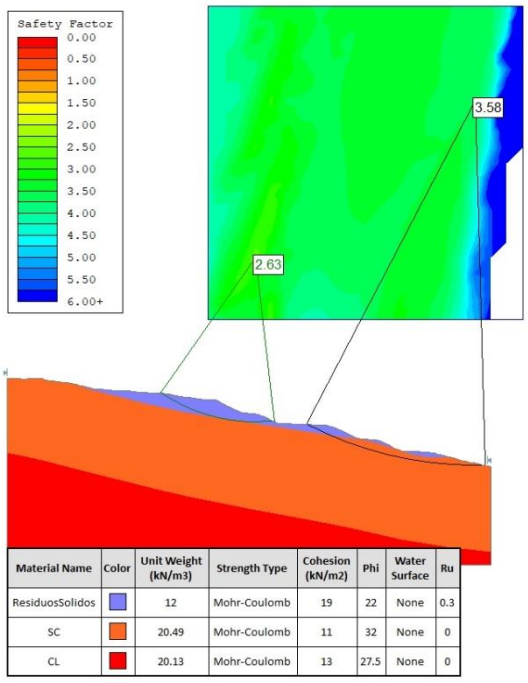
Tabla A-55 Resultados Análisis estático Sección 3-3

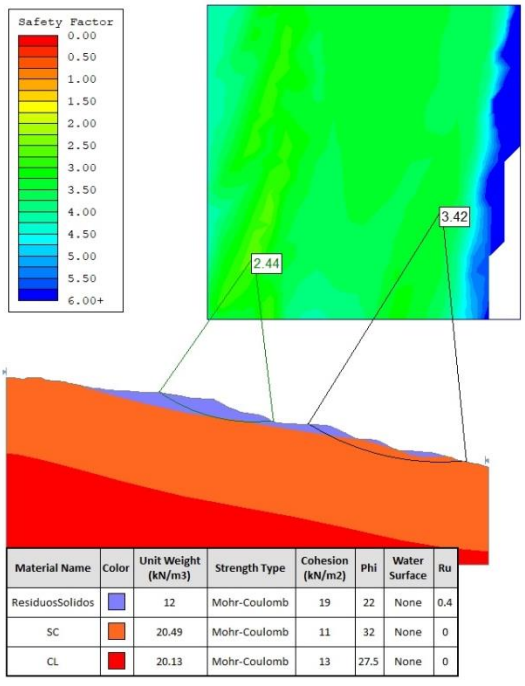
	Relación de Presión de Poros	
	Ru = 0.3	Ru = 0.4
BISHOP		
FELLENIUS		

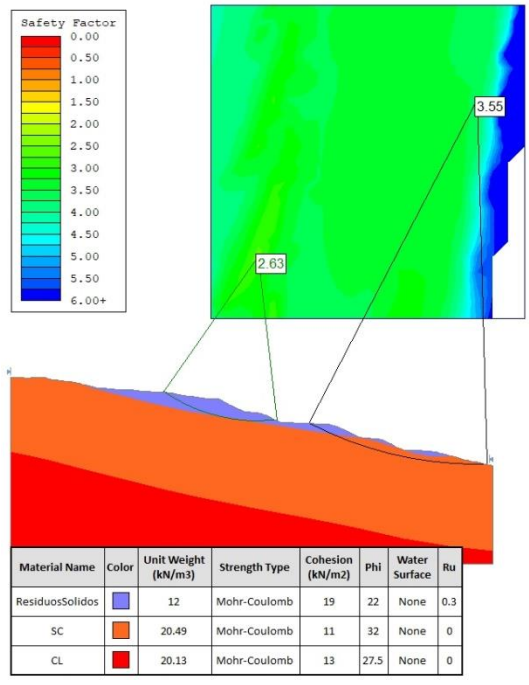
Fuente: Elaboración Propia

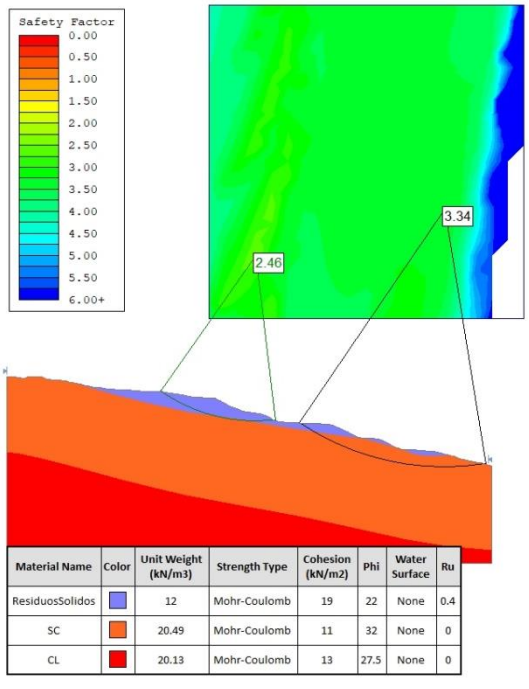
A.8.7.4.7.4 Sección 4-4

Tabla A-56 Resultados Análisis estático Sección 4-4

<table>
<tr><th></th><th colspan="2">Relación de Presión de Poros</th></tr>
<tr><th></th><th>Ru = 0.3</th><th>Ru = 0.4</th></tr>
<tr><td>BISHOP</td><td> 

<table>
<tr><th>Material Name</th><th>Color</th><th>Unit Weight (kN/m3)</th><th>Strength Type</th><th>Cohesion (kN/m2)</th><th>Phi</th><th>Water Surface</th><th>Ru</th></tr>
<tr><td>ResiduosSolidos</td><td></td><td>12</td><td>Mohr-Coulomb</td><td>19</td><td>22</td><td>None</td><td>0.3</td></tr>
<tr><td>SC</td><td></td><td>20.49</td><td>Mohr-Coulomb</td><td>11</td><td>32</td><td>None</td><td>0</td></tr>
<tr><td>CL</td><td></td><td>20.13</td><td>Mohr-Coulomb</td><td>13</td><td>27.5</td><td>None</td><td>0</td></tr>
</table></td><td> 

<table>
<tr><th>Material Name</th><th>Color</th><th>Unit Weight (kN/m3)</th><th>Strength Type</th><th>Cohesion (kN/m2)</th><th>Phi</th><th>Water Surface</th><th>Ru</th></tr>
<tr><td>ResiduosSolidos</td><td></td><td>12</td><td>Mohr-Coulomb</td><td>19</td><td>22</td><td>None</td><td>0.4</td></tr>
<tr><td>SC</td><td></td><td>20.49</td><td>Mohr-Coulomb</td><td>11</td><td>32</td><td>None</td><td>0</td></tr>
<tr><td>CL</td><td></td><td>20.13</td><td>Mohr-Coulomb</td><td>13</td><td>27.5</td><td>None</td><td>0</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>FELLENIUS</td><td> 

<table>
<tr><th>Material Name</th><th>Color</th><th>Unit Weight (kN/m3)</th><th>Strength Type</th><th>Cohesion (kN/m2)</th><th>Phi</th><th>Water Surface</th><th>Ru</th></tr>
<tr><td>ResiduosSolidos</td><td></td><td>12</td><td>Mohr-Coulomb</td><td>19</td><td>22</td><td>None</td><td>0.3</td></tr>
<tr><td>SC</td><td></td><td>20.49</td><td>Mohr-Coulomb</td><td>11</td><td>32</td><td>None</td><td>0</td></tr>
<tr><td>CL</td><td></td><td>20.13</td><td>Mohr-Coulomb</td><td>13</td><td>27.5</td><td>None</td><td>0</td></tr>
</table></td><td> 

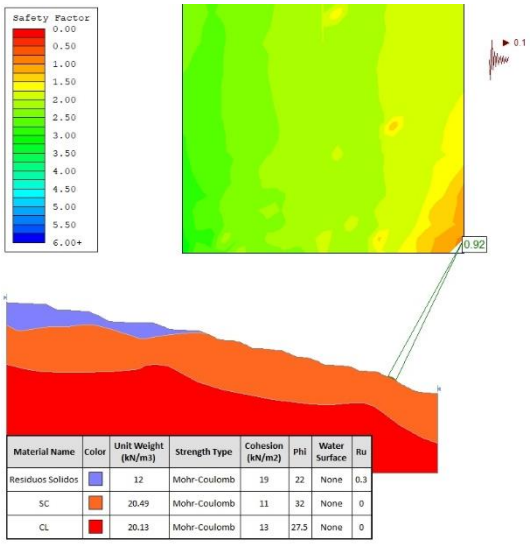
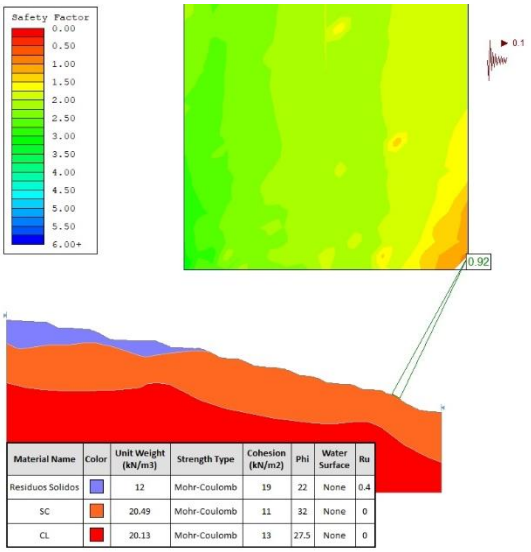
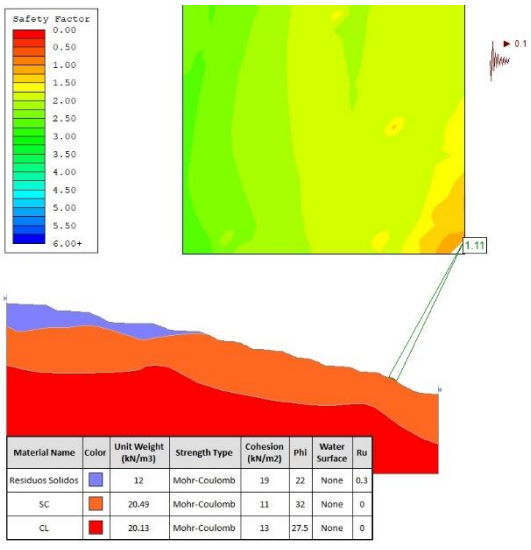
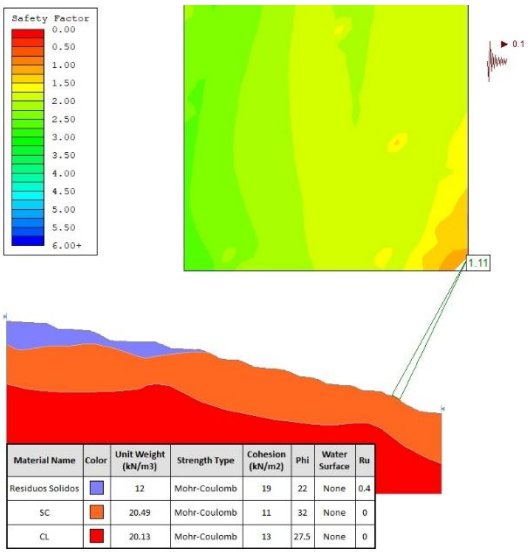
<table>
<tr><th>Material Name</th><th>Color</th><th>Unit Weight (kN/m3)</th><th>Strength Type</th><th>Cohesion (kN/m2)</th><th>Phi</th><th>Water Surface</th><th>Ru</th></tr>
<tr><td>ResiduosSolidos</td><td></td><td>12</td><td>Mohr-Coulomb</td><td>19</td><td>22</td><td>None</td><td>0.4</td></tr>
<tr><td>SC</td><td></td><td>20.49</td><td>Mohr-Coulomb</td><td>11</td><td>32</td><td>None</td><td>0</td></tr>
<tr><td>CL</td><td></td><td>20.13</td><td>Mohr-Coulomb</td><td>13</td><td>27.5</td><td>None</td><td>0</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

Fuente: Elaboración Propia

A.8.7.4.8 Modelación Caso Pseudo-Estático

A.8.7.4.8.1 Sección 1-1

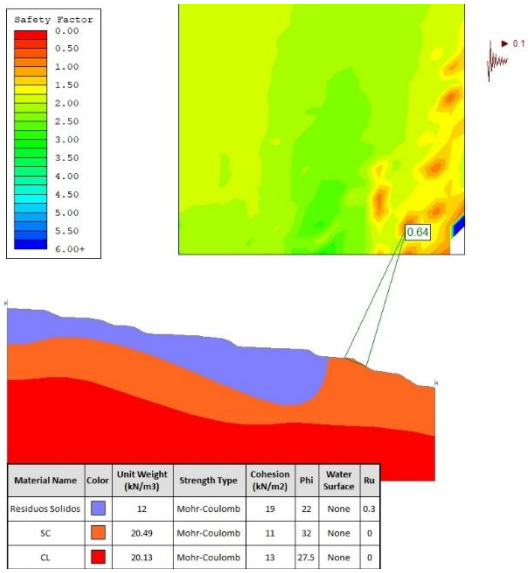
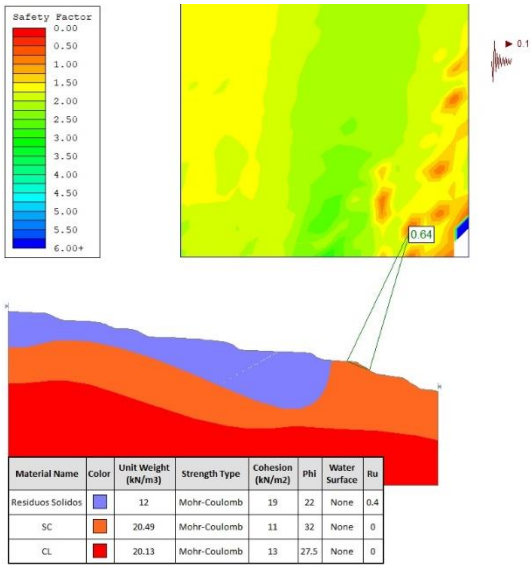
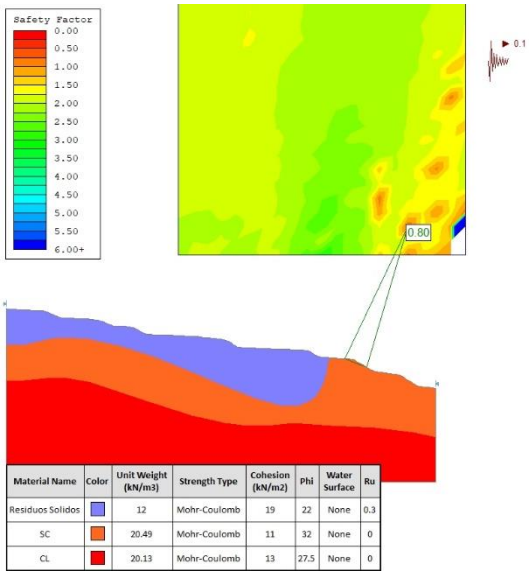
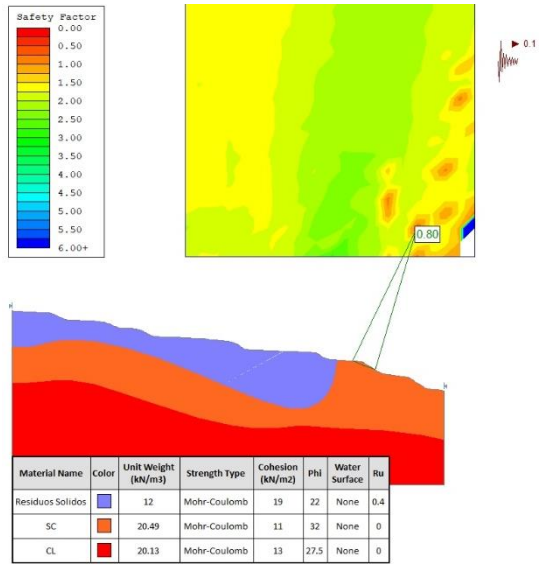
Tabla A-57 Resultados Análisis Pseudo-estático Sección 1-1

	Relación de Presión de Poros	
	Ru = 0.3	Ru = 0.4
BISHOP		
FELLENIUS		

Fuente: Elaboración Propia

A.8.7.4.8.2 Seccion 2-2

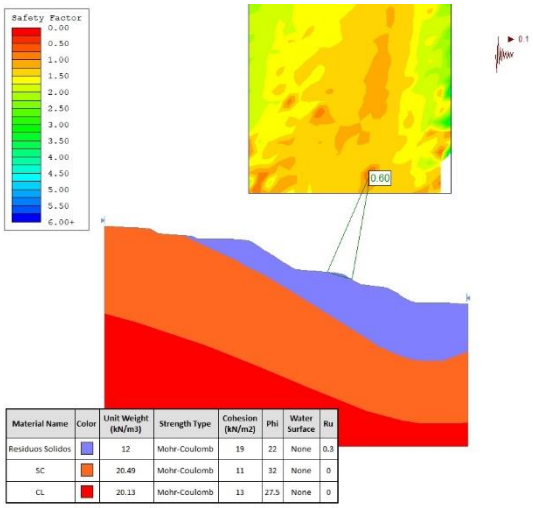
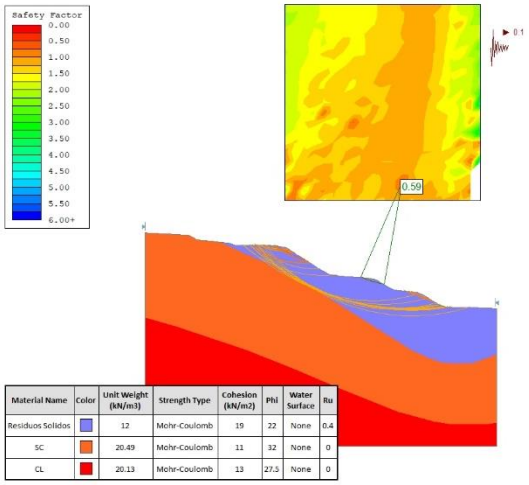
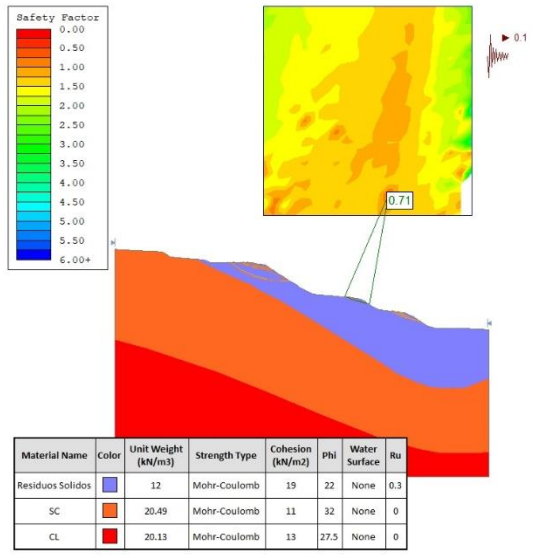
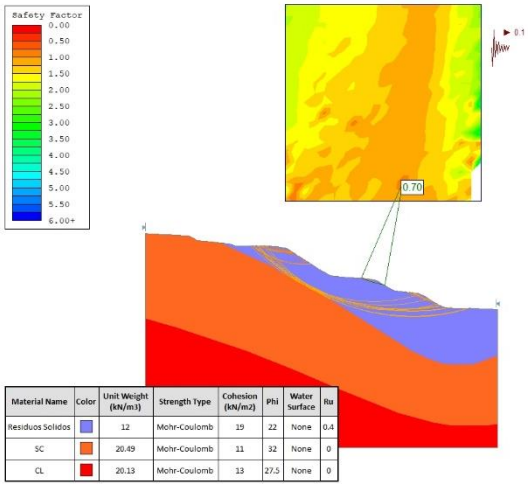
Tabla A-58 Resultados Análisis Pseudo-estático Sección 2-2

	Relación de Presión de Poros	
	Ru = 0.3	Ru = 0.4
BISHOP		
FELLENIUS		

Fuente: Elaboración Propia

A.8.7.4.8.3 Sección 3-3

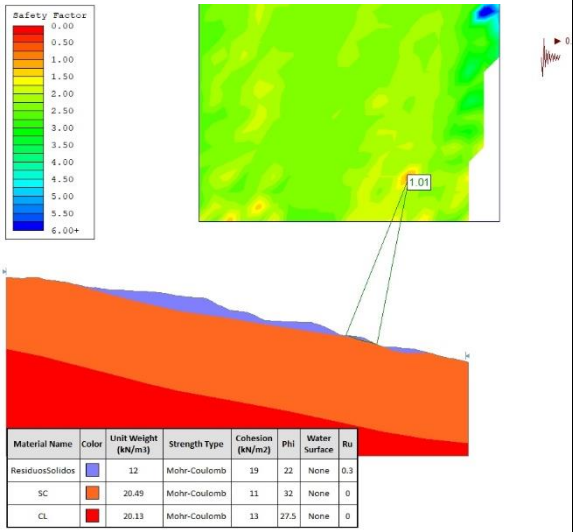
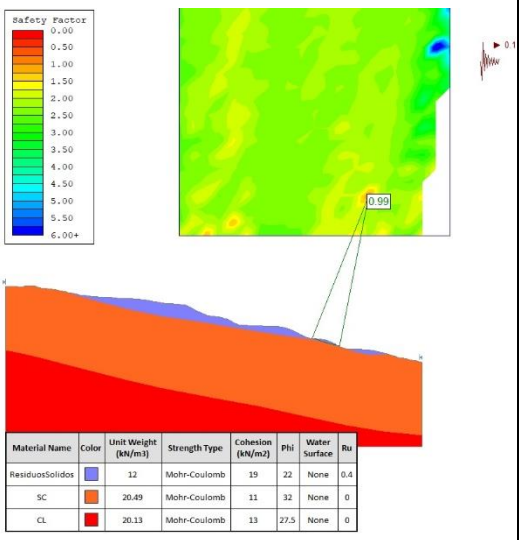
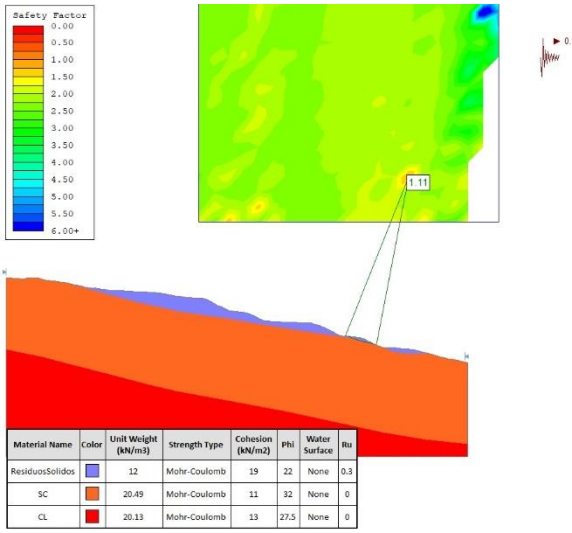
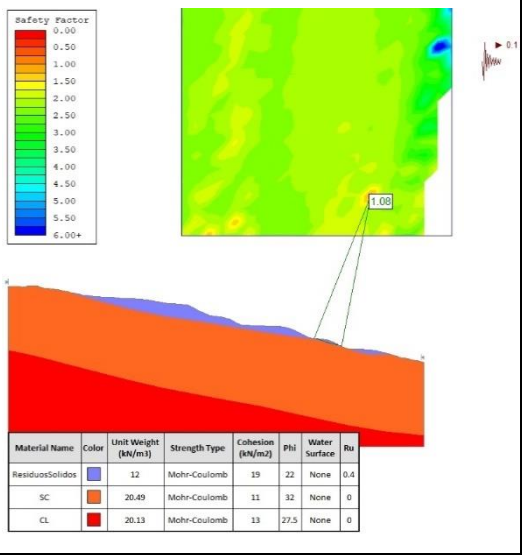
Tabla A-59 Resultados Análisis Pseudo-estático Sección 3-3

	Relación de Presión de Poros	
	Ru = 0.3	Ru = 0.4
BISHOP		
FELLENIUS		

Fuente: Elaboración Propia

A.8.7.4.8.4 Sección 4-4

Tabla A-60 Resultados Análisis Pseudo-estático Sección 4-4

	Relación de Presión de Poros	
	Ru = 0.3	Ru = 0.4
BISHOP		
FELLENIUS		

Fuente: Elaboración Propia

A.8.7.4.9 Resumen de Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por medio de la utilización del programa anteriormente mencionado:

Tabla A-61 Resumen de Resultados Análisis Estático

PARÁMETRO	SECCIÓN	MÉTODO DE ANÁLISIS	FS CRITICO	SUPERFICIE CRITICA
Ru = 0.30	1	Bishop	2.07	Circular Localizado, Suelo
		Fellenius	2.05	Circular Localizado, Suelo
	2	Bishop	2.34	Circular Global, Suelo
		Fellenius	2.28	Circular Global, Suelo
	3	Bishop	1.68	Circular Global, Contacto suelo - Residuos
		Fellenius	1.67	Circular Global, Contacto suelo - Residuos
	4	Bishop	2.63	Circular Global, Contacto suelo - Residuos
		Fellenius	2.63	Circular Global, Contacto suelo - Residuos
Ru = 0.40	1	Bishop	2.07	Circular Localizado, Suelo
		Fellenius	2.05	Circular Localizado, Suelo
	2	Bishop	2.34	Circular Global, Suelo
		Fellenius	2.28	Circular Global, Suelo
	3	Bishop	1.53	Circular Global, Contacto suelo - Residuos
		Fellenius	1.54	Circular Global, Contacto suelo - Residuos
	4	Bishop	2.44	Circular Global, Contacto suelo - Residuos
		Fellenius	2.46	Circular Global, Contacto suelo - Residuos

Fuente: Elaboración Propia

Los análisis de estabilidad Estático del Relleno Sanitario, secciones 1-1, 2-2 y 4-4, presentan factores de seguridad para ambos métodos del orden de 2.05 y 2.63, para los análisis de ruptura en contacto critico en el suelo SC (Arena Arcillosa), Residuos Sólidos y en contacto entre los residuos sólidos y el suelo de fundación. Los factores de seguridad son satisfactorios.

Para la sección 3-3, presentan factores de seguridad para ambos métodos del orden de 1.53 y 1.68 para los análisis de ruptura en contacto critico entre los residuos sólidos y el suelo de fundación. Los factores de seguridad son satisfactorios. Sin embargo, se debe resaltar que tales condiciones deberán ser rigurosamente monitoreadas geotécnicamente a lo largo de toda la operación, incluso después de la clausura operacional del macizo.

Tabla A-62 Resumen de Resultados Análisis Pseudo-Estático.

PARÁMETRO	SECCIÓN	MÉTODO DE ANÁLISIS	FS CRITICO	SUPERFICIE CRITICA
Ru = 0.30	1	Bishop	0.92	Circular Localizado, Suelo
		Fellenius	1.11	Circular Localizado, Suelo
	2	Bishop	0.64	Circular Localizado, Suelo
		Fellenius	0.80	Circular Localizado, Suelo
	3	Bishop	0.60	Circular Localizado, Suelo

PARÁMETRO	SECCIÓN	MÉTODO DE ANÁLISIS	FS CRITICO	SUPERFICIE CRITICA
		Fellenius	0.71	Circular Localizado, Suelo
	4	Bishop	1.01	Circular Global, Contacto suelo - Residuos
		Fellenius	1.11	Circular Global, Contacto suelo - Residuos
Ru = 0.40	1	Bishop	0.92	Circular Localizado, Suelo
		Fellenius	1.11	Circular Localizado, Suelo
	2	Bishop	0.64	Circular Localizado, Suelo
		Fellenius	0.80	Circular Localizado, Suelo
	3	Bishop	0.59	Circular Localizado, Suelo
		Fellenius	0.70	Circular Localizado, Suelo
	4	Bishop	0.99	Circular Global, Contacto suelo - Residuos
		Fellenius	1.08	Circular Global, Contacto suelo - Residuos

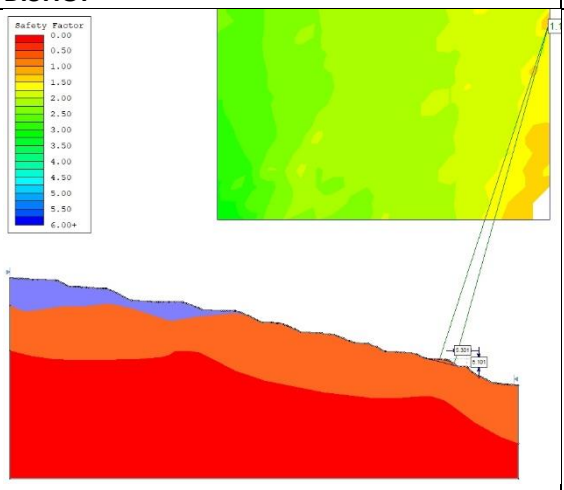
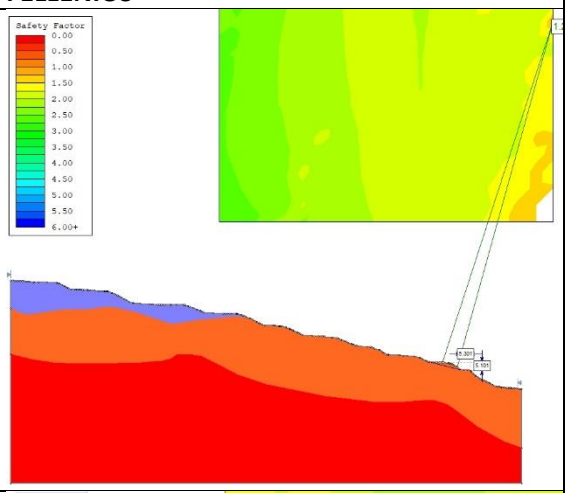
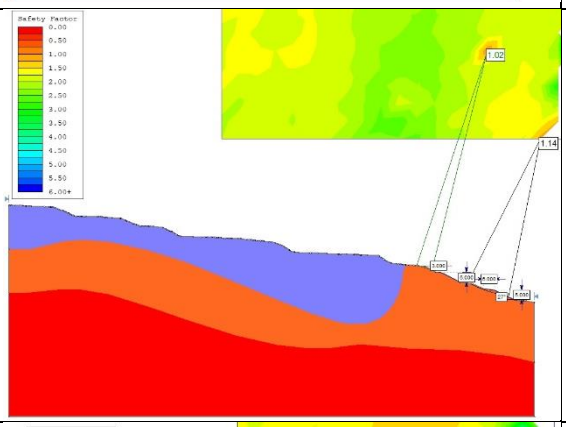
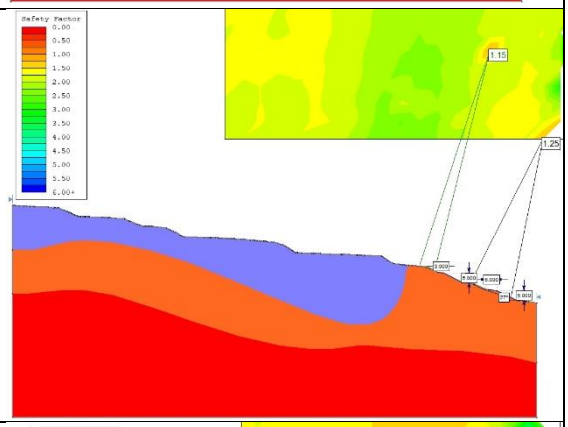
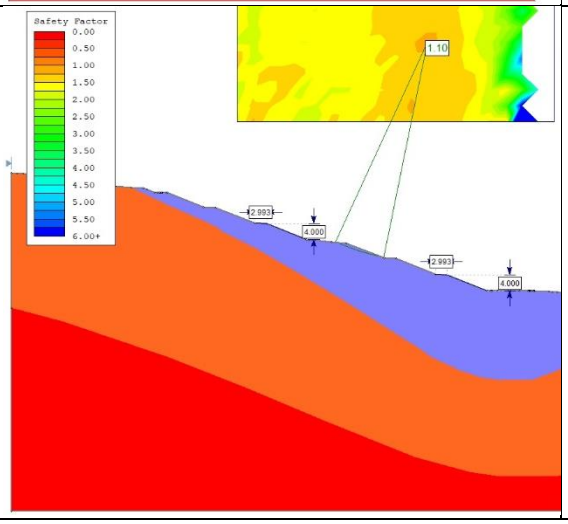
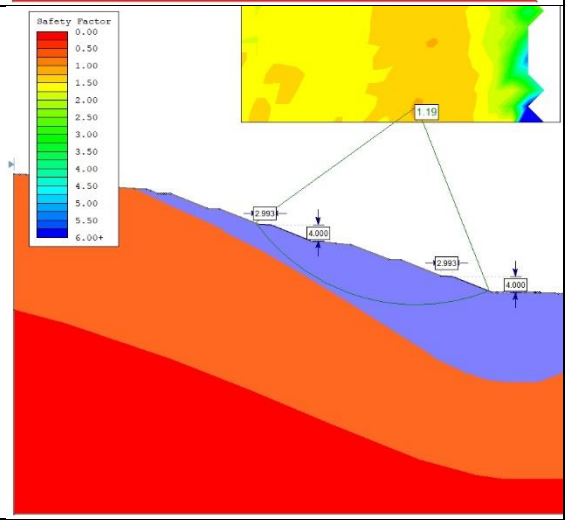
Fuente: Elaboración Propia

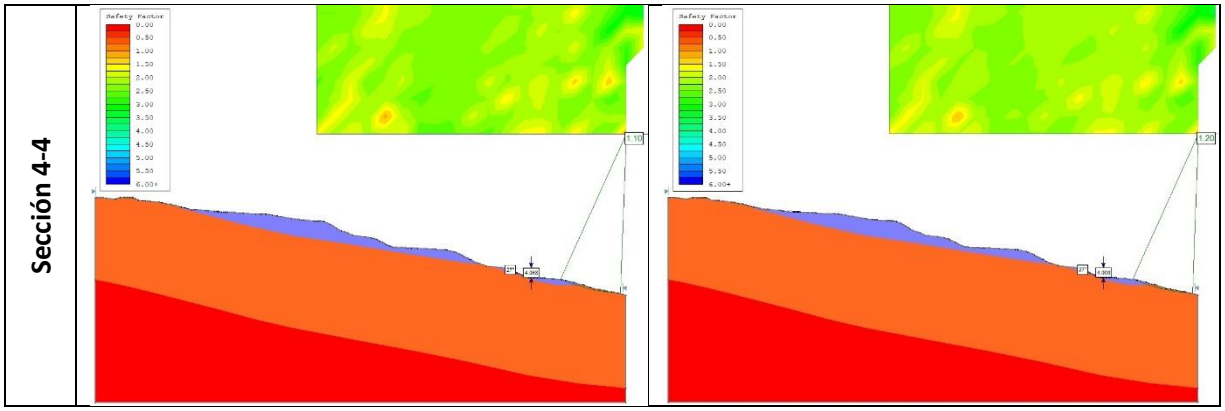
De la tabla anterior los análisis de estabilidad Pseudo-Estático del Relleno Sanitario, secciones 1-1, 2-2, 3-3 y 4-4, presentan factores de seguridad para ambos métodos del orden de 0.60 y 1.08, para los análisis de ruptura en contacto critico en el suelo SC (Arena Arcillosa), Residuos Sólidos y en contacto entre los residuos sólidos y el suelo de fundación. Los factores de seguridad NO son satisfactorios, solo por el método de Fellenius preservan un grado de estabilidad aceptable en las secciones de análisis 1-1 y 4-4. Recomendando realizar un estudio minucioso, de estas secciones para mejorar la estabilidad de los mismos.

A.8.7.4.9.1 A Inestabilidades

Las medidas de mejora que pueden contemplarse potencialmente para aumentar la estabilidad de los taludes son diversas (micro pilotajes, entre otros). Por lo que se debe realizar un estudio técnico, económico que responda las condiciones sometidas. En nuestro caso, se tendrán en cuenta cambios en el perfil del terreno, la geometría del talud, tanto para las secciones 1-1, 2-2, 3-3 y 4-4 las que presentan mayor grado de inestabilidad al análisis Pseudo-Estático, los parámetros serán los mismos y se analizará el caso más desfavorable para un Ru=0.4.

Tabla A-63 Resultados Análisis Pseudo-estático estabilizado

Método de Análisis con Relación de Presión de Poros Ru=0.4		
Sec.	**BISHOP**	**FELLENIUS**
Sección 1-1		
Sección 2-2		
Sección 3-3		



Fuente: Elaboración Propia

De la tabla anterior los análisis de estabilidad Pseudo-Estático del Relleno Sanitario, se observa:

1. En la sección 1-1, se mejora la estabilización con el cambio de geometría a: Talud 2H: 1V, altura h=5.0 m, berma a>5.0 m y con una pendiente de berma de 5%, en el sector de falla del primer análisis, en la segunda modelación presenta factores de seguridad para ambos métodos del orden de 1.15 y 1.28, para los análisis de ruptura en contacto critico superficial en el suelo SC (Arena Arcillosa). Los factores de seguridad son satisfactorios.
2. En la sección 2-2, se mejora la estabilización con el cambio de geometría a: Talud 2H: 1V, altura h=5.0 m, berma a>3.0 m y con una pendiente de berma de 5%, en el sector de falla del primer análisis, en la segunda modelación presenta factores de seguridad para ambos métodos del orden de 1.14 y 1.28, para los análisis de ruptura en contacto critico superficial en el suelo SC (Arena Arcillosa). Los factores de seguridad son satisfactorios. En un sector puntual de la corona del dique se tiene un factor de seguridad de 1.02, el cual es una falla superficial que no desestabiliza a la parte sur del dique.
3. En la sección 3-3, la más crítica donde se presentó el deslizamiento de enero de 2019, se mejora la estabilización con el cambio de geometría a: Talud 2.5H:1V, altura h=4.0 m, berma a>3.0 m y con una pendiente de berma de 5%, en el sector de falla del primer análisis de todo el largo del relleno de residuos sólidos, en la segunda modelación presenta factores de seguridad para ambos métodos del orden de 1.10 y 1.19, para los análisis de ruptura en contacto critico en el material de residuos sólidos. Los factores de seguridad son satisfactorios.
4. En la sección 4-4, se mejora la estabilización con el cambio de geometría a: Talud 2H: 1V y altura h=4.0 m, berma a>5.0 m y con una pendiente de berma de 5%, en el sector de falla del primer análisis, en la segunda modelación presenta factores de seguridad para ambos métodos del orden de 1.10 y 1.20, para los análisis de ruptura en contacto critico entre en el suelo SC (Arena Arcillosa) y el suelo de fundación. Los factores de seguridad son satisfactorios.

Para las 4 secciones se alcanza con el cambio de geometría un factor de seguridad objetivo mayor a 1.10, Sin embargo, se debe resaltar que tales condiciones deberán ser rigurosamente monitoreadas geotécnicamente a lo largo de toda la operación, incluso después de la clausura operacional del macizo.

A.8.8 Balance Hídrico

Un Balances hídrico, para un relleno sanitario depende de la gestión de un vertedero de cualquier tipo requiere, técnica y legalmente, el conocimiento preciso de los flujos de aguas que acceden a él y de los lixiviados que en él se producen. Este conocimiento resulta imprescindible para controlar y evidenciar

el control y adecuada gestión de los lixiviados como líquidos susceptibles de causar la contaminación del suelo, las aguas superficiales y las aguas subterráneas.

Esta necesidad se extiende a todos los vertederos, sean del tipo que sean, y estén en la fase de operación en la que estén. De esta forma, no debe limitarse sólo a vertederos de un determinado tipo de residuos ni a vertederos en actividad. Debe aplicarse a instalaciones con cualquier tipo de residuo (inerte, no peligroso, peligroso) y a cualquier momento de su vida, tanto la fase de actividad o depósito de residuos como la fase postclausura.

La gestión de un Relleno Sanitario requiere el conocimiento preciso de los flujos de aguas que acceden a él y de los lixiviados que en él se producen. Este conocimiento resulta imprescindible para controlar y evidenciar el control y adecuada gestión de los lixiviados como líquidos susceptibles de causar la contaminación del suelo, las aguas superficiales y las aguas subterráneas.

El conocimiento de los flujos de aguas y lixiviados se obtiene a través de la realización de balances hídricos del Relleno Sanitario en cuestión a lo largo de toda su vida. Previamente, en la fase de diseño o proyecto, la realización de este tipo de balances permite estimar el caudal de lixiviados que se generará a lo largo de la vida del Relleno Sanitario (incluyendo la etapa del cierre) así como otros aspectos de importancia tales como escorrentías previsibles, posible acumulación de lixiviados en el interior del vaso de vertido, etc.

Al igual que los balances hídricos en cualquier otro sistema natural o artificial, se trata de definir y cuantificar las entradas, flujos interiores y salidas de agua, incluyendo dentro de este último término (salidas) a los lixiviados que se generan. De esta forma, y por comparación entre estas cantidades, se podrá conocer:

- Si el Relleno Sanitario funciona tal como se proyectó:
  $$Entradas\ Controladas = Salidas\ Controladas\ ^{+}/_{-}\ Variaciones\ Internas\ Controladas$$
- Si existe alguna anomalía no conocida que pudiera estar causando flujos de lixiviados no deseados hacia el entorno y/o una acumulación indeseada de los mismos en el propio vaso de vertido:
  $$Entradas\ Controladas > Salidas\ Controladas\ ^{+}/_{-}\ Variaciones\ Internas\ Controladas$$
- Si existe alguna entrada de agua oculta:
  $$Entradas\ Controladas < Salidas\ Controladas\ +/-\ Variaciones\ Internas\ Controladas$$

Las entradas, flujos interiores y salidas de agua en un Relleno Sanitario varían con el tiempo, dependiendo de su escala, en función de las condiciones del Relleno Sanitario (superficie de residuos expuesta, etc.) y de las condiciones meteorológicas (épocas de lluvias frente a momentos sin precipitación). El balance hídrico de un Relleno Sanitario, por tanto, no se refiere a un cálculo a realizar sólo una vez en su vida, sino que deben realizarse balances hídricos de forma sistemática a lo largo de su vida útil.

La masa de contaminante que produce el Relleno Sanitario depende de la concentración de los elementos en el lixiviado y del volumen de lixiviado generado en el tiempo (en los Rellenos Sanitarios incontrolados no suelen existir medidas de la producción de lixiviado, por lo que una forma de estimar el volumen de lixiviado es mediante la realización de un balance hídrico).

En el presente trabajo se caracterizan los diferentes componentes del balance hídrico en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín. Ello permitirá, junto con el calculo del área de vertido para cada año, cuantificar el volumen de lixiviado generado a lo largo de los últimos años de actividad como Relleno Sanitario.

- El periodo considerado 2018-2019, con los siguientes datos del Alto, para el 2019.
- Las unidades están expresadas en m3, como se describe en el párrafo inferior. *"Con datos en extremo reducidos, realizamos el balance hídrico y poder considerar como valido el resultado obtenido. Encontramos un método alternativo para el balance y consideramos que el resultado es acorde con los caudales reales actuales de descarga de lixiviado, de acuerdo con dato de la tabla anterior y por el siguiente cálculo 23,569.34 m3/365 día = 64.57 m3/día, de generación de lixiviado."*
- Corresponde a una estimación de volumen de lixiviados que se encuentra en toda el área de las celdas. Que varían estacionalmente
- Se emplearon varios métodos para obtención de ETP, eligiendo el método de Jensen -Haise, que arroja valores conservadores como se presenta los resultados obtenidos**.**
- Es evidente que EPR≤ EVP. En un lugar desértico la EVP puede ser de 6 mm/dia y la EPR 0, puesto que no hay agua para evapotranspirar. Sería igual siempre que la humead del suelo sea òptima en suelo. (Doreenbos y Pruit, 1977; Allen et al 1998).
- Se ha encontrado un error en la tabla, en una formula, la misma fue actualizada y es presentada seguidamente.

A.8.8.1 Procedimiento

La elaboración del balance hídrico de un Relleno Sanitario en un período de tiempo determinado incluye las siguientes fases sucesivas:

1 Modelización conceptual y descripción de la localización y tipos de entradas, flujos y salidas de aguas y lixiviados presentes.
2 Cuantificación de cada uno de estos tipos o términos del balance.
3 Cuantificación global de entradas, flujos y salidas como sumas o restas de los resultados de los cálculos individuales de cada término (balance hídrico).
4 Análisis e interpretación de los resultados del balance hídrico incluyendo conclusiones y recomendaciones.

A.8.8.2 Planteamiento del modelo conceptual

La siguiente Figura enseña el Modelo Conceptual.

Proyecto:	Relleno Sanitario Nuevo Jardin	Municio:	G.A.M. La Paz
Departamento:	La Paz	Fecha:	03/04/2020
Ubicacion:	Alpacoma	Especilista:	Msc Ing. F. Limpias

1.- Modelo conceptual

ENTRADAS = SALIDAS ± VARIACIONES INTERIOR

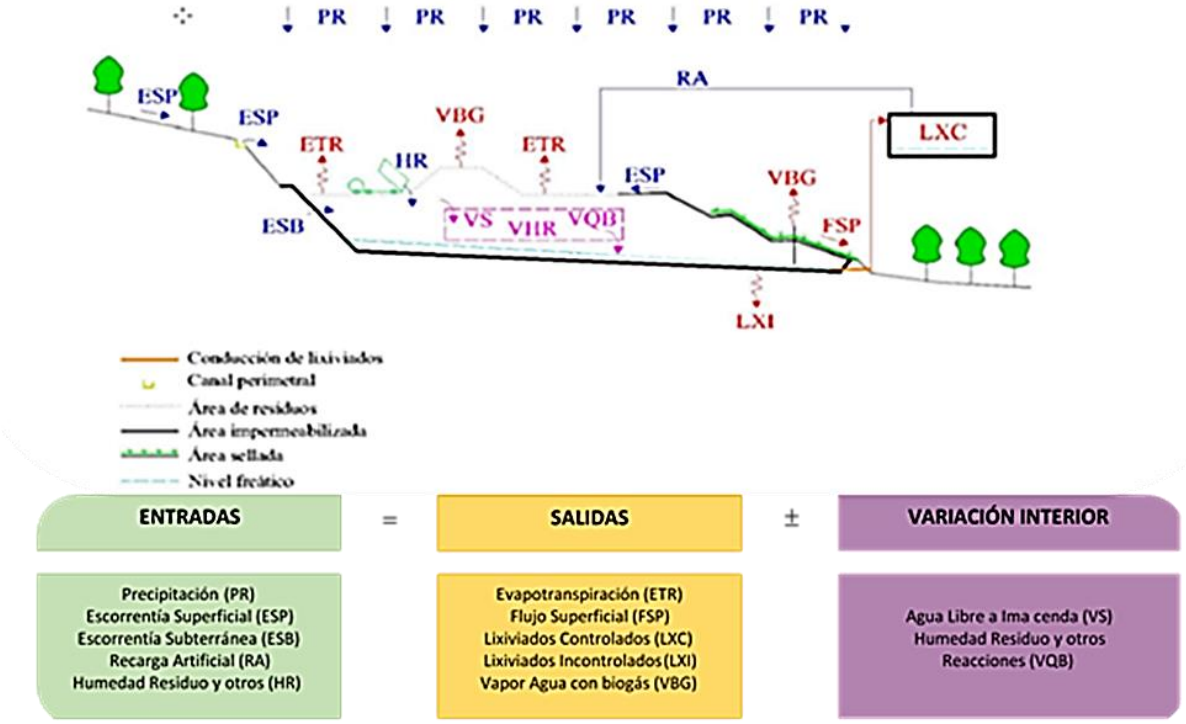


Figura A-32 Balance Hídrico
Fuente: Elaboración Propia

A.8.8.3 Cuantificación de los términos del balance

Entradas

- Precipitación. - La estación meteorológica fue El Alto
- Escorrentía de laderas adyacentes. - Empleo de las curvas IDF, ubicado en la parte superior cerca de celda 11.
- Humedad de los residuos y de otros materiales. - Desglosado en función de las fracciones del ingreso de residuos orgánicos e inorgánicas según su ponderación. En este caso se emplearon las características de la caracterización de basura a nivel nacional.

Salidas

- Evapotranspiración. - Obtenida sintéticamente a partir de la Estación Meteorológica El Alto
- Lixiviados controlados. - Existe una infraestructura, pero no se tiene con la información respectiva. Por otra parte, por información de los operadores bombean lixiviado

- Lixiviados incontrolados. - Por información de fotografías, u otros estudios no se identifica impermeabilización de fondo.
- Surgencia de lixiviados. - en el terreno existe muchos sectores que presenta lixiviados en los taludes, que no se cuenta siendo cuantificados
- Vapor de agua con el que se genera el biogás, existe poca información y datos obtenidos en el campo, por lo que el cálculo es netamente sintético.

Variación interior

- No se cuenta con la información.

Tabla A-64 Cuantificación de los términos del balance

2.- Dstos para la Elaboración del modelo			
TÉRMINO	**SI/NO/?**	**Calculo anual**	
ENTRADAS			
Precipitación (P)			
Precipitacion	si	64,849,449.51	m3
Escorrentía superficial (ESP)			
Entrada de arroyo o reguero	no	0.00	m3
Escorrentia de laderas adyacentes	si	4,226.62	m3
Escorrentia de calles o esplandas adyacente	no	0.00	m3
Escorrentía por desbordamiento de canales	no	0.00	m3
Escorrentia generada en áreas selladas o cubiertas intermedias que acaba infiltrándose por el motiva que sea	no	0.00	m3
Escorrenítia subterránea (ESB)			
Puntual (surgencia ocluida)	no	0.00	m3
Difusa en el contanto terreno-vaso del vertedero	no	0.00	m3
Recarga artificial (RA)			
Riegos con agua (boca fijas o cisternas) habitual o espóradico	no	0.00	m3
Riegos con Lixiviados (recirculación)	no	0.00	m3
Vertidos provenientes de servicios, lavarruedas, etc.	?	0.00	m3
Vertidos puntuales de lixiviados propios o ajenos	no	0.00	m3
Vertidos del condensado de biogás	no	0.00	m3
Fugas en conducciones o depósitos que accedan al vaso	no	0.00	m3
Humedad del residuo de otros materiales (HR)			
Humedad con la que entra el residuo y otros materiales	?	1,068,662.00	m3
SALIDAS			
Evapotranpiración (ETR)			
Evapotranspiracíon	si	64,849,449.51	m3
Flujo superficial derivado de la precipitacion (FSP)			
Escorrentía de zonas selladas o cubiertas derivada lateralmente	no	0.00	m3
Lixiviados controlados (LXC)			
Por gravedad: colector, galería	si	28,642.96	m3
Po Bombeo	?	0.00	m3
Lixiviados incontrolados (LXI)			
Surgencias de lixiviados en superfice envacuadas lateralmente	?	0.00	m3
Filtraciones subterráneas hacia el terreno adyacente	si	939,839.94	m3
Fugas en conducciones y depósito antes del control	?	0.00	m3
Vapor de agua con el biogas (VBG)			
Vapor de agua emitido con el biogás	si	1,174,121.76	m3
VARIACIÓN INTERIOR			
Variación en el agua libre almacenada (VS)			
Variación del agua almacenada en zonas/s satura/s o en tránsito	?	1,045,660.70	m3
Variación en la humedad del residuo y otros materiales (VHR)			
Variación de la humedad en zonas/s no saturada/s)	?	0.00	m3
Variacion del agua por reacciones químicas y biológicas			
Variación por reacciones químicas y biológicas	?	0.00	m3
RESULTADO		-24,055.33	m3

Fuente: Elaboración Propia con base en Balances Hidricos de Rellenos Sanitarios www. Euskadi.eus

Con datos en extremo reducidos, realizamos el balance hídrico y poder considerar como valido el resultado obtenido. Encontramos un método alternativo para el balance y consideramos que el resultado es acorde con los caudales reales actuales de descarga de lixiviado, de acuerdo con dato de la tabla anterior y por el siguiente cálculo 24,055.33 m^3/365 dia = 65.9 m^3/dia, de generación de lixiviado.

A.8.8.4 Cuantificación Análoga

El mayor problema medioambiental de los Rellenos Sanitarios es el impacto producido por la infiltración de los lixiviados en las aguas subterráneas *(Baedecker y Back, 1979; Christensen et al., 2001; Vadillo, 2003)*. En los Relleno Sanitarios incontrolados no suelen existir medidas de la producción de lixiviado, por lo que una forma de estimar el volumen de lixiviado es mediante la realización de un balance hídrico.

En la búsqueda de respuestas, se caracterizan los diferentes componentes del balance hídrico en el Relleno Sanitario. Ello permite, junto con el cálculo del área de vertido para cada año, cuantificar el volumen de lixiviado generado a lo largo del ultimo año (2019).

A.8.8.5 Enclave geográfico e historia del vertido.

Los residuos son de origen urbano, el volumen aproximado de basura (2.706.507,30 m^3) y en el siguiente gráfico se puede apreciar el crecimiento del mismo.

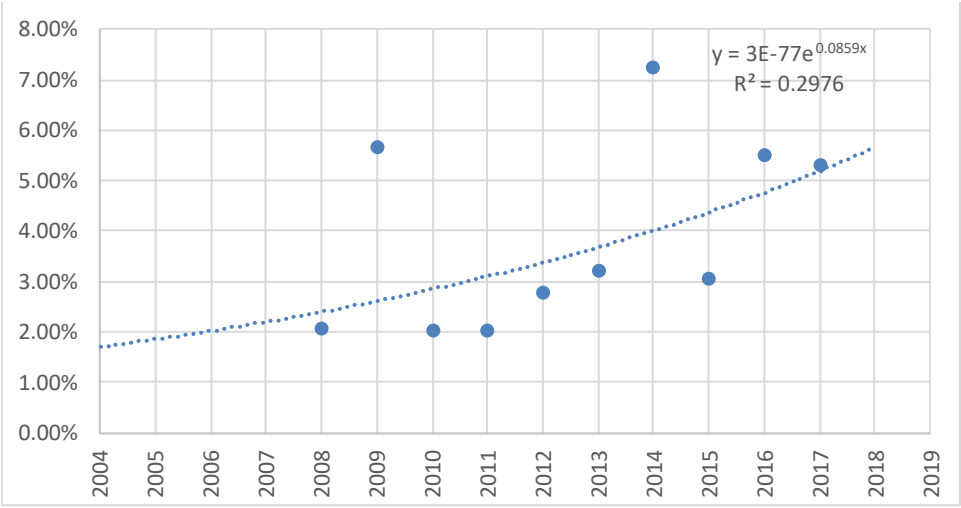


Gráfico A-18 Incrementos reales

Fuente: Elaboración Propia

Este análisis descartó datos extremos y negativos, para establecer una tendencia que matemáticamente arroja el mejor resultado exponencial. Posteriormente se obtuvo un gráfico de la producción real y esperada, incluyendo la que se muestra en el Gráfico A-19.

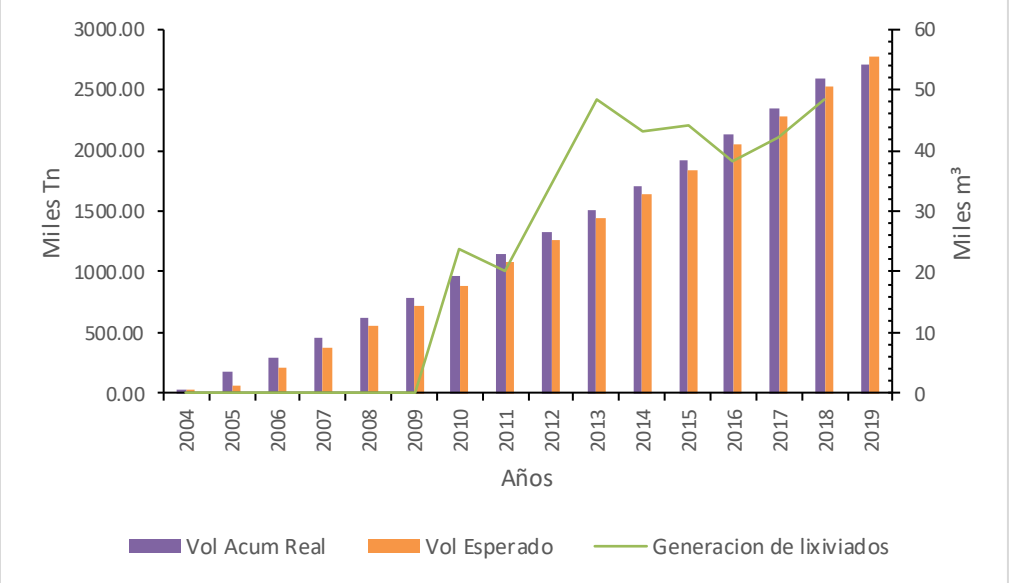


Gráfico A-19 Volumen Acumulado de Residuos Ingresados al RSNJ
Fuente: Elaboración Propia

De la misma manera se puede observar un crecimiento de generación de lixiviado, el 2013.

A.8.8.6 Recopilación y tratamiento de datos climatológicos
(Métodos de cálculo de evapotranspiración potencial)

Se han recopilado variables meteorológicas de las estaciones de El Alto. La recopilación de variables de la estación se ha justificado porque alguno de los métodos empleados para el cálculo diario de la evapotranspiración potencial requería variables que no existen en la zona.

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial se ha escogido la ecuación de Método de Hargreaves_01, Método de Hargreaves_02 (Hargreaves y Samani, 1985), Método de Turc (Turc, 1954), Método de Jensen– Haise, Método de Serruto (1993), Método de Priestley – Taylor y Método de Makkink. Eligiendo el étodo de Jensen – Haisen, que arroja valores más conservadores.

En la siguiente Tabla presentamos los resultados obtenidos:

Tabla A-65 Cálculo de Evapotranspiración Potencial

Mes	Método de Hargreaves _01	Método de Hargreaves _02	Método de Turc	Método de Jensen - Haise	Método de Serruto	Método de Priestley - Taylor	Método de Makkink	ETo Elegido	d(días)	ETP
Enero	2.77	3.55	2.48	2.42	4.62	3.80	2.79	3.20	31	75.09
Febrero	3.20	3.37	2.60	2.48	4.43	3.91	2.93	3.27	28	69.51
Marzo	2.77	3.36	2.42	2.34	3.89	3.66	2.82	3.04	31	72.67
Abril	2.87	3.08	2.47	2.32	3.20	3.45	2.85	2.89	30	69.49
Mayo	2.63	2.86	2.19	1.98	2.43	2.96	2.78	2.55	31	61.44
Junio	2.42	2.68	1.92	1.61	2.00	2.55	2.52	2.24	30	48.30
Julio	2.39	2.70	1.84	1.64	2.11	2.68	2.58	2.28	31	50.77
Agosto	2.63	3.15	2.05	1.87	2.59	3.13	2.82	2.60	31	57.96
Setiembre	3.11	3.36	2.53	2.38	3.39	3.74	3.14	3.09	30	71.28
Octubre	3.02	3.75	2.52	2.45	4.00	3.94	3.14	3.26	31	75.85
Noviembre	3.39	3.80	2.97	2.85	4.51	4.25	3.33	3.59	30	85.64
Diciembre	3.04	3.70	2.71	2.68	4.60	4.04	3.05	3.40	31	83.20

Fuente: Elaboración Propia

Exponiendo el resultado en el siguiente gráfico:

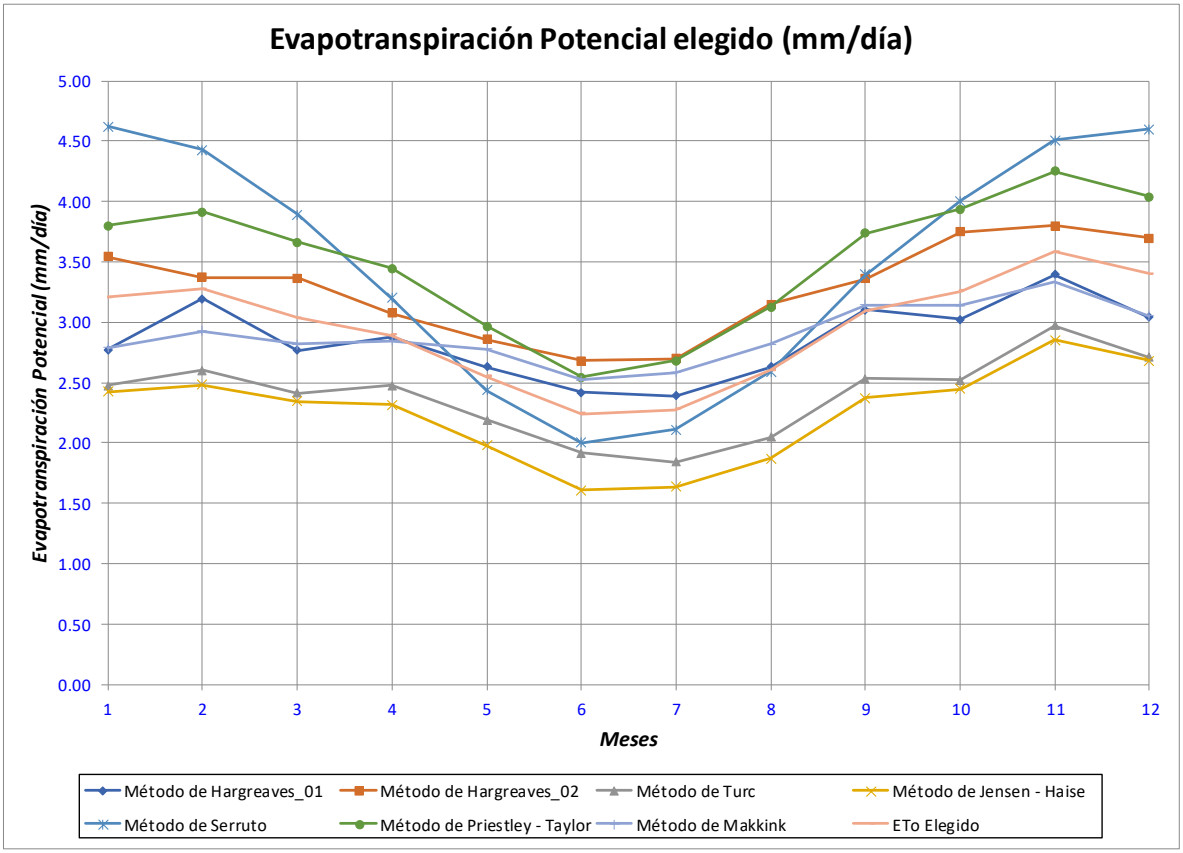


Gráfico A-20 Evapotranspiración Potencial Elegida
Fuente: Elaboración Propia

A.8.8.7 Flujos de entrada y de salida en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín

A partir de los flujos teóricos en un Relleno Sanitario de residuos del modelo conceptual, se han reconocido los flujos de entrada y salida existentes en el RSNJ. Así,

(1) Por los estudios de campo, y copilacion de equipos técnico, además, de las tomográficas realizadas en el mes de noviembre 2019, identificamos zonas húmedas de infiltración (PER) en subsuelo;
(2) No se encontró evidencias de realizar una practica común, que es, el cubrimiento de la basura con material impermeable (cobertura);
(3) no se ha irrigado el residuo con los lixiviados;
(4) no se han vertido lodos o fangos de depuradora;
(5) no ha existido una capa vegetal permanente que produjera transpiración y
(6) no ha sido posible la entrada de agua del subsuelo porque el nivel piezométrico está situado a varias decenas de metros por debajo de la base del Relleno Sanitario y las variaciones estacionales son inferiores a esa cifra.

Por otro lado, el flujo de entrada al Relleno Sanitario en forma de escorrentía superficial es muy limitado.

De todos los elementos que concurren en el Relleno Sanitario Nuevo jardín, las entradas y salidas por factores inherentes al residuo, como la biodegradación o el vapor de agua eliminado a la atmósfera, son despreciables frente al resto de factores. El principal flujo de entrada es la infiltración de la precipitación y como únicos flujos de salida destacan la evaporación, percolación, descarga superficial de lixiviado y variación de la humedad en el seno del residuo, aunque en este último caso sólo es un proceso a considerar en los primeros centímetros de profundidad y en Rellenos Sanitarios jóvenes (Booth y Price, 1989; Bendz et al., 1997) por lo que en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín una vida activa de 13 años, se considera que se ha alcanzado el máximo almacenamiento de agua. La principal consecuencia es que la humedad en las zonas menos superficiales del Relleno Sanitario sería independiente de la estación del año, generando un flujo continuo de lixiviado. Este último aspecto se ha podido constatar en el campo, con la observación de caudales casi constantes de lixiviado durante las épocas de estiaje.

A.8.8.8 Volumen de lixiviado generado

Se ha aplicado la ecuación de balance hídrico deducida para el Relleno Sanitario de residuos sólidos en Nuevo Jardín, Siendo P la precipitación, EVP la evaporación potencial. Al no existir procesos de E escorrentía en la superficie del Relleno Sanitario, toda la lluvia útil generada se infiltrará y producirá lixiviado, y la salida del sistema sólo se producirá mediante percolación por la base del Relleno Sanitario o por salida superficial. A partir de la EVP mensual y los datos de precipitación se calculó la Evaporación real (EPR) y la lluvia útil (IR), adoptando las hipótesis de reserva de 45 mm. Con este último componente del balance hídrico y el área de vertido anual, obteniendo la pérdida (PER). Ver Tabla A-66.

Tabla A-66 Volumen de Lixiviado Generado

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
EVP	75.09	69.51	72.67	69.49	61.44	48.30	50.77	57.96	71.28	75.85	85.64	83.20
P	108.70	104.20	38.70	67.80	12.40	1.80	17.00	0.60	43.20	39.30	93.00	80.60
EVP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
In	108.70	104.20	38.70	67.80	12.40	1.80	17.00	0.60	43.20	39.30	93.00	80.60
Ir	33.61	34.69	-33.97	-1.69	-49.04	-46.50	-33.77	-57.36	-28.08	-36.55	7.36	-2.60
Hs	38.38	45.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.36	4.76
Epr	75.09	69.51	38.70	67.80	12.40	1.80	17.00	0.60	43.20	39.30	85.64	83.20
VHs	35.77	6.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.36	2.60
Per	0.00	28.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: elaboración Propia

Este Balance considera que:

$$\Delta Hs = 0 \begin{cases} \text{si, Hs es máximo e ir} \geq 0 \\ \text{si, Ir} < 0 \quad \text{y} \quad Hs = 0 \end{cases}$$

ΔHs = Hs(max), si Hs(del mes anterior) = 0 e ir > Hs(max)
ΔHs = Ir, si Ir $\leq$ 0 y Hs anterior > |Ir|
ΔHs = Hs anterior, si Ir < 0 y |Ir| > Hs anterior
ΔHs = Hs (max) – Hs (del mes anterior) si Ir > Hs (del mes anterior)
ΔHs = Ir, si Ir $\geq$ 0, Ir $\leq$ (Hs max) – Hs (del mes anterior)
ΔHs = (Hs (max) – Hs (del mes anterior)), si Ir > 0, Ir $\geq$ (Hs(max) – Hs (del mes anterior))

Complementado por el método suizo:

$$Q = \frac{1}{t} \times P \times A \times k$$

Q= Caudal medio de lixiviado (lt/seg)

P= Precipitación media anual (mm/año)

A= Área superficial del relleno (m^2) (area con disposición de residuos sólidos, celdas)

t= Número de segundos en un año (31536000 seg/año)

k= Coeficiente que depende del grado de compactación de la basura en (m/mm)

Con toda esta información se procedió a realizar el balance hídrico para el año 2019, con datos proyectados en función de la información que se puede acceder, mostrando el mismo en la siguiente tabla.

Tabla A-67 Balance Hídrico para 2019

			Lixiviados de los RSU		Balance hídico			Método suizo		
Enradas	Acumuladas	Superfície	Kg por Ton	m3/año	Litos/m2	M3/año	Total/mes	Litros/m2	m3/año	Total/año
27,504.28	27,504.28	37,374.13	55.04	1,513.97	28.07	1,048.95	2,562.92	0.4629	17,298.69	18,812.66
157,689.20	185,193.48	37,374.13	55.04	8,679.99	28.07	1,048.95	9,728.94	0.4629	17,298.69	25,978.68
109,464.56	294,658.04	37,374.13	55.04	6,025.47	28.07	1,048.95	7,074.42	0.4629	17,298.69	23,324.16
165,159.43	459,817.47	37,374.13	55.04	9,091.19	28.07	1,048.95	10,140.14	0.4629	17,298.69	26,389.88
164,842.06	624,659.53	37,374.13	55.04	9,073.72	28.07	1,048.95	10,122.67	0.4629	17,298.69	26,372.41
168,287.54	792,947.07	37,374.13	55.04	9,263.37	28.07	1,048.95	10,312.32	0.4629	17,298.69	26,562.06
177,817.08	970,764.15	69,409.09	55.04	9,787.92	28.07	1,948.05	11,735.97	0.4629	32,126.14	41,914.06
177,629.08	1,148,393.23	69,409.09	55.04	9,777.58	28.07	1,948.05	11,725.63	0.4629	32,126.14	41,903.71
181,288.82	1,329,682.05	69,409.09	55.04	9,979.03	28.07	1,948.05	11,927.08	0.4629	32,126.14	42,105.16
186,378.13	1,516,060.18	69,409.09	55.04	10,259.17	28.07	1,948.05	12,207.22	0.4629	32,126.14	42,385.30
192,376.07	1,708,436.25	106,783.22	55.04	10,589.32	28.07	2,997.00	13,586.32	0.4629	49,424.83	60,014.15
206,307.79	1,914,744.04	106,783.22	55.04	11,356.19	28.07	2,997.00	14,353.19	0.4629	49,424.83	60,781.02
212,664.03	2,127,408.07	106,783.22	55.04	11,706.07	28.07	2,997.00	14,703.07	0.4629	49,424.83	61,130.90
224,424.25	2,351,832.32	106,783.22	55.04	12,353.41	28.07	2,997.00	15,350.41	0.4629	49,424.83	61,778.24
236,370.09	2,588,202.41	106,783.22	55.04	13,010.97	28.07	2,997.00	16,007.97	0.4629	49,424.83	62,435.80
250,920.79	***2,839,123.20***	***106,783.22***	***55.04***	***13,811.91***	***28.07***	***2,997.00***	***16,808.91***	***0.4629***	***49,424.83***	***63,236.74***
				156,279.28		32,067.89	188,347.16		528,845.65	685,124.93
				28.54		5.86	**34.40 m3/d**		96.59	**130.99 m3/d**

Fuente: Elaboración Propia

Se compara con los registros de generación de lixiviados, obteniendo por medio de la hoja que proyecta un valor promedio de 82.70 kg (residuos)/m^3 (lixiviado)

El método de balance hídrico, tiene un comportamiento del método suizo, es sobre estimado diferenciado un mínimo y máximo, con lo que el promedio arroja el valor calculado.

A.8.9 Pluma Contaminante

Un Relleno Sanitario ne debe generar contaminación. Por ello, no se desarrollan modelos de contaminación de Rellenos Sanitarios, puesto que los mismos deben contar con sistemas de drenaje y sistemas de tratamiento que garanticen el funcionamiento de un Relleno Sanitario en forma normal, es decir, construirlo conforme está proyectado, reduciendo a casi cero la posibilidad de contaminación.

En caso de suceder un evento como el que motivó la Auditoría Ambiental, determinar la pluma contaminante es un proceso para el que se necesitan muchos datos en un determinado tiempo. Hubiera sido ideal que los operadores del RSNJ hubieran efectuado monitoreos subterráneos luego del evento, para ir construyendo lo que significa el modelo para la determinación de la pluma contaminante. Del mismo modo, hubiera sido muy provechoso el hecho de que dichos monitoreos hubieran sido efectuados cada cierto tiempo en la etapa de operación del evento, sin embargo, ello no ha ocurrido.

Por dicha razón, se ha procedido a correr el modelo con todos los datos existentes (que son escasos) y con el monitoreo que la empresa efectuó. Para ello se utilizó el programa Visual Modflow.

A.8.9.1 Generalidades

El Visual Modflow es un Software de modelado de flujo de agua subterránea y transporte de contaminantes, es más que una simple interfaz gráfica de usuario para simulaciones de agua

subterránea MODFLOW. Visual MODFLOW Flex reúne códigos estándar de la industria para el flujo de aguas subterráneas y el transporte de contaminantes, herramientas esenciales de análisis y calibración, y sorprendentes capacidades de visualización en 3D en un entorno de software único y fácil de usar.[8]

A.8.9.2 Ejemplo de Modelo Conceptual

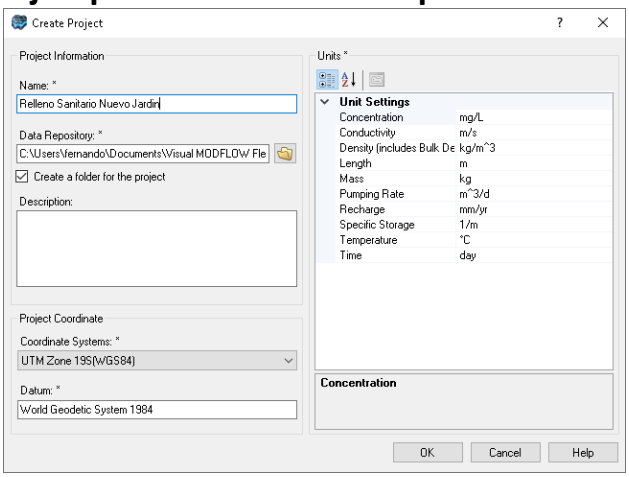


Figura A-33 Visual Modflow – Modelo Conceptual (1)
Fuente: Visual Modflow ©

Es importante inicialmente definir las unidades a utilizar en el programa puesto que ya no podrán ser modificadas futuramente.

Se ingresaron: la superficie, denominada feb_24_02tt, el contacto de arcillas y arenas, adicionalmente se introdujo el nivel estático piezométrico y un basamento, polígonos Área de influencia directa AID, área que cubre los residuos, polilíneas, río, quebrada Alpacoma y las lianas piezométricas, finalizando se ingresaron los dos puntos de monitoreo de concentraciones correspondientes al Pm-0.3-r y Pm-7.

[8] www.waterloohydrogeologic.com

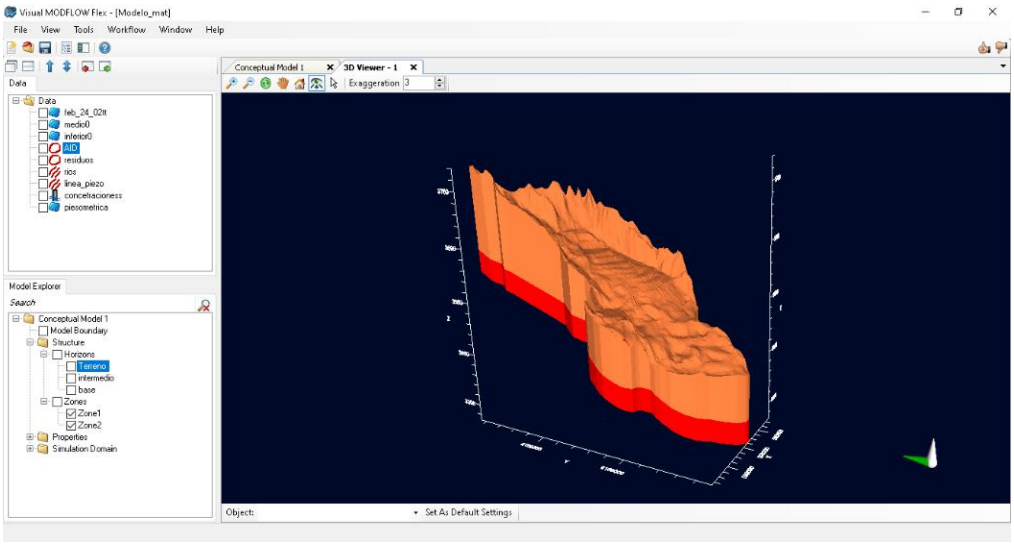


Figura A-34 Visual Modflow – Modelo Conceptual (2)
Fuente: Visual Modflow ©

A.8.9.3 Definición de las propiedades de las zonas

En los estudios de campo se identificaron las zonas, así como en los informes de geología e hidrogeología se identificaron Arcillas y arenas, todos correspondientes a la formación La Paz, según se presenta en la siguiente Tabla:

Tabla A-68 Zonas Hidrogeológicas

UNIDADES HIDROGEOLOGICAS	UBICACION	LITOLOGIA	PERMEABILIDAD	K cm/seg
Residuos urbanos	Celdas del Relleno Sanitario RSNJ	Rocas fracturadas consolidadas, poca porosidad	Permeables (teórico)	$1x10^{-2}$
Formación La Paz	Presente en todo el paisaje y en toda la zona	Matriz arcillosa, con presencia pequeños lentes de arenas de grano fino y microconglomerados poco consolidados	Baja Permeabilidad	CL- $4.43x10^{-3}$ SC-$2.66x10^{-2}$
Depósitos Cuaternarios	Al ser constituidos por torrentes de barro y masas deslizables se encuentran diseminadas en casi toda el área	Composicion heterogenea con clastos de areniscas hasta 15 cm, con presencia de arenas y materiales finos como arcillas	Permeables	SW-$1.8x10^{-2}$

Fuente: Elaboración Propia

Es necesaria una conductividad Hidrogeológica tridimensional en la que asumiremos el criterio de Kx=Ky=10Kz, con base en la bibliografía y experiencia profesional.

A.8.9.4 Condiciones de Borde

Las condiciones de borde o frontera, correspondiente a la quebrada de Alpacoma, precipitaciones y evapotranspiración para 12 meses, obtenidos en el balance hídrico para el 2019. Con respecto al nivel freático, que es una condición inicial de análisis es necesario aclarar, que en terreno tenemos solo dos muestreos, que fueron completados e interpolados con la información complementaria de otras perforaciones antiguas estudios geofísicos, lo que permitió definir el nivel freático de la zona. Recomendando la implementación de una red monitoreo de aguas subterráneas distribuidas aguas arriba como abajo.

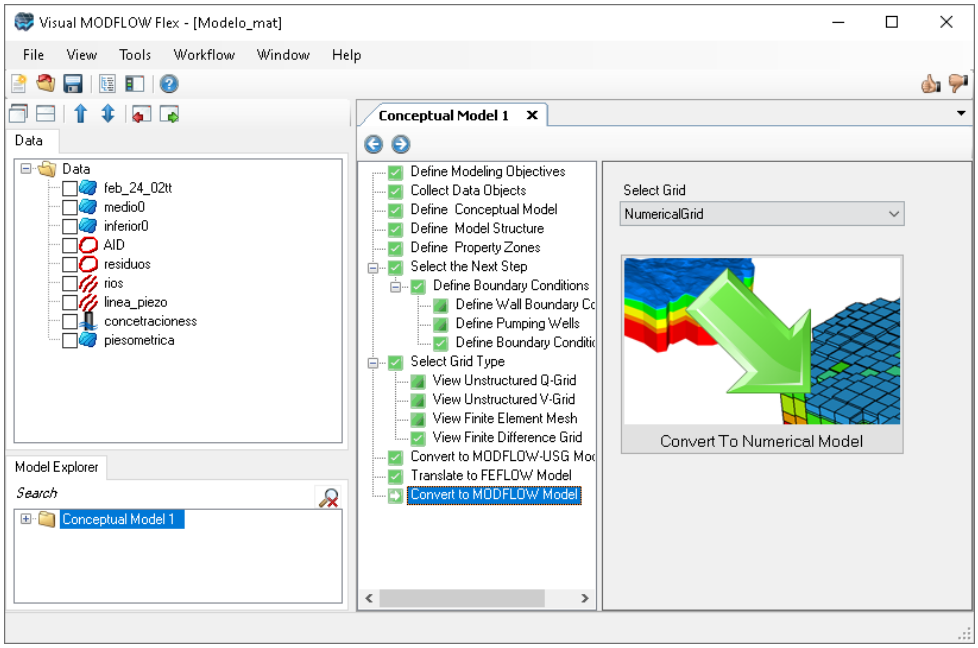


Figura A-35 Visual Modflow – Condiciones de Borde
Fuente: Visual Modflow ©

A.8.9.5 Grilla de diferencias finitas

La determinación de tamaño de la grilla es importante, menor el tamaño de celda mayor requerimiento de la memoria del Pc, para ser calculado, un tamaño fue establecido en 15 para vertical y 15 horizontal. Culminando la definición del Modelo Conceptual convertimos a modelo Numérico.

A.8.9.6 Modelo Conceptual - Aplicación.

Obtenido el modelo conceptual, se procede a la obtención del modelo Numérico, en el cual se adicionan dos nuevas propiedades, la primera fue correspondiente al polígono de los residuos sólidos, que tiene Kx=Ky=10Kz, correspondiente a residuos sólidos una propiedad de una capa permeable (arena fina con sedimento). Un segundo ingreso viene a ser un paleocanal de SurOeste a Sur que tiene una conductividad obtenida en el Piezómetro Pm-7.

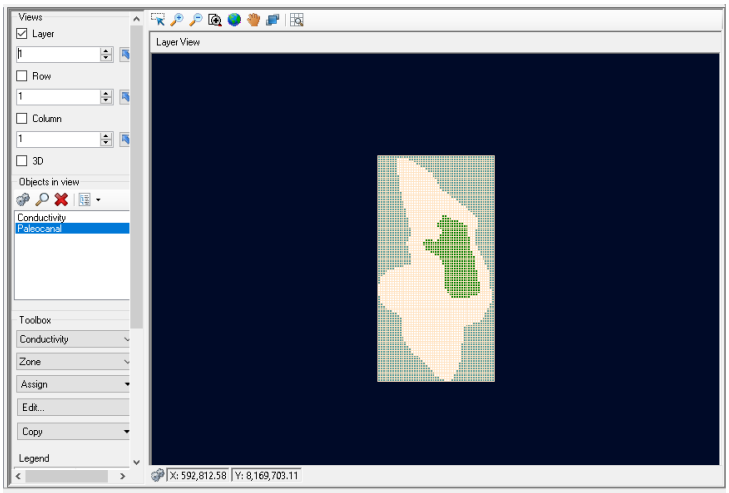


Figura A-36 Modelo Conceptual – Aplicación (1)
Fuente: Visual Modflow ©

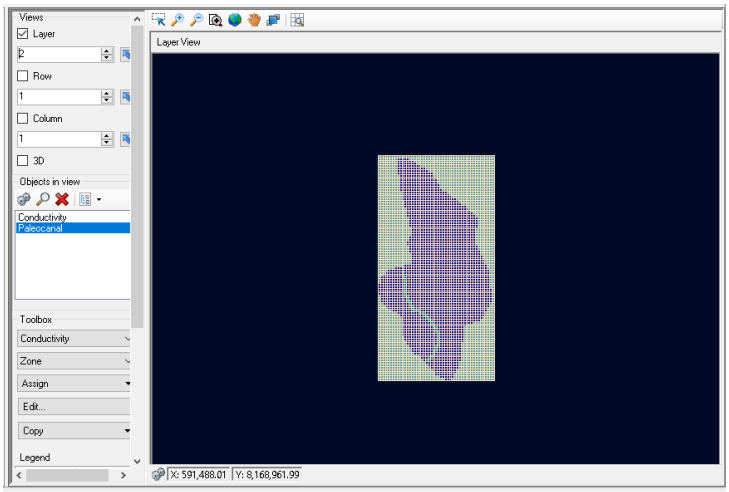


Figura A-37 Modelo Conceptual – Aplicación (2)
Fuente: Visual Modflow ©

A.8.9.6.1 Modelo Conceptual (Estático).

Un procedimiento inicial es hacer una primera corrida, que sería en estado estacionario, es decir sin cambios en el tiempo. Obteniendo los siguientes resultados:

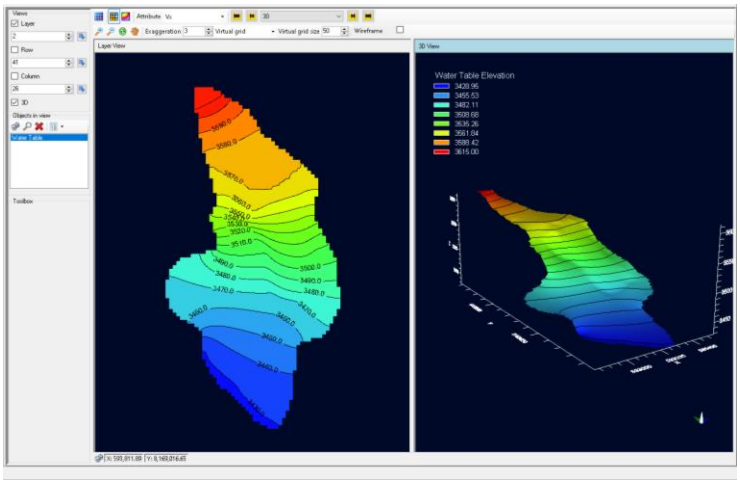


Figura A-38 Modelo Conceptual Estático
Fuente: Visual Modflow ©

Donde observan las Water Table, (nivel freático), que son aceptables, acordes a escenario inicial establecidos por el consultor, cotejando con los valores obtenidos en campo.

A.8.9.6.2 Modelo Conceptual (Transitorio)

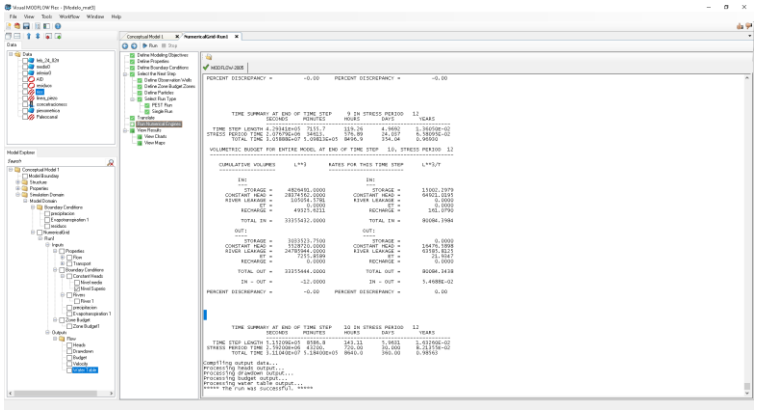


Figura A-39 Modelo Conceptual Transitorio
Fuente: Visual Modflow ©

Revisando que el modelo numérico no contenga errores, se procede a realizar el análisis en régimen transitorio 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 y 360, correspondiente a los 12 meses del año 2019.

A.8.9.7 Transporte de Contaminantes.

Para el transporte de contaminares se empleó la concentración obtenida en el punto Pm-7, que serán influenciados por una zona con concentracciones de Lixiviados, lo que permite obtener los siguientes resultados. Aclarando que sólo fueron simulados los procesos de Transporte de contaminantes, por lo que los procesos de advección y conexión no fueron considerados.

A modo de ejemplo, interpretaremos desde la Figura A-40 a la Figura A-49, cuyos resultados son los siguientes:

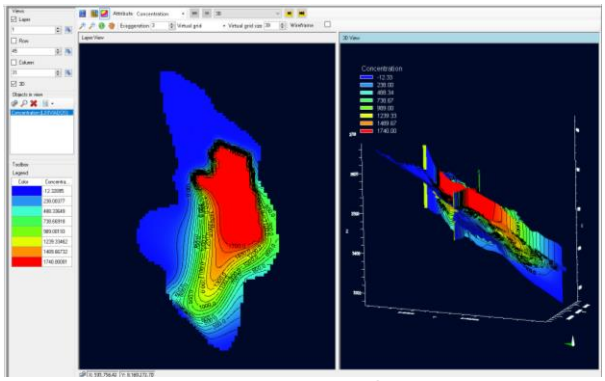


Figura A-40 Para el día 30
Fuente: Visual Modflow ©

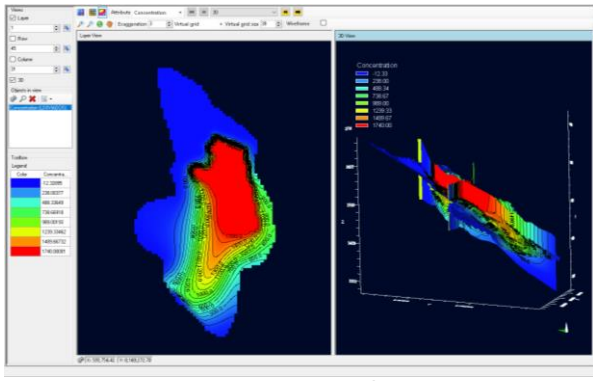


Figura A-41 Para el día 60
Fuente: Visual Modflow ©

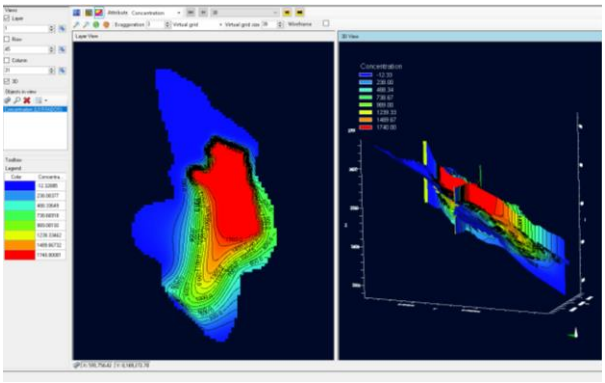


Figura A-42 Para el día 90
Fuente: Visual Modflow ©

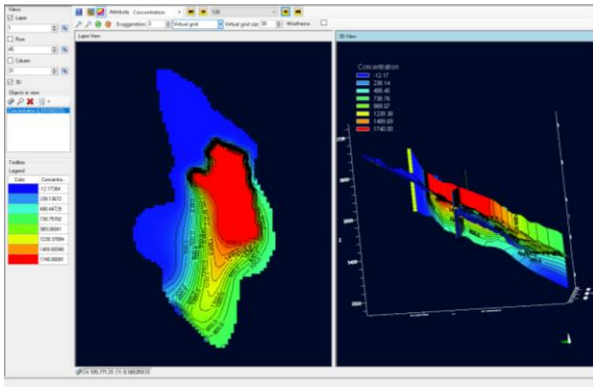


Figura A-43 Para el día 120
Fuente: Visual Modflow ©

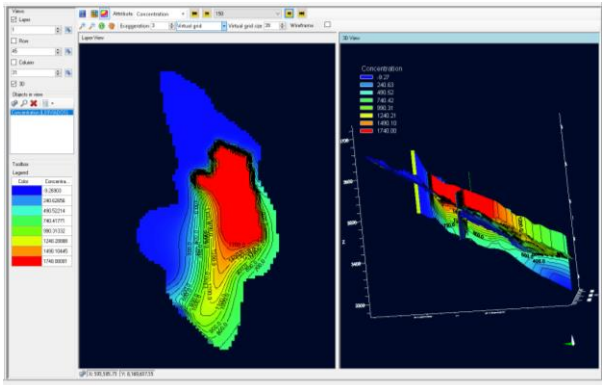


Figura A-44 Para el día 180
Fuente: Visual Modflow ©

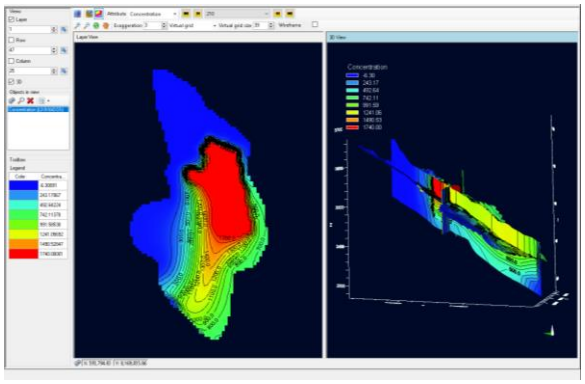


Figura A-45 Para el día 210
Fuente: Visual Modflow ©

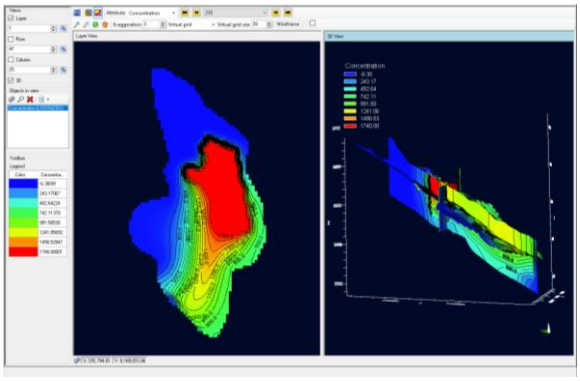


Figura A-46 Para el día 240
Fuente: Visual Modflow ©

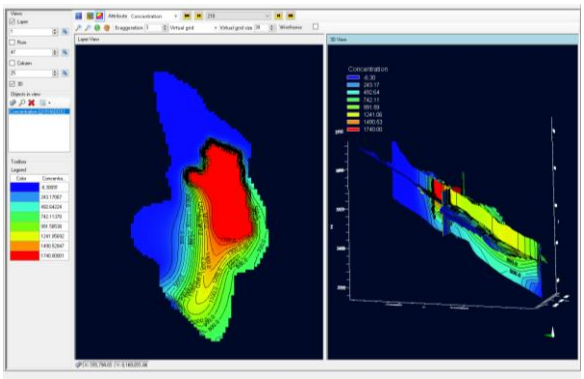


Figura A-47 Para el día 300
Fuente: Visual Modflow ©

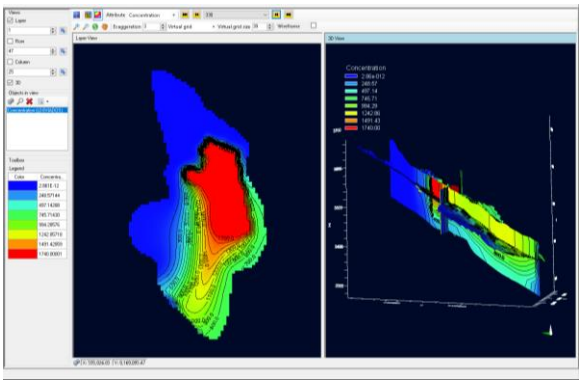


Figura A-48 Para el día 330
Fuente: Visual Modflow ©

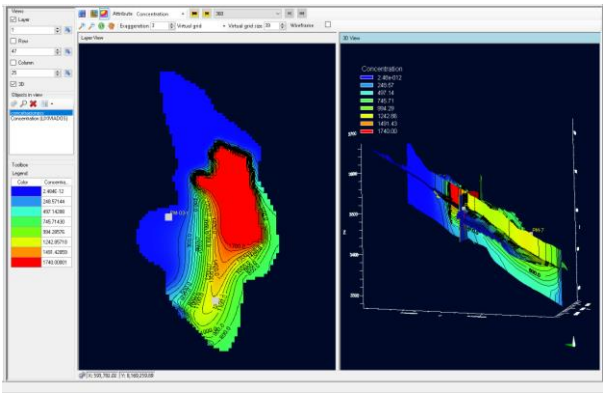


Figura A-49 Para el día 360
Fuente: Visual Modflow ©

A.8.10 Calidad de los factores ambientales

Las condiciones de calidad de los factores ambientales actuales representan la base para estimar las medidas de mitigación, adecuación y/o remediación, si aplicará el caso. A este efecto, se lograron resultados analíticos de laboratorio de cada uno de los factores ambientales de acuerdo al Programa de Monitoreo Ambiental.

- Calidad del Aire: PM10, Partículas Biológicas Viables, Biogás y olores
- Calidad de Aguas: Superficiales, Subterráneas y Lixiviado.
- Calidad de los Suelos: Suelo y queque

Para este fin se contrató a tres diferentes laboratorios: SGLAB, GreenLab (convertido en TresRíos Ltda.), con mayor acreditación que el primero y SI2M; el análisis y evaluación de los resultados de laboratorio son los siguientes:

A.8.10.1 Calidad del Aire: PM10, Partículas Biológicas Viables, Biogás y Olores

A.8.10.1.1 Partículas Menores a 10 micrones (PM10)

La selección de los dos puntos de monitoreo de Partículas Menores a 10 micrones se justica en función a la afectación al medio ambiente y a la salud humana, razón por la cual se midió los valores de calidad del aire en el sector de Administración del RSNJ, por donde circulan vehículos de transporte de RSD, permanece personal, y, en la población aledaña a 1.240 metros del emplazamiento de la AOP con las

mismas razones de afectación a la calidad aire, circulación de vehículos a mayor velocidad. El enfoque de las mediciones es ambiental.

El Laboratorio SGLAB midió y evaluó la calidad del aire en el parámetro de partículas menores a 10 micrones (PM10) en fechas del 10 al 11 de noviembre de 2019 en dos lugares con códigos, descripción de puntos de monitoreo y resultados:

Tabla A-69 Resultados de la Calidad del Aire – PM 10

N°	PARÁMETRO DE CALIDAD	CÓDIGO	RESULTADO, µg/m^3	Límite Permisible, µg/m^3	UBICACIÓN
1	PM10	AI-01 AA PM10	85,4	150 en 24 horas	Area Administrativa del RSNJ
2		AI-02 AA PM10	107,7		Vía de acceso principal al RSNJ

Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de laboratorio ver Anexo 3.

Fotografía A-6 Resultados del PM10

Fuente: Los Álamos IC SRL

Los resultados obtenidos de la evaluación de la calidad de aire para el parámetro de PM10 en ambos puntos de medición, concluyen en que no existe afectación al medio ambiente, debido que sus valores no exceden el límite permisible dispuesto por el RMCA, Anexo 1 de 150 µg/m^3 para el periodo de caracterización estadística de 24 horas. Sin embargo, de acuerdo al cálculo y resultados por la aplicación del ICA la calidad del aire para el día de la medición, el riesgo a corto plazo es Alto para la salud por la exposición y el calificativo del aire es Muy Malo.

Para determinar el Indice de Contaminación Atmosférica (ICA) se aplicó el procedimiento explicito de la NB 62018 con los siguientes resultados:

$$I_i = \frac{C_i * 100}{VLP_i}$$

Donde:
$I_i = Indice\ Calculado\ para\ cada\ el\ contaminante\ considerado$
$C_i = Concentración\ medida\ del\ contaminante$
$VPL_i = Valor\ limite\ permisible\ del\ contaminante$
$ICA = Indice\ de\ Contaminación\ Atmosférica$

Para el PM 10, tenemos que:

$$I_{PM10} = \frac{C_{PM10} * 100}{VLP_{PM10}}$$

$VLP_{PM10} = 50\ \mu\frac{g}{m^3}\ para\ 24\ horas$

Reemplazando los valores en la fórmula se obtiene los siguientes resultados:

Tabla A-70 Cálculo del Índice para PM 10

N°	PARÁMETRO DE CALIDAD	CÓDIGO	RESULTADO, µg/m^3	I_{PM10}
1	PM10	AI-01 AA PM10	85,4	170
2		AI-02 AA PM10	107,7	215,4

Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de laboratorio ver Anexo 3.

$El\ ICA = 170\ e\ ICA = 215\ respectivamente\ para\ los\ puntos\ de\ muestreo$

Entonces tenemos que:

Tabla A-71 Nivel de calidad del aire

N°	PARÁMETRO DE CALIDAD	CÓDIGO	RESULTADO, µg/m^3	I_{PM10}	Nivel de calidad de aire
1	PM10	AI-01 AA PM10	85,4	170	Muy malo
2		AI-02 AA PM10	107,7	215,4	Muy malo

Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de laboratorio ver Anexo 3.

A.8.10.1.2 Partículas Biológicas Viables (PBV)

La selección de los dos puntos de monitoreo para las Partículas Biológicas Viables (PBV) se justica en función a la afectación principalmente a la salud humana (ocupacional). Los lugares de mayor concurrencia determinados en el momento de la AA, fueron las oficinas de SIREMU y la Macrocelda 4, Banquina 7 donde se desarrollan trabajos del Plan de Contingencias y Cierre del RSNJ. Al ser ambientes abiertos con alta circulación del áire, los tiempos de exposición no son prolongados, se reduce el riesgo por el empleo de elementos de protección personal. El enfoque de la evaluación fue ocupacional.

La calidad del aire para el Recuento Total de Bacterias Mesófilas, Hongos, Levaduras y Salmonela se presenta en la Tabla:

Tabla A-72 Partículas Biológicas Viables

Código de Muestra	Ubicación	Partículas Biológicas Viables	Resultado UFC/m^3	CONDICION
AI-01 AA PBV	Sector Norte Oficinas de SIREMU	Recuento Total Bacterias Mesófilas Totales	1736	Contaminado
		Recuento de Hongos y Levaduras	87	No Contaminado
		Salmonela	0	Sin observación
AI-02 AA PBV	Marcocelda 4 – Banquina 7	Recuento Total Bacterias Mesofilas Totales	5560	Muy Contaminado
		Recuento de Hongos y Levaduras	222	Ligeramente Contaminado
		Salmonela	0	Sin observación

Fuente: Manifiesto Ambiental del RSNJ – Elaboración Propia en base a resultados de laboratorio ver Anexo 3.

Para el grado de contaminacióndel aire, se emplea de manera referencial la tabla de Pierre Boutin (Boutin M. Torre Moline e Boissinot. Advances in Aerobiology. Bimhauser Vertag Basel). A nivel subnacional o nacional, no existe una normativa referencial que fije grados de afectación por el aire contaminado por partículas biológicas viables.

Cuadro A-24 Escala de Pierre Boutin para grado de contaminación

UFC/m^3	Cualidad
Menor a 200	No contaminado
De 200 hasta 800	Ligeramente contaminado
De 801 hasta 2500	Contaminado
De 2501 hasta 8000	Muy contaminado
Mayor a 8000	Fuertemente contaminado

Fuente: Fuente: Bacterial Atmospheric Contamination in Wastewater Treatment Plants

En el sector administrativo el aire está impactado por Bacterias Mesófilas en un grado de **Contaminado**; dentro del Relleno (Macrocelda 4 Banquina 7) el impacto es mayor a **Muy Contaminado y Ligeramente Contaminado**.

A.8.10.1.3 El biogás

Se confirmó que en el Relleno Sanitario existen 39 captadores apagados, 25 en combustión y 10 colmatados con lixiviado y 2 intermitentes, como se detalla en la Tabla.

Tabla A-73 Resumen Captadores

CAPTADORES	**Nº**
Apagados	39
Combustión	25
Lixiviados	10
Intermitente	2
TOTAL	76

Fuente: Elaboración propia por inspección de campo.

En el trabajo de la Fase 2 (En Anexos), se hizo el inventario de 76 captadores de biogás y con especificación de su status. A la fecha, el relleno sanitario en etapa de cierre ha sido cubierto casi en su totalidad con una geomenbrana y se ha recompuesto la captación del biogás.

Complementariamente, durante el trabajo de campo para evaluar la calidad de las emisiones de biogás han sido caracterizadas las siguientes variables:

a. Flujo de gas (presión dinámica, presión estática, velocidad y caudal)
b. Determinación de la densidad del biogás, a partir de la composición química
c. Explosividad

Para llevar a cabo la medición de los parámetros indicados un día antes se apagaron los captadores que estarían en combustión. Las chimeneas monitoreadas son las siguientes:

Tabla A-74 Ubicación de Captadores de Biogás

Ítem	Código	Ubicación
1	AI-01 AA BIO (69)	Macro celda 4, Banquina 7
2	AI-02 AA BIO (66)	Macro celda 4, Banquina 7
3	AI-03 AA BIO (62)	Macro celda 4, Banquina 7
4	AI-04 AA BIO (33)	Macro celda 2, Banquina 3
5	AI-05 AA BIO (30)	Macro celda 2, Banquina 3
6	AI-06 AA BIO (26)	Macro celda 2, Banquina 3
7	AI-07 AA BIO (C1)	Macro celda 1, Banquina 1
8	AI-08 AA BIO (C2)	Macro celda 1, Banquina 1

Fuente: Elaboración Propia

Se han monitoreado ocho (8) chimeneas pertenecientes a 3 macro celdas que emiten biogás a diferentes velocidades, concentraciones y flujos. Existen variaciones en el flujo de emisión. El mayor valor de flujo medido fue de 1,96 m^3/hr (chimenea 2, macro celda 1) y un valor mínimo de 0,98 m^3/hr para la chimenea 62 de la macro celda 4.

La densidad media ponderada del biogás es de 1,185 kg/m^3 en condiciones normales y como gas seco. Como gas húmedo el valor es de 1,181 kg/m^3. En las condiciones de operación la densidad del biogás es de 0,7020 y 0,003 kg/m^3.

Tabla A-75 Concentración del Biogás en Condiciones Normales

Parámetro	Código	M4	Código	M4	Código	M4	Código	M2	Promedio
	AI-01 AA BIO	69	AI-02 AA BIO	66	AI-03 AA BIO	62	AI-04 AA BIO	33	
Coordenadas	593308	8169404	593338	8169382	593355	8169355	593355	8169185	
CH_4, %	36,9		23,4		3,8		35,8		25,0
CO_2, %	22,4		14,4		2,3		22,8		15,5
O_2, %	4,8		13		19,5		6,2		10,9
N_2, %	18		48,8		73,3		23,1		40,8
Otros, %	18		0,4		1,1		12,1		7,9
Parámetro	**Código**	**M2**	**Código**	**M2**	**Código**	**M1**	**Código**	**M1**	**Prom Gral.**
	AI-05 AA BIO	30	AI-06 AA BIO	26	AI-07 AA BIO	C1	AI-08 AA BIO	C2	
Coordenadas	593371	8169190	593418	8169198	593362	8169097	593326	8169093	
CH_4, %	13,8		0,2		11		27,6		19,7
CO_2, %	8,9		3,7		6,2		13,9		11,8
O_2, %	15,6		18,7		16,2		11,3		13,2
N_2, %	58,7		70,3		60,9		42,6		49,5
Otros, %	3,1		2,1		5,6		4,5		5,9

Fuente: Elaboración propia con base en resultados de laboratorio, ver Anexo 3 Donde: M = Macrocelda; C: Celda

Fotografía A-7 Captadores de Biogás
Fuente: Los Álamos IC SRL

Los puntos más dinámicos y activos se encuentran en las banquinas 7, 3 y 1 donde existen mayor cantidad de captadores. En la base de cada talud se identifican emisiones fugitivas en constante actividad que llegan a la etapa de autoignición como se identificó en banquina 3 durante la medición de biogás y olores (11/12/2019).

No existen parámetros o límites permisibles de comparación para el biogás. La materia orgánica de diferente edad genera una degradación no uniforme al interior del RSNJ, entonces, la composición de las emisiones también puede ser variable. Comparando el total obtenido en las mediciones con valores de referencia a nivel internacional se efectúa la siguiente evaluación:

Tabla A-76 Comparación de Mediciones con Valores de Referencia

Parámetro	Promedio % RSNJ	Composición de biogás de rellenos sanitarios %	Simposio iberoamericano de ingeniería de residuos*	FAO	Propiedades
CH_4	19,7	45 -65	30-65	45-70	Combustible
CO_2	11,8	34 -55	20-40	30-45	Acido, asfixiante
O_2	13,2	0-5	0-5	0,1-2	Corrosivo
N_2	49,5	0-2	5-40	0,5-5	Inerte
H_2S	-	0,5-100	0-0,01	0,001-0,002	Corrosivo, olor, toxico
Otros	5,9	-	-	-	

Fuente: Elaboración propia en base a resultados y valores referenciales. *Emisiones de biogás producidas en rellenos sanitarios 24.09.09. Colombia.

Los datos nos permiten concluir que el relleno sanitario genera mayor concentración de metano en relación a CO_2 promovido por una adecuada acción de descomposición de los residuos, sin embargo, la composición del biogás tiene un porcentaje mayor de generación en N_2 respecto a los dos primeros componentes siendo un gas inerte en ese porcentaje, no representa efectos adversos nocivos a la calidad del aire.

A.8.10.1.4 Olor

La norma UNE-EN 13725: 2004 para la "Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica", define el olor como "la propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira sustancias volátiles".

El olor es uno de los tipos de contaminación de aire mas complejos, debido a su naturaleza difusa y su capacidad de oxidación ante el contacto con la atmosfera, dependiendo del compuesto. Podría provocar alteraciones sobre el comportamiento humano y generar respuestas no específicas ya que la percepción entre un individuo y otro también es variable.

La caracterización de la percepción del olor y sus efectos a la salud, se basa en el conocimiento de los constituyentes químicos asociados con las emanaciones de olores, compuestos químicos de azufre y nitrógeno.

El umbral de olor es usado para su detección por el 50% de un panel humano. El ácido sulhidrico tiene el umbral de olor es de 14 mg/m^3como limite máximo de exposición laboral de un puesto de trabajo.

Se identificaron tres (3) lugares de evaluación, en la cuales las emisiones de biogás se presentaban con mayor intensidad. En cada punto se seleccionó el punto de escape representativo. El instrumento de medición muestra y registra en tiempo real.

Los puntos evaluados fueron los siguientes:

Tabla A-77 Determinación de la máxima concentración de SH_2 emitida

N º	Código	Ubicación y Coordenadas UTM UTM WGS 84	Concentración		Q	Área	Qa
			ppm	mg/m^3	m^3/h	m^2	g/ (s.m^2)
1	AI.01 AA OL	Canal de conducción de Lixiviados 593440; 8169198	14	21,25	1,5	12000	0,0000007
2	AI.02 AA OL	Canal de conducción de lixiviados 593324; 8169180	29	41,02	1,4	12000	0,0000014
3	AI.03 AA OL	Canal de conducción de Lixiviados 593404; 8169222	32	48,58	2,2	12000	0,0000025

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de laboratorio Anexo 3.

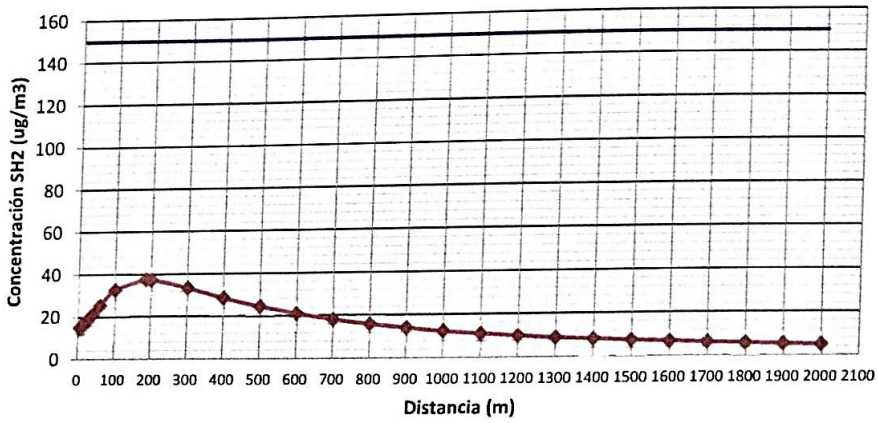


Gráfico A-21 Perfil de Concentración de SH_2 en RSNJ
Fuente: Elaboración propia con base en los resultados de laboratorio Anexo 3.

El olor medido en base a la concentración de SH_2, tiene su máxima concentración a una distancia de 185 metros a partir del punto 3, correspondiente a emisión fugitiva en canal de conducción de lixiviado fresco con un valor de 37,67 µg/m^3.

A una distancia de 650 m, punto del portón de ingreso desde el punto de emisión, la concentración es de 20 µg/m^3, a una distancia de 1.240 metros la concentración es de 9.67 µg/m^3, a una distancia de 1.5 km, sector de ladrilleras, la concentración es de 7,56 µg/m^3, en ambos casos, no se supera el nivel mínimo sensorial de 31,08 µg/m^3. A una distancia de 2.0 km a la redonda, el nivel de olores es de 5,10 µg/m^3, muy por debajo del valor de reglamento de SH_2 en el aire igual a 150 µg/m^3 (Gráfico A-21). Considerando la temperatura de la atmósfera (15,1 °C) y la velocidad del viento (10,7 km/hr), la dispersión de olores no será sensorialmente perceptible en el perímetro del relleno sanitario. Las muestras fotográficas captan el momento de la medición de los olores en el RSNJ.

Fotografía A-8 Medición de la concentración de olor a través del nivel de SH_2 en el aire
Fuente: Los Álamos IC SRL

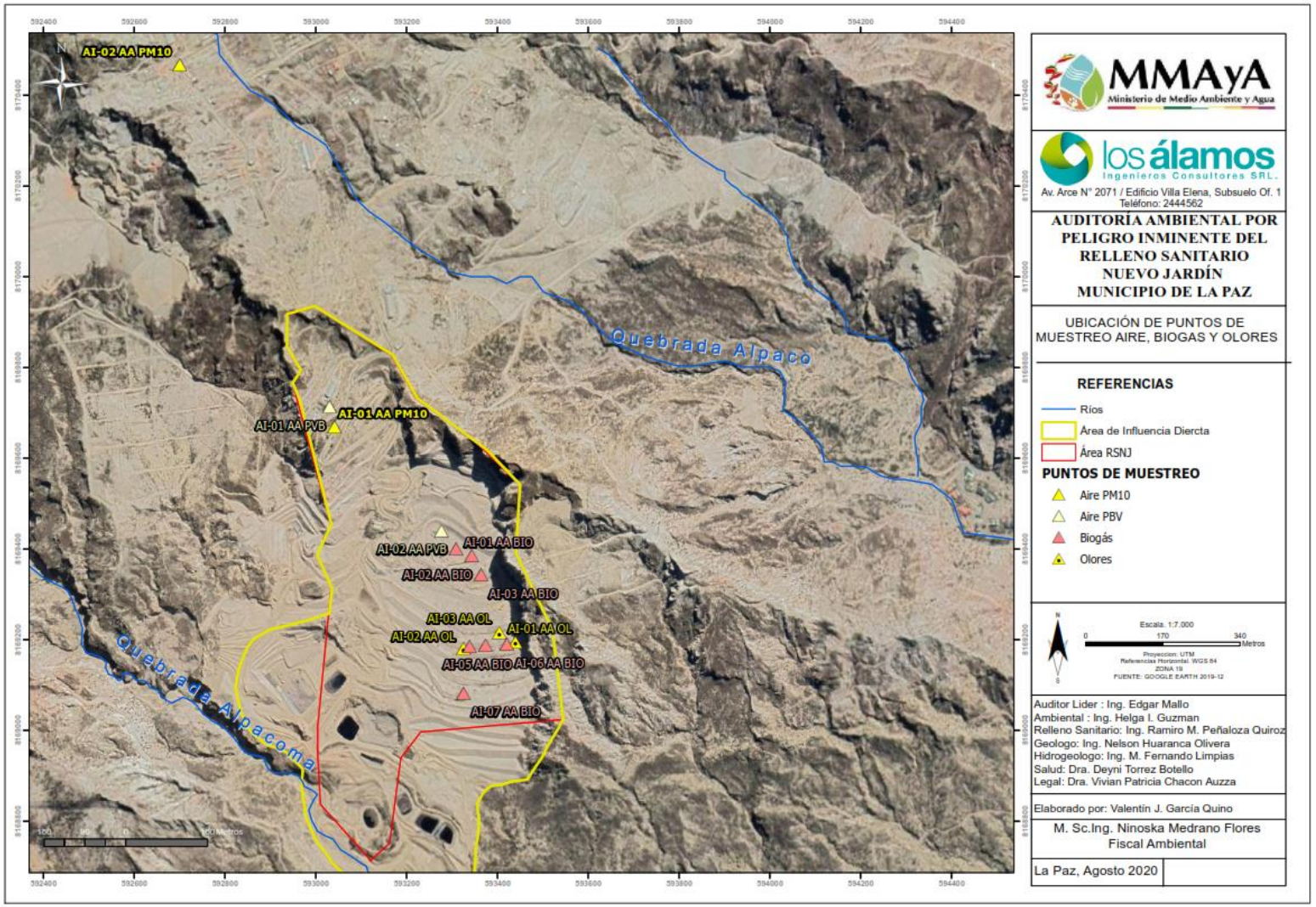


Ilustración A-18 Ubicacion puntos de muestreo Aire, Biogas y Olor
Fuente: Elaboración propia

A.8.10.2 Calidad de agua

A.8.10.2.1 Aguas superficiales

Las aguas superficiales fueron evaluadas en base al alcance del DBC con cinco (5) puntos de monitoreo; tres (3) puntos en la quebrada Alpacoma (antes del relleno, a la altura del dique 3, a la altura de los diques 1 y 2 y dos (2) puntos en el río Achocalla (antes y después de la confluencia de la quebrada Alpacoma con el río Achocalla).

Los parámetros que se encuentran dentro de los límites permisibles para todos los puntos analizados son: pH, conductividad, cloruros (Cl-) y sodio (Na) con valores de 6-9 escala, 500 y 200 mg/l, respectivamente, además del plomo.

Por su parte, se generó indicadores de calidad de aguas superficiales por medio de la Tabla A-78 y Gráfico A-22. Los índices se calcularon dividiendo el valor de laboratorio entre el límite permisible. Exceso de los límites permisibles según Tabla A-79.

Tabla A-78 Resultados de la calidad de Aguas Superficiales, Quebrada Alpacoma y río Achocalla

Ubicación		Norte	8168858	8168491	8168645	8168555	8168580	Limites Permisibles Clase D RMCH Anexo A-1
		Este	592975	593339	594839	594877	595032	
		Zona	19					
N°	Parámetro	Unidades	AG-01 AA ALPA	AG-02 AA ALPA	AG-03 AA ALPA	AG-04 AA ACHO	AG-05 AA ACHO	
1	pH in situ	Escala	8,59	8,83	8,34	8,15	8,30	6 a 9
2	Conductividad in Situ	µS/cm	1388	1410	1288	551	792	ND
3	DBO_5	mg/l	**908**	**1796**	**2740**	**92.5**	**1296**	<30
4	DQO	mg/l	**2450**	**4850**	**7400**	**250**	**3500**	<60
5	Cloruros	mg/l	74,37	72,89	75,83	29,84	37,83	500
6	Sulfatos	mg/l	**500**	**1500**	**2500**	250	**500**	400
7	Nitritos	mg/l	**23,50**	**17,75**	**30**	**7**	**10,25**	1
8	Nitratos	mg/l	**2850**	**3050**	**3450**	**700**	**1587,5**	50
9	Solidos Totales	mg/l	120506	207653	346940	36180	35896	ND
10	SST	mg/l	**69660**	**206680**	**342050**	**35000**	**93300**	60
11	N Amoniacal	mg/l	**350**	**382,5**	**485**	**95**	**97,50**	2
12	Fósforo Total	mg/l	**10**	**15**	**10**	**2,5**	**5**	0,32
13	Sulfuro Total	mg/l	**1,75**	**3,75**	**29**	**10,25**	**7,125**	1
14	Cianuros	mg/l	**1**	**1**	**1**	**0,25**	**0,25**	0,1
15	A&G	mg/l	**1,1**	**1,4**	**1,8**	**<1,0**	**<1,0**	1
16	Hierro	mg/l	**105**	**140**	**240**	**12,5**	**75**	1
17	Manganeso	mg/l	**12,75**	**23,25**	**39,25**	**3**	**9,875**	1
18	Plomo	mg/l	0,0013	0,0013	0,0013	0,0008	0,0013	0,1
19	Sodio	mg/l	50,42	49,47	51,67	22,05	26,47	200
20	Mercurio	mg/l	**0,0032**	**0,0033**	**0,0033**	**0,0012**	**0,0012**	0,001

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de laboratorio de laboratorio. Anexo 3.

Para determinar el grado comparativo de la contaminación de la quebrada Alpacoma se requería emplear la normativa ambiental, teniendo en cuenta el efecto del emplazamiento del RSNJ, sobre este curso de agua residual. De esta manera, recurrimos a lo propuesto en el Manifiesto Ambiental para el Progama de Monitoreo, Anexo C, documento en el que se propone el control de aguas para la Clase B.

De acuerdo a la Dirección Técnica Acreditación del IBMETRO con código DTA-CRI-009, punto G.5.10.5 los laboratorios con acreditación para ensayos, no pueden emitir opiniones sobre los parámetros organolépticos, sin contar con una acreditación para esta evaluación.

AA ALPA 236

Fotografía A-9 Toma de muestra AG-01 AA-ALPA

Fotografía A-10 Toma de muestra AG-02 AA-ALPA

Fotografía A-12 Toma de muestra AG-03 AA-ALPA

Fotografía A-11 Toma de muestra AG-04 –AA-ACHO

Fuente: Los Álamos IC SRL

La concentración de contaminantes en un cuerpo de agua es justamente lo que caracteriza la calidad de dicho cuerpo.

Se podrá advertir en la Tabla A-78, que independientemente que los valores de concentración analizados se los haya cotejado con las clases A, B y C, la característica de la calidad del cuerpo de agua hacen que las concentraciones de los contaminantes estén incluso en su mayoría por encima del límite para la clase D.

Tabla A-79 Indicadores de Calidad Aguas Superficiales

	PARAMETROS	SIMBOLO	Valores Relativos					LIMITES PERMISIBLES
			AG-01 AA ALPA	AG – 02 AA ALPA	AG – 03 AA ALPA	AG – 04 AA ACHO.	AG – 05 AA ACHO.	
Atributos Ambientales Factor Agua Superficial	pH In situ	pH In situ	0,95	0,98	0,93	0,91	0,92	9,0
	DBO5	DBO5	30,27	59,87	91,33	3,08	43,20	30,0
	DQO	DQO	40,83	80,83	123,33	4,17	58,33	60,0
	Cl^-	Cl^-	0,15	0,15	0,15	0,06	0,08	500,00
	$SO^=$	$SO^=$	1,25	3,75	6,25	0,63	1,25	400,0
	NO-3	NO-3	23,50	17,75	30,00	7,00	10,25	1,0
	NO-5	NO-5	57,00	61,00	69,00	14,00	31,75	50,00
	SST	SST	1161,00	3444,67	5700,83	583,33	1555,00	60,000
	N	N	175,00	191,25	242,50	47,50	48,75	2,0
	P total	P total	31,25	46,88	31,25	7,81	15,63	0,3
	$S^=$	$S^=$	1,75	3,75	29,00	10,25	7,13	1,0
	A&G	A&G	1.10	1.40	1.80	1.00	1.00	1,0
	CN^-	CN^-	10,00	10,00	10,00	2,50	2,50	0,1
	Fe	Fe	105,00	140,00	240,00	12,50	75,00	1,0
	Mn	Mn	12,75	23,25	39,25	3,00	9,88	1,0
	Pb	Pb	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0,1
	Na	Na	0,25	0,25	0,26	0,11	0,13	200,0
	Hg	Hg	3.20	3.30	3.30	1.22	1.25	0,001

*= Valores superiores a 1, significan que exceden los Límites Permisibles.

Fuente: Elaboración propia con base a resultados de análisis químicos. Anexo 3.

AA ALPA 238

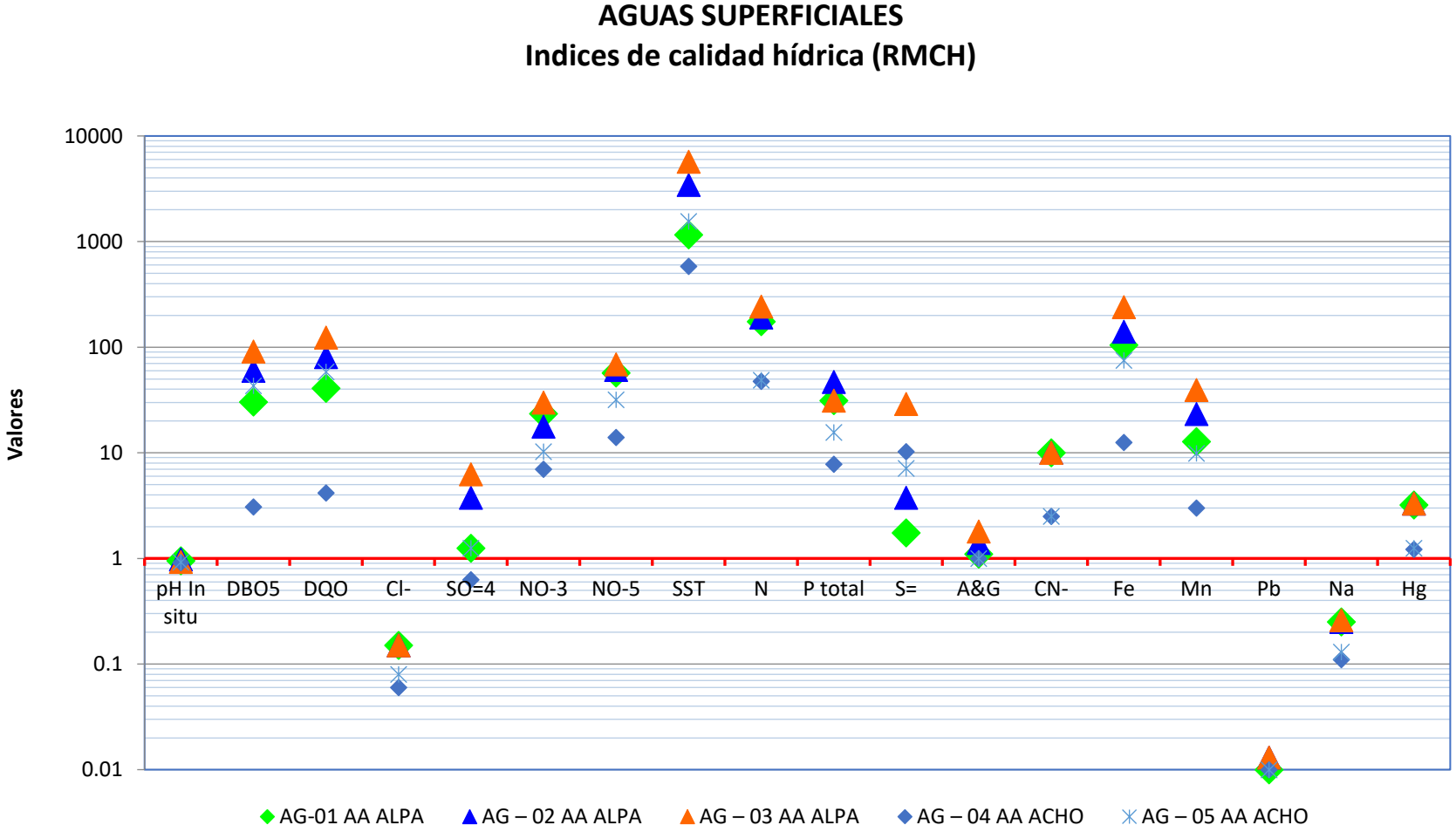


Gráfico A-22 Aguas Superficiales AA Alpacoma

Fuente: Elaboración Propia en base a Resultados de Laboratorio

AA ALPA 239

Por medio del Gráfico A-22 se puede verificar que todos los puntos encima del valor 1 exceden a sus límites permisibles, solamente el pH, cloruros y en el punto AG-04 el valor de sulfatos no excede sus límites permisibles.

A.8.10.2.2 Calidad de Aguas Subterráneas

En los pozos ubicados al interior del RSNJ, y a la altura de los estanques EG 7, 8 y 9 verificar la presencia de napa freática, en caso de encontrar agua subterránea se debe proceder a la medición de la calidad del agua subterránea (redacción textual del DBC).

Dos de los tres pozos de agua subterránea fueron cubiertos por el deslizamiento. Para cumplir con las exigencias de los TdR´s y colectar muestras de agua subterránea, se instalaron cinco piezómetros, de tres se obtuvieron muestras representativas (dos someros y uno profundo de 25 m efectivo).

Los resultados de análisis químicos son los siguientes:

Tabla A-80 Análisis Químicos de Aguas Subterráneas

Ubicación		Norte	8169187	8168673	8168521	Limites Permisibles Clase D RMCH Anexo A-1
		Este	592951	593174	593297	
		Zona	19			
		Fecha	6 de noviembre de 2019			
N°	Parametro	Unidades	AG-01 AA ALPA SUB	AG-02 AA ALPA SUB	AG-03 AA ALPA SUB	
1	pH in situ	Escala	7,2	7,09	8,85	6 a 9
2	Conductividad in Situ	µS/cm	4750	3190	5300	ND
3	DBO_5	mg/l	7	380	4	<30
4	DQO	mg/l	22	1200	13	<60
5	Cloruros	mg/l	15,5	110,7	41,8	500
6	Sulfatos	mg/l	278	137,5	95	400
7	Nitritos	mg/l	0,14	0,92	0,24	1
8	Nitratos	mg/l	36,5	0,5	22,8	50
9	Solidos Totales	mg/l	5763	58320	9740	ND
10	SST	mg/l	1740	8710	5790	60
11	N Amoniacal	mg/l	10,8	46,3	7	2
12	Fósforo Total	mg/l	2,3	18,7	0,1	0,32
13	Sulfuros Totales	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	1
14	Cianuros	mg/l	0,01	0,05	0,03	0,1
15	A&G	mg/l	2	3	2	1
16	Hierro	mg/l	44,1	124	34,2	1
17	Manganeso	mg/l	0,77	15,9	1,24	1
18	Plomo	mg/l	0,0009	0,0013	0,0013	0,1
19	Sodio	mg/l	11,3	73,1	28	200
20	Mercurio	mg/l	0,0011	0,0022	0,0009	0,001

Fuente: Elaboración propia con base a resultados de análisis químicos. Anexo 3.

Los parámetros de pH, conductividad, plomo, cloruros, sulfatos, nitritos, nitratos, sólidos totales, sulfuros totales, cianuros y sodio, no exceden sus límites permisibles, respectivamente.

La comparación la calidad de agua subterránea con valores referenciales de la NB 512, representa una metodología poco usual, porque los valores para agua potable son más exigentes para los cloruros cuyo valor referencial es equivalente a una Clase A, siendo el doble para la Clase D. El valor del nitrito es 10 veces menor al de la Clase D; N amoniacal es 4 veces más exigente que la Clase D; Cianuros es casi 1.5 veces exigente que la Clase D; Manganeso es 10 veces más exigente que la Clase D. Mientras los valores de sulfatos, sodio, mercurio y niratos son similares.

Tabla A-81 Indicadores de calidad de Aguas Subterráneas

Ubicación		Norte	8169187	8168673	8168521	Limites Permisibles Clase D RMCH Anexo A-1
		Este	592951	593174	593297	
		Zona	19			
		Fecha	6 de noviembre de 2019			
N°	**Parametro**	**Unidades**	**AG-01 AA ALPA SUB**	**AG-02 AA ALPA SUB**	**AG-03 AA ALPA SUB**	
1	pH in situ	Escala	0,8	0,8	1	6 a 9
2	Conductividad in Situ	µS/cm	-	-	-	ND
3	DBO_5	mg/l	0,23	**12.66**	0.13	<30
4	DQO	mg/l	0,36	**20**	0,21	<60
5	Cloruros	mg/l	0,031	0,22	0,08	500
6	Sulfatos	mg/l	0.69	0.34	0.24	400
7	Nitritos	mg/l	0,14	0,92	0,24	1
8	Nitratos	mg/l	0,73	0,01	0.45	50
9	Solidos Totales	mg/l	-	-	-	ND
10	SST	mg/l	**29**	**145.16**	**96.5**	60
11	N Amoniacal	mg/l	**5.40**	**23.15**	**3.5**	2
12	Fósforo Total	mg/l	**7.19**	**58,44**	0,31	0,32
13	Sulfuros Totales	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	1
14	Cianuros	mg/l	0,001	0,005	0,003	0,1
15	A&G	mg/l	**2**	**3**	**2**	1
16	Hierro	mg/l	**44,1**	**124**	**34,2**	1
17	Manganeso	mg/l	0,77	**15,9**	**1,24**	1
18	Plomo	mg/l	0,00009	0,00013	0,00013	0,1
19	Sodio	mg/l	0,05	0,36	0,14	200
20	Mercurio	mg/l	**1.1**	**2.2**	0,9	0,001

Valores superiores a 1, significan que exceden los Límites Permisibles.
Fuente: Elaboración propia con base a resultados de análisis químicos. Anexo 3.

La calidad de aguas subterráneas del pozo profundo AG-02 AA ALPA SUB tiene un grado de contaminación. Los niveles de DBO5, DQO, SST, N amoniacal, P total, A&G, Fe, Mn y Hg se encuentran en exceso a sus Límites Permisibles.

Tabla A-82 Indicadores de calidad de Aguas Subterráneas

Ubicación		Norte	8169187	8168673	8168521	NB 512 mg/l
		Este	592951	593174	593297	
		Zona	19			
N°	Parámetro	Unidades	AG-01 AA ALPA SUB	AG-02 AA ALPA SUB	AG-03 AA ALPA SUB	
2	Conductividad in Situ	µS/cm	**3.17**	**2.13**	**3.53**	1.500
7	Nitritos	mg/l	**1,4**	**9,2**	**2,4**	0,1
11	N Amoniacal	mg/l	**21,6**	**92,6**	**14**	0,5
16	Hierro	mg/l	**147**	**413,13**	**114**	0,3
17	Manganeso	mg/l	**7,7**	**159**	**12,4**	0,1
20	Mercurio	mg/l	**1,1**	**2,2**	**0,0009**	0,001

Valores superiores a 1, significan que exceden los Límites Permisibles. Fuente: Elaboración propia. Anexo 3.

La diferencia de los indicadores que tienen valores mayores a 1, comparando las Tablas A-63 y A-64 se halla en la conductividad y nitritos. El pozo fue desarrollado hasta una profundidad de 36 metros, aunque la muestra de agua fue colectada de 24 metros de profundidad.

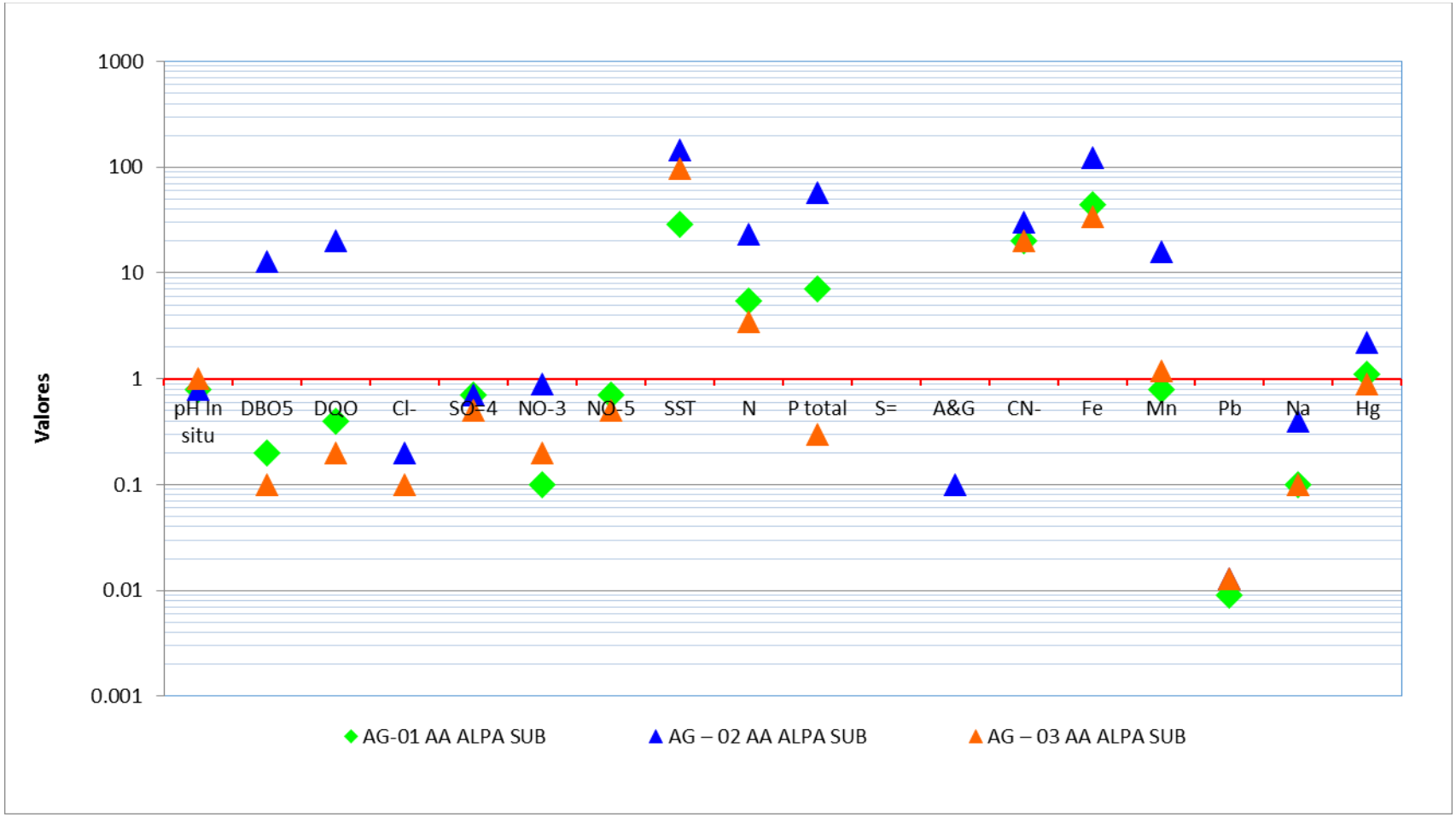


Gráfico A-23 Aguas Subterráneas

Exceso de los límites permisibles según RMCH
Fuente: Elaboración propia con base a resultados de análisis químicos

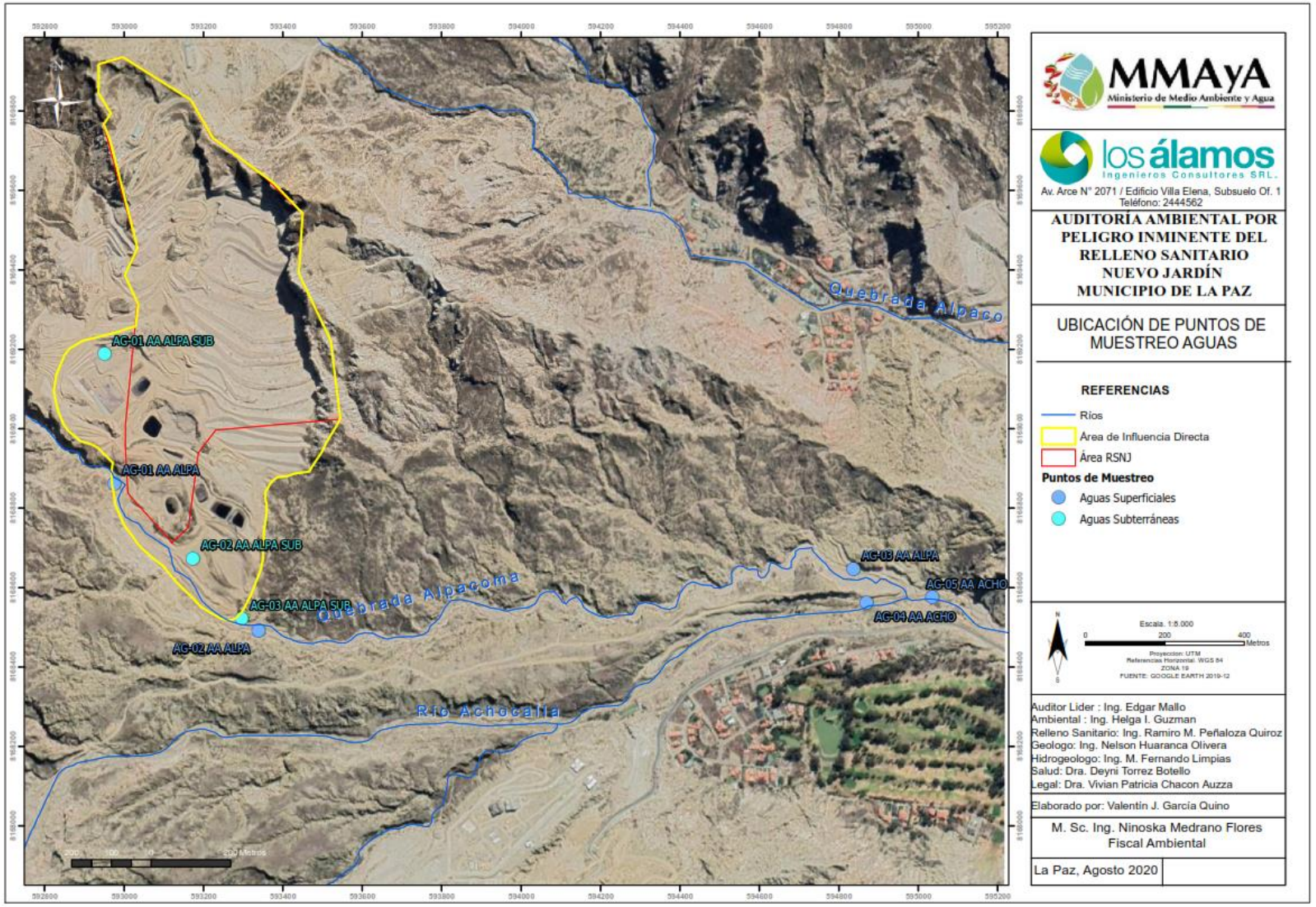


Ilustración A-19 Ubicación puntos de muestreo de Aguas
Fuente: Elaboración propia

AA ALPA 244

A.8.10.3 Lixiviado

El lixiviado que es considerado un contaminante potencial de los rellenos sanitarios. El manejo del lixiviado antes de la aplicación de las medidas preventivas y Plan de Cierre, implementado por el GAMLP, no era captado de manera uniforme.

Fotografía A-13 Base de talud y banquina 7

Fuente: Elaboración Propia

Al inicio de la Fase 2 de la AA, el lixiviado en un 46% del volumen generado era destinado para la elaboración de "queques" (4 partes de tierra por 1 de lixiviado). En la actualidad, la Planta de Tratamiento de Líquido Lixiviado (PTLL) trata el lixiviado en una sola fase de un proceso fisiquímico donde se remueve la parte orgánica sólida y se reduce su carga contaminante.

La elaboración de "queques" (tierra mezclada con lixiviado) no figura en la descripción de la actividad punto 3 el Manual de operaciones, ni en el Sistema de Tratamiento de Lixiviados Anexos 2 y 15; aunque en el texto del Manifiesto Ambiental se enuncia esa posibilidad. Este tipo de tratamiento es inconveniente ambientalmente, ya que requiere un ritmo intenso de explotación del suelo original, además la disposición de los queques demanda áreas para su disposición. No existe una certeza científica sobre la efectividad de su tratamiento.

Fotografía A-14 Depósito de "queques"

Fuente: Los Álamos IC SRL

A continuación, se incluye la información generada por la presente Auditoría Ambental para obtener datos que promuevan una evaluación puntual (Ilustración A-20):

El análisis químico realizado es referencial, especialmente, porque es una sola muestra que estable una carga contaminante que contiene el lixiviado del RSNJ.

MONITOREO DE AGUA - LIXIVIADOS

FECHA: 17/12/2019
MUNICIPIO: La Paz
CODIGO: AG-04-AA ALPA-SUB

COORDENADA	X	Y
	593312	8169110

Parametros	Unidades	AG-04-AA.ALPA-SUB	Valores referenciales edad RS 15 AÑOS	
p H	Unid. de pH a 25°C	8,12		
Conductividad	uS/cm	44,8		
DBO5	mg/L	10015	80	mg/L
DQO	mg/L	23020	400	mg/L
Cloruros	mg/L	21261,5	70	mg/L
Sulfatos	mg/L	180	2	mg/L
Nitritos	mg/L	11,625		
Nitratos	mg/L	662,5	1,6	mg/L
Sodio	mg/L	1402	34	mg/L
Potasio	mg/L	824	39	mg/L
Amonio	mg/L	1,67		
Calcio	mg/L	19,6		
Cadmio	mg/L	6,256	<0,05	mg/L
Cobre	mg/L	1,15	<0,5	mg/L
Cromo	mg/L	0,2		
Hierro	mg/L	14,25	0,6	mg/L
Magnesio	mg/L	286,6	0,06	mg/L
Plomo	mg/L	5,8424	1	mg/L
Zinc	mg/L	1101	0,1	mg/L

FOTO 1

FOTO 2

FOTO 3

FOTO 4

Descripción de la Ubcación del Punto::
Banquina N° 1 del RSNJ, al pie del talud

Observaciones:
Laboratorio Contratado:GreenLab

Ilustración A-20 Formularios de Monitoreo de Lixiviados
Fuente: Elaboración Propia en base a resultados de laboratorio. Anexo 3.

De 19 parámetros analizados, 13 exceden los valores referenciales comparados con lixiviados de rellenos sanitarios de la edad de 15 años, lo que implica que el lixiviado contiene una carga másica muy alta en esta relación. Los parámetros significativos son típicos como el DBO5, DQO, cloruros, sulfatos, nitratos, sodio, potasio, cadmio, cobre (en menor proporción) y metales pesados como el hierro, plomo, zinc y magnesio. Los valores de referencia (Fuente: Kehew, 2001) están definidos en base a la antigüedad del relleno sanitario.

Dichos valores referenciales, tienen órdenes de magnitud muy diferentes a los resultados determinados por laboratorio para una edad de 15 años de antiguedad, señala que el evento del deslizamiento ha generado una línea divisoria que interrumpe la correlación de etapas de antigüedad por la disposición de los residuos sólidos municipales, la fase de degradación que indican los resultados de laboratorio muestran que la descomposición de los residuos del RSNJ generan un lixiviado acorde a un relleno sanitario de la edad de un año.

A.8.10.3.1 Calidad de los Suelos

El DBC requiere: *"Realizar calicatas en suelo firme (al menos 3, en orientación de la macrocelda 4 hacía el quebrada Alpacoma) de una profundidad de 3 metros y ejecutar muestreo por cuarteo en cada horizonte de suelo identificado"*. Se excavaron tres calicatas y se obtuvieron cinco (5) muestras, una muestra de la calicata norte, dos del pozo centro y dos del pozo ubicado al sur del RSNJ.

Dado que en la normativa ambiental no contamos con límites permisibles, para el evaluar la calidad de suelos y subsuelos del RSNJ, emplearemos una muestra de referencia, una que sea representativa de las cinco colectadas. A este fin, se selecciona como muestra de referencia a SS-01-01 AA ALPA, porque está ubicada cerca de la Macrocelda 4 y es representativa del subsuelo (3 metros de profundidad.

Tabla A-83 Indicadores de la Calidad de los Suelos

Ubicación	Norte	8169450	8169178	8169177	8168753	8168754	Valor de Referencia	
	Este	593196	593073	593070	593092	593097		
	Zona	19	19	19	19	19		
Parámetros	Unidades	SS–01–01 AA ALPA.	SS–02–01 AA ALPA.	SS–02–02 AA ALPA.	SS–03– 01 AA ALPA	SS–03–02 AA ALPA	Resultados de SS.01.01 AA ALPA	Unidades
pH (pasta)	Escala	1	**1,003**	**1,05**	**1,01**	**1,03**	8,76	Escala
Aceites y Grasas	mg/Kg	1	0,65	0,45	0,59	0,38	5,8	mg/Kg
Cobre	mg/Kg	1	0,8	0,14	0,47	0,11	14,31	mg/Kg
Plomo	mg/Kg	1	0,82	0,59	0,84	0,44	7,87	mg/Kg
Mercurio	mg/Kg	1	0,80	0,61	0,74	0,34	2,5	mg/Kg
Zinc	mg/Kg	1	0,73	0,47	0,67	0,44	11,65	mg/Kg

Fuente: Elaboración propia con base en resultados de análisis químicos. Anexo 3.

Los indicadores de la calidad de los suelos y subsuelos calculados a partir de una muestra de referencia, indican que la calidad de este factor es similar en todo el RSNJ; salvo la excepto del pH con variación menor al 1%.

Durante la colecta de muestras se realizó una evaluación geológica, determinando sus horizontes. A pesar de que la evaluación geológica señaló la homogeneidad de los suelos, de las calicatas 2 y 3 se colectaron dos (2) muestras de cada una. Su descripción es la siguiente:

AA ALPA 247

Tabla A-84 Muestreo por Calicatas

Código/calicatas	Cantidad
SS-01-01 AA ALPA, Pozo 1 material in situ, grava areno arcillosa-arena gravosa	1
SS-02-01 AA ALPA, Pozo 2 material in situ, grava areno arcillosa-arena gravoso	1
SS-02-02 AA ALPA, Pozo 2 horizonte bioturbado o disturbado	1
SS-02-02 AA ALPA, Pozo 3 material in situ, grava areno arcillosa-arena gravoso	1
SS-02-02 AA ALPA, Pozo 3 horizonte bioturbado o disturbado	1
TOTAL	5

Fuente: Elaboracion Propia

Cuatro muestras de suelos y subsuelos tienen un exceso a la muestra de referencia, los puntos SS-02-01 AA ALPA; SS-02-02 AA ALPA; SS-03-01 AA ALPA y SS-03-02 AA ALPA

Tabla A-85 Indicadores de Calidad de los Suelos

Parámetros	**Unidades**	**SS-01-01 AA ALPA**	**SS-02-01 AA ALPA**	**SS-02-02 AA ALPA**	**SS-03-01 AA ALPA**	**SS-03-02 AA ALPA**	**Límite**
pH (pasta)	Escala	**1,10**	**1,10**	**1,15**	**1,10**	**1,12**	6 a 8
Hg	mg/kg	**25**	**20**	**15,2**	**18,5**	**8,50**	0,1

Nota: Los valores mayores a 1 indican que exceden sus límites permisibles.
Fuente: Elaboración propia con base en análisis de laboratorio. Anexo 3.

A efectos de tener un criterio técnico y conocimiento de la composición de la resultante de las mezclas térreas con lixiviado (queques), se ha realizado el análisis de una porción de los denominados queques, sus resultados se demuestran a continuación:

Tabla A-86 Resultados Analíticos de "queques" del RSNJ

Ubicación		Norte	8969118	Límites permisibles[9]
		Este	592831	
		Zona	19	
Parámetros		Unidades	SS-04 AA ALPA	
1	pH	Escala	8,46	6 a 8
2	Conductividad	mS/cm	1854	2
3	Cadmio	mg/Kg	11,68	0,5
4	Cobre	mg/Kg	14,12	30
5	Cromo total	mg/Kg	36,45	20
6	Cromo +6	mg/L	21,66	2,5
7	Hierro	mg/Kg	885,4	
8	Plomo	mg/Kg	10,24	25
9	Zinc	mg/Kg	56,25	60
10	Mercurio	mg/Kg	5,42	0,1

Fuente: Elaboración Propia con base en análisis de laboratorio. Anexo 3.

El 60% de los parámetros exceden sus límites permisibles para los parámetros de pH, conductividad, cadmio (Cd), cromo+3 (Cr+3), cromo +6 (Cr+6) y Mercurio (Hg).

Tabla A-87 Indicadores de calidad de "queque"

Ubicación	Norte	8969118	Límites permisibles*
	Este	592831	
	Zona	19	
Parámetros	Unidades	SS-04 AA ALPA	
pH	escala	1,06	6 a 8

[9] Criterios referenciales de calidad del Suelo – Norma Técnica de Suelos; www.quitoambiente.gob.ec – Biblioteca virtual

Ubicación	Norte	8969118	Límites permisibles*
	Este	592831	
	Zona	19	
Parámetros	Unidades	SS-04 AA ALPA	
Conductividad	µS /cm	927	2
Cadmio	mg/Kg	23,36	0,5
Cromo total	mg/Kg	1,82	20
Cromo +6	mg/L	8,66	2,5
Mercurio	mg/Kg	54,42	0,1

Fuente: Elaboración Propia con base en análisis de laboratorio. Anexo 3.

Las concentraciones del Cobre (Cu), Hierro (Fe), Plomo (Pb) y Zinc (Zn) en el queque no exceden los límites permisibles referenciales asumidos del Ecuador.

En base a los resultados de la tabla de indicadores de suelos, podemos afirmar que de acuerdo a la ecotoxicología del cadmio es uno de los elementos más tóxicos, su movilidad en el medio depende de varios factores como el pH, potencial Redox, cantidad de materia orgánica, presencia de arcillas y óxidos de hierro. Su fuente son los aerosoles. En suelos alcalinos el cadmio no es móvil. La fijación del cadmio es mayor en suelos con contenidos orgánicos de materia orgánica y textura fina; aunque su elevada concentración de 11.68 mg/kg, representa un impacto ambiental que podría ser incrementado por el lavado de las lluvias. (Fuente: Ecotoxicología del Cadmio, Universidad Complutense, Facultad de Farmacia, Riesgos para la salud de la utilización de suelos ricos en cadmio, 2016).

Los indicadores de calidad del suelo para el "queque" señalan concentraciones de cuatro metales pesados de enorme impacto sobre el factor suelo, utilizados para "rellenar cárcavas profundas camino a PTL para lograr el camino de ingreso y plataformas para los estanques. De esta manera como se podrá advertir se utilizó una gran cantidad de queques secos para estabilizar estos sectores y poder aprovechar el terreno de acuerdo al proyecto. Cabe destacar que estos trabajos de gran envergadura siempre fueron coordinados con la Supervisión de SIREMU". (Fuente: TERSA GG/045/2018).

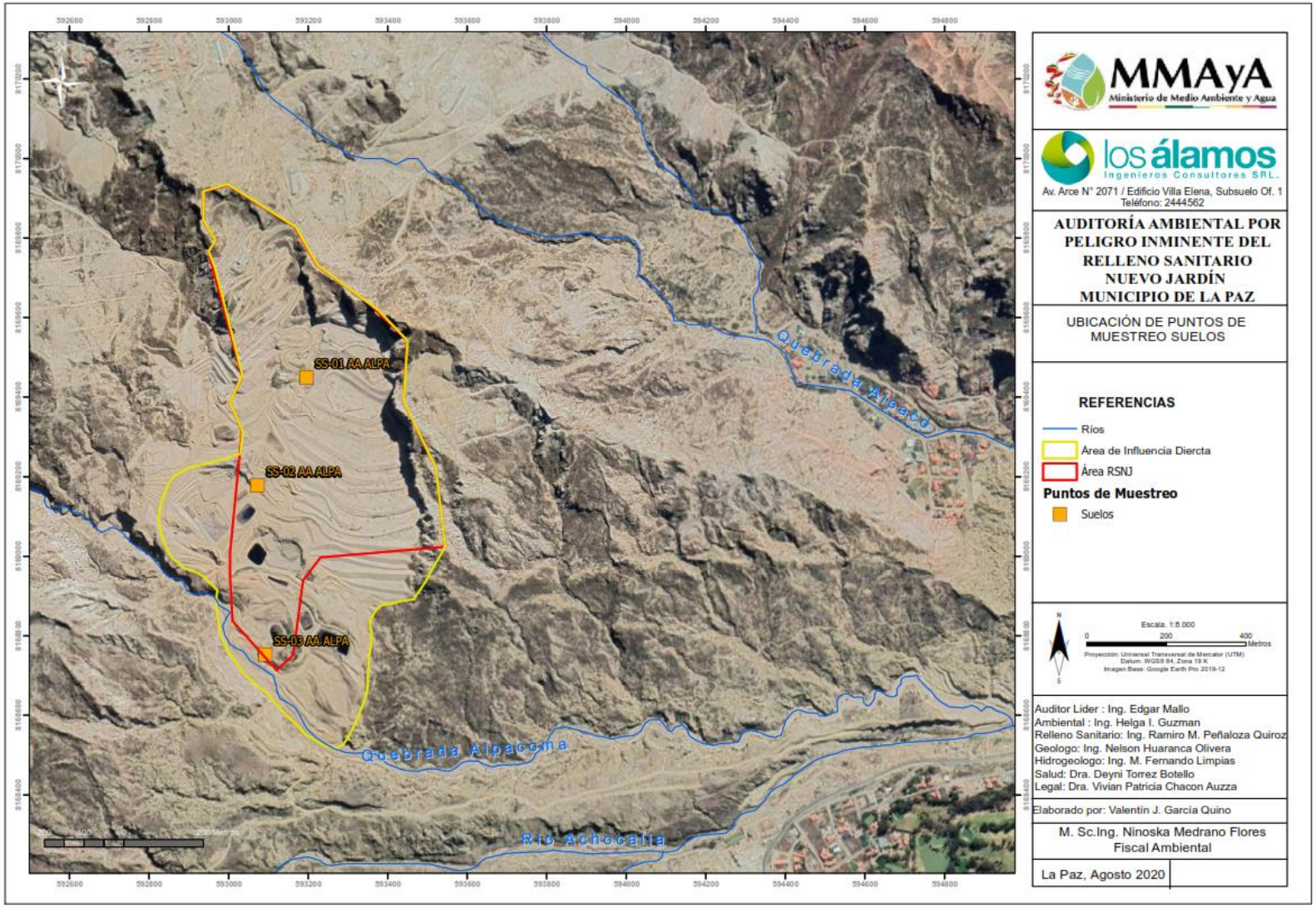


Ilustración A-21 Ubicación puntos de muestreo Suelos
Fuente: Elaboración propia

AA ALPA 250

A.8.11 Medio Físico Biótico

El Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma coincide con el criterio de clasificación y características de vegetación de un piso ecológico o ecoregión puneña, según lo descrito en la clasificación biogeográfica – ecológica propuesta por Navarro y Maldonado (2002) y de ecoregiones por Ibisch P.L. & G. Mérida (eds.) (2003) respectivamente.

Esta región ecológica está caracterizada por distribuirse en las planicies y en los cerros y montañas de mediana altitud, bordeando casi todo el valle de La Paz (Beck et al. 2015). Por otro lado, una clasificación reciente diferenciada en el sur y sureste del valle de La Paz, define la ecoregión denominada Valles Secos en la parte interna y profunda que ocupa las laderas y los valles de menor altitud (con pisos altitudinales de 3100 a 3500, denominado altimontano o subandino) (Beck et al. 2015). La serie de vegetación en Alpacoma se ve diferenciada por la altitud 3200 a 3400 para una vegetación puneña xérica de la Cordillera Real, y la altitud de 3400 a 4000 del bosque puneño subhúmedo-húmedo de la cordillera Real y Titicaca (Navarro y Maldonado 2002). Ambas alturas son propias de los límites del Relleno Sanitario al norte con 3678 msnm y al sur con 3100 msnm.

A.8.11.1 Vegetación

A.8.11.1.1 Muestreo de Vegetación

Se desarrollaron dos relevamientos de campo en diferentes puntos del Relleno Sanitario Nuevo Jardín (RSNJ) entre el 28 de noviembre y 04 de diciembre de 2019.

Por metodología general, se consideraron las dos AID y AII. En el AID se disponen los RSD en cambio en el AII, parte Este se cuenta con vegetación natural con niveles de perturbación humana reducida.

El muestreo de vegetación se optó por el método de los transectos, el cual es ampliamente utilizado por la rapidez con que se mide y por la mayor heterogeneidad con que se muestrea la vegetación (*Fuente: Mostacedo y Fredericksen, 2000*). Este método permite generar datos estimativos sobre cobertura, frecuencia, y dominancia para los índices de Shannon-Wiener, Sorensen e Índice de Valor de Importancia y generar una caracterización y clasificación de la vegetación.

En el AII del RSNJ se determinaron cinco sitios de muestreo desde el ingreso del RSNJ y hasta la salida en la zona sur. En los sitios 1 a 4 se realizaron 2 transectos de 50 x 2 m cada uno (0.1 ha c/u), donde se ha determinado y contabilizado las especies vegetales presentes y se estimó el porcentaje de cobertura vegetal por especie dentro de los transectos. Este mismo procedimiento se desarrolló en la AID del RSNJ, denominándolo sitio 5. Desde el puesto de control de la parte sur del relleno en dirección a Mallasilla, se desarrolló una descripción no sistemática de la vegetación (denominada sitio 6). (Ilustración A-22).

A.8.11.1.2 Descripción de las áreas de muestreo en el RSNJ

Sitio 1. Desde la parte norte al ingreso del RSNJ se puede apreciar suelos descubiertos por remociones, las especies vegetales están en proceso de regeneración lenta. En los límites externos del ingreso al relleno se aprecia individuos de eucaliptos adultos y algunas otras especies de árboles ornamentales.

Este sitio tiene pendientes de 30-40% y el suelo se encuentra descubierto entre 10 % a 30%, siendo pedregoso y suelto. El estrato herbáceo llega a una altura de 70 cm y el estrato arbustivo alcanza a 1 m de altura.

Fotografía A-15 Al centro una panoramica del sitio 1, a los costados los transectos 1 y 2
Fuente: Los Álamos IC SRL

Sitio 2. Este sitio se encuentra a unos 270 m en bajada y línea recta desde el sitio 1, lado Este del Farallón del RSNJ, el lugar es una zona donde se ha removido la tierra para realizar un terraplén. Este sitio es un ejemplo de cómo sucede la regeneración de la vegetación después de una intervención.

Pendiente aproximada del 70 %, el suelo es areno-arcilloso y descubierto al 60%. El estrato arbustivo es menor a 1m de altura, las hierbas son escasas y menores a 50 cm, los árboles juveniles están representados por *Nicotiana glauca* con 2 m de altura como máximo.

Fotografía A-16 Al centro un terraplén sitio 2, a los costados los transectos 3 y 4
Fuente: Los Álamos IC SRL

Sitio 3. Este lugar se encuentra descendiendo desde el sitio 2, es un valle menos pronunciado y amplio. De pendiente 20 a 30%. El estrato arbustivo alcanza hasta 1.5 m, el estrato herbáceo es denso de 50 a 80 cm, no existe árboles nativos e introducidos. Tiene depresiones generadas por erosión natural. El suelo es estable para la vegetación. A la izquierda se aprecia una vegetación más densa y continua a la derecha un área profunda con vegetación abundante, representada por pastos y cactus.

Fotografía A-17 Área de muestreo Sitio 3, transectos 5 y 6

Fuente: Los Álamos IC SRL

Sitio 4. Este sitio ubicado al sur del RSNJ en el AII, donde ha impactado el deslizamiento, está compuesto por áreas continuas de vegetación herbácea y arbustos pequeños de tholas. El transecto 7 (3515 msnm) se ubica en altura y tiene una inclinación de pendiente de 40% Aprox. una cobertura de vegetación continua. El suelo está poco descubierto en la fotografía de la izquierda.

Fotografía A-18 Vista superior del sitio 4, transectos 7 y 8
Fuente: Los Álamos IC SRL

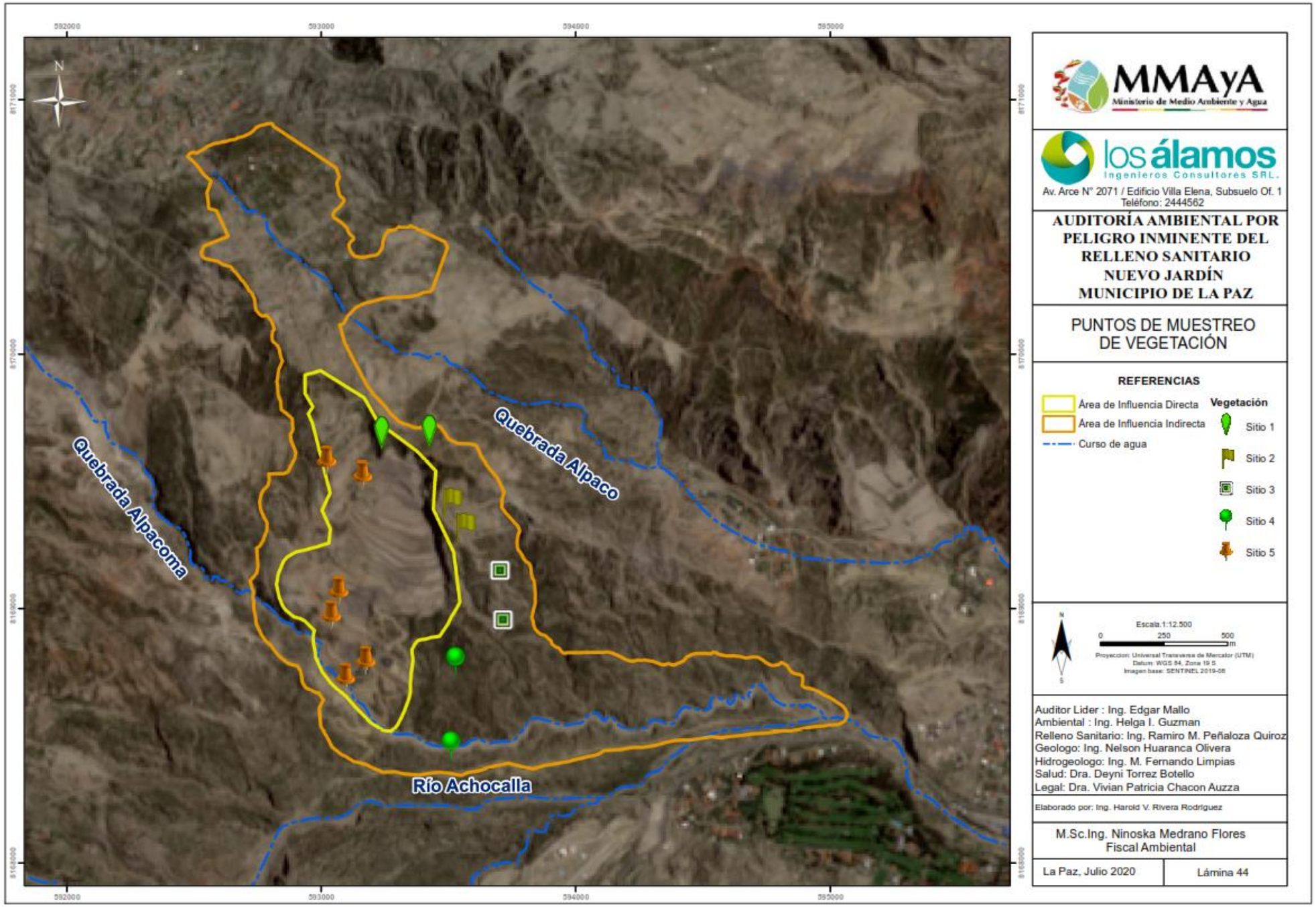


Ilustración A-22 Mapa de ubicación de los transectos de evaluación de vegetación
Fuente: Elaboración Propia

Sitio 5. Este sitio se encuentra dentro de la zona del RSNJ en áreas donde se desarrollan actividades de implementación de infraestructura (p.e. celdas, oficinas, talleres), remoción de tierra y/o cobertura vegetal, tránsito vehicular; así también donde se produjo el deslizamiento. Se caracteriza por presentar relictos de vegetación natural representados por individuos de *Tessaria fastigiata, Atriplex rusbyi y Atriplex semibaccata*, especies que estarían demostrando tolerancia a la perturbación.

Fotografía A-19 Panorama del sitio 5
Fuente: Los Álamos IC SRL

Sitio 6. En esta zona a través del camino se puede observar procesos de regeneración de la vegetación (Fotografía A-20). De manera general existe alta abundancia de cola de caballo o Ephedra americana y de Corryocactus melanotrichus. Salida del RSNJ hacia la carretera vehicular - Zona sur. Ladera con alta abundancia de *Ephedra americana*.

Fotografía A-20 Especies frecuentes en el sitio 6 saliendo del RSNJ *Opuntia sulphurea y Oreocereus fossulatus*
Fuente: Los Álamos IC SRL

A.8.11.1.3 Vegetación potencial

La Vegetación potencial está determinada por la información disponible base del Manifiesto Ambiental, año 2010, como fuente referencial oficial del área del RSNJ, como se detalla a continuación:

Cuadro A-25 Vegetación Potencial

FAMILIA	GENERO/ESPECIE	FAMILIA	GENERO/ESPECIE
Cactaceae	Corryocactus melanotrichus	Convolvulaceae	Cuscuta grandiflora
Cactaceae	Opuntia ficus-indica	Asteraceae	Dasyphyllum
Asteraceae	Achyrocline ramosissima	Convolvulaceae	Dichondra argentea
Fabaceae	Adesmia	Ephedraceae	Ephedra ruizianum
Orobanchaceae	Agalinis lanceolata	Poaceae	Eragrostis spp
Alstroemeriaceae	Alstroemeria cf. Revoluta	Asteraceae	Gamochaeta simplicicaulis

FAMILIA	GENERO/ESPECIE	FAMILIA	GENERO/ESPECIE
Poaceae	Aristida adscensionis	Asteraceae	Gamochaeta spicata
Asteraceae	Baccharis latifolia	Asteraceae	Gnaphalium cheranthifolium
Cactaceae	Borzicactus	Rosaceae	Kageneckia laceolata
Poaceae	Bothriochloa barbinodis	Krameriaceae	Krameria trianda
Poaceae	Bouteloua simplex	Poaceae	Melica adhaerens
Calceolariaceae	Calceolaria sparciflora	Poaceae	Muhlenbergia rigida
Pteridaceae	Cheilanthes bonairensis	Asteraceae	Mutisia acuminata
Pteridaceae	Cheilanthes pruinata	Pteridaceae	Notholea nivea
Poaceae	Chloris spp	Cactaceae	Opuntia
Piperacea	Peperomia galioides	Bromeliaceae	Tillandsia capillaris
Asteraceae	Proustia	Bromeliaceae	Tillandsia usneoides
Schoepfiaceae	Quinchamallium chilense	Cactaceae	Trichocereus bridgesii
Rubiaceae	Richardia coldenioides	Parmeliaceae	Usnea
Selaginellaceae	Selaginella sellowii	Asteraceae	Viguiera australis
Bromeliaceae	Tillandsia bryoides	Asteraceae	Viguiera procumbens

Fuente: Elaboración Propia

A.8.11.1.4 Vegetación Real

A.8.11.1.4.1 Tipo de vegetación

Los sitios 1 y 2 corresponden a la ecoregión de Puna (semihúmeda) y por su altura es el piso Andino Inferior. La vegetación característica se basa en pajonales densos con arbustos dispersos y si hay presencia humana también se encuentra vegetación ruderal.

Este paisaje se ve representado por la dominancia de la Jarava ichu y por arbustos bajos de chilas y tholas como *Baccharis boliviensis, Baccharis latifolia, Baccharis papillosa* y *Tessaria fastigiata*, en complementariedad al tipo de suelo salino podemos encontrar la presencia de *Atriplex rusbyi*. Como característica de la zona están las plantas endémicas: *Corryocactus melanotrichus* y *Puya meziana* que se dejan apreciar desde planicies hasta laderas de pendiente fuerte.

El sitio 2, muestra la regeneración de la vegetación luego de una intervención, rápidamente se consolidan *Baccharis latifolia, Baccharis boliviensis, Dasyphyllum ferox* y *Atriplex rusbyi*. De manera particular por la cercanía a un espacio con urbanización aparecen aquellas introducidas de crecimiento rápido como *Malva assurgentiflora* (malva), *Penisetum clandestinum* (pasto común) y *Taraxacum officinale* (diente de león). Los pastos nativos como *Jarava ichu* tomarían más tiempo en su establecimiento.

Los sitios 3 y 4 pertenecen la ecoregión de Valle Seco y al piso altitudinal altimontano o subandino, por su particularidad cercana a la ciudad de La Paz. La vegetación que caracteriza la zona es de pajonales y matorrales siempre verdes y semideciduos con vegetación xerofítica y presencia de vegetación en las quebradas húmedas.

El sitio 3 se encuentra en el límite o la transición de la ecoregión de Puna y de Valle seco, es por eso que se entremezclan las especies de ambas zonas. Se tiene como representante al pasto *Jarava ichu* que está desde la Puna la quebrada Alpacoma, las tholas y chilcas (siempre verdes) y arbustos de mayor

envergadura y tamaño como *Dasyphyllum ferox* (caducifolia) y *Adesmia miraflorensis*, completan los matorrales espinosos característicos del lugar. También se observa la presencia de *Corryocactus melanotrichus* y *Puya meziana* (en mayor densidad). Las depresiones también son cubiertas por vegetación como *Ephedra americana*, *Atriplex rusbyi* y algunas conspicuas como *Agalinis y Bomarea sp*.

En el sitio 4 la vegetación se va tornando diferente, debido a que se suceden aquellas especies tolerantes a la humedad y de expansión rápida como *Cortaderia sp, Atriplex semibaccata, Penisetum clandestinum* y *Solanum sp*. Aun con este cambio en composición se perciben algunos elementos que vienen desde la zona más alta del RSNJ como ser *Baccharis latifolia* y *Tessaria fastigiata* que se encuentran sobreviviendo o adaptándose a sus nuevas condiciones que pueden haberse generado por las actividades del RSNJ.

Donde se percibe el mayor efecto de la perturbación humana es el sitio 5 y 6 donde la vegetación no es continua y no contiene la misma diversidad de especies de zonas cercanas y/o similares. La regeneración y/o restauración merece atención por parte del RSNJ.

En cuanto a la familia *Alstroemeriaceae*, no se las ha podido observar porque no están en época de floración ya que ellas tienen tubérculos que están inactivos hasta la temporada de frío donde son visibles con coloridas flores, así que de ellas no tenemos registros, sin embargo, mencionar que una mayoría son nativas y resistentes a las sequías. No existen ejemplares de la familia *Pteridaceae*, tolerantes a la sequía y crecen en medio de matorrales en las laderas.

Especies nativas y endémicas del área de estudio

Las especies nativas que pueden encontrarse en todo el relevamiento están bien representadas por todas las chilcas y tholas mencionadas, siempre son acompañadas de pasto Ichu (*Jarava ichu*).

Las hierbas nativas encontradas son: *Agalinis sp, Bomarea sp, Krameria lappacea* y *Lepechina meyenii*. Las plantas en roseta también son importantes porque pueden crecer en riscos y en suelo plano dando cobertura al suelo y evitar deslizamientos un buen ejemplo son *Puya meziana* y *Atriplex rusbyi*.

Las especies arbóreas nativas son escasas y de poca altura como ser: *Adesmia miraflorensis, Senna aymara* y *Nicotiana glauca*, todas ellas brindan recursos alimenticios a insectos y aves.

Los cactus tienen adaptaciones morfológicas (tallos y raíces adventicias), que son un recurso importante para la fauna por la retención de agua y acumulación de azúcar, fibra y néctar.

El cactus *Corryocactus melanotrichus* (endémico para Bolivia) ha demostrado estar presente en todos los sitios de estudio, manifestando su potencial resiliencia y adaptación a la perturbación humana. Le acompañan cactus nativos como: *Oreocereus fossulatus, Cumulopuntia boliviana* y *Opuntia sulphurea* que se encuentran discretamente en el paisaje.

La bromelia *Puya meziana* (endémica para Bolivia) está presente en el área de muestreo, se encuentra en zonas con rocas (saxicola) y depresiones donde pueda desarrollarse en grandes rosetas. Sus flores constituyen un recurso para aves e insectos, lo mismo que la disposición de sus hojas permite la acumulación de agua para otros animales y ella misma en época de intenso calor.

En base al Manifiesto Ambiental del RSNJ de 2010 y la lista de especies vegetales generada en 2019, se obtuvo los siguientes resultados presentados en la Tabla A-88:

Tabla A-88 Vegetación Real

N°	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	GENERO /ESPECIE	ESTATUS	ENDEMICA	USOS
1	Higo de cabo	Aizoaceae	Carpobrotus edulis	Cultivada naturalizada	no	Sujeta el suelo, ornamental
2	SD	Alstroemeriaceae	Bomarea sp	Nativa	no	Sd
3	Kentara	Amaranthaceae	Atriplex rusbyi	Nativa	no	Sd
4	Kentara	Amaranthaceae	Atriplex semibaccata	Adventicia	no	Hierba forrajera
5	Molle	Anacardiaceae	Schinus molle	Nativa y cultivada	no	Medicinal, ornamental
6	Cicuta	Apiaceae	Conium maculatum	Naturalizada	no	Medicinal
7	Agave	Asparagaceae	Agave americana	Cultivada, adventicia	no	Ornamental
8	Thola supa	Asteraceae	Baccharis boliviensis	Nativa	no	Combustible y farmacológico
9	Chilca	Asteraceae	Baccharis latifolia	Nativa	no	Medicinal tradicional y farmacológico
10	SD	Asteraceae	Baccharis linearifolia	Nativa	no	Sd
11	Tanta thola	Asteraceae	Baccharis papillosa	Nativa	no	Combustible
12	Anjawaya, Llauli	Asteraceae	Chrysanthemum coronarium	Cultivada	no	Ornamental
13	Kanapaco, lechuguilla común, leche leche	Asteraceae	Dasyphyllum ferox	Nativa	no	Sd
14	Diente de león, leche leche	Asteraceae	Sonchus oleraceus	Naturalizada	no	Medicinal, alimenticia, forrajera
15	Tuyu tuyu, margarita, san marcos	Asteraceae	Taraxacum officinale	Naturalizada	no	Alimenticia, forrajera y medicinal
16	Margarita	Asteraceae	Tessaria fastigiata	Nativa	no	Medicinal tradicional
17	Warijo	Bignoniaceae	Tecoma fulva	Nativa	no	Ornamental
18	Mostaza negra	Brassicaceae	Brassica nigra	Cultivada adventicia	no	Medicinal y agronómica
19	Kara	Bromeliaceae	Puya meziana	Endemica	si	Ecológico
20	Chapitarwa	Cactaceae	Corryocactus melanotrichus	Endemica	si	Ecológico
21	Kusa kusa y picheka	Cactaceae	Cumulopuntia boliviana	Nativa	no	Ecológico
22	Phusqallo waraqo	Cactaceae	Opuntia ficus-indica	Cultivada naturalizada	no	Alimenticia
23	Tuna	Cactaceae	Opuntia sulphurea	Nativa	no	Medicinal
24	Tunilla, airampo	Cactaceae	Oreocereus fossulatus	Nativa	no	Ecológico

N°	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	GENERO /ESPECIE	ESTATUS	ENDEMICA	USOS
25	Ciprés	Cupressaceae	Cupressus sempervirens	Cultivada	no	Ornamental
26	Pinco pinco, p'isgo simi, sanu sanu, cola de caballo	Ephedraceae	Ephedra americana	Nativa	no	Medicinal
27	Acacia	Fabaceae	Acacia retinodes	Cultivada	no	Ornamental
28	Acacia	Fabaceae	Acacia spp.	Cultivada	no	Ornamental
29	Añahuaya, mishuka, ayaculi, llaulinco	Fabaceae	Adesmia miraflorensis	Nativa	no	Medicinal tradicional, forrajera, ecológico
30	Tarwi	Fabaceae	Lupinus sp	Nativa	no	Forrajera, alimentación y/o ornamental
31	Moto moto, tarkakaya	Fabaceae	Senna aymara	Nativa	no	Ornamental
32	Moto moto, tarkakaya	Krameriaceae	Krameria lappacea	Nativa	no	Medicinal, ecológico
33	Salvia	Lamiaceae	Lepechina meyenii	Nativa	no	Forrajera y medicinal
34	Malvon, malva común	Malvaceae	Malva assurgentiflora	Cultivada	no	Medicinal
35	Eucalipto	Myrtaceae	Eucalipto spp.	Cultivada	no	Medicinal y construcción
36	Eucalipto	Myrtaceae	Eucalyptus globulus	Cultivada	no	Medicinal y construcción
37	Manka panki, sojo sojo	Orobanchaceae	Agalinis lanceolata	Nativa	no	Ornamental
38	Manka panki, sojo sojo	Orobanchaceae	Agalinis sp	S/d	no	Ornamental
39	Paja brava	Poaceae	Jarava ichu	Nativa	no	Forrajera y construcción
40	Sehuenca, sauco	Poaceae	Cortaderia jubata	Nativa	no	Forrajera y construcción
41	Sehuenca, sauco	Poaceae	Cortaderia spp	Nativa	no	Forrajera y construcción
42	Pasto	Poaceae	Penisetum clandestinum	Naturalizada	no	Forrajera
43	Chakatya, chacatea	Sapindaceae	Donodea viscosa	Nativa	no	Medicinal y ornamental
44	Quinchimali	Schoepfiaceae	Quinchamallium chilense	Nativa	no	Ornamental
45	Ckapo ckapo	Solanaceae	Lycianthes lycioides	Nativa	no	Ornamental
46	karalawara, karallanta, mayukara, iawa, palan- palan, qara lawra	Solanaceae	Nicotiana glauca	Nativa	no	Ornamental
47	Papa	Solanaceae	Solanum sp	Nativa	no	Alimenticia

Fuente: Manifiesto Ambiental 2010 – Elaboración propia: Resultados de las especies vegetales generadas el 2019

A.8.11.2 Fauna

A.8.11.2.1 Muestreo de Fauna

El levantamiento de registros se desarrolló entre el periodo del 23 de septiembre al 4 de diciembre de 2019, los días 27, 28, 29 de noviembre y 4 de diciembre de 2019 para este fin se identificó grupos de aves y mamíferos medianos.

El registro para aves se desarrolló mediante puntos de conteo que estaban separados a una distancia aproximada de 150 a 300m (Ilustración A-23); en cada punto se registró las aves durante de 3 minutos en un radio de avistamiento de 30m. De forma paralela al realizar el desplazamiento a otro punto de observación de aves, se tomó registros de los otros grupos de fauna (avistamiento, heces, huellas). Los registros de datos para los puntos de conteo se desarrollaron entre las 06:30am a 11:00am y durante todo el tiempo de la estadía en el área de prospección.

La propuesta en la Fase I, respecto a utilizar trampas cámara para vertebrados terrestres medianos y grandes, búsquedas de rastros o individuos empleando mayor tiempo de esfuerzo por día, redes niebla, trampas para insectos, no se ejcutó en la Fase 2, debido a la limitación de tiempo.

A.8.11.2.2 Especies registradas en general y por sector

Sitio 1. -Se registró un total de 15 especies de aves de las cuales 13 corresponden a registros en los puntos de conteo y 2 a las observaciones complementarias mientras se desarrollaban los desplazamientos a otro punto de muestreo.

En las áreas de estudio las especies frecuentes corresponden a *Mimus dorsalis, Turdus chiguanco* que presentan hábitos alimenticios de tipo omnívoro (frugívoro e insectívoro para la primera especie y granívoro, frugívoro y granívoro para la segunda). Otra especie frecuente es *Phalcoboenus megalopeterus*, ave de hábitos alimenticios de tipo carroñero asociada a los farallones, donde descansan antes de dirigirse a las áreas de residuos expuestos del relleno para alimentarse. También está la presencia de gaviotas (*Chroicocephalus serranus*) y palomas (*Patagioenas maculosa*) sobrevolando grupos por el sector, antes de dirigirse a la zona de disposición actual de residuos sólidos para la búsqueda de alimento. En otros grupos de fauna solo se registró heces de vizcacha y perros domésticos.

Sitio 2. -Se registró un total de 7 especies de aves de las cuales 4 corresponden a registros en los puntos de conteo y 3 a las observaciones complementarias mientras se desarrollaban los desplazamientos a otro punto de muestreo.

En este sector, las especies frecuentes corresponden a las especies de *Zonotrichia capensis, Asthenes dorbignyi* y *Troglodytes aedon*, la primera especie se alimenta de semillas, aunque también consume insectos y una amplia variedad de alimentos o desechos producidos por los humanos, las otras dos especies presentan hábitos alimenticios de tipo granívoro y/o insectívoros[10]. Al igual que en Sector 1, las aves más propensas a alimentarse de los desechos dentro el relleno, se las encuentra en "descanso" en los farallones (*Phalcoboenus megalopeterus*) o pasan sobrevolado por el sector (*Chroicocephalus serranus*). En otros grupos de fauna solo se registró perros domésticos.

[10] Fuente: Campos y Gómez, 2017

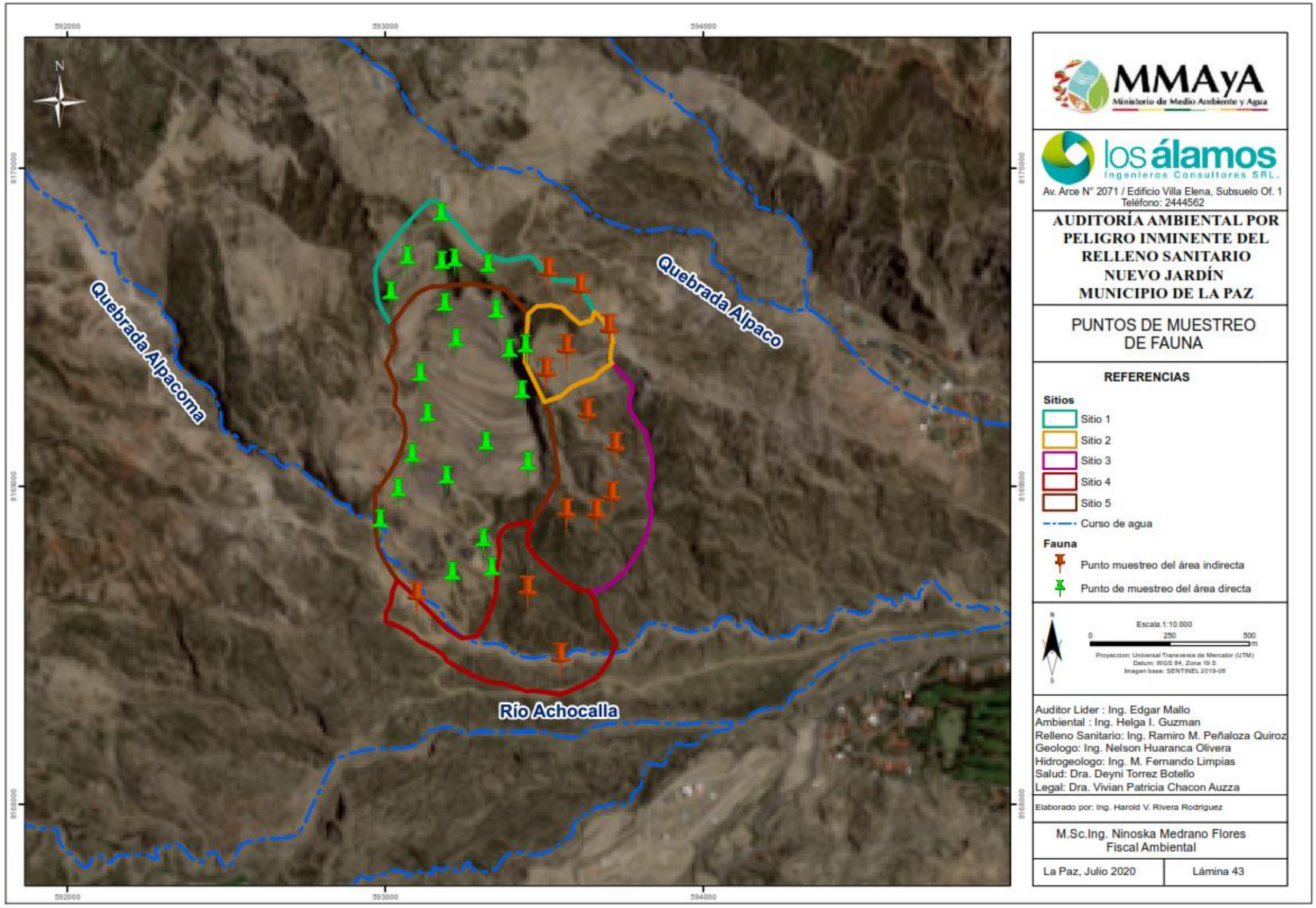


Ilustración A-23 Mapa de ubicación de puntos de conteo en aves
Fuente: Elaboración propia

Sitio 3. - Se registró un total de 7 especies de aves de las cuales 4 corresponden a registros en los puntos de conteo y 3 a las observaciones casuales mientras se desarrollaban los desplazamientos a otro punto de muestreo.

Las especies frecuentes corresponden a *Asthenes dorbignyi*. Al igual que en Sector 1 y 2, se observó un comportamiento similar en *Phalcoboenus megalopeterus, Patagioenas maculosa* y *Phalcoboenus megalopeterus*.

En otros grupos de fauna, se registró una especie de lagartija (*Liolemus spp*.), heces de vizcacha con frecuencia y perros domésticos.

Sitio 4. - Se registró un total de 4 especies de aves de las cuales 2 corresponden a registros en los puntos de conteo y 2 a observaciones casuales mientras se desarrollaban los desplazamientos a otro punto de muestreo. Las especies observadas presentan hábitos alimenticios de tipo insectívoro, nectarívoro y granívoro.

Sitio 5. - Se registró un total de 13 especies de aves de las cuales 9 corresponden a registros en los puntos de conteo y 4 a las observaciones casuales.

Las especies corresponden a *Zonotrichia capensis, Spinus atratus, Turdus chiguanco Asthenes dorbignyi* y *Mimus dorsalis* son especies con hábitos alimenticios que van desde generalistas hasta más específicos (p.e. granívoro, insectívoro).

Las grandes de poblaciones de aves posadas en el relleno activo (*Patagioenas maculosa* y *Chroicocephalus serranus*) o tendidos eléctricos (*Patagioenas maculosa*).

En otros grupos de fauna, aparte de perros domésticos, se registró una especie de anfibio en estado de desarrollo.

A.8.11.2.3 Fauna potencial

La fauna potencial está determinada por la información disponible base del Manifiesto Ambiental, año 2010, como fuente referencial oficial del área del RSNJ, como se detalla a continuación:

Cuadro A-26 Fauna Potencial

ESPECIE	NOMBRE COMÚN		
AVES			
Asthenes dorbignyi	Canastero Rojizo	Phrygilus fruticeti	Yal Pechinegro
Chroicocephalus serranus	Gaviota Andina	Saltator aurantiirostris	Pepitero Piquigualdo
Phalcoboenus megalopeterus	Kara Kara	Sicalis uropygialis	Chiringüe Culigualdo
Phrygilus punensis	Chubita	Spinus uropygialis	Chaiñita
Spinus atratus	Chaiñita	Vanellus resplendens	Leke-leke
Turdus chiguanco	Chiguanco	Zenaida auriculata	Zenaida Torcaza
Zonotrichia capensis	Pichitanka	Saltator aurantiirostris	Pepitero Piquigualdo
Colibri coruscans	Lulinchu	Sicalis uropygialis	Chiringüe Culigualdo
Colaptes rupicola	Yaka Yaka	Total, aves	19
Gallinula chloropus	Gallineta Común	MAMIFEROS	
Cinclodes fuscus	Kachiranka	Akodon jelsky	Ratón
Diuca speculifera	Diuca Aliblanca	Phyllotis asilae	Ratón orejón

ESPECIE	NOMBRE COMÚN		
AVES			
Patagona gigas	Colibrí Gigante	Total, mamíferos	2
		TOTAL	21

Fuente: Elaboración propia en base a información de nombres científicos y comunes de Moya et al. 2017; Herzog et al. 2017

A.8.11.2.4 Fauna Real: Inventario faunístico

Cuadro A-27 Inventario Faunístico

Grupo de vertebrados	Especies identificadas en RSNJ	Nombre común	Tolerancia Urbana	Valles secos 2600-3600 m.s.n.m.	Puna húmeda 3600-4500 m.s.n.m.	Presencia confirmada, 3100 – 3700 m.s.n.m.
ANFIBIOS	*Pleurodema sp.*	Rana	Sensibles a urbanización			Si
REPTILES	*Liolaemus sp.*	Lagartija	Sensibles a urbanización			Si
AVES	*Phalcoboenus Megalopterus*	Kara Kara	Adaptable a amb. Urbanos			Si
	Vanellus resplendens	Leke-Leke	Adaptable a amb. urbanos			Si
	Colibri coruscans	Lulinchu	Adaptable a amb. urbanos			Si
	Patagonas gigas	Colibri Gigante	Adaptable a amb. urbanos			Si
	Colibri coruscans	Lulinchu	Adaptable a amb. urbanos			Si
	Zenaida auriculata	Zenaida Torcaza	Explotadora urbana, más frecuente en amb. urbanos			Sí
	Colaptes rupícola	Yaka Yaka	Adaptable a amb. urbanos			Si
	Cinclodes albiventris	Kachiranka	Adaptable a amb. urbanos			Si
	Turdus chiguanco	Chiguanco	Explotadora urbana, más frecuente en amb. Urbanos			Si
	Zonotrichia capensis	Pichitanka	Explotadora urbana, más frecuente en amb. Urbanos			Si
	Phrygilus punensis	Chubita	Explotadora urbana, más frecuente en amb. Urbanos			Si
	Phrygilus fruticeti	Yal Pechinegro	Sensibles a urbanización*			Si
	Saltator aurantiirostris	Pepitero Piquigualdo	Adaptable a amb. urbanos			Sí
GRUPO DE VERTEBRADOS	*Sporagra atrata*	SD	Adaptable a amb. urbanos			Si
	Sporagra uropygialis	SD	Sensibles a urbanización*			Si
	Registro de especies identificadas para FASE II					
	Mimus dorsalis	Sinsonte castaño	Sensibles a urbanización*			Si
	Patagioenas maculosa	Paloma Moteada	Adaptable a amb. urbanos			Si
	Sappho sparganurus	Colibrí Cometa	Adaptable a amb. urbanos			Si
	Falco sparverius	Qilli-qilli	Adaptable a amb. urbanos			Sí

Grupo de vertebrados	Especies identificadas en RSNJ	Nombre común	Tolerancia Urbana	Valles secos 2600-3600 m.s.n.m.	Puna húmeda 3600-4500 m.s.n.m.	Presencia confirmada, 3100 – 3700 m.s.n.m.
	Phytotoma rutila	Cortarramas argentino	Adaptable a amb. urbanos			Si
	Pygochelidon cyanoleuca	Golondrina Barranquera	Adaptable a amb. urbanos			Si
	Troglodytes aedo	Ratona	Explotadora urbana, más frecuente en amb. Urbanos			Si
GRUPO DE VERTEBRADOS	*Columbina picui*	ortolita picui	Explotadora urbana, más frecuente en amb. Urbanos			Si
	Mimus dorsalis	Sinsonte castaño	Sensibles a urbanización*			Si
	Chroicocephalus serranus	Gaviota Andina	Explotadora urbana, más frecuente en amb. Urbanos			Si
	Spinus atratus	Chaiñita	Sin información			Si
MAMÍFEROS	*Lagidium viscacia2*	Vizcacha	sin información			Si
	Phyllotis osilae (1)	Ratón orejón	sin información			Si
	Akodon jelsky	Ratón	Frecuente en amb. urbanos			Si
	Canis lupus Familiaris (1)	Perro doméstico	Explotadora urbana, frecuente en amb. Urbanos			Si

*especies que son frecuentes en hábitats silvestres, rurales y periurbanos e ingresan eventualmente en márgenes de las urbes
Fuente: Elaboración propia en base al estudio de fauna. (1) DHV Consultores (1998)

Al comparar cualitativamente la riqueza de especies de aves reportadas en 2010 para el área directa de evaluación del RSNJ, con lo registrado entre noviembre y diciembre de 2019, se observa que un 42% de especies registradas en el Manifiesto Ambiental, fueron registradas en la presente consultoría. El restante de especies no registradas reportadas para la gestión 2010, puede deberse a temas de esfuerzo de muestreo, así como características ecológicas y etológicas propias de cada especie. Otro factor es la remoción del hábitat y las actividades constantes de la maquinaria del relleno, factores que pueden determinar que estas especies se desplacen a otras localidades colindantes y/o utilicen infraestructura del relleno.

En contraposición, en aves, se puede observar poblaciones abundantes de otras especies que puede estar en relación a la disponibilidad constante de alimento en el relleno, como es el caso para Patagioenas maculosa y Chroicocephalus serranus, especies que se las observa permanentemente en el lado oeste del RSNJ en descanso en su búsqueda de alimentación o en el trayecto hacia las actividades del área de disposición final actual de residuos sólidos.

Si bien, la variación observada puede estar en relación a factores ecológicos o del esfuerzo de muestreo, estas no pueden contrastarse de forma cuantitativa en el grupo de especies que se mantiene en los dos periodos, debido a que el manifiesto ambiental no presenta una línea base de la densidad y/o abundancia relativa de cada especie silvestre.

A.8.11.3 Estado de conservación actual de las especies

Si bien, los grupos de fauna registrados en el RSJNA en 2010 y 2019 no están bajo alguna categoría de amenaza, se tiene que considerar que estas especies están sometidas en diferente grado y de forma

constante, a presiones relacionadas principalmente al cambio de uso de suelo, crecimiento urbano desorganizado, fragmentación del hábitat, contaminación química, introducción de especies exóticas, como es en el caso de diferentes especies en el valle de La Paz[11].

Se observa grupos de perros (Canis familiaris) en búsqueda de alimento dentro del RSNJ como en sus alrededores. En ese sentido, se debe evaluar si son especies domesticas o están en proceso de ser silvestres (*Fuente: Rico et al. 2017*).

A.8.11.4 Medio Perceptual (flora y fauna)

A.8.11.4.1 Análisis cualitativo de la pérdida de modificación del paisaje

Para este análisis se utilizó la serie de imágenes disponibles en Google Earth desde la gestión 2014 a 2019. En ese sentido de una serie de 99 imágenes revisadas, se presentan 5 imágenes que muestran tendencias de cambios cualitativos "resaltantes", relacionados a la pérdida de cobertura vegetal y transformación del paisaje que corresponden a este periodo de análisis; la delimitación y descripción de estos cambios, están en relación a las áreas de evaluación que se desarrolló en fauna y flora en el RSNJ.

En 2004, se observó un proceso de pérdida de cobertura vegetal y remisión de tierra de una superficie aproximada de 0.37 Ha, el cual al año 2011 se amplía considerablemente. En 2018 se advierte que la región sur del RSNJ (colindante con el área de análisis del derrame) presenta leves ampliaciones, este proceso de cambio en la cobertura de vegetación y remoción del suelo también se pudo evidenciar en marzo de 2019 y octubre 2019.

A.8.11.4.2 Modificación del paisaje y su relación con la flora y fauna

Por la lista de especies del Manifiesto Ambiental, estaríamos hablando de plantas de mayor tamaño y cobertura, especies que tienen flores vistosas para la fauna como cactáceas columnares y más hierbas de la familia Astereacea y Bromeliaceae.

Mientras transcurre el tiempo se observa una reducción de la cobertura vegetal y aumenta la exposición del suelo por los trabajos propios del relleno, factores que posiblemente han determinado la presencia de especies mejor adaptadas al estrés medioambiental como *Atriplex sp, Baccharis sp, Jarava ichu*. Muchas veces la fragmentación de paisaje ocasiona que algunas especies se desarrollen mejor por separado de las comunidades regulares.

En aves, debido a que este entorno ha sido modificado por el ser humano, especies particularmente sensibles a estos cambios ya no están presentes. Este patrón tendería a replicarse en la comunidad de aves que está en el RSNJ, debido a que el conjunto de especies registradas en las dos áreas de prospección directa e indirecta, presentan una amplia distribución y están categorizadas como especies adaptables a las urbes y explotadoras de áreas urbanas debido a que normalmente habitan en entornos urbanos con mayor proporción de edificaciones y alteración humana, como la presente en el RSNJ.

En mamíferos la única especie (*Lagidium vizcacha*) registrada varias veces, tiene la capacidad de adaptarse a ambientes antrópicos. En relación a los otros grupos de vertebrados (reptiles y anfibios) se tiene solo un registro, por lo tanto, esta frecuencia puede deberse a un efecto metodológico o al proceso de modificación del paisaje.

[11] Fuente: Garitano-Zavala A., M. Isabel Gómez. 2017 y Coca K y C Zambarana Torrelio, 2017

A.9 Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales Negativos

A.9.1 Identificación de Impactos Ambientales

A.9.1.1 Descripción de la AOP

La amenaza generada por la AOP (impactos generados por la AOP) se calculan en base a la evaluación del Plan de Contingencias Especifico Deslizamiento Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma, a partir del cual se establecieron las siguientes actividades:

- Accesos de vías
- Construcción de diques
- Elaboración de queques
- Conformación y cobertura
- Estabilización de la masa de residuos deslizados
- Generación de biogás
- Generación de lixiviado

Para cada criterio se definen los factores ambientales a ser impactados por la AOP.

Tabla A-89 Identificación de actividades de la AOP y descripción en relación a su entorno

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN EN RELACIÓN AL ENTORNO
PLAN DE CONTINGENCIAS DESPUÉS DEL EVENTO DE 15 DE ENERO 2019	Actividad 1: Accesos de vías	Consiste en la habilitación y reconformación de las vías de acceso que fueron afectados por el deslizamiento
	Actividad 2: Construcción de diques	Comprende la construcción 3 diques para la contención de los residuos y lixiviados desplazados hacia la quebrada Alpacoma
	Actividad 3: Elaboración de queques	Se refiere a la elaboración de queques con los líquidos lixiviados en los diques, posterior ubicación
	Actividad 4: Conformación y cobertura	Comprende la conformación de residuos deslizados en el lecho de la quebrada Alpacoma
	Actividad 5: Estabilización de la masa de residuos deslizados	Consiste en la remoción y estabilización de la masa de residuos con material terreo y compactado
	Actividad 6: Generación de biogás	Se refiere a la recolección y ventilación del biogás producidos por la masa de residuos deslizados
	Actividad 7: Generación de lixiviados	Consiste en el proceso de recolección y almacenamiento de los líquidos lixiviados producidos por la masa de residuos deslizados

Fuente: Elaboración Propia

Para la identificación de factores ambientales, se realiza el llenado de la matriz causa – efecto. Los impactos generados sobre el medio se calculan en base al impacto ambiental del hecho ocurrido el 15 de enero del 2019, sobre los componentes:

- Abióticos: factor agua (agua superficial y subterránea), suelo, aire, ruido
- Bióticos: factor ecología (ecosistemas, biodiversidades de fauna y flora)
- Social y económica: salud, socioeconómico

Tabla A-90 Identificación de factores ambientales

ETAPA	ACTIVIDADES	FACTOR						
		AIRE	AGUA	SUELO	ECOLOGÍA	RUIDO	SOCIOECONÓMICO	SALUD
PLAN DE CONTINGENCIAS DESPUÉS DEL EVENTO DE 15 DE ENERO 2019	Actividad 1	X				X		X
	Actividad 2	X			X	X		X
	Actividad 3	X		X				
	Actividad 4	X	X			X		X
	Actividad 5	X				X		X
	Actividad 6	X						
	Actividad 7	X	X	X	X			

Fuente: Elaboración Propia

La Ley de Medio Ambiente solo incluye seis factores ambientales para la aplicación de esta metodología como ser Aire, Agua, Suelo, Ecología, Ruido y Socioeconómico. Considerando que se debe analizar un factor importante de manera particular se incorporó salud. Para fines de esta metodología de Impactos Ambientales, se emplea la propuesta por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), de acuerdo a la Resolución Administrativa VMCBCCGDF N° 0028/2018.

Para la Identificación de Impactos Ambientales se consideró la Tabla A-90, con la cual se procedió a la clasificación acorde a los factores afectados por cada actividad. En la columna de impacto (Tabla A-91) se procede con la identificación de los atributos de los factores impactados conforme a la lista del Cuadro de atributos según:

Cuadro A-28 Cuadro de atributos

FACTOR	ATRIBUTO
AIRE	FACTOR DE DISPERSIÓN (PST, PM1O, PM 2,5)
	GENERACIÓN DE GASES (OXIDO DE AZUFRE, OXIDO DE NITRÓGENO MONÓXIDO DE CARBONO, ENTRE OTROS)
	OXIDANTES FOTOQUÍMICOS
	TÓXICOS PELIGROSOS
	OLOR
	OTROS (*)
RUIDO	EFECTOS FISIOLÓGICOS
	RENDIMIENTO LABORAL
	COMUNICACIÓN
	COMPORTAMIENTO SOCIAL
	OTROS (*)
AGUA	SOLIDOS SUSPENDIDOS
	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES
	TEMPERATURA
	CAMBIO DE LA CALIDAD HÍDRICA (pH, OD, DBOS, DQO, COLIFORMES FECALES, ACEITES Y GRASAS, NUTRIENTES, METALES, ENTRE OTROS
	VARIACIÓN DE CAUDAL
	SEDIMENTACIÓN
	COMPUESTOS TÓXICOS
	RESIDUOS SOLIDOS
	OTROS (*)

FACTOR	ATRIBUTO
SUELO	CAMBIO EN LA CALIDAD DEL SUELO (SALINIDAD, ALCALINIDAD, NUTRIENTES, TPH, ENTRE OTROS)
	COMPACTACIÓN
	EROSIÓN
	RIESGOS
	USOS DE SUELOS
	RESIDUOS SOLIDOS
	RESIDUOS LÍQUIDOS
	RESIDUOS PELIGROSOS
	RESIDUOS RADIACTIVOS
	DEFORESTACIÓN
	OTROS (*)
ECOLOGÍA	FAUNA TERRESTRE
	AVES
	FAUNA ACUÁTICA
	VEGETACIÓN Y FLORA TERRESTRE
	ÁREAS VERDES URBANAS
	VEGETACIÓN Y FLORA ACUÁTICA
	COSECHA AGRÍCOLA
	VECTORES
	PAISAJISMO
	OTROS (*)
SOCIO ECONÓMICO	NECESIDADES COMUNALES
	EMPLEO
	PROPIEDAD PÚBLICA
	PROPIEDAD PRIVADA
	PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO
	OTROS (*)
SALUD	SEGURIDAD INDUSTRIAL
	SALUD OCUPACIONAL
	MUTAGENOS QUÍMICOS
	MUTAGENOS FÍSICOS
	MUTAGENOS BIOLÓGICOS
	RADIACIÓN
	OTROS (*}

Fuente: Resolución Administrativa VMABCCGDF Nº 0028/2018

Evaluando cada factor ambiental y su efecto sobre el medio ambiente contemplados a través del atributo identificado, tenemos la siguiente tabla:

Tabla A-91 Identificación de Impactos Ambientales (IIA)

ETAPA: Abandono				
FACTOR	ACTIVIDADES	ATRIBUTO	IMPACTO	CÓDIGO
AIRE	Actividad 1	PST, PM10, PBV	Dispersión de partículas	AI-01-01
	Actividad 2	PST, PM10, PBV	Dispersión de partículas	AI-02-01
	Actividad 3	PST, PM10, PBV	Dispersión de partículas	AI-03-01
	Actividad 4	Olor	Generación de olores	AI-04-01

ETAPA: Abandono				
FACTOR	ACTIVIDADES	ATRIBUTO	IMPACTO	CÓDIGO
	Actividad 5	Olor	Generación de olores	AI-05-01
		PST, PM10, PBV	Dispersión de partículas	AI-05-02
	Actividad 6	Metano	Generación de biogás	AI-06-01
	Actividad 7	Olor	Generación de olores	AI-07-01
RUIDO	Actividad 1	Efectos fisiológicos	Ruido	RU-01-01
	Actividad 2	Efectos fisiológicos	Ruido	RU-02-01
	Actividad 4	Efectos fisiológicos	Ruido	RU-04-01
	Actividad 5	Efectos fisiológicos	Ruido	RU-05-01
AGUA	Actividad 4	Residuos solidos	Deslizamiento de residuos sólidos	AG-04-01
	Actividad 7	Cambio de calidad hídrica (pH, DBO_5, DQO, OD, Coliformes fecales, Coliformes totales)	Contaminación de cuerpos de agua	AG-07-01
SUELO	Actividad 3	Cambio en la calidad del suelo (Salinidad, Alcalinidad, Nutrientes, TPH)	Contaminación de suelos	SU-03-01
	Actividad 5	Residuos sólidos	Deslizamiento de residuos solidos	SU-05-01
	Actividad 7	Cambio en la calidad del suelo (Salinidad, Alcalinidad, Nutrientes, TPH)	Contaminación de suelos	SU-07-01
ECOLOGÍA	Actividad 2	Vegetación y Flora terrestre	Remoción de algunos remanentes de vegetación	EC-02-01
		Fauna terrestre	Remoción de vegetación	EC-02-02
	Actividad 7	Vegetación y Flora terrestre	Extensión de residuos y lixiviados	EC-07-01
		Fauna terrestre	Extensión de residuos y lixiviados	EC-07-02
SALUD	Actividad 1	Seguridad Industrial	Incremento de riesgos de accidentes	SA-01-01
		Salud Ocupacional	Incremento de riesgos de enfermedades profesionales	SA-01-02
	Actividad 2	Seguridad Industrial	Incremento de riesgos de accidentes	SA-02-01
		Salud Ocupacional	Incremento de riesgos de enfermedades profesionales	SA-02-02
	Actividad 4	Seguridad Industrial	Incremento de riesgos de accidentes	SA-04-01

ETAPA: Abandono				
FACTOR	ACTIVIDADES	ATRIBUTO	IMPACTO	CÓDIGO
		Salud Ocupacional	Incremento de riesgos de enfermedades profesionales	SA-04-02
	Actividad 5	Seguridad Industrial	Incremento de riesgos de accidentes	SA-05-01
		Salud Ocupacional	Incremento de riesgos de enfermedades profesionales	SA-05-02

Fuente: Elaboración Propia

A.9.1.2 Codificación de Impactos Ambientales

La codificación en el documento se genera de la siguiente manera:

1. La abreviación corresponde al factor en consideración.

Cuadro A-29 Codificación por factor

FACTOR	CÓDIGO
AIRE	AI
RUIDO	RU
AGUA	AG
SUELO	SU
ECOLOGÍA	EC
SOCIOECONÓMICO	SE
SALUD	SA

Fuente: Elaboración Propia

2. Los siguientes dígitos son numéricos y corresponden a la secuencia de las actividades identificadas

Cuadro A-30 Codificación por actividad

ACTIVIDAD	CÓDIGO
Actividad 1	01
Actividad 2	02
Actividad 3	03
Actividad 4	04
Actividad 5	05
Actividad 6	06
Actividad 7	07

Fuente: Elaboración Propia

3. El tercer dígito representa la numeración de los atributos afectados por una misma actividad, por ejemplo:

A.9.2 Evaluación del Impacto Ambiental

Para la valoración de los impactos ambientales se procedió a evaluar el tiempo de duración de cada actividad y la incidencia del entorno para la ponderación del impacto.

A.9.2.1 Parametrización del tiempo

El tiempo de las actividades del Plan de Contingencia especifico posterior al evento suscitado en el RSNJ, tuvo una duración aproximada de 230 días. Valor determinado de acuerdo a la medida que se desarrollaban sus actividades reportado de los informes de gestión mensual presentado por TERSA S.A.

El tiempo de la duración de las actividades se parametrizó en base a la siguiente clasificación:

Tabla A-92 Parametrización del tiempo

ESPECIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN	% TIEMPO	RANGO (días)
MUY ALTA	5	81 – 100 %	187 – 230
ALTA	4	61 – 80 %	141 –186
MEDIA	3	41 – 60 %	95– 140
BAJA	2	21 – 40 %	49 – 94
MUY BAJA	1	0 – 20 %	1 – 48

Fuente: Elaboración Propia

A.9.2.2 Ponderación del Impacto y su incidencia en el Entorno

Para la ponderación del Impacto generado por las actividades después del evento y su Incidencia en el entorno, se considera los siguientes criterios:

- Directo o indirecto, permanente o temporal, extensivo o localizado, próximo o alejado, reversible o irreversible, recuperable o irrecuperable, acumulativo o no acumulativo, sinérgico.

El análisis del impacto generado por cada actividad se clasificó de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro A-31 Clasificación de la ponderación del impacto
(Y su Incidencia en el Entorno)

ESPECIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN
MUY ALTA	5
ALTA	4
MEDIA	3
BAJA	2
MUY BAJA	1

Fuente: Elaboración Propia

A.9.2.3 Cálculo de la Valoración del Impacto Ambiental

Para establecer la valoración del Impacto Ambiental se empleó la siguiente formula:

$$\boldsymbol{Valoración\ del\ Impacto\ Ambiental\ (VIA)} = Tiempo\ de\ la\ Actividad * Incidencia\ en\ el\ Entorno$$

Cuadro A-32 Matriz de Tiempo vs. Incidencia

		INCIDENCIA DEL ENTORNO				
		1	2	3	4	5
TIEMPO DE LA ACTIVIDAD	1	1	2	3	4	5
	2	2	4	6	8	10
	3	3	6	9	12	15
	4	4	8	12	16	20
	5	5	10	15	20	25

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la ***Valoración del Impacto Ambiental*** fueron expresados bajo la siguiente escala.

Cuadro A-33 Escala de la Valoración del Impacto Ambiental

ESPECIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN
MUY ALTA	20-25
ALTA	10-16
MEDIA	5-9
BAJA	3-4
MUY BAJA	1-2

Fuente: Elaboración Propia

A.9.2.4 Priorización de Impactos Ambientales

De acuerdo al análisis desarrollado durante la metodología se identificaron los impactos ambientales generados posteriores al evento que se debieron priorizar. En el Cuadro A-34 se observa que los impactos ambientales con mayor valoración pertenecen a los factores aire (PBV y olores), agua (cambio de calidad hídrica) y suelo (cambio de calidad del suelo) y salud (protocolos de seguridad industrial).

Cuadro A-34 Valoración del Impacto Ambiental

ETAPA: ABANDONO				
FACTOR	**CÓDIGO**	**TIEMPO**	**INCIDENCIA DEL ENTORNO**	**VIA**
AIRE	AI-01-01	Muy baja (1)	Muy Alta (5)	5
	AI-02-01	Muy baja (1)	Media (3)	3
	AI-03-01	Muy baja (1)	Media (3)	3
	AI-04-01	Baja (2)	Media (3)	6
	AI-05-01	Alta (4)	Alta (4)	16
	AI-05-02	Alta (4)	Alta (4)	16
	AI-06-01	Alta (4)	Media (3)	12
	AI-07-01	Muy alta (5)	Bajo (2)	10
RUIDO	RU-01-01	Muy baja (1)	Media (3)	3
	RU-02-01	Muy baja (1)	Media (3)	3
	RU-04-01	Baja (2)	Bajo (2)	4

ETAPA: ABANDONO				
FACTOR	**CÓDIGO**	**TIEMPO**	**INCIDENCIA DEL ENTORNO**	**VIA**
	RU-05-01	Alta (4)	Media (3)	12
AGUA	AG-04-01	Baja (2)	Alta (4)	8
	AG-07-01	Muy alta (5)	Media (3)	15
SUELO	SU-03-01	Media (3)	Muy Alta (5)	15
	SU-05-01	Alta (4)	Media (3)	12
	SU-07-01	Muy alta (5)	Media (3)	15
ECOLOGÍA	EC-02-01	Muy baja (1)	Alta (4)	4
	EC-02-02	Muy baja (1)	Alta (4)	4
	EC-07-01	Media (3)	Media (3)	9
	EC-07-02	Media (3)	Media (3)	9
SALUD	SA-01-01	Muy baja (1)	Media (3)	3
	SA-01-02	Muy baja (1)	Media (3)	3
	SA-02-01	Muy baja (1)	Media (3)	3
	SA-02-02	Muy baja (1)	Media (3)	3
	SA-04-01	Baja (2)	Media (3)	6
	SA-04-02	Baja (2)	Media (3)	6
	SA-05-01	Alta (4)	Media (3)	12
	SA-05-02	Media (3)	Baja (2)	6

Fuente: Elaboración Propia

Los impactos ambientales negativos en la etapa de Abandono tienen el siguiente resumen:

Los impactos ambientales negativos **Altos a la calidad del Aire** se deben a la estabilización de la masa de residuos sólidos deslizados en los parámetros de olor, PST, PM10 y PBV. El impacto ambiental negativo Alto a la calidad del Aire se debe por la generación de Biogás, Lixiviados y por la estabilización de la masa de residuos sólidos deslizados en los parámetros de concentración de metano, olor y efectos fisiológicos.

Los impactos ambientales negativos **Altos a la calidad del Agua** se deben a la generación de lixiviados por el cambio de la calidad hídrica.

Los impactos ambientales negativos **Altos a la calidad del suelo** se deben a la generación de lixiviados, el impacto ambiental negativo Alto para el suelo se debe a la elaboración de queques y estabilización de la masa de residuos sólidos que cambia la calidad del suelo. Así como por los residuos sólidos.

El impacto ambiental negativos **Alto en la Salud** se debe a la estabilidad de la masa de residuos sólidos por inadecuado cumplimiento de los protocolos de seguridad industrial.

Cuadro A-35 Resumen de Valoración de los Impactos Ambientales Negativos

Factor	Parámetros	Actividad	Código	Valoración
AIRE	Olor	Estabilización de la masa de residuos deslizados	AI-05-01	16
	PST, PM10, PBV		AI-05-02	16
	Metano	Generación de Biogás	AI-06-01	12
	Olor	Generación de Lixiviados	AI-07-01	10
	Efectos Fisiológicos	Estabilización de la masa de residuos deslizados	RU-05-01	12
AGUA	Cambio de la calidad Hídrica	Generación de Lixiviados	AG-07-01	15
SUELOS	Cambio en la calidad del suelo	Generación de Lixiviados	SU-07-01	15
		Elaboración de queques	SU-03-01	15
	Residuos Sólidos	Estabilización de la masa de residuos deslizados	SU-05-01	12
SALUD	Seguridad Industrial	Estabilización de la masa de residuos deslizados	SA-05-01	12

Fuente: Elaboración Propia

A.9.3 Evaluación del Impacto del RSNJ en la Salud

(De Grupos Poblacionales en su Área de Influencia)

El objetivo general es evaluar el impacto de los contaminantes generados en el relleno sanitario de Alpacoma, sobre la salud de los grupos poblacionales vulnerables ubicados en su área de influencia directa e indirecta, después del evento (deslizamiento) producido en enero del 2019. El impacto negativo en salud causado por los rellenos sanitarios (RS) es un asunto de creciente preocupación en salud pública. Los potenciales efectos, van desde aumento en la prevalencia de síntomas auto-reportados tales como fatiga, somnolencia, dolor de cabeza y síntomas respiratorios, hasta bajo peso al nacer, malformaciones congénitas y ciertos tipos en los recién nacidos, el efecto sobre su salud es un ligero aumento de la incidencia de malformaciones congénitas para los que viven cercanamente a los rellenos.

La mayoría de los efectos de los RS sobre la salud humana, no se manifiesten de manera predominante, sino a través de condiciones mórbidas poco severas que a la larga afectan las poblaciones vulnerables. Entonces, la evaluación de los posibles efectos sobre la salud de los RS, se realiza en grupos considerados como vulnerables a los contaminantes que los rellenos producen.

No existen datos actuales sobre morbilidad y mortalidad del área de influencia del relleno sanitario, debido a que en el mes de marzo de 2019 recién se construyó el Centro de Salud Alpacoma Distrito 6. Hecho que dificulta el seguimiento y la comparación de los efectos sobre la salud del relleno sanitario y del deslizamiento como tal.

Los resultados de esta evaluación pretenden ser de utilidad para la toma de decisiones de las comunidades, las autoridades sanitarias, el GMALP y MMAyA.

A.9.3.1 Metodología.

A.9.3.1.1 Área y población del estudio

Para determinar el efecto de la exposición al relleno sanitario de Alpacoma en la salud de la población de su área de influencia, se realizó el cálculo del tamaño de la muestra mediante la fórmula para hallar diferencias en un grupo expuesto y un grupo control de la siguiente manera:

Razón de productos cruzados, razón de chances, razón de ventajas, razón de momios, desigualdad relativa y oportunidad relativa son algunos de los nombres propuestos para traducir el término inglés Odds Ratio. OR es una medida de efecto comúnmente utilizada para comunicar los resultados de una investigación en salud. Un OR corresponde a un cociente entre dos odds, siendo un odds una forma alternativa de expresar la posibilidad de ocurrencia de un evento de interés o de presencia de una exposición.

Por lo tanto, si se conoce la probabilidad de exposición entre los controles p2, y se prevé que el OR asociado al factor de estudio es w, el valor de p1, la frecuencia de exposición entre los casos, puede obtenerse fácilmente:

$$OR = w = \frac{p_1(1-p_2)}{p_2(1-p_1)} \Rightarrow wp_2(1-p_1) = p_1(1-p_2) \Rightarrow p_1(1-p_2+wp_2) = wp_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p_1 = \frac{wp_2}{(1-p_2)+wp_2}$$

Asi, el problema del cálculo del tamaño muestral, se abordó mediante las formulas habituales empleadas en la comparacion de dos proporciones, asumiendo aquí que las proporciones esperadas son p1 y p2.

Recurriendo a las formulas habituales para determinar el tamano muestral mínimo necesario para la comparacion de dos proporciones, se precisar conocer:

- Una idea del valor aproximado del odds ratio que se desea estimar (w)
- La frecuencia de la exposición entre los casos (p1).
- La frecuencia de la exposición entre los controles (p2).

La seguridad con la que se desea trabajar (α), o riesgo de cometer un error de tipo I. Generalmente se trabaja con una seguridad del 95% (α = 0,05).

El poder estadÌstico (1-β) que se quiere para el estudio, o riesgo de cometer un error de tipo II. Es habitual tomar β = 0,2, es decir, un poder del 80%.

y los valores $z_{1-\alpha/2}$ y $z_{1-\beta}$ son valores que se obtienen de la distribución normal estándar en función de la seguridad y el poder elegidos para el estudio. En particular, para una seguridad de un 95% y un poder estadÌstico del 80% se tiene que:

$$z_{1-\alpha/2} = 1{,}96 \quad \text{y} \quad z_{1-\beta} = 0{,}84 .$$

$$n = \frac{\left[z_{1-\alpha/2}\sqrt{2p(1-p)} + z_{1-\beta}\sqrt{p_1(1-p_1)+p_2(1-p_2)} \right]^2}{(p_1 - p_2)^2}$$

En el presente estudio, se determinó una muestra de 30 individuos en cada grupo de casos y controles.

A.9.3.1.2 Diseño

El estudio tuvo dos componentes: uno cuantitativo y otro cualitativo. En el primero, se realizó un estudio de caso controles y para ello se utilizó una encuesta estructurada con preguntas dicotómicas, abiertas y de selección múltiple.

El estudio cualitativo, se orientó a explorar la auto-percepción del impacto del relleno sanitario de Alpacoma en la salud y en el medio ambiente, se usó como técnica de grupo focal y encuestas.

A.9.3.1.3 Criterios de selección.

Criterios de inclusión del grupo controles (Área indirecta).

- Su lugar de residencia estaba a 1 o menos kilómetros del perímetro del relleno.
- Las condiciones meteorológicas y topográficas indicaban una alta probabilidad de que los contaminantes emitidos desde el relleno estuvieran llegando a su lugar de residencia.
- Personas que deseen participar de la investigación.
- Criterios de exclusión del grupo controles (Área indirecta).
- Su lugar de residencia estaba a más de 1 kilómetros del perímetro del relleno.
- Población que no acepten ser parte del estudio.
- Criterios de inclusión del grupo casos (área directa).
- Trabajadores en el relleno sanitario antes del deslizamiento.
- Trabajadores que deseen participar voluntariamente del estudio.
- Criterios de exclusión grupo casos (área directa).
- Que hayan trabajado en el relleno sanitario después del deslizamiento.
- Trabajadores que no deseen participar voluntariamente del estudio.

A.9.3.2 Perfil Epidemiológico de los Centros de Salud.

Dentro de las principales causas de consulta en el Distrito IV, correspondiente a la Comunidad de Achocalla podemos mencionar que aun continua con un perfil epidemiológico tipo infectocontagioso observando que las dos principales causas de consulta continúan siendo las infecciones respiratorias agudas y la enfermedad diarreica aguda, donde la población más afectada es la infantil (recién nacidos a 10 años) ; cabe hacer notar que como tercera y cuarta causa de consulta se encuentran enfermedades crónicas y de metabolismo como es la hipertensión arterial sistémica frecuente en población adulta mayor y la obesidad con más frecuencia en la población entre 20 y 39 años, datos probablemente sujeto a malos hábitos alimenticios (Tabla A-93).

Tabla A-93 Principales 15 causas de morbilidad. Centro de salud Achocalla. Primer semestre. Gestión 2019

CODIGO CIE10	DESCRIPCION	GRUPO ETAREO									TOTAL
		< de 1 año	1 año a 4 años	5 años a 9 años	10 años a 14 años	15 años a 19 años	20 años a 39 años	40 años a 49 años	50 años a 59 años	60 y más años	
J06	Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores, de sitios múltiples o no especificados, incluidos faringitis, resfrío común	40	124	28	9	20	32	14	8	17	**292**
A09	Diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso	12	32	7	3	8	0	3	4	15	**84**
I10	Hipertensión esencial (primaria)	0	0	0	0	0	0	5	15	55	**75**
E66	Obesidad	0	0	0	0	0	60	0	6	0	**66**
N76	Otras afecciones inflamatorias de la vagina y de la vulva	0	0	0	0	0	47	0	0	0	**47**
N94	Dolor y otras afecciones relacionadas con los órganos genitales femeninos y con el ciclo menstrual	0	0	0	0	0	37	0	0	0	**37**
M54	Dorsalgia	0	0	0	1	0	0	0	0	29	**30**
M76	Enteropatías del miembro inferior, excluido el pie	0	0	0	0	0	0	12	0	0	**12**
M94	Otros trastornos del cartílago	0	0	0	0	8	0	0	0	0	**8**
N39	Otros trastornos del sistema urinario	0	0	3	0	0	0	0	0	0	**3**
R17	Ictericia no especifica	1	2	0	0	0	0	0	0	0	**3**
Q65	Deformidades congénitas de la cadera	3	0	0	0	0	0	0	0	0	**3**
L30	Otras Dermatitis	0	0	1	1	1	0	0	0	0	**3**
SUB TOTAL CAUSAS		56	158	39	14	37	176	34	33	116	**663**
DEMAS CAUSAS		28	12	12	16	20	5	13	9	35	**150**
TOTAL, CAUSAS		84	170	51	30	57	181	47	42	151	**813**

Fuente: Red 6. Centro de salud Achocalla. Gestión 2019

Revisando el perfil epidemiológico que se realizó a los pocos días después del evento tenemos que el síntoma más frecuente es la cefalea en el sexo masculino (30 Casos) seguido del sexo femenino (12 casos), entre las edades de 15 a 59 años (Tabla A-94).

Tabla A-94 Principales afecciones en la población de Alpacoma Bajo, posterior al deslizamiento

PATOLOGIA TRAZADORA	< 1 Año		1 a 4 años		5 a 14 años		15 a 59 años		> de 60 años		TOTAL		TOTAL
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	
Cefalea					1	1	30	12	1	3	32	16	48
IRA sin Neumonía			1			2	1	1	2	1	4	4	8
Inflamaciones oculares						2		4	1	1	1	7	8
Diarrea aguda sin deshidratación			1	4							1	4	5
Síndromes Respiratorios						1	1	3			1	4	5
Vómitos								5			0	5	5
Afección de la piel				1			1				1	1	2
TOTAL	**0**	**0**	**2**	**5**	**1**	**6**	**33**	**25**	**4**	**5**	**40**	**41**	**81**

Fuente: Centro de salud Alpacoma Bajo. Distrito 6

Dentro de las principales causas de mortalidad tenemos que la población más afectada es la adulta mayor, donde las causas de mortalidad son Insuficiencia cardiaca, bronconeumonía, insuficiencia respiratoria y anemia severa. Se registraron 4 casos de defunciones en la gestión 2019 (Tabla A-95).

Tabla A-95 Principales causas de mortalidad

FECHA DE DEFUNCION	EDAD	SEXO	DIAGNOSTICO
21/02/2019	84	F	INSUFICIENCIA CARDIACA
09/09/2019	42	M	BRONCONEUMONIA
03/10/2019	RN	M	HIPOXIA FETAL, MACROSOMIA FETAL, DM1 MATERNA
08/10/2019	77	F	INSUFICIENCIA RESPIRATORIA, ANEMIA SEVERA

Fuente: Cementerio de Alpacoma Bajo. Gestión 2019

Los respaldos de las encuestas de Perfil Epidemiológico y Certificados de Defunción se encuentran en Anexos 11 y 12 del informe FASE 2).

A.9.3.3 Resultados

En tres meses se censaron 49 encuestas en población aledaña y 30 a los participantes que trabajan en el Relleno Sanitario de Alpacoma.

El rango de edades de los trabajadores estuvo entre 21 y 61 años, y el promedio de edad fue 39.2 años en la zona expuesta al RS (DS: ± 11.5) y 47.8 años en el área indirecta (DS: ± 14.5), con un rango de edad de 20 a 84 años (Tabla A-96).

Al comparar los grupos del área directa e indirecta tenemos que la mayoría de los encuestados son del sexo masculino 69 % comparando con el grupo de trabajadores que todos son masculinos.

En ambos grupos la mayoría son casados, en los trabajadores este estado civil es más alto (73.3% y 55.1%). Existen diferencias en el nivel de escolaridad, en los trabajadores un 63.3% concluyó la secundaria, en el segundo grupo un 40%. El 17% del grupo del área directa acudió a la universidad versus a 8% en el grupo del área indirecta. El Idioma es el castellano en ambos grupos seguido del aimara, además el castellano es el idioma con el cual se comunican en casa.

En cuanto al nivel de ingresos no existe clara diferencia siendo el promedio de ingreso de ambos grupos de 3672 y 3152 Bs/mes; el salario mínimo en el grupo de trabajadores es de 2115 y en el grupo de vecinos es de 1300 Bs/mes.

En el área indirecta el 71% de la población cuenta con un trabajo y el 41% de las parejas realizan algún tipo de actividad para colaborar con la familia. En los trabajadores solo el 26% de las parejas trabajan (Tabla A-96).

Tabla A-96 Características sociodemográficas en la población del área directa e indirecta

CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS	POBLACIÓN	
	Trabajadores.	Vecinos al RSNJ
N	30	49
Edad promedio	39.2 (11.5)	47.8 (14.5)
Rango de edad	21 - 61	20 - 84
GÉNERO		
Masculino	30 (100)	34 (69.4)
Femenino		15 (30.6)
ESTADO CIVIL.		
Casado	22 (73.3)	27 (55.1)
Concubino	2 (6.7)	9 (18.4)
Soltero	4 (13.3)	9 (18.4)
Divorciado		2 (4.1)
Viudo	2 (6.7)	2 (4.1)

CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS	POBLACIÓN	
	Trabajadores.	Vecinos al RSNJ
N	30	49
Edad promedio	39.2 (11.5)	47.8 (14.5)
Rango de edad	21 - 61	20 - 84
RELIGIÓN		
Católico	18 (60)	29 (59.2)
Cristiana	4 (13.3)	11 (22.4)
Ninguna	6 (20)	7 (14.3)
Mormona		1 (2)
Testigo de Jehová	1 (3.3)	1 (2)
Adventista.	1 (3.3)	
NIVEL DE ESCOLARIDAD		
Secundaria	19 (63.3)	19 (38.8)
Primaria	3 (10)	14 (28.6)
Nivel técnico	3 (10)	9 (18.4)
Universidad	5 (16.7)	4 (8.2)
Ninguno		3 (6.1)
IDIOMA		
Castellano y aimara	15 (30)	26 (53.1)
Castellano	11 (36.6)	11 (22.4)
Castellano y quechua	1 (3.3)	7 (14.3)
Castellano, aimara y quechua	1 (3.3)	4 (8.2)
Castellano, ingles	1 (3.3)	
Portugués	1 (3.3)	1 (2)
IDIOMA QUE SE HABLA EN CASA		
Castellano	17 (56.6)	23
Castellano y aimara	13 (43.3)	20
Castellano y quechua		2
Castellano, aimara y quechua		4
PROMEDIO DE INGRESO	3672 Bs/mes	3152 Bs/mes
Mínimo.	2115 Bs/mes	1300 Bs/mes.
Máximo.	4800 Bs/mes	12000 Bs/mes
TRABAJO		
Si	100 (100)	35 (71.4)
No		14 (28.6)
TRABAJO DE LA PAREJA		
No	20 (66.6)	24
Si	8 (26)	20
No tiene	2 (6.6)	5 (10.2)

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En la Tabla A-97 podemos observar que la principal actividad es el comercio (20.4%), amas de casa (16.3) y chofer y trabajos en ladrillerias (10%).

Tabla A-97 Ocupación de la población del área indirecta

OCUPACION AREA INDIRECTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
COMERCIANTE	10	20,4	20,4
AMA DE CASA	8	16,3	36,7
CHOFER	5	10,1	46,8
LADRILLERO	5	10,2	57,0
RENTISTA	4	8,2	65,2

OCUPACION AREA INDIRECTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
CONSTRUCTOR	3	6,1	71,3
CARPINTERO	2	4,1	75,4
ALBAÑIL	1	2,0	77,4
ARTESANO	1	2,0	79,5
CHAPISTA	1	2,0	81,5
CONTADOR	1	2,0	83,6
COSTURERA	1	2,0	85,6
EMPLEADO	1	2,0	87,6
JUBILADO	1	2,0	89,7
MECANICO	1	2,0	91,7
OBRERO	1	2,0	93,8
PINTOR	1	2,0	95,8
PROFESOR	1	2,0	97,8
SIN DATOS	1	2,0	100
TOTAL	**49**	**100,0**	

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En la Tabla A-98 se observa que la principal actividad en el grupo encuestado de los trabajadores es el de obrero, chofer y operador de maquinaria.

Tabla A-98 Ocupación de la población del área Directa.

OCUPACION TRABAJADORES	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
ALBAÑIL, CHOFER	1	3,3	3,3
ALBAÑIL, SERRAJERIA	1	3,3	6,7
ALMACEN GENERAL	1	3,3	10,0
AYUDANTE MECANICA	1	3,3	13,3
CHOFER	6	20,0	33,3
EMPLEADO	1	3,3	36,7
FUNCIONARIO PUBLICO	1	3,3	40,0
LLANTERO	1	3,3	43,3
OBRERO	11	36,7	80,0
OPERADOR DE MAQUINA PESADA	4	13,3	93,3
SEGURIDAD	1	3,3	96,7
SOLDADOR	1	3,3	100,0
TOTAL	**49**	**100,0**	

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En la Tabla A-99 se observa que la principal ocupación de la pareja en el grupo del área indirecta es el de ama de casa alrededor del 40%.

Tabla A-99 Ocupación de la pareja de la población del área directa

OCUPACION DE LA PAREJA	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
AMA DE CASA	19	38,8	40,8
NO TIENE	10	20,4	95,9
LADRILLERIA	5	10,2	71,4
COMERCIANTE	4	8,2	57,1
CHOFER	3	6,1	49,0
SD	1	2,0	2,0
CARNICERA	1	2,0	42,9
EMPLEADA	1	2,0	59,2
EMPLEADO	1	2,0	61,2

OCUPACION DE LA PAREJA	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
LAVA ROPA	1	2,0	73,5
MILITAR	1	2,0	75,5
PINTOR	1	2,0	98,0
SERVICIO SNACK	1	2,0	100,0
TOTAL	**49**	**100,0**	

SD= Sin Datos
Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En la Tabla A-100 podemos observar que la principal ocupación de las parejas de los vecinos de Alpacoma es de ama de casa (66.7%) seguido de comerciante (13.3%).

Tabla A-100 Ocupación de la población del área indirecta

OCUPACION DE LA PAREJA	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
AMA DE CASA	20	66,7	66,7
COMERCIANTE	4	13,3	80,0
NO TIENE	2	6,7	86,7
COSTURA	2	6,7	93,4
EMPLEADA	1	3,3	96,7
INDEPENDIENTE	1	3,3	100,0
TOTAL	**49**	**100,0**	

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En ambos grupos se observa que la mayoría nació en la ciudad de La Paz, 75% (área indirecta) 43% (Área directa), (Tabla A-101 y Tabla A-102).

Tabla A-101 Procedencia de grupo del área indirecta

PROCEDENCIA VECINOS	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
ACHOCALLA	1	2,0	2,0
ATIQUIE	1	2,0	4,1
IRUPANA	1	2,0	6,1
LA PAZ	37	75,5	81,6
POTOSI	3	6,1	87,8
PUERTO ACOSTA	2	4,1	91,8
SANTIAGO DE HUATA	1	2,0	93,9
TARACO	1	2,0	95,9
TIWANACU	1	2,0	98,0
VISCACHANI	1	2,0	100,0
TOTAL	**49**	**100,0**	

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

Tabla A-102 Procedencia de grupo del área directa

PROCEDENCIA TRABAJADORES	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
ACHACACHI	1	3,3	3,3
BATALLAS	1	3,3	6,7
CALAMARCA	1	3,3	10,0
CALLINZANI	1	3,3	13,3
CAMACHO	1	3,3	16,7
COCHABAMBA	1	3,3	20,0
COLQUIRI	1	3,3	23,3
COROCORO	1	3,3	26,7

PROCEDENCIA TRABAJADORES	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
EL ALTO	1	3,3	30,0
GUAQUI	1	3,3	33,3
HUAYLLANI	1	3.3	36,7
LA PAZ	12	40,0	76,7
LOAYZA	1	3,3	80,0
MALLA	1	3,3	83,3
POTOSI	1	3,3	86,7
PUCARANI	1	3,3	90,0
PUERTO ACOSTA	1	3,3	93,3
SANTIAGO DE MACHACA	1	3,3	96,7
TAMBILLO	1	3,3	100,0
TOTAL	**49**	**100,0**	

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

El promedio del tiempo de residencia es de 21 años (un mínimo de 2 años y un máximo de 62 años de residencia en la zona). El 81% de la población encuestada vive en Alpacoma, el resto vive en los alrededores, como Achocalla, El Alto y Viacha, los cuales solo acuden a la zona para trabajar en las ladrilleras (Tabla A-103).

Tabla A-103 Residencia de grupo del área indirecta

RESIDENCIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
ACHOCALLA	5	10,2	10,2
ALPACOMA	40	81,6	91,8
EL ALTO	2	4,1	95,9
VIACHA	1	2,0	98,0
VILLA COPACABANA	1	2,0	100,0
TOTAL	**49**	**100,0**	

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

Más del 70% de los trabajadores del Relleno sanitario de Alpacoma viven en las diferentes zonas de la ciudad de La Paz, solo el 20% vive en Alpacoma (Tabla A-104).

Tabla A-104 Residencia del grupo del área directa

RESIDENCIA TRABAJADORES	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUNULADO
ALPACOMA	6	20,0	20,0
EL ALTO	1	3,3	23,3
LA PAZ	21	70,0	93,3
SD	2	6,7	100,0
TOTAL	49	100,0	

SD= Sin Datos

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En la Tabla A-105 se describen las características socioculturales en las dos poblaciones de estudio. En ambas poblaciones es frecuente el consumo de coca (90% área directa y 82% área indirecta), el consumo es diario y aproximadamente entre uno y dos puñados. Más del 60% en ambos grupos asisten a acontecimientos sociales de manera ocasional. En ambos grupos beben 83.3% (grupo de área directa) frente a 71.4 % (área indirecta). En el grupo de trabajadores el 50% bebe, pero está normal.

Referente al hábito de fumar en el grupo de trabajadores 50% tiene este habito y fuman entre 1 a 3 cigarrillos de manera ocasional, a diferencia del grupo de vecinos del área indirecta más del 50% no fuman, solo el 30% fuman de manera ocasional entre 1 a 3 cigarrillos/día.

Tabla A-105 Características socioculturales en ambas poblaciones de estudio

Características SOCIOCULTURALES	Población	
	Trabajadores.	Vecinos al RSNJ
N	30	49
COSTUMBRE DE COCA		
Masca	27 (90)	40 (81.6)
No masca	3 (10)	9 (18.4)
FRECUENCIA		
Diario	16 (53,3	16 (32,7)
Solo fines de semana	2 6,7	11 (22,4)
Raras veces	7 23,3	8 (16,3)
Día por medio	2 6,7	5 (10,2)
CANTIDAD		
Un puñado	13 (43,3)	23 (46,9)
Dos puñados	7 (23,3)	9 (18,4)
Tres puñados	1 (3,3)	7 (14,3)
Cuatro puñados	6 (20,0)	1 (2,0)
ASISTENCIA A ACONTECIMIENTOS SOCIALES.		
Nunca	4 (13.3)	4 (8,2)
Ocasionalmente	20 (66.7)	39 (79,6)
Un fin de semana al mes	2 (6.7)	2 (4,1)
Dos fines de semana al mes	2 (6.7)	
Tres fines de semana al mes	1 (3.3)	1 (2,0)
Todos los fines de semana del mes	1 (3.3)	3 (6,1)
HABITO DE BEBIDA		
Sí.	25 (83.3)	35 (71,4)
No	5 (16.7)	14 (28,6)
CANTIDAD		
Bebe hasta el estado de embriaguez	2 (6.7)	6 (12,2)
Toma algunos vasos hasta estar alegre	8 (26.7)	12 (24,5)
Toma, pero está normal	15 (50)	17 (34,7)
HABITO DE FUMAR		
Día por medio	2 (6.7)	1 (2,0)
Ocasionalmente	15 (50)	17 (34.6)
Solo fines de semana	3 (10)	4 (8,2)
Todos los días	1 (3.3)	2 (4,1)
Nunca	9 (30)	25 (51,0)
FRECUENCIA		
1 cigarrillo/día.	9 (30)	9 (18,4)
2 cigarrillo/día.	8 (26.7)	6 (12,2)
3 cigarrillo/día.	3 (10)	7 (14,3)
4 cigarrillo/día.	1 (3.3)	2 (4,1)

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En la Tabla A-106 se muestra el acceso a los servicios públicos básicos, y no se observan diferencias entre la zona directa y la zona indirecta, aunque llama la atención el hecho de que aun en la zona indirecta existe una familia que no cuenta con ningún servicio básico.

En relación al servicio de agua el grupo de los trabajadores el 93% cuenta con agua potable solo el 7% acude a servicio de agua a través de cisterna y pileta pública. Pero en el grupo de vecinos que viven en el área indirecta tenemos que solo el 60% tiene acceso a agua potable, el resto recibe este servicio por pileta pública, cisterna, agua de lluvia y de pozo. En ambos grupos tienen animales domésticos de

preferencia perros. Aunque en el grupo de vecinos del área indirecta más de la mitad (75.5%) tienen animales domésticos los más frecuentes son el perro, el gato y gallinas. Lo que llama la atención en el grupo de trabajadores la presencia de roedores en casa es más alta (83%) a diferencia de los vecinos del área indirecta que es la mitad de la población (51%). Entre los roedores más comunes en ambos grupos tenemos a los ratones y a las moscas, seguido de hormigas y cucarachas.

En ambos grupos se observa que la gran mayoría el depósito de basura lo tiene en el exterior y este es eliminado a través del servicio de recojo de basura por el municipio en la mayoría del grupo del área directa a diferencia del grupo del área indirecta solo la mitad (55%) tiene este servicio el resto elimina la basura al rio o lo queman (18%) o lo botan a la calle (8%).

En referencia a tipo de vivienda en ambos grupos la gran mayoría cuentan con vivienda propia (66.7% grupo de área directa y 75.5% en área indirecta), el 20% de ambos grupos viven en alquiler.

En el grupo del área directa observamos que la gran mayoría (75%) tienen entre 1 a 3 habitaciones donde viven un promedio de 4.9 personas, en el grupo del área indirecta el 72% tiene entre uno y tres habitaciones para habitar, donde el promedio de habitantes por familia es de 4 personas.

En el grupo de trabajadores el 96.6 % tienen hijos con un promedio de hijos de 2.2 donde el 86.6 % de ellos asisten al colegio. Existe diferencia en el grupo del área indirecta donde solo el 67% tienen hijos, con un promedio de hijos de 6 niños por familia y solo la mitad de ellos asisten al colegio.

En el grupo de trabajadores el 70% cuenta con baño privado a diferencia del grupo de los vecinos que viven en el área indirecta donde solo el 45% tiene acceso a baño privado, y la eliminación de heces es al aire libre en su mayoría 43% o acuden al baño público (10%).

En el grupo del área directa el 80% tiene seguro de salud el resto acude a centros de salud. En el grupo de estudio del área indirecta solo el 14% tiene acceso a seguro de salud, el 61% asiste a centros de salud cercanos y el 5% acuden a curanderos o se atienden solos. En relación a la percepción del estado de salud en el grupo de trabajadores es buena (60%) pero la percepción de salud en el grupo del área indirecta es regular (55%) (Tabla A-106).

Tabla A-106 Características de la vivienda de las dos poblaciones estudiadas

CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA	Población	
	Trabajadores.	Vecinos al RSNJ
N	30	49
SERVICIOS BASICOS		
Agua y luz	8 (26.6)	20 (40,8)
Luz	1 (3.3)	12 (24,5)
Agua, luz, alcantarillado y teléfono	10 (30)	8 (16,3)
Agua, luz y alcantarillado	11 (36.6)	4 (8,2)
Agua, luz y teléfono		2 (4,1)
Luz y alcantarillado		2 (4,1)
Ninguno		1 (2,0)
SERVICIO DE AGUA		
Agua potable	28 (93.3)	29 (59,2)
Lluvia		9 (18,4)
Pileta publica	1(3.3)	6 (12,2)
Cisterna	1 (3.3)	3 (6,1)
De otra casa		1 (2,0)
Pozo		1 (2,0)
ANIMALES EN CASA		
Si	15 (50)	37 (75.5)
No	15 (50)	12 (24.5)

CARACTERISTICAS DE LA VIVIENDA	Población	
	Trabajadores.	Vecinos al RSNJ
N	30	49
PRESENCIA DE ROEDORES		
Si	25 (83.3)	25 (51)
No	5 (16.6)	24 (49)
DEPOSITO DE LA BASURA		
Exterior	28 (93.3)	41 (83.6)
Interior	2 (6.6)	8 (16.3)
ELIMINACION DE BASURA		
Recojo por basurero del municipio	29 (96.6)	27 (55,1)
Rio		9 (18,4)
Lo queman	1 (3.3)	9 (18.4)
Calle		
CASA		
Propia	20 (66.7)	37 (75.5)
Alquiler	6 (20)	9 (18.4)
Anticrético	3 (10)	2 (4.1)
Prrestada	1 (3.3)	1 (2)
NUMERO DE PERSONAS QUE VIVEN		
NUMERO DE HABITACIONES		
Una habitación.	4 (13.3)	12 (24.5)
Dos habitaciones	8 (26.7)	14 (28.68)
Tres habitaciones	11 (36.7)	12 (24.5)
Cuatro habitaciones	6 (20)	12 (24.5)
Sin datos	1 (3.3)	
HIJOS EN CASA		
Si	29 (96.6)	33 (67.4)
No.	1 (3.3)	16 (32.6)
Promedio de hijos	2.2	6
Asistencia al colegio	26 (86.6)	26 (53)
BAÑO PRIVADO		
Si	21 (70)	22 (44,9)
No	9 (30)	27 (55,1)
DONDE ELIMINA HECES		
Al aire libre		21 (42,9)
Comparte con otras personas	1 (3.3)	12 (24,5)
Alcantarillado	18 (60)	5 (10,2)
Baño publico	5 (16.7)	5 (10,2)
Letrina	6 (20)	4 (8,2)
Pozo ciego		2 (4,1)

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

Tabla A-107 Características de salud en ambos grupos de estudio

CARACTERISTICAS DE SALUD	Población	
	Trabajadores.	Vecinos al RSNJ
N	30	49
ASISTENCIA EN CASO DE ENFERMEDAD		
Centro de salud	5 (16.6)	29 (59.2)
Consulta privada		7 (14.3)
Seguro social	24 (80)	7 (14.3)
Centro de salud, medicina natural	1 (3.3)	2 (4.1)
Curandero	5 (16.6)	2 (4.1)
Ellos se atienden		1 (2.0)
Ninguno		1 (2.0)
PERCEPCION DEL ESTADO DE SALUD		
Regular	11 (36.7)	27 (55,1)
Buena	18 (60)	16 (32,7)
Mala	1 (3.3)	3 (6,1)
Muy buena		3 (6,1

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En la Tabla A-108 podemos describir la sintomatología que refieren tanto los trabajadores, así como los vecinos en ambos grupos tenemos como principal síntoma la tos seguido de diarreas, problemas oculares estos últimos más frecuentes en la población del área indirecta por el polvo que se produce en el camino producto del ingreso de los carros basureros.

Tabla A-108 Perfil epidemiológico de síntomas
(Que presentaron durante la gestión 2019 en ambos grupos)

Enfermedad	Trabajadores	Vecinos
TOS	13	18
DIARREA	7	17
ALTERACIONES OJOS	5	10
DOLOR HUESOS Y MÚSCULOS	6	8
NINGUNO	8	7
ENFERMEDADES PIEL	2	4
RESFRIOS	1	3
VESICULA		2
CALAMBRES EN EL PIE		1
CEFALEA		1
DIABETES		1
DOLOR ESTOMAGO		1
DOLORES MENSTRUALES		1
POLIGLOBULIA		1
PRESION ALTA		1
PROSTATA		1

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En el Gráfico A-24 se puede observar que el principal síntoma es la tos en ambos grupos seguido de diarrea, problemas culares, dolor de huesos y músculos, aunque existe un grupo de personas que no refieren síntomas.

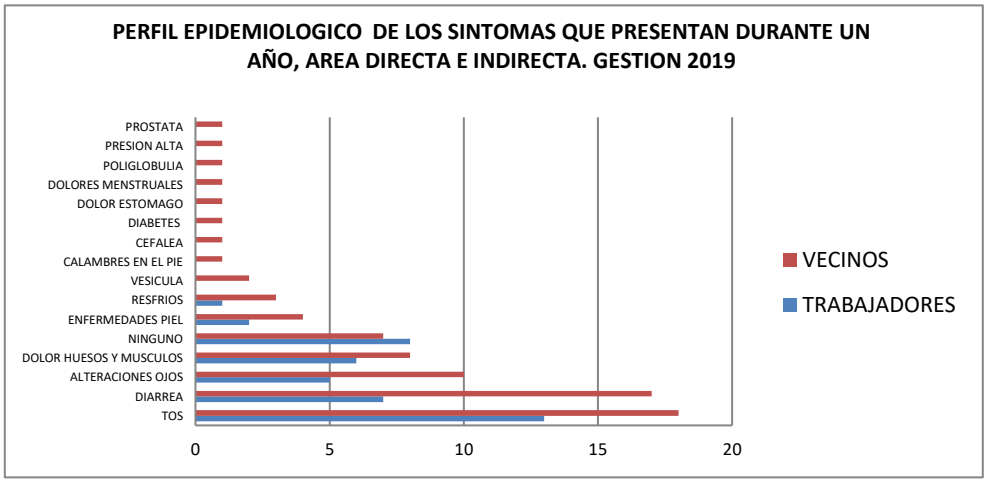


Gráfico A-24 Perfil Epidemiológico 1

(Síntomas que presentaron en ambos grupos de estudio durante un año. Gestión 2019)

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En la Tabla A-109 se señala que después del evento producido por el deslizamiento tenemos que el síntoma más frecuente reportado en la población indirecta son las diarreas seguido de problemas oculares, tos y problemas de piel, aunque existe un grupo que no presentaron ningún síntoma.

Tabla A-109 Perfil epidemiológico después del evento del deslizamiento en ambos grupos

Enfermedad/Deslizamiento	Trabajadores	Vecinos
DIARREA	8	25
ALTERACIONES OJOS	8	17
TOS	10	14
NINGUNO	12	10
ENFERMEDADES PIEL	4	7
VÓMITOS		7
CEFALEA	2	5
DOLOR HUESOS Y MUSCULOS	5	4
DOLOR ESTOMAGO		3
ESTRÉS	1	

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En el Gráfico A-25 se puede observar que el principal síntoma reportado en el deslizamiento es la diarrea, seguido de alteraciones en los ojos, tos, aunque algunos no reportan síntomas.

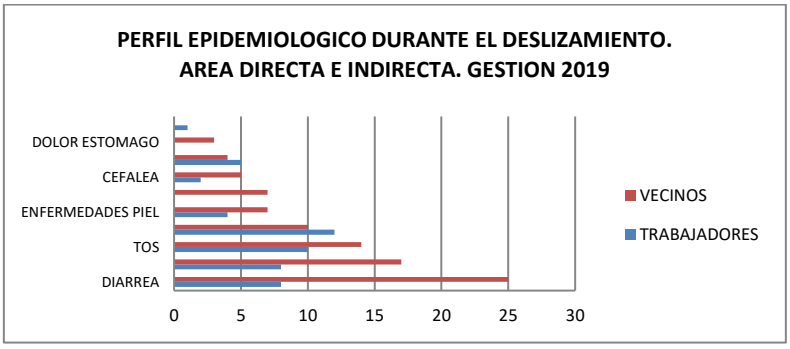


Gráfico A-25 Perfil Epidemiológico 2
(Después del deslizamiento en ambos grupos de estudio. Gestión 2019)
Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En el Gráfico A-26 podemos observar una comparación entre los síntomas reportados que presentan en el relleno y síntomas reportados durante el deslizamiento de los vecinos residentes en el área indirecta. Donde observamos un incremento en diarreas, alteraciones oculares, problemas de la piel, dolor de cabeza, lo que llama la atención es que reportan vómitos probablemente a consecuencia de los olores que emitía el deslizamiento.

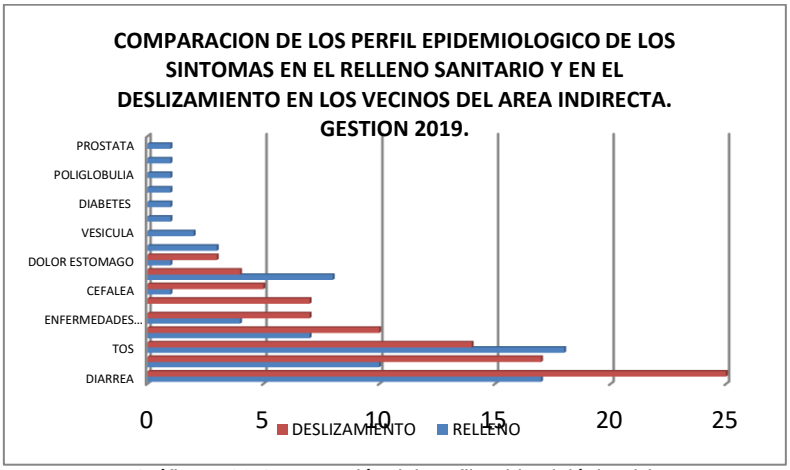


Gráfico A-26 Comparación del Perfil Epidemiológico (1)

(De los síntomas en el relleno sanitario y durante el deslizamiento en los vecinos del área indirecta. Gestión 2019)
Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En el Gráfico A-27 podemos observar una comparación entre los síntomas reportados que presentan en el relleno y síntomas reportados durante el deslizamiento en los trabajadores del RSNJ. Donde observamos un incremento en diarreas, alteraciones en los ojos, enfermedades de la piel, dolor de cabeza, aunque existe un grupo de personas que no percibieron síntomas.

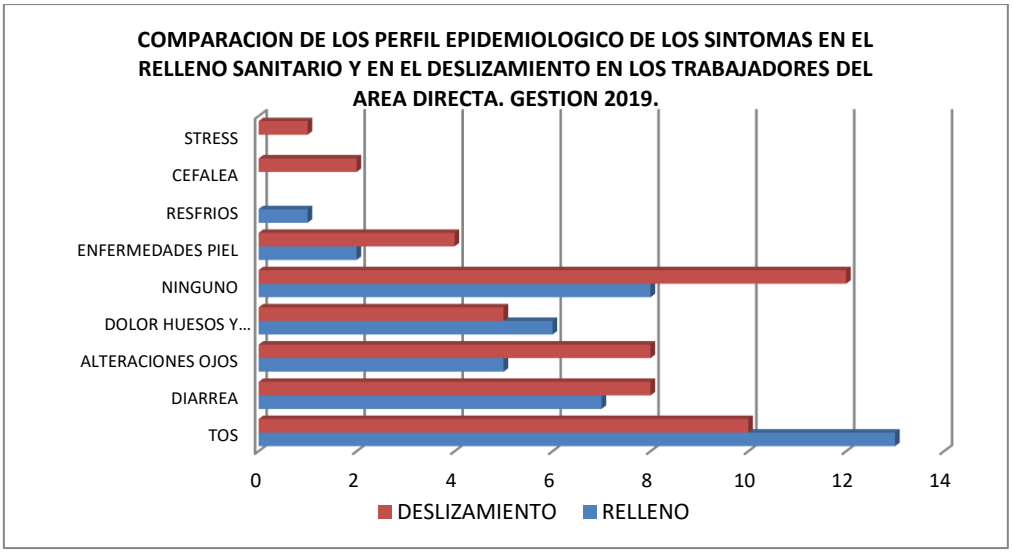


Gráfico A-27 Comparación del perfil epidemiológico (2)

(De los síntomas en el relleno sanitario y durante el deslizamiento en los trabajadores del área directa. Gestión 2019)
Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En la Tabla A-110 se observa que en el grupo del área indirecta se reportaron 11 fallecimientos en la zona, donde la principal causa reportada es accidental seguida de problemas pulmonares y digestivo.

Tabla A-110 Reporte de mortalidad de algún familiar durante el último año

MORTALIDAD	TRABAJADORES	VECINOS
NO	27	38
SI	3	11

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En el Gráfico A-28 podemos observar que la población de los vecinos del área indirecta dentro de los problemas que más le molesta a esta población es la basura, seguido de problemas ambientales y el olor.

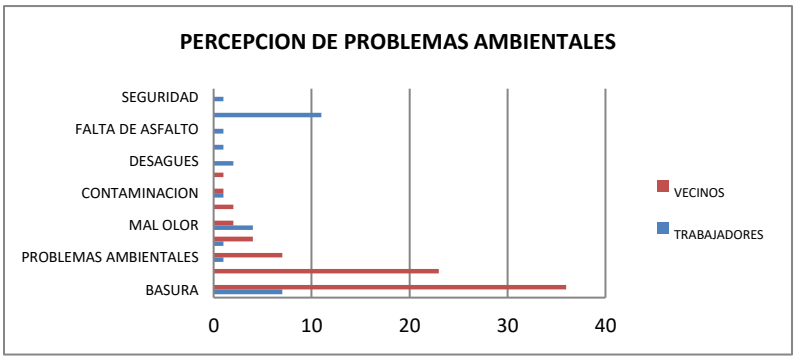


Gráfico A-28 Percepción de Problemas Ambientales

(En ambos grupos de estudio Población del área directa e indirecta. Gestión 2019)
Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

En la Tabla A-111 podemos observar que al grupo del área directa recibe constantemente capacitaciones (83%) a diferencia del grupo del área indirecta que solo el 16% recibió capacitaciones.

Las instituciones o las empresas que realizan capacitaciones en las zonas aledañas al relleno sanitario son el GAMLP y el Ministerio de salud, seguidas de la gobernación a través del centro de salud. En el grupo de trabajadores las capacitaciones fueron realizadas por la GAMLP en el 43.3 %, TERSA (30%), ONG.

Los temas de capacitación al grupo del área indirecta estaban dirigidos a medio ambiente, higiene y salud, manejo de alimentos y separación de basura. En el grupo de trabajadores se realizó capacitaciones dirigidas a seguridad industrial, medio ambiente, primeros auxilios, contra incendios, residuos sólidos, manejo de sustancias peligrosas y prevención de riesgos.

Tabla A-111 Capacitaciones realizadas a las poblaciones de estudio. Gestión 2019

CAPACITACION	TRABAJADORES	VECINOS
SI	25 (83,3)	8 (16,3)
NO	5 (16,7)	41 (83,6)

Fuente: Elaboración Propia con base en encuestas y Base de Datos AA RSNJ

Se realzó la relación entre las variables de enfermedad y el área donde habita a través del chi2, el cual fue calcula 1.232, lo que nos indica que existe leve relación entre la presencia de enfermedad y el vivir cerca al relleno sanitario.

Se realizó la determinación del OR, el cual es de 0.537 con un IC 95.5% es de 0.177 – 1.626, podemos inferir que el vivir o estar trabajando en un relleno sanitario no es un factor de riesgo para producir enfermedad, dato estadísticamente no significativo.

En relación con el evento del deslizamiento y la presencia de enfermedad podemos inferir que el chi2 de 3.55 lo que indica que existe relación entre enfermedad y el evento producido producido por el deslizamiento. El OR es de 0.386 con un intervalo de confidencialidad 95.5% de 0.140 – 1.054 por lo que podemos interpretar que el evento no es un factor de riesgo para producir enfermedad, dato estadísticamente no significativo debido a la prevalencia de ocurrir un incidente como el presente.

A.9.3.4 Otros Resultados

Un resultado que se repite en los Informes de Monitoreo Anual desde 2011 hasta 2019, es el grado de contaminación dentro del RSNJ, debido a las concentraciones referenciales de Partículas Biológicas Viables (PBV), hecho comprobado por el auditor por mediciones propias e informadas en la Fase II y detalladas en el punto…. De este informe. La medida, empleo de Elementos de Protección Personal (EPP's), reduce hasta un 60% la afectación en la salud de los trabajadores al interior del RSNJ; dado que actualmente la masa de residuos sólidos se encuentra completamente compactada y cubierta con geomembrana.

La ONG "Sociedad católica San José", cuya principal función es la de colaborar con la población en especial los niños, adolescentes y mujeres brindando clases de estimulación temprana a los niños menores de 5 años, reforzamiento a los niños mayores de 5 años y a los adolescentes, a las mujeres las capacitan en diferentes áreas de acuerdo a necesidad y solicitud. Este centro Sociedad Católica San José, dentro de sus actividades realiza seguimiento de peso y talla a los niños menores de 4 años, datos que fueron facilitados al equipo de auditoria para su análisis.

Se contaron con datos de 41 niños entre 0 a 4 años de edad, con un promedio de edad de 2.5 años, es más frecuente el sexo masculino (66%) que el femenino (34%).

En el Gráfico A-29 se puede observar que no existe un cambio en la tendencia del peso durante los meses abril a noviembre del 2019 en los niños entre 0 a 4 años residentes en zonas vecinas al relleno sanitario de Alpacoma.

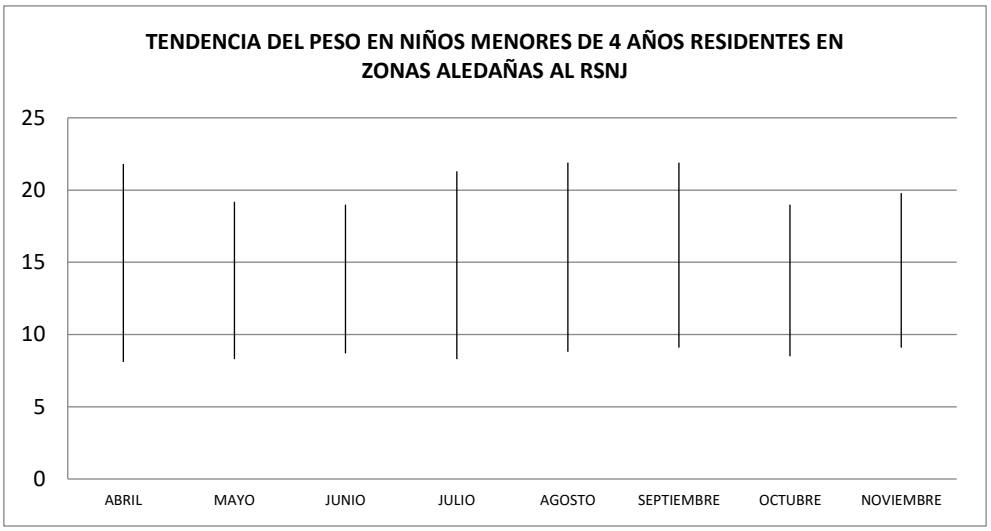


Gráfico A-29 Tendencia del Peso
(En niños menores de 4 años desde abril a noviembre residentes en zonas aledañas al RSNJ. Gestión 2019)
Fuente: Sociedad Católica San José

En el Gráfico A-30 se puede observar que no existe un cambio en la tendencia de la talla durante los meses abril a noviembre del 2019 en los niños entre 0 a 4 años residentes en zonas vecinas al relleno sanitario de Alpacoma.

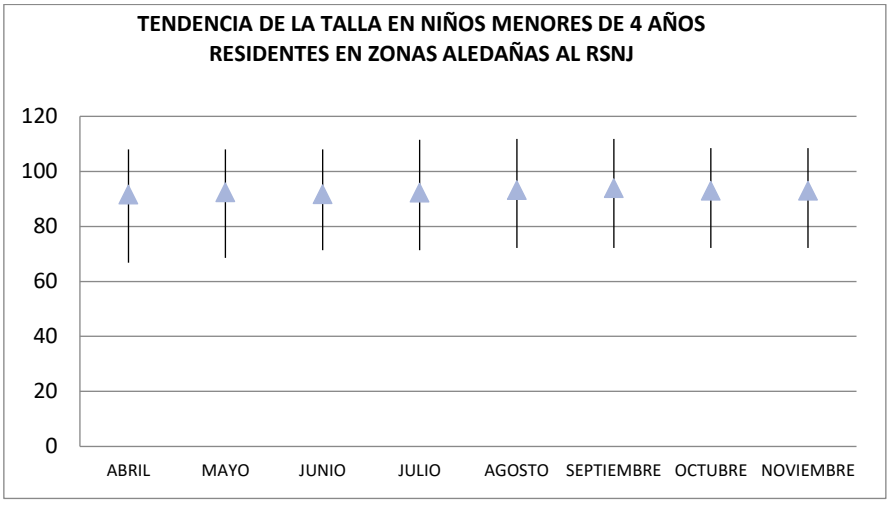


Gráfico A-30 Tendencia de la Talla
(En niños menores de 4 años desde abril a noviembre residentes en zonas aledañas al RSNJ. Gestión 2019)
Fuente: Sociedad católica San José

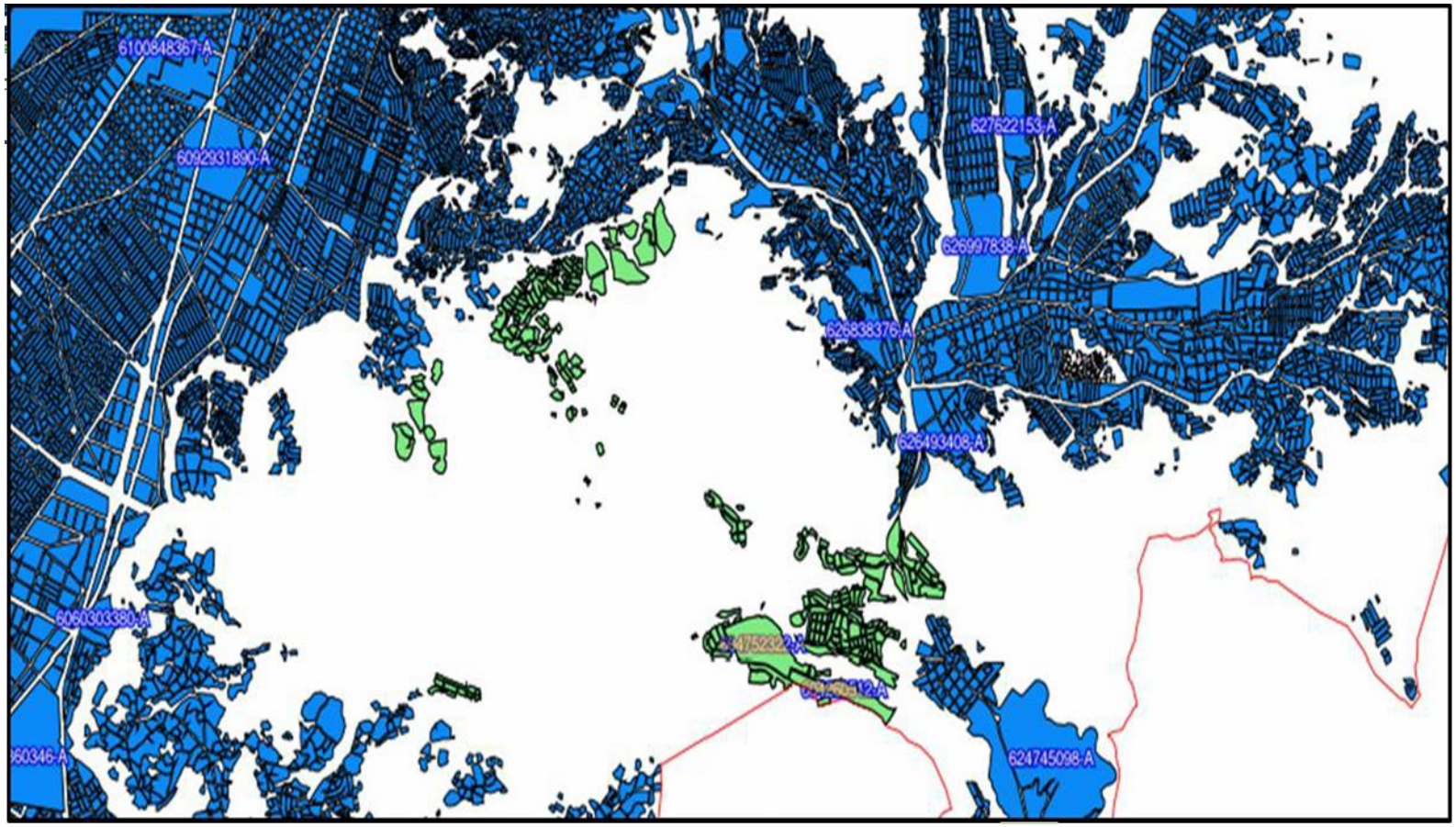


Ilustración A-24 Marco de área seleccionada para la caracterización socioeconómica
Fuente: Elaboración Propia

Tabla A-112 Ficha Técnica Socioeconómica

POBLACIÓN POR SEXO Y GRUPOS DE EDAD			
Grupos de edad	Total	Hombres	Mujeres
Total	5.275	2.600	2.675
0-3	360	180	180
4-5	212	114	98
6-19	1.485	729	756
20-39	1.596	767	829
40-59	1.191	602	589
60 o más	431	208	223

CRECIMIENTO POBLACIONAL		
Año	Población	Tasa exponencial de crecimiento (%)
2012	5.275	-
2013	5.397	2,78
2014	5.519	2,24
2015	5.641	2,19
2016	5.764	2,15
2017	5.887	2,11
2018	6.010	2,07
2019	6.133	2,03
2020	6.256	1,98

DINÁMICA MIGRATORIA		
Lugar de residencia actual	Habitantes	Porcentaje (%)
Aquí	5.220	98,95
En otro lugar del País	42	0,8
En el exterior	13	0,25
Total	5.275	100

SERVICIOS BÁSICOS: ELECTRICIDAD		
Fuentes	Usuarios	Porcentaje (%)
Energía Eléctrica	4.948	94
No cuenta	264	5
Otras Fuentes	53	1
Total	5.275	100

PROCEDENCIA AGUA DE CONSUMO		
Fuentes	Usuarios	Porcentaje (%)
Cañería de red	2.690	51
Pileta pública	2.057	39
carro repartidor	158	3
Pozo o noria	106	2
Lluvia, rio, vertiente, acequia	264	5
Total	5.275	100

ELIMINACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS		
Medio	Habitantes	Porcentaje (%)
Basurero Público o contenedor	2321	44
Terreno baldío/calle	158	3
Queman	106	2
Servicio público de recolección	2110	40
Al rio	528	10
Entierran	53	1
Total	5.275	100

COMBUSTIBLE Y/O ENERGÍA PARA COCINAR		
Tipo de combustible	Usuario	Porcentaje (%)
Gas en garrafa	4537	86
Gas por cañería	106	2
Leña	158	3
Otros (electricidad, energía solar)	475	9
Total	5.275	100

ACTIVIDADES ECONÓMICAS		
Tipo de actividad	Habitantes	Porcentaje (%)
Agropecuaria	53	1
Minería e Hidrocarburos	53	1
Industria manufacturera	791	15
Servicios básicos	0	0
Construcción	580	11
Transporte	1213	23
Otros Servicios	1952	37
Sin especificar	264	5
Descripción incompleta	369	7
Total	5.275	100

CATEGORÍA OCUPACIONAL		
Fuentes	Habitantes	Porcentaje (%)
Obrero(a) o empleado(a)	2.585	49
Trabajador(ra) del hogar	211	4
Trabajador(ra) por cuenta propia	1.688	32
Empleador(ra) o socio(a)	317	6
Trabajador(ra) familiar o aprendiz sin remuneración	106	2
Cooperativa de producción/servicios	53	1
Sin especificar	317	6
Total	5.275	100

DEMANDA DE LA FUERZA DE TRABAJO		
Población por edades	Habitantes	Porcentaje (%)
Población en edad de no trabajar	1001	19
Población en edad de trabajar	4274	81
Total	5.275	100
Población por edad para trabajar	**Habitantes**	**Porcentaje (%)**
Población económicamente activa	2.483	58
Población económicamente inactiva	1.790	42
Total	4.274	100
Población económicamente activa	**Habitantes**	**Porcentaje (%)**
Población ocupada	2349	95
Población desocupada	134	5
Total	2.483	100

VINCULACIÓN LABORAL FEMENINA		
Actividad económica	Habitantes	Porcentaje (%)
Obrera o empleada	1110	42
Trabajadora del hogar	241	9
Trabajadora por cuenta propia	910	34
Empleadora o socia	134	5
Trabajadora familiar aprendiz sin remuneración	80	3
Cooperativa de producción/servicios	27	1
Sin especificar	174	7
Total	2.675	100

NIVEL DE INSTRUCCIÓN PREDOMINANTE			
Área de Estudio	2016		
	Hombre	Mujer	Total
	100%	100%	100%
Ninguno	0,6	3,2	1,9
Primaria	1,8	5,8	3,8
Secundaria	35,2	32,3	33,8
Superior no universitaria	15,8	15,5	15,6
Superior universitaria	46,7	41,3	44,1
Otros	0	1,9	0,9

La Ficha Técnica Socioeconómica (ver Tabla A-112) del Área de Influencia Indirecta (AII) del Relleno Sanitario Nuevo Jardín, establece en resumen las condiciones sociales y culturales de esta zona, también de manera aproximada el estado económico del área. (Ver Ilustración A-24).

Esta relación entre la vida social y la actividad económica está centrada en buscar y determinar el impacto social que ocasiona la existencia del relleno sanitario en actual cierre, a la población aledaña, aunque no es posible medir ahora de forma directa esta situación, ya que no hubo un cambio económico zonal, termino la vida útil del RSNJ, pero fue reemplazado y ampliado por una actividad similar de igual ritmo socioeconómico; inclusive mejorado.

La población de riesgo al cierre del RSNJ entre niños y ancianos es de 278 niños de 0-5 años y 223 ancianos, más de 60 años. La fuerza de trabajo cuenta con 4274 trabajadores. En proyección está situación no tiene un cambio sustancial para el año 2020 ya que habría hoy 330 niños de 0-5 años y 264 ancianos con una fuerza de trabajo probable de 5.068 personas.

La cobertura de servicios básicos en disponibilidad de uso de electricidad estará en el mayor rango al 94%; acceso al agua de consumo humano con un 90% (cañería de red y pileta pública) y consumo de energía para cocinar 88%.

Las actividades económicas están orientadas a la prestación de servicios de transporte y no definidos con el 60% de ocupación, distribuidos en empleados con un 49% y trabajadores por cuenta propia con un 32%.

De la población en edad de trabajar con 2483 personas, trabajan el el 95%, el 5% es desocupada. De la población económicamente activa con 4,274 trabajadores, sólo el el 58% trabaja, mientras que el 42% esta económicamente inactiva.

En vinculación laboral femenina está ligada al servicio de empleada con un 42% y a trabajo por cuenta propia con un 34%.

El nivel de instrucción de hombres y mujeres establece la asistencia a un nivel secundario, uno de cada tres estudiantes y de estos menos del 50% ingresa a la universidad.

A.10 Medidas de Mitigación y las Alternativas de Adecuación y/o Remediación

Las medidas de mitigación y las alternativas de adecuación y/o remediación del Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma, bajo condiciones normales de operación estarían identificadas con mayor claridad que cuando se aplican medidas de abandono o cierre.

El marco de análisis para proponer medidas de mitigación, alternativas de adecuación y/o remediación, se podrían reducir ostensiblemente, ya que la identificación y evaluación de los probables impactos ambientales se detectaron en la última parte de la Fase 2. Se apreciaron visualmente grandes cambios en la conformación del RSNJ, pero el desarrollo de la AA está basado en la sistematización de escasa, tardía información recibida y sistematizada, complementada con las actividades en el sitio a auditar; este será nuestro enfoque metodológico para plantear el alcance de este título.

De manera general, los factores administrativos, técnicos y factores ambientales que serán considerados para plantear medidas de mitigación, adecuación y/o remediación, están descritos en la Fase 2.

A.10.1 Medidas de Mitigación

Conceptualmente una medida de mitigación es la reducción de la vulnerabilidad o el riesgo que un sistema puede sufrir frente a un peligro inminente (donde acontecen o pueden ocurrir los impactos negativos y las áreas donde alzanzan sus efectos en el medio ambiente y la salud humana. *Fuente: DS 28499*). También por mitigación se entiende como el conjunto de medidas que se pueden ser implementadas para minimizar los impactos ambientales negativos. Ambas acepciones se emplearán como metodología de análisis al momento de proponer medidas para los factores ambientales de calidad del aire, agua y suelos, aprobadas en el Manifiesto Ambiental (actividades previas) y el Diagnóstico Ambiental al RSNJ.

Una medida de adecuación ambiental es una acción de manejo o corrección destinada a hacer compatible una AOP con el ambiente o que no lo altere significativamente (impacto negativo).

A.10.1.1 Medidas de Mitigación y Adecuación Administrativas

Estas medidas de aplicación representan las decisiones que deberán ser tomadas como parte logística y de apoyo al cumplimiento de la normativa ambiental. Algunas de estas medidas estaban comprometidas desde el año 2010, otras resultan de la evaluación ambiental actual.

A.10.1.2 Medidas de Mitigación Técnicas

Las medidas de mitigación y control Técnicas del RSNJ deben ser iniciadas con la ejecución de estudios preliminares como la topografía; geología local, geomorfología, geotecnia; hidrología; hidrogeología y aguas subterráneas; balance hídrico; análisis de la calidad del lixiviado después de su tratamiento en la PTLL; resultados analíticos de los queques para contenido de metales pesados; análisis de biogás; establibilidad de taludes artificiales de suelo natural y estabilidad de taludes de celdas y Macroceldas.

Una vez logrados los resultados de cada uno de los estudios preliminares, se efetúan los Proyectos a Diseño Final Planta de Tratamiento Biológico y Físico Químico de Lixiviados; Sistema de Drenaje Superficial; Control de Riesgos; Reubicación y Adecuación de los Residuos Deslizados; Morfología Superficial y Cobertura Final de Celdas y Macroceldas; Parquización del Nivel Superior de Celdas y Macroceldas; Mejoramiento de Vías; Tratamiento y Disposición Final de Queques; Zona de Amortiguamiento con Especies Arbustivas;Sistema de Extracción y Evacuación de Lixiviados;Sistema de Extracción y Evacuación de Biogás.

La operativización de cada uno de los diseños comprenden al funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Lixiviados; muros vertederos y obras hidráulicas; de contención; construcción de Celdas para la Disposición Final de los Residuos Deslizados; Conformación y Cobertura Final de Celdas y Macroceldas; parquización del nivel superior de Celdas y Macroceldas; conformación de capa de rodado y cunetas de vías; conformación de banco de queques; implementación de la zona de amortiguamiento con especies arbustivas; implementación del sistema de extracción y evacuación de lixviados; de biogás; construcción de pozos de monitoreo para aguas subterráneas e implementación de un plan de monitoreo de los factores ambientales.

A.10.1.3 Medidas de Mitigación Ambientales

En el acápite A.9.1 referido a la identificación de impactos ambientales negativos, se establecieron su efecto sobre el medio, en este punto se plantearán las medidas de mitigación correspondientes:

A.10.1.3.1 Calidad del Aire

Para proponer medidas de mitigación de la calidad del aire debemos referirnos a los títulos del Diagnóstico, Detección de los Impactos Ambientales Negativos de la AOP e Identificación y Evaluación de los Impactos Ambientales Negativos (Fase 2).

La base de sustento son los resultados de laboratorio generados, informados y aprobados por la AACN en los Informes de Monitoreo Anual (IMA's) y los propios logrados por la actual Auditoría Ambiental (AA).

Entonces se confirma que la calidad del aire para partículas menores a 10 micrones, medidas en el AID (sector administrativo del RSNJ) y AII (población aledaña) no exceden el límite permisible de 150 µg/m^3. La evaluación de emisiones de biogás no podemos concluir de forma definitiva con el impacto generado al medio ambiente, aunque el impacto por emisiones de metano es 21 veces mayor que el generado por el dióxido de carbono, en suma, el manejo correcto del biogás podría ser su combustión.

Un tercer contaminante del aire que genera el RSNJ es el olor medido a través de la concentración del H_2S, que está compuesto por varios químicos volátiles (cetonas y ácidos grasos entre otros). La afectación a la población aledaña no es significativa, los factores climáticos como vientos o nubosidad ocasionan su transporte más allá del 1.0 km. La posible afectación podría darse en los trabajadores del relleno.

Las Partículas Biológicas Viables (PBV) representan un problema de contaminación de aire severo con afectación a la salud de las personas que están expuestas, principalmente trabajadores dentro del relleno. La información histórica de evaluación de este parámetro por medio de los IMA's y evaluaciones propias de la AA establecen un exceso a los Límites de Referencia de Pierre Boutin (aceptados y aprobados por la AACN). La afectación a la salud está sostenida por innumerables investigaciones científicas.

Tabla A-113 Medidas de Mitigación y Adecuación Ambiental

N°	MITIGACIÓN	ALTERNATIVAS DE ADECUACION	RESULTADOS
	ADMINISTRATIVOS Y SEGURIDAD		
1	Resolución de Consejo para evitar mayores asentamientos cercanos al RSNJ en cumplimiento a la NB 760.	Medida de cumplimiento obligatorio para aseguramiento de la salud de la población aledaña.	Minimización de conflictos sociales y/o demanda por afectación de atención en salud. Mejor gestión administrativa.
2	Reglamentar el uso de suelo en el entorno del RSNJ. Capacitar a la población circundante acerca del medio ambiente.	Vedar la generación de basurales o botaderos que generarían contaminación ambiental en la población aledaña.	Evitar demandas por afectación a la salud de la población aledaña referidas al RSNJ.
3	Enmallado del cerco perimetral, seguridad ocupacional asegurada.	Cerco perimetral colocado alrededor del AID del RSNJ.	Evitar ingresos no autorizados de personas y evitar la presencia paulatina de canes, portadores de enfermedades.
4	Aplicar el Plan Maestro Metropolitano de agua potable y saneamiento de La Paz – El Alto, como documento base para la clasificación de cuerpos de agua de la cuenca del rio La Paz.	Ejecutar la clasificación de cuerpos de agua para la cuenca del rio de La Paz.	Mejor gestión ambiental de manejo de cuencas.
5	Instalar para el personal en área administrativa, extintores, Botiquines de Primeros Auxiliares completos y vigentes.	Asegurar la gestión de riesgos. Atención de primeros auxilios, dismuyendo incidentes de salud o casos fortuitos.	Menores conflictos laborales y costos en salud.
6	Disposición final de chatarra existente en el RSNJ.	Menor impacto visual y ambiental.	Eficiencia de gestión administrativa

N°	MITIGACIÓN	ALTERNATIVAS DE ADECUACION	RESULTADOS
7	Planificar los mecanismos a instrumentar para aplicación de medidas de mitigación con la AACN y AACD.	Seguimiento técnico administrativo.	Verificación de Resultados
8	Garantizar la estabilidad del RSNJ por medio de la estabilidad de taludes definitivos y geotecnia.	Efectuar los controles y monitoreos periódicos de la estabilidad de taludes	Estabilidad del RSNJ
9	Resolución de Consejo Municipal para transferencia y/o venta de oficinas, balanza de alto tonelaje, ambientes de cocina, comedor, baños, duchas, Planta de Separación de Residuos orgánicos e inorgánicos, casetas de control, PTLL y otras infraestructuras civiles; a responsabilidad del nuevo Relleno sanitario.	Manejo administrativo con impactos ambientales positivos para el cierre de la AOP.	Eficiencia de gestión administrativa
	CALIDAD DEL AIRE		
1	Implementar un sistema de colector de Biogás en cada una de las Macroceldas	Captadores instalados y encendidos para quema completa del Biogás	Minimizar el impacto de efecto invernadero por emisión del gas metano libre.
2	Desarrollar un Programa de Mantenimiento Preventivo de equipo y maquinaria que aún trabaja en el RSNJ.	Especificaciones técnicas ejecutadas, mantenimiento de cada equipo y maquinaria con registro en Cuaderno de Ordenes.	Niveles de opacidad dentro del Límite Permisible, menor grado de impacto ambiental por emisiones de gases de combustión.
3	Rediseño de las vías internas del RSNJ y riesgo tres veces al día.	Ripeado y compactado de las vías de ingreso a lugares de trabajos frecuentes.	Reducción de generación de polvo o niveles de PST, PM10 y PBV en la atmósfera.
4	Disminuir en un 50% el empleo de suelos original para la elaboración de queques que generan malos olores.	Completar la línea de tratamiento de lixiviados integral con encualización, tratamiento físicoquímico (DAF), filtros de arena y osmosis inversa.	**Reducción en la emisión de olores.** Menor desestructuración de los suelos del RSNJ. Aréas mínimas para disposición de queques.
5	Minimizar la superficie de interfase líquido-aire y sólido-aire de generación de Partículas Biológicas Viables o también aertransportables.	Colecta de lixiviado bajo mecanismo cerrado sin contacto de interfaces líquido-aire o sólido-aire.	Menor concentración de Partículas Biológicas Viables (PBV) en el aire.
	CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS		
1	Diseñar un sistema de colecta del Lixiviado, semiprofundo, profundo y superficial.	El lixiviado semiprofundo y profundo debe ser transportado desde su fuente hacia la PTLL.	Reducción de malos olores al eliminar los afloramientos superficailes de lixiviado, evita infiltraciones susbsuperficiales.
2	Diseño de Planta de Tratamiento de Lixiviados Integral que comprenda la línea completa de los procesos físicos, químicos y biológicos de tratamiento.	Construcción de la PTLL, reducir al 50% la elaboración de queques, empleo de suelo original y áreas de disposición final.	Menor desestructuración de los suelos del RSNJ. Aréas mínimas para disposición de queques. Reducción en la emisión de olores.
3	Generar un Programa de Inversión conjunto entre el GAMLP y EPSAS para que las aguas residuales que transcurren por la quebrada Alpacoma se integren al sistema de tratamiento de aguas en la ciudad de El Alto.	Realizar obras hidráulicas para que esas aguas residuales sean tratadas en el sistema de la ciudad del El Alto. Plan de Acción Ambiental de la microcuenca Alpacoma.	Mayor estabilidad del RSNJ. Captación de aguas naturales para mezcla con lixiviado tratado y posterior riego de áreas verdes o caminos.
4	Gestionar la clasificación de aguas de la Quebrada Alpacoma.	Clasificación del Cuerpo de agua concluido de la Quebrada Alpacoma.	Manejo adecuado de la calidad de aguas superficiales y subterráneas del RSNJ.

N°	MITIGACIÓN	ALTERNATIVAS DE ADECUACION	RESULTADOS
5	Cobertura definitiva del banco de queques por posibles arrastres de lixiviados en época de lluvias hacia la quebrada Alpacoma.	Impermeabilización de los bancos de queques ejecutada	Menor impacto ambiental debido a erosión hídrica en el RSNJ, en época seca y lluviosa.
	RESIDUOS SÓLIDOS		
1	Gestión integral de manejo de residuos sólidos, eliminación de olores y manejo de lixiviados fugitivos.	Disposición definitiva del remanente de los Residuos Sólidos deslizados, bajo técnicas de la NB 760.	Reducción de olores y captación total del caudal de lixiviado, menor impacto.
2	Aplicar gestión ambiental integral a la celda 14B. Canalización pluvial apropiada, colecta de lixiviados, etc. Propuesta de cierre y post cierre.	Plan de manejo de la celda 14B desarrolado	Reducción de impacto ambiental
3	Aplicar gestión ambiental integral a la celda 15. Canalización pluvial apropiada, colecta de lixiviados, etc. Propuesta de cierre y post cierre.	Plan de manejo de la celda 14B ejecutado	Reducción de impacto ambiental
4	Venta o entrega documental de chatarra dispuesta de manera temporal en el RSNJ.	Menor impacto visual y ambiental.	Eficiencia de gestión administrativa
5	Reducción significativa de uso de suelo original para elaboración de queques (50%).	PTLL en funcionamiento a plena capacidad, integrada a procesos fisicoquímicos y biológicos.	Menor desestructuración de los suelos del RSNJ. Aréas mínimas para disposición de queques. Reducción en la emisión de olores
	SUSTANCIAS PELIGROSAS		
1	Gestión ambiental a la descarga, almacenamiento y tratamiento del lixiviado.	Implementación y funcionamiento de una PTLL con líneas de procesos completos.	Cumplimiento de la normativa ambiental
2	Manejo ambiental de aceites y lubricantes.	Disposición final documentada.	Reduce posibilidad de impacto ambiental por inadecuada disposición final.
3	Tramitar Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP)	Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP) propia del GAMLP	Contar con un registro oficial para el manejo de sustancias peligrosas.
	SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL		
1	Asegurar condiciones de seguridad e higiene a sus trabajadores.	Uso obligatorio de EPP's para el personal que trabaja en el RSNJ.	Prevención en seguridad y salud de los trabjadores.
2	Capacitación sobre posibles incidentes en seguridad e higiene ocupacional.	Talleres bimensuales de seguridad e higiene ocupacional.	Preparación del personal ante posibles incidentes de seguridad ocupacional.
3	Vigencia del Comité Mixto de Seguridad e Higiene Ocupacional.	Planificar talleres o cursos sobre seguridad e higiene ocupacional, verificar cumplimiento de compromisos.	Preparación del personal ante posibles incidentes de seguridad ocupacional.
4	Actualizar su sistema de alarma temprana en caso de un incidente.	Activación inmediata del Plan de Emergencias.	Menores impactos a las personas, infraestructura y medio ambiente.
	RIESGOS		
1	Preparar un programa de análisis de riesgos de corto y mediano plazo.	Vigilancia a riesgos de estabilidad de taludes, manejo, tratamiento de lixiviados y asentamientos inusuales.	Minimizar nuevos riesgos por inestabilidad geotécnica del RSNJ.
2	Preparar un Plan de Contingencias actualizado con enfoque de riesgos	Realizar simulacros de atención a una contingencia	Personal preparado para atención inmediata, menor daño al medio ambiente, infraestructura y personas.
3	Planificar y ejecutar una adecuada información y capacitación sobre	Llevar a cabo cursos cada tres meses sobre la propuesta de mitigación.	Personal adiestrado con mejores condiciones para atender una

N°	MITIGACIÓN	ALTERNATIVAS DE ADECUACION	RESULTADOS
	problemas ambientales esperados.		contingencia.
4	Simulacros una vez al año sobre la posibilidad de generación de un incidente de estabilidad del RSNJ.	Preparación adecuada para enfrentar un incidente bajo la aplicación de un Plan de Contingencias.	Personal adiestrado con mejores condiciones para atender una contingencia.
	SUELOS Y SUBSUELOS		
1	Reducción significativa de uso de suelo original para elaboración de queques (50%).	Desarrollar bancos de préstamo de suelo	Menor desestructuración de los suelos del RSNJ. Aréas mínimas para disposición de queques. Reducción en la emisión de olores
2	Generar estudios científicos del suelo para reinsertar especies de flora y fauna en el relleno sanitario en el corto plazo.	Conocidas las especies de flora y fauna generar condiciones de cobertura vegetal y revegetación del AID.	Reposición del paisaje, estabilidad del RSNJ y desarrollo sostenible.
3	En suelos con reducida remoción o perturbación dentro del AID, iniciar su preparación de mitigación ambiental.	Revegetar áreas poco perturbadas por las operaciones del RSNJ.	Contrarestar los impactos sobre el aire, agua y suelos

Fuente: Elaboración Propia

A.10.1.3.2 Aguas Superficiales, Subterráneas y Pluviales

Una de las medidas de mitigación que debe implementar el GAMLP para el Relleno Sanitario Nuevo Jardín, estará orientada a gestionar las aguas residuales que se generan en la ciudad de El Alto, para que puedan ser captadas en el sistema de alcantarillado de esa ciudad o alternativamente, cuando no se aplique lo último, el GAMLP optará por solicitar al GADLP la clasificación de calidad de aguas de la quebrada Alpacoma para determinar su categoría o su clasificación del Cuerpo de Agua Alpacoma según su Aptitud de Uso.

En ambos casos o alternativamente, sea la decisión que se aplique:

a) Una vez que se gestione la captación de las aguas residuales hacia su tratamiento, evitando la descarga directa a la cuenca Achocalla, se manejaran las aguas naturales que fluyen por la quebrada Alpacoma, realizando obras civiles menores en la parte superior de la microcuenca de la quebrada Alapcoma, y,
b) En base a la aptitud de uso de la quebrada Alpacoma establecer (durante la etapa de cierre del RSNJ), qué grado de impacto generaría una posible descarga de aguas superficiales y/o subterráneas a la quebrada, cómo modificaría su calidad de aguas y hasta donde abarcaría dicho impacto de alteración de una calidad determinada aguas abajo a la cuenca del río de La Paz.

Esta propuesta está sostenida en el hecho de cómo fue diseñado el control ambiental del RSNJ para las aguas superficiales y subterráneas, al comprometerse y estar aprobado por la AACN en el Manifiesto Ambiental, el control de la calidad de aguas superficiales de la quebrada Alpacoma sin contar con una evaluación comparativa y, por tanto, sin una aplicación de una gestión ambiental para su mejora.

Uno de los grandes desafíos que tiene el manejo de la gestión ambiental en un relleno sanitario, es la disposición final de los lixiviados, la decisión directa y convencional es su tratamiento físico, químico y biológico para su descarga a cursos cercanos cumpliendo los estándares de calidad ambiental.

Existen una infinidad de tratamientos, determinados por la caracterización específica fisicoquímica y biológica del lixiviado. En este sentido, se hubiera considerado una ventaja tecnológica repetir la experiencia acumulada en el tratamiento del lixiviado del RSM al RSNJ, teniendo en cuenta la diferencia de caracterización del líquido lixiviado para obtener resultados amigables con el medio ambiente.

La actual producción de lixiviado del RSNJ es de 52 a 60 m^3/día (datos por aforo e información verbal proporcionada por profesionales del SIREMU de 0.6-0.7 l/s). Después de su tratamiento fisicoquímico (dismunición del DQO y separación de lodos), se emplea para la elaboración de queques, práctica de bajo costo, pero poco amigable con el medio ambiente.

De este modo, resulta absolutamente imprescindible completar la línea de procesos de tratamiento del lixiviado (físico, químico y biológico) para que se evite o reduzca el "tratamiento" del lixiviado en la elaboración de queques, ya que genera impactos asociados a la calidad del aire y suelos.

Las aguas subterráneas fueron detectadas durante la selección del lugar de emplazamiento del RSNJ que fluyen desde la parte noroeste del RSN hacia la parte sureste. Esta presencia de aguas subterráneas fue nuevamente detectada durante la construcción de la celda 15 antes de llegar al nivel de desplante de la misma. En las Actividades al Sitio a Auditar se comprobó la existencia de una vertiente con una dirección de su flujo explicada.

La tercera clase de aguas que deben ser gestionadas están referidas a las aguas pluviales, su manejo representa una alta prioridad para la estabilidad del RSNJ dada la pendiente del terreno de emplazamiento del RSNJ que produce una erosión hídrica en su superficie y socava los canales de drenaje cuando éstos no se encuentran con diseño adecuado e impermeabilizado.

Su manejo implica una planificación de mediano y largo plazo teniendo en cuenta que el RSNJ debe cumplir su cierre total en 15 años. Este manejo estará orientado a la derivación de las precipitaciones a través del diseño, construcción, obras civiles, mantenimiento y control de canales de coronamiento en la parte norte del emplazamiento y canales perimetrales en el interior del RSNJ; así evitar la erosión hídrica superficial y arrastre de sedimentos a las cuencas de la quebrada Alpacoma y río Achocalla.

Para el diseño de los canales se analizará y aplicará datos históricos de precipitación durante al menos 25 años. Se deberá prestar atención especial al mantenimiento preventivo y correctivo de los canales en base a controles periodos realizados.

A.10.1.3.3 Residuos Sólidos

El principal objetivo de un relleno sanitario es aplicar la gestión integral de residuos que es un sistema conformado por diferentes procesos que finaliza con la disposición final de residuos en un marco de protección a la salud y el medio ambiente.

La disposición final de los residuos sólidos municipales debe cumplir el fin último. Pero esta actividad genera residuos especiales que merecen una disposición diferente como la venta de chatarra a personas que reciclan estos residuos y los convierten en materiales aprovechables, siempre y cuando no hubieran sido maltratados por disposición temporal a la intemperie.

Aunque la mayoría de las soluciones ambientales generan nuevos "residuos" es importante minimizar su generación. Este criterio debe ser sostenible ambientalmente, como es el caso, de la elaboración de queques que debe ser "dispuesto" sobre la superficie del relleno sanitario; cumplimiento estándares técnicos que eviten nuevos impactos.

A.10.1.3.4 Sustancias Peligrosas

El lixiviado es una sustancia peligrosa porque puede causar daño a la salud humana o al medio ambiente, entra en la clasificación CRETIB, por su característica tóxica. Dada esta propiedad no puede ser descargada en cursos de agua superficial o subterránea de forma directa; excepto, previo tratamiento físico, químico y biológico para cumplimiento de parámetros de calidad del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley 1333.

Otros residuos clásicos en la AOP son los aceites y lubricantes usados, que deben ser cambiados de manera general en promedio cada 250 horas de trabajo para retroexcavadores, palas, volquetas. Su cambio debe ser llevado a cabo en el taller de mantenimiento con piso cementado y dispuesto de forma temporal en un almacén específico para este fín. Después deberá ser entregado a personas o empresas que cuentan con Licencia Ambiental para su tratamiento y reutilización de los mismos.

Para el manejo de sustancias peligrosas (algunas de ellas controladas en nuestro país, como el diésel y gasolina) la AOP debería contar con una Licencia Ambiental para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP), con este requisito tramitar su Registro para la compra y uso.

A.10.1.3.5 Riesgos

El documento de análisis de Riesgo y Plan de Contingencias estará preparado con enfoque actual, con valoraciones en su real magnitud, ante posibles incidentes, con Flujogramas claros y precisos, cadena de mando y activación el estado de emergencia con asignación de recursos inmediatos, económicos, personal capacitado, equipo y maquinaria y apoyo de instituciones capacitadas para atender eventos no usuales.

Para este fín, se dictarán cursos o talleres de capacitación al personal operativo del RSNJ y al menos una vez al año se llevará a cabo simulacros de atención a un incidente. Toda la información del simulacro deberá estar registrada en planillas elaboradas para este fin que deberán ser socializados con el personal.

A.10.1.3.6 Suelos y Subsuelos

La afectación al suelo se debe a que se emplea como un recurso no económico al mezclarse con el lixiviado, con un costo intrínseco cero. El hecho es que se explota cuatro partes de suelo original para mezclarse con una parte de lixiviado, proporcionándole diferente composición química y se lo dispone perturbado dentro del AID del relleno sanitario. Todavía no está demostrado que esta actividad es inocua al medio ambiente, al contrario, disponer el lixiviado sobre el suelo representa un impacto ambiental a la calidad del aire, sin conocer efectivamente su alcance real o grado de afectación.

Por este motivo, se propone un estudio científico del suelo para verificar (después de un segundo tratamiento del suelo) si sus condiciones "modificadas" pueden albergar una recomposición florística y de la fauna en el sitio del emplazamiento del relleno sanitario. Es posible que la propuesta de revegetación pueda iniciarse en lugar con suelo original no perturbado que vaya albergando sucesivamente a las especies de fauna existentes en el AII.

A.10.2 Remediación Ambiental

Para llevar a cabo un Programa de Remediación Ambiental, con carácter previo, se deberá establecer las condiciones ambientales en las que se encuentra el sitio, en este caso, el emplazamiento del Relleno Sanitario Nuevo Jardín (AID), además determinar si el grado de contaminación tiene alcance en su entorno (AII) y afecta a la salud humana y la integridad del ecosistema.

Este análisis y evaluación del grado de contaminación que genera el RSNJ se determinó en la Fase 2 (Actividades en el Sitio a Auditar) con dos enfoques: sobre la situación previa informada y aprobada oficialmente por la AACN (Manifiesto Ambiental) con controles en un periodo de ocho (8) años (informes IMA's, hasta el incidente), y, otra de Diagnóstico de la situación actual en cumplimiento al alcance de los Términos de Referencia de la Auditoría Ambiental (AA).

Conocer la situación ambiental anterior y actual, comparativamente, contamos con las evaluaciones previas sobre su deterioro, mejora o mantenimiento de estándares ambientales para los factores de la calidad del aire (PM10, partículas biológicas viables, biogás y olor), aguas superficiales, subterráneas y suelos, asociados al análisis de riesgos, referido fundamentalmente, a la estabilidad de taludes.

Sobre este último concepto, ese análisis nos llevaría a investigaciones de alta complejidad, porque tenemos un Proyecto Original del Diseño de Macroceldas del RSNJ, aprobado oficialmente por la AACN, que no fue construido, pero no contamos con los planos As Built y su Memoria de Cálculo o el modificado, construido y que correspondería a un diseño geotécnico real.

Las actuales medidas preventivas (algunas no descritas en el Plan de Cierre) como el recubrimiento con geomenbrana la casi totalidad del RSNJ, construcción de un sistema de colecta del lixiviado, reconstrucción del sistema de captación del biogás, construcción de zanjas de coronación y otras medidas de carácter preventivo y correctivo, además de la instalación de una Planta de Tratamiento de Líxiviado (en etapa de prueba), todas implementadas post deslizamiento, podrían sugerir que el Relleno Sanitario Nuevo Jardín alcanzó un equilibrio; condicionado a un riguroso Plan de Monitoreo Técnico Ambiental, de taludes, factores ambientales (Aire, aguas, Residuos Sólidos, Sustancias Peligrosas, Riesgos, Seguridad e Higiene y Suelos u subsuelos) y mantenimiento integral.

La Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales Negativos identifica nueve (9) impactos negativos, seis (6) relacionados con la inestabilidad del relleno y tres (3) con contaminación del aire, aguas (lixiviado) y suelo. La inestabilidad o estabilidad del relleno sanitario fue desarrollado con anterioridad, considerando que requiere de más información técnica.

Otro aspecto a considerar, es definir un plan de remediación con alta metodología científica o alternativamente aplicar un plan de remediación que permita obtener resultados previstos de menor impacto ambiental y seguridad en salud a la población aledaña; alcanzando metas reales de mitigación y adecuación ambiental propuestas. Se considera que la mejor opción después de la etapa de post cierre, es el uso de un Área de recreación.

Para proponer medidas de remediación nos centramos en tres factores como las medidas de mitigación y de control técnicas del RSNJ, que deben considerar la ejecución de estudios preliminares. Una vez logrados los resultados de cada uno de los estudios se implementarán los Proyectos a Diseño, complementariamente a estas fases, se deberán ejecutar medidas de seguimiento ambiental.

Cuadro A-36 Medidas de Remediación Factor Aire

Calidad del Aire		
Parámetros	**Evaluación**	**Remediación**
PM10	Cumple normativa	No aplica
Particulas Biológicas Viables	No cumple	Aplica
Biogás	Significativo	Aplica
Olor	Cumple normativa	No aplica

Fuente: Elaboración propia.

A.10.2.1.1 Impacto del RSNJ a Quebrada Alpacoma en aguas superficiales, subterráneas y lixiviados:

Cuadro A-37 Impacto del RSNJ en aguas y lixiviados

Calidad de las Aguas		
Evaluación	**Parámetros/Impacto**	**Remediación**
Aguas Superficiales		

Calidad de las Aguas		
Evaluación	**Parámetros/Impacto**	**Remediación**
Quebada Alpacoma caracterizada como agua residual cuya fuente es la descarga de un sistema de alcantarillado no consolidado de viviendas de la ciudad de El Alto. Los puntos de control de calidad de aguas arriba y aguas abajo del RSNJ, difieren en calidad de aguas entre los puntos AG-01 AA ALPA y AG-03 AA ALPA.	Exceden los límites permisibles de DQO, DBO5, Cl^-, $SO_4^=$, NO_3^-, N_5^-, SST N, P total, $S^=$, A&G, CN^-, Fe, Mn, Na y Hg. Los límites referenciales fueron asumidos los valores establecidos en el A-1 del RMCH.	No se verificó de forma visual descargas líquidas superficiales del relleno a la quebrada Alpacoma. Empero se debe reconfirmar el aporte de cierto grado de impacto a su calidad en el punto AG-03 AA ALPA.
Aguas Subterráneas		
En base a los resultados comparativos de los puntos AG-01 AA ALPA y AG-03 AA ALPA se determina que existe cierto grado de impacto ambiental por aguas subteráneas sobre las aguas de la quebrada Alpacoma.	Los resultados de laboratorio de los dos puntos de monitoreo sobre la quebrada Alpacoma tienen indicios de un probable impacto ambiental por aguas subterráneas incremental a la quebrada Alpacoma.	La medida de remediación que se plantea está referida a un control de reconfirmación de impacto por aguas subterráneas sobre las aguas de la quebrada Alpacoma.

Fuente: Elaboración Propia

El lixiviado es una sustancia líquida producto de la disposición final de los residuos sólidos domésticos (municipales) bajo el método de relleno sanitario. El lixiviado es líquido que contiene una altísima carga másica de demanda química de oxígeno, demanda biológica de oxígeno, sales y metales pesados.

Actualmente, el lixiviado es descargado y almacenado en estanques (alrededor de 60 m^3/día), actualmente, parte del volumen total es tratado por método fisicoquímico en una Planta de Tratamiento de Lixiviados (en etapa de pruebas, inspeccionados en fechas 28/01/2020 y el 10/03/2020) y el otro volumen es "tratado" o mezclado con suelo para la obtener queques que son dispuestos en áreas superficiales del RSNJ. Por información verbal recibida de personas responsable del SIREMU (GAMLP), la PTL tiene una capacidad de tratamiento de 2 l/s y funciona tres horas al día con tratamiento de 22 m^3/día. Eliminaría una carga contaminante de 40.000 mg/l de DQO hasta 10.000 mg/l.

De la explicación brindada podemos señalar que al menos 58 metros cúbicos de lixiviado se mezclarían con suelo original en una relación 1:4 dispuesto en el RSNJ. Si consideramos, el periodo de abril hasta noviembre de 2019, cuando el único tratamiento era la formación de queques, tenemos un volumen aproximado de 55.680 m^3 de queques dispuestos en diferentes áreas del RNSJ.

Si la altura de disposición de este volumen es 5 m, el área requerida para disponer los queques es de 11.136 m^2, un poco mayor que una hectárea. En conclusión, este manejo o gestión ambiental del manejo del lixiviado genera un impacto ambiental, tanto a la calidad del aire por la generación de olores y partículas biológicas viables, como en el factor suelo. En suma, se debe proponer una medida de remediación a este impacto ambiental bajo la siguiente propuesta:

- Implementar un sistema de tratamiento de Lixiviado que tenga procesos físicos, químicos y biológicos para reducir singnificativamente la carga másica final del lixiviado de descarga o salida del proceso.
- Dada la magnitud de impacto ambiental que genera el "tratamiento" mediante la elaboración de queques, alternativamente, se podría considerar la construcción de una Macrocelda para disposición final de los queques, con diseño técnico de ingeniería civil, planos As Built y Licencia Ambiental aprobada.

Durante la presente AA la Consultora Ambiental Los Alamos IC Ingenieros Consultores S.R.L., sugiere implementar la primera opción analizada.

Indicar al finalizar la Fase II e inicio de la Fase III se verificó la impermeabilización de casi la totalidad del área del relleno sanitario, instalación del drenaje de lixiviados y pluvial, lo que se logrará la reducción de infiltración de aguas y generación de aportes para un posible incremento de lixiviados.

A.10.3 Propuestas de Remediación Ambiental

La propuesta de remediación ambiental estará centrada como programa en las medidas para eliminar los impactos ambientales del lixiviado, biogás y la posible afectación de la calidad hídrica por aguas subterráneas a la quebrada Alpacoma.

A este efecto, identificamos como responsable de llevar a cabo este programa de remediación al Gobierno Autónomo Municipal de La Paz con la aplicación de un plan reajustado y elaborado para el efecto, se sugiere previamente la consolidación de las medidas de mitigación y adecuación ambiental señaladas en el Cuadro A-38. Asimismo, durante el periodo de cierre del RSNJ cumplimiento estricto de un plan de monitoreo ambiental con calendario prefijado para las épocas seca y lluviosa y que sea con acompañamiento del GADLP.

El acompañamiento resulta indispensable para verificar la acreditación de los laboratorios, los equipos a emplear, verificación de la aplicación de los protocolos de muestreo y el empleo de los niveles o límites máximos permisibles para la evaluación de las calidades de los factores ambientales monitoreados.

La propuesta para remediación de aguas subterráneas podrá contemplar el siguiente alcance:

Cuadro A-38 Propuesta de Remediación

N°	Medidas de Remediación	Complementación de la Medida
1	En base a una red de tomografía en la parte sur del RSNJ, después de resultados, realizar la perforación de un pozo profundo para muestreo de agua subterránea.	Verificar la fuente de contaminación mediante una red de pozos profundos en el área de generación del impacto.
2	En caso de confirmar un impacto ambiental por aguas subterráneas a la quebrada Alpacoma.	El lixiviado debe ser tratado en la PTLL.
3	Realizar obras civiles para conducir el lixiviado a un nuevo estanque de acumulación.	Verificar volúmenes y calidad del lixiviado.

Fuente: Elaboración Propia

La propuesta para el manejo del Biogás tiene el siguiente alcance:

Cuadro A-39 Propuesta Remediación para biogás

N°	Medidas de Remediación	Complementación de la Medida
1	Perforación de 28 pozos profundos (2 por cada celda) para controlar el nivel del lixiviado y evitar la formación de bolsones de biogás que generen presión en cada celda.	La Macrocelda 4 tiene 4 celdas: 2 de emergencia, la celda 10 y la celda 12. La perforación de pozos profundos de control de lixiviado y por ende la generación de biogás debe ser una primoridad.
2	Simultaneámente, efectuar una reingeniería de captación centralizada del biogás para llevar a cabo su quema.	El sistema de captación centralizada que se aplique deberá comprobada en su funcionamiento. Cada captador deberá necesariamente quemar el biogás, su inactividad será indicio de alerta.
3	Se controlará las emisiones fugitivas	Deberán ser captadas al sistema central de forma inmediata.

Fuente: Elaboración Propia

El sistema de tratamiento del Lixiviado está catalogado de mayor importancia en la gestión ambiental de la operación del RSNJ, ya que representa llevar a cabo una investigación científica de alto nivel, luego

aplicar la tecnología escalonada en el funcionamiento de una planta de tratamiento a nivel industrial. A la fecha 21 de enero de 2020, la planta de tratamiento fisicoquímico no representa una garantía de cumplimiento de los estándares de descarga del líquido lixiviado, debido a que es necesario continuar con un "tratamiento" adecuado del lixiviado en la elaboración de queques, que no genere a su vez otros problemas ambientales complejos, con afectación al aire (generación de olores y partículas biológicas viables), al suelo y a la propia estructura del RSNJ.

En ese sentido, se propone el empleo de medidas de remediación que reduzcan hasta un 80% la carga másica contaminante del lixiviado, en una primera etapa, la investigación de procesos científicos de tratamiento del lixiviado con el alcance propuesto y segundo el pleno funcionamiento a ese nivel de una planta de tratamiento de lixiviado.

En base a los criterios señalados, se propone un esquema referencial de una posible implementación de una Planta de Tratamiento del Lixiviado para el RSNJ la propuesta analizó el espacio disponible, definiendo que no existe espacio para humedales):

Flujo de Proceso Líquido Lixiviado

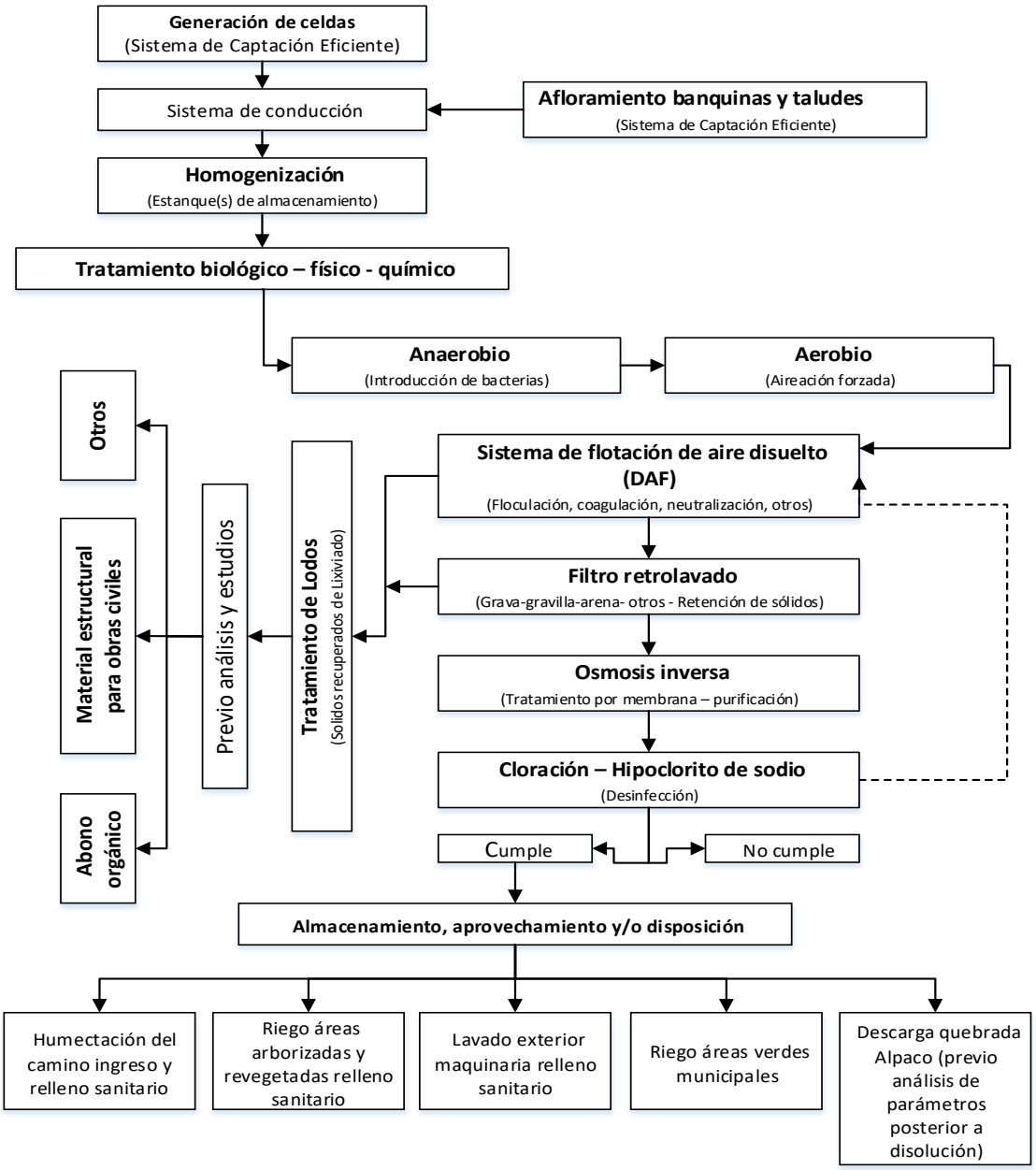


Figura A-50 Flujo de Proceso de Lixiviado
Fuente: Elaboración Propia

A.10.4 Evaluación de las Medidas Implementadas

(Para la Atención del Suceso en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín)

La evaluación de las medidas implementadas para atención del suceso está desarrollada a partir del Plan de Contingencias Específico (aprobado en fecha 31 de enero de 2019) contrastado con informes de inspecciones técnicas emitidos por autoridades del MAAyA, resultados fisicoquímicos analíticos y criterios propios; representan la metodología de evaluación de su grado de cumplimiento.

El Plan de Contingencias Especifico elaborado por la Empresa TERSA S.A., fue aprobado por el Gobierno Autónomo Departamental de La Paz (GADLP), los análisis fisicoquímicos y resultados de laboratorio realizados por el laboratorio del GAMLP. Los informes técnicos de inspecciones para la evaluación representan los documentos de respaldo para la evaluación de las medidas implementadas, donde participó activamente el Ministerio de Medio Ambiente y Agua como Autoridad Ambiental Competente a nivel Nacional; no así el Gobierno Autónomo Departamental de La Paz (GADLP) en el seguimiento a las actividades implementadas a consecuencia del evento.

Las inspecciones del MMAYA comenzaron con la emisión de un Informe Técnico NI/MMAYA/VMABCCGDF/DGMACC/UPCAM N° 0016/2019 y Nota MMAYA/VMABCCGDF/143/2019 del 21 y 24 de enero de 2019 de conocimiento del GAMLP. En lo sucesivo nos referiremos a cada una de las 20 inspecciones por el evento realizadas por la AACN.

Dado que estos dos documentos fueron emitidos antes de la aprobación del Plan de Contingencias, serán evaluados sin hacer referencia al Plan de Contingencias.

En estos documentos la AACN informa al GAMLP la situación ambiental de ese momento (24/01/2019) señalando que el deslizamiento afecto la infraestructura y estanques, recomendando la propuesta de un nuevo sistema de tratamiento de lixiviados y llevar a cabo el tratamiento de lixiviados desplazados represados. Reposición de un punto de monitoreo de aguas subterráneas. Presentar un plano reformulado de distribución de áreas del RSNJ.

Se continúa recomendando que se desarrolle obras para contención de los RSD en el cauce de la quebrada Alpacoma de forma inmediata para evitar comprometer la calidad hídrica.

Con referencia a la estabilidad de taludes se afirma que se ha verificado *"… el diseño aprobado mediante Manifiesto Ambiental del 27/10/2010, se evidencia que existen diferencias en la construcción de la Macroceldas existentes y lo observado mediante inspección…"*. Esta diferencia específica está dada por una diferencia de altura de 11 metros entre lo aprobado y el existe previo al deslizamiento, lo que involucraría un sobrepeso de residuos sólidos. El talud expuesto de la Macrocelda 4 denota que no existió la relación de 3 a 1, siendo la relación 1 a 1.

El deslizamiento total de la Macrocelda 4 afectó parcialmente a la celda 10 de la Macrocelda 3, afectó a la celda 3 Macrocelda 1, celda 6 Macrocelda 2. La nueva celda 12 en el talud sur no cuenta con apoyo o muro de contención que asegure su estabilidad.

Para contener el derrame el GAMLP construyó tres diques de retención distribuidos para evitar un mayor grado de contaminación por RSD y lixiviado a la quebrada Alpacoma y por ende al río Achocalla. La afectación a cuatro estanques de los siete ocasionó el derrame accidental de lixiviado. Estos estanques difieren en cantidad y ubicación del alcance aprobado en el manifiesto ambiental. Este

hecho representa una contravención a la normativa ambiental Decreto Supremo 28592, artículo 17, parágrafo II) en el inciso e).

Al termino del documento la AACN observa derrames de aceites sobre el terreno; la poza de separación de grasas colmatada; chatarra dispuesta sobre el suelo; acumulación de filtros producto del mantenimiento de la maquinaria y almacenamiento de sustancias peligrosas, dichas infraestructuras no considerados en el alcance del manifiesto ambiental.

A.10.4.1 Plan de Contingencias Específico

El documento es desarrollado a partir de la información referida a la ubicación del RSNJ, los residuos sólidos domiciliarios y asimilables en 11 celdas y 4 Macroceldas, las mismas que cuentan con sistemas de impermeabilización en la base y paredes, drenajes de lixiviados y captadores de biogás.

De acuerdo a datos presentado sobre el Balance de Lixiviados, su volumen de generación se encuentra en un rango es de 120 a 150 m^3, dependiendo de la época estacional, de los cuales son tratados en la planta de tratamiento 80 m^3 y el resto mediante mezclas con suelo de características arcillosa (queques).

El área afectada (contaminada) por el evento tiene una superficie de 8.9 Ha con una longitud de deslizamiento de 833 metros, gran parte dentro del predio, aunque una fracción estuviera fuera del mismo.

El Objetivo General del Plan de Contingencias fue el de Contener los Residuos Liberados, minimizar y limitar su dispersión a fin de reconformar las celdas afectadas para de esta manera proceder a la limpieza del sitio y restauración del área afectada.

Además, se plantearon 8 objetivos específicos como la rehabilitación y apertura de nuevos accesos; control de lixiviados y desborde de los estanques de almacenamiento; estabilización de los residuos deslizados; reconducción de los sistemas de drenaje; instalación de captadores; rehabilitación del estanque 6, laguna de aireación y implementación de un Plan de Monitoreo.

El análisis, evaluación y grado de cumplimiento se desarrolla en el siguiente Cuadro A-40:

Cuadro A-40 Evaluación de cumplimiento - Plan de Cotingencia RSNJ

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	CUMPLE/NO CUMPLE
		Del mes de octubre de 2004 a diciembre de 2018. Disposición de RS domiciliarios o asimilables en 11 celdas y 4 Macroceldas.	El MA fue aprobado el 27/10/2010 para 4 Macroceldas, compuestas con 6 celdas diarias, una de emergencia y otra de patógenos. Después el RSNJ contaba con siete (7) Macroceldas y 16 celdas diarias.	Existen diferencias entre el diseño aprobado en el MA y el construido. Se construyeron 10 celdas adicioneales. **NO CUMPLE**.
1.2	Residuos Dispuestos	Diariamente se generan de 120 a 150 m^3 de lixiviados, 80 m^3 son tratados en la planta de tratamiento y el saldo mediante mezclas con suelo arcilloso (queques)	El diseño de la PTLL fue calculado a partir de la generación de 56.55 m^3 de lixiviado, según Anexo 3 del MA. Función con una capacidad máxima de tratamiento de 53,67 m^3 año 2014	La capacidad de tratamiento de lixiviado, por datos proporcionados por TERSA S.A., nunca fue superior al 45% sobre un volumen de lixiviado generado de 100 m^3/día. **CUMPLE PARCIALMENTE**.
1.3	Balance de lixiviados			
2	Resumen del suceso	A hrs. 17:35 se produjo el colapso súbito de la Macrocelda No. 4, desencadenando el deslizamiento de residuos con un volumen aprox. de 850.000 m^3 que descendieron hasta la quebrada Alpacoma con un movimiento reptante que cesó aprox. a hrs. 21:00 del mismo día.	La primera medida de atención del suceso es la conformación de un muro de pie de talud en el lado oeste de la Macrocelda 3, que es insuficiente para contener el deslizamiento. La segunda medida es la de resguardar a trabajadores y equipo pesado	Se efectuó la atención inmediata al evento **CUMPLE**
3	Delimitación del área contaminada	Área deslizada comprende una extensión de aprox. 8.9 Ha. Desde el coronamiento hasta la qda Alpacoma 833 m., alcanzando una fracción de los residuos al lecho de la quebrada, la cual será remediada.	Los RSD excedió el límite del predio en una superficie de 2492.56 m^2. El evento no pudo contener el lixiviado que hizo contacto con la quebrada Alpacoma. El informe técnico de inspecciones en fecha 25 y 28/01, reporta un canal de derivación del represamiento 1 y 2 hacia el río Achocalla.	El deslizamiento excedió el límite predio en 2.492.56 m^2. **NO CUMPLE**
7. Descripción de las actividades inmediatas				
7.1	Habilitación de accesos hacia la planta de tratamiento de lixiviados y hacia la dorsal sur.	- Se propone la habilitación de dos vías de manera progresiva y paralela a la reconformación de la masa de residuos deslizados. Hacia la Planta de Tratamiento y hacia Dorsal Sur. - Con cunetas laterales, cubiertas de tierra y después con geomembrana.	Se construyeon dos vías de acceso por el camino hacia Achocalla, desde donde se hicieron lo diques 1, 2 y 3.	Plan de Contingencias, Matríz de Actividades que se hubiera cumplido con el 100% porque existía acceso hasta la PTL y dorsal sur. **CUMPLE**
7.2	Construcción de 3 diques para la contención de los residuos y lixiviados desplazados hacia la quebrada Alpacoma.	Dique 1 en el lecho de la quebrada a la altura de planta de tratamiento, dique terreo de aprox. 40 m de ancho con una altura de 4 m. en dos cuerpos, uno con 320 m^3 y el segundo con 240 m^3. Planos de diseño de diques de contención se encuentran en ANEXO 2. Se complementará esta información con los planos As Built los cuales serán remitidos a las autoridades. Se prevé la evacuación de residuos en máx. 10 semanas. Para los diques 2 y 3 el diseño inicial se ha modificado ampliando el ancho del coronamiento y la altura de los diques, se completará esta información con los planos As Built los cuales serán remitidos a las autoridades correspondientes.	En inspección de fechas 19-20/09/2019, por auditores se evidencia los lugares de construcción de los diques. Además, el MMAYA verificó el área de represamiento 2 está completamente cerrado, recibiendo agua de la quebrada Alpacoma. En un nuevo represamiento fue generado por lluvias. Informes Inspección 2da-3era – 23/01/2019 y 25/01/2019. Se verifico que el banco de queques, se encuentra fuera de los predios del RSNJ, sin la implementación de las medidas ambientales como ser: Impermeabilización, cobertura, entre otros. Inspección 16ta - 24/07/19. Se evidenció que no se cuenta con un banco de queques para la disposición del material deslizado; por tanto, el GAMLP no estaría realizando un manejo adecuado de los suelos contaminados producto de la mezcla de lixiviados con material terreo deslizado. Inspección 19na - 13/08/20	Medida de atención inmediata parcialmente cumplida con el 90% de eficiencia. Inspección 2da-3era – 23/01/2019 y 25/01/2019. Inspección 16ta - 24/07/19. Inspección 19na - 13/08/20. **CUMPLE**

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	CUMPLE/NO CUMPLE
7.3	Elaboración de queques en los diques 1 y 3.	Para el control de los lixiviados se realizarán mezclas con tierra (queques) en una relación de 1 a 4. Serán elaborados empleando maquinaria pesada y suelo arcilloso del mismo sector o de sectores aledaños, éstos serán dispuestos en el sector denominado Banco de queques. Frente 1 (dique 1): Para aprox. 5000 m^3 de lixiviado se necesita 20.000 m^3 de tierra y una superficie de 2 km^2. Frente 2 (dique 3): ya fue mezclado, faltando el traslado hacia el relleno.	En inspección de 18-19 de enero de 2019 se tenía registrado 2 espejos de lixiviados, el primero a 100 m y el segundo a 200 m del área de represamiento 3 (aguas abajo), mismas que se encuentran completamente cubiertas de tierra. Así como el represamiento 1 (cerrado). Sector contiguo al curso de agua de la explanta de tratamiento de lixiviados se identificó que continúan los residuos sólidos esparcidos. Se debió evacuar el lixiviado del sector no solo con queques. Informes de Inspección 2da-3era – 23/01/2019 y 25/01/2019.	En área de represamiento 1 continúan los trabajos de elaboración de queques. (15/03, MAAyA). **CUMPLE**
7.4	Adecuación y control de los residuos que se encuentran en la quebrada Alpacoma.	Los RS fueron confinados en el lecho de la quebrada con: 1. Muro lateral perimetral terreo de 5 m. de ancho en el coronamiento, 15 m. en la base y 10 m. de altura. 2. Conformación geométrica de los residuos al interior del muro perimetral. 3. Cobertura con tierra de los residuos y lixiviados. También se remediará el cauce de la quebrada: 1. Se habilitará un sector dentro de los límites de relleno sanitario para el traslado de los residuos sólidos que se encuentran en el lecho de la quebrada. 2. El sector habilitado deberá tener sistema de impermeabilización y será aprobado por la SUPERVISION del GAMLP. 3. Luego de concluir la evacuación se realizará la limpieza complementaria del lecho de la quebrada.	En el lecho del rio Alpacoma, no se evidencio maquinaria efectuando trabajos de estabilización y conformación del talud que aún no fue complementado. Inspección 18va - 07/08/19 En las obras de represamiento 3 se continúan los trabajos de recolección de residuos producto del deslizamiento. Se evidencia residuos dispersos (llantas, bolsas, plásticos) en las áreas de represamiento.	Se evidencia masa de residuos dispersos en obras de represamiento. Cumplimiento parcial a esas fechas. Inspección 18va - 07/08/19. Inspección 9na 15/03/19. Inspección 9na 15/03/19. En las Actividades en el Sitio a Aditar se verificó que: **CUMPLE**
7.5	Desvio de la quebrada Alpacoma.	Aguas arriba, se realizó el desvió de la quebrada Alpacoma para facilitar el flujo de las aguas pluviales y evitar que estas tengan contacto con los residuos y lixiviados deslizados. Adicionalmente, en el lecho de la quebrada se han instalado chapas ARMCO para encausar la quebrada y permitir el acceso de vehículos.	El paso de las aguas del río Alpacoma transcurre por un canal de derivación desde la obra de represamiento 2, hacia el río Achocalla. Inspección 4ta - 28/01/19 Se debe monitorear las características y el caudal del agua del rio antes del área de deslizamiento y al final del área de represamiento 1 (confluencia de los ríos Alpacoma y Achocalla), además de verificar posibles fugas de lixiviado. Inspección 2da 23/01/2019; Inspección 3ra 25/01/2019; Inspección 4ta 28/01/2019; Inspección 7ma 12/02/2019 Una vez concluidos los trabajos de contingencia, se deberá plantear medidas de mitigación al ensanche del Rio Alpacoma y la planchada donde se aprecio la presencia de Vizcachas (Lagidium viscacha). Inspección 2da 23/01/2019; Inspección 4ta 25/01/2019	Informe técnico de 28/01 identifica lixiviados de nueva generación aguas arriba del represamiento 3 (sur del relleno), en contacto con la quebrada Alpacoma. Medida de atención inmediata parcialmente cumplida, debido al hallazgo de lixiviados en el área. 2da 23/01/2019; Inspección 3ra 25/01/2019; Inspección 4ta 28/01/2019; Inspección 7ma 12/02/2019 En las Actividades en el Sitio a Aditar, se verificó que el lecho de la quebrada Alpacoma está libre de RSD deslizados: **CUMPLE**

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	CUMPLE/NO CUMPLE
7.6	Evacuación de lixiviados del estanque 6 al estaque 5 empleando bombas y cisternas.	No se realizará una evacuación total del volumen almacenado en el estaque Nº6 solamente a una altura de 0.5 a 1 m para prevenir un posible desborde, se ha previsto un plazo de 30 días para la evacuación de este lixiviado empleando bomba y cisternas.	El MMAYA verificó que el estanque EG-6 se encuentra cerca al límite de su capacidad y el EG-7 recibe remanentes de residuos sólidos del área del EG-6. Inspección 18va - 07/08/2019	La medida de control para la actividad no se cumplió en el plazo previsto según la Inspección 18va 07/08/2019. **CUMPLE PARCIALMENTE.**
7.7	Habilitación de bancos de tierra.	Los bancos de tierra habilitados para cobertura de residuos estabilizados son: 1. Material terreo resultante de la excavación de los estanques nuevos 2. Frente a la celda de patógenos 3. Banco de queques En caso de requerirse material terreo de otras áreas esto se comunicará a la supervisión del SIREMU, para su aprobación.	Se evidencio el movimiento de tierras fuera de los predios del Relleno denominada por el RL como fase V. Inspección 9na 15/03/19. La autoridad solicita documentos de respaldo que las actividades de represamiento no comprometan la estabilidad del área. (18-19/01, MAAyA). Inspección 12da - 14/03/2019 Se evidencia trabajos de movimiento de tierra para la habilitación de la celda 15, fuera de los predios del RSNJ (40 Ha) y no acredita su derecho propietario. El GAMLP debe informar en el marco de que Licencia Ambiental se estarían llevando las obras de implementación de celda 15 y el movimiento de tierra y arcillas, entre otros. Inspecciones 13ra-14ta de las fechas 27/05/2019 y 13/06/2019. También se verificó movimiento de tierras detrás de la Dorsal Sur para reforzarla.	Parte de las disposiciones emanadas por la AACN no fueron cumplidas como acreditar el derecho propietario y confirmar que la celda 15 se encuentra dentro del alcance de su Licencia Ambiental. **NO CUMPLE** Los bancos de préstamo fueron utilizados fuera del límite del predio de 40 ha del predio del RSNJ.
7.8	Habilitación de la Celda 11 Fase III.	Se realizaron los siguientes cambios a la construcción inicial: • Sistema de drenaje de lixiviados: Se realizó el cambio de los tubos del sistema de drenaje basal por tuberías de PVC de 10" en esquema 40. • Sistema de drenaje de biogás: Se instalaron dentro de los sistemas de drenaje de biogás tuberías perforadas de PVC de 10". • Base de la CELDA: Se adelgazo la capa de suelo de proyección de 20 a 10 cm y se instaló sobre la misma una capa de geotextil de 200 g/m^2. • Estabilidad de Talud ESTE – Externo: Para mejorar las condiciones de estabilidad se ha reforzado el talud interno de la celda con material arcilloso. A la fecha la celda está concluida y se inició con la recepción de residuos sólidos a partir del 30/01/2019, por un periodo de 29 días. En el ANEXO 3 se adjunta el proyecto de diseño de la celda, el cual incluye el estudio de estabilidad con los ensayos de suelo respectivo.	Operación de la celda 11 con el ingreso de camiones con residuos desde el 30/01/2019. Se evidencia en la celda 11 (Fase 3) lo siguiente: • La infraestructura (talud) de contención inadecuada. • Los captadores de Biogás se encuentran con lixiviado • El material de cobertura de la celda no es suficiente, toda vez que se observó residuos sólidos expuestos. • Los taludes no tienen relación 3:1 Asimismo; se destaca la siguiente información recabada de la inspección: • Tiempo de vida útil: 30 de enero al 03 de marzo 2019 • Cuenta con 4 pozos de biogás, los cuales se encuentran con lixiviado • Generación de lixiviado 4.8 m^3, aforo realizado en día de la inspección. • Personal de la empresa TERSA no dieron la capacidad de la celda, señalando que se encontraba en el diseño del proyecto. Inspección 5ta - 01/02/19 hasta la Inspección 11ma 24/04/2019.	Por las observaciones realizadas por el MMAYA en la nota CAR/MMAYA/VMABCCGDF/DMACC7UPCAMyH N° 2443/2019, las Inspección 5ta - 01/02/19, de fecha 30 de abril de 2019 a la habilitación de la Celda 11, Fase III, le restaba trabajos de refuerzo y estabilización del talud de la celda 11 – fase 2 y 3. La reposición de los captadores de biogás faltantes en el RSNJ, así como la ubicación adecuada de los mismos en la celda de emergencia 3. **NO CUMPLE**
8.Descripción de las Actividades a corto plazo				
8.1	Construcción del estanque de almacenamiento de lixiviados	Construcción de EG-7, a la altura de la curva 14 e ingreso a la PTLL. V= 8000 m^3.	Inspección 7ma - 12/02/19 identifica la construcción de dos estanques de lixiviados, uno no contemplado en el Plan aprobado.	La construcción del estanque EG-07 al 31 de enero de 2019 tenia un avance del 70%, según se establece por las Inspecciones 7ma - 12/02/19. En la inspección 15ta del 8 de julio de 2019, el EG-07 y EG-08 no tenían

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	CUMPLE/NO CUMPLE
		Con la finalidad de almacenar líquidos lixiviados de nueva generación procedentes de las MC 1, 2, 3 y del área deslizada. Generación anterior 120 m³/día, actualmente se determina si este flujo ha variado.	La ubicación de la construcción no es georeferenciada, el informe técnico del MAAyA expresa que la ubicación se encuentra fuera de los límites del predio. Los estanques EG-7. EG-8 y EG-9; aljibes 1, 2 y 3; celda 15, son obras complementarias al Relleno Sanitario Nuevo Jardín y no cuentan con Licencia Ambiental. Inspección 19na - 13/08/19 Se informó al MMAYA que en el EG-7 se lleva tratamiento anaerobio, entonces, se demanda su eficiencia, tiempo de retención y calidad del efluente. Inspección 19na - 13/08/20	un coronamiento adecuado para su funcionamiento adecuado. En fecha 12/08/2019 se verifica el cumplimiento de la implementación de los EG-07, EG-08 y EG-09 en 18ava Inspección. La EG-9 hasta la finalización de las Actividades en el Sitio a Auditar tenía una falla en el talud. **NO CUMPLE**
8.2	Estabilización de la masa de residuos deslizados	Su estabilización se hará en banquinas con un ancho mínimo de 5m y taludes en una relación de pendientes de 1 V a 2H. Esta conformación y cobertura tiene objetivos de: 1. Mitigar la emisión de biogás a la atmósfera 2. Controlar la emisión de malos olores 3. Evitar la proliferación de vectores 4. Evitar la infiltración de agua pluvial en la masa 5. Permitir la instalación de sistema drenaje de lixiviado en el pie de los taludes. A mediano plazo: el proyecto final de estabilización deberá incluir: a) La configuración final de las terrazas con base a un análisis de estabilidad. b) Diseño de la cuña pasiva. e) Diseño de los sistemas de drenaje de lixiviados. d) Diseño de los sistemas de drenaje de aguas pluviales.	La estabilización de la masa de residuos requirió la implementación de la celda 14B que se encuentra en etapa de impermeabilización la cual concluirá en 10 días (05/04, MAAyA). En inspección 24/04, se observa que la celda 14B se encuentra en operación, no se encuentra totalmente impermeabilizada, además se obtiene la información que esta celda opera desde el 15/03 con una capacidad para 45 días. Fecha de conclusión de vida útil celda 14B: 11 de junio de 2019. (27/05/19). Fecha límite de vida útil de la celda 14B: 18/06/19 aproximadamente (13/06). Conformación de talud de celda 14B pendiente (04/07). Las banquinas y taludes en el RSNJ no se encuentran concluidas. La Celda 15, también va a acoger la masa de residuos deslizados, su ubicación en área banco de queques, demuestra un afloramiento de agua. La AACN recomienda buscar otro sitio en cumplimiento a la NB 757. Área destinada se encuentra fuera de los predios del RSNJ. (24/04/19) En fecha 27/05/19 la celda 15 se encuentra lista para ser impermeabilizada, tiempo de vida útil: 4 meses, se instalarán 7 a 8 captadores de biogás, se ha presentado una autorización de los comunarios para uso de tierras, obtenida por la empresa TERSA. En fecha 13/06/19, la celda 15 se impermeabiliza y se prevé un abastecimiento para un aproximado de 40000 m³ de residuos del deslizamiento. Cantidad aproximada recogida y dispuesta en la celda 15: 647 t/día (04/07/19). Los taludes no son estables. Los lixiviados son almacenados en estanques y aljibes.	El cumplimiento a las disposiciones de la AACN, según se establece por las Inspecciones 2da - 12/02/19 hasta la Inspección 18ava 12/08/2019 fue implementado de manera parcial con un 80% de cumplimiento, ya que la mitigación de biogás a la atmósfera, concluyo fines del 2019; la emisión de malos olores no se mitigó con un avance total, debido a que existían residuos no dispuestos de manera adecuada o estabilizados (remanente de residuos sólidos en el área del EG-06). La configuración de terrazas, drenaje de lixiviados y los sistemas de drenaje de aguas pluviales que se plantearon como actividades a mediado plazo, se terminaron de implementar a fines del año 2019. **CUMPLE**
8.4	Instalación de sistema de drenaje de lixiviados en la masa de residuos estabilizada.	Se construirán sistemas de drenaje de lixiviados tipo francés en el pie de taludes de las áreas estabilizadas. Se describe en el Plan figuras de la metodología de construcción del drenaje propuesto.	Por mal funcionamiento de la captación de lixiviados se evidencia afloramiento de lixiviados en los pies de talud y taludes de las macro celdas 2 y 3. Se evidencio filtraciones de lixiviados en los taludes; siendo más evidentes el afloramiento de lixiviados en los en los taludes entre las banquinas 3-4 y 4-5.	Inspección de 14/05 evidencia un sistema inadecuado de drenaje de lixiviados en la base de los taludes, tampoco hay personal trabajando en ellos. Fecha: 13/06/19, aun no se ha concluido con el sistema de drenaje de lixiviado al pie de los taludes. Fecha 04/07/19, no se observa trabajos de mantenimiento de drenajes pluviales y de lixiviados.

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	CUMPLE/NO CUMPLE
		Se indica que una vez rellenada la zanja en la parte superior se colocará geotextil o yute para separación de finos y sobre ésta se colocará una cobertura de tierra. Se instalará cámaras de inspección cada 20m. Para este fin se describen por gráficas las cámaras de control de lixiviados e interconexión de cámaras de inspección.	Se evidencia canales superficiales para el drenaje de lixiviados. Falta de conclusión de los trabajos de construcción de drenaje de lixiviado a los pies de taludes (macro celdas 2 y 3) Inspección 14ta 13/06/2019 Se evidencio la falta de mantenimiento de los drenajes pluviales y de lixiviados, Banquinas No. 2 No. 3, No. 5 y No. 6. Inspecciones 15ta 04/07/2019; Inspección 16ta - 24/07/19; Inspección 18va - 07/08/2019. En la inspección 11ma de fecha 24/04/19 se otorga la información de la instalación de 30 pozos de captación de lixiviados, en la macrocelda 4. En el acta No. 2108 el GAMLP hace referencia a un proyecto en etapa de construcción del sistema de drenaje superficial, profundo y semiprofundo. Al respecto la AAC afirma no haberlo aprobado. Inspección 19na - 13/08/2019	Parte de las disposiciones emanadas por la AACN fueron cumplidas de manera parcial, según se establece por las Inspecciones 8va – 28/02/19 hasta la Inspección 19na 13/08/2019. En fecha 11/12/19 en la medición de olores para el estudio de la AA se verifica la inexistencia de captación de lixiviados al pie de los taludes. Inspección 8va – 28/02/19; Inspección 9na 15/03/19; Inspección 11ma 24/04/2019; Inspección 12da - 14/03/2019; Inspecciones 13ra 27/05/2019; Inspección 14ta – 13/06/2019; Inspecciones 15ta 04/07/2019; Inspección 16ta - 24/07/19; Inspección 18va - 07/08/2019 e Inspección 19na - 13/08/2019. A 10 meses de las Actividades en el Sitio a Auditar, el auditor verificó que: **NO CUMPLE**
8.5	Instalación de captadores de biogás en la masa de residuos estabilizada.	En cumplimiento a lo especificado en el Manual de Operaciones y nuestra Propuesta Técnica, se construirán chimeneas verticales. Bajo replanteo de cada 30m a una profundidad de 5m, las chimeneas se instalarán con canastillos de malla de alambre galvanizado, colocado y rellenado con piedra.	Se identificó que aún continúan las fugas de biogás por los pozos de control de lixiviado, como por las grietas de la banquina 5. Inspección 13ra 27/05/19; Inspecciones 13ra 27/05/2019 En las Macroceldas 2 y 3 no se evidencia la presencia de chimeneas de biogás. Se evidencio salidas fugitivas de biogás en la superficie de la celda, mediante el burbujeo del agua acumulada en la superficie en la macrocelda 4. Inspección 11ma 24/04/2019 Existen captadores de biogás en los taludes, lo que evidencia una mala planificación respecto a la ubicación de los captadores de biogás; por lo cual, es necesario evaluar la estabilidad en los taludes, Inspección 19na - 13/08/20. En la Macrocelda 4 existen salidas fugitivas de biogás.	*"Se propone el sistema de control y quema de biogás centralizado con elemento de estructuras verticales de evacuación de biogases, red de captación, líneas de recolección, central de captación y quemador central". (MA, 2010).* En fecha 27/05/19 se identifica en banquina 5 la existencia de emisiones fugitivas de biogás. En inspecciones de la AA, de fecha 11/12/19 se corrobora este hallazgo. En la Inspección 8va – 28/02/19 se exige la construcción para biogás en las macroceldas 2 y 3. En las Inspecciones 9na y 10ma, 11ava de 15/03/19 y 30/04/2019, respectivamente se repite la observación. En la Inspección 13ra 04/06/2019 no se reporta avances. Inspección 14ta, 15ta, 16ava – 14/06/2019, 08/07/2019, 29/07/2019, respectivamente; se observa por tercera vez el captador de biogás de la celda 14B, sin atención; e Inspección 18ava - 12/08/20 en banquina 5 se evidenció fuga de biogás. Se construyó el sistema de captación de Biogás, al finalizar el trabajo de campo del auditor: **CUMPLE**
8.6	Rehabilitación de drenajes de agua pluvial.	Se construirán nuevas cunetas, otras serán mantenidas para este fin se seguirá el siguiente procedimiento: a) Replanteo de la cuneta.	• Los canales del sistema pluvial perimetral aún no cuentan con material impermeable. • Falta la conclusión de la construcción de cunetas pluviales perimetrales.	La disposición emanada por la AACN indica que no estaba mejorado ni concluido el drenaje perimetral pluvial de las Macroceldas, sin conclusión de su construcción e impermeabilización de manera

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	CUMPLE/NO CUMPLE
		b) Corte con retroexcavadora canal de drenaje hasta alcanzar la sección de diseño c) Peinado manual de la base y paredes de la cuneta. d) Compactado de la base del canal empleando compactadora manual de placa vibratoria. e) Excavación manual de las zanjas de anclaje en los laterales del canal de drenaje. f) Revestimiento con geomenbrana de 1 mm del canal de drenaje teniendo la precaución en el solape. g) Rellenado de las zanjas de anclaje.	• Se ha verificado la construcción de drenajes pluviales perimetrales. • Los drenajes pluviales carecen de mantenimiento en época de lluvia o seca. • Las cunetas pluviales del área de los estanques no están impermeabilizadas. • Se evidencio la falta de mantenimiento de los drenajes pluviales y de lixiviados, Banquinas No. 6 No. 2 y No. 3. • Los drenajes pluviales de los estanques no se encuentran impermeabilizados.	parcial, según se establece por las Inspecciones 2da – 7ma de 18/01/2019. Las Inspecciones 9na y 10ma de 18/04/2019 reiteran que se deben impermeabilizar los canales pluviales. La Inspección 19na - 03/09/20 la AACN dispone mantenimiento de drenajes de forma permanente sea en época lluviosa o seca. **CUMPLE PARCIALMENTE**
8.7	Mitigación de gases y olores.	La mitigación de gases y olores se está realizando por la cobertura con material terreo de las banquinas y taludes de masa de residuos estabilizada en un espesor de 20 cm. Actualmente tal como se puede apreciar en la siguiente imagen del proceso de estabilización inicial supera los 55%. Duración del proceso de estabilización: 6 semanas.	• No se evidencia la cobertura diaria en la celda 14b, lo que genera la proliferación de vectores y la dispersión de gases y olores al aire. • También se identifica la conformación de queques en diques 2 y 3, los cuales desprenden olores debido al lixiviado. • La celda 15 se encuentra en operación evidenciando que no se está realizando la cobertura diaria con material terreo.	Las disposiciones emanadas por la AACN no fueron cumplidas, según se establece por las Inspecciones 14ta – 14/06/2019 e Inspección 16ta - 24/07/19. Esta omisión promueve la generación de olores y vectores. Estas emisiones fueron fugitivas identificadas en inspecciones de la AA. La celda 15 continúa sin cobertura hasta la fecha. **NO CUMPLE**
9	Frentes de Trabajo	Se determinan cuatro frentes de trabajo definidos por la ubicación y ejecución de sus funciones. Frente 1 determinado a las actividades inmediatas. Frentes 2 a 4 destinados a las actividades a corto plazo.	No evaluado, al no existir coincidencia en el tiempo de ejecución del Plan.	**CUMPLE PARCIALMENTE**
10	Programa de Monitoreo Ambiental	El deslizamiento afectó los siguientes factores ambientales: Aire (emisión de olores, PST´s y aerotransportables); Agua (aguas superficiales entran en contacto con residuos y lixiviados) y Suelos (sedimentos de la quebrada Alpacoma). **Factor agua**: se realizó el inmediato represamiento de las aguas y lixiviado, se realizan mezclas terreas para su control, las mismas que son utilizadas como cobertura diaria de las celdas. Monitoreo de aguas, se llevará a cabo en cinco puntos (A1, A2, A3, A4 y Dique). Se analizarán 26 parámetros de calidad del agua con una frecuencia semanal.	Hay un solo reporte de calidad de aguas subterránea colectada de una "calicata" con 12 parámetros analizados de los 27 comprometidos. El cálculo para el indicador ambiental de calidad indica que el DQO excede **3.5** veces el límite permisible (Clase D de agua aprobado en el MA, 2010). En aguas superficiales se tomaron 5 muestras que exceden los LP el (02/02/19) DQO, el (03/03/2019) DBO_5, el (14/03/2019) fosforo total, aguas abajo y arriba del RSNJ. De 27 parámetros comprometidos en el Plan de Contingencias sólo se reportan 13 parámetros. El máximo exceso como indicador ambiental es **31** de DQO, **20,40** de DBO_5 y **30,31** de fosforo total y los mínimos no exceden los límites. De los 10 monitoreos ejecutados entre el 27/01/19 y el 29/03/19, en dos (2) se reportan análisis del lixiviado con resultados que exceden los límites permisibles (Clase D) para los parámetros de DQO en **1.082** veces (64950 mg/l), DBO_5 **373** veces su LP (1178 mg/l) para el primer informe técnico. **También se colectó en la segunda campaña (02/02/19) una muestra de lixiviado en la Macrocelda 4 con un resultado para el DQO de 1691 veces su LP (101491 mg/l) y DBO_5 38,36 veces su LP (1151 mg/l).**	Los análisis de laboratorio para lixiviado son reportados por el laboratorio municipal no acreditado. Solo se reporta un monitoreo de aguas subterráneas y suelos. De 27 parámetros para análisis químicos sólo se reportan 12 parámetros y de suelos de 15 parámetros comprometidos se reportan 8. La cantidad y ubicación de muestras de suelos no cumplen lo planteado en el Plan de Contingencias. La frecuencia y cantidad de monitoreos de aguas superficiales fueron ejecutadas de acuerdo al compromiso del 27/01/16 al 29/03/19. El impacto ambiental por el derrame accidental de lixiviado evaluado por indicadores ambientales representa un exceso a la calidad hídrica de la quebraba Alpacoma y el río Achocalla en los parámetros de DQO, DBO5 y fósforo total. Durante la AA los tres parámetros reportan indicadores ambientales de 5, 6 y 4.30 veces su LP, respectivamente. **CUMPLE PARCIALMENTE**
		Factor Aire: El olor generado por el evento se debe a los RS expuestos que contienen compuestos principalmente de	En aire se hicieron cinco campañas en 6 puntos de muestreo que exceden sus LP el (07/03/2019) PST y PM10. El máximo	Los dos parámetros PST y PM10 comprometidos fueron monitoreados. La duración del tiempo de

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	CUMPLE/NO CUMPLE
		azufre (SH_2). También se evaluarán la concentración de PST, PM10 y aerotransportables. Los puntos de control para partículas estarán ubicados en al menos cuatro puntos de los depósitos de residuos expuestos, ubicando el instrumento en dirección contraria al flujo del viento a una altura de 1 ,5 m del nivel del piso. Se realizarán de tres puntos de monitoreo cada quince días.	exceso como indicador ambiental es **9,73** de PST y **6,60** de PM10, el mínimo no excede los LP. En PBV se tomaron 6 puntos de muestreo que reciben la máxima calificación el (09/02/2019) Hongos y Recuento total. Los 2 parámetros comprometidos fueron monitoreados. En la escala de calificación según Pierre Boutin ambos parámetros se ubican en **fuertemente contaminado**. El biogás fue medido a partir de emisiones fugitivas durante dos campañas y 15 puntos. Para olores se llevó a cabo cinco campañas reportando cinco resultados.	corto plazo no está determinado en el Plan. La calidad del aire tiene impacto ambiental por exceso a sus límites permisibles para PST y PM10. Las medidas de adecuación para reducir el impacto ambiental por PBV en el aire no fueron eficientes. La dispersión de olores no se informa hasta donde alcance del grado de impacto, en concentración, distancia y dirección. **CUMPLE**
		Factor Suelos: Durante todo el tiempo que se ha operado el relleno, el suelo han estado en contacto con lixiviado, producto de la preparación de "queques", riego de caminos interiores con lixiviado tratado. El monitoreo de suelos, será efectuado en los mismos puntos de control de calidad de aguas. El análisis de suelos se evaluará por análisis de 14 parámetros.	Solo se cuenta con un reporte de monitoreo de suelos (25/03/2019 – informe técnico 21/2019). En el monitoreo de suelos se tomó solo un punto de muestreo (siendo que él compromiso era el monitoreo de los mismos puntos de aguas), de los 15 parámetros comprometidos solo se reportan 8.	Nuevamente, con el protocolo de muestreo se insiste (sin fundamento técnico) realizar el análisis de una sola muestra de suelo como se tratará de una actividad agrícola. Existe incoherencia en el enfoque, ya que los suelos se regaron durante 13 años con lixiviado. **CUMPLE PARCIALMENTE**
11	Equipo y Maquinaria	El empleo de maquinaria para atender las actividades del Plan de Contingencias es: 12 excavadoras, 8 topadoras, 9 volquetas, una cisterna, una pala cargadora, una retroexcavadora y un rodillo compactador. Total: 33 equipos.	• En el área de represamiento 1 y 2 se encontró maquinaria parada sin realizar trabajos • No se evidencio personal que se encuentre realizando trabajos, de construcción y mantenimiento del sistema de lixiviados.	Las disposiciones emanadas por la AACN fueron cumplidas de de manera gradual en un 100%, según se establece por las inspecciones 2da 23/01/2019 - 13ra 27/05/2019. **CUMPLE**
12	Análisis de las Macroceldas 1, 2 y 3	La Empresa operadora TERSA de forma paralela a los trabajos de control en la quebrada Alpacoma, procedió a realizar una evaluación de la situación de estabilidad de las Macroceldas 1,2 y 3 que se hallaban en el lado derecho del deslizamiento realizando las acciones: 1. Inspección visual del estado de las Macroceldas 2. Sellado de fisuras 3. Control topográfico de los asentamientos 4. Reconducción de los drenajes de lixiviados hacia los nuevos estanques 5. Colocación de testigos de yeso Se llevó a cabo una tomografía del RSNJ.	• En las Macroceldas 2 y 3 no se evidencia la presencia de chimeneas de biogás y se identificaron afloramientos de lixiviados en los taludes. • Se identificó una grieta en la banquina 6 (Macrocelda 3) donde se colocó un "testigo de yeso". • No se presentó a la AACN monitoreos del control de asentamientos de las Macroceldas. • Al verificar el testigo de yeso colocado el 27/05/2019, se identificó que está siendo reemplazada por una chimenea para biogás.	Las disposiciones emanadas por la AACN fueron cumplidas de manera gradual hasta alcanzar el 100%, según se establece. En la Inspección 9na 18/04/19, se informó que no existían chimeneas de biogás en las Macroceldas 2 y 3. **CUMPLE**
13	Seguimiento y evaluación del presente plan	La empresa por medio su personal técnico y de campo asignado al relleno sanitario, realizará el seguimiento y evaluación del presente plan y propondrá a la supervisión las mejoras respectivas en caso de detectarse falencias.	• Las Obras complementarias se encuentran fuera del RSNJ, las cuales no cuentan con LA. • No se presentó la documentación que acredite que el derecho propietario del área de obras completarías pertenezca a TERSA. • El Relleno Sanitario Nuevo Jardín no tiene Licencia Ambiental vigente (EG-7, EG-8, EG-9) y aljibes 1, 2 y 3.	Las disposiciones emanadas por la AACN fueron cumplidas de manera parcial en un 33.33%, según se establece por las inspecciones 19na - 13/08/2019 y 20va - 22/08/2019. En Inspección 17ma, del 7 de agosto de 2019 no funcionaba la Planta de Tratamiento de Lixiviados; no cumple con la medida de adecuación del Manifiesto Ambiental.

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	CUMPLE/NO CUMPLE
			• La Planta de Tratamiento de Lixiviados aún no fue rehabilitada, se debe recomendar al GAMLP remita el diseño e implemente una nueva planta de tratamiento de lixiviados. Inspección 18va - 07/08/2019; 19na 13/08/2019; 20va 22/08/2019.	**CUMPLE PARCIALMENTE**
14	Restricción del ingreso de personal	Por razones de seguridad, se ha restringido el acceso al área del Relleno sanitario, por lo que todo ingreso deberá ser autorizado por la Supervisión.	• No se tuvo reportes de personal ajeno.	Las disposiciones emanadas por la AACN fueron cumplidas, según se establece la inspección 14ta – 13/06/2019. **CUMPLE**
15	Plan de control de vectores	**Acciones inmediatas** • En los sectores accesibles al contorno del área deslizada se realizará la fumigación con una frecuencia de 1 vez al día por la tarde a horas 17:00 utilizando la sustancia CI-PATRINE. • Se contempla también la fumigación en sectores alrededor del relleno sanitario y previa coordinación con las urbanizaciones cercanas de Sequoya, Isla verde y camino a Achocalla a la altura del Relleno Sanitario sector universidad UPB. **Acciones a mediano plazo** • Se emplea material terreo para cobertura en las zonas estabilizadas, a la fecha se tiene un avance del 55%.	• Tersa debe informar cómo se están realizando los controles de vectores, presentar cronograma de fumigación y las características del producto. • Se evidenció, que no se está realizando la cobertura diaria con material terreo y se verifico la presencia de vectores del área Celda 14b y Celda 15.	La AACN en la Inspección 8va - 08/03/2019, solicita el control de vectores; en la Inspección 12da - 30/05/2019 se detecta la presencia de perros, además, la Celda 14B al no contar con cobertura la AACN detectó la presencia de vectores en el área, en la Inspección 13ava se indica que no se cumple con el control de olores y profieración de vectores debido a la celda 14B no cuenta con cobertura diaria. En la Inspección 18va - 12/08/2019, el GAMLP no cumplió con la cobertura de la celda 14B que produce malos olores y proliferación de vectores. Durante la AA la celda 14B estaba cerrada. **NO CUMPLE**
16	Atención a denuncias	La empresa ha habilitado para la atención de denuncias relativas a la contingencia son los siguientes: 21153670 – 2115373. Para la programación de inspecciones y visitas los interesados deben dirigir una nota al Dr. Gíovanni G. Jemio Méndez - Director SIREMU	• Denuncia del Señor Ramos Ticona Paco, legítimo propietario de una parte del área del RSNJ, 1/04/2019. CAR/MMAYA/VMABCCGDF/DGMACC/UPCAMyH/N°1871/2019 • Denuncia de Gob. Aut. Mun. Achocalla 13/03/2019. MMAYA/VMABCCGDF N°483/2019.	Evidencias documentales de respaldo para verificar el cumplimiento de las denuncias presentadas contra el GAMLP. **NO CUMPLE**
17	Revegetación del área afectada	Se presentará un proyecto especificó el cual deberá ser aprobado por la supervisión previa a su ejecución.	Sin cumplimiento	**NO CUMPLE**
18	Impactos sociales y de salud	La mayor molestia ambiental se debió a la emisión de olores, por el deslizamiento de residuos expuestos dispuestos hace 15 años por la operadora CLIMA. A la fecha producto del Plan de Contingencias se ha estabilizado y cubierto con material terreo un 55% de masa deslizada para disminuir los efectos de olores	• Se evidenció, que no se está realizando la cobertura diaria con material terreo exponiendo el material para mitigar los olores y la dispersa de contaminantes biológicos del área CELDA14-b y CELDA 15.	Las disposiciones emanadas por la AACN fueron cumplidas de manera gradual desde la fecha del evento hasta fines del año 2019. El impacto sobre la calidad del aire causó enfermedades de tipo gastrointestinales, conjuntivitis, alergias y náuseas de carácter temporal. **NO CUMPLE**
19	Matriz de actividades	De ocho actividades de Respuesta Inmediata, tres actividades fueron concluidas al 31/01/2019, el resto se encontraba en proceso de ejecución con porcentaje de 20, 30, 70 y 90%.	• Las banquinas y taludes no se encuentran concluidas, según el GAMLP las mismas ya se habrían concluido, se debe reportar el cronograma de mantenimiento de taludes y banquinas. • Los residuos sólidos aún se encuentran expuestos sin cobertura alguna en el EG-6 y estanque anaerobio. En este	Cada una de las actividades programadas de Respuesta Inmediata y Actividades a Corto Plazo, no se cumplieron en los tiempos previstos, sin embargo, a la finalización de la Fase II de la AA un 95% habían sido implementadas. **CUMPLE PARCIALMENTE**

N°	ASPECTO/FACTOR	IDENTIFICACIÓN	EVALUACIÓN	CUMPLE/NO CUMPLE
		De las Actividades a Corto Plazo, una sola tenía avance del 10%, el resto estaba "por ejecutar según cronograma adjunto".	entendido, se debe reportar el cronograma de disposición de residuos en celdas. • Se debe presentar un cronograma de trabajo para las tres áreas de represamiento.	
20	Conclusiones	• Se tiene habilitada la Macro celda 11 Fase III para recepción de residuos. • Se han distribuido las actividades inmediatas y actividades a corto plazo en 4 frentes de trabajo para poder acelerar la ejecución de los trabajos. • La estabilización de la masa deslizada ya tiene un avance del 55%. • Se han confinado los residuos que se encuentran en la quebrada Alpacoma para evitar daños ambientales en la quebrada Alpacoma. • Se ha concluido con la habilitación del estanque Nº 7 para garantizar el almacenamiento de los lixiviados de nueva generación.	Se solicita un nuevo sistema de tratamiento de lixiviado que contemple las condiciones de generación actual, por medio de un balance de líquidos lixiviados.	**NO CUMPLE**
21	Contenido de anexos	Anexo 1. Memoria de cálculo o diseño de las cunetas para vías de acceso Anexo 2. Planos de diseño de los diques de contención Anexo 3. Proyecto de diseño de la Celda 11	En el listado de Anexos no se detalla los cronogramas adjuntos La información corresponde a lo referenciado líneas arriba.	**NO CUMPLE**.

Fuente: Elaboración propia en base al Plan de Contingencias TERSA e Informes de Inspección MMAyA

La evaluación del grado de cumplimiento de las medidas propuestas e implementadas en el marco del Plan de Cotingencias ejecutado por la AOP tiene la siguiente valoración en la Tabla A-114 Gráfico A-31.

Tabla A-114 Cumplimiento de medidas propuestas

Grado de cumplimiento	Porcentaje
Si cumple (SI)	36,36
No cumple (NO)	36,36
Cumple parcialmente (CP)	27,27

Fuente: Elaboración propia.

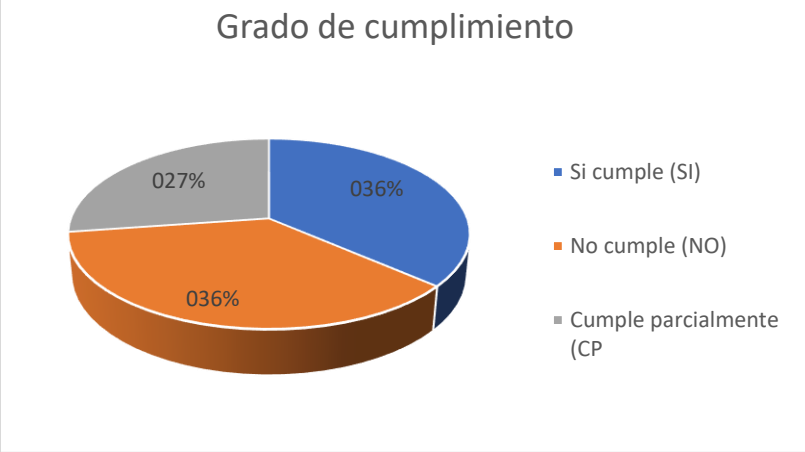


Gráfico A-31 Grado de cumplimiento
Fuente: Elaboración Propia

El grado de efectividad de las medidas propuestas con el estado real de construcción y disposición de macroceldas, estanques de lixiviado se muestra en el siguiente Cuadro:

Cuadro A-41 Efectividad del Plan de Contingencias Específico

N°	Actividades Inmediatas	Efectividad	Observaciones
1	Habilitación de Vías de Acceso: a. Hacia la Planta de Tratamiento b. Hacia la Dorsal Sur	100%	El auditor verificó durante el trabajo de campo que las vías de acceso hacia la Planta de Tratamiento de Lixiviado y Dorsal Sur, se encontraban habilitadas. Esta verificación se llevó a cabo durante el mes de noviembre de 2019.
2	Construcción de los 3 diques para la contención de residuos y lixiviados	100%	Se verificó los tres lugares donde se construyeron los diques para la contención de los residuos y lixiviados. Los terrenos donde se ubicaron cada uno de los diques, al momento de la inspección por el auditor se encontraban aplanados.
3	Adecuación y Control de los Residuos Sólidos en la quebrada Alpacoma	100%	Durante más de 160 inspecciones por el equipo auditor, se verificó que no existían residuos sólidos en el lecho de la quebrada Alpacoma.
4	Reencauce de la quebrada Alpacoma	100%	El lecho de la quebrada Alpacoma, tiene una configuración adecuada para el flujo de aguas residuales. Al finalizar, la etapa de trabajo campo (22/12)2019) se constató la construcción de un canal para estabilizar el RSNJ, tiene una longitud de 130 metros.
5	Evacuación de lixiviados del estanque 6 al estanque 5	-	Sin verificación de campo, debido a la temporalidad del trabajo de campo del equipo auditor
6	Habilitación de bancos de tierra	0%	Los bancos de tierra o de préstamo, no fueron ubicados dentro del predio de 40 ha del RSNJ
7	Habilitación de la celda 11, Fase III	70%	La habilitación de la celda 11, Fase III, al momento del ingreso al RNSJ del equipo auditor, fines del mes de octubre de 2019, continuaba con RSD expuestos. Al finalizar el trabajo de campo en el mes de diciembre, la celda 11, Fase II estuvo habilitada y encapsulada. La valoración se realiza al inicio de la inspección.
	Actividades a Corto Plazo		
1	Construcción de estanque para almacenamiento de lixiviados	100%	Se verificó que la construcción de EG-7, al momento de ingreso del equipo auditor.
2	Estabilización de la masa de residuos deslizados	50%	En la verificación de este compromiso, se comprobó dos aspectos: se construyó la celda 15 para la disposición de RSD y quedaron estabilizados a la altura del EG-6; hasta su disposición pausada en la celda 15.
3	Instalación de sistemas de drenaje de lixiviados	-	Sin verificación de campo, después de 8 meses de ocurrido el evento.
4	Instalación de captadores de biogás	100%	Se verifico por el equipo auditor, la instalación o recomposición de captadores de biogás, principalmente, en la banquina 7, Macrocelda 4. La descripción de los mismos se encuentra en el punto A.7.10.1.3.

5	Rehabilitación de drenajes de agua pluvia	70%	El equipo auditor hizo un recorrido por todos los canales de drenaje, particularmente los drenajes pluviales perimetrales, el trabajo tenía un avance continuo, fue concluido en el mes de diciembre con impermeabilización de los mismos. Aunque el drenaje de la celda 14B no recibió ese tratamiento.
6	Mitigación de gases y olores	70%	La solución a este problema de la emanación de gases fue paulatina, la exposición de RSD expuestos al aire fueron encontrados en la celda 11, Fase III, cerca del EG-6 y en la celda 15. En esta última, hasta la última inspección del 10 de marzo de 2020, continuaba esta situación.
7	Frentes de Trabajo	-	El Plan señala cuatro frentes de trabajo.

Fuente: Elaboración propia en base al Plan de Contingencias Específico.

Entonces, el grado de cumplimiento de la efectividad del Plan de Contingencias Específico para la aplicación de la mitigación, referida a la disposición de macroceldas, estanques de lixiviado, no representa una calificación de cumplimiento por cuanto, la celda 15 y los estanques EG-7, EG-8 y EG-9, se encuentran instalados fuera del predio de 40 ha del RSNJ.

A.11 Lineamientos para el Cierre Técnico del RSNJ

A.11.1 Plan de cierre y Abandono

A.11.1.1 Introducción

El presente Plan de Cierre y Abandono para la AOP "Relleno Sanitario Nuevo Jardin", constituye los lineamientos de un instrumento instrumento de Gestión Ambiental que incorpora medidas orientadas a restituir el área impactada producto de las actividades ejecutadas por la AOP, en la medida que la factibilidad técnica lo permita, cumpliendo con las exigencias de la normativa ambiental vigente. El periodo contemplado es de 20 años a partir del cierre operativo del RSNJ.

A.11.1.2 Marco Técnico – Legal Referencial

- Ley No 755, 28 de octubre del 2015, en su Art. 31 (Disposición Final de Residuos) "III. El funcionamiento de los rellenos sanitarios, debe realizarse de acuerdo a normas técnicas y ambientales, una vez agotada la vida útil de los rellenos, éstos deben ingresar a procesos de clausura, post clausura y rehabilitación cuando corresponda, con los controles técnicos y ambientales correspondientes realizados por autoridad competente".
- Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos, Artículo 88.- El cierre de los rellenos sanitarios debe proyectarse de forma que se reduzcan al mínimo: a) la liberación de lixiviados y emisiones gaseosas; b) la necesidad de mantenimiento posterior; c) los riesgos a la salud de mantenimiento posterior.
- Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos, Artículo 89.- Al cierre o sellado del relleno sanitario, una vez agotada su capacidad, se deben establecer programas de monitoreo, a largo plazo, de recuperación y de acondicionamiento del terreno para fines de aprovechamiento futuro.
- NB 760, Punto 5.5. Cierre y Uso Final del Sitio. - Se diseñará el cierre del relleno sanitario para cuando finalice su vida útil, tomando en cuenta su conformación final, estabilidad de taludes, mantenimiento, monitoreo y control de contaminantes, así como su uso final.
- Conformación final: La forma final que se dará a los residuos sólidos depositados en el relleno sanitario, contemplará las restricciones relacionadas con el uso final que se dará el sitio, estabilidad de taludes, límites del predio, características de la cubierta final y drenaje superficiales.
- Estabilidad de taludes: La configuración de los taludes definitivos del relleno, deberá definirse de acuerdo a los lineamientos, que marque un análisis de estabilidad de taludes, realizados previamente.
- Mantenimiento: Se deberá elaborar un programa de mantenimiento de post- clausura para todas las instalaciones del relleno sanitario. También se debe elaborar un programa de mantenimiento de la cubierta final, para reparar hundimientos provocados por la degradación de los residuos, así como los daños por erosión de escurrimientos pluviales y eólica.
- Monitoreo y Control de Contaminante: a) Se deberá elaborar un programa de monitoreo y control de biogás y lixiviados; b) El programa de monitoreo y control, se extenderá hasta un periodo en el cual se garantice, que los residuos sólidos depositados en el relleno sanitario se

hayan estabilizado. También se asegurará que todos los contaminantes generados en ese tiempo serán controlados.

- Uso final del sitio: El diseño de cierre del relleno sanitario, deberá incluir el aprovechamiento que se le dará al sitio, una vez concluida su vida útil, el cual estará acorde con el uso de suelo permitido, prohibiéndose el instalar edificaciones en general.
- Guía para el diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios. Elaborada por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico. Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

A.11.1.3 Obras Civiles e Infraestructuras Existentes En La AOP

El RSNJ, fue concebido como un relleno en ladera, siendo que durante su operación se emplearon los métodos de trinchera y de área combinados, debido a la configuración y topografía del predio.

En este sentido, el RSNJ contaba con cuatro (4) Macroceldas, cada una de estas estaba conformada por varias celdas, las cuales fueron implementadas desde el inicio de operaciones del relleno sanitario durante la gestión 2004 y posteriormente fueron adecuándose al crecimiento de la generación de residuos comunes en el Municipio de La Paz.

Las Macroceldas estaban conformadas de acuerdo al siguiente detalle:

- Macrocelda 1: Celda 1, Celda 2 y Celda 3.
- Macrocelda 2: Celda 4, Celda 5 y Celda 6.
- Macrocelda 3: Celda 7, Celda 8 y Celda 9.
- Macrocelda 4: Celda de Emergencia 1, Celda de Emergencia 2, Celda 10, Celda 12.
- Macrocelda 5: Celda 11 – Fase I, Celda 11 – Fase II, Celda 11 – Fase III.

A.11.1.3.1 Actividades de la AOP (De acuerdo al Manual de Operaciones del RSNJ)

- Operación de las Celdas
- Registro y Pesaje de Vehículos, sistema de pesaje de residuos.
- Playa de Descarga y Plataforma de Descarga, estará conformada para facilitar las operaciones, de manera diaria
- Zona de Descarga, facilitará las tareas diarias de descarga de residuos.
- Construcción de la Celda Diaria, se preparará un área para la recepción diaria de residuos.
- Altura de la Celda diaria, define la altura máxima de residuos por día.
- Ancho de la Celda diaria, define el ancho máximo de la celda diaria.
- Distribución y Compactación de Residuos Sólidos, define la forma de realizar la compactación de residuos.
- Cobertura diaria, define la altura que debe tener la cobertura diaria de residuos.
- Todas las celdas de disposición contaban con la última capa de cobertura de tierra, de 0,15 m de altura, con excepción del área de trabajo, lugar donde se estaban descargando los residuos sólidos la jornada en la que se presentó el deslizamiento.

LaS Figuras A-1 y A-2 enseñan la Delimitación de Celdas y Estanques de Lixiviados (página 13) y la Referencia de los Componentes del RSNJ (página 14).

A.11.1.3.2 Cronología de construcciones

- ✓ Durante la operación del Relleno Sanitario, se implementaron cunetas, compuestas por tuberías de HDPE 4" en algunos lugares y recubiertas con geomembrana en otros:

- Gestión 2006: Cuneta 1, cuneta 2, cuneta 3 y cuneta 4, con una longitud aproximada de 330 metros lineales de cunetas pluviales.
- Gestión 2007: Cuneta 5, cuneta 6, cuneta 7 y cuneta 8, con una longitud aproximada de 370 metros lineales de cunetas pluviales.
- Gestión 2008: Cuneta 20, cuneta 21 y cuneta 22, con una longitud aproximada de 500 metros lineales de cunetas pluviales.
- Gestión 2009: Cuneta 9, cuneta 10, cuneta 11, cuneta 23, cuneta 24, cuneta 25, cuneta 26 con una longitud aproximada de 610 metros lineales de cunetas pluviales. 21
- Gestión 2010: Cuneta 13, cuneta 14 y cuneta 15, con una longitud aproximada de 180 metros lineales de cunetas pluviales.
- Año 2011: Cuneta 17, cuneta, 18 y cuneta 19, con una longitud aproximada de 250 metros de cuentas pluviales.

✓ El RSNJ contaba con captadores de biogás implementados de dos formas:

- Captadores Basales: Captadores instalados desde la base de las celdas, conectados con los sistemas de captación de líquido lixiviado.
- Captadores ubicados en Puntos de Emisión Fugitiva de Biogás: Durante los controles periódicos realizados al estado de los captadores se identificaban puntos de emisión fugitiva de biogás, mismos que eran readecuados con maquinaria para sellar las fisuras, es caso de identificar un punto recurrente de emisión de biogás, se procedía a implementar un captador en el punto.

De acuerdo a lo dispuesto en el Manual de Operaciones del RSNJ, los captadores estarán ubicados a una distancia de 50 metros entre sí; por tanto, para la superficie del relleno se requería de 49 captadores de biogás. Sin embargo, hasta la gestión 2017 se tenían 50 captadores, cantidad que se fue incrementando durante la gestión 2018 hasta un número de 76 captadores de biogás instalados en el área de disposición, de los cuales 32 fueron destruidos por completo en el deslizamiento, el resto sufrió variaciones en la generación, tanto en ubicación como en flujo debido al movimiento de residuos.

El RSNJ contaba con 2,7 km de vías internas, las cuales conducían a todos los sectores del mismo, como ser oficinas administrativas, báscula, taller de mantenimiento, celdas de disposición, planta de tratamiento de líquidos lixiviados y otros.

Estas vías eran de tierra, siendo que se realizaban mantenimientos constantes para asegurar la circulación de vehículos al interior del relleno. A causa del deslizamiento, se dañaron parte de las vías internas, las cuales fueron cubiertas por los residuos sólidos desplazados, en total 419 metros de vías fueron afectadas por el evento.

A consecuencia de las tareas realizadas en atención a la emergencia después del deslizamiento de residuos y para la construcción de diques, traslado de queques, traslado de líquidos lixiviados desde la Quebrada Alpacoma al Relleno Sanitario se vio la necesidad de habilitar una vía de tierra entre el dique con la confluencia con el Rio Achocalla hacia el mismo relleno sanitario, que atraviesa la quebrada Alpacoma, esta apertura de vía se realizó en la parte sur oeste de la planta de tratamiento de líquido lixiviado, hasta su conexión al camino vecinal existente, la cual será controlada para evitar el ingreso de particulares al RSNJ.

A.11.1.4 Estimación de la Vida Útil

El diseño original, consistía en nueve (9) Celdas de residuos comunes, contenidos en cuatro (4) Macroceldas más una Celda de Residuos Patógenos. La Macrocelda 4 estaba designada también como Macrocelda de Emergencia, para ser operada en días de lluvia. Dicho diseño no se ejecutó.

La empresa operadora mencionada, ejecuta la operación en doce (12) Celdas, hasta el día del evento, en la secuencia y ubicación que se muestran en el análisis que se hizo y que está en el documento y la comparación de lo proyectado en el Diseño del año 2010 vs. Lo ejecutado hasta enero del año 2019, se muestra en la Figura A 18 (página 156).

La Tabla que sigue enseña la Disposición de Celdas y Macroceldas.

Tabla A-115 Disposición de Celdas y Macroceldas

DESCRIPCION	UNIDAD	MANIFIESTO AMBIENTAL	CONSTRUIDO HASTA 12/09/2019
		CARACTERÍSTICA	
AREA DEL PREDIO	Ha	40,00	40,00
AREA DESTINADA AL PROYECTO	Ha	20,00	40,00
AREA MACROCELDAS DE R.S.M.	Ha	8,41	10,48
NÚMERO DE MACROCELDAS	No	4,00	5,00
NÚMERO DE CELDAS	No	8,00	12,00
AREA CELDA DE RESIDUOS PATOGENOS	Ha	0,37	0,51
AREA TOTAL DE RESIDUOS	Ha	8,78	12,51
AREA DE MANEJO DE LIXIVIADOS	Ha	1,35	0,46
AREA DE AMORTIGUAMIENTO	Ha	8,59	1,23
AREA DE OBRAS COMPLEMENTARIAS	Ha	1,28	1,28
VIDA UTIL	año	13,00	16,00
VOLUMEN EXCAV. PARA ADECUACION	m^3	1.255.859,21	Sin datos
FECHA INICIO DE OPERACIONES		01/11/2004	01/07/2006
FECHA PROYECTADA CIERRE DE OPERACIONES		30/10/2017	00/09/2019
GENERACION R.S /día AL INICIO DE OPERACIONES	ton	495,19	487,17
GENERACION R.S /día AL FINAL DE OPERACIONES	ton	654,19	647,59
DOC. LEGAL AMBIENTAL DE INICIO DE OPERACIONES		LIC. EVENTUAL	28/04/2010
FECHA DE EMISION DE LICENCIA		27/10/2010	15/01/2019

Fuente: Elaboración Propia

A.11.2 Alcance del Plan

El PCA tiene aplicación en todas las áreas de intervención directa de la AOP "Relleno Sanitario Nuevo Jardin", donde se hayan realizado las actividades propias y se requieran eliminar pasivos ambientales principalmente referente la generación de lixiviados, emisiones gaseosas (biogás), y posible afectación de algún factor ambiental.

A.11.3 Descripcion de las Actividades de Cierre y Abandono

Las actividades respecto al cierre y abandono del Relleno Sanitario Nuevo Jardín tienen su fundamento en el marco técnico – legal establecido en el punto 2, considerándose como principal lineamiento la NB 760 y de carácter referencial la Guía para el Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios, que contemplan criterios compatibles con las otras leyes y reglamentos mencionados.

Para cumplir con este objetivo se van a prever los recursos administrativos, técnicos, económicos, logísticos, u otros necesarios para todas sus fases de implementación y mantenimiento del presente PCA, según sean asignados y disponibles en Secretarías de Regulación Municipal (SIREMU) y Municipal de Gestión Ambiental (SMGA) del Municipio de La Paz.

A.11.3.1 Conformación Final de Fosas o Celdas

A.11.3.1.1 Forma Final

La forma final del RSNJ, es la establecida por el operador SIREMU y SMGA, conforme a proyecto ejecutivo presentado (Ver Anexo 1. Proyecto Ejecutivo – Diseño de la RSNJ) que para una aceptable implementación y operación minimamente se deben considerar los siguientes aspectos en el mencionado documento:

(1) Introducción; (2) Características del área de implantación de la ampliación de relleno sanitario a través de SPT (sondeos de avance estándar); (3) Vida útil de cada etapa de la Macro Celda No 1,2,3 y 4; (3) Análisis de Suelo; (5) Implantación del Plano de Protección Ambiental: Limpieza del terreno, servicios de nivelación, sistema de drenaje sub-superficial, drenajes principales, drenes secundarios, caja final de recepción, sistema de impermeabilización de la base o fundación, sistema de drenaje de lixiviado, sistema de drenaje interna de biogás, sistema de drenaje de aguas pluviales, ejecución de las capas de cobertura de los residuos; (6) Operaciones de Relleno Sanitario: caracterización cuantitativa de los residuos, protección superficial de los taludes, registro de celdas de implantación; (7) Monitoreo Geotécnico; (8) Anexos: Memoria de Cálculo – Análisis de Estabilidad, Memoria de Cálculo – Sistema de Drenaje de Lixiviados, Memoria de Cálculo Sistema de Drenaje de Aguas Pluviales, Informe de los resultados de los sondeos y ensayos geotécnicos, Informe de los resultados de los sondeos y ensayos geotécnicos, Planos del Proyecto.

Cabe aclarar que este tipo de obras de ingeniería tienen dinámica en el espacio tiempo, debido a condiciones climáticas, crecimiento poblacional, factores sociales (bloqueos, cambio en lo hábitos de consumos, en otros.).

Por tanto, el diseño propuesto pueda ser readecuado según se presente las condiciones arriba mencionadas, para aseverar la segura disposición final de los residuos sólidos, en caso de darse dichas modificaciones serán presentadas en el informe de monitoreo anual correspondiente.

A.11.3.1.2 Restricciones relacionadas con el uso final que se dará al sitio

La Secretaria Mayor de Planificación del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, establece que los predios donde se ubica el Relleno Sanitario Nuevo Jardin con Uso: Público Institucional de Servicio; especificando entre sus observaciones la permisibilidad de Uso Complementario Industrial, además de ser consolidado como Área de Relleno Sanitario. Bajo tales argumentos, queda establecido, momentáneamente el uso de suelo de sitio de emplazamiento del Relleno Sanitario Nuevo Jardin; sin

embargo, conforme a recomendación técnica de la NB 760, se restringe el instalar edificaciones en general en los sitios de conformación de fosas o celdas utilizadas para el entierro sanitario.

A.11.3.2 Plano de Uso de Suelo.

Es prudente reservar para el futuro en función a estudios post – clausura respecto a la eliminación de pasivos ambientales, mecánicas de suelos, estabilidad de taludes, y otros el uso final del sitio de intervención del relleno sanitario. Sin embargo, es una alternativa planteada por la actual gestión municipal de desarrollar el proyecto titulado PARQUE DE PROTECCION Nuevo Jardín.

A.11.3.3 Estabilidad de Taludes

En el proyecto ejecutivo presentado por el operador SIREMU no presenta un estudio de estabilidad de taludes, sin embargo en la Auditoria se establece que la geometría del Relleno Sanitario Nuevo Jardín se puede resumir en taludes con inclinación 1V:1H, celdas con 5 m y bordes con 5 m. Asimismo en el total de los sitios analizados factores de seguridad satisfactorios, mismos se debe resaltar que tales condiciones deberán ser rigurosamente monitoreadas a lo largo de todo el tiempo de operación restante y post – clausura

A.11.3.4 Límites del Predio

La Secretarías de Regulación Municipal SIREMU de La Paz, establece los límites del predio donde se ubica el Relleno Sanitario Nuevo Jardin en el Plano de Uso de Suelo, mismos que se tendrán que mantener estéticas condiciones en lo que respecta al desbroce de malezas y mantenimiento del cerco perimetral. Sin embargo, hasta la fecha no se cuenta con un predio saneado desde el punto de vista de los documentos de propiedad.

A.11.3.5 Características de la Cubierta Final

El objetivo es mantener las condiciones anaeróbicas de la disposición de los residuos en la fosas y celdas del Relleno Sanitario Nuevo Jardin, controlar la migración de biogás y lixiviados y la integridad de la infraestructura luego de finalizadas las operaciones de disposición final de residuos.

Para lo cual es necesario colocación de una capa de recubrimiento de permeabilidad "capa impermeable" muy baja. (GDCOCRS, 2012). Por tanto, considerando también la recomendación técnica de la NB 760 Punto 6.1. Inc. f) la cubierta final debe ser de 60 cm mínimo posterior a su compactación, asimismo en atención a recomendación del dictamen de Auditoria Ambiental se va incrementar el espesor de la cubierta final a 1,0 metros.

Implementación

Para la cubierta final2 se va considerar la conformación de dos (2) capas: una capa de barrera hidráulica (capa impermeable) y una capa vegetal (de apoyo para material el crecimiento de las especies vegetales).

- Capa Impermeable (Sellado)

Se va realizar el cubrimiento con material de textura limo-arcilloso bien compactado a fin de impermeabilizar el sitio evitando que el agua alcance los residuos enterrados. Se recomienda que la capa de impermeabilización sea de 60 cm asimismo en atención a recomendación del dictamen de Auditoria Ambiental se va incrementar el espesor de la cubierta final a 1,0 metros. Esta debe tener, en condiciones ideales, una permeabilidad de 10-5cm/s a 10-7cm/s. Las condiciones de compactación e

impermeabilidad deben lograrse con una masa homogénea, con un contenido de humedad del 2% al 3% por encima de la humedad óptima y alto grado compactación.

Cabe aclarar que conforme al proyecto que se elabore se deben considerar la implementación y operación del sistema de drenaje de biogás, lixiviado, y pluvial.

En caso de no disponer de material natural con la suficiente impermeabilidad, se analizará la factibilidad de usar materiales sintéticos u otros que permitirán alcanzar niveles altos de impermeabilidad. Como ser Geomembrana de 1 – 1,5 mm. En condiciones óptimas, la geomembrana debería estar precedida por debajo y por encima de un geotextil de protección de 200 gr. En el caso de usar geomembrana, se va cuidar su colocación especialmente en el sellado entre láminas. También en este caso, la capa de drenaje de gases es imprescindible de forma de garantizar la salida de estos hacia los captadores de venteo y evitar la formación de gases que podrían generar bolsas en la superficie y afectar a la estabilidad de la masa de residuos.

El operador privado que realiza operaciones en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín, va entregar las fosas del relleno sanitario con un sellado final de 60 cm, sin embargo, en atención a recomendación del dictamen de Auditoria Ambiental se va incrementar el espesor de la cubierta final a 1,0 metros, post cierre de operaciones SIREMU gestionará los recursos para complementar los 40 cm restantes para completar el espesor recomendado.

- Capa Vegetal Recomendada

La capa superficial o vegetal promueve la evapotranspiración ayuda a controlar la erosión por el viento y el agua y es el soporte de la vegetación. Se colocará después de la capa impermeable. Posteriormente, se recubrirá con la tierra fértil y se adaptarán especies vegetativas nativas.

La capa vegetal será extendida sobre la capa impermeable compactada. Se deberá incorporar en la misma una fertilización orgánica antes de iniciar el sembrado y su espesor dependerá de las especies a ser sembradas sobre la misma. Preferentemente éstas deberán ser especies de escasa profundidad radicular y de desarrollo vegetativo agresivo para facilitar su expansión sobre la capa vegetal de las celdas. Las especies vegetales implantadas deben ser resistentes a deficiencias hídricas y nutricionales, tolerantes a temperaturas extremas y permitir una alta tasa de evapotranspiración.

Con el fin de preservar la cobertura vegetal en taludes y corona de las fosas y celdas, se va extender sobre la capa vegetal un manto de restos de poda que sirve de protección en la época seca y al mismo tiempo se incorpora materia orgánica al suelo. Esta práctica garantiza el prendimiento y sostenibilidad de la perquisición en el tiempo. Indicar que SIREMU cuenta con el equipamiento para la producción del material mencionado encontrándose en la Unidad Industrial Parque de Recuperación de Residuos Sólidos Reciclables.

Para este fin, se tienen disponibles los restos de poda recolectados en la limpieza de la ciudad que serán trasladados hasta el relleno sanitario y deberán ser acopiados en un área específica para tal fin hasta que se disponga su utilización. Alternativamente, se tiene previstos proyectos de compostaje utilizando los restos de poda y otros materiales de residuos sólidos orgánicos disponibles que se vea por conveniente, de forma de obtener compost que pueda ser usado para la revegetación del lugar así como el mantenimiento de ésta.

Mantenimiento

Se va establecer un programa de mantenimiento preventivo y/o correctivo post – clausura de la cubierta final, a largo plazo, esto con el objetivo de resolver problemas provocados por las lluvias y el

viento, como las depresiones y erosiones, que ocasionarían que los residuos queden al descubierto y se activen pasivos ambientales.

A.11.3.6 Drenajes Superficiales

Implementación

La forma final del RSNJ, establecida por el operador SIEREMU, conforme a proyecto ejecutivo presentado (Ver Anexo 2. Proyecto Ejecutivo – Diseño de la Celda No 8, Punto 5.7) ha considerado la implementación de obras de drenajes superficiales o pluviales.

Mantenimiento

El control de drenajes en el relleno sanitario comprende la entrada y salida de aguas superficiales. Por lo tanto, los canales de conducción de aguas superficiales serán mantenidos realizando su limpieza, reparación y/o remplazo de materiales constructivos conforme un programa de mantenimiento preventivo y/o correctivo, y si es imperantemente necesario la re-ingeniería de los mismos.

A.11.3.7 Sistema de Captación de Lixiviados

Implementación

La forma final del RSNj, establecida por el operador SIREMU, conforme a proyecto ejecutivo presentado (Ver Anexo 2. Proyecto Ejecutivo – Diseño de la Celda No 8, Punto 5.5) ha considerado la implementación del sistema de drenaje de lixiviados.

Mantenimiento

Todo el sistema de recolección, cámaras de inspección, mangueras y lagunas de almacenamiento de lixiviados, será controlado frecuentemente. Como resultado del asentamiento de la celda, es previsible que muchos de los canales y sistemas internos de conducción de lixiviados se vean afectados. Por lo que, establecerá un programa de mantenimiento preventivo y/o correctivo post - clausura para minimizar la probabilidad de ocurrencia de inconvenientes operativos hasta el cese de la generación de lixiviados.

Se deberá limpiar rutinariamente los sólidos en suspensión de las cámaras de inspección y cárcamos de bombeo para evitar taponamientos de los ductos que ocasionen rebalses y fugas.

A.11.3.8 Lagunas de Almacenamiento de Lixiviados

Implementación

Se cuenta con un conjunto de lagunas, que componen el actual sistema de tratamiento de Lixiviados (de Dilución, Anaerobia Cubierta), y hasta se dé la forma final al RSNj, se tiene previsto adecuación y no descartándose nuevas lagunas, conforme a propuesta tratamiento de lixiviados del Operador Privado SIREMU. Ver Anexo 10. Propuesta de Tratamiento de Lixiviados – Reingeniería de la Planta de Tratamiento.

Mantenimiento

Para el sistema de lagunaje descritos en el inciso anterior, se va establecer un programa de mantenimiento preventivo y/o correctivo post – clausura hasta la eliminación de este pasivo ambiental, a través del desarrollo de una ingeniería en el transcurso de la ejecución del presente PCA que garantice su eliminación total considerando como condición que bajo ninguna circunstancia descargar a un

cuerpo receptor natural y considerando lo establecido en la legislación ambiental en vigencia. Asimismo, considerando la estabilidad de los taludes, el nivel de llenado y estado de la geomembrana se preverá los recursos necesarios para mantener en óptimo estado las obras mencionadas.

En caso de amenazas de importancia que comprometan la estabilidad de las lagunas, se analizará la necesidad imperante de realizar obras mayores (muros de gaviones, soportes de llantas u otros elementos de contención) de modo que se garantice la estabilidad de éstas y estanquidad.

A.11.3.9 Sistema de Drenaje Interno de Biogás

Implementación

La forma final del RSNJ, establecida por el operador privado SIEREMU, conforme a proyecto ejecutivo presentado (Ver Anexo 2. Proyecto Ejecutivo – Diseño de la Celda No 8, Punto 5.6) ha considerado la implementación del sistema de drenaje interno de biogás.

Mantenimiento

Consiste en la revisión visual y limpieza manual rutinaria de la superficie drenante del sistema de drenaje de biogás (pozo de drenaje vertical) a manera de que funcionen los quemadores de biogás hasta que el caudal y composición lo permitan, y se elimine este pasivo ambiental. Para tal labor se va establecer programa de mantenimiento preventivo y/o correctivo post – clausura.

También se deberá inspeccionar debidamente el sitio para la detección de fugas en las capas superficiales para su inmediato sellado. Se puede considerar el desarrollo de las plantas como bio-indicador para identificar si hay fugas de gas puesto que el metano tiene un impacto asfixiante sobre muchas plantas, tanto en la atmósfera como en el suelo, un sitio con considerable menor densidad de vegetación indica una fuga de gas.

A.11.3.10 Vías de Circulación Internas

Para lograr un buen cierre técnico, mantenimiento preventivo y/o correctivo post – clausura, y monitoreo y control de contaminantes del Relleno Sanitario Nuevo Jardin, se va gestionar que las vías de circulación internas hacia las fosas que han sido selladas estén siempre transitables.

El mantenimiento va considerar las labores de rellenado de agrietamientos, el riego de caminos con agua y la limpieza de cunetas para evitar el encharcamiento. Para tal labor se va establecer programa de mantenimiento preventivo y/o correctivo post – clausura.

A.11.3.11 Obras Complementarias

Las obras complementarias del Relleno Sanitario Nuevo Jardín son: Portería Pórtico de Ingreso, Caseta de Pesaje y Balanzas, Vías Internas o Caminos, Oficinas Administrativas, Almacenes y Depósitos, Instalaciones Hidrosanitarias y Eléctricas, Postes de Iluminación, Enmallado Perimetral, y otros de menor relevancia.

Estas obras complementarias, preliminarmente, se establece que se van a mantener para prever que las operaciones durante el periodo de ejecución del presente PCA, ya que no significan un pasivo ambiental de importancia relevante. Sin embargo, se debe considerar en el programa de mantenimiento preventivo y/o correctivo post – clausura.

A.11.4 Monitoreo y control de contaminante post-clausura

La Guía para el diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios, recomienda en su Punto 9.5. "Las actividades de mantenimiento del relleno sanitario, en función del tamaño y magnitud de éste, se ejecutarán durante un periodo de 10 - 15 años y tendrán carácter preventivo y ocasionalmente correctivo". Punto 9.6 "Los sistemas de control y monitoreo de biogás, lixiviados y contaminación de aguas superficiales y subterráneas requieren de atención continua, lo mismo que el sistema de drenaje pluvial y el control de la erosión, el período de post clausura podría comprender un tiempo de 15 a 20 años".

Por tanto, en atención a recomendación técnica por parte de la Autoridad Ambiental Competente Departamental se va realizar el monitoreo y control de contaminantes post – clausura durante el periodo de 20 años, considerando aspectos geotécnicos y ambientales.

A.11.4.1 Monitoreo de Estabilidad de Taludes

Las depresiones en este tipo de obras de cierre técnico son comunes debido a la compactación natural que sufren los residuos con el paso del tiempo, por lo que tiende a formarse en la superficie de la cubierta final depresiones (hundimientos, agrietamientos). Las acciones a tomar tienen como objetivo evitar la acumulación de agua pluvial en estas depresiones y su posterior infiltración. Durante el tiempo en que las emisiones de gases se vayan reduciendo, las obras de mantenimiento estarán referidas al control y reparación de la cobertura final, la cual, por efecto de la reducción de volumen de los residuos sólidos en proceso de degradación, promoverán la variación de las pendientes en la capa de cobertura final.

Los asentamientos serán monitoreados, mediante levantamientos topográficos dejando mojones o estacas de señalamiento en los puntos para realizar el seguimiento de los mismos, de este modo se generará una base de datos de seguimiento para evaluar la biodegradación. La estabilidad del talud está considerada como uno de los factores de mayor importancia para el cierre técnico y deberá ser monitoreado para establecer que la misma este acorde al diseño conceptual de la superficie final del lugar.

A.11.4.2 Monitoreo de Factores Ambientales

Los monitoreos ambientales deberán ser ejecutados por un laboratorio externo autorizado, y los mismos deberán contener la correspondiente interpretación técnica.

Los puntos de monitoreo serán los mismos contemplados en Plan de Adecuación y Remediación Ambiental, tomando como criterio hacer un seguimiento longitudinal en espacio – tiempo de la evolución de todos los factores y aspectos ambientales.

El presente cronograma es aplicable a partir del año siguiente del Cierre Técnico del Relleno Sanitario Nuevo Jardín; Y en caso de que los resultados de cualquiera de los factores monitoreados estén fuera de límites establecidos en la legislación aplicable en vigencia del país, se deberán realizar nuevamente el análisis según el tiempo técnicamente establecido en el informe técnico posterior a la implementación de la actividad correctiva.

A.11.5 Personal y los materiales requeridos

El responsable de la gestión ambiental es GMA que a través de su Representante Legal designará un RESPONSABLE AMBIENTAL para llevar a cabo el PCA, mismo al que se le facilitará todos recursos necesarios como ser administrativos, legales, económicos, u otros conforme a disponibilidad de los citados recursos en la institución o empresa.

A.11.5.1 Funciones y responsabilidad del personal

El RESPONSABLE DE MEDIO AMBIENTE asignado por el Representante Legal de SIEREMU, tendrá la responsabilidad de coordinar, ejecutar e informar sobre las siguientes tareas a cumplir en todas las etapas del cierre técnico: (1) Verificar el cumplimiento del Plan de Abandono y Cierre Técnico; (2) Verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación, alternativas de remediación, y/o adecuación que se requieran en el transcurso del periodo post-clausura.

A.11.6 Parámetros de verificación del cumplimiento del plan

Los parámetros de verificación del cumplimiento del PCA son aquellos comprometidos en el mismo, normativas ambientales en vigencia en el país y otros que podrán ser requeridos para efectos de control por la AACD.

A.11.7 Gestion de archivos

Para evidenciar el cumplimiento del PCA, se deberán mantener físicamente los siguientes documentos bajo una estricta gestión de archivos*: Programa Operativo Anual (POA) con su respectiva asignación presupuestaria; Contratos de Servicios; Actas de Recepción de Servicios; Planillas y Formularios de Control; Actas de Inspección In Situ; Registros Fotográficos; Planos; y otros, que respalden el cumplimiento del PCA. Y que estén disponibles para su lectura cuando así lo requiera la AACD, en oficinas del Relleno Sanitario Nuevo Jardín u Oficina Central (Base de Operaciones).

*No implica que no se generen evidencias a partir de inspecciones "in situ", por parte de la Autoridad Ambiental Competente, o Empresa Consultora Ambiental.

A.11.8 Previsión de elaboración de informes

Se tiene previsto requerir los servicios de una Empresa Consultora Ambiental (RENCA) para que se haga cargo de elaborar y presentar un INFORME DE MONITOREO Y CONTROL DE CONTAMINANTE POST-CLAUSURA a AACD, mismo que tendrá carácter de declaración jurada.

La frecuencia de presentación del mencionado INFORME DE MONITOREO Y CONTROL DE CONTAMINANTE POST-CLAUSURA, será de cinco (5) veces, mismo será enviado a la AACD durante la gestión subsiguiente de lo establecido en los Cronograma 1 y 2 a objeto de contar con los documentos e informes técnicos comprometidos.

A.11.9 Costos

A.11.9.1 Costos Técnicos

PRESUPUESTO GENERAL

Proyecto: OBRAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL RSNJ

Moneda: bolivianos

Tabla A-116 Presupuesto General

Item	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
1. ESTUDIOS PRELIMINARES					
1	ESTABILIDAD DE TALUDES DE CELDAS Y MACROCELDAS	GLB	1	50,000.00	50,000.00
2	GEOLOGÍA LOCAL	GLB	1	45,000.00	45,000.00
3	GEOMORFOLOGÍA	GLB	1	45,000.00	45,000.00
4	TOPOGRAFÍA	GLB	1	40,000.00	40,000.00
5	GEOTECNIA	GLB	1	40,000.00	40,000.00
6	ESTABILIDAD DE TALUDES ARTIFICIALES Y DE TIERRA NATURAL	GLB	1	40,000.00	40,000.00
7	HIDROLOGÍA	GLB	1	30,000.00	30,000.00
8	HIDROGEOLOGÍA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS	GLB	1	30,000.00	30,000.00
9	ANÁLISIS DE BIOGÁS	GLB	1	15,000.00	15,000.00
10	ANÁLISIS DE LIXIVIADO	GLB	1	12,000.00	12,000.00
11	ANÁLISIS DE QUEQUES	GLB	1	12,000.00	12,000.00
12	BALANCE HÍDRICO	GLB	1	10,000.00	10,000.00
			SUBTOTAL 1. ESTUDIOS PRELIMINARES		**369,000.00**
2. PROYECTOS A DISEÑO FINAL					
13	PARQUIZACIÓN DEL NIVEL SUPERIOR DE CELDAS Y MACROCELDAS	GLB	1	260,000.00	260,000.00
14	CONTROL DE RIESGOS	GLB	1	160,000.00	160,000.00
15	MORFOLOGÍA SUPERFICIAL Y COBERTURA FINAL DE CELDAS Y MACROCELDAS	GLB	1	160,000.00	160,000.00
16	REUBICACIÓN Y ADECUACIÓN DE LOS RESIDUOS DESLIZADOS	GLB	1	130,000.00	130,000.00
17	TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE QUEQUES	GLB	1	130,000.00	130,000.00
18	PLANTA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO Y FÍSICO QUÍMICO DE LIXIVIADOS	GLB	1	75,000.00	75,000.00
19	MEJORAMIENTO DE VÍAS	GLB	1	40,000.00	40,000.00

20	ZONA DE AMORTIGUAMIENTO CON ESPECIES ARBUSTIVAS	GLB	1	33,000.00	33,000.00
21	SISTEMA DE DRENAJE SUPERFICIAL	GLB	1	25,000.00	25,000.00
22	SISTEMA DE EXTRACCIÓN Y EVACUACIÓN DE LIXIVIADOS	GLB	1	25,000.00	25,000.00
23	SISTEMA DE EXTRACCIÓN Y EVACUACIÓN DE BIOGÁS	GLB	1	6,000.00	6,000.00
				SUBTOTAL 2. PROYECTOS A DISEÑO FINAL	**1,044,000.00**
3. OBRAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL					
24	PARQUIZACIÓN DEL NIVEL SUPERIOR DE CELDAS Y MACROCELDAS	M^2	114,800.00	115	13,202,000.00
25	CONFORMACIÓN Y COBERTURA FINAL DE CELDAS Y MACROCELDAS	GLB	1	8,100,000.00	8,100,000.00
26	CONFORMACIÓN DEL BANCO DE QUEQUES	GLB	1	6,560,000.00	6,560,000.00
27	CONSTRUCCIÓN DE CELDAS PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS DESLIZADOS	GLB	1	6,550,000.00	6,550,000.00
28	CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN	M3	4,800.00	1,140.00	5,472,000.00
29	PLANTA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS	GLB	1	3,765,000.00	3,765,000.00
30	CERCO METALICO PERIMETRAL	ML	1,980.00	1,170.00	2,316,600.00
31	CONFORMACIÓN DE CAPA DE RODADO Y CUNETAS DE VÍAS	KM	2	885,000.00	1,770,000.00
32	IMPLEMENTACIÓN DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO CON ESPECIES ARBUSTIVAS	M2	10,000.00	166	1,660,000.00
33	MUROS VERTEDEROS Y OBRAS HIDRÁULICAS	ML	700	1,750.00	1,225,000.00
34	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN Y EVACUACIÓN DE LIXIVIADOS	ML	2,000.00	580	1,160,000.00
35	CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE MONITOREO DE LÍQUIDOS SUBTERRÁNEOS	ML	240	1,250.00	300,000.00
36	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN Y EVACUACIÓN DE BIOGÁS	ML	150	210	31,500.00
				SUBTOTAL 3. OBRAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL	**52,112,100.00**
4. SUPERVISION					
37	COSTO POR SUPERVISION	GLB	1	2,600,000	2,600,000
				SUBTOTAL 4. SUPERVISION	**2,600,000**
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					**56,125,100**

A.11.9.2 Costos Ambientales

Tabla A-117 Presupuesto Ambiental

Item		Unid.	Cant.	Precio Unit	Total	Frecuencia			Sub Total		
						Trimestral	Semestral	Anual	Trimestral	Semestral	Anual
1. MONITOREO DE AIRE											
1	BIOGAS	Puntos	7	2,000.00	14,000.00	3	6	12	42,000.00	84,000.00	168,000.00
2	PBV	Puntos	3	1,200.00	3,600.00	3	6	12	10,800.00	21,600.00	43,200.00
3	OLORES	Puntos	3	1,200.00	3,600.00	1	3	6	3,600.00	10,800.00	21,600.00
4	PST	Puntos	2	800	1,600.00	3	6	12	4,800.00	9,600.00	19,200.00
5	PM10	Puntos	2	800	1,600.00	3	6	12	4,800.00	9,600.00	19,200.00
SUBTOTAL				**6,000.00**	**24,400.00**				**66,000.00**	**135,600.00**	**271,200.00**
2. MONITOREO DE SUELO											
6	**SUELOS**	Puntos	4	3,000.00	12,000.00	0	1	2	0	12,000.00	24,000.00
SUBTOTAL				**3,000.00**	**12,000.00**				**0**	**2,000.00**	**24,000.00**
3. MONITOREO DE AGUAS											
7	AGUAS SUPERFICIALES	Puntos	5	3,000.00	15,000.00	0	1	2	0	15,000.00	30,000.00
8	AGUAS SUBTERRANEAS	Puntos	3	2,000.00	6,000.00	0	1	2	0	6,000.00	12,000.00
SUBTOTAL				**5,000.00**	**21,000.00**				0	21,000.00	42,000.00
COSTO TOTAL									**0**	**8,600.00**	**337,200.00**
COSTO TOTAL (3 años)									**66,000.00**	**505,800.00**	**1,011,600.00**

A.12 Sistema de Información Geográfica SIG

A.12.1 Construcción del SIG

Se culminó con la construcción del SIG, incorporando en esta herramienta todo lo referido a mapas temáticos, sitios de muestreo, fotos de diferentes sectores y datos que sirven para contar con la información necesaria, que se realizó durante toda la Auditoria Ambiental. En el Anexo 2 SIG Mapas se encuentran los mapas más importantes que se encencuentran incorporados en esta herramienta.

A.12.1.1 Armado de GeoDataBase

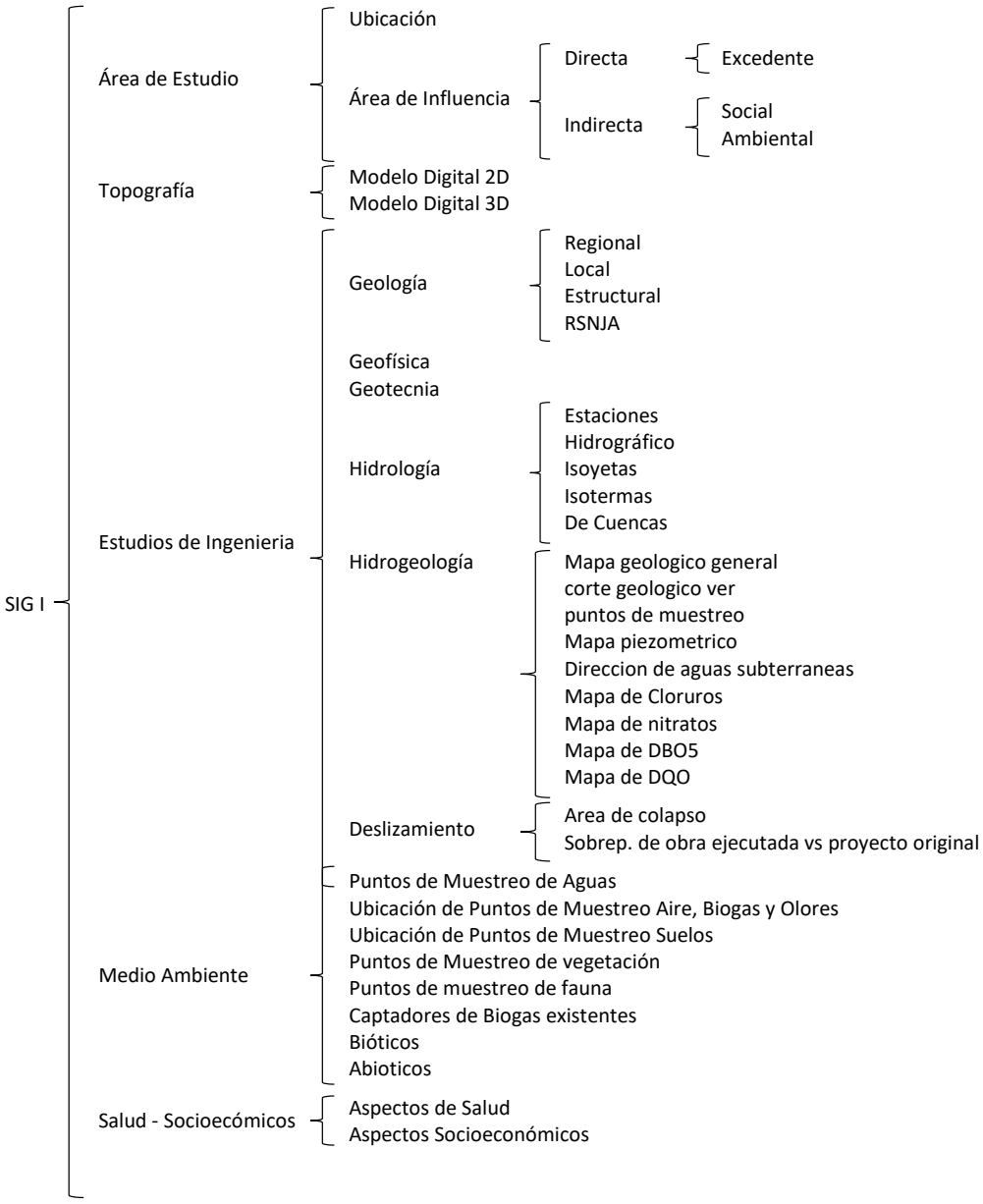
Se procedió a el armado de la Base de Datos. Para el SIG se emplean diferentes herramientas, como por ejemplo el ArcView y todas las herramientas necesarias, como AutoCad, Civil, etc.

A.12.1.2 Recopilación de Información Geoespacial

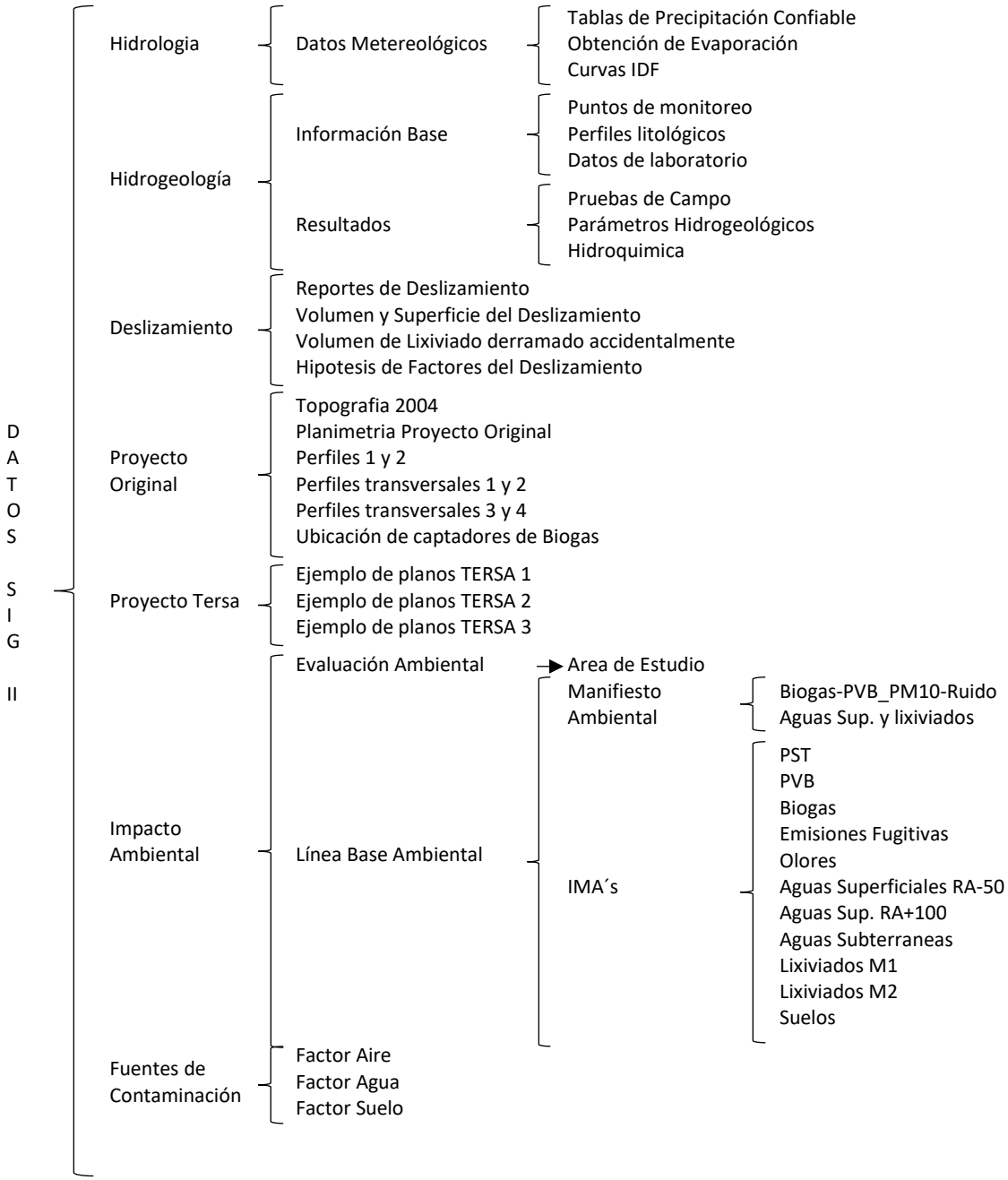
Al margen de la información generada por la empresa, se lograron imágenes satelitales de 2014 hasta el 2018, antes del evento.

A.12.1.3 Menús

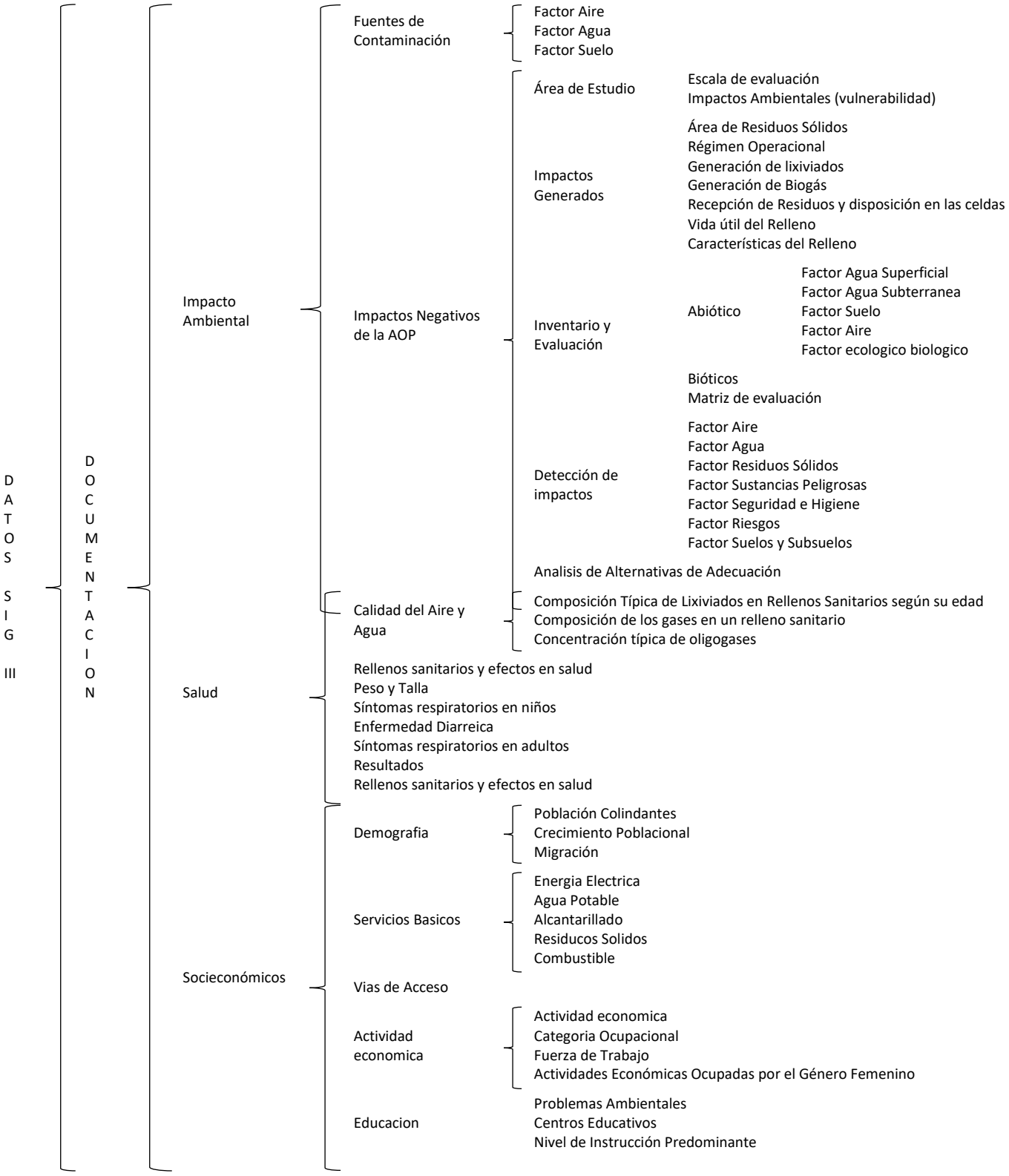
A continuación, se insertan los Esquemas del Menú:



Esquema A-5 Menú SIG I
Fuente: Elaboración Propia



Esquema A-6 Menú SIG II
Fuente: Elaboración Propia



Esquema A-7 Menú SIG III
Fuente: Elaboración Propia

A.12.1.4 Incorporación de Datos

El SIG se entregará e instalará en un ordenador del MMAyA. En la oportunidad de su instalación, se proporcionarán las características que debe tener el equipo. Del mismo modo, se entregarán los DVD con toda la información que contiene la Base de Datos, para su funcionamiento en ArcGis y ArcMap.

A.12.1.5 Toma de coordenadas UTM

Todos los mapas del SIG cuentan con georreferenciación.

A.12.1.6 Software ArcGIS

ArcGIS es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica, también permite publicar la información geográfica para que esté accesible para el usuario.

Se puede pensar en el sistema ArcGIS como en una infraestructura para elaborar mapas y poner la información geográfica a disposición de los usuarios dentro de un departamento, por toda una organización, entre varias organizaciones y comunidades de usuarios o en Internet, para cualquier usuario interesado en acceder a ella.

En general, el ArcGis permite:

- ✓ Resolver problemas
- ✓ Tomar mejores decisiones
- ✓ Planificar adecuadamente
- ✓ Utilizar los recursos más eficientemente
- ✓ Anticipar y administrar los cambios
- ✓ Administrar y ejecutar las operaciones de forma más eficaz
- ✓ Promocionar la colaboración entre equipos, disciplinas e instituciones
- ✓ Aumentar la comprensión y los conocimientos
- ✓ Comunicar de forma más efectiva
- ✓ Educar y motivar a otros

A.13 Deficiencias del Concesionario en cumplimiento de obligaciones contractuales

A.13.1 Alcance

Concesionario

De acuerdo al Contrato 1746-05 de Concesión clausula cuarta el cual indica el alcance de la concesión que señala "El CONCESIONARIO realizará la operación del servicio público de disposición final de residuos sólidos en el relleno sanitario del municipio de La Paz en operación y las actividades relativas al cierre y mantenimiento del Relleno Sanitario de Mallasa, con estricta y absoluta sujeción a este contrato, a los documentos que forman parte de él, dando cumplimiento a las nomas, condiciones, parámetros, características, precio, regulaciones, obligaciones, especificaciones, tiempo de prestación del servicio y a las cláusulas contractuales contenidas en el presente Instrumento Legal.

Para la correcta prestación del servicio público otorgado en concesión, El CONCESIONARIO se obliga a prestar el servicio de acuerdo a los documentos de la licitación pública, su propuesta y las normas ambientales q rigen la materia objeto del presente contrato.

De manera general, los servicios a ser realizados por el CONCESIONARIO con los siguientes:

Alcances de los servicios de la disposición final de residuos sólidos en el relleno sanitario en operación.

El CONCESIONARIO será responsable de la ejecución de las operaciones del servicio inherentes a la disposición final del 100% de Residuos Sólidos que ingresen al relleno sanitario procedentes del servicio de recolección de Residuos sólidos del municipio de La Paz en operación para implementar las iniciativas de reutilización o reciclaje.

A.13.2 Definiciones

Deficiencia: Anomalía en la prestación del servicio, que debió ser solucionada en una hora a partir de su comunicación o que, en este plazo, cuente con una propuesta de solución aceptada por la supervisión.

Ítems: Son infracciones o deficiencias en cumplimiento de sus obligaciones contractuales, donde el CONCEDENTE le impondrá las penalidades previstas de acuerdo a la tabla 1.

Infracción: Deficiencia en la prestación del servicio contratado, que no puede ser solucionada en una hora a partir de su comunicación o que, en este plazo, no cuente con una propuesta de solución aceptada por la supervisión; también constituyen infracciones aquellas definidas expresamente en la tabla de penalidades y toda deficiencia reiterativa en el mismo mes.

Penalidad: Sanción que se impone al COCESIONARIO como efecto de alguna infracción o deficiencia cometida.

Puntos: Se entiende por puntaje de penalización del ítem, donde cada infracción o deficiencia presenta una cantidad diferente de acuerdo a su gravedad.

A.13.3 Penalidades

En la cláusula tercera del contrato 1746-05 de Concesión hace referencia a las penalidades y menciona *"En caso que el CONCESIONARIO fuese responsable por deficiencias en el cumplimiento de sus obligaciones contractuales, el CONCEDENTE le impondrá las penalidades previstas de acuerdo a la siguiente tabla que identifica las faltas contractuales y establece las penalidades que se podrán imponer al CONCESIONARIO por cada una de ellas"*.

Tabla A-118 Penalidades para la Disposición Final

ÍTEM	INFRACCIÓN O DEFICIENCIA	PENALIDAD Cada punto equivale a 1 Tonelada
1	**Deficiencia:** Incumplimiento en la presentación de Plan Operativo Anual de acuerdo al tiempo establecido en el Pliego de Condiciones	5 puntos por deficiencia convertida en infracción por día de retraso
2	**Deficiencia:** Incumplimiento en la presentación de proyectos para realizar cualquier obra de ingeniería en un tiempo mínimo de diez (10) días calendario antes del inicio de obras de acuerdo a cronograma	20 puntos por deficiencia convertida en infracción por día de retraso
3	**Infracción:** Ejecución de obras sin aprobación de la SUPERVISIÓN	30 puntos por día de ejecución

ÍTEM	INFRACCIÓN O DEFICIENCIA	PENALIDAD Cada punto equivale a 1 Tonelada
4	**Deficiencia:** Retraso en ejecución de obras de acuerdo al cronograma presentado por el Concesionario	3 puntos por deficiencia convertida en infracción por día de retraso
5	**Deficiencia:** Incumplimiento en la ejecución de obras de acuerdo a lo especificado en el proyecto	3 puntos por deficiencia convertida en infracción
6	**Deficiencia:** Incumplimiento en la ejecución de obras de acuerdo a lo especificado en el proyecto	5 puntos por deficiencia convertida en infracción por día de inexistencia
7	**Deficiencia:** Incumplimiento en los procedimientos de disposición fina de residuos sólidos generados en establecimientos de salud	5 puntos por deficiencia convertida en infracción
8	**Infracción:** Disposición o vertido de residuos hospitalarios en la celda común	20 puntos por infracción
9	**Deficiencia:** Fallas en la impermeabilización de la base y las paredes de la celda	30 puntos por deficiencia convertida en infracción por día
10	**Deficiencia:** Incumplimiento en la construcción de una celda de emergencia	20 puntos por deficiencia convertida en infracción
11	**Deficiencia:** Incumplimiento al cronograma del plan de cierre del relleno sanitario	30 puntos por deficiencia convertida en infracción por día
12	**Deficiencia:** Falla de limpieza de los predios del relleno sanitario	0,5 puntos por deficiencia convertida en infracción
13	**Deficiencia:** Incumplimiento de las actividades de monitoreo ambiental del relleno sanitario	3 puntos por deficiencia convertida en infracción por día de retraso
14	**Deficiencia:** Falta de construcción de sistema de captación de lixiviados	30 puntos por deficiencia convertida en infracción por día de ejecución
15	**Deficiencia:** Falta de control de lixiviados cuando se presente afloramiento	10 puntos por deficiencia convertida en infracción por día de ejecución
16	**Deficiencia:** Fallas en el sistema de tratamiento de lixiviados, fuera el plazo máximo estipulado en el pliego	30 puntos por deficiencia convertida en infracción por día
17	**Deficiencia:** Falta de construcción de sistemas para monitoreo de lixiviado y biogás	2 puntos por deficiencia convertida en infracción por día
18	**Deficiencia:** No ejecución del plan de control de vectores, moscas, roedores, olores en el relleno sanitario	10 puntos por deficiencia convertida en infracción por día de retraso en la ejecución
19	**Infracción:** Manejo de lixiviados que genere la fuga masiva del sistema de almacenamiento temporal	30 puntos por detección
20	**Deficiencia:** Falta de personal suficiente para garantizar la continuidad de todos los servicios contratados	3 puntos por deficiencia convertida en infracción por día
21	**Infracción:** Inadecuado comportamiento del personal con respecto a condiciones contractuales, usuarios y/o supervisores	3 puntos por detección
22	**Deficiencia:** Falta de la dotación de ropa de seguridad industrial al personal	2 puntos por deficiencia convertida en infracción
23	**Deficiencia:** Incumplimiento a la presentación de sistemas de administración de mantenimiento (SAM), administración	2 puntos por deficiencia convertida en infracción por día

ÍTEM	INFRACCIÓN O DEFICIENCIA	PENALIDAD Cada punto equivale a 1 Tonelada
	de equipos (SAE) y de administración de repuestos y almacenes para el equipo del GMLP	
24	**Deficiencia:** de limpieza y conservación interna y externa (chapería y pintura) de toda la maquinaria o equipo del GMLP	5 puntos por deficiencia convertida en infracción
25	**Deficiencia:** Falta de pintado del logotipo del GMLP en la maquinaria y equipo, salvo el equipo alquilado	2 puntos por deficiencia convertida en infracción por día
26	**Infracción:** Uso indebido o no autorizado de la maquinaria o equipo destinado al Relleno Sanitario	10 puntos por detección por vehículo o maquinaria
27	**Infracción**: Falta de equipo de reemplazo en caso de falla mecánica	5 puntos por detección por día
28	**Infracción:** Efectuar actividades de segregado de residuos sólidos sin autorización de la SUPERVISIÓN	2 puntos por deficiencia convertida en infracción por día
29	**Deficiencia:** Interrupción o falta no justificable de comunicación vía radio	2 puntos por deficiencia convertida en infracción
30	**Infracción**: Incumplimiento en las reparaciones mayores y menores	2 por día de retraso
31	**Deficiencia**: Incumplimiento en el suministro de equipo o personal necesarios para cumplir con las obligaciones contractuales	30 puntos por deficiencia convertidas en infracción, por día de incumplimiento
32	**Deficiencia**: Incumplimiento a determinaciones de la SUPERVISIÓN u otras obligaciones detalladas en los documentos contractuales	5 puntos por deficiencia convertida en infracción
33	**Infracción**: Retraso en la fecha de inicio de operaciones de acuerdo a la orden de inicio de servicios	300 puntos por día de retraso

A.13.4 Evaluación de las gráficas

La empresa operadora TERSA S.A., durante el periódo de vigencia de su contrato (julio 2006 - agosto 2019) de operación en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín, fue sancionada por infracciones detectadas en las actividades desarrolladas en el relleno sanitario, en base a procedimientos de inspección realizados por la Dirección de Supervisión dependiente del SIREMU, emitiendo Informes de Penalidades mensuales, presentando los puntos y el monto deducido por las penalidades, además, de incluir una descripción de la penalidad sancionable.

En la Tabla A-119, se detallan las cantidades en infracciones anuales cometida por la empresa operadora, datos obtenidos de la documentación recibida por parte de TERSA.

Tabla A-119 Detalle de infracciones GAMLP a TERSA

		Infracciones															
Item	**Descripción**	***2006***	***2007***	***2008***	***2009***	***2010***	***2011***	***2012***	***2013***	***2014***	***2015***	***2016***	***2017***	***2018***	***2019***	***TOTAL INFRACCIONES***	***Porcentaje***
1	Incumplimiento en la presentación del POA de acuerdo al tiempo establecido en el pliego de cond.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	1	0,021
2	Incumplimiento en la presentación de proyectos para realizar cualquier obra de ing en un tiempo min de 10 días calendario	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	-	1	5	0,103
3	Ejecución de obras sin autorización de la SUPERVISIÓN, Incumplimiento en las reparaciones mayores y menores	1	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	-	24	31	0,639
4	Retraso en la ejecución de obras de acuerdo al cronograma presentado por el concesionario	0	38	32	16	37	0	6	194	0	0	0	34	-	19	376	7,745
5	Incumplimiento en la ejecución de obras de acuerdo a lo especificado	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	3	0,062
6	Inexistencia de un ingeniero residente designado a las operaciones del Relleno	0	0	1	1	0	11	5	1	2	0	0	0	-	0	21	0,433
7	Falta de impermeabilización de la base y de las paredes de la celda	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-	0	1	0,021
9	Fallas en la impermeabilización de la base y las paredes de la celda	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	-	0	2	0,041
12	Falta de limpieza de los predios del relleno sanitario	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	2	0,041
13	Incumplimiento de las actividades de monitoreo ambiental del RS	3	2	7	2	0	0	0	4	0	0	0	0	-	44	62	1,277
14	Falta de construcción de sistemas de captación de lixiviados	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	-	145	148	3,048
15	Falta de control de lixiviados cuando se presente afloramiento	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	108	109	2,245
16	Fallas en sistema de tratamiento de lixiviados, fuera el plazo máximo estipulado en el pliego	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	172	172	3,543
17	Falta de construcción de sistema para monitoreo de lixiviado y biogás	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-	0	1	0,021
18	No ejecución del plan de control de vectores, moscas, roedores, olores en el RS	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	14	-	60	80	1,648
19	Manejo de lixiviados que genere la fuga masiva del sistema de almacenamiento temporal	0	0	0	1	1	2	1	1	4	0	0	0	-	19	29	0,597

		Infracciones															
Item	**Descripción**	***2006***	***2007***	***2008***	***2009***	***2010***	***2011***	***2012***	***2013***	***2014***	***2015***	***2016***	***2017***	***2018***	***2019***	***TOTAL INFRACCIONES***	***Porcentaje***
20	Falta de personal suficiente para garantizar la continuidad de todos los servicios contratados	2	3	8	1	1	0	0	0	1	0	0	0	-	58	74	1,524
21	Inadecuado comportamiento del personal con respecto a condiciones contractuales, usuarios y/o supervisores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		0	2	0,041
22	Falta de la dotación de ropa de seguridad industrial al personal	42	6	4	0	0	0	1	8	1	0	0	0	-	0	62	1,277
23	Incumplimiento a la presentación de sistemas de administración de mantenimiento (SAM) administración de equipo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25		0	25	0,515
26	Uso indebido o no autorizado de la maquinaria o equipo destinado al Relleno Sanitario	0	0	0	1	0	1	0	2	1	0	0	0	-	0	5	0,103
27	Falta de equipo de reemplazo en caso de falla mecánica	0	9	18	3	3	0	0	7	25	0	4	0	-	0	69	1,421
29	Interrupción o falta no justificable de comunicación vía radio	0	0	2	1	0	0	2	7	0	0	0	0	-	0	12	0,247
30	Incumplimiento en las reparaciones mayores y menores	1	7	10	4	0	0	0	2	0	0	0	23	-	0	47	0,968
31	Incumplimiento en el suministro de equipo o personal necesario para cumplir con las obligaciones contractuales	0	14	12	0	1	3	2	2	7	1	0	13	-	49	104	2,142
32	Incumplimiento a determinaciones de la SUPERVISIÓN u otras obligaciones detalladas en los documentos contractuales	29	283	989	690	171	5	15	25	17	4	1	0	-	1182	3411	70,257
33	Retraso en la fecha de inicio de operaciones de acuerdo a la orden de inicio de servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	-	0	1	0,021
	TOTAL	79	365	1092	720	222	22	32	254	61	9	6	111	-	1882		

Fuente: Elaboración Propia en base a la documentación del proceso sancionatorio TERSA (2006-2019)

Durante la gestión de TERSA, el ítem que presentó mayores infracciones cometidos corresponde al ÍTEM 32 *"Incumplimiento a determinaciones de la SUPERVISIÓN u otras obligaciones detalladas en los documentos contractuales"* con un porcentaje del 70.26%, seguidamente del ÍTEM 4 *"Retraso en la ejecución de obras de acuerdo al cronograma presentado por el concesionario"*, con el 7.74% (Gráfico A-32).

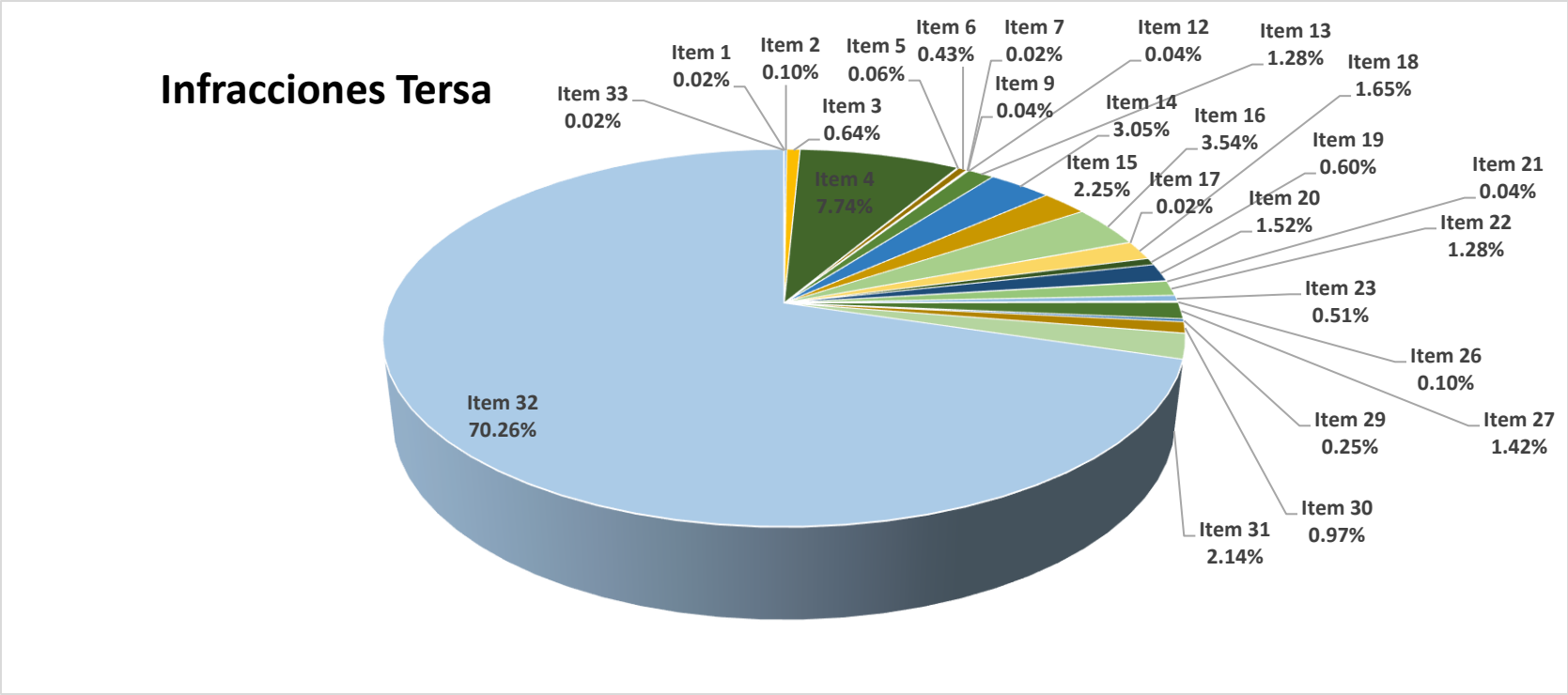


Gráfico A-32 Infracciones Cometidas por Empresa Operadora TERSA
Fuente: Elaboración propia en base a la documentación del proceso sancionatorio TERSA (2006-2019)

La Tabla A-120 muestra el detalle del Ítem 32 e Ítem 4 con sus respectivos detalles.

Tabla A-120 Magnitud de infracciones en el año 2019 (1)

Ítem	*Infracción*	*Detalle*	*Porcentaje*
32	*Incumplimiento a determinaciones de la SUPERVISIÓN u otras obligaciones detalladas en los documentos contractuales*	No hay cumplimiento a las especificaciones técnicas de la impermeabilización de la MC 1	70,26%
		Falta de dotación de EPP´s al personal del Relleno Sanitario.	
		No subsanar las observaciones al cronograma de mantenimiento de la vía	
		Incumplimiento a las determinaciones de la supervisión	
		No haber realizado la actividad de mantenimiento de tierras de acuerdo al plan de contingencias	
		No haber concluido con la construcción de estanques de acuerdo al plan de contingencias	
		No haber concluido con los trabajos de captación de aguas de lluvia	
		Fallas en el tratamiento de lixiviado, fuera del plazo estipulado	
		Fallas en el mantenimiento de taludes	
		Falta de acopio temporal de residuos, fase de control.	
		No presentar el plan de cierre del RSNJ.	
		Movimiento de tierras de acuerdo al plan de contingencias	
		No realizar la rehabilitación de piscinas de lixiviado de acuerdo al plan de contingencias	
		No iniciar con la rehabilitación de piscinas de lixiviado de acuerdo al plan de contingencias	
4	*Retraso en la ejecución de obras de acuerdo al cronograma presentado por el concesionario*	Incumplimiento de construcción de la infraestructura de mantenimiento	7,74%
		No nivelar la vía con motoniveladora y capa de base	
		No realizar la estabilización de la ladera derecha del estanque 1	
		No colocar señalizaciones verticales en el camino de ingreso	
		No presentar el proyecto a diseño final del tramo 2 del pavimento de la vía de acceso	
		No realizar el mantenimiento del camino	
		No presentar el proyecto a diseño final de la planta de tratamiento de líquidos lixiviados	

Ítem	*Infracción*	*Detalle*	*Porcentaje*
		No presentar las correcciones a las observaciones planteadas por la supervisión al diseño final de la PTLL	
		No presentar los planos layout de la Planta de Clasificación	
		Deficiencia en la cobertura de la MC-EMEG 4 y MC 1	
		No habilitar e impermeabilizar el farallón lado izquierdo MC 1 y 2	
		No presentar el proyecto a diseño final de la planta de clasificación de residuos solidos	
		No presentar las observaciones al proyecto a diseño final del Pavimento de la via de acceso de ingreso	
		No se impermeabilizo la celda 5	
		No presentar las correcciones al informe de monitoreo semestral	
		No presentar el estudio de estabilidad de la MC 4	
		No se realizó el mantenimiento de vías	
		No iniciar trabajos en la MC de emergencia	
		Falta de cobertura de la celda de trabajo diario	
		Incumplimiento en el proyecto del estanque de lixiviado 6	
		No se concluyó la impermeabilización de la celda 9	
		Falta de presentación proyecto Celda 11	
		No presento Informe de Gestión Mensual	

Fuente: Elaboración Propia en base a la documentación del proceso sancionatorio TERSA (2006-2019)

Previo a la obtención de la Licencia Ambiental, se observa que la mayor cantidad de infracciones cometidas se dio durante el año 2008 llegando a 1092 infracciones. Una vez obtenida la Licencia Ambiental (2010) se observa una disminución en las infracciones llegando a 6 infracciones durante el año 2016; en el año 2019 se presentó un incremento abrupto en la cantidad de infracciones alcanzando las 1882 infracciones concerniente al evento suscitado de deslizamiento de residuos sólidos en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín. Como se muestra en Tabla A-122 y Gráfico A-33.

La Tabla A-121 muestra el porcentaje de contribución a las 1882 infracciones acumuladas sólo el 2019, se tomaron los mayores porcentajes descartando los de menor magnitud.

Tabla A-121 Magnitud de infracciones en el año 2019 (2)

Ítem	*Infracción o deficiencia*	*Porcentaje*
Ítem 13	Incumplimiento de las actividades de monitoreo ambiental del RS	2,34
Ítem 14	Falta de construcción de sistemas de captación de lixiviados	7,70
Ítem 15	Falta de control de lixiviados cuando se presente afloramiento	5,74

Ítem	*Infracción o deficiencia*	*Porcentaje*
Ítem 16	Fallas en sistema de tratamiento de lixiviados, fuera el plazo máximo estipulado en el pliego	9,14
Ítem 31	Incumplimiento en el suministro de equipo o personal necesario para cumplir con las obligaciones contractuales	2,60
Ítem 32	Incumplimiento a determinaciones de la SUPERVISIÓN u otras obligaciones	62,81

Fuente: Elaboración Propia en base a la documentación del proceso sancionatorio TERSA (2006-2019)

Tabla A-122 Infracciones acumuladas por gestión

2006	*2007*	*2008*	*2009*	*2010*	*2011*	*2012*	*2013*	*2014*	*2015*	*2016*	*2017*	*2018*	*2019*
79	365	1092	720	222	22	32	254	61	9	6	111	-	1882

Fuente: Elaboración propia en base a la documentación del proceso sancionatorio TERSA (2006-2019)

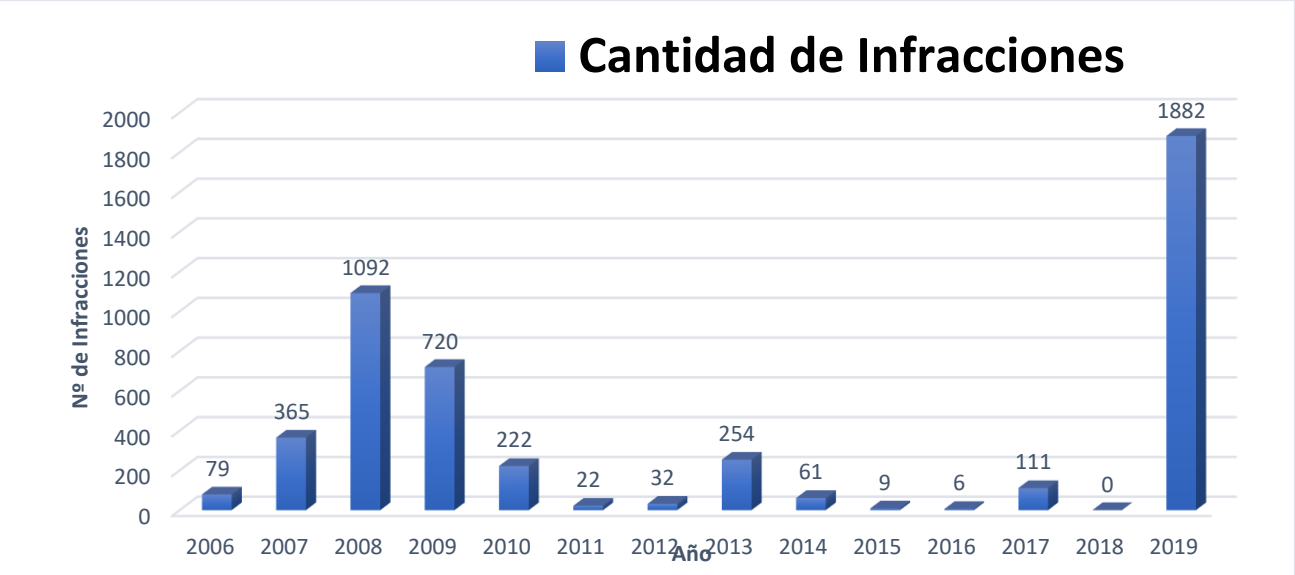


Gráfico A-33 Infracciones acumuladas por gestión
Fuente: Elaboración propia en base a la documentación del proceso sancionatorio TERSA (2006-2019)

Por cada infracción o deficiencia cometida durante el desarrollo de actividades en el relleno sanitario por parte de TERSA, esto es penalizado con puntajes de acuerdo al ÍTEM sancionado. En el año 2009 el puntaje alcanzó un significativo valor de 4.951 puntos, posteriormente a la obtención de la licencia ambiental los valores presentaron un descenso. Respecto al evento suscitado el 15 de enero del 2019 presenta un dato de 25137 puntos valor con un incremento abrupto (Tabla A-123 y Gráfico A-34).

Tabla A-123 Puntos Acumulados por infracciones

2006	*2007*	*2008*	*2009*	*2010*	*2011*	*2012*	*2013*	*2014*	*2015*	*2016*	*2017*	*2018*	*2019*	*TOTAL/Puntos*
508,5	3173	3173	4951	1159	939	939	939	595	140	28	926	-	25137	42607,5

Fuente: Elaboración propia en base a la documentación del proceso sancionatorio TERSA (2006-2019)

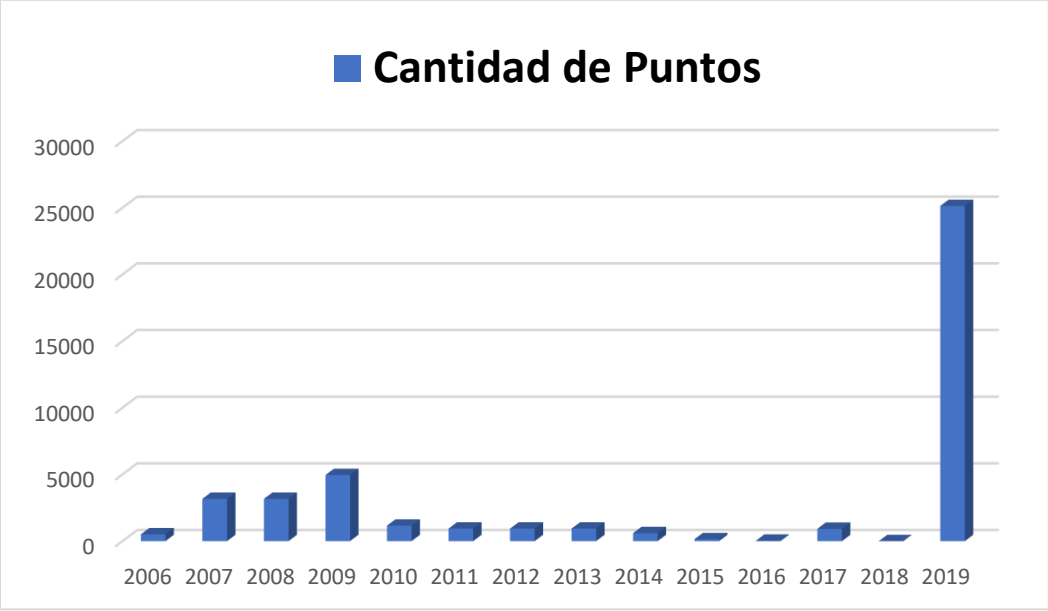


Gráfico A-34 Puntos Acumulados por infracciones
Fuente: Elaboración propia

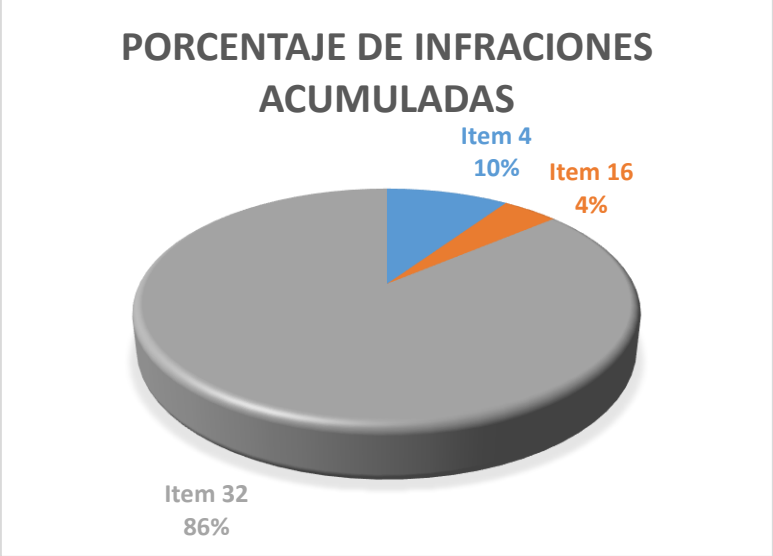


Gráfico A-35 Porcentaje de Infracciones Acumuladas
Fuente: Elaboración Propia

- El mayor número de infracciones acumuladas se da en el año 2019 con 1882 infracciones y el año 2008 con 1092 infracciones.

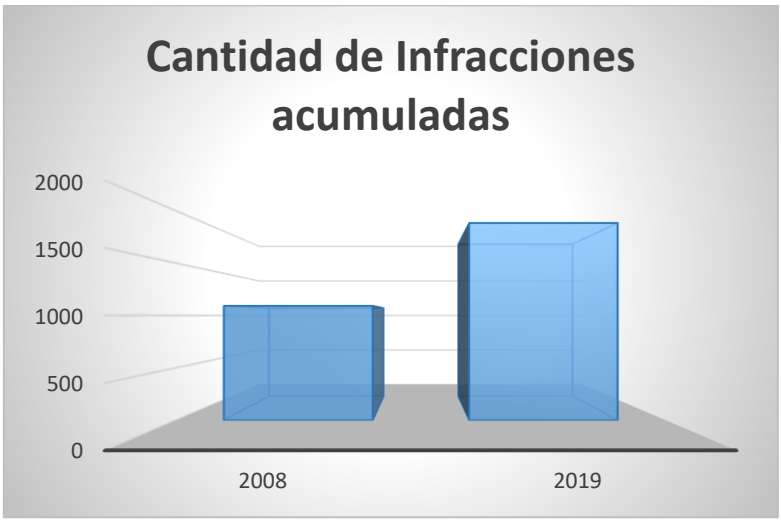


Gráfico A-36 Cantidad de Infracciones acumuladas
Fuente: Elaboración Propia

- El mayor número de puntos acumulados por infracciones se dio en el año 2019 con 25137 puntos, seguidas por el año 2009 con 4951 puntos, el año 2007 y 2008 con igual número de 3173 puntos. La Tabla A-124 muestra la acumulación de puntos en la gestión 2019, no toda la documentación se encuentra completa lo que limita el registro de número de datos por meses.

Tabla A-124 Puntos Acumulados en la gestión 2019

Puntos												
Enero	***Febrero***	***Marzo***	***Abril***	***Mayo***	***Junio***	***Julio***	***Agosto***	***Septiembre***	***Octubre***	***Noviembre***	***Diciembre***	***TOTAL/Puntos***
7646	3809	3192	2650	3000	1890	---	2950	---	---	---	---	25137

Fuente: Elaboración Propia en base a la documentación del proceso sancionatorio TERSA (2006-2019)

Gráfico A-37 Cantidad de puntos Acumulados
Fuente: Elaboración Propia

Se aclara, que la documentación recibida no cuenta con información completa en los años 2006, 2016 y 2017, resaltando que la documentación de la gestión 2018 presenta una mayor ausencia de información, puesto que, no cuenta con el informe de penalidades, en el que se detalla la cantidad de puntos y la descripción de las penalidades sancionables. Considerando que la gestión 2018 es importante, debido a que se encuentra previa al evento suscitado en el relleno.

A.14 Hallazgos de la Auditoria Ambiental

A.14.1 Hallazgo 1

Caducidad de la Licencia Ambiental (DAA), a partir del 1° de octubre de 2017 por conclusión del plazo, se considera inobservancia a la legislación ambiental, artículo 64° del Reglamento General de Gestión Ambiental, incisos a).

El Manifiesto Ambiental en el numeral 1. Relativo a los Datos Generales de la AOP, establece que la vida útil del proyecto es de 13 (trece) años. En el numeral 3 (tres) establece que la AOP, inició sus operaciones el 1° de octubre de 2004.

En el presente caso queda claro que la vigencia de la Licencia Ambiental DAA No 020101 – 10 – DAA-1617/10, inicia el 27 de octubre de 2010. Sin embargo, habiéndose observado una antinomia entre lo establecido en el Artículo 61 del RGGA modificado por el Decreto Supremo N° 28592 y lo dispuesto por el Artículo 84 del RGRS, es necesario aplicar el denominado principio de especialidad normativa (lex specialis derogat legi generali), es un principio reconocido por la doctrina como uno de los principios generales que rigen el Derecho, junto al de jerarquía (lex superior derogat legi inferiori) y el de temporalidad o cronología de las normas (lex posterior derogat legi priori), es considerado como un criterio tradicional de solución de las antinomias.

Hacer notar que, en virtud del principio de Verdad Material que establece la evaluación de lo acontecido cronológicamente en la gestión 2010, se evidencia que el Gobierno Municipal de La Paz fue notificado con la Licencia Ambiental No. 020101-10-DAA-1617/10 de 27 de octubre 2010, documento

que establece que la actividad "Relleno Sanitario Nuevo Jardín" queda autorizado a continuar con su funcionamiento haciendo referencia al Reglamento de Prevención y Control Ambiental RPCA, vigente hasta la fecha, el cual establece la vigencia de la Licencia Ambiental por 10 años, no especificando que se trata de una Licencia Ambiental Permanente. Del mismo modo se observa que la autoridad competente departamental no anunció, ni solicitó la renovación de licencia ambiental.

En el presente caso, la normativa especial para las AOPs cuyas actividades se enmarcan en la gestión de residuos sólidos es el Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos, aprobado por Decreto Supremo N° 24176 de 8 de diciembre de 1995.

En este entendido el computo de la vida útil del relleno sanitario se inició el 1 de octubre de 2004, computándose 13 años calendario hasta el 30 de septiembre de 2017, coligiéndose, por lo tanto, que la DAA No 020101 – 10 – DAA- 1617/10 se extinguió el 30 de septiembre de 2017 cuando concluyó la vida útil del Relleno Sanitario Nuevo Jardín y a partir del 1° de octubre de 2017 la AOP no cuenta con Licencia Ambiental vigente.

Tabla A-125 Hallazgo 1

CONDICIÓN	CRITERIO	CAUSA	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABILIDAD
Caducidad de la DAA a partir del 28 de octubre de 2017, con inicio de operaciones desde el 1° de octubre 2004.	Se aplica lo establecido RGGA, art 64°, inciso a)	Cumplimiento del término del plazo de vigencia.	Proceso sancionatorio	DAA No 020101 – 10 – DAA-1617/10 se extinguió el 30 de septiembre de 2017.	Titular de la Licencia Ambiental, SDDMT, AACN y Operador.

Fuente: Elaboración propia en base a la información recabada de la AA

Las evidencias del Hallazgo 1 y las notas del GAMLP a la entonces Prefectura del Departamento, se encuentran en el Anexo 3 Evidencias y Respaldos.

A.14.2 Hallazgo 2

El Manifiesto Ambiental aprobado (2010) no contiene información ingenieril altamente especializada para una AOP de la magnitud del RSNJ, la gestión operativa y ambiental es incompleta, no incluye Diseño Final y/o Memoria de Cálculo (capacidad volumétrica, calendarización) tampoco planos As Built, se incumplió el RGRS art. 77°, inciso j) (vigente hasta 2015), NB 760 y se considera una infracción administrativa de Impacto Ambiental por D.S. 28592, art. 17° parágrafo II, inciso b).

El GAMLP presentó un Manifiesto Ambiental y el MMAYA aprobó dicho documento técnico-administrativo, en su contenido no se desarrolló cálculos a diseño final ingenieril civil. Existen planos (MA, Anexo 13) sin escala y poco legibles de la conformación constructiva de las cuatro (4) Macroceldas y siete (7) celdas diarias. El juego de planos presentado a manera de Diseño y aprobado en el Manifiesto Ambiental no cuenta con una Memoria de Cálculo (capacidad volumétrica y calendarización). El diseño que no fue construido en el RSNJ, tampoco se adjunta planos As Built del mismo.

Los diez planos presentados y aprobados en el Manifiesto Ambiental fueron construidos con un Lay Out modificado a siete Macroceldas y 16 celdas diarias, cuando el diseño aprobado consideraba cuatro Macroceldas y siete celdas diarias que incluía la celda de patógenos.

La aprobación del Manifiesto Ambiental fue el 27 de octubre de 2010, sin embargo, la AOP empezó a operar el 1° de octubre de 2004.

En los Anexos A, B y C del Manifiesto Ambiental no son considerados los factores de Riesgos, Suelos y Subsuelos, claves para una gestión ambiental de corto y largo plazo.

El efecto causado fue el deslizamiento de los RSD de la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3. El Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP), TERSA S.A., comparten la responsabilidad de proponer un proyecto que no se construyó y operar bajo diseño no conocido hasta la fecha. El Gobierno Autónomo Departamental de La Paz (GADLP) y el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAYA), comparten la responsabilidad de aprobar y no realizar un seguimiento adecuado a un documento incompleto que no fue ejecutado en su alcance.

El incumplimiento de la normativa ambiental se debe a operar un Proyecto autorizado por la AACN por disposición DS 28592, art 17 infracciones administrativas de impacto ambiental, parágrafo II, incisos b). Para la aplicación sancionatoria, debe asumir la AACD al RL de la AOP.

Tabla A-126 Hallazgo 2

CONDICIÓN	CRITERIO	CAUSA	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABILIDAD
El Diseño aprobado en el Manifiesto Ambiental no fue construido en el RSNJ. No cuenta con una Memoria de Cálculo y planos As Built.	Se aplica lo establecido RGRS art 77, NB 760 y DS 28592 art 17 parágrafo II, incisos b) e i)	Las Celdas y Macroceldas fueron construidas sin secuencia planificada, a requerimiento de la necesidad del momento.	Deslizamiento de los RSD el 15 de enero de 2019. Impacto ambiental	Por Informe de Inspeccione técnica INF/MMAYA/VMABCCGDF/DGMACC/UPCAM/MA – 1617 N°0016/2019 y verificación visual y fotográfica del dron de RSD expuestos en la celda 15..	Titular de la Licencia Ambiental, SDDMT, AACN y Operador.

Fuente: Elaboración propia en base a la información recabada de la AA

Las evidencias del Hallazgo 2 se encuentran en el Anexo 3 Evidencias y Respaldos.

En un ejemplo, una de las obras complementarias que reducen el impacto por dispersión de olores y gases es la instalación del área de amortiguamiento, compromiso asumido en la Licencia Ambiental como "*Implementación de barrera viva*", ubicación propuesta en los planos de Anexo 13 del Manifiesto y regulado por la NB 760 en su acápite 5.4 expresa: *el área de amortiguamiento deberá diseñarse y construirse en un* ***espacio perimetral*** *que fluctúe entre 30 y 50 m.* considerando el farallón como obstáculo natural esta área debió ubicarse al norte, oeste y sur de las celdas, lo que se puede identificar en el interior del relleno es:

Tabla A-127 Identificación al interior del relleno

Nº	Nombre	Área (m2)	X	Y
1	20.Sector de vegetación 1	3722	593156	8168786
2	21.Sector de vegetación 2	880	593040	8168901
3	22.Sector de vegetación 3	503	593014	8169630
4	24.Sector de vegetación 4	1005	593000	8169626
5	23.Sector de vegetación 5	4103	593079	8169872

Fuente: Elaboración propia obtenida a partir del análisis de la tabla A-1, donde se muestra su ubicación a detalle.

No siendo considerada, área de amortiguamiento por la ubicación, la superficie y las especies identificadas, no demostrando ser de talla y follaje adecuados en su totalidad.

A.14.3 Hallazgo 3

Volumen y superficie desestabilizada por el deslizamiento de la masa de residuos sólidos registrado el 15 de enero de 2019, dió lugar a pérdida

de infraestructura e impactos ambientales al agua, aire y suelo, incumplimiento Artículo 41 inciso i) de la Ley 755 y la NB 760.

La superficie desestabilizada comprende al bloque desplazado (Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3) más el sector oeste deslizado (Macroceldas 2 y 1), de acuerdo a la comprobación que se encuentra informado por capas, grietas y asentamientos; abarca un área de 10 Ha y representa el 88% del área destinada a la disposición final de residuos sólidos.

El volumen total deslizado comprende el bloque desplazado más el volumen deslizado por capas del sector oeste; el volumen total aproximado es de 152.815,43 m^3 en el RSNJ (Respaldo de los cálculos en Anexo 12 - Memoria y planos de apoyo topográficos para el cálculo de volumen RS desplazado).

El efecto del desplazamiento de volumen de RSD representó un impacto ambiental severo, pero de carácter temporal, tanto a la calidad del aire como los suelos. El deslizamiento de estos RSD tuvo su efecto sobre la calidad del aire por la emanación de malos olores que produjo enfermedades como diarreas, conjuntivitis, malestares, náuseas y la presencia de vectores como moscas.

La quebrada Alpacoma recibió parte del lixiviado desplazado, cuyo volumen desconocido no llegó a afectar el río Achocalla.

El suelo del RSNJ fue afectado por la infiltración del lixiviado y porque para contener el derrame de líquido lixiviado se construyó tres diques y posteriormente con el líquido retenido se elaboró queques.

El incumplimiento se da en la Ley 755 Artículo 41 inciso i), ya que se debió hacer seguimiento a los problemas de contaminación originados por la gestión inadecuada de los residuos, y exigir las acciones correctivas y de mitigación a la Autoridad Ambiental Competente.

La normativa conexa incumplida se debe a la aplicación de la NB 760 Señalamientos.

Tabla A-128 Hallazgo 3

CONDICIÓN	CRITERIO	CAUSA	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABILIDAD
Volumen y superficie desestabilizada por el deslizamiento de la masa de residuos sólidos.	La Ley 755 Artículo 41 inciso i) Cuya competencia lo asume la AACD NB 760 Señalamientos	Acumulación de lixiviado en la Macrocelda 4 e inexistencia de canal perimetral y precipitaciones pluviales	Pérdida de infraestructura, impacto ambiental al agua, aire y suelo	Informes de Inspecciones del MMAYA y verificación visual y fotográfica del dron de RSD expuestos en la celda 15	Titular de la Licencia Ambiental, SDDMT y Operador.

Fuente: Elaboración propia en base a la información recabada de la AA

Las evidencias del Hallazgo 3 se encuentran en el Anexo 3 Evidencias y Respaldos.

A.14.4 Hallazgo 4

Volumen de lixiviado por el deslizamiento del RSNJ fue de aproximadamente 10.950 m^3 llegando a la quebrada Alpacoma, causó un deterioro severo a la calidad del agua de la quebrada, que fue colmatada por residuos sólidos y con un caudal intempestivo de lixiviado, se considera una infracción administrativa de Impacto Ambiental por DS 28592 art 17 parágrafo II incisos e) e i).

De acuerdo a la ponderación efectuada por la empresa, el volumen líquido derramado accidentalmente por el deslizamiento del RSNJ fue de aproximadamente de 10.950 metros cúbicos (Respaldo de cálculos acápite A.5.2 Volumen de Lixiviado derramado accidentalmente que llegó a la quebrada Alpacoma.

Este lixiviado (al momento del evento) se encontraba acumulado en la Macrocelda 4 y parte de cuatro (4) estanques que fueron colmatados por los residuos sólidos de los siete (7) que funcionaban.

Dado el hecho, este volumen no pudo ser retenido de manera inmediata, debido a que los estanques se encuentran a menos de 100 metros de la quebrada Alpacoma, el impacto fue su derrame directo del lixiviado a ese curso de agua. A pesar de que el GAMLP procedió a la atención inmediata del evento, construyendo 3 diques de contención con material arcilloso.

El grado de afectación por el derrame del líquido, casi instantáneo, causó un deterioro severo de la ya mala calidad del agua de la quebrada que fue colmatada por residuos sólidos y un caudal intempestivo de lixiviado.

En el informe de referencia se muestra el plano de ubicación de las celdas y de los estanques de lixiviados, luego se afirma que la ubicación de los estanques debería estar construidos al sur de la Macrocelda 1, en cambio se encontraba en la parte suroeste, *"…incumpliendo el diseño original aprobado en el documento ambiental; dicha modificación debería ser reportada a la Autoridad Ambiental Competente (GADLP)..."*

El equipo auditor verificó 10 meses después de evento efectos remanentes como la disposición final de RSD deslizados en la celda 15 (capacidad de almacenamiento 81.313,31 m^3 de INFORME SIREMU.INF.RSD.FR. 001/2019) y otros cercanos al EG-06 que continuaron hasta la finalización de las Actividades en el Sitio a Auditar de la AA.

El derrame de líquido lixiviado una infracción administrativa de Impacto Ambiental por DS 28592 art 17 parágrafo II incisos e) e i).

Tabla A-129 Hallazgo 4

CONDICIÓN	CRITERIO	CAUSA	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABILIDAD
Volumen de lixiviado por el deslizamiento llegó a la quebrada Alpacoma	DS 28592 art 17 parágrafo II incisos e) e i).	Gestión inadecuada de manejo del drenaje de los lixiviados de la Macrocelda 4	Impacto ambiental severo, directo, temporal, localizado, próximo, reversible y recuperable.	INFORME SIREMU.INF.RSD.FR. 001/2019 de 12 de julio de 2019. Verificación del auditor de forma física y fotos del dron. INFORME TECNICO INF/MMAYA/VMABCCGDF/DGMACC/UPCAM/MA – 0014/2019	Titular de la Licencia Ambiental, SDDMT y Operador.

Fuente: Elaboración propia en base a la información recabada de la AA

Las evidencias del Hallazgo 4 se encuentran en el Anexo 3 Evidencias y Respaldos.

A.14.5 Hallazgo 5

La conformación de Macroceldas y celdas fueron diseñadas por el Representante Legal y aprobadas por la AACN, la modificación del proyecto aprobado y construido, aplica incurrir en infracción administrativa de impacto ambiental dispuesto por el DS 28592 artículo 17, parágrafo II, incisos e) e i).

El resultado encontrado en el Manifiesto Ambiental es que el diseño de las celdas no coincide con lo construido o ejecutado en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín. Para la aprobación técnica y administrativa del Manifiesto Ambiental con Declaratoria de Adecuación Ambiental N° 020101-10-DAA-1617/10 solamente se presentó un juego de diez planos y sin Memoria de Cálculo en el cual se determine capacidad volumétrica, calendarización y vida útil.

La Empresa TERSA S.A., presentaba diseños individuales de celdas parciales, carentes de memoria de cálculo, calendarización, análisis de suelos, sistema de drenaje de lixiviados tampoco el sistema de evacuación de aguas de lluvia, para aprobación del SIREMU, sin embargo, eran construidas.

El criterio se encuentra expresamente comunicado por el MMAYA al GAMLP en nota MMAyA/VMABCCGDF 143 2019 en aplicación al Decreto Supremo 28592, artículo 17, parágrafo II), inciso e) porque constituye una infracción administrativa de impacto ambiental el "… alterar, ampliar o modificar un proyecto, obra o actividad, sin cumplir el procedimiento de evaluación de impacto ambiental…".

Existieron algunas causas para que ocurra el evento, en general, un manejo operativo inadecuado, basado en diseño no concordante con el aprobado en el Manifiesto Ambiental, acumulación de lixiviado en la Macrocelda 4 e inexistencia de canal perimetral.

Su efecto, el deslizamiento, a pesar de su atención inmediata, causó un impacto ambiental instantáneo a la quebrada Alpacoma; además de la generación de olores y afectación al factor suelo

Se considera infracción administrativa según el DS 28592, art 17, parágrafo II, inciso e) e i). (se registra que contaba con licencia vigente).

Debiendo iniciar el proceso administrativo la AACN, ya que otorgó la licencia, debiendo efectuarse a petición de parte.

Tabla A-130 Hallazgo 5

CONDICION	CRITERIO	CAUSAS	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABILIDAD
Análisis comparativo de los diseños de ingeniería propuestos y aprobados en el Manifiesto Ambiental con el estado real de construcción, disposición de Macroceldas y estanques de lixiviados	DS 28592, artículo 17, parágrafo II), inciso e) e i). Cuya competencia lo asume la AACD	Construcción real en base a propuesta ganadora de licitación por TERSA, no así el aprobado en el MA aprobado por AAC	Impacto ambiental en el medio circundante afectando los factores de aguas, aire y suelos.	Nota del MMAYA al GAMLP MMAyA/VMABCCGDF 143 2019 de 24/01/2019, en base a Informe Técnico INF/MMAYA/VMABCCGDF/ DGMACC/UPCAM/MA – 1617 N° 0016/2019 de 21/01/2019.	Titular de la Licencia Ambiental, SDDMT.

Fuente: Elaboración propia en base a la información recabada de la AA

Las evidencias del Hallazgo 5 se encuentran en el Anexo 3 Evidencias y Respaldos.

La presente AA no tuvo acceso a un diseño o proyecto ingenieril final de la Celda de Residuos Patógenos. Tampoco al proyecto a diseño final de la Planta de Tratamiento de Lixiviados (PTL) o el diseño final de ingeniería con su memoria de cálculo de los estanques de almacenamiento de líquidos lixiviados.

A.14.6 Hallazgo 6

En el Diagnóstico por resultados reportados por laboratorios acreditados para la calidad del aire está contaminado por PBV de Contaminado a Muy Contaminado, aguas superficiales, factores de Riesgo, Suelos y Subsuelos, se comete una contravención al RPCA, artículo 152 e incumplimiento al Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA), Título V – De las infracciones y sanciones administrativas, artículo 65, incisos a) y b).

La situación ambiental actual del RSNJ, ha sido evaluada después de ocho meses del evento. La calidad del aire en el parámetro evaluado de partículas suspendidas totales (PST) al interior del AID como del

AII, no se encuentra impactado por exceso a su límite permisible de 260 µg/m^3. El Biogás no cuenta con normativa ambiental como límite de calidad. La concentración de olor no excede su valor límite de 150 µg/m^3 más allá del portón del RSNJ; pero si lo hace en el nivel sensorial de 31.08 µg/m^3; valor referencial datos USEPA.

Las aguas superficiales evaluadas en su calidad en cinco (5) puntos, tres en la quebrada Alpacoma y dos en el río Achocalla. Los dos cursos de aguas superficiales de ambos cursos de aguas son aguas residuales crudas; de la ciudad de El Alto y del poblado de Achocalla, por tanto, su calidad está considerada como de la peor calidad. Las tres muestras de aguas en la quebrada Alpacoma ubicadas de suroeste a sureste tienen un deterioro en su calidad hídrica incremental en 11 parámetros; entre dos puntos denominados AG-01 AA ALPA y AG-03 AA ALPA. Este aporte de contaminación al Alpacoma ha sido considerado como indicio de impacto a la quebrada Alpacoma.

Las aguas subterráneas evaluadas por el diagnóstico arrojan resultados sobre tres muestras con un 33% de exceso a sus límites permisibles, particularmente para el Hierro y el Manganeso. Se instalaron dos piezómetros, y, una tercera muestra del mismo pozo para los reportes de los IMA´s del RSNJ. Su calidad esta impactada por excesos de 9 parámetros.

Los resultados analíticos para el lixiviado resaltan las concentraciones de los metales pesados. También se analizaron la calidad de los suelos en tres calicatas de 3 m de profundidad (5 muestras) se encuentran impactados por el pH y el Mercurio (Hg). Estas pruebas en suelos firmes generan una relación con el análisis del queque que contiene metales pesados peligrosos como el Cadmio, cromo total, hexavalente y mercurio con niveles excesivos de impacto ambiental.

Según el GAMLP y el operador, se retuvo una gran proporción de este lixiviado que fue "tratado" en la elaboración de queques, posteriormente dispuestos en el RSNJ. Por el Plan de Contingencias conocemos que en un solo frente se retuvo 5.000 m^3 de lixiviado y se empleó 20.000 m^3 de tierra.

El factor suelo fue afectado no exclusivamente por el evento en sí, sino porque se dispone bancos de queques sobre la superficie del suelo del RSNJ que están encapsulados con material terreo, pero representan un impacto ambiental en el corto y mediano plazo, debido al lixiviado generado por escorrentía en época de lluvias hasta el curso de agua cercano.

Se incumple al Art 152 RPCA, y artículo 65, inciso a) y b) RMCA, la AACN se puede iniciar el proceso sancionario, pudiendo el RL de la AOP invocar la prescripción debiendo la misma ser declarada ya que no opera de oficio, la competencia la asume la AACN (recibía las IMAs).

Tabla A-131 Hallazgo 6

CONDICION	CRITERIO	CAUSA	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABLE
Impacto a la calidad del aire por PBV, impacto al suelo y exclusión del PASA para el factor Riesgo.	Art 152 RPCA, y artículo 65, inciso a) y b) RMCA.	Deterioro de la calidad del aire por concentraciones elevadas de PBV, impacto al suelo por elaboración de queques. No incorporación del riesgo en el PASA.	Efecto en la salubridad del medio circundante al RSNJ. Identificación de deficiencias, mitigación y seguimiento inadecuadas	Informes de Monitoreo Ambiental de 2010 II a 2018 II, sin información de posibles riesgos dentro del RSNJ y sin valoraciones adecuadas para el factor suelo. Informe Fase 2 de la AA, Actividades en el Sitio a Auditar elaborado por el equipo auditor.	Titular de la Licencia Ambiental, SDDMT y Operador.

Fuente: Elaboración propia en base a la información recabada de la AA

Las evidencias del Hallazgo 6 se encuentran en el Anexo 3 Evidencias y Respaldos.

A.14.7 Hallazgo 7

El deslizamiento de los residuos sólidos contenidos en la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3, ha generado Impactos ambientales en la calidad del aire, aguas superficiales, suelo (sedimentos) generando contaminación al medio ambiente circundante, se considera una infracción administrativa de Impacto Ambiental por D.S. 28592, art. 17° parágrafo II, incisos a), e) e l).

Para medir la efectividad y evaluar las medidas de atención al evento se emplearon los resultados analíticos de aire, aguas superficiales, subterráneas y suelos emitidos por el Laboratorio de Calidad Ambiental de la UMSA entregados por TERSA S.A.

1. La *contaminación de aire* fue inmediata y durante el deslizamiento hasta su atención total por la aplicación del Plan de Contingencias, los parámetros afectados (45 horas después del evento) con diferente grado de contaminación fueron los PST y PM10 con exceso a los límites permisible en dos puntos, Celda 11 ampliación y estanque de lixiviados. La medición y evaluación de los microorganismos dio resultados muy altos, en órdenes de magnitud de mayores de 10.000 a 5.000 UFC/ml. Los olores a 800 metros a la redonda eran de 750 µg/m^3 (nivel sensorial 31.08 µg/m^3).
2. A 18 días de ocurrido el evento (02/02/2019), bajo la aplicación de medidas de mitigación ambiental, el valor medido para el olor a 600 metros es de 53 µg/m^3 y a 2000 metros es de 9.4 µg/m^3.
3. A 51 días después de ocurrido el evento (7/03/2019), los olores pudieron ser percibidos fuera del relleno a 1000 metros, a 2 Km la concentración es menor al nivel sensorial. La concentración para PST y PM10 dentro del AID se encuentran por debajo de sus límites permisibles. El recuento de microorganismos tiene niveles de concentración más altos que la primera medición con órdenes de magnitud de hasta 150.000 µg/m^{3}UFC/ml dentro de la Macrocelda 3.

A 58 días después ocurrido el evento (14/03/2019) el olor a 1000 metros continua el exceso al nivel sensorial, a 2000 metros se reduce a 18.79 µg/m^3. La concentración relativa de microorganismos en las M2, M3 y M4 tiene un resultado calificado como Fuertemente Contaminado

Cuadro A-42 Hallazgo 7 – Factores afectados

Factor afectado	Inicio	Duración	Fecha de medición	Parámetro medido	Magnitud	Puntos de medición
Aire	Inmediata	Hasta implementación completa del Plan de Contingencias (45 horas después del evento)	22/03/2019	PST y PM10	Excede los límites permisibles	Celda 11 ampliación y estanque de lixiviados.
	Inmediata		17/01/2019	Olores	750 µg/m^3 (nivel sensorial 31.08 µg/m3).	Radio de 800m del área de la contingencia
	A 17 días		02/02/2019	Olores	Implementadas medidas de mitigación, el valor fue de 53	A 600m del área de la contingencia

					µg/m3 y a metros fue de 9.4 µg/m3.	
			02/02/2019	Olores	Implementadas medidas de mitigación, el valor fue de 9.4 µg/m^3.	A 2000m del área de la contingencia
	A 51 días		07/03/2019	Olores	Dispersión de Olores	
	A 58 días		14/03/2019	Olores	18.79 µg/m^3.	A 2000m del área de la contingencia
Biogás		Ocho mediciones	27/04/2019	CO y S_2H CH_4	Sólo se adjuntas planilla de control (TERSA)	M4 + chimenea B Macroceldas Celda 11 + chimenea B y E
Suelo (Sedimentos)	Inmediata A 97ndías	Hasta implementación completa del Plan de Contingencias (45 horas después del evento)	24/04/2019	pH, conductividad, carbono orgánico, materia orgánica, N total, DBO_5, Na, K, Ca, Mg, Metales, As, Cd, Cu, Pb	Muy contaminado por Pb, As, Cd, Cr y Cu	Quebrada Alpaco y río Achocalla
Agua Superficiales	A 12 días A 18 días A 25 días A 30 días A 37 días A 44 días A 47 días A 58 días A 65 días A 73 días	Diez controles	27/01/2019 02/02/2019 09/02/2019 14/02/2019 21/02/2019 28/02/2019 03/03/2019 14/03/2019 21/03/2019 29/03/2019	pH, conductividad, DQO, DBO5, fecales, $NO^{=}_3$, fosfato total, As, CN, Pb	Mayores de 10.000 a 5.000 UFC/ml. Exceso del 16% para Arsénico; sin impacto por derrame de lixiviado. exceso por el DQO entre 9.6 y 12.2 veces el valor límite	Quebrada Alpacoma y río Achocalla
Agua Subterránea	A 71 días	Una sola vez	27/03/2019	pH, conductividad, DQO, DBO_5, fecales, $NO^{=}_3$, fosfato total, As, CN, Pb, SST, SDT	-	Calicata realizada en la Qda Alpaco

Fuente: Elaboración propia en base a resultados de laboratorio. Ver Anexo 3.

4. La *contaminación de aire* fue inmediata y coetánea al deslizamiento y persistió mientras se implementó totalmente el Plan de Contingencias, los parámetros afectados (45 horas después del evento) con diferente grado de contaminación fueron los PST y PM10 con exceso a los límites permisibles en dos puntos, Celda 11 ampliación y estanque de lixiviados. La medición y evaluación de los microorganismos dio resultados muy altos, en órdenes de magnitud de mayores de 10.000 a 5.000 UFC/ml. Los olores a 800 metros a la redonda eran de 750 µg/m^3 (nivel sensorial 31.08 µg/m^3).
5. A 18 días de ocurrido el evento (02/02/2019), bajo la aplicación de medidas de mitigación ambiental, el valor medido para el olor a 600 metros es de 53 µg/m^3 y a 2000 metros es de 9.4 µg/m^3.

6. A 51 días después de ocurrido el evento (7/03/2019), los olores pudieron ser percibidos fuera del relleno a 1000 metros, a 2 Km la concentración es menor al nivel sensorial. La concentración para PST y PM10 dentro del AID se encuentran por debajo de sus límites permisibles. El recuento de microorganismos tiene niveles de concentración más altos que la primera medición con órdenes de magnitud de hasta 150.000 µg/m^{3}UFC/ml dentro de la Macrocelda 3.
7. A 58 días después ocurrido el evento (14/03/2019) el olor a 1000 metros continua el exceso al nivel sensorial, a 2000 metros se reduce a 18.79 µg/m^3. La concentración relativa de microorganismos en las M2, M3 y M4 tiene un resultado calificado como Fuertemente Contaminado.

Factor aguas superficiales

8. La primera evaluación de la calidad de las aguas superficiales fue el 27 de enero de 2019 en la quebrada Alpacoma y río Achocalla. La quebrada Alpacoma tiene exceso del 16% para Arsénico; sin impacto por derrame de lixiviado. Al 2/02/2019 en la quebrada Alpacoma se tiene un exceso por el DQO entre 9.6 y 12.2 veces el valor límite. Entre dos monitoreos de fechas 9 al 14 de febrero de 2019 sobre la quebrada Alpacoma no existe impacto por contaminación de sus aguas. Adicionalmente, se reportaron resultados en seis oportunidades entre el 21/02/2019 hasta el 29/03/2019 con valores similares de exceso a sus límites permisibles para el DQO y el DBO_5, prácticamente sin ningún impacto al recurso hídrico superficial de la quebrada Alpacoma debido al evento.

Factor suelos

9. Por el enfoque de análisis que se llevó a cabo para evaluar **una sola muestra** de suelos desde el punto de vista agrícola, no es posible determinar el grado de impacto ambiental que el deslizamiento causo al recurso suelo.
10. **Sedimentos**: aplica el mismo criterio de hallazgo para los análisis de sedimentos.

Factor aguas subterráneas

11. La calidad de aguas subterráneas tampoco tiene un alto grado de contaminación debido al deslizamiento porque se colectó una sola muestra que reporta un exceso al parámetro DQO en 3.5 veces su límite permisible.

Factor flora y fauna

12. El impacto negativo directo de magnitud moderada, producto del deslizamiento, fue la remoción de algunos remanentes de vegetación sobre las laderas de la quebrada Alpacoma y probablemente alguna afectación a vertebrados terrestres pequeños asociados a estas pequeñas unidades de vegetación o al terreno, por donde se extendieron los residuos y lixiviados.

Cuadro A-43 Informes Técnicos

AGUA SUPERFICIALES		SEDIMENTOS		PST, PM 10 / OLORES	
INFORME TECNICO	FECHA	INFORME TECNICO	FECHA	INFORME TECNICO	FECHA
4	27/01/2019	6	17/01/2019	1	17/01/2019
5	02/02/2019	7	09/02/2019	2	27/01/2019
8	09/02/2019	13	14/02/2019	3	09/02/2019
9	14/02/2019	14	21/02/2019	24	07/03/2019
10	21/02/2019	15	21/02/209	31	14/03/2019
11	28/02/2019	16	03/03/2019	SUELO	
12	03/03/2019	17	14/03/2019	INFORME TECNICO	FECHA
20	14/03/2019	27	21/03/2019	21	25/03/2019
23	21/03/2019	28	29/03/2019	AGUA SUBTERRANEA	
24	29/03/2019	29	04/04/2019	INFORME TECNICO	FECHA
		30	11/04/2019	22	27/03/2019

Fuente: Elaboración Propia

Se evidencia por tanto la contaminación ambiental provocada por el deslizamiento acaecido en fecha 15.01.2019, incurriéndose en las infracciones tipificadas en los incisos a), e) y l) del Artículo 17 del D.S. 28592.

Debiendo iniciar el proceso administrativo la AACD, ya que la AOP a la fecha del evento no contaba con la licencia ambiental y la AOP se encuentra dentro de su jurisdicción, cumple con lo indicado por el Art 5 inciso b) RPCA.

Cuya competencia lo asume la AACD, debe iniciar el proceso sancionatorio

Tabla A-132 Hallazgo 7

CONDICIÓN	CRITERIO	CAUSAS	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABILIDAD
El deslizamiento de los residuos sólidos contenidos en la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3, ha generado Impactos ambientales en la calidad del aire, aguas superficiales, suelo (sedimentos) generando contaminación al medio ambiente circundante.	D.S. 28592, art. 17° parágrafo II, incisos a), e) e l).	El deslizamiento	Impactos ambientales negativo por el deterioro de la calidad del aire y contaminación parcial de la quebrada Alpacoma.	IMA´s de conocimiento de la AAC. Periodos 2010-II al 2018-II. Informes de inspección técnica de la AACN. Verificación del lugar de represamiento 3 por el auditor.	Titular de la Licencia Ambiental, SDDMT y Operador.

Fuente: Elaboración propia en base a la información recabada de la AA

Las evidencias del Hallazgo 7 se encuentran en el Anexo 3 Evidencias y Respaldos.

A.14.8 Hallazgo 8

No se documentan estudios geológico - geotécnicos a detalle y puntuales para cada zona, en las zonas de disposición final de residuos sólidos, ni en etapa de diseño ni de operación del RSNJ, lo cual es una inobservancia al art. 72 del RGRS y las normas técnicas NB 759 acápite 4 y NB 760 acápite 5.

Los documentos técnicos entregados a la AACN para la aprobación del Manifiesto Ambiental no incluyen en ninguna instancia el detalle del estudio geológico-geotécnico detallado en la NB 759. La información por TERSA y el GAMLP, no tiene validez legal porque no fueron aprobados por la AC. Hasta

la ocurrencia del evento no se generaron planos geológicos propios del sitio de proyecto a ninguna escala por parte de ninguno de los actores a ser auditados, como tampoco planos temáticos ni geotécnicos, tampoco se generaron o documentaron perfiles geológicos, geotécnicos interpretados y específicos del sector.

Los documentos técnicos entregados a la entidad responsable de la auditoría no incluyen en ninguna instancia el detalle del estudio geotécnico detallado en la NB 760 para las zonas de celdas, macroceldas, estanques y área de operaciones del relleno sanitario. El año 2014 se registra un estudio geotécnico para la estabilización del sector denominado dorsal sur. El año 2019, posterior al evento del deslizamiento de residuos sólidos se elaboran estudios para el RSNJ.

El efecto que causa esta omisión de información no permite efectuar la reconstrucción de las condiciones geológicas geotécnicas puntuales y propias de los sectores de celdas y Macroceldas.

De acuerdo al artículo 72º del RGRS, el establecimiento de un relleno sanitario, se trate éste de municipal o particular, deberá ubicarse en lugar apropiado y de acuerdo a normas técnicas elaboradas para tal fin, las cuales deben cumplir la LEY y Reglamentos conexos y aplicables, en ese sentido Incumple disposiciones de la normativa técnica NB 759. Acápite 4: Especificaciones obligatorias 4.3 Aspectos geológicos. Acápite 5. Procedimiento. 5.3 Estudio geológico local. 5.6. Estudios de riesgo sísmico. Acápite 6: Aclaraciones. NB 760. Acápite 5: Diseño de un relleno sanitario. Estudio geotécnico.

Debiendo iniciar el proceso administrativo la AACN, ya que otorgó la licencia, debiendo efectuarse a petición de parte.

Tabla A-133 Hallazgo 8

CONDICIÓN	CRITERIO	CAUSA	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABLE
No se documentan trabajos de mapeo geológico a detalle de la AOP, en instancias de diseño o en etapa operativa. No se documentan registros e interpretaciones de trabajos de estudios geotécnicos en instancias de diseño o en etapa operativa.	Artículo 72º del RGRS NB 759. Acápite 4: Especificaciones obligatorias 4.3 Aspectos geológicos. Acápite 5. Procedimiento. 5.3 Estudio geológico local. 5.6. Estudios de riesgo sísmico. Acápite 6: Aclaraciones. NB 760. Acápite 5: Diseño de un relleno sanitario. Estudio geotécnico.	Ninguna documentación referente a la ejecución de estudios geotécnicos y sus recomendaciones a detalle para los sectores de celdas y Macroceldas. No se dispone de mapas geológicos, descripción de perfiles geológicos a detalle del RSNJ	Ausencia de información para hacer la reconstrucción de las condiciones geológicas geotécnicas puntuales y propias de los sectores de celdas y macroceldas antes del deslizamiento de residuos sólidos	Manifiesto Ambiental. Acápites 2.3.2.2. Elaboración del mapa geológico. Anexo 5.	Titular de la Licencia Ambiental, AACN y Operador.

Fuente: Elaboración propia en base a la información recabada de la AA

Las evidencias del Hallazgo 8 se encuentran en el Anexo 3 Evidencias y Respaldos.

A.14.9 Hallazgo 9

Omisión en la identificación de deficiencias, plan de adecuación ambiental y programa monitoreo para los factores Riesgos, Suelo y Subsuelo, incumpliendo el RPCA artículo 152, artículo 64 del RGGA inciso c) y se considera infracción de impacto ambiental según el art. 17°, parágrafo II, inciso i) del D.S. 28592.

El contenido del Manifiesto Ambiental Anexo 5 contempla la identificación de deficiencias, propone un plan de adecuación y se complementa con un programa de monitoreo para siete (7) factores ambientales para el aire, agua, residuos sólidos, sustancias peligrosas, seguridad e higiene, riesgos, suelos y subsuelos.

La no inclusión o consideración de evaluación en el Manifiesto Ambiental, bajo metodología establecida no representa un delito ambiental, pero puede constituir una infracción de tipo administrativa. Para el año 2010 no existía impedimento alguno que el Manifiesto Ambiental sea actualizado, ya sea por estas dos omisiones no consideradas en el Manifiesto Ambiental, porque se amplió, modificó el alcance de la AOP o porque se podría haber considerado ineficaz determinadas medidas de adecuación ambiental.

Al considerarse los dos factores ambientales dentro del contenido del MA, no se propone un Plan de Adecuación Ambiental y Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PAA-PASA). El efecto que al no efectuar su seguimiento ambiental deterioro o mejora, su gestión ambiental del RSNJ abarca a un 70% de control ambiental.

Se incumple el RPCA artículo 152, artículo 64 del RGGA inciso c) y se considera infracción de impacto ambiental según el art. 17°, parágrafo II, inciso i) del D.S. 28592.

Debiendo iniciar el proceso administrativo la AACN, ya que otorgó la licencia, debiendo efectuarse a petición de parte, pudiendo el RL de la AOP invocar la prescripción debiendo la misma ser declarada ya que no opera de oficio, la competencia la asume la AACN (recibía las IMAs).

Tabla A-134 Hallazgo 9

CONDICIÓN	CRITERIO	CAUSAS	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABILIDAD
Omisión de medidas de deficiencia (Anexo A del MA) adecuación (Anexo B del MA) y monitoreo (Anexo C del MA) para los factores Riesgos, Suelo y Subsuelo.	Se incumple el RPCA artículo 152, artículo 64 del RGGA inciso c) y se considera infracción de impacto ambiental según el art. 17°, parágrafo II, inciso i) del D.S. 28592. Cuya competencia lo asume la AACD	Aprobación del MA sin cumplir la normativa ambiental.	Impacto ambiental negativo al ecosistema circundante afectando la calidad del suelo. Análisis de riesgos sin resultados de prevención	Manifesto Ambiental e Informes de Monitoreo Anual (IMA´s) gestiones 2010 a 2018.	Titular de la Licencia Ambiental, SDDMT, AACN y Operador.

Fuente: Elaboración propia en base a la información recabada de la AA

Las evidencias del Hallazgo 9 se encuentran en el Anexo 3 Evidencias y Respaldos.

A.14.10 Hallazgo 10

La Licencia Eventual tuvo siete (7) ampliaciones durante 5.5 años, y seis meses sin contar con una Licencia Ambiental, lo que imposibilitó detectar oportunamente impactos ambientales y no presentar IMAs en todo el periodo, lo que contraviene el Art. 74° RMCH, Art. 4 DS 3549 VI – I - inciso (a) y se considera por D.S. 28592 infracción administrativa de Impacto Ambiental de acuerdo al parágrafo II, incisos a)

Por medio del D.S. N° 27626 de 13 de julio de 2004 el Gobierno dispone el Traslado y Cierre del Relleno Sanitario de Mallasa a otro emplazamiento. Por esta razón, el GAMLP inicia su trámite de obtención de su Licencia Ambiental ante el actual GADLP, bajo la modalidad de Ficha Ambiental que es evaluada como Categoría II para desarrollar el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental Analítico Específico.

Esta modalidad de obtención de la Licencia Ambiental requiere la realización de estudios técnicos profundos de geología, hidrogeología, hidrología, contar con la documentación legal de respaldo (título

del predio, entre otras), diseño final de las celdas, memorias de cálculo y un tiempo largo para su aprobación.

Ante esta situación, dada la emergencia sanitaria a ser enfrentada, se encuentra una salida de emergencia en la aplicación del RGRS, art 86 (vigente a 2004). Entonces, el inicio de la disposición de los residuos sólidos domésticos se inicia el 1° de octubre de 2004 con la aprobación del Plan de Emergencia para la Prevención, Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental que genera la Licencia Eventual PREF-DDRNMA-LE-001-04 "…para resolver situaciones imprevistas, con un periodo de funcionamiento establecida por las autoridades competentes, que podrá ser prorrogado en los casos y condiciones que normativamente se determinen".

La Licencia Eventual tuvo siete (7) ampliaciones durante 5.5 años, obtenida bajo situación de emergencia basada en el art. 86 ° del RGRS, inicialmente para la Celda de Emergencia (MC 4)

El inicio de la disposición de residuos sólidos domésticos se efectúa en la Celda de Emergencia, hoy llamada Macrocelda 4, posteriormente se amplía la Licencia Eventual (LE) durante 7 oportunidades sucesivas, incluidas otras estructuras de ingeniería como son las Macroceldas 1 (28/12/2005 por 12 meses), se modifica el alcance de la LE a la Macrocelda 2 por tres oportunidades (28/12/2006 hasta 28/09/2008) y después esta última LE se amplía en dos ocasiones (29/10/2008 hasta el 28/04/2010 por 12 y 6 meses, respectivamente).

De acuerdo a la documentación presentada por el auditado y particularmente el GADLP, no se comprobó el alcance de cada uno de proyectos presentados para la obtención de las ampliaciones de licencias eventuales; tampoco informes de monitoreos semestrales o anuales.

El criterio genérico para la otorgación de las Licencias Eventuales dispone para resolver situaciones imprevistas que después de 67 meses del 29/09/2005 al 28/04/2010, pierde su aplicabilidad.

Entre el 28 abril de 2010 y el 27 de octubre de ese año la AOP Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma opera sin una de Licencia Ambiental.

Contraviene al artículo 74° el RMCH, por no haber presentado los informes de calidad de sus afluentes

De acuerdo a la documentación entregada por el auditado y particularmente el GADLP, no se comprobó el alcance de cada uno de proyectos presentados para la obtención de las ampliaciones de licencias eventuales; tampoco informes de monitoreos semestrales o anuales.

Para obtener la Licencia Eventual, se aplica lo establecido en Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos art 86 y siguientes. Contraviene el RMCH artículo 74° y se considera por D.S. 28592 infracción administrativa de Impacto Ambiental de acuerdo al parágrafo II, incisos a).

De acuerdo al DS 3549 Articulo 4. VI – I - inciso a), que sustituye al Art.100 del RPCA, declara el cumplimiento de la adecuación ambiental.

Cuya competencia lo asume la AACD, debe iniciar el proceso sancionatorio.

Tabla A-135 Hallazgo 10

CONDICIÓN	CRITERIO	CAUSA	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABILIDAD
La Licencia Eventual del 29/09/2004 con siete (7) prórrogas, permaneció vigente hasta el 28/04/2010.	Para obtener la Licencia Eventual, se aplica lo establecido en RGRS art 86 y siguientes. Contravenciones al RMCH artículo 74° e infracción administrativa de Impacto Ambiental por D.S. 28592, art. 17° parágrafo II, incisos a). Art. 4 DS 3549 VI – I - inciso (a)	Gestión técnica y ambiental inadecuada no monitoreada. La "Licencia Eventual" es un instrumento por emergencia de reducido contenido y temporalidad.	Imposibilidad de detectar oportunamente riesgos de impacto ambiental	Las prórrogas conceden bajo la misma modalidad ampliación a las MC1 y MC 2. CITES: -DP-C-824/2005 de 15/06/2005 (6 meses) -PREF-DDRNMA-UMA-C-1185/05; 28/12/2005 (12 meses) -PREF-SDRNMA-DMA N° 965/2006; 21/12/2006 (8 meses) -PDLP-SDRRNNMA-DMA-C-458/07; 27/08/2007 (8 meses) -PDLP-SDDP-C-333/08 25/04/2008 (6 meses) -PDLP-AMA-C-230/08 28/10/2008 (12 meses) -28 de octubre de 2009 (6 meses)	Titular de la Licencia Ambiental y SDDMT. Operador (a partir del segundo semestre, año 2006)

Fuente: Elaboración propia en base a la información recabada de la AA

Las evidencias del Hallazgo 10 se encuentran en el Anexo 3 Evidencias y Respaldos.

A.14.11 Hallazgo 11.

Durante el deslizamiento de los residuos sólidos del RNSJ, la población aledaña fue afectada a su salud, debido a emanaciones de fuertes malos olores y la presencia de vectores (moscas, cucarachas) hasta una distancia de 1000 metros a la redonda, lo que transgrede lo dispuesto en el D.S. 28592 en su art. 17° parágrafo II, inciso e) e i) y Ley 755 – Art. 26, II.

Los efectos de la exposición en la salud de la población aledaña al RSNJ, está en parte mediado por variables relacionadas con la condición sociodemográfica, socioeconómica y de salud (ingreso, seguro de salud, condiciones de la vivienda, nivel educativo, condiciones socioculturales, etc.) y la presencia de ladrilleras, lo cual muestra una variabilidad alta de factores de riesgo que hacen a la población residente cerca al relleno sanitario de Alpacoma sea más o menos vulnerable.

La población aledaña a la zona de influencia del relleno sanitario de Alpacoma y los trabajadores perciben que éste afectaría a su salud y el medio ambiente. El proceso de urbanización no planificado que ha vivido la zona en torno al relleno sanitario de Alpacoma, ha posibilitado la presencia de población en áreas que no fueron concebidas como zonas residenciales, la norma boliviana indica que no debe haber ningún tipo de urbanización a 1 km alrededor del relleno sanitario. Por lo tanto, una fracción de la comunidad presenta desventajas en acceso a servicios públicos como agua potable y alcantarillado completo, transporte público, espacios de recreación, etc., lo que contribuye objetiva y subjetivamente a impactar su salud y la percepción que tienen sobre ella.

Analizando el perfil epidemiológico gran parte de la población presenta o presentó síntomas de tipo irritativo de vía respiratoria, digestiva y oftalmológica que podrían estar relacionadas a la cercanía del relleno sanitario y los fuertes vientos de la zona, los que generan gran cantidad de polvo, , aunque también podrían estar atribuidos a la exposición a las ladrilleras de la zona" La anterior aseveración se sustenta en la Resolución Secretarial Nº 383 de 28 de noviembre de 1996, el Ministerio de Desarrollo Humano, a través de la Secretaría Nacional de Participación Popular aprueba las normas y Reglamentos de Saneamiento Básico; entre estos grupos de normas se hallan el grupo de NB 742 a 745 (Medio Ambiente) y NB 746 a 760 (Residuos Sólidos) y se complementa por D.S. Nº 27626 de 13 de julio de 2004.

El deslizamiento de RSD transgrede lo dispuesto al D.S. 28592 en su art. 17° parágrafo II, inciso e) e i) y Ley 755, art 20, II.

Ley 755 – Art. 26, II, señala que, en todas las etapas de la gestión operativa de los residuos, se deben implementar las medidas preventivas y de control que minimicen los impactos ambientales, asegurando la preservación de la salud y evitando riesgos laborales, el sitio de disposición final no cuenta con área de amortiguamiento que coadyuva a reducir los impactos en olores.

Tabla A-136 Hallazgo 11

CONDICIÓN	CRITERIO	CAUSAS	EFECTO	EVIDENCIA	RESPONSABILIDAD
Durante el deslizamiento de los residuos sólidos del RNSJ, la población aledaña sintió su afectación a su salud, debido a emanaciones de fuertes malos olores y la presencia de vectores (mosca, cucaracha) hasta una distancia de 1000 metros a la redonda.	D.S. 28592 en su art. 17° parágrafo II, inciso e) e i). Ley 755 – Art. 26, II	Asentamientos poblacionales cercanos al relleno sanitario. Vía de ingreso al RSNJ de los camiones de RSD provoca mucha polvareda y residuos fugitivos afectando la salud de la población.	Problemas en la salud con síntomas respiratorios, digestivos, oculares y dermatológicos.	Encuestas y entrevista para elaborar el Perfil Epidemiológico del AII efectuada por especialista en salud del auditor	Titular de la Licencia Ambiental, SDDMT y Operador.

Fuente: Elaboración propia en base a la información recabada de la AA

Las evidencias del Hallazgo 11 se encuentran en el Anexo 3 Evidencias y Respaldos y Anexos 11 y 12 de la Fase II.

B. Informe Legal

B.1 Antecedentes

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) en uso de sus atribuciones, funciones y competencias y a raíz del evento sucedido el 15 de enero de 2019 en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín, instruye la presente Auditoría. En efecto, mediante Resolución Administrativa N° 021 de 22 de julio de 2019, aprueba el Documento Base de Contratación (DBC), sin modificaciones, del Proceso en la modalidad de Licitación Pública Nacional de la Consultoría por Producto "AUDITORÍA AMBIENTAL POR PELIGRO INMINENTE DEL RELLENO SANITARIO NUEVO JARDÍN – MUNICIPIO DE LA PAZ", segunda convocatoria.

Los miembros de la Comisión de Calificación MMAYA/LP/001/2019 de 07 de agosto de 2019, referente al Proceso de Contratación con CUCE: 19-0086-00-954892-2-1 para la CONSULTORÍA POR PRODUCTO: "AUDITORÍA AMBIENTAL POR PELIGRO INMINENTE DEL RELLENO SANITARIO NUEVO JARDÍN – MUNICIPIO DE LA PAZ", establecen que el proponente LOS ALAMOS IC INGENIEROS CONSULTORES S.R.L. cumplen con los requisitos descritos en el DBC, finalmente recomienda: "Adjudicar el servicio a LOS ALAMOS IC INGENIEROS CONSULTORES S.R.L."

Conforme a la normativa vigente y para el caso de Auditorías Ambientales por contingencia o peligro inminente, el área de estudio se define como el espacio donde acontecen o pueden ocurrir los impactos ambientales negativos y las áreas donde alcanzan sus efectos en el medio ambiente y la salud humana, las mismas que serán definidas en la Auditoria Ambiental - AA.

Se entiende como Peligro inminente al riesgo potencial que se produzca un impacto ambiental severo como consecuencia de una AOP, el mismo que de comprobarse se constituye en causal para la realización de una auditoría ambiental (AA).

La Auditoría Ambiental de referencia fue iniciada seis meses después de haberse suscitado el evento, de finalizar las medidas implementadas para la atención del suceso. Antes la AACN determinó el cierre de las operaciones habituales de disposición final de residuos sólidos municipales, de ese modo, de forma implícita la parte operativa y las actividades llevadas a cabo para el cierre y post cierre, que representan una responsabilidad exclusiva del Representante Legal del RSNJ son consideradas en el alcance de la AA.

De acuerdo con el Decreto Supremo N° 28499, se define la elaboración de la auditoría en tres fases, la primera de Planificación, la segunda Actividades en el Sitio a Auditar y la tercera Reporte de auditoría ambiental por peligro inminente, consistente en Informes Técnico, Legal, Dictamen y el Resumen Ejecutivo.

Como resultado de la Fase 3 y conforme al artículo 12 del Decreto Supremo N° 28499, el Dictamen debe contener: *"a. Recomendaciones técnicas para la implementación de medidas de mitigación y alternativas de remediación. b. Identificación cuando corresponda de infracciones a las disposiciones legales en vigencia para que la AAC inicie las acciones legales correspondientes."*

B.2 Marco Normativo

El ámbito legal, luego de la recopilación se realizó la revisión de la normativa pertinente a la Auditoría Ambiental, citándose las siguientes:

a) Constitución Política del Estado
b) Ley N° 1178 – Ley de Administración y Control Gubernamentales de 20 de julio de 1990
c) Ley N° 1333 de Medio Ambiente de 27 de abril de 1992
d) El Decreto Supremo N° 24176, de fecha 8 de diciembre de 1995, en su **Artículo 1,** aprueba la reglamentación de la Ley del Medio Ambiente, integrada por los reglamentos de: (a) General de Gestión Ambiental, (b) Prevención y Control Ambiental, (c) en Materia de Contaminación Atmosférica, (d) en Materia de Contaminación Hídrica, (e) para Actividades con Sustancias Peligrosas y (f) de Gestión de Residuos Sólidos, así como sus respectivos anexos, instrumentos que forman parte integrante del presente decreto supremo. El Decreto Reglamentario fue modificado mediante los siguientes Decretos Supremos que aprueban normas complementarias:
    i. Decreto Supremo 26705 de 10 de julio de 2002
    ii. Decreto Supremo 28499 de 10 de diciembre de 2005 que modifica el Título V, Capítulo III del Reglamento de Prevención y Control Ambiental, Artículo 58 del Reglamento General de Gestión Ambiental aprobados mediante el Decreto Supremo Nº 24176 de 8 de diciembre de 1995 y los Artículos 3 al 7 del Decreto Supremo N° 26705 de 10 de julio de 2002.
    iii. Decreto Supremo N° 28592 de 17 de enero de 2006
    iv. Decreto Supremo N° 3549 de 2 de mayo de 2018
e) Ley N° 755 -Ley de Gestión Integral de Residuos de 28 de octubre de 2015.

i. Decreto Supremo N° 2954

f) Resolución Secretarial N° 383 de 28 de noviembre de 1996 que aprueba las siguientes normas y reglamentos técnicos de saneamiento básico:

    i. NB-742 a 745 –Medio Ambiente
    ii. NB-746 a 760-Residuos Sólidos

B.3 Consideraciones Legales

La Ley No. 1333 de 27 de abril de 1992 - Ley del Medio Ambiente, protege y conserva el medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del ser humano con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población.

El Artículo 18 de la Ley del Medio Ambiente, establece que el control de calidad ambiental es de necesidad y utilidad pública e interés social.

El Decreto Supremo N° 28499, de fecha 10 de diciembre de 2005, NORMA COMPLEMENTARIA - MODIFICATORIA DEL REGLAMENTO DE PREVENCION Y CONTROL AMBIENTAL - REGLAMENTO GENERAL DE GESTION AMBIENTAL Y AUDITORIAS AMBIENTALESA, modifica las partes pertinentes de los Reglamentos a la Ley del Medio Ambiento y del Decreto Supremo No. 26705, definiendo el contenido,

alcance y objetivo de las Auditorías Ambientales y clarificando el procedimiento de ejecución y contratación a través de la determinación de roles de la Autoridad Ambiental Competente y de la Autoridad Responsable del Proceso de Contratación.

De acuerdo con el Decreto Supremo N° 28499, se define la elaboración de la auditoría en tres fases, la primera de Planificación, la segunda Actividades en el Sitio a Auditar y la tercera Reporte Final de la Auditoría Ambiental por peligro inminente, consistente en Informes Técnico, Legal, Dictamen y el Resumen Ejecutivo.

Como resultado de la Fase 3 y conforme al artículo 12 del Decreto Supremo N° 28499, el informe legal debe describir: *"El incumplimiento a disposiciones legales previstas en la legislación vigente que incluirá: i) compromisos asumidos en la Licencia Ambiental y ii) disposiciones emanadas por la AAC"*.

El Decreto Supremo N° 24176, de fecha 8 de diciembre de 1995, en su Artículo 1, aprueba la reglamentación de la Ley del Medio Ambiente, integrada por los reglamentos de: (a) General de Gestión Ambiental, (b) Prevención y Control Ambiental, (c) en Materia de Contaminación Atmosférica, (d) en Materia de Contaminación Hídrica, (e) para Actividades con Sustancias Peligrosas y (f) de Gestión de Residuos Sólidos, así como sus respectivos anexos, instrumentos que forman parte integrante del presente decreto supremo.

El Decreto Reglamentario fue modificado mediante los siguientes Decretos Supremos que aprueban normas complementarias:

- Decreto Supremo 26705 de 10 de julio de 2002, complementa el Artículo 97 del Reglamento General de Gestión Ambiental, aprobado por Decreto Supremo Nº 24176 de 8 de diciembre de 1995, quedando de la siguiente manera: "Las sanciones administrativas a las contravenciones, siempre que éstas no configuren un delito, serán impuestas por la Autoridad Ambiental Competente, según su calificación y comprenderán las siguientes medidas":
- Decreto Supremo 28499 de 10 de diciembre de 2005 que modifica el Título V, Capítulo III del Reglamento de Prevención y Control Ambiental, Artículo 58 del Reglamento General de Gestión Ambiental aprobados mediante el Decreto Supremo Nº 24176 de 8 de diciembre de 1995 y los Artículos 3 al 7 del Decreto Supremo N° 26705 de 10 de julio de 2002.
- Decreto Supremo N° 28592 de 17 de enero de 2006, complementan los Artículos 4 del RGGA y 7 del RPCA.

La Ley 755 de 28 de octubre de 2015, tiene por objeto establecer la política general y el régimen jurídico de la Gestión Integral de Residuos en el Estado Plurinacional de Bolivia, priorizando la prevención para la reducción de la generación de residuos, su aprovechamiento y disposición final sanitaria y ambientalmente segura, en el marco de los derechos de la Madre Tierra, así como el derecho a la salud y a vivir en un ambiente sano y equilibrado.

El Decreto Supremo 2954 de 19 de octubre de 2016, aprueba el Reglamento General de la Ley N° 755, de 28 de octubre de 2015, de Gestión Integral de Residuos, que en Anexo forma parte integrante del presente Decreto Supremo. Decreto Supremo N° 3549 de 2 de mayo de 2018

Resolución Secretarial N° 383 de 28 de noviembre de 1996, aprueba las siguientes normas y reglamentos técnicos de saneamiento básico:

- NB-742 a 745 –Medio Ambiente
- NB-746 a 760-Residuos Sólidos

B.4 Hallazgos

B.4.1 Hallazgo 1

Caducidad de la Licencia Ambiental (DAA), a partir del 1° de octubre de 2017 por conclusión del plazo, se considera inobservancia a la legislación ambiental, artículo 64° del Reglamento General de Gestión Ambiental, incisos a).

El art. 64° del RGGA, (Licencias Ambientales) inc. a), que dispone:

a) *"Cuando el plazo hubiera llegado a su término y no existiera solicitud de renovación"*

Además, el Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos aprobado mediante Decreto Supremo N° 24176 de 8 de diciembre de 1995 (en adelante RGRS), tiene por objeto establecer el régimen jurídico para la ordenación y vigilancia de la gestión de los residuos sólidos, lo que le otorga la calidad de un reglamento específico para la gestión de residuos sólidos.

El Artículo 84 del RGRS establece que la Licencia permanente se extinguirá cuando se hubiera agotado la vida útil del relleno sanitario, esto en el entendido que se trata de una Licencia Ambiental para un Relleno Sanitario, tomando en cuenta que el citado artículo forma parte del Capítulo IX relativo a la Disposición Final de Residuos Sólidos que en el Artículo 71 establece que la operación de todos los sitios de disposición final para residuos sólidos debe realizarse conforme el método de relleno sanitario. El Artículo 84 toma en cuenta que los Rellenos Sanitarios tienen una vida útil determinada por su capacidad, misma que no puede sujetarse a un tiempo indefinido, por lo que no sería adecuado tener una Licencia Ambiental por un plazo que no corresponda a la vida útil del Relleno Sanitario.

En este entendido y considerando que el Manifiesto Ambiental es una Declaración Jurada del Representante Legal de la AOP, se evidencia que en el caso del Relleno Sanitario Nuevo Jardín el tiempo de vida útil era de trece (13) años y la actividad inicio el 1° de octubre de 2004, los trece años calendario se cumplieron el 30 de septiembre de 2017.

Por lo tanto, la Licencia Ambiental DAA No 020101 – 10 – DAA- 1617/10 del 27 de octubre de 2010 en virtud del inciso a) del Artículo 64 quedo sin efecto.

Responsable: Rep Legal AOP

Encargada de iniciar proceso administrativo: La AACD

B.4.2 Hallazgo 2

El Manifiesto Ambiental aprobado (2010) no contiene información ingenieril altamente especializada para una AOP de la magnitud del RSNJ, la gestión operativa y ambiental es incompleta, no incluye Diseño Final y/o Memoria de Cálculo (capacidad volumétrica, calendarización) tampoco planos As Built, se incumplió el RGRS art. 77° (vigente hasta 2015), NB 760 y se considera una infracción administrativa de Impacto Ambiental por D.S. 28592, art. 17° parágrafo II, incisos b).

Constituía hasta octubre de 2015, un incumplimiento a la normativa ambiental al Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos, el no considerar el diseño de un relleno sanitario dispuesto por el artículo 77, cuyo detalle del inciso corresponde:

j) "Sistemas de control y/o aprovechamiento de emisiones gaseosas".

El artículo 17 parágrafo II, incisos b) del D.S. 28592, constituye infracción administrativa de impacto ambiental, en el marco del artículo 99 de la Ley del Medio Ambiente, las siguientes:

b) "Presentar los instrumentos de Regulación de Alcance Particular que tienen carácter de declaración jurada con información alterada sobre los impactos que la AOP pueda producir o produzca sobre el medio ambiente y los recursos naturales".

El Reglamento de Gestión de Residuos Solidos aprobado mediante Decreto Supremo N° 24176 de 8 de diciembre de 1995, estuvo vigente hasta la promulgación de la Ley N° 755 de Gestión Integral de Residuos Solidos de 28 de octubre de 2015.

Conforme establece el Artículo 77 del RGRS el diseño de los rellenos sanitarios depende de las características y cantidades de los residuos generados en el área a servir, sus fluctuaciones temporales y estimaciones para el futuro, conforme las necesidades, la disponibilidad de recursos económicos y los requerimientos de la reglamentación ambiental vigente, incluyendo en el inciso j) Sistemas de control y/o aprovechamiento de emisiones gaseosas.

El Relleno Sanitario Nuevo Jardín es un relleno sanitario que a fines del año 2018 e inicios del año 2019 realizaba la disposición de …. Toneladas de residuos diariamente, por lo que es una actividad de gran envergadura que requiere de un análisis integral, debido a que puede afectar prácticamente a todos los factores ambientales de ahí la importancia que su documento ambiental sea completo y cuente con toda la información y estudios necesarios.

El inciso b) del parágrafo II del artículo 17del Decreto Supremo N° 28592, establece que constituye infracción administrativa de impacto ambiental, el presentar los instrumentos de Regulación de Alcance Particular que tienen carácter de declaración jurada con información alterada sobre los impactos que la AOP pueda producir o produzca sobre el medio ambiente y los recursos naturales.

En el presente caso el Manifiesto Ambiental No incluye el proyecto que se construyó.

Responsable: Rep Legal AOP

Encargada de iniciar proceso administrativo: La AACN

B.4.3 Hallazgo 3

Volumen y superficie desestabilizada por el deslizamiento de la masa de residuos sólidos registrado el 15 de enero de 2019, dio lugar a pérdida de infraestructura e impactos ambientales al agua, aire y suelo, incumplimiento Artículo 41 inciso i) de la Ley 755 y la NB 760.

La Ley 755 de Gestión Integral de Residuos Sólidos en su artículo 41° (Responsabilidades de los Gobiernos Autónomos Municipales), inc. i), señala:

i) "Monitorear y hacer seguimiento a los problemas de contaminación originados por la gestión inadecuada de los residuos, y exigir las acciones correctivas y de mitigación a la Autoridad Ambiental Competente"

La Norma Boliviana NB 760 (Medio Ambiente -Requisitos Para el Diseño, Construcción, Operación y Monitoreo de un Relleno Sanitario), en su numeral 5.4 Diseño de sus obras complementarias, establece:

> *"Los señalamientos se dividirán en tres géneros: informativos, preventivos y restrictivos, pudiendo ser de tipo móvil o fijo.*
>
> - *Área de amortiguamiento* ***a) El área de amortiguamiento deberá diseñarse y construirse en un espacio perimetral que fluctúe entre 30 m y 50 m.*** *b) Esta franja deberá estar forestada con especies vegetales de talla y follaje suficiente para que reduzca la salida de polvos, ruidos y materiales ligeros durante la operación. c) En sentido contrario a la dirección del viento, respecto a la zona del relleno deberán ser dispuestas pantallas móviles de altura no inferior a los 2,5 m, siempre y cuando no existen obstáculos naturales en el interior del relleno idóneos para impedir la dispersión del papel u otros materiales ligeros al exterior de la zona de disposición final."*

Conforme establece el inciso i) del Artículo 41 de la Ley N° 755 de Gestión Integral de Residuos Sólidos de 28 de octubre de 2015, los gobiernos autónomos municipales tienen la obligación de m*onitorear y hacer seguimiento a los problemas de contaminación originados por la gestión inadecuada de los residuos, y exigir las acciones correctivas y de mitigación a la Autoridad Ambiental Competente"*

En el presente caso se evidencia el incumplimiento del inciso i) del Artículo 41 de la Ley N°755 de Gestión Integral de Residuos Sólidos debido a que, el AACD debió hacer seguimiento a los problemas de contaminación originados por la gestión inadecuada de los residuos.

La Resolución Secretarial N°383 de 28 de noviembre de 1996 aprueba la Norma Boliviana NB 760 Medio Ambiente -Requisitos para el Diseño, Construcción, Operación y Monitoreo de un Relleno Sanitario autorizando su difusión y aplicación, esta norma tiene como objeto proteger el medio ambiente y la salud, estableciendo los requisitos a los que deben ajustarse el diseño, construcción, operación y monitoreo de un relleno sanitario.

El numeral 2 de la NB 760 establece que la misma es de observancia obligatoria, para quien se responsabilice del diseño, construcción, operación y monitoreo de un relleno sanitario.

El numeral 5 de la NB 760 regula el Diseño de un Relleno sanitario y en el numeral 5.4 establece las obras complementarias con las que debe contar un Relleno Sanitario, incluyendo entre otros los señalamientos fijos o móviles, mismos que se dividen en tres géneros: informativos, preventivos y restrictivos.

- *Área de amortiguamiento*
  a) ***El área de amortiguamiento deberá diseñarse y construirse en un espacio perimetral que fluctúe entre 30 m y 50 m.***
  b) *Esta franja deberá estar forestada con especies vegetales de talla y follaje suficiente para que reduzca la salida de polvos, ruidos y materiales ligeros durante la operación.*
  c) *En senti la dirección del viento, respecto a la zona del relleno deberán ser dispuestas pantallas móviles de altura no inferior a los 2,5 m, siempre y cuando no existen obstáculos naturales en el interior del relleno idóneos para impedir la dispersión del papel u otros materiales ligeros al exterior de la zona de disposición final.*

Se ha evidenciado que la AOP no contaba con el área de amortiguamiento según lo establecido por la NB 670 en el numeral 5.4, verificado en la 1ª inspección efectuada por la consultora, respaldado en Anexo 3 Evidencias y Respaldos.

Responsable: Rep Legal AOP

Encargada de iniciar proceso administrativo: La AACD

B.4.4 Hallazgo 4

Volumen de lixiviado por el deslizamiento del RSNJ fue de aproximadamente 10.950 m³ llegando a la quebrada Alpacoma, causó un deterioro severo a la calidad del agua de la quebrada, que fue colmatada por residuos sólidos y con un caudal intempestivo de lixiviado, se considera una infracción administrativa de Impacto Ambiental por DS 28592 art 17 parágrafo II incisos e) e i).

Al respecto, el artículo 17 parágrafos II, incisos e) e i) del D.S. 28592, constituyen infracciones administrativas de impacto ambiental, en el marco del artículo 99 de la Ley del Medio Ambiente, las siguientes:

e) "Alterar, ampliar o modificar un proyecto, obra o actividad sin cumplir el procedimiento de evaluación de impacto ambiental"

i) "Cuando el Representante Legal de la AOP, no informe a la autoridad ambiental competente de impactos ambientales no previstos en su Licencia Ambiental y que puedan afectar al medio ambiente".

El volumen del lixiviado que llegó a la quebrada Alpacoma producto del deslizamiento producido el 15 de enero de 2019 implicó para su atención la intervención de personal y equipos en áreas que no se hallaban autorizadas por la Licencia Ambiental DAA No 020101 – 10 – DAA- 1617/10 del 27 de octubre de 2010 y adicionalmente el Representante Legal de la AOP RSNJ no informó a la Autoridad Ambiental Competente de impactos no previstos en su Licencia Ambiental que afectan al medio ambiente, por lo que incurrió en las infracciones tipificadas en los incisos e) e i) del parágrafo II del Artículo 17 del D.S. 28592 que establece que constituyen infracciones administrativas de impacto ambiental, en el marco del artículo 99 de la Ley del Medio Ambiente, las siguientes:

e) "Alterar, ampliar o modificar un proyecto, obra o actividad sin cumplir el procedimiento de evaluación de impacto ambiental"

i) "Cuando el Representante Legal de la AOP, no informe a la autoridad ambiental competente de impactos ambientales no previstos en su Licencia Ambiental y que puedan afectar al medio ambiente".

El RL de la AOP RSNJ no informó a la Autoridad Ambiental Competente de impactos no previstos.

Responsable: Rep Legal AOP

Encargada de iniciar proceso administrativo: La AACD

B.4.5 Hallazgo 5

La conformación de Macroceldas y celdas fueron diseñadas por el Representante Legal y aprobadas por la AACN, la modificación del proyecto aprobado y construido, aplica incurrir en infracción administrativa de impacto ambiental dispuesto por el DS 28592 artículo 17, parágrafo II, incisos e) e i).

Al respecto, el artículo 17 parágrafos II, incisos e) e i) del D.S. 28592, constituyen infracciones administrativas de impacto ambiental, en el marco del artículo 99 de la Ley del Medio Ambiente, las siguientes:

e) *"Alterar, ampliar o modificar un proyecto, obra o actividad sin cumplir el procedimiento de evaluación de impacto ambiental"*

i) *"Cuando el Representante Legal de la AOP, no informe a la autoridad ambiental competente de impactos ambientales no previstos en su Licencia Ambiental y que puedan afectar al medio ambiente".*

Esta modificación del proyecto implica posibles impactos ambientales en otras áreas no consideradas en el Manifiesto Ambiental presentado para la obtención de la Licencia Ambiental DAA No 020101 – 10 – DAA- 1617/10 del 27 de octubre de 2010.

Al modificar el proyecto y no informar al respecto a la Autoridad Ambiental Competente el Representante Legal del RSNJ incurrió en las infracciones de impacto ambiental tipificadas en los incisos e) e i) del parágrafo II del Artículo 17 del D.S. 28592, que establecen que constituyen infracciones administrativas de impacto ambiental, en el marco del artículo 99 de la Ley del Medio Ambiente, las siguientes:

e) *"Alterar, ampliar o modificar un proyecto, obra o actividad sin cumplir el procedimiento de evaluación de impacto ambiental"*

i) *"Cuando el Representante Legal de la AOP, no informe a la autoridad ambiental competente de impactos ambientales no previstos en su Licencia Ambiental y que puedan afectar al medio ambiente".*

Responsable: Rep Legal AOP

Encargada de iniciar proceso administrativo: La AACN

B.4.6 Hallazgo 6

En el Diagnóstico por resultados reportados por laboratorios acreditados para la calidad del aire está contaminado por PBV de Contaminado a Muy Contaminado, aguas superficiales, factores de Riesgo, suelos y Subsuelos, se comete una contravención al RPCA, artículo 152 e incumplimiento al Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA), Título V – De las infracciones y sanciones administrativas, artículo 65, inciso a) y b).

El Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA), Título V (De las Infracciones y Sanciones Administrativas), artículo 65° incs. a) y b), dispone:

a) "No presentar el Inventario Anual de Emisiones,
b) Presentar el Inventario Anual de Emisiones incompleto"

Las AOPs no solamente tienen la obligación de cumplir con los procedimientos administrativos de obtención de la Licencia Ambiental, sino deben efectuar el monitoreo de su actividad y en caso de que sus medidas de mitigación no fueran eficaces tiene la obligación de hacer conocer a la Autoridad Ambiental Competente para que se puedan tomar medidas oportunas y evitar mayor contaminación.

Conforme se ha evidenciado de los resultados del laboratorio acreditado para el factor aire, los parámetros por PBV son de Contaminado a Muy contaminado en las muestras tomadas el 10 de

noviembre de 2019, es así que es evidente que las medidas de mitigación son ineficaces y por lo tanto el Representante Legal de la AOP del RSNJ debió hacer conocer este extremo a la Autoridad Ambiental Competente y al no hacerlo incumplió lo establecido en el Artículo 152 del RPCA.

Adicionalmente el Representante Legal de la AOP RSNJ, omitió presentar el Inventario Anual de Emisiones en la etapa operativa, por lo que incurrió en las infracciones tipificadas en los incisos a) y b) del Artículo 65 del RMCA.

El GAMLP no se presentó los informes no presentó el Inventario Anual de Emisiones, y/o el Inventario Anual de Emisiones incompleto"

Responsable: Rep Legal AOP

Encargada de iniciar proceso administrativo: La AACD

B.4.7 Hallazgo 7

El deslizamiento de los residuos sólidos contenidos en la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3, ha generado Impactos ambientales en la calidad del aire, aguas superficiales, suelo (sedimentos) generando contaminación al medio ambiente circundante, se considera una infracción administrativa de Impacto Ambiental por D.S. 28592, art. 17° parágrafo II, incisos a), e) e l).

Al respecto, el artículo 17 parágrafos II, incisos a), e) e l) del D.S. 28592, constituyen infracciones administrativas de impacto ambiental, en el marco del artículo 99 de la Ley del Medio Ambiente, las siguientes:

"a) Iniciar una actividad o implementar una obra o proyecto sin contar con la Licencia Ambiental vigente correspondiente,

"e) Alterar, ampliar o modificar un proyecto, obra o actividad sin cumplir el procedimiento de evaluación de impacto ambiental"

i) Cuando el representante Legal de la AOP, no informe a la Autoridad Ambiental Competente de impactos ambientales no previstos en su licencia ambiental y que puedan afectar al medio ambiente."

Según la información contenida en el Manifiesto Ambiental de la AOP RSNJ el tiempo de vida útil de esta AOP era de trece (13) años y la actividad inicio el 1 de octubre de 2004, los trece años calendario se cumplieron el 30 de septiembre de 2017 y consecuentemente en la misma fecha la DAA No 020101 – 10 – DAA- 1617/10 del 27 de octubre de 2010 se extinguió en aplicación del Artículo 84 del RGRS.

En este entendido a partir del 1 de octubre de 2017 la AOP RSNJ no contaba con Licencia Ambiental y por tanto se encontraba desarrollando actividades no autorizadas por la Autoridad Ambiental Competente.

Cuya competencia lo asume la AACD, debe iniciar el proceso sancionatorio

Responsable: Rep Legal AOP

Encargada de iniciar proceso administrativo: La AACD

B.4.8 Hallazgo 8

No se documentan estudios geológico - geotécnicos a detalle y puntuales en las zonas de disposición final de residuos sólidos, ni en etapa de diseño ni de operación del RSNJ, lo cual es una inobservancia al art. 72 del RGRS y las normas técnicas NB 759 acápite 4 y NB 760 acápite 5.

Al respecto, el artículo 72 del Reglamento General de Residuos Sólidos (RGRS), dispone:

"El establecimiento de un relleno sanitario, se trate éste de Municipal o Particular, deberá ubicarse en lugar apropiada y de acuerdo a las normas técnicas elaboradas para tal fin, las cuales deben cumplir la LEY y reglamentos conexos y aplicables".

La NB 759 (Medio Ambiente – Características que deben reunir los Sitios Destinados al Confinamiento de Residuos Peligrosos (Excepto para residuos radiactivos). Acápite 4. Especificaciones Obligatorias.

La NB 760 Medio Ambiente – Requisitos para el Diseño, Construcción, Operación y Monitoreo de un Relleno Sanitario. Acápite 5. Diseño de un Relleno Sanitario

Según lo establecido en el Artículo 72 del Reglamento General de Residuos Sólidos (RGRS), el establecimiento de un relleno sanitario deberá ubicarse en lugar apropiada y de acuerdo a las normas técnicas elaboradas para tal fin, las cuales deben cumplir la LEY y reglamentos conexos y aplicables.

En el presente caso es aplicable la NB 759 (Medio Ambiente – Características que deben reunir los Sitios Destinados al Confinamiento de Residuos Peligrosos (Excepto para residuos radiactivos) aprobada mediante Resolución Secretarial N° 383 de 28 de noviembre de 1996.

La NB 759 establece las condiciones de ubicación, hidrológicas e hidrogeológicas que deben reunir los sitios destinados al confinamiento de residuos peligrosos y según el numeral 1 de la misma es de observancia obligatoria para los responsables de la evaluación, análisis y selección de dichos sitios.

El numeral 4 ESPECIFICACIONES OBLIGATORIAS de la NB 759 establece las condiciones mínimas que debe cumplir un sitio de disposición controlada de residuos peligrosos, haciendo referencia en el numeral 4.3. a los Aspecto Geológicos y establece que:

- Si el sitio se encuentra próximo a una falla, se deberá demostrar con los estudios cuantitativos que el sitio es seguro desde el punto de vista hidrogeológico y de estabilidad para las obras de ingeniería.
- Deberá localizarse fuera de zonas donde los taludes sean inestables, como puede ser el caso de laderas y deslizamientos del terreno por movimientos estáticos y dinámicos.
- El sitio deberá evitar zonas donde existan o se puedan generar asentamientos diferenciales que lleven a la fractura o falla del terreno y/o estructuras.
- El sitio deberá evitar zonas donde existan o se puedan generar fenómenos de carsismo, como dolinas u otras formas de tipo cársico.

Para lograr mostrar que se da cumplimiento a estas condiciones técnicas se debieron realizar los correspondientes estudios geológicos y geotécnicos, aspecto que no se evidencia en el documento ambiental presentado en su oportunidad.

También es aplicable la NB 760 Medio Ambiente – Requisitos para el Diseño, Construcción, Operación y Monitoreo de un Relleno Sanitario aprobada mediante Resolución Secretarial N° 383 de 28 de noviembre de 1996.

La NB 760 tiene como objeto proteger el medio ambiente y la salud, estableciendo los requisitos a los que deberán ajustarse el diseño, construcción, operación y monitoreo de un relleno sanitario.

Según el numeral 2 de la NB 759, esta norma es de observancia obligatoria, para quien se responsabilice del diseño, construcción, operación y monitoreo de un relleno sanitario.

El numeral 5 de la NB 760 relativo al Diseño de un Relleno Sanitario establece: 1 Estudios y análisis previos, 2 Diseño Específico del Relleno Sanitario, 3 Diseño de las Obras de Control, 4 Diseño de sus obras complementarias y 5 Cierre y uso final del sitio.

Detallando en los Estudios y Análisis Previos los Estudios Topográficos, Poligonal del sitio y configuración del terreno (planimetría y altimetría), los estudios geotécnicos que cubren la exploración y muestreo, las pruebas de permeabilidad, la localización de bancos de préstamo, los ensayos de laboratorio para definir las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, estudios climatológicos relativos a temperatura, precipitaciones, vientos, etc.

De la revisión del Manifiesto Ambiental presentado para la obtención de la DAA No 020101 – 10 – DAA-1617/10 del 27 de octubre de 2010, se evidencia que no se presentaron los estudios detallados, por lo tanto, se incumplió el cumplimiento de lo establecido en las NB 759 y NB 760.

Responsable: Rep Legal AOP

Encargada de iniciar proceso administrativo: La AACN

B.4.9 Hallazgo 9

Omisión en la identificación de deficiencias, plan de adecuación ambiental y programa monitoreo para los factores Riesgos, Suelo y Subsuelo, incumpliendo el RPCA artículo 152, artículo 64 del RGGA inciso c) y se considera infracción de impacto ambiental según el art. 17°, parágrafo II, inciso i) del D.S. 28592.

El artículo 152 del Reglamento de Prevención y Control Ambiental (RPCA), dispone:

"El REPRESENTANTE LEGAL, debe informar a la Autoridad Ambiental Competente, de la ineficacia de las medidas de mitigación o de algún componente del Plan de Adecuación Ambiental que hubiese sido detectado por el monitoreo, y deberá proponer medidas para subsanar las deficiencias"

El art. 64° inc c) del Reglamento General de Gestión Ambiental (RGGA), (Licencias Ambientales), dispone:

c) "por modificación o ampliación de la actividad inicial"

El artículo 17 parágrafo II, inciso i) del D.S. 28592, constituyen infracciones administrativas de impacto ambiental, en el marco del artículo 99 de la Ley del Medio Ambiente, dispone:

i) Cuando el Representante Legal de la AOP, no informe a la Autoridad Ambiental Competente de impactos ambientales no previstos en su licencia ambiental y que puedan afectar al medio ambiente."

El Manifiesto Ambiental presentado para la obtención de la Licencia Ambiental DAA No 020101 – 10 – DAA- 1617/10 del 27 de octubre de 2010, el Representante Legal de la AOP RSNJ omitió identificar las

deficiencias en los factores riesgos, suelo y subsuelo, incumpliendo su obligación de informar a la Autoridad Ambiental Competente de la ineficacia de las medidas de mitigación del Plan de Adecuación Ambiental, habiendo detectado estas deficiencias, que además son evidentes en una actividad de disposición de residuos sólidos, el Representante Legal incumplió con la obligación establecida en el Artículo 152 del RPCA.

Considerando que el Representante Legal de la AOP RSNJ no cumplió con el desarrollo de la actividad conforme establecía su Manifiesto Ambiental, realizó modificaciones y ampliaciones no autorizadas al …. (aquí poner la actividad que desarrollaran de forma sucinta), su Licencia Ambiental habría quedado sin efecto por haber incurrido en el inciso c) del Artículo 64 del RGGA.

Al omitir identificar deficiencias en los factores riesgos, suelo y subsuelo y siendo estos posibles impactos al medio que el Representante Legal de la AOP no informó a la Autoridad Ambiental Competente, incurrió en la infracción tipificada en el inciso i) del Parágrafo II del Artículo 17 del D.S. 28592.

Responsable: Rep Legal AOP

Encargada de iniciar proceso administrativo: La AACN

B.4.10 Hallazgo 10

La Licencia Eventual tuvo siete (7) ampliaciones durante 5.5 años, y seis meses sin contar con una Licencia Ambiental, lo que imposibilitó detectar oportunamente impactos ambientales y no presentar IMAs en todo el periodo, lo que contraviene el Art. 74° RMCH, Art. 4 DS 3549 VI – I - inciso (a) y se considera por D.S. 28592 infracción administrativa de Impacto Ambiental de acuerdo al parágrafo II, incisos a)

El Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (RMCH), art 74°, dispone:

"Por el lapso perentorio de cinco (5) años, que señala el art 20, los responsables de las descargas líquidas deberán presentar a la Autoridad Ambiental Competente, informes de calidad de sus efluentes semestrales, incluyendo análisis de laboratorios reconocidos, que se encuentren autorizados por MDSMA"

El artículo 17 parágrafo II, inciso a) del D.S. 28592, constituye infracción administrativa de impacto ambiental, en el marco del artículo 99 de la Ley del Medio Ambiente, que dispone:

"a) Iniciar una actividad o implementar una obra o proyecto sin contar con la Licencia Ambiental vigente correspondiente,"

El Representante Legal de la AOP RSNJ durante el período de vigencia de su Licencia Eventual y durante los seis meses en los que no tuvo Licencia Ambiental no presentó informes de calidad de sus efluentes, ni análisis de laboratorios autorizados por la Autoridad Competente, tampoco presentó los IMAs durante todo ese tiempo, incumpliendo la disposición del Artículo 74 del RMCH, que establece la obligación de presentación de informes semestrales de las descargas líquidas de la AOP por el lapso de cinco (5) años incluyendo análisis de laboratorios autorizados.

Esta omisión impidió la realización de un seguimiento y control adecuados, que hubieran permitido a la Autoridad Ambiental Competente instruir medidas oportunas de control ambiental.

El artículo 17 parágrafo II, inciso a) del D.S. 28592, constituye infracción administrativa de impacto ambiental, en el marco del artículo 99 de la Ley del Medio Ambiente, que dispone:

"a) Iniciar una actividad o implementar una obra o proyecto sin contar con la Licencia Ambiental vigente correspondiente,"

El RL tuvo durante varios periodos registro de licencias eventuales dados por la AACD

La AACN, debe iniciar el proceso sancionatorio.

Responsable: Rep Legal AOP

Encargada de iniciar proceso administrativo: La AACN

B.4.11 Hallazgo 11

Durante el deslizamiento de los residuos sólidos del RNSJ, la población aledaña fue afectada a su salud, debido a emanaciones de fuertes malos olores y la presencia de vectores (moscas, cucarachas) hasta una distancia de 1000 metros a la redonda, lo que transgrede lo dispuesto en el D.S. 28592 en su art. 17° parágrafo II, inciso e) e i) y Ley 755 – Art. 26, II.

El artículo 17 parágrafos II, incisos e) e i) del D.S. 28592, constituyen infracciones administrativas de impacto ambiental, en el marco del artículo 99 de la Ley del Medio Ambiente, las siguientes:

"e) Alterar, ampliar o modificar un proyecto, obra o actividad sin cumplir el procedimiento de evaluación de impacto ambiental"

i) Cuando el representante Legal de la AOP, no informe a la Autoridad Ambiental Competente de impactos ambientales no previstos en su licencia ambiental y que puedan afectar al medio ambiente."

La Ley 755, artículo 26, II (Gestión Operativa de Residuos Sólidos), dispone:

"En todas las etapas de la gestión operativa de los residuos, se deben implementar las medidas preventivas y de control que minimicen los impactos ambientales, asegurando la preservación de la salud y evitando riesgos laborales."

El deslizamiento de residuos sólidos sucedido el 15 de enero de 2019 en la AOP RSNJ, provocó que se afectaran áreas no previstas y se modificara el proyecto, además se intervino con equipos y personal en nuevas áreas y no se cumplió el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, tramitando y obteniendo una nueva Licencia Ambiental incurriendo en la infracción tipificada en el inciso e) del Parágrafo II del Artículo 17 del Decreto Supremo 28592.

Adicionalmente a no haber realizado el procedimiento de evaluación de impacto ambiental el Representante Legal de la AOP RSNJ tampoco informo a la Autoridad Ambiental Competente de los impactos provocados a causa del deslizamiento, mismos que tampoco se hallaban en su Licencia Ambiental.

Finalmente, el Representante Legal de la AOP RSNJ no cumplió con su obligación del implementar medidas preventivas y de control para minimizar los impactos ambientales para preservar la salud y evitar riesgos laborales, es así que no previno el deslizamiento sucedido llegando a afectar la salud provocando también riesgos laborales a los trabajadores de la AOP RSNJ, contraviniendo lo establecido en el Parágrafo II del Artículo 26 de la Ley N° 755 de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Responsable: Rep Legal AOP

Encargada de iniciar proceso administrativo: La AACD

B.5 Consideraciones Generales sobre Aspectos Normativos

B.5.1 Licencia Ambiental

Es relevante que se considere que DAA No 020101 – 10 – DAA- 1617/10 del 27 de octubre de 2010 fue emitida, se constituye la Licencia Ambiental otorgada por la AACN se constituye en Licencia Permanente otorgada bajo el art. 83 del Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos aprobado mediante D.S 24176 abrogado mediante Decreto Supremo 2954 de 19 de octubre de 2016. En tal sentido el Art. 84 del (RGRS sin vigencia) determina que "la licencia permanente se extinguirá cuando se hubiera agotado la vida útil del relleno sanitario" en tal sentido la información declara en el MA determina que la vida útil del RSNJ es de 13 años, con inicio desde el 2004, por tanto, esta Licencia queda sin efecto el año 2017. Por lo tanto, la Licencia Ambiental DAA No 020101 – 10 – DAA- 1617/10 del 27 de octubre de 2010 en virtud del inciso a) del Artículo 64 quedó sin efecto.

El Artículo 84 del RGRS establece que la Licencia permanente se extinguirá cuando se hubiera agotado la vida útil del relleno sanitario, esto en el entendido que se trata de una Licencia Ambiental para un Relleno Sanitario.

La Licencia Ambiental emitida a través de un proceso de Adecuación Ambiental queda sin efecto (Art. 64 del RGGA) inciso a (cuando el plazo hubiera llegado término y no existiera solicitud de renovación), antes del 2017, aplicando el principio de especialidad normativa esta Licencia fue otorgada bajo el precepto de los articulos 83 y 84 de RGIRS, vigente hasta el 2015.

Hacer notar que, en virtud al principio de Verdad Material que establece la evaluación de lo acontecido cronológicamente en la gestión 2010, se evidencia que el Gobierno Municipal de La Paz fue notificado con la Licencia Ambiental No. 020101-10-DAA-1617/10 de 27 de octubre 2010, documento que establece que la actividad "Relleno Sanitario Nuevo Jardín" queda autorizado a continuar con su funcionamiento haciendo referencia al Reglamento de Prevención y Control Ambiental RPCA, vigente hasta la fecha, el cual establece la vigencia de la Licencia Ambiental por 10 años, no especificando que se trata de una Licencia Ambiental Permanente. Del mismo modo se observa que la autoridad competente departamental no anunció, ni solicitó la renovación de licencia ambiental.

Se incurre en una infracción tipificada en el inciso (a) del parágrafo II, del artículo 17 del DS 28592

Asimismo, tendría contravención identifica esta dada en el Art 59 RGGA, Art 2 RPCA, Art. 347 CPE, parágrafo 2 cual es sancionable, no prescribió

La instancia que debería sancionar en el marco de las atribuciones definidas en el RPCA, RGGA y su Decreto Supremo Modificatorio 28592, es la AACD.

Con relación a la vigencia de la DAA No 020101 – 10 – DAA- 1617/10 del 27 de octubre de 2010, se está tomando en cuenta el siguiente marco legal:

B.5.1.1 Análisis Legal

A continuación, se realiza el análisis legal respecto a la vigencia de la Licencia Ambiental DAA No 020101 – 10 – DAA- 1617/10 inicia el 27 de octubre de 2010.

En el presente caso queda claro que la vigencia de la Licencia Ambiental DAA No 020101 – 10 – DAA-1617/10 inicia el 27 de octubre de 2010 en el marco del Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos aprobado mediante Decreto Supremo N°24176 de 8 de diciembre de 1995.

Asimismo, la Licencia Eventual se enmarca en lo establecido en el Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos aprobado mediante Decreto Supremo N°24176 de 8 de diciembre de 1995, teniéndose varias ampliaciones que se detallan a continuación:

Cuadro B-1 Cronología de ampliaciones de LE

TIPO DE DOCUMENTO	FECHA DE EMISIÓN	VIGENCIA
Licencia Eventual PREF-DDRNMA-LE-001-04	29 de septiembre de 2004	8 meses
Ampliación	15 de junio de 2005	6 meses
Ampliación	28 de diciembre de 2005	12 meses
Ampliación	21 de diciembre de 2006	8 meses
Ampliación	27 de agosto de 2007	8 meses
Ampliación	25 de abril de 2008	6 meses
Ampliación	28 de octubre de 2008	1 año
Ampliación	28 de octubre de 2009	6 meses

Fuente: Elaboración Propia

Se evidencia del análisis de la Licencia Eventual y sus ampliaciones que, desde el 26 de abril de 2010 al 26 de octubre de 2010, la Actividad operó sin Licencia Ambiental.

El Manifiesto Ambiental en el numeral 1. Relativo a los DATOS GENERALES DE LA A.O.P. establece que la vida útil del proyecto es de 13 (trece) años.

El Manifiesto Ambiental en su numeral 3 (tres) establece que la AOP inició sus operaciones el 1 de octubre de 2004.

Si se aplicará el Artículo 84 del RGRS y siendo el Manifiesto Ambiental una Declaración Jurada, se tendrían que contabilizar los 13 (trece) años de la vida útil de la AOP desde el 1 de octubre de 2004.

"Tempus Regit Actum" es decir que el acto se halla regido por la norma coetánea a su ocurrencia, la ley rige los procesos y hechos procesales que ocurren en la época de su vigencia sobre todo en el derecho administrativo.

Es necesario tomar en cuenta en este análisis que conforme establece el Artículo 4 de la Ley N°2341 de Procedimiento Administrativo, la actividad administrativa se rige entre otros por el principio de verdad material, que establece que la administración pública debe investigar la verdad material en oposición de la verdad formal que rige el procedimiento civil

B.6 Compromisos asumidos en la Licencia Ambiental

La Auditoría Ambiental se desarrolló considerando lo preceptos generales dispuestos en el DS 28499 en el Capítulo III, artículos 12 al 16, salvando aquellas disposiciones expresamente determinadas para

las Auditorías Ambientales a requerimiento de la Autoridad Ambiental Competente (AAC) tal como: ii) la valoración económica de daños civiles a particulares o al patrimonio del estado, en caso de contingencias previstas en el inciso c) del numeral 3 del artículo 12, por no ser aplicable al tipo de Auditoría desarrollada.

La Licencia Ambiental fue obtenida por la modalidad de la aprobación del Manifiesto Ambiental por la AACN, en cuyo contenido, bajo Declaración Jurada, el Representante Legal se compromete al cumplimiento irrestricto para la protección y conservación del medio ambiente, los recursos naturales para mejorar la calidad de vida de la población. Esta licencia obtenida por vida útil del RSNJ, pierde vigencia en octubre de 2017 (13 años).

En el análisis legal de los Hallazgos se detectan incumplimientos a la legislación ambiental y normas conexas (NB 742-760). En los siguientes subtitulos, disposiciones legales y documentos revisados se estable el grado de cumplimiento de la normativa representada en el Gráfico B-1 con una evaluación de cumplimiento e incumplimiento de la legislación ambiental paritaria del 41.20%, entretanto, 14.70% cumple parcialmente y 2.90% no aplica la norma a la AOP.

En el subtítulo Licencias Ambientales y Autorizaciones detallados en la Tabla B-3, así como en las disposiciones emanadas por la AACN el grado de incumplimiento es del 57.29%, cumple un 10.42%, cumple parcialmente un 25% y sin evidencia 7.29%.

B.6.1 Verificación de cumplimiento de requerimiento

(Técnico-administrativo y ambiental previsto en la normativa aplicable)

La verificación de cumplimiento de requerimientos administrativos y ambientales previstos en la normativa vigente aplicable a la actividad ambiental, se presenta en la Tabla B-1.

AOP: Relleno Sanitario Nuevo Jardín – Gobierno Autónomo Municipal de La Paz

Tabla B-1 Formulario General de Verificación
(Cumplimiento de Requerimientos Ambientales Previstos en la Legislación Vigente)

DISPOSICIÓN LEGAL Y DOCUMENTOS VERIFICADOS	CUMPLIMIENTO				OBSERVACIONES Y ACLARACIONES
	SI	NO	CP	NA	
I. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES GENERALES – REGLAMENTO GENERAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (RGGA) Y REGLAMENTO DE PREVENCIÓN Y CONTROL AMBIENTAL (RPCA)					
I.1. Licencia Ambiental Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA), Reglamentación a Ley Nº 1333, Reglamento General de Gestión Ambiental RGGA Art. 56, D.S. Nº 24176 de 8 de diciembre de 1995.	X				• Aprobación del Manifiesto Ambiental (MA) "Relleno Sanitario Nuevo Jardín" con nota MMAyA-VMA.DGMACC-MA 1617 (a)/10 Nº 020101-10-DAA-No 1617/10 – Declaratoria de Adecuación Ambiental. Licencia Ambiental el 27 de octubre de 2010, otorgada al Gobierno Autónomo Municipal de La Paz a través de su Representante Legal, Dr. Luis Antonio Revilla Herrero.
I.2. Actualización de Licencia Ambiental, Artículos 90 y 91 del Reglamento General de Gestión Ambiental D.S. Nº 24176 de 8 de diciembre de 1995		X			• No se realizó actualización de Licencia Ambiental desde 27/10/2010 a 15/01/2019.
I.3. Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP), Reglamento para Actividades con Sustancias Peligrosas, Título II, capitulo 1, art. 15, D.S. 24176 de 8 de diciembre de 1995			X		• La LASP fue obtenida por la empresa operadora TERSA S.A. con N° de Licencia 020101-03-LASP-012-11. La AOP no cuenta con LASP, el cumplimiento de la R.A. VMABCCGDF Nº 007/13 es parcial, la LASP debe formar parte integrante del licenciamiento ambiental o ser gestionadas conjuntamente de acuerdo a normativa actual.
I.4. Licencia ambiental o permiso especial para sitios de confinamiento de residuos peligrosos (RASP, Art. 54).		X			• No cuenta con Licencia Ambiental para confinamiento de residuos peligrosos.
I.5. Almacenamiento Residuos Peligrosos (Art. 52 y 53 RASP).		X			• La DAA no considera el almacenamiento de Residuos Peligrosos.
I.6. Documentación relacionada a implantación de sistemas de gestión ambiental interna (Art. 24 del D.S. Nº 28499 Norma Complementaria Modificatoria del RPCA, RGGA y Auditorías Ambientales).		X			• No se ejecutó una planificación y coordinación entre Supervisión y operador, para una adecuada gestión ambiental interna, que promueva la mejora continua.
I.7. Situaciones imprevistas o de emergencia (RGRS, Art. 86)	X				• Se tramitó Licencias Eventuales ante el GADLP desde el año 2004 hasta el 2009.
I.8. Temporalidad de la Licencia Ambiental (RGRS, Art. 85)	X				• Licencias Ambientales por plazos determinados por el GADLP con siete prorrogas.

DISPOSICIÓN LEGAL Y DOCUMENTOS VERIFICADOS	CUMPLIMIENTO				OBSERVACIONES Y ACLARACIONES
	SI	NO	CP	NA	
II. REGISTROS, AUTORIZACIONES Y PERMISOS OTORGADOS POR OTRAS AUTORIDADES COMPETENTES					
II.1 Autorizaciones para el transporte y almacenamiento de sustancias controladas Dirección General de Sustancias Controladas (Ministerio de Gobierno)			X		• La empresa TERSA cuenta con el Certificado de Inscripción para la manipulación de diesel y gasolina. Las cantidades deberían ser actualizadas y las sustancias, incluyendo el hipoclorito de sodio
III. DOCUMENTOS ESPECÍFICOS PARA SEGUIMIENTO Y CONTROL RGGA Y RPCA					
III.1 Estudios Técnicos Elaborados para la Obtención de Licencias Ambientales que incluyan toda la documentación técnico-legal presentada a la AACN (MA), (RGGA, Art. 52, 56 y 57; RPCA Art. 32, 100, 103, 105).			X		• Se realizaron varios estudios presentados y aprobados en el MA, sin embargo, no se logró cumplir con las exigencias de la norma NB 760.
III.2 Estudios elaborados para la obtención de la Licencia Ambientales que incluyan toda la documentación técnico-legal presentada a la AACN (MA), (RGGA, Art. 52, 56 y 57; RPCA Art. 32, 100, 103, 105).	X				• Aprobado por la Autoridad Ambiental Competente.
III.3 Estudio de Manifiesto Ambiental (MA) (RGGA, Art. 52, 56 y 57; RPCA Art. 32, 100, 103, 105).			X		• El estudio requerido se encuentra con contenido parcial de acuerdo a exigencias del RPCA.
III.4 Programa de Prevención y Mitigación (PPM) y Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PASA) (Arts. 30 y 31 del RPCA).	X				• Forma parte del MA
III.5 Plan de Contingencias y Programa de Prevención de Accidentes (Art. 27 del RPCA).	X				• Forma parte del MA
III.6 Programa de Abandono y Cierre de Operaciones y Programa de Restauración (Art. 33 del RPCA).	X				• Forma parte del MA
III.7 Estudio Técnico Elaborado para la Obtención de Registro y Licencia para Actividades con Substancias Peligrosas (LASP) (Art. 15 inciso d) del RASP)			X		• La LASP fue obtenida por la empresa operadora TERSA S.A. con N° de Licencia 020101-03-LASP-012-11. La AOP no cuenta con LASP, el cumplimiento de la R.A. VMABCCGDF Nº 007/13 es parcial, la LASP debe formar parte integrante del licenciamiento ambiental o ser gestionadas conjuntamente de acuerdo a normativa vigente.
III.8 Reportes de Monitoreo aprobados por la AAC o remitidos para su aprobación de acuerdo al PASA (Art. 149 y 150 del RPCA) aprobado en la Licencia Ambiental.	X				• Reportes trimestrales, semestrales y anuales definidos por la AAC en la DAA**.**
III.9 Documentación sobre accidentes o incidentes en materia ambiental reportados a la AAC y sobre las medidas de mitigación o compensación realizadas (Art. 22 del RGGA).	X				• Se reporta como accidente el evento del deslizamiento ocurrido en fecha 15 de enero de 2019, en la nota DESP-GAMLP N° 195 – 2019 de fecha 16 de enero de 2019, dentro del plazo establecido por norma.

DISPOSICIÓN LEGAL Y DOCUMENTOS VERIFICADOS	CUMPLIMIENTO				OBSERVACIONES Y ACLARACIONES
	SI	NO	CP	NA	
III.10 Registro Interno de Autocontrol (Art. 23 del RGGA)		X			• Tienen información prevista en la norma, deben sistematizarla y adaptarla para cumplir a la disposición legal.
III.11 Informe técnico anual de avance y situación ambiental con referencia a lo establecido en su MA, (RPCA, Art. 151).	X				• Se verificó la existencia de informes trimestrales, semestrales y anuales.
III.12 Inspecciones previstas en el RGGA (Art. 86 y siguientes), RPCA (Arts. 95 al 97).	X				• La AACN realizan inspecciones después del evento.
III.13 Resoluciones Administrativas emitidas por AAC, por denuncia (Art. 101 de la Ley N° 1333 y Art. 83 del RGGA.				X	• La documentación disponible no demuestra la existencia de Resoluciones Administrativas emitidas por la AAC, por denuncia a la fecha.
III.14 Resoluciones administrativas seguidas por AAC por infracciones a la Ley del Medio Ambiente y su Reglamentación (Art.96 y siguientes del RGGA; Art. 16 y 17 de la norma complementaria y modificatoria de Reglamentos Ambientales) D.S. Nº 28592.	X				• Se observa un proceso legal administrativo iniciado al GAMLP por la AACD por incumplimientos a la normativa vigente.
III.15 Copias de Actas de Inspección, RGGA art 86 y siguientes	X				• Disponibles en los Informes de Inspección.
III.16 Información sobre acciones administrativas seguidas por AACN por contravenciones a la Ley del Medio Ambiente y su Reglamentación (Art.96 y siguientes del RGGA; Art. 16 y 17 de la norma complementaria y modificatoria de Reglamentos Ambientales) D.S. Nº 28592.		X			• No se verificó en archivos la notificación a la AOP para el inicio de acciones en administrativas.
III.17 Información sobre acciones seguidas contra la AOP en vía ordinaria en el marco de los Capítulos II y III del Título VIII del RGGA.		X			• No se verificó en archivos la notificación a la AOP para el inicio de acciones en vía ordinaria.
III.18 Evaluación y Control de la Contaminación Atmosférica (RMCA Art. 40 y Art. 52)			X		• Solo reporta un informe de opacidad para fuentes móviles (vehículos y maquinaria).
II.19 Libro o cuaderno de Registro de operación y mantenimiento de equipos de proceso y de control, aprobado por el Organismo Sectorial Competente para fuentes fijas (Art. 31 del RMCA).			X		• La empresa deberá gestionar ante el OSC la aprobación del Libro o Cuaderno realizar el registro correspondiente cumpliendo con la disposición legal.
III.20 Informe Semestral de Caracterización de Aguas Crudas o tratadas emitido por un laboratorio autorizado (RMCH, Art. 17 e informes de calidad de sus efluentes semestrales Art. 74 RMCH)	X				• La AOP elaboró los informes semestrales de acuerdo a normativa.
III.21 Resultados de Análisis de laboratorio autorizado para caracterización de descargas (RMCH, Art. 7, Art. 35).	X				• Reportados en los IMA 2010-2018
III.22 Plan de cierre y programa de monitoreo de recuperación y de acondicionamiento de áreas destinadas a rellenos sanitarios (NB 760).	X				• La AOP cuenta con un Plan de Cierre y programa de monitoreo.

DISPOSICIÓN LEGAL Y DOCUMENTOS VERIFICADOS	CUMPLIMIENTO				OBSERVACIONES Y ACLARACIONES
	SI	NO	CP	NA	
III.23 Cuaderno de Registro para el manejo de sustancias peligrosas (RASP, Art. 32)			X		• Información parcial, debe sistematizarse de la misma de manera que considere todas las variables establecidas en el artículo 32.
IV. OTRAS DISPOSICIONES AMBIENTALES DE LA LEGISLACIÓN VIGENTE					
IV.2 Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) (Protocolo de Kyoto)				X	• No aplica

Fuente: Elaboración Propia
Donde: SI= Si Cumple; No= No Cumple; CP= Cumple parcialemente; NA= No aplica

Bajo esta verificación se determinan evaluaciones del Grado de Cumplimiento de requerimientos administrativos y ambientales previstos en la normativa vigente, cuya verificación en la AA, se basó a la documentación proporcionada por el MMAyA, GAMLP y TERSA, valorándolo de acuerdo a: cumplió (SI), no cumplió (NO), cumplimento parcial (CP), No aplica (NA). Se presenta de manera sistemática en la Tabla B-2 y Gráfico B-1.

Tabla B-2 Porcentaje de Cumplimiento de Requerientos

Grado de cumplimiento	Porcentaje
Si Cumple (SI)	50,0
No cumple (NO)	20,6
Cumple parcialmente (CP)	23,5
No aplica (NA)	5,9

Fuente: Elaboración Propia

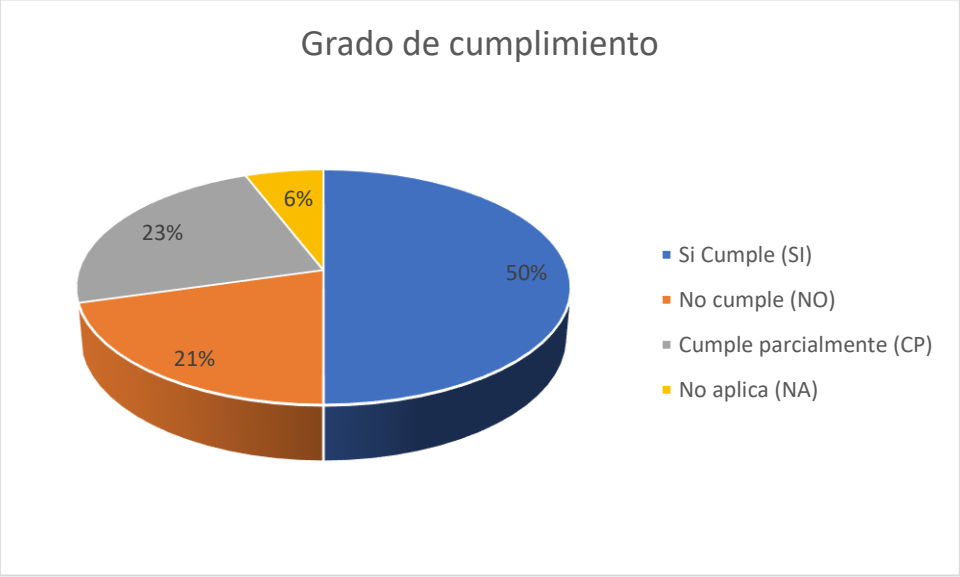


Gráfico B-1 Porcentaje de Cumplimiento de Requerimientos
Fuente: Elaboración Propia

Entonces, el grado de cumplimiento de la normativa ambiental por parte del GAMLP y el operador del relleno sanitario TERSA S.A., es equivalente en un 41.2% incumplimiento/cumplimiento.

B.6.2 Licencias Ambientales y Autorizaciones

(Y otros requerimientos técnicos y administrativos en el marco de los Reglamentos Generales a la Ley del Medio Ambiente)

El Reglamento General de Gestión Ambiental (RGGA) y el Reglamento de Prevención y Control Ambiental (RPCA), aprobados mediante Decreto Supremo N° 24176, y las modificaciones y complementaciones posteriores aprobadas por Decretos Supremos N° 28499, y N° 28592, constituyen los instrumentos generales aplicables a todas las actividades, obras o proyectos (AOP's), determinando las obligaciones y responsabilidades ambientales así como los requisitos técnicos y administrativos que deben cumplir los Representantes Legales.

El RGGA en el artículo 59, define la Licencia Ambiental como el documento jurídico administrativo otorgado por la Autoridad Ambiental Competente (AAC), al Representante Legal de una AOP, que avala el cumplimiento de todos los requisitos previstos en la Ley del Medio Ambiente y la reglamentación correspondiente en lo que se refiere a los procedimientos de prevención y control ambiental, situación legal que es ratificada en su artículo 4 y en el artículo 7 del RPCA.

En ese marco el **GAMLP** elaboró el documento de Manifiesto Ambiental (MA) previsto en los Reglamentos a la Ley del Medio Ambiente, tramitando y obteniendo la licencia ambiental correspondiente para el desarrollo de sus actividades, que se detallan en la siguiente.

Tabla B-3 Formulario de recopilación y revisión
(De documentos administrativos básicos provistos por la Empresa Auditada)

DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS BÁSICOS: LICENCIAS Y PERMISOS AMBIENTALES REQUERIDOS EN EL MARCO DE LA NORMATIVA GENERAL		
REQUISITOS AMBIENTALES	**DOCUMENTO/INSTRUMENTO/FECHA**	**OBSERVACIONES**
I.1 Licencia Ambiental Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA), Reglamentación a Ley Nº 1333, Reglamento General de Gestión Ambiental RGGA Art. 56, D.S. Nº 24176 de 8 de diciembre de 1995.	• MMAyA-VMA.DGMACC-MA 1617 (a)/10 Nº 020101-10-DAA-No 1617/10 – Declaratoria de Adecuación Ambiental. Licencia Ambiental el 27 de octubre de 2010, otorgada al Gobierno Autónomo Municipal de La Paz a través de su Representante Legal, Dr. Luis Antonio Revilla Herrero.	• Carta MMAyA-VMA.DGMACC-MA 1617 (a)/10 Nº 020101-10-DAA-No 1617/10 de 27 de octubre de 2010, solicitud y comunicado: i) Primer informe de monitoreo con la ubicación de pozos y cronograma de monitoreo de aguas subterráneas. ii) Periódicamente se realizarán inspecciones a la actividad.
I.2 Actualización de Licencia Ambiental, D.S. Nº 24176 de 8 de diciembre de 1995, art 150 RPCA, art DS 28592, art 84 del RGRS, art 64, incisos c) y e) del RGGA, art 10, inciso c) del DS 3549.	Ninguna	• No se realizó actualización de la Licencia en el marco de lo dispuesto en la Reglamentación General ni específica.
I. 3 licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP), Reglamento para Actividades con Sustancias Peligrosas (RASP), Título III, capítulo I, Art. 15, D.S. Nº 24176 de 8 de diciembre de 1995.	Registro y Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP) N° 020101-03-LASP-012-11 de 23 de septiembre de 2011, otorgado por la Secretaria Departamental de Recursos Naturales, Biodiversidad y Medio Ambiente del Gobierno Autónomo Departamental de La Paz.	• El GAMLP no cuenta con un Registro y Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas. En cambio, la empresa operadora TERSA S.A., cuenta con un Registro y Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP) No 020101-03-LASP-012-11 de 23 de septiembre de 2011, otorgado por la Secretaria Departamental de Recursos Naturales, Biodiversidad y Medio Ambiente del Gobierno Autónomo Departamental de La Paz. *No autoriza a importar, exportar, comercializar, transportar los productos autorizados.* *Aprueba sólo 6 sustancias peligrosas.*

DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS BÁSICOS: LICENCIAS Y PERMISOS AMBIENTALES REQUERIDOS EN EL MARCO DE LA NORMATIVA GENERAL		
REQUISITOS AMBIENTALES	**DOCUMENTO/INSTRUMENTO/FECHA**	**OBSERVACIONES**
I.4 Licencia ambiental o permiso especial para sitios de confinamiento de residuos peligrosos (RASP, Art. 54).	Ninguna	• No cuenta con Licencia Ambiental para confinamiento de residuos peligrosos.
I.5 Almacenamiento de Residuos Peligrosos (Art. 52 y 53 RASP).	Ninguna	• La DAA no considera el almacenamiento de Residuos Peligrosos en el alcance dispuesto por la norma ambiental.
I.6 Documentación relacionada con la implantación de sistemas de gestión ambiental interna (Art. 24 del D.S. Nº 28499 Norma Complementaria Modificatoria del RPCA, RGGA y AA).	Ninguna	• La AOP no cuenta con un sistema de gestión ambiental interno.
1.7 Situaciones imprevistas o de emergencias (RGRS, art 86)	LICENCIA EVENTUAL PREF-DDRNMA-LE-OO1-04	• Representa la primera Licencia Eventual obtenida 29 de septiembre de 2004.
1.8 Temporalidad de la Licencia Ambiental (RGRS, art 85)	LICENCIA EVENTUAL PREF-DDRNMA-LE-OO1-04	• Otorgada por el GADLP por un tiempo de 5.5 años del 29/09/2004 al 28/04/2010.
II. REGISTROS, AUTORIZACIONES Y PERMISOS OTORGADAS POR OTRAS AUTORIDADES COMPETENTES		
II.1. Autorizaciones para el transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas (RASP, art 28, Ministerio de Gobierno)	Ninguna	• Al no contar con la LASP no se tiene el Registro de la Dirección General de Sustancias Controladas para la compra diésel y gasolina.
III.DOCUMENTOS ESPECÍFICOS PARA SEGUIMIENTO Y CONTROL		
ESTUDIOS REALIZADOS	**DOCUMENTO/INSTRUMENTO/FECHA**	**OBSERVACIONES**
III.1 Estudios Técnicos Elaborados para la obtención de Licencias Ambientales que incluyan toda la documentación técnico-legal presentada a la AACN (RGGA, Art. 52, 56 y 57; RPCA Art. 32, 100, 103, 105).	En el MA en 22 Anexos se presentan diversos estudios, resaltan cálculo de lixiviados; estabilidad de taludes; análisis de riesgo y plan de contingencias, geotecnia y otros.	• No se ajusta a lo dispuesto por la NB 760 en los alcances exigidos. Se presentó un diseño de las celdas que no fue construido.
III.2 Estudios elaborados para la obtención de la Licencia Ambientales que incluyan toda la documentación técnico-legal presentada a la AACN (MA), (RGGA, Art. 52, 56 y 57; RPCA Art. 32, 100, 103, 105).	Se encuentran aprobados en el MA estudios de Flora, Fauna y Socioeconómico.	
III.3 Estudio de Manifiesto Ambiental (MA) (RGGA, Art. 52, 56 y 57; RPCA Art. 32, 100, 103, 105).	Manifiesto Ambiental	Las obras de ingeniería son de fundamental importancia en un relleno.

DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS BÁSICOS: LICENCIAS Y PERMISOS AMBIENTALES REQUERIDOS EN EL MARCO DE LA NORMATIVA GENERAL		
REQUISITOS AMBIENTALES	**DOCUMENTO/INSTRUMENTO/FECHA**	**OBSERVACIONES**
		Este sustento técnico es incompleto en los documentos del MA.
III.4 Programa de Prevención y Mitigación (PPM) y Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PASA) (Arts. 30 y 31 del RPCA).	Manifiesto Ambiental	El MA contiene el PAA y PASA
III.5 Plan de Contingencias y Programa de Prevención de Accidentes (Art. 27 del RPCA).	Manifiesto Ambiental	El MA contiene el Plan de Contingencias
III.6 Programa de Abandono y Cierre de Operaciones y Programa de Restauración (Art. 33 del RPCA).	Manifiesto Ambiental	Requiere presentar ante la AACN el Programa de Restauración de la AOP
III. 7 Estudio Técnico Elaborado para la obtención de Registro y Licencia para Actividades con Substancias Peligrosas (LASP) (Art. 15 inciso d) del RASP)	Ninguna	• La AOP no cuenta con la Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP).
III.8 Reportes de Monitoreo aprobados por la AAC o remitidos para su aprobación de acuerdo al PASA (Art. 149 Y 150 del RPCA) aprobado en la Licencia Ambiental.	• Reportes trimestrales, semestrales y anuales enviados a la AACN	Se desconocen las aprobaciones y/o observaciones a todos los reportes presentados ante el GADLP y la AACN.
III.9 Documentación sobre accidentes o incidentes en materia ambiental reportados a la AAC y sobre las medidas de mitigación o compensación (Art. 22 del RGGA).	Informes de Gestión Mensual, 27 incidentes desde 2010 hasta julio de 2019.	• TERSA S.A., reporta los accidentes o incidentes al GAMLP.
III.10 Registro Interno de Autocontrol (Art. 23 del RGGA)	No existe un Registro Específico como tal que estuviera dispuesto para GADLP y AACN.	• Existe información generada por la empresa que deberá ser sistematizada y estar a disposición de la empresa en caso de ser requerida.
III.11 Informe técnico anual de avance y situación ambiental con referencia a lo establecido en su MA, (RPCA, Art. 151).	Presentaron los Informes de Monitoreo Anual (IMA's) de 2011 al 2019.	
III.12 Inspecciones previstas en el RGGA (Art. 86 y siguientes), RPCA (Arts. 95 al 97).	Informes de Inspección	Se llevan a cabo 20 inspecciones durante el evento por la AACN.
III.13 Resoluciones Administrativas emitidas por AACN, por denuncia (Art. 101 de la Ley N° 1333 y Art. 83 del RGGA.	Sin información	

DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS BÁSICOS: LICENCIAS Y PERMISOS AMBIENTALES REQUERIDOS EN EL MARCO DE LA NORMATIVA GENERAL		
REQUISITOS AMBIENTALES	**DOCUMENTO/INSTRUMENTO/FECHA**	**OBSERVACIONES**
III.14 Resoluciones administrativas seguidas por AAC por infracciones a la Ley del Medio Ambiente y su Reglamentación (Art.96 y siguientes del RGGA; Art. 16 y 17 de la norma complementaria y modificatoria de Reglamentos Ambientales) D.S. Nº 28592.	Sin información	• No hay disponibilidad de notificaciones a la AOP para el inicio de un proceso administrativo sancionatorio por incumplimientos a la normativa vigente.
III.15 Copias de Actas de Inspección, artículos 86 y siguientes del RGGA.	Actas de Inspección	• Se entrega a la AOP las Actas de Inspección para su cumplimiento.
III.16 Información sobre acciones administrativas seguidas por AACN por contravenciones a la Ley del Medio Ambiente y su Reglamentación (Art.96 y siguientes del RGGA; Art. 16 y 17 de la norma complementaria y modificatoria de Reglamentos Ambientales) D.S. Nº 28592.	Sin información	
III.17 Información sobre acciones seguidas contra la empresa en vía ordinaria en el marco de los Capítulos II y III del Título VIII del RGGA.		• En la documentación revisada no existe información sobre procesos seguidos contra de la empresa en vía ordinaria relacionados con la Ley Nº 1333 o su reglamentación.
III.18 Evaluación y Control de la Contaminación Atmosférica (RMCA, Art. 40 y Art. 52).	Reportes mensuales, trimestrales y anuales a la AACN.	• La emisión de contaminantes atmosféricos (opacidad) fue medido y reportado en un **solo** IMA del 2018 II. El ruido fue monitoreado sin exceso a su Límite Permisible.
III.19 Libro o cuaderno de Registro de operación y mantenimiento de equipos de proceso y de control, aprobado por el OSC para fuentes fijas (Art. 31 del RMCA).	Existe información de operaciones de mantenimiento.	• Gestionar ante el OSC la aprobación del Libro o Cuaderno realizar el registro correspondiente cumpliendo con la disposición legal.
III.20 Informe Semestral de Caracterización de Aguas crudas o tratadas emitido por un laboratorio autorizado (RMCH, Art. 17 e informes de calidad de sus efluentes semestrales Art. 74 RMCH)	Informes semestrales y anuales	
III.21 Resultados de Análisis de laboratorio autorizado para caracterización de descargas (RMCH, Art. 7, Art. 35)	Sin información	• No se reporta la calidad de descargas como el líquido lixiviado después del tratamiento integral de la PTL.

DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS BÁSICOS: LICENCIAS Y PERMISOS AMBIENTALES REQUERIDOS EN EL MARCO DE LA NORMATIVA GENERAL		
REQUISITOS AMBIENTALES	**DOCUMENTO/INSTRUMENTO/FECHA**	**OBSERVACIONES**
III.22 Plan de cierre, post cierre y programa de monitoreo de recuperación y de acondicionamiento de áreas destinadas a rellenos sanitarios (NB 760)	Plan de Cierre y Post Cierre (abril 2019)	• En este Plan de Cierre y Post cierre está contenido los monitoreos de los factores ambientales de aire, aguas y suelos.
III.23 Cuaderno de Registro para el manejo de sustancias peligrosas (RASP, Art. 32)	Cuaderno de Registro	• Considerar el alcance de la norma ambiental (RASP).
IV. OTRAS DISPOSICIONES AMBIENTALES PREVISTAS EN LA LEGISLACIÓN VIGENTE		
IV.4 Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) (Protocolo de Kyoto)		Su desarrollo fue anulado en el 2do contrato modificatorio entre el GAMLP y TERSA S.A.

Fuente: Elaboración Propia

B.6.3 Disposiciones emanadas por la AACN

B.6.3.1 Inspecciones efectuadas por la AACN Período 2010 – 2018

Respetando la cronología y etapas de implementación de la AOP, en esta primera parte se evalúa las disposiciones emanadas por la AAC en Inspecciones realizadas y reportadas en el periodo: segundo semestre de 2010 a segundo semestre de 2018 por la AACN en cumplimiento a las obligaciones del Representante Legal de implementar e informar a la AAC sobre los avances y cumplimiento de los compromisos asumidos en la Licencia Ambiental.

A continuación, se detalla la evaluación de incumplimiento de los IMAS semestrales: II/2011, II/2010, I/2011, I/2012, I/2014, II/2014 y I/2016.

Tabla B-4 informe técnico de inspección
(MMAyA-VMADGMACC (IMA - DAA - 1617-2ª) Nº 1393/12) – 27 de junio de 2012

Inspección	Fecha de Inspección	Incumplimientos
Primera Gestión 2010	26/10/2010	Solicitar al RL incrementar la cantidad de pozos de monitoreo para aguas subterráneas además de señalar la periodicidad de monitoreo
Segunda	30/03/2010	Durante el proceso de inspección se han identificado deficiencias en relación a:

Inspección	Fecha de Inspección	Incumplimientos
		• la obtención de la Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP) • Manchas en el suelo presumiblemente por presencia de hidrocarburos • Evacuación de efluentes domésticos e industriales a cuerpos de agua (quebrada Alpacoma y Achocalla) sin previa caracterización de los mismos • Disposición final de residuos especiales (lodos) en la celda de residuos domiciliarios • Carencia de ambiente adecuado para el almacenamiento de sustancias y residuos peligrosos

Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental (IMA II - 2011)

Tabla B-5 Plan de Adecuación Ambiental

Factor	Medida de mitigación	Grado de cumplimiento	Observaciones	Verificación de su cumplimiento
Agua	Implementar una Planta de Tratamiento de Lixiviados de acuerdo a Anexo 15.	Parcial	*Cabe recalcar que el plazo de adecuación establecida en el Manifiesto Ambiental ha fenecido en abril de 2011.*	El tratamiento de lixiviados **no cumplió** con los niveles comprometidos, la cantidad de tratamiento, ni la secuencia completa del proceso permanentemente.
Agua	Excavación de pozos de Monitoreo control.	Parcial	…. siendo que uno de los pozos de control se encuentra en el sector (PTL), señalando además que, ***de acuerdo a estudios realizados en la gestión 2005,*** **se** ***estableció la ausencia de nivel freático, así como la ausencia de aguas subterráneas, por lo que, no se construyeron los pozos de control de acuíferos.*** Siendo que en su lugar se efectúa el monitoreo de aguas de drenaje detectadas en la zona más baja del Relleno Sanitario.	**No cumplió**. Los monitoreos de agua subterránea se realizaron de la afloración de estas aguas en la parte baja al este del RSNJ.
Aire	Mantenimiento de la maquinaria de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante.	Parcial	*En el IMA no se cuenta con información ni documentación de respaldo que* ***acredite la emisión de gases de combustión*** *en fuentes móviles*	El documento de respaldo se añade en una sola oportunidad en el año 2018.
Aire	Riego Mediante cisterna 3 veces al día y agregado de ripio en la senda interna y agregado de ripio	Parcial	*… la actividad* ***no está siendo realizada con la frecuencia establecida*** *(tres veces al día).*	El cumplimiento a la medida fue implementado de manera parcial a hasta fines de etapa de inspección de la AA.
Sustancia Peligrosas	Venta de lubricantes a Empresas autorizadas	Se informa de manera parcial	En el IMA se reporta que los lubricantes son vendidos. sin embargo, no se indica la ***frecuencia ni se adjunta documentación de respaldo referente a la transferencia de estos residuos a Empresas autorizadas mismas juez deberían contar con su correspondiente Licencia Ambiental***	El documento de respaldo acorde al requerimiento de la medida, se añade en una sola oportunidad en el año 2018.

Factor	Medida de mitigación	Grado de cumplimiento	Observaciones	Verificación de su cumplimiento
Seguridad E Higiene	Elaboración del reglamento interno RS creación del comité mixto de seguridad e higiene	Se informa de manera parcial	**No se informa sobre la aprobación del Plan de Higiene seguridad Ocupacional y bienestar ni su implementación en el Relleno Sanitario**	No se informa al respecto a la fecha.

Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental (IMA I - 2011)

Tabla B-6 Plan de aplicación y seguimiento ambiental

Factor	Medida de mitigación	Grado de cumplimiento	Observaciones
Agua	Sistema de tratamiento de lixiviados	Cumple	*… no reportándose el monitoreo a sistema de tratamiento de lixiviados (segunda etapa - tratamiento físico - químico)*
Aceites y lubricantes	Volumen enviado a reciclaje	Parcial	…. al respecto, *no adjuntándose documentación de respaldo referente a la Licencia Ambiental prestadora de estos servicios.*

Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental (IMA I - 2011)

Tabla B-7 Revisión de Informes de Monitoreos Ambientales

CRITERIOS	CUMPLE		OBSERVACIONES	RESPALDO	VERIFICACIÓN
	SI	NO			
Revisión de IMAS Cumplimiento de Criterios Técnicos					
Se adjuntan las planillas de control de las mediciones de emisiones atmosféricas y de niveles de ruido, con los reportes de laboratorio (si corresponde)	X		Se han realizado mediciones de ruido ambiental en horario diurno en la periférica del RS los valores reportados se encuentran por debajo de los límites permisibles establecidos en RMCA	En el IMA se adjunta la ficha de evaluación de niveles de ruido, sin embargo, **la evaluación no fue realizada de acuerdo a lo establecido en el RMCA (lapso de medición)**	Los monitoreos se enfocaron en la medición de ruido ambiental, sin coincidir con la medida de adecuación, dotación de EPP's, enfoca a reducir el impacto sobre los trabajadores.
Se presenta un inventario de emisiones con periodicidad según corresponda		X			Cumplimiento parcial. Se presenta inventario de emisiones fugitivas.

CRITERIOS	CUMPLE		OBSERVACIONES	RESPALDO	VERIFICACIÓN
	SI	NO			
Se adjunta constancia de cumplimiento del plan de gestión de residuos sólidos, residuos peligrosos y residuos industriales. Ej: • Documentación de entrega y recepción de residuos sólidos a empresas u otro encargado de su disposición final. • Fotografías o registros de la empresa encargada de la disposición final. • Licencia Ambiental y Licencia para actividades con sustancias peligrosas, de la empresa encargada de la recolección y disposición final de residuos peligrosos.		X	**Se adjunta la Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas Nº 020101-03-lasp-012-11 de 23/09/11**		Cumplimiento parcial. El alcance de la LASP es insuficiente, considerando la etapa operativa de la AOP.
Se especifican los puntos de monitoreo georeferenciados (especificando el sistema utilizado)		X	El informe de Monitoreo Ambiental no identifica de forma clara los puntos monitoreados		La selección de puntos de monitoreo de la PTL no fue enfocado al derrame accidental
Cuenta con suficientes datos para demostrar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y adecuación, así como la eficiencia de las mismas. De manera que sea posible modificar las medidas según se evidencie la necesidad, previa aprobación y aplicación del Art. 152 y 156 del RPCA.		X		No corresponde	El enfoque de los IMA's fue de cumplimiento y avance. La información que evidencia los incumplimientos se obtuvo de toda la correspondencia otorgada y evaluada a la consultora en la AA.
El documento técnico detalla el planteamiento de modificaciones o acciones, para adecuar las medidas de mitigación inadecuadas o ineficaces.		X		No corresponde	**No cumple**. La instalación de la PTL demuestra una capacidad de tratamiento insuficiente, no fue reportado en IMA's como ineficaz.
Se adjunta un detalle cronológico de las contingencias que ocasionaron impactos ambientales		X	No se tienen reportes de contingencias		Se adecúa hasta el segundo semestre de 2018.
Información Técnica de Respaldo					
Planos de ubicación de puntos de muestreo		X	El Informe de Monitoreo Ambiental no identifica de forma clara los puntos monitoreados.		No cumple. Los puntos de monitoreo son reportados sobre imágenes, sin

CRITERIOS	CUMPLE		OBSERVACIONES	RESPALDO	VERIFICACIÓN
	SI	NO			
					presencia de planos.

Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental (IMA I - 2011)

B.6.3.1.1 Análisis técnico ambiental

Residuos Sólidos

De acuerdo a lo establecido en el Artículo 75 del Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos "se prohíbe la disposición final de residuos peligrosos o de materiales que los contengan en rellenos sanitarios y cualquier sitio destinado a residuos sólidos, asimismo. el Relleno Sanitario Nuevo Jardín dentro de sus actividades no contempla la disposición final de residuos especiales y peligrosos, siendo que el procedimiento que en la actualidad se está utilizando no garantiza el tratamiento adecuado de los suelos contaminados con hidrocarburos independientemente de la cantidad que haya sido generada, por lo que se considera necesario recordar al Representante Legal de la actividad la obligatoriedad de dar complimiento a lo establecido en el Reglamento General de Gestión de Residuos Sólidos.

Recomendaciones

Recordar al Representante Legal que, el Relleno Sanitario Nuevo Jardín dentro de sus actividades no contempla la disposición final de residuos especiales y peligrosos, siendo que el procedimiento que en la actualidad se está utilizando no garantiza el tratamiento adecuado de los suelos contaminados con hidrocarburos independientemente de la cantidad que haya sido generada.

Se recomienda solicitar que el proceso técnico administrativo para la obtención de la Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas se lo realice de acuerdo a lo establecido en la Resolución Administrativa Nº 014/08 de fecha 17 de marzo de 2008 a objeto de que la misma sea aplicada de manera integral.

Verificación

Se podrá advertir que la fecha de otorgación de la LASP es posterior a la emisión de la R.A. VBRFMA Nº 014/08 de 17 de marzo de 2008 (la que resuelve aprobar el formato de la LASP) pero anterior a la R.A. VMABCCGDF Nº 007/13 de 08 de marzo de 2013 (la que establece procedimientos para la obtención, actualización, renovación y adecuación de LASP). A la fecha de su publicación la R.A. N° 007/13 la LASP de TERSA S.A. estaba vigente, sin embargo, como es requisito de la misma norma, la LASP debe ser emitida conjuntamente con la Licencia Ambiental,

De existir la recomendación directa por parte del AACN, el Responsable Legal de la AOP asume en el proceso de obtención de dichas licencias a través del operador o no, según sus términos de contrato, de igual manera el alcance de la LASP no consideraba la totalidad de sustancias empleadas en la AOP ni el manejo y almacenamiento y disposición de residuos peligrosos.

Tabla B-8 informe técnico (MMAyA-VMA-DGMACC Nº 2244/11)
13 de julio de 2011
PLAN DE ADECUACIÓN AMBIENTAL

Factor	Medida de mitigación	Grado de cumplimiento	Observaciones	Verificación
Agua	Implementar una Planta de Tratamiento	Parcial	…se almacenan lixiviados por periodos ya establecidos, ***no informándose sobre el tratamiento***	La PTL no alcanzó los valores de DBO5 asumidos a través de contrato, la cantidad de

Factor	Medida de mitigación	Grado de cumplimiento	Observaciones	Verificación
	de Lixiviados de acuerdo a Anexo 15		***Asimismo, Cabe recalcar que el plazo de adecuación establecido en el Manifiesto Ambiental ha fenecido en abril de 2011.***	lixiviado tratado fue entre 32 a 60% no alcanzando el 80 % inicial como se propuso en Manual de operaciones del MA.
AIRE	Mantenimiento de la maquinaria de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante.	Parcial	*…no se cuenta con información ni documentación de respaldo que acredite la **emisión de gases de combustión** en fuentes móviles, asimismo, con **información referente al mantenimiento** realizado a los vehículos y maquinaria*	Se observó que existe maquinaria sin funcionamiento ubicada en el área de estacionamiento. Los IMA´s reporta un informe de opacidad para fuentes móviles (vehículos y maquinaria) en el año 2018.
SUSTANCIA PELIGROSAS	Venta de lubricantes a empresas autorizadas	Parcial	…no *adjuntándose documentación de respaldo referente a la **transferencia de estos residuos a Empresas autorizadas** mismas juez deberían contar con su correspondiente Licencia Ambiental*	Se ha verificado la venta de 22600 l. de aceites y lubricantes usados a un comerciante autorizado, reportado en IMA II-2018. Su almacenamiento no está contemplado en la LASP.

Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental (IMA II- 2010)

Tabla B-9 Revisión de Informes de Monitoreos Ambientales

Requisitos Administrativos y Legales	CUMPLE		OBSERVACIONES	VERIFICACIÓN
	SI	NO		
Cumplimiento de Criterios administrativos y legales				
Relación entre el IMA y los compromisos suscritos (PAA-PASA, PPM-PASA)		X	El IMA, reporta la mayoría de las medidas comprometidas en el PAA-PASA y adjunta documentación de respaldo de algunas de las medidas reportadas.	Si reporta el avance en las medidas de adecuación, no demuestra el cumplimiento de la totalidad de las medidas asumidas. Existen cambios, ampliaciones y modificaciones a su propuesta inicial en varios casos.
RENCA		X	Se cuentan con la fotostática del RENCA correspondiente al Ing. Hugo Ramiro Rodríguez Bracamonte, sin embargo, el certificado presentado a fenecido en fecha 03/12/2010.	Se subsana en informes posteriores.
Revisión de IMAS Cumplimiento de Criterios Técnicos				
Se presenta un inventario de emisiones con periodicidad según corresponda.		X	No se informa Referente planteado cuenta con de respaldo al criterio	Se identifican emisiones fugitivas y no el inventario de la totalidad de emisiones. Para conocimiento de la AAC.

Requisitos Administrativos y Legales	CUMPLE		OBSERVACIONES	VERIFICACIÓN
	SI	NO		
Se adjunta constancia de cumplimiento del plan de gestión de residuos sólidos, residuos peligrosos y residuos industriales. Ej: • Documentación de entrega y recepción de residuos sólidos a empresas u otro encargado de su disposición final. • Fotografías o registros de la empresa encargada de la disposición final. • Licencia Ambiental y Licencia para actividades con sustancias peligrosas, de la empresa encargada de la recolección y disposición final de residuos peligrosos.		X	El criterio no forma parte de las medidas comprometida en el Manifiesto Ambiental aprobado No se informa sobre el inicio del proceso técnico administrativo para la obtención de la LASP	Los monitoreos otorgados a la consultora cuentan con la información.
Se adjuntan los documentos que certifiquen la calibración de los equipos de medición de emisiones y de sonido, otorgados por instancia competente o reportes de laboratorio emitido por instancia idónea.		X	Si bien se informa que los equipos utilizados para los monitoreos de los diferentes actores se encuentran calibrados, no se cuenta con documentación de respaldo que acredite lo señalado.	Se identifican los certificados de equipos de medición en los IMA's
Se especifican los puntos de monitoreo georeferenciados (especificando el sistema utilizado)		X	El Informe de Monitoreo Ambiental no identifica de forma clara los puntos monitoreados	Se otorga esta información en cada IMA.
Cuenta con suficientes datos para demostrar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y adecuación, así como la eficiencia de las mismas. De manera que sea posible modificar las medidas según se evidencie la necesidad, previa aprobación y aplicación del Art. 152 y 156 del RPCA.		X		No cuentan con información puntual y completa, los monitoreos no expresaban las ampliaciones y modificaciones suscitadas al interior de la AOP.
El documento técnico detalla el planteamiento de modificaciones o acciones, para adecuar las medidas de mitigación inadecuadas o ineficaces.		X		No cumple en su totalidad.
Se adjunta un detalle cronológico de las contingencias que ocasionaron impactos ambientales		X	No se tienen reportes de contingencias	Para esta etapa de evaluación no se suscitan contingencias.
Información Técnica de Respaldo				
Planos de ubicación de puntos de muestreo		X	El Informe de Monitoreo Ambiental no identifica de forma clara los puntos monitoreados.	Se añaden imágenes para identificar los puntos de ubicación de muestras y mediciones.

Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental (IMA II - 2010)

Tabla B-10 informe técnico (MMAyA-VMA-DGMACC Nº 4552/11)
13 de diciembre de 2011

Factor	Medida de mitigación	Grado de cumplimiento	Observaciones	Verificación
Agua	Implementar una Planta de Tratamiento de Lixiviados de acuerdo a Anexo 15	Parcial	…se almacenan lixiviados por periodos ya establecidos, ***no informándose sobre el tratamiento Asimismo cabe recalcar que el plazo de adecuación establecido en el Manifiesto Ambiental ha fenecido en abril de 2011.***	El tratamiento de lixiviados no cumplió con los niveles comprometidos, la cantidad de tratamiento, ni la secuencia completa del proceso permanentemente.
Agua	Excavación de pozos de monitoreo control	Parcial	….. captación de aguas subterráneas a través de drenajes, siendo que uno de los pozos de control se encuentra en el Sector de la (PTL), señalando además que, ***de acuerdo a estudios realizados en la gestión 2005, se estableció la ausencia de nivel freático, así como la ausencia de aguas subterráneas, por lo que, no se construyeron los pozos de control de acuíferos.***	No se ha realizado las excavaciones propuestas para monitoreo y control. La AAC admite los resultados de laboratorio al aprobar el Informe evaluado.
Aire	Mantenimiento de la maquinaria de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante.	Parcial	*…no se cuenta con información ni documentación de respaldo que acredite la **emisión de gases de combustión** en fuentes móviles, asimismo, con información referente al mantenimiento realizado a los vehículos y maquinaria*	El total de IMA´s evaluados, reportan un informe de opacidad para fuentes móviles (vehículos y maquinaria), que corresponde al segundo semestre de 2018.
Residuos Solidos	Implementación de una Planta de Separación de residuos orgánicos e inorgánicas	Parcial	*Al respecto se deberá recordar al Representante Legal del RSNJ que el plazo de adecuación para la medida propuesta ha fenecido*	La Planta implementada no responde a la propuesta asumida en la LA. Al incluir su construcción dentro de los reportes semestrales y la inexistencia de observaciones de la AAC, se adopta dentro de un cumplimiento parcial a la medida de adecuación. Se observan residuos peligrosos en sus instalaciones.
Sustancia Peligrosas	Venta de lubricantes a empresas autorizadas	Parcial	…no *adjuntándose documentación de respaldo referente a la **transferencia de estos residuos a Empresas autorizadas** mismas juez deberían*	En esta etapa se reporta la venta de de aceites y lubricantes usados, sin respaldos de ser comercializados a una empresa autorizada.

Factor	Medida de mitigación	Grado de cumplimiento	Observaciones	Verificación
			contar con su correspondiente Licencia Ambiental	
Seguridad E Higiene			…se adjunta el Plan de Higiene, seguridad Ocupacional e Bienestar…. ***a la fecha no se informa sobre la aprobación del mismo ni su implementación en el Relleno Sanitario.***	A la fecha, la evaluación demuestra la existencia del comprobante de ingreso del documento PHSOB al Ministerio de Trabajo y Previsión Social sin informar sobre su aprobación.

Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental (IMA I - 2011)

Tabla B-11 Revisión de Informes de Monitoreos Ambientales

Requisitos Administrativos y Legales	CUMPLE		OBSERVACIONES	VERIFICACIÓN
	SI	NO		
Cumplimiento de Criterios administrativos y legales				
RENCA		X	Se cuentan con la fotostática del RENCA correspondiente al Ing. Hugo Ramiro Rodríguez Bracamonte, sin embargo, el certificado presentado a fenecido en fecha 03/12/2010.	Se subsanó la observación en la versión otorgada a la consultora
Cumplimiento de Criterios Técnicos				
Se adjuntan las planillas de control de las mediciones de emisiones atmosféricas y de niveles de ruido, con los reportes de laboratorio (si corresponde)	X		Se han realizado mediciones de ruido ambiental en horario diurno en la periférica del RS los valores reportados se encuentran por debajo de los límites permisibles establecidos en RMCA	En el IMA se adjunta la ficha de evaluación de niveles de ruido, sin embargo, la evaluación no fue realizada de acuerdo a lo establecido en el RMCA (lapso de medición)
Se presenta un inventario de emisiones con periodicidad según corresponda.		X	No se cuenta con información de respaldo referente al criterio planteado	Se observan emisiones fugitivas y no la totalidad de emisiones generadas en el área operativa
Se adjunta constancia de cumplimiento del plan de gestión de residuos sólidos, residuos peligrosos y residuos industriales. Ej: • Documentación de entrega y recepción de residuos sólidos a empresas u otro encargado de su disposición final. • Fotografías o registros de la empresa encargada de la disposición final. • Licencia Ambiental y Licencia para actividades con sustancias peligrosas, de la empresa encargada de la recolección y disposición final de residuos peligrosos.		X	El criterio no forma parte de las medidas comprometida en el Manifiesto Ambiental aprobado ***No se informa sobre el inicio del proceso técnico administrativo para la obtención de la LASP***	Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP) Nº 020101 – 03 – LASP – 012 – 11 a favor de Tersa S.A., actualmente la AOP cuenta con LA y la operadora cuenta con LASP. Se debe aplicar la R.A. VMABCCGDF Nº 007/13.

Requisitos Administrativos y Legales	CUMPLE		OBSERVACIONES	VERIFICACIÓN
	SI	NO		
Se especifican los puntos de monitoreo georeferenciados (especificando el sistema utilizado)		X	El Informe de Monitoreo Ambiental no identifica de forma clara los puntos monitoreados	Los monitoreos otorgados a la consultora cuentan con la información.
Cuenta con suficientes datos para demostrar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y adecuación, así como la eficiencia de las mismas. De manera que sea posible modificar las medidas según se evidencie la necesidad, previa aprobación y aplicación del Art. 152 y 156 del RPCA.		X	No corresponde	No cuentan con información puntual y completa, los monitoreos no expresaban las ampliaciones y modificaciones suscitadas al interior de la AOP.
El documento técnico detalla el planteamiento de modificaciones o acciones, para adecuar las medidas de mitigación inadecuadas o ineficaces.		X	No corresponde	No cumple en su totalidad.
Se adjunta un detalle cronológico de las contingencias que ocasionaron impactos ambientales		X	No se tienen reportes de contingencias	Para esta etapa de evaluación no se suscitan contingencias.
Información Técnica de Respaldo				
Planos de ubicación de puntos de muestreo		X	El Informe de Monitoreo Ambiental no identifica de forma clara los puntos monitoreados.	Los monitoreos otorgados a la consultora cuentan con la información.

Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental (IMA I - 2011)

Tabla B-12 informe técnico MMAyA-VMA-DGMACC (DAA 1617-3) Nº 5995/12
30 de noviembre de 2012

CRITERIOS	CUMPLE		OBSERVACIONES	VERIFICACIÓN
	SI	NO		
Se presenta inventario de emisiones con periodicidad según corresponda		X		No cumple en su totalidad, los IMA's presentan información referida a emisiones fugitivas y no así a la totalidad de las emisiones generadas por las operaciones del RSNJ.
Se adjunta constancia de cumplimiento del plan de gestión de residuos sólidos, residuos peligrosos y residuos industriales. Ej: • Documentación de entrega y recepción de residuos sólidos a empresas u otro encargado de su disposición final. • Fotografías o registros de la empresa encargada de la disposición final. • Licencia Ambiental y Licencia para actividades con sustancias peligrosas, de la empresa encargada de la recolección y disposición final de residuos peligrosos.		X	En el anterior IMA, se adjuntó la Licencia para actividades con sustancias peligrosas N° 020101-03-LASP-012-11 de 23/09/11	La Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP) Nº 020101 – 03 – LASP – 012 – 11 fue emitida a favor de Tersa S.A., la AOP obtuvo la Licencia Ambiental: DAA. Se debe aplicar la R.A. VMABCCGDF Nº 007/13, para obtener ambas autorizaciones de manera conjunta.

CRITERIOS	CUMPLE		OBSERVACIONES	VERIFICACIÓN
	SI	NO		
Cuenta con suficientes datos para demostrar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y adecuación, así como la eficiencia de las mismas. De manera que sea posible modificar las medidas según se evidencia la necedad, previa aprobación y aplicación del Art 152 y 156 del RCP.		X	No corresponde	No cuentan con información puntual y completa, los monitoreos no expresan información acerca de la actividad de conformación de queques como posible tratamiento alterno o complementario de lixiviados, las ampliaciones y modificaciones al diseño ingenieril en la conformación de celdas no es objeto principal de los Informes. De manera general, el contenido del IMA II-2012 presenta una evaluación del muestro de los factores físicos y la evolución de procesos intermedios en el monitoreo de lixiviados.
El documento técnico detalle el planteamiento de modificaciones o acciones, para adecuar las medidas de mitigación inadecuadas o ineficaces.		X	No corresponde	El documento IMA II-2012 prioriza expresar el mejoramiento y optimización del proceso de tratamiento de lixiviados, continuar estudios e implementación de la Planta de Clasificación de Residuos Sólidos.
Se adjunta un detalle cronológico de las contingencias que ocasionaron impactos ambientales.		X	No se tienen reportes de contingencias	Para esta etapa de evaluación no se suscitan contingencias. El enfoque de la información de cada IMA expresa lo propuesto en el Programa de Monitoreo o la NB 760, refente a monitoreo de lixiviados.

Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental (IMA I - 2012)

INFORME TÉCNICO CAR/MMAyA-VMABCCGDF-DGMACC (IMA-DAA-1617) Nº 4481/15
25 de noviembre de 2015 - IMA I/2014

Considerando que la información del informe remitido corresponde a la gestión 2013, la información contenida en este se encuentra desactualizada, por lo que las observaciones que pudieran realizarse no corresponderían a la realidad actual de la actividad, por tanto, se recomienda tomar conocimiento de la documentación recibida, misma que podrá ser utilizada como insumo para futuras acciones de seguimiento, control y fiscalización a la actividad.

Por otra parte, de acuerdo a la revisión de antecedente se ha verificado que no se han remitidos los informes de Monitoreo Ambiental de los periodos julio - diciembre 2014 y enero - junio 2015, por lo que se debe solicitar al representante legal remita los mismos en un plazo no mayor a 20 días hábiles. Así mismo, se le debe recordar que el no remitir los Informes de Monitoreo Ambiental se constituye en una infracción administrativa de acuerdo a lo estipulado en el inciso c) Art. 17 parágrafo I del D.S. 28592.

Verificación

Se remite el informe requerido por la AACN, del periodo julio - diciembre 2014 a la AACD, en fecha 15 de mayo de 2015, nota con CITE: SMPD-DGA-UPCA N° 604/2015.

El informe correspondiente al periodo enero - junio 2015 se remitió a la AACD, en fecha 30 de noviembre de 2016, nota con CITE: SMGA-DPCA-UCAC Nº 738/2016. Y su aprobación con nota de respuesta por parte de AACD en fecha 30 de diciembre de 2016, menciona que el IMA I - 2015 CUMPLE con las exigencias mínimas establecidas por normativa vigente

La información disponible no demuestra la remisión de este informe a la AACN.

INFORME TÉCNICO CAR/MMAYA/VMABCCGDF/DGMACC/UPCAM (IMA-DAA-1617) Nº 0445/16
04 de marzo de 2016 - IMA II/2014

De acuerdo a la revisión de la documentación presentación se evidencia que el periodo de reporte corresponde de junio – diciembre 2014, por tanto la información contenida en el mismo se encuentra desactualizada, por lo que las observaciones que pudieran realizarse no corresponderían a la realidad actual de la actualidad, en este sentido se recomienda tomar conocimiento de la documentación recibida, misma que podrá ser utilizada como insumo para futuras acciones de seguimiento, control y fiscalización a la actividad.

Por otra parte, mediante nota adjunto al documento, el Representante Legal solicito plazo hasta el 15 de enero para la presentación del Informe de Monitoreo Ambiental correspondiente al periodo enero – junio 2015. Sin embargo; a la fecha no se ha ingresado el documento referido y tomando en cuenta que ya correspondería la remisión del Informe de Monitoreo Ambiental del periodo junio – diciembre 2015, se debe solicitar al Representante Legal que en un plazo no mayor a 15 días hábiles ingrese ambos documentos, recordándole no enviar los reportes solicitados por la AACN en los plazos establecidos se considera una infracción administrativa de acuerdo a lo establecido en el inciso c) parágrafo I Art 17 del 28592.

Verificación

El informe correspondiente al periodo enero - junio 2015 se remitió a la AACD, en fecha 30 de noviembre de 2016, nota con CITE: SMGA-DPCA-UCAC Nº 738/2016. Y su aprobación con nota de respuesta por parte de AACD en fecha 30 de diciembre de 2016, menciona que el IMA I - 2015 CUMPLE con las exigencias mínimas establecidas por normativa vigente. El RL incumple el plazo establecido por la AACN y la misma incide en su cumplimiento.

El IMA que corresponde al segundo periodo de 2015 es presentado a la AACD en fecha 30 de noviembre de 2016, demostrado a través de la nota con CITE: SMGA-DPCA-UCAC Nº 739/2016. Incumpliendo los plazos establecidos por la autoridad.

La información disponible no demuestra la remisión de este informe a la AACN.

Tabla B-13 informe técnico CARJMMAYANMABCCGDF/DGMACC/UPCAMyH/ Nº 0490/2018
5 de noviembre de 2018

CRITERIOS	IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	CUMPLE	VERIFICACIÓN
Aire	Generación de gases (CO, HCl)	Mantenimiento de la maquinaria de acuerdo a las especificaciones técnicas de fabricante	No	Los IMA´s reportan un informe de opacidad para fuentes móviles (vehículos y maquinaria). Reportes de Informes de Gestión Mensual de TERSA S.A. años 2009 a 2019

CRITERIOS	IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	CUMPLE	VERIFICACIÓN
				enfatizan el cambio de filtros, sin mayor detalle.
Residuos Solidos	Generación de Lixiviados y biogás	Implantación de la planta separación de residuos orgánicos e inorgánicos	Parcial	La implementación no es precisamente para residuos orgánicos e inorgánicos ya que la planta instalada es para la clasificación de residuos reciclables. Es decir que no se ha cumplido según la descripción del Manual de Operaciones (Anexo 9 del MA). Se reporta su implementación y características a partir de IMA II-2011 en adelante. No cumple con el cronograma de implementación propuesto en el PASA. Se evidencia la existencia de almacenamiento de pilas usadas si autorización, catalogado como residuo peligroso.
Sustancias peligrosas	Acumulación de aceites y lubricantes usados en turriles metálicas herméticamente sellados	Venta de lubricantes a empresa autorizada	Parcial	Se ha verificado la venta de 22600 l. de aceites y lubricantes usados a un comerciante autorizado, reportado en IMA II-2018. Su almacenamiento no está contemplado en las autorizaciones de las Licencias DAA y LASP.

Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental (IMA I - 2016)

B.6.3.2 Inspecciones Después del Evento

Habiéndose realizado veinte inspecciones oficiales *in situ* respaldadas en normativa vigente por parte del equipo técnico del MMAyA, en el marco de sus atribuciones como cabeza del Sector de Residuos Sólidos a nivel nacional, para determinar las posibles causas del suceso generado en el Área de Emplazamiento del Relleno Sanitario Nuevo Jardín, como tambien realizar el seguimiento, evaluación, monitoreo, además de emanar disposiciones como medidas de mitigación *in situ*, con la finalidad de brindar asitencia técnica al Municipio.

El informe 17ma de fecha 30 y 31 de julio no será tomado en cuenta pues tiene el objeto de evaluar Grado de Afectación del 2do deslizamiento 29/07/2019 "Colapso del Estanque EG-9" quedando fuera del alcance de esta Auditoria Ambiental.

La verificación de cumplimiento a las disposiciones emanadas por la AACN previstos en la normativa vigente aplicable a la actividad ambiental, a continuación, se presenta de manera sistemática.

Tabla B-14 Inspección 1ra – 7ma (18,19,23,25,28/01/2019 y 01,12/02/2019)

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
1. Se debe proponer un nuevo sistema de tratamiento de lixiviados que contemple las condiciones actuales del relleno, tomando en cuenta el evento suscitado.		X			No existe evidencia de una respuesta específica sobre esta temática.
2. Se debe retirar y tratar los lixiviados desplazados durante el deslizamiento que actualmente se encuentran represados.	X				El tratamiento contingente de los lixiviados mediante mezcla terrea o elaboración de

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
					queques que luego debían ser dispuestos en las celdas o en bancos de queques.
3. Se debe plantear un nuevo pozo de monitoreo de aguas subterráneas y su seguimiento.		X			Mediante informe técnico 22/2019 de fecha 27/03/2019, se reporta la construcción de una calicata de donde se colecta una sola muestra de agua subterránea para análisis de laboratorio, lo que implica que no existe un seguimiento ambiental continuo a corto plazo.
4. Se deberá presentar un plano reformulado para la redistribución de las áreas del RSNJ con la ubicación del cerco perimetral.		X			No es de conocimiento un nuevo plano donde se replantee la distribución las áreas de amortiguamiento y forestales.
5. Se debe trasvasar lixiviado del represamiento 3 hacia estanques impermeabilizadas.			X		Parte del líquido lixiviado es trasvasado a estanques impermeabilizados.
6. Se debe presentar la documentación del derecho propietario del área de construcción de la piscina EG-7.		X			No se presentó la documentación de derecho propietario del área donde está construida la piscina EG.7
7. Se debe realizar una limpieza de los residuos sólidos que se encuentran sobre el cauce del río para posterior realizar la reconformación de celdas, mediante un diseño que garantice su estabilidad.			X		Se efectúa la limpieza de los residuos sólidos del cauce de la quebrada Alpacoma. Sin evidencia de un diseño de reconformación de las celdas.
8. Las chimeneas deberán ser reconformadas de manera paralela a la conformación de taludes.	X				Se da cumplimiento
9. Para la celda 12 ampliatoria de la Macrocelda 4, se debe realizar un estudio geotécnico para evitar nuevos deslizamientos. **Inspección 1era. 18-19/01/2019**		X			Sin verificación de su cumplimiento
10. Deben ser reubicados en Macroceldas los residuos sólidos esparcidos en sector contiguo al curso de la ex planta de tratamiento de lixiviados. Se debe evacuar el lixiviado del lugar del sector no solo con queques. **Inspección 3era del 25/01/2019**			X		Los residuos sólidos fueron dispuestos en las celdas 14b y 15, durante las inspecciones de la auditoría ambiental. Se evidenció que se continuaba disponiendo volúmenes parciales hacia la celda 15, sin evidencia del tratamiento de lixiviado por otro método que no sean los queques.
11. Se debe monitorear las características y el caudal del agua del rio antes del área de deslizamiento y al final del área de represamiento 1 (confluencia de los ríos Alpacoma y Achocalla), debido a que en época de lluvia el caudal se incrementa. Además de verificar posibles fugas de lixiviado. **Inspección 2da – 7ma de 23/01/2019**	X				El MMAyA evidencia el incremento del caudal de la quebrada Alpacoma. El GAMLP señala que el dique 3 no ha sido rebasado. Se realizó monitoreos de factores agua, aire y suelos. La evaluación completa de los reportes es explicada en la Matriz de cumplimiento del Plan de Contingencias Específico. Se evaluaron las calidades de los factores agua, aire y suelos en menor cantidad de

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
					parámetros analíticos. Resaltando una (1) sola muestra de Suelo y cinco (5) de aire. Para determinar la calidad del lixiviado se utilizó el laboratorio Municipal.
12. Se deberá plantear medidas de mitigación al ensanche del Rio Alpacoma y la planchada construida aguas abajo del área de represamiento 3, una vez concluido los trabajos de contingencia.	X				Se mitigó el ensanche de la quebrada Alpacoma. En las inspecciones al RSNJ se comprobó la canalización de su curso desde aguas arriba hasta más allá del límite Este.
13. No podrán ser paralizados los trabajos en el área de represamiento 1 y 2 toda vez que, son las últimas obras antes de llegar al rio Achocalla, puesto que, debido al reencauce del cuerpo del agua existe descarga de aguas del rio Alpacoma al rio Achocalla.				X	No se conoce de alguna paralización de las áreas de represamiento 1 y 2. El MMAYA evidenció la presencia de lixiviado por empleo de una tornamesa a la quebrada Alpacoma.
14. Se debe presentar un cronograma de trabajo para las tres áreas de represamiento, en la cual se detallen las siguientes actividades: * Elaboración de queques * Disposición final de queques * Disposición final de residuos * Construcción de diques * Construcción de pozos de monitoreo * Análisis de aguas que salen de las obras de represamiento y llegan al cauce del rio Achocalla * Puntos de toma de muestra * Frecuencia de Monitoreo de aguas, entre otros			X		Debido a los bloqueos suscitados por los comunarios no se ha podido continuar con los trabajos. En la intersección no se tomó ningún tipo de muestra. Se realizarán de acuerdo a cronogramas, se estima concluirlas en 10 días. No se evidencia la construcción de pozos de monitoreo reportados en el Plan de Contingencias.
15. Se debe presentar los resultados de laboratorio que demuestren que las aguas del Rio Alpacoma no se mezclen con los lixiviados.	X				Se evidencia la existencia de reportes analíticos de aguas abajo de la quebrada Alpacoma sobre el río Achocalla en las coordenadas 19K 0594783; 8168660.
16. Se solicita presentar la calendarización de llenado de la celda 11, ya que la vida útil de la celda 11, que está siendo operada actualmente para la disposición de los residuos sólidos, se ha reducido por las obras de estabilización.		X			EL GAMLP no presento la calendarización, refiriéndose que la celda se llama: Celda 11 - Fase III, no Macrocelda. La Secretaria Municipal de Gestión Integral de Riesgos (SGMIR) elaborara informe de la estabilidad de la celda; trabajo que no estaba listo hasta el 12/02/2019.
17. Se debe mejorar y concluir el drenaje pluvial perimetral a las Macroceldas; toda vez que todavía no se concluyó la construcción e impermeabilización de las cunetas.			X		Se cumplió extemporáneamente, los canales del sistema pluvial no contaban con material impermeable hasta el 4/02/2019, por las condiciones climáticas. En fecha 12/02/2019 tampoco se reinició dichos trabajos. Por inspecciones propias de

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
					la auditoria, este trabajo tuvo un avance hasta principios del año 2020.
18. Se solicita remitir el Plan de Monitoreo del relleno Sanitario Nuevo Jardín, para los factores agua, aire y suelo; el mismo debe incluir mínimamente, puntos de monitoreo, parámetros a ser analizados, frecuencia de monitoreo, cronograma de ejecución, entre otros para los factores agua; aire y suelo.			X		Se ejecutó un programa de monitoreo con un alcance particular, aprobado por la AACD. El alcance de este plan fue reducido en su alcance de 15 parámetros para análisis de suelos, se analizaron sólo 8. De 27 parámetros aprobados para análisis de aguas subterráneas y superficiales, se analizaron 13 parámetros. Para evaluar los suelos se colectó una sola muestra y para el lixiviado dos muestras.
19. Se debe presentar los estudios de estabilidad de taludes de todo el relleno. Inspección 2da – 7ma de 23/01/2019.		X			En el Plan de Contingencias Específico se presenta un estudio de estabilidad para la celda 11.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla B-15 Inspección 8va (28/02/2019)

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
1. Se debe informar a la AACN, sobre la nueva celda para la disposición de Residuos Sólidos, capacidad volumétrica, dimensiones, diseño, estudios de suelos, entre otros, puesto que, la vida útil de la celda 11 concluyo.				X	No existe evidencia de una respuesta en el alcance de la Instrucción de la AACN.
2. Informar cuales son los nuevos criterios para el dimensionamiento en las tuberías de recolección de lixiviados en la nueva celda de emergencia, puesto que, son de mayor diámetro.		X			No informan los criterios técnicos utilizados.
3. Se debe informar sobre cuando y como se concluirá la estabilización del muro de la celda 11.	X				En la celda 11 aún se está trabajando en la estabilización del muro.
4. Se debe construir drenajes para biogás en las Macroceldas 3 y 2; así mismo se debe monitorear las emisiones fugitivas semanalmente.		X			Hasta el 1/03/2019 se evidencia que en las Macroceldas 3 y 2 no se ejecutaron las chimeneas de biogás.
5. Se debe presentar el cronograma de evacuación de queques en el área de represamiento 3 (confluencia rio Achocalla).				X	No se tiene evidencia de la presentación del cronograma. De la inspección se observó la evacuación de queques del dique 3.
6. Informar cómo se están realizando los controles de vectores, así mismo se deberá presentar cronograma de fumigación y las características del producto.				X	No se evidencia la existencia de un cronograma e informes del control de vectores.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla B-16 Inspección 9na - 10ma (15/03/2019 - 05/04/2019)

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
1. Deben ser impermeabilizados los canales pluviales con el fin de evitar infiltraciones de aguas pluviales a las celdas.				X	No se tiene evidencia de la impermeabilización de canales pluviales de las celdas.
2. Se recomienda que la conformación de taludes cuente con la relación 3H: 1V.		X			La relación de taludes conformados es de 2H: 1V.

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
3. Las nuevas Macroceldas deben contar con un sistema de impermeabilización, cumpliendo con la Norma Boliviana.	X				Se aclara que se habilitaron nuevas celdas y no así Macroceldas.
4. Se debe adjuntar copia de la Licencia Ambiental que autoriza los trabajos de la fase V, celda 14, estanques de almacenamiento de lixiviados, entre otros.		X			En la Licencia Ambiental N° 020101-10-DAA-1617/10, la AACN no figura trabajos de la Fase V, celda 14 y estanques de almacenamiento.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla B-17 Inspección 11ma (24/04/2019)

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
1. Todos los captadores de biogás deben estar adecuadamente diseñados, de tal forma que los mismos no se encuentren en los taludes de las celdas y los mismos no se encuentren conteniendo lixiviado, lo cual prevendría la emisión de fugas fugitivas, en las celdas.			X		La empresa está reponiendo los captadores de biogás, dentro del Plan de contingencia teniendo plazo hasta el 15 de junio de 2019. El MMAYA evidencia en la Macrocelda 4: Las salidas fugitivas de biogás en la superficie de la celda, mediante el burbujeo del agua acumulada en la superficie. Durante las inspecciones propias del equipo auditor se verificó la existencia de 76 captadores de Biogás.
2. Se debe respetar la relación 3 a 1 para la conformación del talud en la celda implementada y las que se encuentran en proyección; aspecto que no se evidencia en las celdas 11, 3 y la Macrocelda 4.		X			Los taludes de la celda 3 y 11 no tienen relación 3:1. Se realizó el refuerzo de la celda 11- fase 3, entre el 03 al 08 de marzo, la celda 11 (fase 2), las tareas en la misma aún no se concluyeron.
3. La celda de patógenos debe tener un adecuado resguardo y cerco, toda vez que implica un riesgo importante en el RSNJ.		X			De acuerdo a la información proporcionada por la AACN, el área de la celda de patógenos no se encuentra totalmente cercada
4. La celda 14b debe contar con impermeabilización adecuada para la disposición de residuos; debido a que se continúa depositando residuos en el área. Se debe contar con la impermeabilización de manera previa y no llegar al límite del área que se encuentra con la cobertura correspondiente, para luego implementar la impermeabilización.		X			De acuerdo con la información proporcionada por la AACN, en la celda 14b no cuenta con recubrimiento de geomenbrana en su totalidad.
5. Debe ser nivelado el coronamiento de los estanques EG -7 y 8, toda vez que se tiene la posibilidad de					Se niveló el coronamiento de los estanques

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
derrames de los lixiviados contenidos en los mismos.	X				
6. El GAMLP debe informar en el marco de la Licencia Ambiental, se estarían llevando las obras de implementación de celda 15 y el movimiento de tierra y arcillas, entre otros.		X			La celda 15 no está dentro del alcance de la Licencia Ambiental permanente.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla B-18 Inspección 12da (14/05/2019)

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
1. En la celda 14b, se evidenció, que no se está realizando la cobertura diaria con material terreo, exponiendo los residuos al ambiente y como consecuencia se verifico la presencia de vectores en el área.		X			El MMAYA evidenció que no existen trabajos de cobertura diaria con tierra en la celda 14b que se encuentra actualmente en operación. El GAMLP informó que se adecuarán lo residuos de la celda 14b y se colocará la cobertura para el control de vectores, y se realizará de manera paulatina.
2. En la Macrocelda 4 se evidencio fugas de biogás en muchos sectores de esta área, si bien se reconformo los taludes y banquinas, no se pudo constatar un buen funcionamiento del sistema de captación de gas, verificando el escape del mismo, en distintos lugares de la macrocelda, y en algunos lugares con quema del mismo.		X			Revisada la documentación presentada a la auditoria, No se presentó a la AACN, los informes de monitoreo de las emisiones fugitivas de Biogás.
3. En la Macrocelda 3, no se evidencio personal que efectué trabajos de mantenimiento para la captación de lixiviados. Se evidencia afloramientos de los mismos en los taludes. Los pozos de control se encuentran anegados con lixiviado. Los canales de captación en la base de los mismos, se encuentran sin mantenimiento para una mayor fluidez del líquido.		X			De acuerdo a la información proporcionada el MMAYA evidenció que no existe personal de la empresa que se encuentre trabajando en los sistemas de drenaje para lixiviado.
4. Se debe realizar la nivelación del coronamiento del estanque de lixiviado EG-8, donde se evidencio que existe un desnivel en el coronamiento.	X				Se observa un desnivel en la conformación de las paredes en el estanque 8, por lo que se instruyó a la empresa a nivelar la altura de las paredes en los EG-7; EG-8; EG-9.
5. Se verificó que se continúan realizando trabajos para la habilitación de la celda					El terreno está en proceso de compra por parte de la Empresa TERSA S.A.,

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
15 que se encuentra fuera del predio del Relleno Sanitario y fuera del contexto de la Licencia Ambiental, de acuerdo a los encargados, estos terrenos se encuentran en proceso de adquisición.		X			razón por la que no cuenta con la licencia ambiental respectiva, siendo la celda 15 irregular.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla B-19 Inspecciones 13ra (27/05/2019)

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
1. La celda 14b, debe contar con cobertura diaria de tierra para mitigar los olores y proliferación de vectores.		X			El MMAYA verificó la falta de cobertura diaria de los residuos domésticos con tierra en la celda 14b., por lo que no se estaría controlando la proliferación de olores y vectores.
2. EL GAMLP debe informar en el marco de que Licencia Ambiental, que se estarían llevando las obras de implementación de celda 15 y el movimiento de tierra y arcillas, puesto que, a la fecha la AACN no tiene conocimiento de documentación, además, documentación legal que acredite derecho propietario, de los predios donde se ubica la celda 15		X			La construcción de la celda 15 se encuentra fuera de los predios del Relleno Sanitario. No está autorizada por su Licencia Ambiental. A la fecha de la inspección por el MMAYA la celda ya se encontraba adecuada para ser impermeabilizada con geomenbrana y geotextil. Tiempo de vida útil: aproximadamente 4 meses. Personal de la empresa TERSA S.A., explicó que cada celda contará con 7 a 8 captadores de biogás. La empresa TERSA presentó la autorización del uso de áreas de los comunarios, la compra de los terrenos está en proceso.
3. Se evidencia afloramiento de lixiviados en los pies de talud y taludes de las Macroceldas 2 y 3, debido a que el sistema de captación no se encuentra funcionando de manera adecuada. No se evidencio personal que se encuentre realizando trabajos, de construcción y mantenimiento del sistema de lixiviados.		X			En las Macroceldas 2 y 3, la AACN verificó afloramiento de lixiviado en los taludes. No se identificó zanjas de drenaje de lixiviados a los pies de los taludes de las Macroceldas 2 y 3. Hasta la Fase 2 (feb/2020) se encontraban realizando trabajos del drenaje de lixiviados en el RSNJ.
4. Se identificó que aún continúan las fugas de biogás por los pozos de control de lixiviado, como por las grietas de la banquina 5, si bien la empresa TERSA está realizando la reposición de captadores de biogás en las Macroceldas 2 y 3.			X		La Empresa realiza como última actividad la reposición de captadores de biogás.
5. Se debe monitorear el testigo de yeso, puesto que, al verificar su estado que se colocó en fecha 14 de mayo del 2019, se identificó que se encontraba rota; lo que	X				De acuerdo con la Empresa TERSA S.A., se hará seguimiento a la banquina 6, para verificar si tiene agrietamientos posteriores.

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
da presumir que existe un movimiento de la masa de residuos.					
6. Se verifico movimiento de tierras detrás de la Dorsal Sur, cuyo objetivo era mejorar la estabilidad del relleno sanitario, el cual se encuentra fuera de los predios del Relleno, realizando el refuerzo de la Dorsal Sur.		X			Se evidencio que es una actividad sin planificación. Para justificar la empresa TERSA presentó la autorización del uso de los comunarios, la compra de los terrenos está en proceso.
7. Debe ser nivelado el coronamiento de los estanques EG -7 y 8, toda vez que se tiene la posibilidad de derrames con los lixiviados con tenidos en los mismos.			X		Continúa el desnivel del coronamiento, de los estanques EG 7, EG 8 y EG 9. El SIREMU instruyó a la empresa TERSA nivelar el coronamiento de los estanques.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla B-20 Inspecciones 14ta (13/06/2019)

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
1. EL GAMLP debe informar en el marco de que Licencia Ambiental, se estarían llevando a cabo obras de implementación de celda 15 y el movimiento de tierra y arcillas, a la fecha la AACN no tiene conocimiento de documentación legal que acredite derecho propietario, de los predios de la celda 15.		X			La celda 15 no está dentro del alcance de la Licencia Ambiental permanente. La celda 15 se encuentra en proceso de impermeabilización de acuerdo a personal de SIREMU. En esta celda se dispondrá los residuos restantes producto del deslizamiento (aproximado 40.000 $m^{3,}$ según el informe MMAYA 2015/2020).
2. Deberán remitir el estudio de estabilidad de taludes, ya que, no se cuenta con un documento aprobado; si bien se ha realizado el peinado de taludes y conformación de banquinas en todas las Macroceldas.		X			En las Macroceldas 3 y 4 se evidencio el peinado de taludes y conformación de banquinas; sin embargo, no se cuenta con un documento aprobado de estabilidad de taludes. Se aclara que todas las banquinas y taludes se encuentran peinados y no solo de las MC 3 y 4
3. Se evidencia afloramiento de lixiviados en los pies de talud y taludes de las Macroceldas 2 y 3, debido a que el sistema de captación de lixiviados no se encuentra funcionando.		X			No se identificó zanjas de drenaje de lixiviados a los pies de los taludes de las Macroceldas 2 y 3.
4. Se evidencia trabajos de cobertura en la Celda 14b respecto a la inspección en fecha 27/05/2019 donde no contaba con cobertura terrea. Se debe corregir la posición de la chimenea en la Celda 14B, puesto que, este captador de biogás se encuentra inclinado.			X		En la celda 14B se evidencia cobertura en los taludes con material terreo; asimismo, se verifico que la tubería de recolección de biogás se encuentra inclinada. Se corregirá la tubería de los captadores de biogás una vez se cierre la celda 14b.
5. Se debe adjuntar los resultados obtenidos del monitoreo de lixiviados realizado por el Laboratorio Municipal		X			No se reportan resultados obtenidos del monitoreo de lixiviados.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla B-21 Inspecciones 15ta (04/07/2019)

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
1. El GAMLP no dio atención a la observación de los captadores de Biogás de la celda 14 (b), los cuales se encuentran dispuestos de forma inclinada, observación realizada en fecha 18/06/19.		X			De las inspecciones posteriores de la auditoría ambiental, se verifico la posición inclinada de los captadores de biogás de la celda 14 (b).
2. El GAMLP, tiene que concluir con los trabajos de conformación de talud en la Celda 14B, puesto que, durante la inspección no se observó trabajos de conformación del talud y en fecha 18 de junio la celda dejo de operar.			X		Se verifica su cumplimiento extemporáneo.
3. Se observó afloramiento de lixiviado en el talud de la celda 14 (b).			X		Se verifica su cumplimiento extemporáneo.
4. Se observó el afloramiento de lixiviado en la banquina N. 6			X		Se verifica su cumplimiento extemporáneo.
5. Se evidencio la falta de mantenimiento de los drenajes pluviales y de lixiviados, Banquinas No. 6 No. 2 y No. 3.			X		Se verifica su cumplimiento extemporáneo.
6. No se culminó trabajos del captador de biogás (banquina Nº 6), donde se colocó un testigo, asimismo se presentan grietas en la banquina.			X		Se verifica su cumplimiento extemporáneo.
7. Se deberá solicitar al GAMLP, la Licencia Ambiental, así como la acreditación del derecho propietario, de la Celda 15 que se encuentra operando.		X			La celda 15 no está dentro del alcance de la Licencia Ambiental aprobada por la AACN. En esta celda se dispone 647 ton/día de acuerdo al reporte de SIREMU.
8. Se observó que aún se encuentran dispuestos los residuos de la contingencia sin cobertura alguna, en el área de los Estanques EG-6 y estanque anaerobio, oficinas y laboratorio de tratamiento de lixiviado.		X			Los residuos continúan sin cobertura.
9. Se debe reiterar la nivelación de los estanques EG - 7, EG - 8, y EG - 9.			X		Se verifica su cumplimiento extemporáneo.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla B-22 Inspecciones 16ta (24/07/2019)

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
1. Se evidencio que en la celda 15 no se está realizando la cobertura diaria con material terreo, puesto que se encuentra en operación.		X			De acuerdo a la información proporcionada a la auditoria, se observa que en la celda 15 no se está realizando la cobertura diaria con material térreo.
2. El GAMLP debe informar en el marco de que Licencia Ambiental realiza esta actividad (celda 15). Así mismo debe acreditar el Derecho propietario.		X			La celda 15 no está dentro del alcance de la Licencia Ambiental aprobada por la AACN. Se observa la falta de acreditación del Derecho propietario.

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
					El GAMLP justifica que El RSNJ cuenta con Licencia Ambiental vigente hasta octubre del 2020. Se remitirá la información Solicitada; sin embargo, la GAMLP no se refiere a la celda 15.
3. Se observó que aún se encuentran dispuestos los residuos de la contingencia sin cobertura alguna, en el área de los Estanques EG-6 y estanque anaerobio, oficinas y laboratorio de tratamiento de lixiviado.		X			Los residuos continúan sin cobertura.
5. Se verificó que el banco de queques, se encuentra fuera de los predios del RSNJ, sin la implementación de las medidas ambientales: Impermeabilización, cobertura, sistemas de drenaje pluvial, entre otros.		X			La construcción del banco de queques se encuentra fuera de los predios del Relleno Sanitario. Su LA no incluye esta actividad y el banco de queques no cuenta con impermeabilización, cobertura ni drenaje.
6. Aún continúan los afloramientos de lixiviado en la Banquina 6. Falta los trabajos de mantenimiento de los drenajes de lixiviado en la banquina.			X		Se verifica su cumplimiento extemporáneo.
7. Se observa aún los captadores de biogás de la celda 14 (b) de forma inclinada.		X			A la fecha siguen inclinados.
8. Se debe conformar y peinar el talud de la celda 14 b.			X		Falta realizar trabajos de peinado de talud.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla B-23 Inspección 18va (07 de agosto de 2019)

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
1. Se debe recomendar al GAMLP realizar el mantenimiento de la cobertura terrea, peinado de taludes, mantenimiento de drenaje para lixiviados y biogás de la celda 14 b, debido a que se encontraron residuos expuestos que producen malos olores y proliferación de vectores.		X			Los residuos expuestos se deben a los trabajos de corrección de captadores de biogás.
2. Se debe realizar la cobertura diaria con material terreo en la celda 15, donde se verificó su ausencia, generando la proliferación de vectores.		X			Los residuos de la celda 15 llegaron a nivel de coronamiento, no se encuentran con cobertura diaria. Durante las inspecciones propias de la auditoria continuaba dicha celda con los residuos expuestos.
3. Se debe solicitar al GAMLP remita los ensayos de soldaduras del sistema de impermeabilización.		X			De acuerdo a la verificación del AACN, los niveles 2 y 3 de la celda 15 se encuentran sin impermeabilización.
4. El GAMLP deberá remitir la información de los estanques EG-5, EG-6, EG-7, EG-8, estanque aerobio y de rechazo, aljibes entre otros, a causa de que el Estanque EG-9 colapsó y que en la					No se remite información.

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
inspección se evidenció el cese del trasvasado de líquidos lixiviados y al existir una generación diaria de lixiviados, al no contar con nuevos estanques para almacenamiento.		X			
5. Se debe recomendar al GAMLP remita el diseño e implemente una nueva planta de tratamiento de lixiviados, dado que, la Planta de Tratamiento de Lixiviados aún no fue rehabilitada.		X			No se remite el diseño y no se implementó la Planta de tratamiento de lixiviados.
6. Se recomienda solicitar al GAMLP el cronograma de disposición de residuos en celdas del área de los Estanques EG-6 y anaerobio, en vista de que aún se encuentran expuestos sin cobertura alguna.		X			No se remite cronograma.
7. Se debe reportar, la ubicación del nuevo banco de queques, los volúmenes depositados, las técnicas (si cuenta con impermeabilización, alturas de talud, superficie, conformación de banquinas, entre otros) y las medidas ambientales adoptadas, debido a que en el área de la celda 14A, se evidencio la disposición de queques.		X			No se evidencia la existencia de un reporte.
8. El GAMLP deberá remitir el Monitoreo de las emisiones de las fugas fugitivas, porque en la banquina 5 se evidenció fuga de biogás.		X			No hay evidencia de la remisión del monitoreo.
9. Se recomienda efectuar un mantenimiento al sistema de drenaje de lixiviados, debido a los afloramientos en los taludes y en la banquina 5.		X			Se evidencio que no existe mantenimiento de los canales de captación de lixiviados en la banquina 5.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla B-24 Inspección 19na (07/08/2019)

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
1. Se indica al GAMLP que el mantenimiento de los drenajes debería ser de manera permanente, independientemente si es época de lluvia o seca, en razón de que la infiltración de aguas de lluvia en las Macroceldas aumentará la generación de lixiviados y sobresaturará los mismos, aspecto que debería ser tomado en cuenta. El GAMLP señala la voluntad de realizar el mantenimiento de los sistemas de drenaje superficial y que el mismo sería realizado a inicio de la época de lluvia.			X		Se dio el cumplimiento extemporáneo. A la fecha de inspección el mantenimiento de los drenajes pluviales es deficiente, observándose sedimentos en el canal y ruptura en geomenbrana.
2. Los lixiviados deberían ser captados al pie de cada talud y por el drenaje en el nivel de desplante, lixiviados proveniente del afloramiento en taludes entre las banquinas 3-4 y 4-5, a objeto de garantizar la estabilidad de los mismos y así evitar riesgos		X			La AACN observó filtraciones de lixiviados en los taludes que soportan la banquina 6,5,4,3 y 2, en mayor proporción se visualiza el afloramiento de lixiviados en las banquinas 5 y 4

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
de desmoronamiento de celdas con contenido de residuos sólidos.					
3. Las banquinas y taludes en el Relleno Sanitario no se encuentran concluidas. Sin embargo, según lo especificado por el GAMLP las mismas ya se habrían concluido conforme lo establecido en el Plan de Contingencias. En ese sentido, se debe reportar el cronograma de mantenimiento de taludes y banquinas.			X		Según la AACN no se concluyó la conformación de banquinas y taludes en general. Según el GAMLP conforme al Plan de Contingencias específico se ha concluido con la conformación de banquinas y taludes, a la fecha de la presente inspección. En las inspecciones realizadas por la auditoria se evidencia el cumplimiento extemporáneo.
4. Los taludes que se conformaron producto de la contingencia de enero requieren adecuaciones y mantenimiento ya que al ser en algunos puntos conformados sobre el mismo deslizamiento los residuos quedan expuestos para su degradación. Se observó en algunos taludes y banquinas que aún no se terminaron de perfilar, no tienen una pendiente óptima.			X		A fines del mes de febrero se terminó la conformación de taludes en el RSNJ. De acuerdo a la opinión de la AACN los taludes no tienen pendiente óptima. Prevé la degradación por causa de las lluvias cubriendo con geomenbrana la superficie de las celdas con residuos sólidos, a excepción de las celdas 14b y 15.
5. Se debe señalar la fecha de conclusión de las obras, toda vez que a la fecha ya se debería contar con un sistema en total funcionamiento, que evite la acumulación de lixiviados en sectores no adecuados, y así también optimice la captación de los mismos de manera efectiva, habilitar sistemas de captación de lixiviados o bombeos para el almacenamiento con el fin de evitar sobresaturaciones de lixiviado en las banquinas y taludes, se recomienda se haga un seguimiento constante y evacuación de lixiviados en los taludes y banquinas, dado que, el sistema de captación de lixiviados superficial, semiprofundo y profundo en el nivel de desplante de los taludes, no están concluidos razón por la cual no estarían cumpliendo con su función.		X			No presentan la fecha de conclusión de obras y el cronograma respectivo.
6. El GAMLP indica "El sistema de drenaje superficial, profundo y semiprofundo (captación, conducción, drenajes transversales) de las banquinas se encuentra en proceso de construcción a través de un proyecto presentado por la empresa, conforme al manual de operaciones del RSNJ, las emisiones fugitivas que se		X			No se evidencia la presentación de un proyecto de sistema de drenaje superficial, profundo y semiprofundo. Por tanto, estas actividades no se encuentran aprobadas por la AACN.

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
presentan esporádicamente son controladas según procedimientos recurrentes".					
7. Se recomienda mejorar el control de establecimiento de captadores de biogás, habilitar los que fueran necesarios según norma, así también realizar un mantenimiento de los mismos, ya que algunos se encontraban anegados de lixiviados. Realizar un monitoreo constante de la aparición de fisuras con el objetivo de evitar emisiones fugitivas. Es necesario evaluar la estabilidad en los taludes, dado que existen captadores de biogás en los taludes, lo que evidencia una mala planificación respecto a la ubicación de los captadores de biogás			X		En los taludes de las banquinas 5 y 4, se observa captores de biogás. Una vez impermeabilizado el RSNJ con geomenbrana se reacondicionó y redujo los 76 captadores de biogás que fueron verificados por el equipo auditor. También se evidenció la existencia de un par de captadores de biogás que se encontraban ubicados en los taludes del RSNJ. No se encuentra evidencia sobre la evaluación de la estabilidad de los taludes.
8. Se debe realizar un control con indicadores cuantificables sobre la estabilidad de los taludes, en razón de que existe grietas o fisuras en los taludes, dichos hallazgos se relacionan con la estabilidad de los taludes; este control deberá ser minucioso en época de lluvia.			X		La dirección General de Gestión de Riesgos del GAMLP, implemento varias líneas de control a lo largo del RSNJ. No se verifico la existencia de reportes de monitoreo de estabilidad de taludes.
OBRAS COMPLEMENTARIAS EN EL RSNJ					
9. Las Obras complementarias se encuentran fuera del RSNJ, las cuales no cuentan con LA y deben ser tramitadas por el GAMLP porque fueron reportadas en el Plan de Contingencias.		X			No presentan evidencia del trámite instruido.
10. Se debe acreditar el derecho propietario y/o convenios de todas las áreas intervenidas, como ser las obras complementarias, bancos de préstamo de material terreo, banco de queques, entre otros, mismas que son parte del Relleno Sanitario Nuevo Jardín.		X			El GAMLP indicó que el Derecho Propietario de las 4 hectáreas donde se implementaron las obras complementarias, es de la Empresa TERSA S.A.; sin embargo, no se presentó la documentación que acredite dicho derecho propietario.
11. Se verificó que no se cuenta con pozos de monitoreo para el control de las aguas subterráneas; en ese sentido, se debe especificar el plazo máximo en el que se realizará la implementación de los pozos de monitoreo por el GAMLP.		X			No cuentan con pozos de control de aguas subterráneas en la parte baja del área del suceso del 29/07/2019, por lo que no se realiza monitoreo.
12. Se debe dar a conocer el lugar de disposición de queques con sus características técnicas correspondientes (diseño, capacidad, entre otros), debido a		X			Actualmente no se cuenta con banco de queques y no se está realizando un manejo adecuado de los suelos

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
que no se cuenta con un banco de queques para la disposición del material deslizado.					
13. Se debe realizar la impermeabilización de los drenajes pluviales en los estanques EG-7, EG-8 y EG-9, previendo que no exista erosión en el terreno aguas abajo.		X			Los drenajes pluviales de los estanques no se encuentran impermeabilizados. El GAMLP indica que se instruirá a la Empresa la impermeabilización de las cunetas mencionadas
14. Se debe aclarar las acciones que se están llevando a cabo para el almacenamiento de los lixiviados que se generan en la celda 15, en vista de que la capacidad total del EG-7 es de 5635 m^3 y al momento de la inspección se encontraba con un volumen de 5630 m^3; al respecto, según la información detallada el EG-7 no tiene capacidad para almacenar lixiviados por más tiempo, asimismo señalaron que no se encuentran realizando el trasvase.				X	Se informó en una inspección que el SIREMU estaba en proceso de implementar una Planta de tratamiento de lixiviados con innovaciones respecto de sistemas de tratamiento. Por otra parte, la práctica de elaboración de queques ha sido utilizada para disminuir la necesidad de contar con una capacidad instalada capaz de afrontar todos los requeriientos.
15. Se debe reportar la eficiencia del tratamiento anaerobio en el estanque EG-7, el tiempo de retención, calidad del efluente, entre otros.		X			No se evidencia la existencia de ningún reporte del monitoreo del tratamiento anaerobio.
16. En la celda 15 no se verificó cobertura diaria con material terreo, los residuos sólidos se encuentran expuestos, lo que derivó en la presencia de vectores (gaviotas); lo que podría derivar en una propagación más rápida y dispersa de contaminantes biológicos.		X			No se verifico la existencia de reportes de cobertura diaria de la celda 15.

Fuente: Elaboración Propia

Nota Durante la inspección no se visitó la planta de tratamiento de lixiviados, no obstante, la misma se encuentra en proceso de rehabilitación. Sin embargo, la AACN afirma que la Planta de Tratamiento de lixiviados no se encuentra rehabilitada. En fechas posteriores (05/12/2019), el equipo auditor evidenció que la PTL todavía no estaba funcionando.

Tabla B-25 Inspección 20va (22/08/2019)

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
1. El GAMLP debe rehabilitar la Planta de Tratamiento de Lixiviados a la brevedad posible, en vista de que a la fecha los lixiviados son almacenados en estanques y aljibes.		X			No existe la rehabilitación de una Planta de tratamiento de lixiviados, compuesta por las fases biológica, y físico químicas. Solo se implementó un módulo de sedimentación en fecha diciembre de 2019.
2. Se debe corregir el nivel de la superficie donde se encuentra los 3 aljibes, área colindante al EG-7, para evitar posibles fugas de lixiviado, a la brevedad posible.			X		El área de implementación de aljibes, cuenta con una superficie parcial nivelada. EL GAMLP indica que se corregirá el terreno de los aljibes

Disposiciones emanadas por la AACN	CUMPLIMIENTO				Verificación de su cumplimiento
	SI	NO	CP	NA	
3. En la celda 15 se recibió residuos sólidos del aseo urbano hasta el 20-08-2019. Actualmente recibe residuos remanentes del deslizamiento del 15 de enero de 2019. El RSNJ aún continúa operando, ya que los residuos patógenos son dispuestos en la Celda destinada para este fin.		X			Hasta la última inspección de campo, se constató que se continuaba sin cobertura diaria.

Fuente: Elaboración Propia. Donde: SI= Si Cumple; No= No Cumple; CP= Cumple parcialemente; SE= Sin Evidencia

Bajo este antecedente se determinan evaluaciones del Grado de Afectación que habría sufrido el Relleno Sanitario, a raíz del desplazamiento de una masa de Residuos Sólidos y reportados en los informes de las inspecciones técnicas entre el periodo del 18/01/2019 al 22/08/2019, cuya verificación de su cumplimiento en la AA, se basó a la documentación proporcionada por el MMAyA, GAMLP y TERSA, valorándolo de acuerdo a la siguiente notación: cumplió (SI), no cumplió (NO), cumplimento parcial (CP), No aplica (NA). A continuación, se inserta la tabla.

Tabla B-26 Porcentaje de Cumplimiento

Grado de cumplimiento	Porcentaje
Si Cumple (SI)	10,4
No cumple (NO)	59,4
Cumple parcialmente (CP)	26,0
No Aplica (NA)	4,2

Fuente: Elaboración Propia

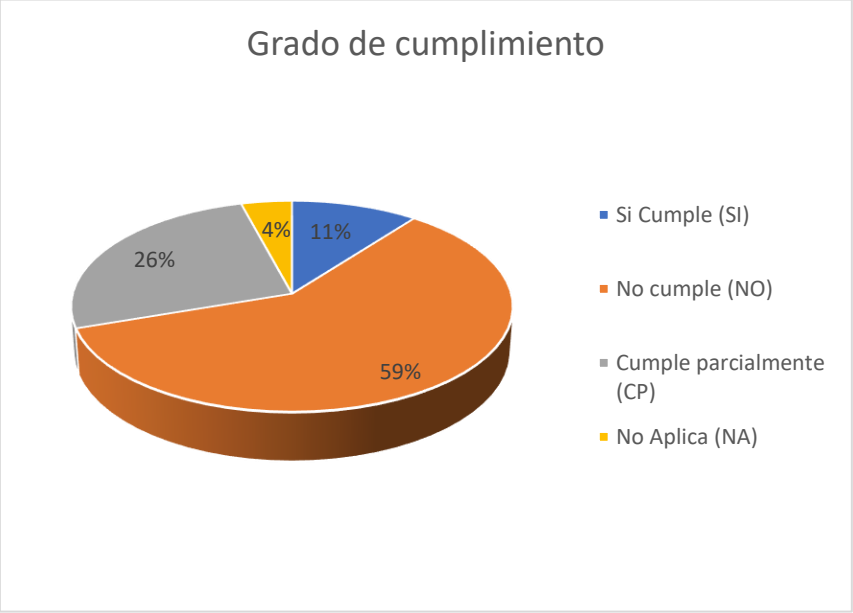


Gráfico B-2 Porcentaje de Cumplimiento
Fuente: Elaboración Propia

B.7 Conclusiones Generales

Como resultado de la evaluación técnica y legal, se concluye lo siguiente:

1. El evento acontecido el 15 de enero de 2019, excedió el límite del predio aprobado en el MA, afectando áreas indirectas en una superficie de 16.58 Ha que fueron empleadas para atender el suceso. Ese exceso no autorizado tampoco diseñado de acuerdo a la NB 760, área operativa y de amortiguamiento, incumple la Ley 1333 art 20, inc. a), por parte de GAMLP como Titular de la Licencia Ambiental, el Operador, GADLP (DDMT) y la Autoridad Ambiental Competente Nacional (AACN).

2. El área del RSNJ tiene características desfavorables para la implementación de obras civiles. Bajo el condicionamiento de la NB 760.

3. Volumen y superficie desestabilizada por el deslizamiento de la masa de residuos sólidos registrado el 15 de enero de 2019, dio lugar a pérdida de infraestructura e impactos ambientales al agua, aire y suelo, incumplimiento al RPCA artículo 98 incisos a) y c) y NB 760, por parte de GAMLP como Titular de la Licencia Ambiental, el Operador, GADLP (SDDMT) y la Autoridad Ambiental Competente Nacional (AACN).

4. Volumen de lixiviado derramado accidentalmente por el deslizamiento del RSNJ (cálculo aproximado) fue de 10,950.00 m³ (ver página 100, párrafo A.5.2) que llegó y excedió a la quebrada Alpacoma, causó un deterioro a la calidad del agua de la quebrada, que fue colmatada por residuos sólidos y con un caudal intempestivo de lixiviado, se considera una infracción administrativa de Impacto Ambiental por DS 28592 art 17 paragrafo II, incisos e), e i), por parte de GAMLP como Titular de la Licencia Ambiental, el Operador, GADLP (SDDMT) y la Autoridad Ambiental Competente Nacional (AACN).

5. La conformación de Macroceldas y celdas fueron diseñadas y aprobadas por la AOP con variaciones importantes al diseño aprobado en el MA para su construcción, incurriendo en infracción administrativa de impacto ambiental dispuesto por el DS 28592 articulo 17 paragrafo II, incisos e) e i), por parte de GAMLP como Titular de la Licencia Ambiental, GADLP (SDDMT) y Operador.

6. En el Diagnóstico por resultados reportados por laboratorios acreditados para la calidad del aire, existe un grado de contaminación por PBV de Contaminado a Muy Contaminado existe un grado de contaminación hídrica de la quebrada Alpacoma, y existe contaminación de suelos por la elaboración de los "queques", se comete una infracción administrativa de imapcto ambiental, por parte del Operador.

7. El deslizamiento de los residuos sólidos contenidos en la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3, ha generado Impactos ambientales en la calidad del aire, aguas superficiales, suelo (sedimentos) generando contaminación al medio ambiente circundante, tipificándose dicha acción como acción administrativa de impacto ambiental, por parte del GAMLP como Titular de la Licencia Ambiental, el Operador y GADLP (SDDMT).

8. No se documentan estudios geotécnicos a detalle y puntuales en las zonas de disposición final de residuos sólidos, ni en etapa de diseño ni de operación del RSNJ, lo cual es una inobservancia a la NB 759 acápite 4 y NB 760 acápite 5, por parte de GAMLP como Titular de la Licencia Ambiental, el Operador y la Autoridad Ambiental Competente Nacional (AACN).

9. Omisión en la identificación de deficiencias, plan de adecuación ambiental y programa de monitoreo para los factores Riesgos, Suelo y Subsuelo, incumpliendo el RPCA artículo 152, por parte de GAMLP como Titular de la Licencia Ambiental, el Operador, GADLP (SDDMT) y la Autoridad Ambiental Competente Nacional (AACN).

10. La Licencia Eventual tuvo siete (7) ampliaciones durante 5.5 años, y seis meses sin contar con una Licencia Ambiental, lo que imposibilitó detectar oportunamente impactos ambientales y no presentar IMAs en los periodos, con lo que se contraviene al RGGA artículo 96° artículo h), el RMCA artículo 68° y el RMCH artículo 74°, por parte de GAMLP como Titular de la Licencia Ambiental, GADLP (SDDMT) y a partir del segundo semestre, año 2006, el Operador.

11. Durante el deslizamiento de los residuos sólidos del RNSJ, la población aledaña sintió su afectación, a su salud, debido a emanaciones de fuertes malos olores y la presencia de vectores (moscas, cucarachas) hasta una distancia de 1000 metros a la redonda, lo que transgrede lo dispuesto en la Ley de Medio 1333 artículo 20 inciso e), por parte de GAMLP como Titular de la Licencia Ambiental, el Operador, y GADLP (SDDMT).

Verificación de cumplimiento de requerimientos administrativos y ambientales (Tabla B-1) y Disposiciones emanadas por la AACN

12. De la verificación de cumplimiento de requerimientos administrativos y ambientales previstos en la normativa vigente aplicable a la actividad ambiental, se evidencia su incumplimiento conforme se presenta de manera sistemática en la Tabla B-1.

13. Las Disposiciones emanadas por la AACN a raíz del deslizamiento, se realizaron mediante inspecciones técnicas entre el periodo del 18/01/2019 al 22/08/2019, cuya verificación de su cumplimiento en la AA, se basó a la documentación proporcionada por el MMAYA, GAMLP y TERSA.

B.8 Recomendaciones

1. Hacer conocer los alcances del presente informe legal a la Autoridad Ambiental Competente a efecto de que se dé cumplimiento a lo previsto en la Ley de Medio Ambiente, su reglamentación y demás disposiciones conexas respecto a las conclusiones arribadas precedentemente y adoptar las acciones y procedimientos que correspondan.
2. Ajustar las medidas de mitigación y remediación planteadas por la AA con relación a los hallazgos identificados y los casos que correspondan, según lo informado en el reporte final de la auditoría ambiental, estableciendo plazos para su implementación, monitoreo y control.
3. En aplicación de los Artículos 97 y 98 de la Ley de Medio Ambiente, instruir al GAMLP de manera urgente el establecimiento e implementación de medidas de adecuación ambientales que sean necesarias con la finalidad de mitigar los impactos producidos con el objeto de evitar causar

efectos negativos sobre los factores ambientales, de acuerdo a lo reportado precedentemente en el presente informe legal.

C. Dictamen de la Auditoria Ambiental

C.1 Elaboración de los estudios

Para poder efectuar el Dictamen, conforme las normas de auditoría, concordante con lo solicitado por los Términos de Referencia del DBC, se efectuaron todos los estudios requeridos, a fin de cumplir con los objetivos (generales y específicos).

A continuación, se inserta el cuadro donde se demuestra el cumplimiento de los Objetivos Específicos por Actividad. Cada actividad, enunciada en la Fase 1 y desarrollada en la Fase 2 de la Auditoría, sirvió de base, tanto para los hallazgos como para el presentente Dictamen.

Tabla C-1 Cumplimiento de Objetivos Específicos para Dictamen de Auditoría

Objetivos Específicos		Actividad		
N°	Descripción	N°	Descripción	Tareas
1	Definir el área de estudio (área de influencia directa e indirecta), entendida como el espacio donde se generaron los impactos ambientales negativos y las áreas donde alcanzan sus efectos en el medio ambiente y salud humana.	2	Establecimiento del Área de Influencia	Definición Área de Estudio
				Definición de Curso Superficial de agua Alpacoma
		7	Levantamiento Topográfico	Levantamiento topográfico del área del terreno del RSNJ y de las áreas afectadas
				Incorporación georeferenciada de puntos de toma de muestras
		9	Identificación de las Principales Fuentes de Contaminación	Consideraciones Generales
				Clasificación de los Residuos Sólidos Municipales (RSM)
				Fuentes de Contaminación
				Factor Aire
				Suelos
		11	Detección de los Impactos Ambientales Negativos de la AOP	Identificación de las causas del colapso de la Macro celda 4 y parte de la Macro celda 3
				Ficha Técnica del Diseño Original del Proyecto Relleno sanitario Nuevo Jardín
2	Identificar y evaluar las causas del colapso de la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín y el grado de afectación a otras infraestructuras dentro del relleno sanitario.	11	Detección de los Impactos Ambientales Negativos de la AOP	Identificación de las causas del colapso de la Macro celda 4 y parte de la Macro celda 3
				Ficha Técnica del Diseño Original del Proyecto Relleno sanitario Nuevo Jardín
3	Definir la superficie y volumen total del área desestabilizada por el deslizamiento de la masa de residuos sólidos.	7	Levantamiento Topográfico	Levantamiento topográfico del área del terreno del RSNJ y de las áreas afectadas
				Incorporación georeferenciada de puntos de toma de muestras
		8	Geología y Geotecnia	Geología
				Estudio Geotécnico
				Estudio geofísico
4	Determinar el volumen de lixiviado que fue descargado producto del deslizamiento	9	Identificación de las Principales Fuentes de Contaminación	Consideraciones Generales
				Clasificación de los Residuos Sólidos Municipales (RSM)
				Fuentes de Contaminación
				Factor Aire
				Suelos

Objetivos Específicos		Actividad		
N°	Descripción	N°	Descripción	Tareas
5	Realizar un análisis comparativo de los diseños de ingeniería y medidas de adecuación ambiental originalmente propuestos y aprobados en el Manifiesto Ambiental, con el estado real de construcción y disposición de macroceldas, estanques de lixiviado, etc.	12	Identificación de Factores que Posiblemente Ocasionaron el Evento	Identificación de las causas del colapso de la Macro celda 4 y parte de la Macro celda 3
				Ficha Técnica del Diseño Original del Proyecto Relleno sanitario Nuevo Jardín
				Supervisión de la Operación de Disposición Final de Residuos Sólidos
				Factores que posiblemente ocasionaron el deslizamiento
6	Realizar un diagnóstico y evaluación de la situación actual de todos los factores y aspectos ambientales afectados por el deslizamiento: aire, agua (superficial y subterránea), suelo y socioeconómico en el área de estudio.	3	Inspección y Evaluación Ambiental en el Área de Estudio	Tipos de inspección
				Planificación de las Inspecciones
				Inspecciones y Evaluaciones del Sitio a Auditar
				Evaluación Ambiental del Área de Estudio
		4	Programa de Muestreo de los Factores Ambientales	Objetivos
				Agua superficial
				Agua Subterránea
				Calidad del Aire
				Suelos
				Flora y Fauna
				Análisis Socioeconómico y de Salud
				Pluma Contaminante
		6	Diagnóstico de la Situación Actual	Introducción
				Antecedentes
				Alcance
				Objetivo General
				Objetivos Específicos
				Metodología
7	Identificar y evaluar los impactos ambientales producidos por el deslizamiento de los residuos sólidos contenidos en la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 del Relleno Sanitario Nuevo Jardín, y evaluación de los efectos ambientales negativos en el área de estudio.	4	Programa de Muestreo de los Factores Ambientales	Objetivos
				Agua superficial
				Agua Subterránea
				Calidad del Aire
				Suelos
				Flora y Fauna
				Análisis Socioeconómico y de Salud
				Pluma Contaminante
		10	Identificación, Inventario y Evaluación de Impactos Ambientales Negativos que Inciden en el Área de Estudio	Identificación de Impactos generados por la AOP
				Inventario y Evaluación de Impactos Negativos
		9	Identificación de las Principales Fuentes de Contaminación	Consideraciones Generales
				Clasificación de los Residuos Sólidos Municipales (RSM)
				Fuentes de Contaminación
				Factor Aire
				Suelos
		11	Detección de los Impactos Ambientales Negativos de la AOP	Identificación de las causas del colapso de la Macro celda 4 y parte de la Macro celda 3
				Ficha Técnica del Diseño Original del Proyecto Relleno sanitario Nuevo Jardín

Objetivos Específicos		Actividad		
N°	Descripción	N°	Descripción	Tareas
8	Realizar todos los estudios, análisis, mediciones y evaluaciones de campo que se requieran para el cumplimiento de los objetivos y alcance de los términos de referencia, generando documentos de respaldos, los cuales serán emitidos y firmados por profesionales y laboratorios acreditados para tal fin.	TODAS LAS ACTIVIDADES		
9	Evaluar el grado de cumplimiento/efectividad de las medidas propuestas e implementadas en el marco del Plan de Contingencias que se encuentra en ejecución.	13	Efectividad y Grado de Cumplimiento	Evaluación de las medidas de respuesta a contingencias implementadas
				Comparación de Diseños en el M.A con lo representado en RSNJ
		17	Auditoría de Cumplimiento	
10	Identificar las zonas de riesgo potencial a corto, mediano y largo plazo.	11	Detección de los Impactos Ambientales Negativos de la AOP	Identificación de las causas del colapso de la Macro celda 4 y parte de la Macro celda 3
				Ficha Técnica del Diseño Original del Proyecto Relleno sanitario Nuevo Jardín
11	Evaluar los aspectos sociales que pudieran haber sido afectados en el área de estudio.	10	Identificación, Inventario y Evaluación de Impactos Ambientales Negativos que Inciden en el Área de Estudio	Identificación de Impactos generados por la AOP
				Inventario y Evaluación de Impactos Negativos
12	Establecer mediante documentación existente, criterios técnicos y otra información pertinente, si el cuerpo de agua Alpacoma, el cual se encuentra colindante al RSNJ, es un río o quebrada.	2	Establecimiento del Área de Influencia	Definición Área de Estudio
				Definición de Curso Superficial de agua Alpacoma
		7	Levantamiento Topográfico	Levantamiento topográfico del área del terreno del RSNJ y de las áreas afectadas
				Incorporación georeferenciada de puntos de toma de muestras
		8	Geología y Geotecnia	Geología
				Estudio Geotécnico
				Estudio geofísico
13	Establecer lineamientos para el cierre técnico del RSNJ.	16	Lineamientos para el Cierre del RSNJ	

Fuente: Elaboración Propia con base en Informe Fase 1 e Informe Fase 2

C.2 Conclusiones Generales

1. El sitio del emplazamiento del RSNJ en La Comunidad de Alpacoma está caracterizado por problemas de índole geológico con suelos inestables en un 70% en esta comunidad. Contradictoriamente, en el mismo párrafo (punto 2.32.1 Descripción del Sitio de Emplazamiento, Anexo 2 del MA) se concluye que el área del emplazamiento se encuentra en un sector estable, según informes (no conocidos) de autoridades del GAMLP. En la zona, existieron deslizamientos antiguos de gran magnitud y debieron su origen a condiciones

hidrogeológicas diferentes a las actuales. Los deslizamientos recientes o remociones en masa son producidos por la acción de los ríos y quebradas al pie de los taludes.

2. El área del RSNJ tiene características desfavorables para la implementación de obras civiles. El sector está caracterizado por materiales no consolidados que dan lugar a la presencia de geoformas asociadas a fenómenos de erosión hídrica severa.
3. El Gobierno Autónomo Municipal de La Paz y la Empresa operadora Tersa S.A., no contaron ni cuentan hasta la fecha con un Proyecto a Diseño Final, excepto el diseño que se presentó en el Manifiesto Ambiental (MA) aprobado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA). Para la construcción de las celdas la Empresa TERSA S.A., presentaba diseños a consideración de SIREMU, quiénes después de su revisión ordenaba su construcción.
4. La propuesta de diseño de las Celdas de TERSA S.A para el RSNJ., no fueron presentadas en el trámite de las ampliaciones de plazo para las Licencias Eventuales, ni para el Manifiesto Ambiental.
5. Al inicio de las operaciones, la empresa TERSA presenta un proyecto de la Celda 3 y SIREMU lo aprueba, no era parte de la propuesta técnica del proceso de Licitación – Adjudicación.
6. La Celda Nº 3 de la Macrocelda Nº 1, no fue construida con nivel de desplante al nivel de la Formación La Paz.
7. El plano de falla del bloque desplazado fue producido por los trabajos de acarreo de residuos estables de las celdas de emergencia N° 1 y N° 2, desde la cota 3.585 msnm al nivel 3.560 msnm; en forma de talud.
8. El RSNJ carecía de obras hidráulicas de control de escorrentía superficial hacia las Celdas y Macroceldas de residuos sólidos, comprobado al inicio de las Actividades en el Sitio a Auditar. Durante el periodo de 05/11/2019 al 28/03/2020 se construyeron y adecuaron dichas obras hidráulicas para su funcionamiento en la época de lluvia (Diciembre/2019 a abril/2020) y sucesivamente.
9. El sistema de drenaje de lixiviados en el RSNJ era deficiente hasta el inicio de las Actividades en el Sitio a Auditar. Posteriormente, dicho sistema fue rediseñado y adecuado.
10. El trámite de Licencia Ambiental fue iniciado ante el Gobierno Autónomo Departamental de La Paz, bajo el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Posteriormente, fue cambiada la modalidad, justificando una "emergencia sanitaria" y se obtuvo una Licencia Eventual, aplicando el RGRS, art 86°; vigente en ese momento (2004).
11. La Licencia Eventual fue ampliada por siete (7) oportunidades consecutivas durante seis (6) años (De octubre/2004 a abril/2010), bajo la situación de emergencia, obtenida inicialmente para la operación de la Celda de Emergencia (Macrocelda 4) por un tiempo no mayor a los 10 meses. Posteriormente, la AAD concede prórrogas y ampliaciones de la Licencia Eventual autorizando la operación de las Macroceldas 1 y 2.
12. El Manifiesto Ambiental aprobado no considera la evaluación de los Anexos A, B y C para los dos factores ambientales como Riesgos, Suelos y Subsuelos. Tampoco considera la aplicación de medidas de adecuación para los dos factores o su seguimiento ambiental
13. La identificación y evaluación de impactos para el factor aire define que se encuentra con límites permisibles en exceso para las concentraciones referenciales de Partículas Biológicas Viables y Olores, en tanto, las partículas suspendidas cumplen los estándares nacionales, así como los niveles de ruido.
14. Para el tratamiento del lixiviado se propone la implementación de una Planta de Tratamiento de Lixiviado (PTL) en un tiempo de 12 meses, a partir de la aprobación de su Licencia Ambiental. Este compromiso es cumplido después de 24 meses. Cuando el relleno sanitario Nuevo Jardín ya contaba con ocho (8) años de vida útil (de 2004 a 2012) y el tratamiento durante este tiempo

estuvo dedicado completamente a la elaboración de queques con alto impacto sobre el factor suelo, generando un segundo impacto a la calidad del aire.

15. El funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Lixiviado no cuenta con resultados analíticos sobre la eficiencia del sistema de tratamiento del lixiviado anaeróbico, aeróbico y fisicoquímico que podría garantizar la disposición de ese lixiviado en el suelo del RSNJ por medio del regado de vía internas y lugares de vegetación.

C.3 Conclusiones Particulares

C.3.1 Causas del colapso

Los factores primarios en el colapso fueron:

1 Incompleta aplicación del concepto de relleno sanitario, definido y comprendido como obra de ingeniería civil, que combina preceptos de varias disciplinas como geología, hidrogeología, hidráulica, mecánica de suelos, gestión de maquinaria y equipo, depuración de lixiviados, etc., cuyas acciones tienen impacto directo al medio ambiente.
2 Sobrecarga del área de emergencias, al disponer celdas diarias como medida paliativa a la finalización de la vida útil del RSNJ, reportado en la gestión 2014.
3 La falta de apreciación de los efectos de elevación de la superficie freática de lixiviados al interior de las celdas también fue evidente.
4 Las condiciones freáticas se vieron exacerbadas por las condiciones de la época de lluvias.
5 El peligro de una masa de desechos encaramado en talud, aumentando en altura y sujeto a la presión interna de la filtración no se percibió.

C.3.2 Hidrogeología

1. Se ha establecido el desplazamiento de la pluma de contaminación en el sentido de la dirección preferencial del sistema de flujo agua subterráneo.
2. El pozo de monitoreo ha interceptado altas concentraciones de lixiviado, recomendando implementar mayor número de puntos de control aguas arriba como aguas abajo.
3. La gradiente vertical puede alcanzar la superficie, por las condiciones hidrogeológicas dadas en la zona.
4. La modelación matemática, evidencia una zona preferencial de aguas subterránea (rango de color Rojo a Verde), ubicada en la parte inferior, de las celdas en zona Sur Oeste, específicamente a izquierda de la Doral Sur. Esta zona debe ser estudiada a más detalle recomendando una tomografía 3D, acompañada de un piezómetro multinivel.

C.3.3 Geología

Atendiendo a las descripciones y conclusiones del componente geología del documento del MA:

1. El área de estudio en general no presenta las mejores condiciones geológicas geotécnicas para obras de un relleno sanitario por los siguientes criterios:
   - El área de estudio presenta características de una intensa actividad geológica, donde se pueden observar rasgos de inestabilidad geodinámica, tales como deslizamientos, asentamientos, derrumbes, sifonamiento y otros.
   - La Superficie es accidentada y abrupta con pendientes media a elevada.

- Actividad hídrica temporal, compromete la estabilidad del suelo y obras por saturación de suelos y erosión superficial intensa
- Los suelos de compactación abierta, producto de la remoción en masa presentan las mismas características por el origen de los mismos
- El agente más importante que causa los efectos morfológicos e inestabilidad de los suelos es el agua pluvial por la intensa erosión superficial y la acción del agua meteórica, especialmente durante el tiempo de lluvias, en los meses de diciembre a marzo.
- La erosión superficial es intensa como resultado del escurrimiento del agua pluvial en época de lluvias, que por acción mecánica socava y ensanchan sus causes, formando canales, y cárcavas profundas que buscan su nivel de base local, constituidos por la quebrada Alpacoma.
- El agua meteórica por acción erosiva en la zona vadosa ocasiona sifonamiento, con diámetros importantes que constituyen un peligro potencial de colapso para las celdas del relleno sanitario.
- La saturación de los suelos por efecto del agua vadosa en época de lluvias podría incrementar la plasticidad de las arcillas, ocasionando inestabilidad en los taludes y en la misma masa del suelo ocasionando escurrimiento por fluidez.
- Las aguas superficiales que se insumen por grietas y fracturas en los materiales deslizados, posiblemente escurren sus aguas por los planos de contacto entre suelos deslizados antiguos o nuevos con mayor o menor grado de compactación y la Formación La Paz, constituyendo potenciales planos de deslizamiento.
- Los suelos son sueltos, muy permeables y de poca cohesión como producto de los movimientos en masa y coadyuvan el modelado y formas del terreno superficial. A mayor profundidad los sedimentos de la Formación La Paz, parecen más compactos e impermeables.
- Los derrumbes, asentamientos y deslizamientos están relacionados con la socavación de las laderas de ríos y quebradas, que presentan en muchos casos paredes casi verticales de más de 50 m como es el caso de la quebrada Alpacoma, así como una posible influencia de la actividad tectónica
- La ladera Este de la quebrada Alpacoma constituye la zona de mayor riesgo, donde se muestra la mayor dinámica geológica y se pueden observar deslizamiento y derrumbes de magnitud, colapsos y remoción en masa.
- Recientemente se produjo un deslizamiento importante en la ladera este de la quebrada Alpacoma que afectó al camino y otras obras que evidencia el peligro potencial para la construcción de obras civiles en el área de estudio. (Este deslizamiento sigue activo aguas arriba de los predios del RSNJ)

2. De acuerdo a esto se debía implementar un estudio sistemático de la geología del sector, para conocer con propiedad y detalle las características geológicas de las zona y lugares de intervención con obras civiles, debiéndose haber registrado estos trabajos de mapeo geológico en documentos con escalas adecuadas para ser compatibles con los planos As Build propios de un proyecto con obras civiles. Ninguna de las partes auditadas presentó un registro de trabajos de mapeos geológicos ejecutados en los 13 años de operación del RSNJ, por lo tanto, no es posible hacer una reconstrucción o identificación de la geología a detalle basada en información fidedigna y propia del proyecto por falta de control de ingeniería.
3. Los riesgos geológicos actuales corresponden a: caída de bloques de las partes altas de los taludes, activación o reactivación de deslizamientos (por mal diseño de taludes o falencias en la implementación de los diseños), fenómenos de remoción en masa de materiales sueltos producto de trabajos con maquinaria a lo largo de la quebrada Alpacoma, deben tenerse en cuenta para

establecer señalizaciones de trasnsito con precaución en sectores aledaños al farellón semivertical del sector este del RSNJ y evitar ejecutar cortes al pie de los taludes actualmente conformados.

C.3.4 Geotecnia y Geofísica

1. El análisis de las estaciones geomecánicas muestran que el macizo rocoso se comporta diferente con cada cambio en la litología, teniendo índices de RQD (calidad de descripción de la roca) de 16% en el sector de la estación EG-2, 25% en el sector de la EG-1 y 85% en el sector de la EG-3.
2. El análisis e interpretación de los datos de campo del macizo rocoso otorga a este un índice de calidad (RMR) de Clasificación III, con valoraciones entre 41-46 correspondientes a una roca de buena calidad.
3. Se efectuaron excavaciones de ocho pozos exploratorios, siete de estos alcanzaron profundidades de tres metros y uno de cuatro metros y medio. Todos ellos emplazados en afloramientos de terreno natural dentro del área del RSNJ. Tres de estos pozos se ubican en material deslizado de la Formación La Paz y cinco en depósitos in situ de esta formación.
4. Según los resultados en laboratorio las muestras corresponden en su totalidad a suelos tipo CL y SC.
5. Los ensayos SPT ejecutados in situ reportan suelos que corresponden a suelos arcillosos normalmente consolidados con consistencias blanda - rígida y a suelos arcillosos sobreconsolidados con consistencia muy rígida, con N variados, de 3 a 25 golpes.
6. Se realizó ensayos de permeabilidad in situ en dos pozos, obteniéndose resultados de coeficiente de permeabilidad (K) en el orden de 10^{-2} y 10^{-3}.
7. Se efectuaron dos análisis de cohesión (C) en dos muestras de dos pozos de exploración, los valores corresponden a arcilla semirígida.
8. Los valores de ángulo de fricción (ϕ) obtenidos en dos muestran son de 27,5 y 32 grados.
9. El peso específico de dos muestras obtenidas es de 0.002023 y 0.002049 kg/cm^3.
10. Se realizó un estudio geofísico por el método de tomografía electroresistiva, se obtuvieron ocho perfiles, en los cuales, por valores bajos de resistividad se puede apreciar extensas zonas saturadas y con presencia de líquidos.
11. En función a la interpretación de los perfiles geofísicos y reconocimiento de campo se programó la perforación de un pozo con el objetivo de alcanzar un nivel saturado y con presencia de líquido.
12. El pozo denominado PP-4 alcanzó la profundidad de 35 metros, cortando a los 23,0 – 25,5 metros el nivel saturado y con líquidos objetivo de la perforación.

C.3.5 Ambientales

1. La calidad del aire en el RSNJ no se encuentra impactada por partículas suspendidas totales y menores a 10 micrones (PST y PM10). Sin embargo, el Ïndice de Calidad del Aire (ICA) establece un riesgo muy alto para la salud. Existe impacto por la concentración de Partículas Biológicas Viables (PBV) en un grado de Contaminado a Muy Contaminado. Los olores o concentración de SH_2 representa una molestia olfativa hasta el perímetro del relleno.
2. La calidad de aguas superficiales (datos oficiales presentados en los informes de monitoreo semestrales al MMAyA de la quebrada Alpacoma, puntos RA-50 y RA-100) fueron calificadas como aguas residuales con estándares de calidad en franco deterioro, por sus concentraciones de sólidos suspendidos totales (SST), aceites y grasas (A&G), DBO_5, DQO, amonio (NH_4), fósforo (P), metales pesados como arsénico (As), cadmio (Cd), hierro (Fe) y plomo (Pb), y, particularmente, por la concentración de contaminación patógena que contiene de coliformes totales en exceso extremo a los límites permisibles.

3. La calidad de aguas subterráneas (muestras de tres (3) pozos con una profundidad de 4 metros. Datos oficiales promedio de 17 informes de monitoreo semestrales presentados al MMAyA de 2010 a 2018), sin Línea Base Ambiental (LBA), tienen excesos a límites permisibles referenciales para los parámetros de sólidos suspendidos totales (SST), DBO_5, DQO, amonio (NH_4), hierro (Fe) y principalmente coliformes con un valor de 11.000 como valor relativo e indicador ambiental, es decir, exceso al límite referencial en 11.000 veces.
4. Los resultados de monitoreo de la calidad de aguas superficiales de la quebrada Alpacoma llevados a cabo por los auditores, demuestran un deterioro incremental a su grado de contaminación en el tramo de los puntos de muestreo AG-01 AA ALPA, AG-02 AA ALPA y AG-03 AA ALPA, teniendo en cuenta que la longitud entre el primer punto y el tercero es de 2000 metros. La proporción de impacto alcanza hasta tres veces entre los dos puntos extremos, lo que implica la existencia de una fuente contaminante externa, coincidente con la parte sureste del RSNJ.
5. La pérdida de cobertura vegetal, compactación del suelo y remoción de tierra, en fauna, pudo determinar que algunas especies silvestres, como en el caso de los micromamíferos, hayan perdido su hábitat natural por las actividades constantes dentro el RSNJ. Así también, se tiene que considerar que la remoción de cobertura vegetal y las actividades diarias dentro el RSNJ han podido determinar, para algunas especies, la generación de hábitats y condiciones propicias, para la presencia de nuevas especies silvestres y exóticas invasoras.

C.3.6 Salud

Se evidenció que los niños que viven en las comunidades cercanas al RSNJ no presentan alteraciones en el seguimiento de sus índices de peso y talla.

1. Los efectos de la exposición en la salud de la población aledaña al RSNJ, está en parte mediado por variables relacionadas con la condición sociodemográfica, socioeconómica y de salud (ingreso, seguro de salud, condiciones de la vivienda, nivel educativo, condiciones socioculturales, etc.) y la presencia de ladrilleras, lo cual muestra una variabilidad alta de factores de riesgo que hacen a la población residente cerca al relleno sanitario de Alpacoma sea más o menos vulnerable.
2. La población aledaña a la zona de influencia del relleno sanitario de Alpacoma y los trabajadores perciben que éste afectaría a su salud y el medio ambiente. El proceso de urbanización no planificado que ha vivido la zona en torno al relleno sanitario de Alpacoma, ha posibilitado la presencia de población en áreas que no fueron concebidas como zonas residenciales, la norma boliviana indica que no debe haber ningún tipo de urbanización a 1 km alrededor del relleno sanitario. Por lo tanto, una fracción de la comunidad presenta desventajas en acceso a servicios públicos como agua potable y alcantarillado completo, transporte público, espacios de recreación, etc., lo que contribuye objetiva y subjetivamente a impactar su salud y la percepción que tienen sobre ella.
3. Analizando el perfil epidemiológico gran parte de la población presenta o presentó síntomas de tipo irritativo de vía área, digestiva y oftalmológica que podrían estar relacionadas a la cercanía del relleno sanitario, así como al tránsito de las movilidades que generan gran cantidad de polvo, aunque también podrían estar atribuidos a la exposición a las ladrilleras de la zona.
4. El estudio de casos controles que evaluó el impacto del RSNJ en la salud de los grupos poblacionales vulnerables que viven en su área de influencia directa e indirecta determinó que no existe riesgo estadísticamente no significativo, dicha conclusión puede estar solapada por la presencia de las ladrilleras.

C.3.7 Estabilidad de Taludes

Se ha presentado una metodología que permite evaluar la estabilidad mecánica en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín. El procedimiento propuesto evalúa las condiciones de estabilidad de un relleno sanitario, a partir del análisis de los parámetros resistentes y su condición mecánica, utilizando métodos geotécnicos tradicionales.

De las muestras de suelo extraídas se concluye que los suelos sobre los que se funda el relleno sanitario de son de granulometría fina, típicamente arcillas y limos de baja plasticidad.

De las diferentes calicatas ejecutadas se realizaron ensayos de humedad a diferentes profundidades encontrándose que el contenido de humedad decrece con la profundidad, lo que es de esperarse debido a que los primeros metros se encuentran en el frente de saturación debido a las variaciones climáticas y el nivel freático esta profundo (no fue detectado en ninguno de las calicatas).

El análisis de estabilidad se utilizó el programa SLIDE V.6.0 que obtiene el factor de seguridad mediante la técnica del equilibrio límite empleando la teoría de Bishop y Fellenius que satisface el equilibrio de fuerzas y momentos. Para el análisis no se consideró nivel freático y si la hipótesis de que la relación de presión de poros alcanza valores máximos de 0,4 (hipótesis que involucra la existencia de mecanismos de drenaje de lixiviados y venteo de gases y el efecto de la recirculación) y que la fuerza debida a sismo corresponde a la zona 2 de amenaza sísmica con intensidad de sobrecarga horizontal de 10%g.

Para el análisis de los taludes para las 4 secciones, más desfavorables se tomaron en consideración como mínimo requerido los factores de seguridad 1.50 para la condición estática y 1.10 para la condición pseudo-estática, esto arrojó como resultado:

- En condiciones estáticas, cumple con el factor de seguridad mínimo de acuerdo a la geometría de la topografía actual.
- En condiciones Pseudo-estáticas la geometría de la topografía actual,
- No cumple con el factor seguridad mínimo, por lo tanto, con la modificación de la geometría del talud, ancho de berma y altura de talud, a los diferentes niveles del relleno sanitario, se incrementa hasta obtener el factor de seguridad mínimo de los taludes en condiciones Pseudo-estáticas.

C.4 Recomendaciones

C.4.1 Recomendación General

Sanear el aspecto de la tenencia de los predios donde se desarrollan los trabajos, en vista de que no existen títulos más que de aproximadamente 40 Ha. y se está ocupando mayor cantidad de terreno, para la celda 15 y la celda Saka Churu, además de no tener definido el sitio para el banco de queques.

C.4.2 Recomendaciones Técnicas Para la Implementación de Medidas

(De Mitigación y Alternativas de Remediación)

Estas recomendaciones estarán planteadas en función al futuro empleo de esta infraestructura que estaría programada para su reinserción paisajista como área de recreación. Sin embargo, se plantea una interferencia (por ahora sin una clara definición), la operación del nuevo relleno sanitario Saka

Churu en actual operación de ubicación muy cercana al Relleno Sanitario Nuevo Jardín en etapa de cierre y post cierre.

El actual relleno sanitario en funcionamiento emplea parte de la infraestructura del RSNJ (balanza, caseta de control, comedor, cocina, baños, duchas, caminos de acceso y vías internas). Ambientalmente, el relleno en operación tiene actualmente un grado de impacto sobre el relleno auditado, aunque podamos hacer abstracción de este hecho, las recomendaciones técnicas para la implementación de medidas de mitigación y alternativas de remediación podrían no ser aplicables en el alcance de las mismas; pero queda sin responsabilidad para la empresa auditora, ya que nos ceñiremos a los términos de referencia de la AA.

En cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 12 del Decreto Supremo N° 28499, se expresa una opinión sobre la efectividad y grado de cumplimiento de todas las medidas propuestas e implementadas en el marco de las licencias ambientales, gestión ambiental desarrollada de manera interna por la GAMLP, conforme a regulaciones nacionales y verificar el grado de cumplimiento de la normativa ambiental vigente, dentro del alcance de las medidas de mitigación y remediación:

1. El cumplimiento irrestricto de la normativa ambiental en el alcance comprometido en los documentos ambientales.
2. Definición clara y precisa de la política de la disposición de la gestión del manejo de los residuos sólidos domésticos, a través de programas de comunicación a la población en general, en particular a la población circundante.
3. Aplicación de medidas de adecuación adicionales propuestas en la presente auditoría dentro del Plan de Cierre de la AOP.
4. Gestión Técnica y ambiental del manejo del líquido lixiviado
5. Tratamiento integral del lixiviado en una Planta de Tratamiento de Lixiviado (PTLL) debe garantizar su eficiencia hasta los niveles de calidad propuestos en el Manifiesto Ambiental.
6. Complementariamente, la capacidad de la Planta de Tratamiento de Lixiviado debe estar sustentada en un Balance Hídrico actual a su generación, considerando que el tratamiento del lixiviado en la elaboración de queques sea una opción alternativa y no represente el mayor volumen de tratamiento, debido a que genera impactos asociados a la calidad del aire (olor) y requiere la explotación de suelo original, así como disposición impermeabilizada, incrementado los costos operativos.
7. Las medidas de mitigación y de control técnicas del RSNJ deben considerar la ejecución de estudios preliminares como se dispone en la NB 742-760, como topografía; geología local, geomorfología, geotecnia; hidrología; hidrogeología y aguas subterráneas; balance hídrico; análisis de la calidad del lixiviado después de su tratamiento en la PTLL; resultados analíticos de los queques para contenido de metales pesados; análisis de biogás; establibilidad de taludes artificiales de suelo natural y estabilidad de taludes de celdas y Macroceldas.
8. Una vez logrados los resultados de cada uno de los estudios se iniciaran Proyectos a Diseño Final Planta de Tratamiento Biológico y Físico Químico de Lixiviados; Sistema de Drenaje Superficial; Control de Riesgos; Reubicación y Adecuación de los Residuos Deslizados; Morfología Superficial y Cobertura Final de Celdas y Macroceldas; Parquización del Nivel Superior de Celdas y Macroceldas; Mejoramiento de Vías; Tratamiento y Disposición Final de Queques; Zona de Amortiguamiento con Especies Arbustivas; Sistema de Extracción y Evacuación de Lixiviados; Sistema de Extracción y Evacuación de Biogás.
9. Su operativización de cada uno de los diseños comprenden al funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Lixiviados; muros vertederos y obras hidráulicas; de contención; construcción de Celdas para la Disposición Final de los Residuos Deslizados; Conformación y Cobertura Final

de Celdas y Macroceldas; parquización del nivel superior de Celdas y Macroceldas; conformación de capa de rodado y cunetas de vías; conformación de banco de queques; implementación de la zona de amortiguamiento con especies arbustivas; implementación del sistema de extracción y evacuación de lixiviados; de biogás; construcción de pozos de monitoreo para aguas subterráneas e implementación de un plan de monitoreo de los factores ambientales.

C.4.3 Recomendaciones Técnicas para la Estabilidad de Taludes

C.4.3.1 Base Técnica

El cumplimiento de los Objetivos Específicos relacionados con este capítulo referido a Estabilidad de Taludes, permite el conocimiento de la situación que genera la presente recomendación del Dictamen.

C.4.3.1.1 Objetivo Específico 1

Definición del área de estudio, para poder abarcar toda la extensión del terreno donde se llevan a cabo los trabajos relacionados a la disposición final de RRSS. En el Informe Fase 1 (página 158) se incluyó un capítulo destinado a este objetivo, correspondiente a la Actividad 1 de la Auditoría Ambiental, desarrollada en la Fase 2.

C.4.3.1.2 Objetivo Específico 5

Levantamiento topográfico, enunciado como actividad para el cumplimiento del Objetivo, se incluyó en la planificación (Informe Fase 1, página 165) y desarrollado en la Fase 2, mismo que fuera aprobado.

Se recomienda:

1. Se consideran adecuados los taludes 2H: 1V para los suelos SC (Arena Arcillosa) con un alto máximo de 5.0 m y 2. 5H:1V para el material de residuos sólidos con un alto máximo de 4.0 m.
2. En el sector donde se generó el derrame accidental y deslizamiento, no se recomienda cargar la zona baja, donde se dispuso anteriormente y donde se observan taludes más inclinados que el descrito como seguro.
3. Para el análisis se consideró un valor de la presión de poros (Ru) de 0.4, con recuperación de testigos para ser analizados en laboratorio que permitan determinar su valor exacto. De cualquier manera, dadas las condiciones de pluviosidad (pluviosidad baja) y la red de filtros y chimeneas colocada se espera que ese valor sea bajo. Se recomienda la instalación de piezómetros que permitirán evaluar el efecto de la recirculación de lixiviados en la presión de poros de la masa de residuos sólidos.
4. El material de la zona se considera impermeable, se debe tener cuidado al colocar la capa de cobertura diaria debido a que puede generar zonas como bolsas aisladas en los que no pueden escapar los gases ni drenarse los lixiviados. Para evitar esta situación las chimeneas deben estar conectadas con el sistema de filtros en la base y siempre debe haber material filtrante entre las capas de suelo
5. Se debe evaluar permanentemente la geometría y movimiento de los taludes del relleno sanitario, con el propósito de evaluar el cumplimiento de dicha geometría con el diseño original o reformulado. Para ello es necesario contar con una zona segura en el relleno sanitario para la ubicación de los puntos de control de asentamientos, para que así no sufra alteraciones producto del paso de la maquinaria y que pudiese perjudicar la posición de estos.

AA ALPA 430

6. El espesor del material de cobertura, debe ser colocado acorde a la norma bajo los criterios establecidos, procurando utilizar materiales de permeabilidad alta. En el caso que sea necesario aplicar una cobertura de espesor mayor, en áreas de abandono temporal, se deberá recuperar el espesor de diseño de cobertura diaria no mayor a 30 cm antes de construir una celda adyacente o superior.
7. Se debe contar con medidas de monitoreo y control periódico, entre las que se destacan: sistemas de medidas de deformaciones tales como redes de inclinómetros y/o seguimiento de los datos aportados por redes topográficas; seguimiento en los piezómetros instalados y análisis de los sistemas de control entre los lixiviados producidos y recolectados, que permitan determinar la acumulación de líquido en el relleno; implementación de elementos de medida de presión de gases dentro del relleno, considerando como fuentes las chimeneas de ventilación pasiva; sistema de extracción forzada; superficies de cobertura; tuberías basales colectoras de lixiviado; y superficies de acumulación de lixiviados. La obtención de una base de datos con suficiente información permitiría modelar, predecir y optimizar la producción de biogás.
8. Implementar una Red de drenaje pluvial coronario

C.5 Resultados de la Auditoría

Existe una evidencia irrefutable sobre el evento ocurrido en el RSNJ, el colapso de la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3, la primera, conocida y operada como Celda de Emergencia, donde se inició la disposición final de residuos sólidos domésticos del Municipio de La Paz en el año 2004.

Una obra de ingeniería no podría ser diseñada o evaluada de manera parcial, mejor aún, cuando su estabilidad representa la fortaleza principal de la AOP, estructurada por cálculos ingenieriles a cada una de sus partes (celdas o macroceldas). Esta integralidad debe ser gestionada con un cumplimiento ineludible a la totalidad de sus partes. Cuando en el tiempo este conjunto sistémico varía, podrá ser subsanado con modificaciones ingenieriles adecuadas. Sin embargo, el no hacerlo al amparo de cálculos ingenieriles sustentados al cumplimiento de normativas técnica y ambientales, generan situaciones de riesgos potenciales que se expresan como eventos de efectos imprevisibles.

Para la ocurrencia del evento tuvieron que concurrir varios factores de diversa índole, entre éstos: planificación general de manejo técnico ambiental sostenible (2004-2019), control adecuado de la metodología de trabajo; nivel de desplante (compactado) en la Formación de La Paz, debida impermeabilización y conformación de celdas con compactación y cobertura, geometría de los taludes, banquinas cada 5 metros, nivel de colecta de lixiviado basal, evacuación reducida del lixiviado del seno de la Macrocelda 4; canal perimetral casi inexistente, acorde a un diseño de ingeniería para evacuar de manera eficiente las aguas pluviales y reducida capacidad de tratamiento del Lixiviado en la PTL. Uno factor sinérgico que incidió en la ocurrencia del evento fue el climático debido a precipitaciones pluviales.

Cuadro C-1 Consecuencias Reales debido a los Hallazgos

N°	DESCRIPCION DE LOS FACTORES	Consecuencias
1	Medio Ambiente – Suelo y Salud	1. Se afectó áreas adicionales que no se encontraban autorizadas por el alcance del Manifiesto Ambiental. Al momento de las inspecciones de MMAYA esas áreas pertenecían a privados.
		1. Quejas de las comunidades adyacentes por la emanación de olores y vectores durante el evento.

		2. Molestias de la población de Alpacoma por emanaciones de olores y polvo y ruido durante la época de operación, debido a su cercanía al RSNJ.
2	Medio Ambiente - Residuos Sólidos	Deslizamiento y desprendimiento de aproximadamente 152,800.00 m^3 de residuos sólidos por 833 metros desde la parte norte de coronamiento del RSNJ hasta la quebrada Alpacoma, causando un impacto ambiental instantáneo severo al ecosistema.
3	Medio Ambiente – Agua superficial	Por el evento un volumen parcial líquido lixiviado fue derramado accidentalmente a la quebrada Alpacoma de forma intempestiva. El desvío de la quebrada Alpacoma evitó un mayor impacto ambiental negativo por presencia del lixiviado.
4	Medio Ambiente – Diagnóstico	El evento impacto negativamente la calidad del aire de la población aledaña, causando malestares y abundancia de vectores (Moscas y cucarachas) en sus viviendas.
5	Proyecto	Durante la adecuación de las celdas, conformación de vías internas, construcciones civiles, etc., modificaron el régimen de la escorrentía superficial, sin embargo al carecer de obras hidráulicas de control, como ser: zanja de coronamiento, canal perimetral (especialmente lado este, al pie del farellón), canales permanentes de sección y pendientes adecuadas, disipadores de energía e incluso muros vertederos, origina que las aguas de lluvia escurran sin planificación, causando infiltración al interior de las celdas de residuos sólidos, erosión del suelo, arrastre de suelo contaminado y probable activación de cárcavas (especialmente en la parte norte del predio).
6	Medio Ambiente – Suelo	Estudio de geofísica, a través de tomografía geoeléctrica, muestra la presencia de líquido lixiviado subyacente en el sector sur del RSNJ, donde no hubo actividad de conformación de celdas con residuos sólidos.
7	Medio Ambiente – Suelo	El sector de depósito de queques, sin la debida impermeabilización basal, falta de cobertura impermeable, ocasiona el desprendimiento de olores por evaporación y contaminación superficial de suelos por el "lavado" en época lluviosa.
8	Legales	1. Incumplimiento a las disposiciones legales durante la operación del RSNJ, en virtud a lo dispuesto en el RPCA, artículo 169. 2. Actividades fuera del límite de predio como la construcción de los EG-07, EG-08 y EG-09.

Fuente: Elaboración Propia

C.5.1 Riesgos potenciales generados por el deslizamiento

C.5.1.1 Geología

Los Riesgos asociados a la Geología durante el evento y su desarrollo son cuatro:

1. Reactivaciones de nuevos deslizamientos en los materiales antrópicos (sueltos y expuestos), pocas o medianamente consolidadas que conformaron el sector. Esta reactivación puede causarse por la ejecución de taludes mal diseñados, conformados o por cortes a los pies de talud.
2. Caída de bloques de las partes altas de los taludes naturales altos verticales o semiverticales
3. Remoción en masa de los materiales sueltos producidos por los trabajos con maquinaria en el lecho de la quebrada Alpacoma, como parte del Plan de Contingencias Específico para el deslizamiento del RSNJ.

4. Caída de bloques o deslizamientos por afectaciones a los taludes naturales producto del trabajo con maquinaria en el lecho de la quebrada Alpacoma, como parte del Plan de Contingencias Específico para el deslizamiento del RSNJ.

A la fecha (09/07/2020) estos factores de riesgo fueron minimizados o eliminados por los trabajos por las implementaciones de actividades consideradas en el Plan de Cierre y Post Cierre. Sin embargo, el riesgo por caída de bloques se mantiene a la fecha, debiendo instalar señalética preventiva.

C.5.1.2 Hidrogeología

En Hidrogeología un Riesgo potencial está identificado por la humedad subsuperficial que tiene el RSNJ, ese flujo subsuperficial con indicios de impacto ambientales desde la parte norte del relleno fue detectado por análisis químico de agua subterránea en un pozo de 25 metros en una banquina en el nivel de la PTL.

Un Riesgo potencial que no fue considerado al momento de seleccionar el lugar del emplazamiento fue lo dispuesto NB 757, la distancia hacia cuerpos de agua superficiales de 500 metros, más aún cuando se trataba de un cuerpo de agua de alta pendiente con una diferencia de altura desde su nacimiento hasta su paso por el RSNJ de 650 metros que erosiona y socava el nivel base de su lecho. Posiblemente, controlado en la actualidad debido a las obras civiles construidas a fines del pasado año.

Las condiciones hidrogeológicas del lugar del emplazamiento del RSNJ no fueron demostradas por estudios que dispone la NB 759. Durante la justificación de la selección del lugar, entre tres posibilidades sólo se afirma, sin ninguna base científica que Alpacoma es el lugar óptimo, cuando se debía determinar y demostrar mediante estudios técnicos que cualquier contaminante a un cuerpo de agua superficial o subterránea llegaría a impactar en un tiempo mayor a los 300 años; lo que representa un riesgo potencial muy alto para el Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma, debido a los resultados del análisis químico del pozo de 25 metros y de la calidad del punto de agua superficial AG-03 AA ALPA.

C.5.1.3 Salud

Los riesgos reales que se podrían ocasionar a la Salud por el emplazamiento del RSNJ y por el deslizamiento ocurrido, se deben analizar de forma separada, porque las dos situaciones de riesgo intrínseco son completamente diferentes.

Durante el deslizamiento, la emanación de olores ocasionó riesgos por enfermedades, afecto la salud de la población aledaña por diarreas, conjuntivitis, además de malestares como náuseas y la abundancia no usual de moscas y cucarachas debido a la exposición de los residuos sólidos y líquido lixiviado expuestos.

Actualmente, el riesgo potencial a la salud de la población aledaña fue mitigado inicialmente por la aplicación del Plan de Contingencias Específico y posteriormente por el Plan de Cierre y Post Cierre. Hoy la calidad del aire por malos olores que en su momento afectó por el evento a la población no se debe exclusivamente por el RSNJ en etapa de Cierre, dado que existe un segundo relleno sanitario colindante que se encuentra en plena fase operativa. No siendo posible la discriminación del impacto a la calidad del aire en la población aledaña, de un relleno en etapa de cierre contra otro en plena etapa operativa.

C.5.1.4 Medio Ambiente

Los Riesgos asociados al deslizamiento de residuos sólidos para el medio ambiente fueron directos, temporales, localizados, próximos y reversibles, tuvo una magnitud de impacto alto que exigió de medidas correctivas para recuperar un estado anterior o para la adaptarse a las nuevas condiciones ambientales.

Para esta nueva adaptación se implementó un Plan de Contingencias Específico, posteriormente se inició el Plan de Cierre y Post Cierre que minimizó los impactos ambientales negativos al presente.

Sin embargo, la nueva Planta de Tratamiento de Lixiviado (PTL) que actualmente opera no cuenta con la capacidad (<60 m^3/día) ni los procesos unitarios para continuar de manera eficiente el tratamiento del líquido lixiviado generado en el RSNJ, representa un riesgo potencial de contaminación, por la continuidad de elaborar "queques" con la consecuente impacto ambiental a la calidad del aire hacia centros poblados aledaños e incrementar la contaminación de la quebrada Alpacoma en época de lluvias por erosión hídrica superficial, ya que los "queques" contienen metales pesados que exceden los límites permisibles de la legislación ambiental boliviana.

Asimismo, el manejo y control del biogás merece atención especial con estructuras apropiadas de recolección y la instalación de dispositivos de combustión en altura. El actual sistema se encuentra con muchos captadores ahogados por lixiviado y otros estrangulados y los captadores en etapa metanogénica combustionan a nivel del piso. Las emisiones de biogás mal controladas impactan en la calidad del aire circundante.

C.5.1.5 Aspectos Técnicos

Si bien en la etapa post deslizamiento, se realizaron obras y actividades que controlaron momentáneamente los efectos de impacto ambiental, no se debe descuidar que existe una masa importante de residuos sólidos que se encuentran apisonados y recubiertos con una capa de tierra, sin la debida impermeabilización basal que genera lixiviado; constituyen un riesgo potencial de contaminación, ya que puede infiltrar al subsuelo. Dichos residuos deben ser retirados en su totalidad y confinados en celdas adecuadas, con sistema de recolección de lixiviados, captadores de biogás y con el proceso de compactación por capas y cobertura, acorde con la técnica de relleno sanitario.

La conformación de taludes y banquinas debe estar sujeto a monitoreo permanente de asentamiento y movimientos horizontales para detectar alerta temprana de un deslizamiento.

Los sistemas de evacuación de lixiviado implementado por el GAMLP, consistente en la instalación de tuberías de drenaje y pozos de bombeo, producirá movimiento interno por la diferencia de presión al ser evacuado el volumen de lixiviado.

C.6 Identificación de Infracciones a Disposiciones Legales en Vigencia

(Cuando corresponda – para que la AAC inicie Acciones Legales)

La AAC podrá aplicar los procedimientos sancionatorios a las infracciones a las disposiciones legales que hace referencia la observación, considerando que estas infracciones administrativas se hallan puntualmente previstas en el artículo 17º del D.S. Nº 28592.

De acuerdo a la evidencia de la que dispuso el auditor, se identifican las siguientes infracciones administrativas; será actuación de la AACN establecer la prescripción de las mismas en amparo a las disposiciones legales en vigencia para tal efecto:

- Iniciar una actividad o implementar una obra o proyecto sin contar con la Licencia Ambiental correspondiente.
  - Esto se funda en lo prescrito por los artículos 25º y 26º de la Ley 1333, toda vez que el proyecto RSNJ debió iniciar su implementación previa la obtención de la DIA (presuponemos que la categoría del proyecto podría haber sido I ó II de acuerdo a los criterios señalados en el artículo 16º del RPCA –vigente a la fecha-).
- Alterar, ampliar o modificar un proyecto, obra o actividad sin cumplir el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).
  - Esto se funda en la evidencia establecida en inspección por la AACN.
- El incumplimiento a la aplicación de las medidas correctivas o de mitigación posteriores a las inspecciones y plazos concedidos para su regulación, en el marco de lo dispuesto en los artículos 97 y 98 de la Ley de Medio Ambiente.

No implementar las medidas de mitigación aprobadas en el programa de Prevención y Mitigación y en el Plan de Adecuación de acuerdo con el respectivo Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental.

A continuación, se inserta el Cuadro que identifica las infracciones a las normas resultantes de los hallazgos.

Tabla C-2 Infracciones a Normas resultantes de Hallazgos

Hallazgos		Norma infringida
N°	Resumen de Hallazgo	
1	Caducidad de LA	RGGA Art, 64
2	Falta diseño (proyecto)	RGRS Art. 77 NB 760 DS 28592 Art. 17
3	Desestabilización – Pérdida de infraestructura	Ley 755 Art. 41 NB 760
4	Lixiviado derramado accidentalmente Lecho de Qda. Invadida por RRSS	D.S. 28592 Art. 17
5	Variaciones de Macroceldas y celdas, no acorde con lo presentado en MA	D.S. 28592 Art. 17
6	Contaminación de aire, factores de riesgo en suelos y subsuelos	RPCA Ar. 152 RMCA Art. 65
7	Impacto por deslizamiento de RRSS Aire, aguas superficiales, suelo Contaminación medio ambiente circundante	D.S. 28592 Art. 17
8	Falta de estudios geológicos – geotécnicos oficiales	NB 759 Acápite 4 NB 760 Acápite 5
9	Omisión en identificación de deficiencias Plan de adecuación ambiental Programa de monitoreos para factores riesgo, suelo y subsuelo	RPCA Art. 152 RGGA Art. 64 D.S. 28592 Art. 17
10	7 ampliaciones de LE en 5.5 años Sin detectar impactos ambientales No presentación de IMAS en el período	RMCH Art. 74 D.S. 28592 Parágrafo II
11	Malos olores en población circundante	D.S. 28592 Art. 17

	Presencia de vectores (moscas, cucarachas) hasta 1000 m Población aledaña existente dentro de los 2,5 km.	Ley 755 Art. 26

Fuente: Elaboración Propia

C.6.1 Incumplimientos

La Tabla que sigue enseña la verificación de cumplimientos a los requerimientos administrativos y ambientales en la AOP.

Tabla C-3 Verificación de cumplimiento de requerimientos administrativos y ambientales
(Previstos en la normativa vigente aplicable a la actividad ambiental)

DISPOSICIÓN LEGAL Y DOCUMENTOS VERIFICADOS	CUMPLIMIENTO				OBSERVACIONES Y ACLARACIONES
	SI	NO	CP	NA	
I. REQUERIMIENTOS AMBIENTALES GENERALES - REGLAMENTO GENERAL DE GESTIÓN AMBIENTAL (RGGA) Y REGLAMENTO DE PREVENCIÓN Y CONTROL AMBIENTAL (RPCA)					
I.9. Actualización de Licencia Ambiental, Artículos 90 y 91 del Reglamento General de Gestión Ambiental D.S. Nº 24176 de 8 de diciembre de 1995		X			• No se realizó actualización de Licencia Ambiental desde 27/10/2010 a 15/01/2019.
I.10. Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP), Reglamento para Actividades con Sustancias Peligrosas, Título II, capitulo 1, art. 15, D.S. 24176 de 8 de diciembre de 1995		X			• La LASP fue obtenida por la empresa operadora TERSA S.A. con N° de Licencia 020101-03-LASP-012-11.
I.11. Licencia ambiental o permiso especial para sitios de confinamiento de residuos peligrosos (RASP, Art. 54).		X			• No cuenta con Licencia Ambiental para confinamiento de residuos peligrosos.
I.12. Almacenamiento Residuos Peligrosos (Art. 52 y 53 RASP).		X			• La DAA no considera el almacenamiento de Residuos Peligrosos.
I.13. Documentación relacionada a implantación de sistemas de gestión ambiental interna (Art. 24 del D.S. Nº 28499 Norma Complementaria Modificatoria del RPCA, RGGA y Auditorías Ambientales).		X			• No se ejecutó un sistema de gestión ambiental interna ejecutando una Auditoría Ambiental Voluntaria (AAV).
II. REGISTROS, AUTORIZACIONES Y PERMISOS OTORGADOS POR OTRAS AUTORIDADES COMPETENTES					
II.1 Autorizaciones para el transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas (Ministerio de Gobierno) (RASP, art. 28, Ministerio de Gobierno)		X			• No se cuenta con el Registro de la Dirección General de Sustancias Controladas para la compra de sustancias peligrosas (i.e. diésel, gasolina).
III. DOCUMENTOS ESPECÍFICOS PARA SEGUIMIENTO Y CONTROL RGGA Y RPCA					
III.1 Estudio Técnico Elaborado para la Obtención de Registro y Licencia para Actividades con Substancias Peligrosas (LASP) (Art. 15 inciso d) del RASP)		X			• La AOP no cuenta con Registro y Licencia para actividades con Sustancias Peligrosas (LASP)

DISPOSICIÓN LEGAL Y DOCUMENTOS VERIFICADOS	CUMPLIMIENTO				OBSERVACIONES Y ACLARACIONES
	SI	NO	CP	NA	
III.2 Documentación sobre accidentes o incidentes en materia ambiental reportados a la AAC y sobre las medidas de mitigación o compensación realizadas (Art. 22 del RGGA).		X			• No se reportan incidentes ambientales producidos dentro de las áreas de intervención directa de la operación a la AACN, TERSA reporta los accidentes al GAMLP.
III.3 Registro Interno de Autocontrol (Art. 23 del RGGA)		X			• Tienen información prevista en la norma, deben sistematizarla y adaptarla para cumplir a la disposición legal.
III.4 Resoluciones Administrativas emitidas por AAC, por denuncia (Art. 101 de la Ley N° 1333 y Art. 83 del RGGA.		X			• No se verificó en archivos la notificación a la empresa por denuncias ambientales.
III.5 Resoluciones administrativas seguidas por AAC por infracciones a la Ley del Medio Ambiente y su Reglamentación (Art.96 y siguientes del RGGA; Art. 16 y 17 de la norma complementaria y modificatoria de Reglamentos Ambientales) D.S. Nº 28592.		X			• No se verificó en archivos la notificación a la empresa para el inicio de un proceso administrativo sancionatorio por incumplimientos a la normativa vigente.
III.6 Información sobre acciones administrativas seguidas por AACN por contravenciones a la Ley del Medio Ambiente y su Reglamentación (Art.96 y siguientes del RGGA; Art. 16 y 17 de la norma complementaria y modificatoria de Reglamentos Ambientales) D.S. Nº 28592.		X			• No se verificó en archivos la notificación a la empresa para el inicio de acciones administrativas.
III.7 Información sobre acciones seguidas contra la empresa en vía ordinaria en el marco de los Capítulos II y III del Título VIII del RGGA.		X			• No se verificó en archivos la notificación a la empresa para el inicio de acciones en vía ordinaria.
III.8 Resultados de Análisis de laboratorio autorizado para caracterización de descargas (RMCH, Art. 7, Art. 35).		X			• La AOP no reporta la calidad de descargas, particularmente del tratamiento de la PTL.

Fuente: Elaboración Propia, Donde: SI= Cumplio, No= No cumplio, CP= Cumplimiento Parcial, NA= No Aplica

Las Disposiciones emanadas por la AACN a raíz del deslizamiento, se realizaron mediante inspecciones técnicas entre el periodo del 18/01/2019 al 22/08/2019. La verificación de su cumplimiento en la AA, se basó a la documentación proporcionada por el MMAYA, GAMLP y TERSA.

C.7 Resultados

C.7.1 Objetivo Específico 1

Definir el área de estudio (área de influencia directa e indirecta) como el espacio donde se generaron los impactos ambientales negativos y las áreas donde alcanzan sus efectos en el medio ambiente y salud humana.

C.7.1.1 Criterios

El DS 28499 señala que las áreas de estudio en su alcance serán definidas durante la auditoría ambiental, la razón, es el evento ocurrido o deslizamiento de los RSD contenidos en la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3, dentro del AID de 40 Ha. El deslizamiento de la mezcla de RSD y lixiviado recorrió 833 metros desde el canal de coronamiento hasta la quebrada Alpacoma.

La AID fue definida en consideración al espacio total ocupado por la AOP, como se establece en la Tabla A-2. El Lay out del RSNJ no está dispuesto como dispone la NB 760.

Para definir el Área de Influencia Indirecta (AII), se asumió el criterio ambiental sobre los puntos de monitoreo del agua superficial en el DBC y los informados en los IMAs que componen tres (3) puntos de aguas superficiales sobre la quebrada Alpacoma y dos (2) puntos de control sobre el río Achocalla, hasta una distancia aproximada de 2000 metros aguas abajo desde el punto de los RSD derramados hasta 100 metros aguas abajo sobre el río Achocalla. Tiene una superficie de 219.8 Ha.

Para la definición del impacto sobre la salud se estableció un criterio similar, para este caso, se consideró la mayor concentración de población aledaña que se encuentra al noroeste del RSNJ, mientras que, en los tres restantes puntos cardinales, prácticamente no existe población. La distancia considerada desde el borde norte del relleno hacia la concentración de viviendas fue de 2000 metros.

C.7.1.2 Condición

El evento acontecido el 15 de enero de 2019, excedió el límite del predio aprobado en el MA, afectando el área directa en una superficie de 16.58 Ha que fueron empleadas para atender el suceso. Ese exceso no autorizado, no diseñado de acuerdo a la NB 760, área operativa y de amortiguamiento, se considera infracción de impacto ambiental según el art. 17°, parágrafo II, inciso e) del D.S. 28592.

La afectación a las áreas AID y AII ocurrió debido al evento acontecido por el deslizamiento de los RSD del Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma.

C.7.1.3 Efectos

El evento excedió un área adicional de 16.58 Ha que no forma parte de las 40 Ha tituladas para el predio del RSNJ, tampoco está aprobado en el MA. Tiene otros propietarios, la obligación del GAMLP era comunicar oficialmente a la AACN de esta situación.

El área total del emplazamiento del RSNJ debió considerar las AID y AII de acuerdo a la NB 760, como áreas operativas y de amortiguamiento, la última debía cumplir ese objetivo para amortiguar el deslizamiento.

La acción inmediata del GAMLP para detener los efectos ambientales y sobre la salud con la construcción de tres (3) diques de contención a lo largo de la quebrada Alpacoma, redujo los impactos ambientales sobre los recursos hídricos de la misma; pero no evitó el derrame accidental e intempestivo de líquido lixiviado y residuos sólidos hasta la quebrada Alpacoma.

C.7.1.4 Causas

Existe un área de amortiguamiento en el RSNJ, pero no está diseñada como establece la NB 760, definida como una franja de 30 a 50 metros alrededor del área perimetral del relleno. La explicación para el área de amortiguamiento en el Manifiesto Ambiental sostiene un concepto diferente a la norma.

Existe una diferencia entre la superficie aprobada en el Manifiesto Ambiental de 40 Ha y la que actualmente ocupa la AOP donde se encuentran emplazados los estanques EG-07, EG-08 y EG-09, así como la Macrocelda 7, celda 15.

C.7.1.5 Recomendación

Debido a que el RSNJ se encuentra en etapa de cierre lo que corresponde al GAMLP hacer cumplir la distancia mínima de 1000 metros entre el límite externo del AID y los asentamientos poblaciones aledaños para evitar futuros conflictos sociales; en cumplimiento de la NB757.

C.7.1.6 Conclusión al Objetivo Específico 1

Las Áreas de Influencia Directa (AID) y de Influencia Indirecta (AII) no fueron definidas por el GAMLP y TERSA S.A., al momento de elaborar el Manifiesto Ambiental; como dispone la NB 760. Por tanto, su aprobación con ese diseño no correspondía por la AACN ya que contraviene dicha norma boliviana y la Ley 1333, art 20, inc a).

C.7.2 Objetivo Específico 2

Identificar y evaluar las causas del colapso de la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín y el grado de afectación a otras infraestructuras dentro del relleno sanitario.

C.7.2.1 Criterios

El manejo de líquidos dentro del RSNJ debía contar con una planificación estricta que estuviera referida al diseño hidráulico óptimo de los canales de coronamiento y secundarios para la derivación o en su caso acumulación en los estanques, particularmente, el sistema de colecta del lixiviado.

La ausencia de un diseño original con su Memoria de Cálculo como parte componente del de la conformación de las Macroceldas y celdas es una desatención significativa comprobada en el Manifiesto Ambiental y que está íntimamente relacionada a identificar y evaluar la posible causa del colapso de la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3.

De la misma manera, durante toda la etapa de operación deben efectuarse los estudios geotécnicos puntuales detallados y su registro en planos y perfiles a escalas adecuadas para ser compatibles con los

planos As Built, este registro debe ser cotidiano de acuerdo a la intervención del sector operativo con maquinaria pesada y la correspondiente modificación de la morfología del terreno y la necesidad de mejorar las condiciones geotécnicas del mismo. Estos documentos no se encuentran en Anexos del Manifiesto Ambiental.

La causa principal del colapso de la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 se basa en los hechos del propio evento, es decir, los residuos sólidos asentados en 2 metros en la zona de coronamiento, en la parte norte de la Macrocelda 4 y que posteriormente fueron desprendidos, impulsados y arrastrados por el volumen de lixiviado existe. Por tanto, se incumple el Ds 28592, artículo 17, parágrafo II, inciso e).

C.7.2.2 Hallazgo (Coincidente con Hallazgo 5)

La conformación de Macroceldas y celdas fueron diseñadas y aprobadas por la AOP con variaciones importantes al diseño aprobado en el MA para su construcción, incurriendo en infracción administrativa de impacto ambiental dispuesto por el DS 28592 artículo 17, parágrafo II, incisos e) e i).

C.7.2.3 Condición del Hallazgo

La planificación de control y seguimiento no adecuados en una época de mayor riesgo, así como la aplicación de medidas preventivas operativas y de mantenimiento, fueron la razón por la que ocurrio el colapso de las Macroceldas y produjó el deslizamiento de los RSD.

C.7.2.4 Efectos

El deslizamiento cubrió una superficie de 9.08 Ha con una masa compuesta por RSD y líquido lixiviado (pasta) afectando la estructura del RSNJ; resulto en una situación no deseada. Con impacto sobre la quebrada Alpacoma por RSD, derrame parcial de líquido lixiviado y generación de malos olores, ocasionando malestar en su salud a la población aledaña.

La destrucción o grado de afectación (estructura) de la infraestructura paralizó el sistema de la Planta de Tratamiento de Lixiviado (PTL), afectó el acceso a las vías internas, así como afectó las cunetas pluviales. La intensidad de la precipitación fue inusual.

Generación de Impacto ambiental temporal a la calidad de aguas de dos cursos de agua como la quebrada Alpacoma y el río Achocalla; a pesar de la valoración del impacto como localizado, reversible, recuperable y no acumulativo.

Generación de Impacto ambiental temporal severo a la calidad del aire con afectación a la salud de la población aledaña cercana; a pesar de su valoración de reversible, recuperable y no acumulativo.

C.7.2.5 Causas

Se identificó varios factores, uno de los principales la ausencia de un canal perimetral diseñado y construido bajo criterios de ingeniería fue determinante. Este canal debería tener la función de captar agua pluvial, aun en caso de exceso una precipitación intensa y derivar hacia la parte sur del RSNJ bordeando el farallón y el perímetro de la Macroceldas.

La Macrocelda 4 durante la época de lluvias contenía un exceso de líquido (lixiviado) retenido internamente con adición de agua pluvial y fue un factor para generar un escarpe en el coronamiento (asentamiento) de dos (2) metros, debido a falla del nivel de desplante, compactación o capacidad portante debido peso del agua y los RSD.

C.7.2.6 Recomendaciones

Para la aprobación de un documento con tan alta exigencia de ingeniería civil y ambiental, la AACN deberá contar con personal especializado que avale la ejecución de este tipo de proyecto en el marco del cumplimiento de la normativa ambiental y conexa.

Dado que el Operador del RSNJ, Empresa TERSA S.A., contaba con autonomía técnica, también debía contar dentro de su staff profesional, con personas altamente capacitadas para administrar y operar con estándares de ingeniería calificados y aprobados en su Propuesta de Adjudicación del relleno sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma.

La Autoridad Ambiental Competente a nivel municipal o Gobiernos Municipales por disposición de la Reglamentación a Ley 133, Reglamento General de Gestión Ambiental (RGGA) artículo 9 debió ejercer las funciones de control y vigilancia a nivel local sobre las actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente y los recursos naturales.

C.7.2.7 Conclusiones al Objetivo Específico 2

El desarrollo de ingeniería para la AOP de la magnitud del RSNJ dentro del Manifiesto Ambiental es inadecuado no perfecciona los requisitos para el Diseño, Construcción, Operación y Monitoreo de un Relleno Sanitario dispuesto por NB 760.

La ausencia de un proyecto a diseño final global para la explotación del sitio y realizado el seguimiento tanto de la documentación técnica como la secuencia de imágenes satelitales de la plataforma Google Earth Pro, se concluye que se realizaron trabajos para habilitar celdas no tuvieron la elaboración ideal.

No se contempló realizar un seguimiento de estabilidad de taludes, tampoco contaban con una programación de la secuencia de las áreas operativas.

C.7.3 Objetivo Específico 3

Definir la superficie y volumen del área desestabilizada por el deslizamiento de la masa de residuos sólidos.

C.7.3.1 Criterios

En el Plan de Contingencia Específico Deslizamiento Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma, 2019 de TERSA SA, menciona 8,90 Ha de área de derrame y una longitud de 833 m desde el coronamiento del deslizamiento hasta el lecho de la quebrada Alpacoma.

Por otra parte, en el INFORME TECNICO INF/MMAYAIVAPSBIDGGIRS N° 0014/2019 MMAyA/2019-02003, se estima que el área afectada por el deslizamiento asciende a una superficie no uniforme de 10,20 Ha. Y como volumen de residuos derramados estiman 850.000 m^3, en una longitud de 800 m, un ancho mínimo de 60 m. También estiman 200.000 toneladas de residuos no compactados.

De acuerdo a resultados de la Auditoria, el cálculo del volumen de residuos desplazado es de 152.800,00 m^3, así mismo, el volumen de lixiviado derramado accidentalmente, es de 10.950,00 m^3.

Los cálculos de la Auditoría Ambiental corresponden a lo realizado con el empleo de herramientas informáticas como ser la descarga de imagen de dron, sometido a proceso de georreferenciación para obtener sus dimensiones. El área obtenida para el polígono del deslizamiento, entendida como el área ocupada por los residuos desparramados, es de 9,08 Ha.

Mientras que para el obtener el volumen del bloque desplazado, fue necesario obtener imagen satelital de diciembre de 2019, mediante la herramienta informática SAS PLANET; con base en esta imagen se aplicó el programa informático IMMSTRAM para generar las curvas de nivel topográfico del relleno sanitario a un mes anterior al evento, únicamente para sobreponer con las curvas de nivel obtenidas con el vuelo no tripulado en septiembre de 2019. Al sobreponer ambas con el programa informático CIVIL3D, versión 2020 se ha calculado la diferencia de volumen, cuyo resultado aproximado es 152,800.00 m³ de residuos derramados.

C.7.3.2 Hallazgo (Coincidente con Hallazgo 3)

Volumen y superficie desestabilizada por el deslizamiento de la masa de residuos sólidos registrado el 15 de enero de 2019, dio lugar a pérdida de infraestructura e impactos ambientales al agua, aire y suelo, incumplimiento al art 41, inciso i) de la Ley 755 y la NB 760.

C.7.3.3 Condición del Hallazgo

El Volumen y superficie desestabilizada por el deslizamiento de la masa de residuos sólidos ocurrió, debido a que existía un exceso de lixiviado contenido dentro de la Macrocelda 4 y que el canal de coronamiento no cumplia con la condición hidráulica para derivar aguas pluviales de forma adecuada.

C.7.3.4 Efectos

El deslizamiento causó una desestabilización de casi todo el RSNJ, afectó a las Macroceldas 1 y 2, inundó la Planta de Tratamiento de Lixiviados, quedando inutilizada. También afectó 419 metros de las vías internas y 400 metros cunetas pluviales.

C.7.3.5 Causas

Se identificó varios factores, uno de los principales la ausencia de un canal perimetral diseñado y construido bajo criterios de ingeniería fue determinante. Este canal debería tener la función de captar agua pluvial, aun en caso de exceso una precipitación intensa y derivar hacia la parte sur del RSNJ bordeando el farallón y el perímetro de la Macroceldas.

La Macrocelda 4 durante la época de lluvias contenía un exceso de líquido (lixiviado) retenido internamente con adición de agua pluvial y fue un factor para generar un escarpe en el coronamiento (asentamiento) de dos (2) metros, debido a falla del nivel de desplante, compactación o capacidad portante debido peso del agua y los RSD.

C.7.3.6 Recomendación

Dado que una AOP en el tiempo cambia, modifica o amplía su plan operativo, se hace necesario actualizar las actividades que generen nuevos impactos ambientales, consecuentemente, el resto de los planes, como el Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PASA) y el Análisis de Riesgo y Plan de Contingencias.

C.7.3.7 Conclusión al Objetivo Específico 3

La superficie y volumen desestabilizado no sólo produjo un impacto ambiental a tres factores ambientales, sino que afecto a las Macroceldas 2, 3 y 4, desestabilizó gran parte del Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma, incumpliendo el RPCA, artículo 98, incisos a), c) y la NB 760.

C.7.4 Objetivo Específico 4

Definir el volumen de lixiviado que fue descargado producto del deslizamiento.

C.7.4.1 Criterios

El diseño de la conformación de Macroceldas y celdas debió ser elaborado, presentado y aprobado por la AACN, empleando procedimientos y cálculos de ingeniería civil, acorde a la exigencia de la AOP.

Una vez cumplido el procedimiento técnico adminisrativo, la parte de ejecución, construcción y operación debió regirse a ese alcance del diseño de ingeniería.

El INFORME TECNICO INF/MMAYAlVAPSBIDGGIRS N° 0014/2019 MMAyA/2019-02003 estima que el volumen de lixiviado derramado accidentalmente es de 10.000 m³. Parte de este líquido llegó a la quebrada Alpacoma.

El auditor estimó un volumen de lixiviados derramado accidentalmente, de 10.950,00 m^3 (ver punto A.5.2.)

C.7.4.2 Hallazgo (Coincidente con Hallazgo 4)

Volumen de lixiviado por el deslizamiento del RSNJ fue de aproximadamente 10,950 m³ llegando a la quebrada Alpacoma, causó un deterioro severo a la calidad del agua de la quebrada, que fue colmatada por residuos sólidos y con un caudal intempestivo de lixiviado, se considera una infracción administrativa de Impacto Ambiental por DS 28592 art 17 parágrafo II incisos e) e i).

C.7.4.3 Condiciones del Hallazgo

El volumen de lixiviado derramado accidentalmente descendió de la parte norte del RSNJ y a su paso avasalló a cuatro (4) estanques de lixiviado, sin conocimiento cierto del volumen desplazado de los mismos.

C.7.4.4 Efectos

Al ser derramado accidentalmente un determinado volumen de líquido lixiviado en la quebrada Alpacoma, el impacto ambiental en el deterioro de la calidad de sus aguas fue severo, pero de manera temporal, hasta el momento de la construcción de los tres diques de contención. El grado del impacto no es posible estimar debido a que no se cuenta con resultados de laboratorio a las 48 horas de ocurrir el evento.

C.7.4.5 Causas

Se identificó varios factores, uno de los principales la ausencia de un canal perimetral diseñado y construido bajo criterios de ingeniería fue determinante. Este canal debería tener la función de captar agua pluvial, aun en caso de exceso una precipitación intensa y derivar hacia la parte sur del RSNJ bordeando el farallón y el perímetro de la Macroceldas.

La Macrocelda 4 durante la época de lluvias contenía un exceso de líquido (lixiviado) retenido internamente con adición de agua pluvial y fue un factor para generar un escarpe en el coronamiento (asentamiento) de dos (2) metros, debido a falla del nivel de desplante, compactación o capacidad portante debido peso del agua y los RSD.

C.7.4.6 Recomendación

Existen experiencias sobre la posibilidad de colapso de rellenos sanitarios a nivel latinoamericano, después de tiempos prolongados (20 años) en etapa de cierre, por tanto, se recomienda para el caso presente que el Plan de Contingencias, Cierre y Post Cierre sean implementados en el alcance y más propuesto a las autoridades departamentales y nacionales; minimizando riesgos.

C.7.4.7 Conclusión al Objetivo Específico 4

El líquido lixiviado contenido en los residuos sólidos adicionados al volumen parcial vaciado de los estanques de lixiviados llegó en un volumen indeterminado a la quebrada Alpacoma causando un impacto ambiental severo de manera temporal, la atención inmediata al suceso evito su descarga total.

C.7.5 Objetivo Específico 5

Realizar un análisis comparativo de los diseños de ingeniería y medidas de adecuación ambiental originalmente propuestos y aprobados en el Manifiesto Ambiental, con el estado real de construcción y disposición de macroceldas, estanques de lixiviado, etc.

C.7.5.1 Criterios

El diseño ingenieril para la disposición final de residuos sólidos domésticos y asimilables en el RSNJ aprobado en el Manifiesto Ambiental debía ser conforme al estado real de construcción de las macroceldas y estanques de lixiviado.

Las medidas de adecuación ambiental originalmente propuestas fueron para los factores ambientales de aire (ruido), agua, residuos sólidos, sustancias peligrosas, seguridad e Higiene ocupacional. No se encuentran aprobados los dos factores ambientales como son Riesgos, Suelos y Subsuelos.

La medida de adecuación para el factor Agua es la de implementar una Planta de Tratamiento de Lixiviado (PTL), seis años después del inicio de operación del RSNJ. Este compromiso se asumió para su cumplimiento a un año de plazo y se implementó después de 25 meses.

1. El diseño de ingeniería aprobado en el Manifiesto Ambiental es considerado en ésta Auditoría como el original, tiene planos para cuatro (4) Macroceldas compuestas por nueve (9) celdas; en cambio, el proyecto real construido, también tiene cuatro (4) Macroceldas pero con una conformación completamente diferente al original con doce (12) celdas.
   Adicionalmente, se construyeron tres (3) Macroceldas, la Macrocelda 5 compuesta por la celda 11 Fase I, celda 11 Fase II, celda 11 Fase III y la Celda de Emergencia 3; Macrocelda 6 compuesta por la celda 14b y la Macrocelda 7 compuesta por la celda 15. (Esta información fue descrita a detalle en el Plan de Cierre y Post Cierre, Cuadro 3. Estado de las Celdas posterior al Deslizamiento)
   Las medidas de adecuación no fueron consideradas para Riesgos, Suelos y Subsuelos. La principal medida de adecuación como representa el tratamiento total del lixiviado generado que en el año 2012 era de 95 m^3/día y de 135 m^3/día (2018), para este último año su tratamiento apenas alcanzaba al 30% del lixiviado por la PTLL.

C.7.5.2 Hallazgo (Coincidente con Hallazgo 5)

El Manifiesto Ambiental aprobado (2010) no contiene información ingenieril altamente especializada para una AOP de la magnitud del RSNJ, la gestión operativa y ambiental es incompleta, no incluye Diseño Final y/o Memoria de Cálculo (capacidad volumétrica, calendarización) tampoco planos As Built, se incumplió el RGRS art. 77° (vigente hasta 2015), NB 760 y se considera una infracción administrativa de Impacto Ambiental por D.S. 28592, art. 17° parágrafo II, incisos b) e i).

C.7.5.3 Condición de Hallazgos

C.7.5.3.1 Condición del Hallazgo 1

Las modificaciones no fueron informadas y/o autorizadas por la AACN. La cantidad de Macroceldas aprobadas eran cuatro. El proyecto construido cuenta con siete (7) Macroceldas compuestas con dieseis (15) celdas hasta el inicio de la AA.

C.7.5.3.2 Condición del Hallazgo 2

La AACN aprobó un Manifiesto Ambiental que no contenia todos los aspectos técnicos que dispone la legislación ambiental.

C.7.5.4 Efectos

C.7.5.4.1 Efectos del Hallazgo 1

Modificaciones y ampliaciones operativas difieren de la información aprobada, fueron implementadas de manera progresiva celda por celda, sujeto a propuesta de la operadora y aprobación del supervisor.

C.7.5.4.2 Efectos del Hallazgo 2

El control y seguimiento no adecuado al Riesgo por métodos adecuados, causo que no se tomen medidas de adecuación en plazos planificados y preventivos.

C.7.5.5 Causas

C.7.5.5.1 Causas del hallazgo 1

A pesar de las modificaciones y ampliaciones que se fueron implementando al alcance de diseño y operativo del relleno sanitario, la AOP no fue actualizada, fue operado con los mismos parámetros y alcance del año 2010 para una realidad operativa distinta.

C.7.5.5.2 Causas del hallazgo 2

Por otra parte, al no considerar dentro del Manifiesto Ambiental a los factores Riesgos, Suelos y Subsuelos, no se puede controlar o monitorear compromisos no establecidos, que se omitieron para efectuar su seguimiento ambiental.

Una vez aprobado el Manifiesto Ambiental, algunos factores ambientales quedaron obsoletos al poco tiempo de su aprobación (por ejemplo, la cantidad de residuos sólidos generados en el Municipio) y se evaluaron algunos factores que no se consideraron como compromisos ambientales, por ejemplo, la calidad del aire por partículas sea suspendidas o biológicas viables y olores; lo que implica que el documento aprobado debió ser actualizado en una nueva realidad operativa.

Dada la gestión metodológica del manejo y tratamiento del lixiviado con apenas un 30% de cobertura por la Planta de Tratamiento del Lixiviado; 46% para elaboración de queques y 24% para retención o almacenamiento en estanques; el balance hídrico no fue calculado ajustado a una realidad operativa y su manejo no fue satisfactorio.

C.7.5.6 Recomendación

Cumplimiento de la legislación ambiental en el marco de los alcances propuestos por el Representante Legal de la AOP.

C.7.5.7 Conclusiones al Objetivo Específico 5

La AOP no fue gestionada dentro del alcance autorizado del Manifiesto Ambiental, cada actor involucrado en el proceso del compromiso de cumplimiento ambiental de ejecución, operación y mantenimiento, causó contravención a la legislación ambiental establecidas por la Ley 1333, artículos 99 y 100.

C.7.6 Objetivo Específico 6

Realizar un diagnóstico y evaluación de la situación actual de todos los factores y aspectos ambientales afectados por el deslizamiento: aire, agua (superficial y subterránea), suelo y socioeconómico en el área de estudio.

C.7.6.1 Criterios

El diagnóstico representa la situación actual ambiental de los factores ambientales, su afectación o deterioro por el deslizamiento de estos factores, podrían ser valorados comparativamente con resultados de ocho años de monitoreo que para este caso son altamente representativos.

Quedará preestablecido que la situación ambiental de los factores evaluados se efectúa después de ocho (8) meses de transcurrido el evento, particularmente, porque algunos impactos tuvieron características de temporalidad y ser reversibles. El ecosistema regresa a su estado estable después de un determinado tiempo.

El diagnóstico y situación actual de los factores y aspectos ambientales en el RSNJ y su entorno, reflejan el estado o grados de su calidad ambiental afectados por el deslizamiento, valorados, medidos y analizados ocho meses después de ocurrido el evento por laboratorios acreditados, la calidad del aire en el RSNJ esta Contaminado a Muy Contaminado. La quebrada Alpacoma tiene contaminación y los suelos por la elaboración de los "queques".

C.7.6.1.1 Factor Aire

1. La *contaminación de aire,* en base al alcance del DBC se evaluó el aire para el parámetro de Partículas Suspendidas Total (PST) en dos lugares en la Administración de oficinas de SIREMU y vía de acceso principal al RSNJ, ambos resultados tienen valores de 85.4 y 107.7 µg/m^3 sin exceso a su límite permisibles de 260 µg/m^3.
2. Se evaluó la afectación al aire por Partículas Biológicas Viables (PBV) con resultados de impacto ambiental calificados como Contaminado en el área Administrativa y de Muy Contaminado en la Macrocelda 4, Banquina 7 para recuento de bacterias mesófilas.

Para recuento de Hongos en ambos lugares los resultados valorados son de No Contaminado y Ligeramente Contaminado, en ambos lugares respectivamente.

3. El Biogás fue evaluados en ocho (8) lugares M1, M2 y M4, los resultados indican que el biogás se encuentra en etapa metanogénica con una concentración promedio de entre 20 a 25% de composición.
4. Los resultados valorados para el olor medidos en tres puntos internos del RSNJ, indican por modelación que a una distancia de 185 metros de la emisión fugitiva en canal de conducción superficial de lixiviado es de 37.67 µg/m^3. A una distancia de 650 metros desde el punto de medición hasta el Portón de ingreso al RSNJ el resultado reportado es de 20 µg/m^3. A 1500 metros sector de ladrilleras la concentración es de 7.56 µg/m^3 y a 2000 metros su concentración es de 5.10 µg/m^3. A partir del Portón el nivel sensorial de olor es menor que el límite referencial de afectación al ser humano.

C.7.6.1.2 Factor aguas superficiales

5. La evaluación de la calidad de las aguas superficiales se llevó a cabo el 6 de noviembre de 2019 en la quebrada Alpacoma y río Achocalla. Se analizaron 20 parámetros, 15 de los cuales exceden en las cinco muestras, tres en la quebrada Alpacoma y dos en el río Achocalla. El posible impacto debido al deslizamiento fue recibido de forma directa en la quebrada Alpacoma por derrame accidental del líquido lixiviado.
   La evaluación que se efectúa para determinar el posible impacto sobre las aguas superficiales de la quebrada Alpacoma a esa fecha, se puede apreciar por el deterioro de sus aguas residuales provenientes del El Alto, por comparación entre las muestras AG-01 AA ALPA, AG-02 AA ALPA y AG-03 AA ALPA. El deterioro incremental de la muestra AG-03 AA ALPA en parámetros como el DBO_5, sulfatos, nitrógeno, nitritos y nitratos, sulfuros, hierro y manganeso, proviene de una fuente contaminante externa.

C.7.6.1.3 Factor aguas subterráneas

6. La calidad de aguas subterráneas de un pozo profundo de 25 metros, punto AG-02 AA ALPA SUB tiene exceso a los límites permisibles en DBO5, DQO, nitrógeno, hierro, manganeso y mercurio.

C.7.6.1.4 Factor suelos.

7. La calidad de suelos analizados en calicatas de 3 metros de profundidad tiene resultados en exceso a dos parámetros pH y mercurio. El análisis de los "queques" que es referencial tienen resultados en exceso al cadmio, cromo^{+3}, cromo^{+6} y mercurio.

C.7.6.2 Hallazgo (Coincidente con Hallazgo 6)

En el Diagnóstico por resultados reportados por laboratorios acreditados para la calidad del aire está contaminado por PBV de Contaminado a Muy Contaminado, factores de Riesgo, suelos y Subsuelos, se comete una contravención al RPCA, artículo 152 e incumplimiento al Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA), Título V – De las infracciones y sanciones administrativas, artículo 65, inciso a) y b).

C.7.6.3 Condición del Hallazgo

El diagnóstico establecido como situación actual ambiental después del deslizamiento de los RSD en el RSNJ, fue establecido por medio de reportes de laboratorios acreditados para cada uno de los factores evaluados aire, aguas superficiales y subterráneas, lixiviado, suelos y queques.

Para el factor socioeconómico el diagnóstico fue levantado por medio de encuestas personalizadas a un número estadísticamente determinado de la población aledaña como grupo focal.

C.7.6.4 Efectos

El grado de contaminación debido a la concentración de las partículas biológicas viables se circunscribe a las personas que trabajan dentro del RSNJ, en aplicación al plan de higiene y salud ocupacional, la afectación a su salud en el área de oficinas Administrativas se debe a la valoración de la calidad del aire en Contaminada. Dentro del área de las Macroceldas el impacto es mayor, valorado como Muy Contaminante.

El efecto que sufrió la población aledaña de acuerdo a mediciones propias de TERSA S.A., se debe a las emanaciones de malos olores producto del deslizamiento. Ocho meses después ese grado de contaminación se encuentra dentro de los límites permisibles a distancias de 1500 y 2000 desde el centro del RSNJ a la población aledaña.

El grado de contaminación que tiene la quebrada Alpacoma antes y después del RSNJ, tiene indicios de impacto negativos sobre su calidad por los resultados analíticos reportados por laboratorio acreditado para el punto de evaluación AG-03 AA ALPA.

La calidad de los suelos reporta un grado de contaminación en dos parámetros pH y mercurio. La disposición del "queque" sobre el suelo también impacta su calidad del RSNJ porque exceso límites permisibles referenciales para el cadmio, cromo total, cromo^{+6} y mercurio. El efecto del deslizamiento para la salud se encuentra desarrollado en el Hallazgo 11.

C.7.6.5 Causas

Después de ocho (8) meses de transcurrido el evento, los impactos al ecosistema circundante está regresando a su equilibrio como se puede apreciar en el punto desarrollado para los Criterios. Con excepción de cierto grado de contaminación que deberá ser develado por estudios de largo plazo y costos.

C.7.6.6 Recomendación

En la gestión ambiental de un relleno sanitario de la magnitud estudiada se deberá cumplir a cabalidad los compromisos asumidos en los dos planes enunciados en el párrafo anterior a condición de que se priorice la atención de su estabilidad, manejo integral de los lixiviados generados hasta el plazo establecido por norma y se efectué un control riguroso de la generación del Biogás.

C.7.6.7 Conclusión al Objetivo Específico 6

De acuerdo al Diagnóstico o Situación Actual Ambiental el efecto de impacto severo fue mitigado por las medidas de adecuación de corto y mediano plazo. Una vez que esta siendo desarrollo el Plan de Cierre y Poste Cierre la calidad ambiental del relleno se encuentra sin Peligro Inminente.

C.7.7 Objetivo Específico 7

Identificar y evaluar los impactos ambientales producidos por el deslizamiento de los residuos sólidos contenidos en la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 del Relleno Sanitario Nuevo Jardín, y evaluación de los efectos ambientales negativos en el área de estudio.

C.7.7.1 Criterios

El RSNJ cumple con el objeto del art. 1° de la Ley N° 755, prioriza la prevención con la reducción de residuos, su aprovechamiento y disposición final ambientalmente segura.

Las medidas de adecuación planteadas en el MA han promovido la reducción de las deficiencias ambientales identificadas en las operaciones del RSNJ, a través de la aplicación de medidas de seguimiento y control.

Los factores ambientales identificados que fueron impactados de manera negativa por el deslizamiento del RSNJ son la calidad del aire en sus componentes ruido, partículas suspendidas totales (PST), menores a 10 micrones (PM10), Biológicas Viables y olor; aguas superficiales y subterráneas; suelo; ecología; socioeconómico y salud.

Para determinar su magnitud se emplea el método de Evaluación de Impactos Ambientales, el tiempo de su duración de cada actividad y la incidencia para la ponderación del impacto.

Los factores ambientales que afectaron negativamente en el entorno fueron la calidad del aire con una ponderación Muy Alta en los parámetros de olor, PST y PBV. Con una ponderación Alta fue la generación del biogás, en ambas ponderaciones el impacto fue producido por la estabilización de la masa de residuos sólidos deslizados.

Para el factor agua se produjo a la generación del lixiviado con una ponderación Muy Alta. Para el factor suelo, también se debe la generación de lixiviados con una ponderación Muy Alta y Alto por la elaboración de queques.

En salud, su ponderación es Alta debido a la estabilidad de la masa de residuos sólidos y por inadecuados cumplimientos de los protocolos de seguridad industrial.

C.7.7.2 Hallazgo (Coincidente con Hallazgo 7)

El deslizamiento de los residuos sólidos contenidos en la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3, ha generado Impactos ambientales en la calidad del aire, aguas superficiales, suelo (sedimentos) generando contaminación al medio ambiente circundante, se considera una infracción administrativa de Impacto Ambiental por D.S. 28592, art. 17° parágrafo II, incisos e) y l).

C.7.7.3 Condición de Hallazgo

C.7.7.3.1 Factor Aire

Mal funcionamiento de los captadores de biogás del RSNJ representa un impacto ambiental negativo para el cambio climático local.

La concentración del SH_2 (olores) representa un impacto ambiental negativo, en condiciones climáticas no favorables (inversión térmica) el alcance de su concentración es mayor en distancia e intensidad. Causa molestias y reduce la calidad de vida.

C.7.7.3.2 Factor Agua

Agua superficial. El evento del deslizamiento ocasionó un Impacto ambiental Negativo directo, temporal y reversible sobre este factor.

El Lixiviado que contiene una alta carga contaminante genera un importante impacto ambiental negativo cuando gestión ambiental para su disposición final no es amigable con el medio ambiente, es posible que el regado del suelo y la elaboración de queques, no impermeabilizados, no represente una buena práctica ambiental.

C.7.7.3.3 Factor suelos

Los lixiviados en forma de queques generan importantes impactos negativos al suelo.

Aguas residuales. Las fosas de retención, no demuestran un tratamiento previo a su evacuación en su totalidad, generando un impacto negativo al suelo donde son descargadas.

Sobreexplotación de suelo, según el reporte oficial otorgado por TERSA S.A respecto al movimiento de tierras para la elaboración de queques, refiere un promedio mensual de 149.344,15 m^3, en una relación de 1 m^3 de lixiviado a 10 m^3 de tierra (variable), dato previo al evento del deslizamiento.

C.7.7.4 Efectos

El evento del deslizamiento genera una serie de impactos sobre su entorno que impidió temporalmente cumplir con el criterio 1.

La variabilidad de material terreo implementado en la elaboración de queques define la relación 1 a 4, al elaborar los queques como tratamiento de lixiviados.

La generación de lixiviado evaluado y planteado en MA, se reduce a un 30% de lo generado, en base a datos técnicos obtenidos de la documentación oficial.

C.7.7.5 Causas

Las modificaciones y ampliaciones realizadas a la actividad, han promovido que, el alcance de los impactos evaluados sea insuficiente, lo que demuestra un licenciamiento sin la ejecución adecuada en las medidas de adecuación.

La principal medida de adecuación referida a la implementación de una Planta de Tratamiento de Lixiviados, no tuvo el efecto proyectado, referente a la deficiencia identificada, considerando la existencia de bancos de queques y la eficiencia en el tratamiento del lixiviado en la PTL

Los impactos más relevantes por el deslizamiento se enfocan a la dispersión de residuos y lixiviados hacia la quebrada Alpacoma, las medidas de contención no responden en su totalidad a un año de ocurrido el evento.

No se ha cumplido la medida de adecuación referida a la clasificación de residuos, lo que pudo promover una reducción y aprovechamiento, que genere eficiencia en el uso y disposición final de residuos.

C.7.7.6 Recomendaciones

Una vez que el RSNJ se encuentra en etapa de cierre y post cierre, se sugiere el cumplimiento irrestricto de los alcances del Plan de Cierre y Post Cierre.

C.7.7.7 Conclusiones al Objetivo Específico 7

Los factores ambientales identificados aire, aguas (lixiviado), suelos y salud, ocasionaron impactos de forma negativa durante el deslizamiento de los residuos sólidos domésticos.

El grado de impacto negativo, está calificado de afectación Muy Alta a la calidad del aire en los parámetros componentes olor, PST, PM10 y PBV.

Con este mismo grado de impacto negativo, fue calificado Muy Alta la generación de lixiviado. El suelo fue calificado con un impacto negativo Muy Alto. Finalmente, la salud fue afectada en un grado de impacto ambiental negativo Alto.

C.7.8 Objetivo Específico 8

Realizar todos los estudios, análisis, mediciones y evaluaciones de campo que se requieran para el cumplimiento de los objetivos y alcance de los términos de referencia, generando documentos de respaldos, los cuales serán emitidos y firmados por profesionales y laboratorios acreditados para tal fin

C.7.8.1 Criterios

El alcance del Objetivo Específico 6 demanda efectuar un diagnóstico con base en los factores ambientales afectados por el deslizamiento para el aire, aguas (superficial y subterránea), suelo y socioeconómico; para la obtención de los resultados nos remitiremos a este objetivo.

Cada uno de los laboratorios contratados como SGLAB, GreenLab (convertido en TresRios) y SI2M están acreditados por el Instituto Boliviano de Metrología. Para el logro de esta acreditación se debe seguir protocolos muy estrictos de calidad, por tanto, la entrega de sus reportes de resultados firmados por su representante legal y personal técnico, avalan su confiabilidad.

Los estudios y mediciones realizados para el cumplimiento de los objetivos comenzaron con el levantamiento topográfico con base a BM geodésicos y una precisión de 0.50 metros. Se realizó el Estudio Geotécnico y de estabilidad de taludes. El estudio geotécnico está compuesto por la exploración y muestreo; pruebas de permeabilidad y ensayos de laboratorio para determinar el tipo de material; cohesión, ángulo de fricción y peso específico en cinco (5) puntos. Pluma contaminante. También se llevó a cabo evaluación de aspectos operativos, técnicos, administrativos y legales, licencias ambientales, permisos, autorizaciones, informes ambientales anuales, seguridad e higiene ocupacional y cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

Se han realizado todos los estudios, análisis, mediciones y evaluaciones de campo para el cumplimiento de cada uno de los objetivos, se respalda la veracidad y confiabilidad de los resultados analíticos para la calidad del aire, aguas, suelos y la ejecución de los estudios técnicos como el levantamiento topográfico, estabilidad de taludes, geotécnico, pruebas de permeabilidad en la determinación del tipo de material, cohesión, ángulo de fricción, peso específico y geofísica.

C.7.8.2 Hallazgo (Coincidente con Hallazgo 8)

No se documentan estudios geológico - geotécnicos a detalle y puntuales en las zonas de disposición final de residuos sólidos, ni en etapa de diseño ni de operación del RSNJ, lo cual es una inobservancia al art. 72 del RGRS y las normas técnicas NB 759 acápite 4 y NB 760 acápite 5.

C.7.8.3 Condición de Hallazgo

Las razones para que cumplan con los alcances del presente objetivo, están dispuestas por el DS 28499, Documento Base de Contratación (DBC) y los Términos de Referencia (TdR's).

C.7.8.4 Efectos

Evidenciar a través de estudios, análisis, mediciones y evaluaciones de campo el cumplimiento de los objetivos la medición y alcance de los términos de referencia, generando documentos de respaldos, los cuales serán emitidos y firmados por profesionales y laboratorios acreditados para tal fin

La calidad del aire se encuentra afectada por la concentración de PBV tiene un grado de Contaminado en oficinas Administrativas a Muy Contaminado en la Macrocelda 4 del RSNJ.

La calidad de aguas de la quebrada Alpacoma tiene una valoración de la peor calidad, (Clase D) tanto aguas arriba como abajo del RSNJ, por la fuente de captación es para aguas residuales de una fracción poblacional de la ciudad de El Alto. Existe impacto ambiental negativo sobre la quebrada Alpacoma en el punto AG-03 AA ALPA.

La calidad del suelo no puede ser evaluado de manera comparativa entre los análisis químicos presentados y aprobados en Manifiesto Ambiental y el de la AA, debido a que los resultados difieren en los parámetros analizados; mientras que en el Manifiesto Ambiental la calidad del suelo es valorada como si fuera un suelo agrícola, los TdR's de la AA disponen resultados de sales y metales pesados.

Los estudios y evaluación de campo para los aspectos técnicos que componen la AA fueron llevados por empresas y profesionales idóneos para ser verifibles y repetibles.

C.7.8.5 Causas

La empresa auditora no se limitó exclusivamente al contenido mínimo de la AA para lograr objetivos de los términos de referencia, por ejemplo, los resultados analíticos de contenido de metales pesados del "queque" o el contenido másico de los lixiviados.

C.7.8.6 Recomendación

Se recomienda de manera fehaciente la modificación del DS 28499 porque no aplica coherentemente a la ejecución de una Auditoría Ambiental, en contenidos generales, planificación, plazos, entrega de la información que debería estar disposición del auditor sin restricciones. No condice con nuestra realidad normativa conexa.

C.7.8.7 Conclusión al Objetivo Específico 8

La ausencia de estudios geotécnicos en cada área de las celdas operativas, impidió verificar el nivel de desplante y las condiciones geotécnicas del terreno para la construcción.

C.7.9 Objetivo Específico 9

Evaluar el grado de cumplimiento/efectividad de las medidas propuestas e implementadas en el marco del Plan de Contingencias que se encuentra en ejecución.

C.7.9.1 Criterios

Ante el suceso del deslizamiento el GAMLP inmediatamente procedió la ejecución de tareas de contención con la construcción de tres (3) diques con material arcilloso. Esta medida de contención evitó en gran medida un impacto ambiental negativo por el derrame accidental de líquido lixiviado hacia la cuenca del río Achocalla.

La evaluación del grado de cumplimiento/efectividad de las medidas propuestas e implementadas en el marco del Plan de Contingencias, resultó en una actividad de alta complejidad porque se implementaron medidas inmediatas al evento y actividades en el corto plazo.

La verificación del cumplimiento/efectividad de cada una de las medidas inmediatas y de corto plazo del Plan de Contingencias se sustentó en las veinte (20) inspecciones realizadas e informadas por profesional técnico del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAYA), complementariamente a 161 inspecciones propias al RSNJ.

Desde el momento de la Orden Proceder de la AA (12/09/2019), ocho meses después de evento, las ocho (8) medidas inmediatas propuestas en el Plan fueron implementadas en su totalidad.

El grado de cumplimiento/efectividad del Plan de Contingencias Específico para la implementación de medidas inmediata y de corto plazo no se cumplió hasta el 03 de septiembre de 2019; hasta donde se llevaron las inspecciones por la AACN. El grado de su efectividad no cumplió el objetivo en tiempo programado con menor cantidad de recursos.

De las inspecciones propias pudimos verificar que no se cubrieron los RSD expuestos en la Celda 15, se continuó disponiendo RS próximos al estanque 6 dentro de esta macrocelda; los canales de derivación estaban siendo construidos e impermeabilizados; el canal de drenaje al pie del talud de la celda 14B estaba socavado; la PTLL inició su operación al finalizar el año 2019 con la fase de tratamiento fisicoquímico.

También se impermeabilizó casi la totalidad del RSNJ y se mejoro el sistema de colecta de biogás, así como la colecta del lixiviado; a la finalización de la Fase II de la AA.

C.7.9.2 Hallazgos (Correspondiente con Hallazgo 9)

Omisión en la identificación de deficiencias, plan de adecuación ambiental y programa monitoreo para los factores Riesgos, Suelo y Subsuelo, incumpliendo el RPCA artículo 152, artículo 64 del RGGA inciso c) y se considera infracción de impacto ambiental según el art. 17°, parágrafo II, inciso i) del D.S. 28592.

C.7.9.3 Condición de Hallazgos (Correspondiente con Hallazgo 9)

La implementación de las medidas inmediatas y de corto plazo, fueron sucesivamente ejecutadas, durante su desarrollo la AACN realizo observaciones a su cumplimiento, hasta donde fueron verificadas por la consultora el grado de cumplimiento fue del 95%.

C.7.9.4 Efectos

Las acciones implementadas de forma inmediata en la contención de la masa de residuos sólidos y el líquido lixiviado en aplicación de un Plan de Contingencias genérico posibilitaron reducir un mayor impacto ambiental negativo hacia aguas abajo de la quebrada Alpacoma.

Una de las medidas de corto plazo con alto grado de efectividad es el desvío de la quebrada Alpacoma en forma paralela a su curso original, lo que evitó la mezcla de lixiviados con sus aguas; aunque inicialmente este hecho no se pudo evitar.

El cronograma de las medidas inmediatas y de corto plazo fue observado de manera constante en los informes de las inspecciones al sitio del evento por la AACN.

C.7.9.5 Causas

El cumplimiento gradual de las medidas inmediatas, así como de las medidas de corto plazo, se evaluaron hasta el 03 de septiembre de 2019 y la AACN consideró por las observaciones reiteradas a su implementación que la planificación no estuvo acorde a la necesidad e intensidad del evento, liderazgo en la coordinación; se tuvo que ajustar las medidas en plazos adicionales en la mayoría de las actividades comprometidas.

Parte de las medidas a ser implementadas en aplicación al Plan de Contingencias Especifico se solaparon con algunas medidas del Plan de Cierre y Post Cierre, como el diseño y construcción de cunetas de drenaje.

C.7.9.6 Recomendación

La planificación, el liderazgo único para la coordinación, así como la asignación inmediata de recursos económicos, se consideran vitales para la atención óptima de incidentes de gran magnitud como el presente caso.

C.7.9.7 Conclusión al Objetivo Específico 9

Un porcentaje mayoritario (95%) de la aplicación de las medidas inmediata y de corto plazo fueron implementadas para la atención del evento concluyó antes del inicio de la AA.

C.7.10 Objetivo Específico 10

Identificar las zonas de riesgo potencial a corto, mediano y largo plazo.

C.7.10.1 Criterios

El emplazamiento de un relleno sanitario de acuerdo a la NB 759 Especificaciones obligatorias, acápite 4.3 Aspectos geológicos: "*deberá localizarse fuera de zonas inestables o con taludes inestables.*

El sitio deberá evitar zonas donde existan o se puedan generar fenómenos de carsismo, como dolinas u otras formas de tipo cársico".

Los textos de estudios geológicos presentados por las entidades sujetas a la auditoría manifiestan de manera unánime que el terreno en el área del Rellenos Sanitario Nuevo Jardín tiene características desfavorables para la implementación de obras civiles, a detallarse: se trata de un sector de deslizamiento antiguo, el sector está caracterizado por materiales consolidados de la Formación La Paz y el torrente de barro Achocalla que dan lugar a la presencia de geoformas asociadas a fenómenos de carsismo (presencia de cárcavas someras y profundas) y erosión hídrica severa.

Así también se encuentra que la NB 757 en su acápite 6 Aclaraciones indica que: "*La autoridad competente podrá autorizar la realización de medidas y obras de ingeniería, cuyos efectos resulten*

equivalentes a los que se obtendrían del cumplimiento de los requisitos previstos en los puntos anteriores, cuando se acredite técnicamente su efectividad"

Bajo esta autorización se entiende que una adecuada planificación y ejecución de obras de ingeniería minimizan o eliminan los aspectos negativos del terreno y lo mejoran para la implementación de las estructuras civiles propias del proyecto.

C.7.10.2 Condición

Las condiciones geológicas propias del sector de emplazamiento del RSNJ muestran características desfavorables para la implementación de obras civiles, la realización de medidas y obras de ingeniería acondicionan y mejora el terreno para que este, una vez intervenido, cumpla con los requerimientos previstos en las normas NB 757 y NB 759.

C.7.10.3 Condición de Hallazgo

Las razones de la condición del hallazgo se encuentran sustentadas en la aplicación de las NB 757 y NB 759.

C.7.10.4 Efectos

Debido al evento no hubo afectación a la conformación y/o calidad del terreno del sector, no viéndose afectaciones a las características geológicas propias del lugar.

Durante la atención al evento se efectuaron intervenciones con maquinara pesada con el objeto de evitar la generación de eventos de riesgos geológicos en el área.

C.7.10.5 Causa

Deslizamiento de los residuos sólidos y líquido lixiviado de la Macrocelda 4 y afectando a la Macrocelda 3 por una distancia de 833 metros desde su coronamiento del RSNJ hasta la quebrada Alpacoma, este evento no condicionó ni generó zonas de riesgo geológico en el área.

C.7.10.6 Recomendación

Se recomienda a la GAMLP el cumplimiento de las Especificaciones Obligatorias estipuladas en el índice del documento Plan de Cierre y Post Cierre Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma respecto a la generación de información temática en el componente geología.

C.7.10.7 Conclusión al Ojetivo Específico 10

No se generaron condiciones ni fenómenos que impliquen riesgos geológicos durante el evento sujeto a auditoría de cumplirse y mantenerse las medidas ingenieriles relacionadas a la estabilidad de taludes y mejoramiento de las características geológicas del terreno el sitio a auditar constituye una zona de bajo riesgo geológico a corto, mediano y largo plazo.

C.7.11 Objetivo Específico 11

Evaluar los aspectos sociales que pudieran haber sido afectados en el área de estudio.

C.7.11.1 Criterios

De manera general, la población aledaña a un relleno sanitario de disposición de residuos sólidos domésticos no debe generar riesgo para su salud, siempre y cuando se cumplan los estándares establecidos en las normas bolivianas (NB 742-760).

Esta misma situación se aplica para los trabajadores, personal no calificado y calificado, eventual y permanente que trabaja dentro del relleno sanitario; bajo la condición de que se cumplan los estándares de Higiene y Seguridad Ocupacional.

Durante el deslizamiento la población aledaña reconoció una afectación a su salud, debido a fuertes malos olores y presencia de vectores (moscas, cucarachas) producidos por el deslizamiento de los residuos sólidos confinados en las Macroceldas 3 y 4, especialmente a los habitantes de las viviendas más cercanas al RSNJ, aunque estadísticamente el riesgo era no significativo.

La distancia mínima que dista entre la AOP y la población aledaña de 1000 metros, fue rebasada a la autoridad del GAMLP. Al no ser observada, se genera un incumplimiento a la NB 757, punto 4.1. Incluso esta distancia mínima debía ser superior a los 1000 metros para evitar afectación a la salud de la población aledaña.

C.7.11.2 Hallazgo (Coincidente con Hallazgo 11)

Durante el deslizamiento de los residuos sólidos del RNSJ, la población aledaña fue afectada a su salud, debido a emanaciones de fuertes malos olores y la presencia de vectores (moscas, cucarachas) hasta una distancia de 1000 metros a la redonda, lo que transgrede lo dispuesto en el D.S. 28592 en su art. 17° parágrafo II, inciso e) e i) y Ley 755 – Art. 26, II.

C.7.11.3 Condición de Hallazgo

La distancia mínima dispuesta por la NB 757 es cada vez más acortada por el acercamiento de la población aledaña al RSNJ, construcción de viviendas y actividades económicas en la elaboración de ladrillos artesanales.

C.7.11.4 Efectos

Debido al evento hubo afectación a la calidad de vida de la población aledaña al RSNJ debido a la contaminación del aire por malos olores desprendidos de los residuos sólidos producto del deslizamiento. El nivel sensorial de 32.08 µg/m^3 fue excedido a los 1000 metros a la redonda del RSNJ.

Durante la atención al evento la población aledaña sintió afectación a su salud, presentando síntomas de tipo irritativo de las vías áreas, conjuntivitis, náuseas, diarreas, además de la inusual abundancia de moscas y cucarachas.

C.7.11.5 Causa

Deslizamiento de los residuos sólidos y líquido lixiviado de la Macrocelda 4 y afectando a la Macrocelda 3 por una distancia de 833 metros desde su coronamiento del RSNJ hasta la quebrada Alpacoma.

C.7.11.6 Recomendación

Se recomienda a la GAMLP el cumplimiento de las Especificaciones Obligatorias de la NB 757 en no permitir el acercamiento al RSNJ de la población aledaña, debido a la posible afectación a su salud por contaminación del aire y vectores.

C.7.11.7 Conclusión al Objetivo Específico 11

Se tuvo impacto ambiental negativo en la salud de la población aledaña por deterioro de la calidad del aire, debido a los malos olores que causó enfermedades, además de una inusual abundancia de vectores como moscas y cucarachas.

C.7.12 Objetivo Específico 12

Establecer mediante documentación existente, criterios técnicos y otra información pertinente, si el cuerpo de agua Alpacoma, el cual se encuentra colindante al RSNJ, es un río o quebrada.

C.7.12.1 Criterios

Mucho antes del inicio de la AA el curso de agua Alpacoma no tenía definido su categoría de quebrada o río. La auditoría defino esta categoría por medio de documentación, criterios técnicos y otra información pertinente.

Para el cumplimiento de la NB 757 (742-760), esta definición debió estar establecida, teniendo en cuenta que dicha norma dispone una distancia mínima del emplazamiento de un Relleno Sanitario hacia un cuerpo de agua de 500 metros como mínimo, "a partir de la línea de orilla del cuerpo de agua o de la base de los diques, en el caso de las corrientes superficiales a partir del centro del cauce".

La documentación existente consultada fue la carta geográfica 5944-02 del Instituto Geográfico Militar (IGM) donde el curso de agua Alpacoma tiene la denominación de "río Alpacoma", una segunda documentación de respaldo se solicitó de forma reiterativa a la Dirección de Recursos Hídricos, instancia que evitó una respuesta oficial como criterio.

Bajo criterios técnicos y definiciones de río, quebrada y arroyo, se definió que el curso de agua Alpacoma era una Quebrada. Las definiciones indican que un río tiene un nacimiento y es de fuente natural. La quebrada Alpacoma nace de una fuente de aguas residuales de la ciudad de El Alto. Los ríos tienen ramificaciones o afluentes, mientras que una quebrada no las tiene. Los ríos representan fuente de energía potencial, la quebrada no. Los ríos tienen la capacidad de transporte, las quebradas son poco profundas para este fin.

C.7.12.2 Condición

El curso de agua cercano al emplazamiento de la AOP es una quebrada, que representa un riesgo potencial alto para la estabilidad futura del Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma, debido a su flujo turbulento y caudal incrementado en época de lluvias, asociado a la diferencia de altura entre su nacimiento y el tramo a la altura del RSNJ de 650 metros. La AOP no cumple con lo dispuesto por la NB 757, punto 4.2 que dispone que la ubicación del sitio de disposición final de residuos sólidos municipales con respecto a aguas superficiales, debió cumplir la distancia de 500 metros.

C.7.12.3 Condición de Hallazgo

La selección del lugar del emplazamiento actual del RSNJ fue impulsado por la emergencia y urgencia sin lograr el cumplimiento total de requisitos que requiere la norma boliviana.

C.7.12.4 Efectos

Una de las características que tiene la quebrada Alpacoma es su diferencia de altura de 650 metros. Otra característica es la enorme variabilidad de su caudal, incluso por diferencia horaria. Durante las inspecciones se determinó un caudal variable de 50 a 100 l/s, por bibliografía conocemos que puede alcanzar 5 m^3/s; dependiendo la estación lluviosa.

El flujo turbulento de su caudal asociado al enorme arrastre de sedimentos socava el fondo de la quebrada, genera canales profundos o cárcavas que tiene su efecto en la estabilidad del RSNJ.

Al tratarse de aguas residuales su calidad hídrica es de peor calidad de acuerdo al Reglamento en Materia de Contaminación (RMCH), el grado de contaminación de Colifecales lo cataloga como Clase D.

C.7.12.5 Causas

El fin para determinar si el curso de agua era quebrada o río estaba orientado a establecer el cumplimiento de la NB 757.

Dada la limitante de distancia mínima del emplazamiento del RSNJ a la quebrada Alpacoma, el manejo o gestión técnica y ambiental de la quebrada era una medida prioritaria para la estabilidad global del RSNJ.

La parte Este del RSNJ tiene una "cuña" denominada Dorsal Sur sostenida en el Farallón, la parte Oeste del RSNJ representa un riesgo potencial considerando la existencia de una vertiente con fuente comprobada al noroeste del RSNJ, cuyo flujo aflora y luego se insume de manera subsuperficial hacia la quebrada Alpacoma.

C.7.12.6 Recomendación

Continuar con trabajos de infraestructura en la quebrada Alpacoma en el tramo de influencia directa a la estabilización del RSNJ, por otra parte, gestionar el tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de El Alto, desviando su caudal a ese sistema.

C.7.12.7 Conclusión al Objetivo Específico 12

La Quebrada Alpacoma debido a sus características intrínsecas, diferencia de altura entre su nacimiento y su paso por el RSNJ; hidráulicas; caudal variable en época de lluvias; arrastre de sedimentos; origen de sus aguas; representa un riesgo potencial para la estabilidad integral del Relleno Sanitario Nuevo Jardín.

C.7.13 Objetivo Específico 13

Establecer lineamientos para el cierre técnico del RSNJ

C.7.13.1 Criterios

En el Informe Actividades en el Sitio a Auditar, Fase 2, se planteó 20 actividades que son considerados como los Lineamientos de cierre técnico del RSNJ.

En el Informe Reporte Final Fase III se complementó las actividades como lineamientos de cierre técnico a través de un costo tentativo de las actividades de cierre que fueron seleccionados como Estudios Preliminares, Proyectos a Diseño Final, Obras de Mitigación y Control y Supervisión; haciendo un total de 37 actividades sugeridas.

Por otra parte, el Plan de Cierre y Post Cierre del GAMLP considera Estudios Preliminares como el geofísico, balance hídrico, generación de siete (7) mapas temáticos y muros de contención. Además, el Plan de Cierre propone, mejora del sistema vial, obras civiles de estabilización, implementación del sistema de impermeabilización, diseño de un sistema de captación y conducción de líquidos lixiviados, implementación de una Planta de Tratamiento de Lixiviados, sistema de captación, conducción y quema centraliza de Biogás, conformación de banquinas, cobertura final de las celdas, implementación de nuevas celdas, implementación de cobertura de la celda de patógenos, sistema de drenaje pluvial y control de vectores.

Casi al finalizar la etapa de Actividades en el Sitio a Auditar, se comprobó visualmente la implementación de algunas actividades enumeradas líneas arriba.

C.7.13.2 Hallazgo

A la fecha y desde la aprobación del Manifiesto Ambiental (2010) todavía no se ha construido el cerco perimetral del RSNJ. Los residuos sólidos expuestos depositados en la Macrocelda 15 continúan sin una cobertura de tierra. La Planta de Tratamiento de Lixiviados no cuenta con todos los procesos unitarios de tratamiento del líquido lixiviado.

C.7.13.3 Condición de Hallazgo

Considerar el POA del RSNJ como prioridad la implementación de las actividades pendientes.

C.7.13.4 Efectos

Al ser medidas que se encuentran en plena etapa de implementación, no se podría describir un efecto, aunque las metas finales deberán quedar establecidas en lograr la Estabilidad integral del RSNJ; realizar el tratamiento y disposición final adecuado del líquido lixiviado y operar el sistema de captación, conducción y quema centralizado del Biogás, sin desatender cada una de los compromisos planteados en su conjunto para lograr un cierre ambiental amigable con el entorno circundante; así evitar un nuevo peligro inminente.

C.7.13.5 Causas

El cumplimiento de los criterios expresados proporcionará al RSNJ lo descrito.

C.7.13.6 Recomendación

Desarrollar, aplicar e implementar de manera integral cada una de las medidas de cierre en el alcance comprometido en el Plan de Cierre y Post Cierre.

C.7.13.7 Conclusión al Objetivo Específico 13

Actualmente el RSNJ se encuentra en plena etapa de Cierre Técnico.

C.8 Valoración Económica de Daños Civiles

A particulares o al patrimonio del Estado, en caso de Auditorías Ambientales por Contingencias.

El D.S. N° 28499 en su ARTÍCULO 12 (De las Fases de la Auditoría Ambiental), en lo que corresponde a la Fase 3, respecto del Dictamen de Auditoría Ambiental, incluye en el índice con el inciso c) la "Valoración Económica de Daños Civiles a particulares o al patrimonio del Estado, en caso de Auditorías Ambientales por Contingencias".

Por tratarse la AA de una Auditoría Ambiental por Peligro Inminente, el Párrafo C.8 no corresponde, al estar dirigido únicamente a Auditorías Ambientales por Contingencias.

D. Bibliografía

Estabilidad de Taludes

Acosta, J. Cambios laterales en la Formación Hiló. Memorias VI Congreso Colombiano de Geología, Tomo I, pp. 182-195. (1993). Medellín - Colombia.

Bishop, A.W., The use of the slip circle in the stability analysis of slopes. Géotechnique, 5(1): 7-17. . (1995).

Fasset, J.B., Leonards, G.A., y Repetto, P.C. "Geotechnical Properties of Municipal Solid Wastes and Their Use in Lanfill Design"; Proceedings, WasteTech '94 - Landfill Technology. . (1994).

González, J.; Espinosa, A.- Falla del Relleno Sanitario Doña Juana- - III. Mecanismo de Falla, Causas y Costos del Deslizamiento- en este mismo Simposio. (2001b). Bogotá, Colombia.

González, J.; Espinosa, A.- Falla del Relleno Sanitario Doña Juana- II. Evaluación de Presión de Poros y Resistencia de Basuras- en este mismo Simposio. (2001a). Bogotá - Colombia.

González, J.; Espinosa, A.. Peritazgo Técnico - Controversias Surgidas en Torno del Relleno Sanitario de Doña Juana-- Tribunal de Arbitramento – 3 Vol.- Bogotá. (julio 2000).

Gourc, J.P., Olivier, F., Thomas, S., Chatelet, L., Denecheau, P. y Munoz. M.L. "Monitoring of Waste Settlements on Five Landfills: Comparison of the Efficiency of Different Devices"; . . (2001). Sardinia - Italy.

Grisolia, M. & Napoleoni, Q. Geotechnical Characterizacion of Municipal Solid Waste: Choice of Design Parameter. Proc of the Second International Congress on Environmental Geotechnics, A.A. Balkema, , v.2, p.642-646. (5-8 noviembre 1996). Osaka - Japon.

Geología

Acosta, J. Cambios laterales en la Formación Hiló. Memorias VI Congreso Colombiano de Geología, Tomo I, pp. 182-195. (1993). Medellín - Colombia.

Aller, L., Bennett, T. W., & Hackett, G. (1991). *Handbook of Suggested Practices for the Design and Installation of Ground-Water Monitoring Wells.* Las Vegas, Nevada: U.S. Environmental Protection Agency (EPA).

Arce, O. Guía a los Yacimientos Metalíferos de Bolivia. 346 p. (2007). La Paz.

Assaad, F., LaMoreaux, P. E., & Hughes, T. H. (2004). *Field Methods for Geologists and Hydrogeologists.* New York, United States of America: Springer.

Baiulescu, G. E., Dumitrescu, P., & Zugravescu, P. G. (1991). *Samplig* (first ed.). Great Bretain: Ellis Horwood.

Baker D, Greenland S, Mendlein J, Harmon P. A Health study of two communities near the Stringfellow waste disposal site. Arch Environ Health 43:325-334. (1988).

Ballivián, O., Bles, J., Servant, M. El Plio-Cuaternario de la Region de La Paz (Andes Orientales, Bolivia). Cahiers d' ORSTOM. Volumen X, Nº 1. 101 – 113 p. (1978).

Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial. (2007). *Proteccion de la Calidad del Agua Subterranea* (Segunda edición ed.). (S. Foster, R. Hirata, D. Gomes, M. D'Elia, & M. Paris, Edits.) Washington, D.C. 20433, USA: Mundi-Prensa Libros, S. A.

Barcelona, M. J., Gibb, J. P., Helfrich, J. A., & Garske, E. E. (1985). *Practical Guide for Ground-Water Sampling.* U.S. Environmental Protection Agency. Illinois: U.S. Environmental Protection Agency.

Bishop, A.W., The use of the slip circle in the stability analysis of slopes. Géotechnique, 5(1): 7-17. . (1995).

Bles, J. L., Álvarez, A., Anzoleaga, O., Ballivian, O., Bustillos, O., Hochstatter, H., Malatrait, A., Otazo, N. Plan de Desarrollo Urbano - Ciudad de La Paz. Tomo 1. Aspectos Físicos y Ambientales. Geología y Aguas. Honorable Alcaldía Municipal de La Paz. (1978).

Bles, J. L., Álvarez, A., Anzoleaga, O., Ballivian, O., Bustillos, O., Hochstatter, H., Malatrait, A., Otazo, N. Plan de Desarrollo Urbano . Tomo 2. Aspectos Físicos y Ambientales. Síntesis Ecogeológica. Honorable Alcaldía Municipal de La Paz. (1978). Ciudad de La Paz.

Bouwer, H. (May-June de 1989). The Bouwer and Rice Slug Test - an Update. *27(3)*, 304-309. Ground Water.

Bouwer, H., & Rice, R. C. (June de 1976). A Slug Tesf for Determining Hydraulic conductivity Unconfine Aquifers With Completely with Partially Penetrating Well. *12(3)*, 423-428. WATER RESOURCES RESEARCH.

Butler, J. J. (1997). *The Design, Performance and Analysis of Slug Tests.* Florida, United States of America: Lewis Publishers.

Butler, J. J., Garnett, E. J., & Healey, J. M. (September-October de 2003). Analysis of Slug Test in Formaitons of High Hydraulic Conductivity. *41(5)*, 620-630. Ground Water.

Butler, J. J., McElwee, C. D., & Liu, W. (May-June de 1996). Improving the Quality of Parameter Estimates Obtained from Slug Test. *34(3)*, 480-490. Ground Water.

Constitución Política del Estado. (7 de febrero 2009).

Contraloría de Bogotá D.C. Dirección Recursos Naturales Y Medio Ambiente, "Plan de Auditoria Distrital – PAD", Auditoría Gubernamental con Enfoque Integral Modalidad Especial, al proceso de Disposición Final de RS en el Relleno Sanitario Doña Juana. (1 de enero - 31 de agosto de 2002). www.contraloria.dfa.pdf.

Cooper, H. H., Bredehoe, J. D., & Papadopulos, I. S. (1967). Response of a finite-diameter Well to an instantaneous charge of water. *III(1)*, 263-&. Washington D.C.: Water Resources Research.

Correspondencia referida a la Sistematización de celdas, Sistema de Regulación y Supervisión Municipal (SIREMU) y Tratamiento Especializado de Residuos Sólidos y Servicios Ambientales S.A. (TERSA S.A.). (2004 – 2018). La Paz - Bolivia.

Custodio Gimena, E., & Llamas Madurga, M. R. (1983). *Hidrologia Subterranea* (Segunda Edición ed., Vol. II). Barcelona, España: Omega.

D.S. 3549 Modifica, complementa e incorpora nuevas disposiciones al Reglamento de Prevención y Control Ambiental. (02 de mayo de 2018).

D.S. 3549, Modifica, complementa e incorpora nuevas disposiciones al Reglamento de Prevención y Control Ambiental. (02 de mayo de 2018).

Decreto Supremo 26705. (10 de julio de 2002).

Decreto Supremo 28499. (10 de diciembre de 2005).

Decreto Supremo 2954 - Reglamento General de la Ley 755 . (19 de octubre de 2016).

Decreto Supremo N° 24176. (8 de diciembre de 1995).

Decreto Supremo N° 24176. (9 de diciembre de 1995).

Decreto Supremo N° 28499 Norma Complementaria - Modificatoria del Reglamento De Prevención y Control Ambiental - Reglamento General de Gestión Ambiental y Auditorías Ambientales. (10 de diciembre de 2005).

Decreto Supremo N° 28592. (17 de enero de 2006).

Decreto Supremo N° 28592 Complementaciones y Modificaciones a Reglamentos Ambientales. (17 de enero de 2006).

Decreto Supremo N° 3549 . (2 de mayo de 2018).

Delleur, J. W. (1999). *The Handbook of Groundwater Engineering.* Boca Raton, United States of America: CRC Press LLC.

Dobrovolny, E., Geología del Valle de La Paz. Ministerio de Minas y Petróleo. Departamento Nacional de Geología. Boletín Nº 3 (Especial). 152 p., 5 anexos. (1962). La Paz.

Driscoll, F. G. (1986). *Groundwater and Wells* (Segunda Edición ed.). Minnesota, United States of America: H.M. Smyth Company.

Dunne MP, Burnett P, Lawton J, Raphael B. The health effects of chemical waste in an urban community. Med J Austr 152:592-597. (1990).

Elliott P, Briggs D, Morris S, de Hoogh C, Hurt C, Jensen TK, Maitland I, Richardson S, Wakefield J, Jarup L. Risk of adverse birth outcomes in populations living near landfill sites. BMJ; 323:363–8. (2001).

Empresa Tersa S.A. Plan de Contingencia Específico Deslizamiento Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma. Estabilidad De Taludes. La Paz. 30 p. (2019).

Empresa Tersa S.A. Plan de Contingencia Específico Deslizamiento Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma. La Paz. 39 p. (2019).

Empresa TERSA S.A. Vertedero de Alpacoma Estudio Geotécnico y de Estabilización del Muro Dorsal Sur. La Paz. 91 p. (2014).

Espejo, A., Mareño, P., Porcel, R., Marín, M., Baldellón, E., Velasco, R., Zapana, P., Mendez, J., Terán, N., Morillas, N., Lima, E., Chacón, G., Velasco, A., Calisaya, C., Aruni, B., Bejarano, J. (1991). *Mapa de Riesgos de los Distritos Urbanos del Municipio de La Paz Municipio de La Paz. Memoria Explicativa. La Paz. Gobierno Autónomo Municipal de La Paz. Dirección Especial de Gestión de Riesgos. 117 p.* La Paz.

Fasset, J.B., Leonards, G.A., y Repetto, P.C. "Geotechnical Properties of Municipal Solid Wastes and Their Use in Lanfill Design"; Proceedings, WasteTech '94 - Landfill Technology. . (1994).

Ferris, J. G., & Knowles, D. B. (1954). Slug test for Estimating Transmissibility. 104-105. U.S.G.S Ground Water.

Fielder HMP, Poon-King CM, Palmer CR, Moss N, Coleman G. Assessment of impact on health of residents living near the Nant-y-Gwyddon landfill site: retrospective análisis. BMJ; 320:19–23. (2000).

Gobierno Autónomo Municipal de La Paz. Manifiesto Ambiental Relleno Sanitario Nuevo Jardín. Dirección de Calidad Ambiental. Versión en formato PDF. 565 p. (2010).

Gobierno Municipal de La Paz. Uso Del Suelo y Patrones de Asentamiento. Distrito 21. (2005, 2014).

González, J.; Espinosa, A.- Falla del Relleno Sanitario Doña Juana- - III. Mecanismo de Falla, Causas y Costos del Deslizamiento- en este mismo Simposio. (2001b). Bogotá, Colombia.

González, J.; Espinosa, A.- Falla del Relleno Sanitario Doña Juana- II. Evaluación de Presión de Poros y Resistencia de Basuras- en este mismo Simposio. (2001a). Bogotá - Colombia.

González, J.; Espinosa, A.. Peritazgo Técnico - Controversias Surgidas en Torno del Relleno Sanitario de Doña Juana-- Tribunal de Arbitramento – 3 Vol.- Bogotá. (julio 2000).

Gourc, J.P., Olivier, F., Thomas, S., Chatelet, L., Denecheau, P. y Munoz. M.L. "Monitoring of Waste Settlements on Five Landfills: Comparison of the Efficiency of Different Devices"; . . (2001). Sardinia - Italy.

Grisolia, M. & Napoleoni, Q. Geotechnical Characterizacion of Municipal Solid Waste: Choice of Design Parameter. Proc of the Second International Congress on Environmental Geotechnics, A.A. Balkema, , v.2, p.642-646. (5-8 noviembre 1996). Osaka - Japon.

Grupo Dimensión-Enasa y Asociados. Propuesta Para la Concesión de la Operación del Servicio de Disposición Final de Residuos Sólidos del Municipio de La Paz. La Paz. Versión en formato PDF. 144 p. ((2005).

Guía para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario, Ministerio de Medios Ambiente y Agua. (versión 2012).

Hertzman C, Hayes M, Singer J, Highland J. Upper Ottawa street landfill site health study. Environ Health Perspect 75:173-195. (1987).

Highland, L., Brobowsky, P. MANUAL DE DERRUMBES: Una Guía para Entender todo sobre los Derrumbes. Reston, Virginia. Circular 1325. Servicio Geológico de los EE.UU. 129 p. (2008).

Hvorslev, J. M. (1951, April). Observations Time Lag and Soil Permeability in Ground-Water. *(36)*, 1-50. Vicksburg, Mississippi: Waterways Experimental Station.

Informes de Gestión Mensual, Relleno Sanitario Nuevo Jardín, TERSA S.A. (2010 – 2018). La Paz - Bolivia.

Informes de Inspección Técnica, Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (18 de enero de 2019 a 22 de agosto de 2019). La Paz - Bolivia.

Informes de Monitoreo Ambiental, Relleno Sanitario Nuevo Jardín. (II/2010 – II/2018). La Paz - Bolivia.

Instituto Tecnológico Geominero de España, ITGE. (1998). *Guía Operativa para la Recogida, Almacenamiento y Transporte de Muestras de Aguas Subterráneas destinadas al Análisis Químico.* Barcelona: ITGE.

Janerich DT, Burnett WS, Feck G, Hoff M, Nasca P, Polednak AP, Greenwald P, Vianna N. Cancer incidence in the Love Canal area. Science 212:1404-1407. (1981).

Jordá, L., Tomás, R., Arlandi, M., Abellan, A. (2016). *Manual de Estaciones Geomecánicas. Descripción de Macizos Rocosos en Afloramientos. Primera edición. España: E.T.S.I. Minas – Universidad Politécnica de Madrid. 200 p.*

Kamp, v. d. (January de 2001). Methods for determining the in situ hydraulic conductivity of shallow aquitards – an overview. *9*, 5-16. Hydrogeology Journal.

Karklins, S. (1996). *Groundwater Sampling Field Manual.* (J. Lenon, Ed.) Madison: Wisconsin Department of Natural Resources Bureau of Drinking Water and Groundwater.

Ley 755 . (28 de octubre de 2015).

Ley 755 Ley de Gestión Integral de Residuos. (28 de octubre de 2015).

Ley N° 031 - Ley Marco de Autonomías y Descentralización "Andrés Ibáñez. (19 de julio de 2010).

Ley N° 1178 – Ley de Administración y Control Gubernamentales. (20 de julio de 1990).

Ley N° 1333 de Medio Ambiente. (27 de abril de 1992).

Ley N° 300 - Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien. (15 de octubre de 2012).

Lipscomb JA, Goldman LR, Satin KP, Smith DF, Vance WA, Neutra RR. A follow-up study of the community near the McColl waste disposal site. Environ Health Perspect 94:15-24. (1991).

Logue JN, Fox JM. Residential health study of families living near the Drake Chemical Superfund site in Lock Haven, Pennsylvania. Arch Env Health 41:222-228. (1986).

Manifiesto Ambiental, Relleno Sanitario Nuevo Jardín . (septiembre 2010). La Paz - Bolivia.

Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. Memoria del Mapa Fisiográfico de Bolivia. 33 p. (2002). La Paz.

Ministerio de Servicios y Obras Publicas de Bolivia. (2005). *Agua Potable - Toma de Muestras.* IBNORCA. La Paz: GENESIS.

Museo Nacional de Historia Natural. Historia Natural de un Vale en Los Andes: La Paz. Segunda edición. 13 – 39 p. (2015). La Paz.

Najem GR, Strunck T, Feuerman M. Health effects of a Superfund hazardous chemical waste disposal site. Am J Prev Med 10:151-155. (1994).

NB 688-Instalaciones Sanitarias. (noviembre de 1996).

NB 689-Instalaciones de agua. (noviembre de 1996).

NB-742 a 760. (nobiembre de 1996).

Nielsen, D. M. (1991). *Practical Handbook of Ground-Water Monitoring.* Michigan, United States of America: Lewis Publishers.

Nielsen, D. M., & Nielsen, G. L. (2005). *The Essential Handbook of Ground-Water Sampling* (Segunda ed.). Boca Raton: CRC Press.

Norma Boliviana NB 757, Características que deben reunir los sitios para ubicar sistemas de disposición final de residuos sólidos municipales. (Noviembre 1996).

Norma Boliviana NB 760, Requisitos para el diseño, construcción, operación y monitoreo de un relleno sanitario. (Noviembre 1996).

Organización Meteorologica Mundial. (1994). *Guia de Practicas Hidrológicas* (Quinta Edición ed., Vols. OMM-N°168-VOL/UNICO). Organizacion Meteorológica Mundial.

Ozonoff D, Colten ME, Cupples A, Heeren T, Schatzin A, Mangione T, Dresner M, Colton T. Health problems reported by residents of a neighborhood contaminated by a hazardous waste facility. Am J Ind Med 11:581-597. (1987).

Paigen B, Goldman LR, Highland JH, Magnant MM, Steegman AT. Prevalence of health problems in children living near Love Canal. Haz Waste Haz Mat 2:23-43. (1985).

Papdopulos, I. S., Bredehoe, J. D., & Cooper, H. H. (1973). Analysis of Slug Test Data. *9(4)*, 1087-1089. Water Resources Research.

Plan de Cierre y Post Cierre, Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma. Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP). . (abril de 2019). La Paz - Bolivia.

Plan de Contingencias Específico deslizamiento Relleno Sanitario Nuevo de Alpacoma, Tratamiento Especializado de Residuos Sólidos y Servicios Ambientales S.A. (TERSA S.A.). (31 de enero de 2019). La Paz - Bolivia.

Plan de Emergencia para la Prevención, Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental, Proyecto: Relleno Sanitario Nuevo Jardín, . (septiembre 2004). La Paz - Bolivia.

Resolución Secretarial N° 383. (28 de noviembre de 1996).

Roscoe Moss Company. (1990). *Hand Book of Ground Water Development.* Los Angeles, California, United States: Wiley Interscience.

Rushton L and Elliott P. Evaluating evidence on environmental health risks. British Medical Bulletin; 68: 113–128. (2003).

Rushton L. Health hazards and waste management. British Medical Bulletin; 68: 183–197. (2003).

Servicio Geológico de Bolivia. Carta Geológica de Bolivia. Hoja de La Paz 5944, Escala 1:100000. . (1995). La Paz.

Servicio Nacional De Geología y Minería. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas. PMA. Publicación Geológica Multinacional Nº 4. 432 p. (2007).

Servicio Nacional De Geología y Técnico De Minas. Manual de Simbología Geomorfológica. Sergeotecmin. 39 p. (2012). La Paz.

Solinst. (03 de April de 2009). User guide of Levelogger. 71. Solinst.

Stehr-Green PA, Burse VW, Welty E. Human exposure to polychlorinated biphenyls at toxic waste sites: investigations in the United States. Arch Environ Health 43:420-424. (1988).

Suarez, R., Díaz, E. Léxico Estratigráfico de Bolivia. Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Bolivianos. Volumen 17. Nº 1-2. 227 p. (1996). Cochabamba.

The California Environmental Protection Agency. (1995). *Monitoring Well Design and Construction for Hydrogeologic Characterization.* California: EPA.

United Sates Eviromental Protection Agency. (1986). *RCRA Ground-Water Monitoring Technical Enforcement Guidance Document.* New York: EPA.

United States Enviromental Protection Agency. (2001). *STANDARD OPERATING PROCEDURES (Well Development).* New York: U. S. EPA.

Vrijheid M. Health effects of residence near hazardous waste landfill sites: a review of epidemiologic literature. Environ Health Perspect; 108: 101–12. (2000).

Weight, W. D. (2001). *Manual of Applied Field Hydrogeology.* New York, United States of America: McGraw-Hill.

Widdowson, M. A., Molz, F. J., & Melville, J. G. (November-December de 1990). An Analysis Technique for Multilevel and Partially Penetrating Slug Test Data. *28(6)*, 937-945. Ground Water.

Hidrogeología

Aller, L., Bennett, T. W., & Hackett, G. (1991). Handbook of Suggested Practices for the Design and Installation of Ground-Water Monitoring Wells. Las Vegas, Nevada: U.S. Environmental Protection Agency (EPA).

Assaad, F., LaMoreaux, P. E., & Hughes, T. H. (2004). Field Methods for Geologists and Hydrogeologists. New York, United States of America: Springer.

Baiulescu, G. E., Dumitrescu, P., & Zugravescu, P. G. (1991). Samplig (first ed.). Great Bretain: Ellis Horwood.

Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial. (2007). Proteccion de la Calidad del Agua Subterranea (Segunda edición ed.). (S. Foster, R. Hirata, D. Gomes, M. D'Elia, & M. Paris, Edits.) Washington, D.C. 20433, USA: Mundi-Prensa Libros, S. A.

Barcelona, M. J., Gibb, J. P., Helfrich, J. A., & Garske, E. E. (1985). Practical Guide for Ground-Water Sampling. U.S. Environmental Protection Agency. Illinois: U.S. Environmental Protection Agency.

Bouwer, H. (May-June de 1989). The Bouwer and Rice Slug Test - an Update. 27(3), 304-309. Ground Water.

Bouwer, H., & Rice, R. C. (June de 1976). A Slug Tesf for Determining Hydraulic conductivity Unconfine Aquifers With Completely with Partially Penetrating Well. 12(3), 423-428. WATER RESOURCES RESEARCH.

Butler, J. J. (1997). The Design, Performance and Analysis of Slug Tests. Florida, United States of America: Lewis Publishers.

Butler, J. J., Garnett, E. J., & Healey, J. M. (September-October de 2003). Analysis of Slug Test in Formaitons of High Hydraulic Conductivity. 41(5), 620-630. Ground Water.

Butler, J. J., McElwee, C. D., & Liu, W. (May-June de 1996). Improving the Quality of Parameter Estimates Obtained from Slug Test. 34(3), 480-490. Ground Water.

Cooper, H. H., Bredehoe, J. D., & Papadopulos, I. S. (1967). Response of a finite-diameter Well to an instantaneous charge of water. III(1), 263-&. Washington D.C.: Water Resources Research.

Custodio Gimena, E., & Llamas Madurga, M. R. (1983). Hidrologia Subterranea (Segunda Edición ed., Vol. II). Barcelona, España: Omega.

Delleur, J. W. (1999). The Handbook of Groundwater Engineering. Boca Raton, United States of America: CRC Press LLC.

Driscoll, F. G. (1986). Groundwater and Wells (Segunda Edición ed.). Minnesota, United States of America: H.M. Smyth Company.

Ferris, J. G., & Knowles, D. B. (1954). Slug test for Estimating Transmissibility. 104-105. U.S.G.S Ground Water.

Hvorslev, J. M. (1951, April). Observations Time Lag and Soil Permeability in Ground-Water. (36), 1-50. Vicksburg, Mississippi: Waterways Experimental Station.

Instituto Tecnológico Geominero de España, ITGE. (1998). Guía Operativa para la Recogida, Almacenamiento y Transporte de Muestras de Aguas Subterráneas destinadas al Análisis Químico. Barcelona: ITGE.

Kamp, v. d. (January de 2001). Methods for determining the in situ hydraulic conductivity of shallow aquitards – an overview. 9, 5-16. Hydrogeology Journal.

Karklins, S. (1996). Groundwater Sampling Field Manual. (J. Lenon, Ed.) Madison: Wisconsin Department of Natural Resources Bureau of Drinking Water and Groundwater.

Ministerio de Servicios y Obras Publicas de Bolivia. (2005). Agua Potable - Toma de Muestras. IBNORCA. La Paz: GENESIS.

Nielsen, D. M. (1991). Practical Handbook of Ground-Water Monitoring. Michigan, United States of America: Lewis Publishers.

Nielsen, D. M., & Nielsen, G. L. (2005). The Essential Handbook of Ground-Water Sampling (Segunda ed.). Boca Raton: CRC Press.

Organización Meteorologica Mundial. (1994). Guia de Practicas Hidrológicas (Quinta Edición ed., Vols. OMM-N°168-VOL/UNICO). Organizacion Meteorológica Mundial.

Papdopulos, I. S., Bredehoe, J. D., & Cooper, H. H. (1973). Analysis of Slug Test Data. 9(4), 1087-1089. Water Resources Research.

Roscoe Moss Company. (1990). Hand Book of Ground Water Development. Los Angeles, California, United States: Wiley Interscience.

Solinst. (03 de April de 2009). User guide of Levelogger. 71. Solinst.

The California Environmental Protection Agency. (1995). Monitoring Well Design and Construction for Hydrogeologic Characterization. California: EPA.

United Sates Eviromental Protection Agency. (1986). RCRA Ground-Water Monitoring Technical Enforcement Guidance Document. New York: EPA.

United States Enviromental Protection Agency. (2001). STANDARD OPERATING PROCEDURES (Well Development). New York: U. S. EPA.

Weight, W. D. (2001). Manual of Applied Field Hydrogeology. New York, United States of America: McGraw-Hill.

Widdowson, M. A., Molz, F. J., & Melville, J. G. (November-December de 1990). An Analysis Technique for Multilevel and Partially Penetrating Slug Test Data. 28(6), 937-945. Ground Water.

Legal

Constitución Política del Estado. (7 de febrero 2009).

Decreto Supremo 26705. (10 de julio de 2002).

Decreto Supremo 28499. (10 de diciembre de 2005).

Decreto Supremo 2954 - Reglamento General de la Ley 755 . (19 de octubre de 2016).

Decreto Supremo N° 24176. (8 de diciembre de 1995).

Decreto Supremo N° 28592. (17 de enero de 2006).

Decreto Supremo N° 3549 . (2 de mayo de 2018).

Ley 755 . (28 de octubre de 2015).

Ley N° 031 - Ley Marco de Autonomías y Descentralización "Andrés Ibáñez. (19 de julio de 2010).

Ley N° 1178 – Ley de Administración y Control Gubernamentales. (20 de julio de 1990).

Ley N° 1333 de Medio Ambiente. (27 de abril de 1992).

Ley N° 300 - Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien. (15 de octubre de 2012).

NB 688-Instalaciones Sanitarias. (noviembre de 1996).

NB 689-Instalaciones de agua. (noviembre de 1996).

NB-742 a 760. (nobiembre de 1996).

Resolución Secretarial N° 383. (28 de noviembre de 1996).

Medio Ambiente

Acosta, J. Cambios laterales en la Formación Hiló. Memorias VI Congreso Colombiano de Geología, Tomo I, pp. 182-195. (1993). Medellín - Colombia.

Aller, L., Bennett, T. W., & Hackett, G. (1991). *Handbook of Suggested Practices for the Design and Installation of Ground-Water Monitoring Wells.* Las Vegas, Nevada: U.S. Environmental Protection Agency (EPA).

Arce, O. Guía a los Yacimientos Metalíferos de Bolivia. 346 p. (2007). La Paz.

Assaad, F., LaMoreaux, P. E., & Hughes, T. H. (2004). *Field Methods for Geologists and Hydrogeologists.* New York, United States of America: Springer.

Baiulescu, G. E., Dumitrescu, P., & Zugravescu, P. G. (1991). *Samplig* (first ed.). Great Bretain: Ellis Horwood.

Baker D, Greenland S, Mendlein J, Harmon P. A Health study of two communities near the Stringfellow waste disposal site. Arch Environ Health 43:325-334. (1988).

Ballivián, O., Bles, J., Servant, M. El Plio-Cuaternario de la Region de La Paz (Andes Orientales, Bolivia). Cahiers d' ORSTOM. Volumen X, Nº 1. 101 – 113 p. (1978).

Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial. (2007). *Proteccion de la Calidad del Agua Subterranea* (Segunda edición ed.). (S. Foster, R. Hirata, D. Gomes, M. D'Elia, & M. Paris, Edits.) Washington, D.C. 20433, USA: Mundi-Prensa Libros, S. A.

Barcelona, M. J., Gibb, J. P., Helfrich, J. A., & Garske, E. E. (1985). *Practical Guide for Ground-Water Sampling.* U.S. Environmental Protection Agency. Illinois: U.S. Environmental Protection Agency.

Bishop, A.W., The use of the slip circle in the stability analysis of slopes. Géotechnique, 5(1): 7-17. . (1995).

Bles, J. L., Álvarez, A., Anzoleaga, O., Ballivian, O., Bustillos, O., Hochstatter, H., Malatrait, A., Otazo, N. Plan de Desarrollo Urbano - Ciudad de La Paz. Tomo 1. Aspectos Físicos y Ambientales. Geología y Aguas. Honorable Alcaldía Municipal de La Paz. (1978).

Bles, J. L., Álvarez, A., Anzoleaga, O., Ballivian, O., Bustillos, O., Hochstatter, H., Malatrait, A., Otazo, N. Plan de Desarrollo Urbano . Tomo 2. Aspectos Físicos y Ambientales. Síntesis Ecogeológica. Honorable Alcaldía Municipal de La Paz. (1978). Ciudad de La Paz.

Bouwer, H. (May-June de 1989). The Bouwer and Rice Slug Test - an Update. *27(3)*, 304-309. Ground Water.

Bouwer, H., & Rice, R. C. (June de 1976). A Slug Tesf for Determining Hydraulic conductivity Unconfine Aquifers With Completely with Partially Penetrating Well. *12(3)*, 423-428. WATER RESOURCES RESEARCH.

Butler, J. J. (1997). *The Design, Performance and Analysis of Slug Tests.* Florida, United States of America: Lewis Publishers.

Butler, J. J., Garnett, E. J., & Healey, J. M. (September-October de 2003). Analysis of Slug Test in Formaitons of High Hydraulic Conductivity. *41(5)*, 620-630. Ground Water.

Butler, J. J., McElwee, C. D., & Liu, W. (May-June de 1996). Improving the Quality of Parameter Estimates Obtained from Slug Test. *34(3)*, 480-490. Ground Water.

Constitución Política del Estado. (7 de febrero 2009).

Contraloría de Bogotá D.C. Dirección Recursos Naturales Y Medio Ambiente, "Plan de Auditoria Distrital – PAD", Auditoría Gubernamental con Enfoque Integral Modalidad Especial, al proceso de Disposición Final de RS en el Relleno Sanitario Doña Juana. (1 de enero - 31 de agosto de 2002). www.contraloria.dfa.pdf.

Cooper, H. H., Bredehoe, J. D., & Papadopulos, I. S. (1967). Response of a finite-diameter Well to an instantaneous charge of water. *III(1)*, 263-&. Washington D.C.: Water Resources Research.

Correspondencia referida a la Sistematización de celdas, Sistema de Regulación y Supervisión Municipal (SIREMU) y Tratamiento Especializado de Residuos Sólidos y Servicios Ambientales S.A. (TERSA S.A.). (2004 – 2018). La Paz - Bolivia.

Custodio Gimena, E., & Llamas Madurga, M. R. (1983). *Hidrologia Subterranea* (Segunda Edición ed., Vol. II). Barcelona, España: Omega.

D.S. 3549 Modifica, complementa e incorpora nuevas disposiciones al Reglamento de Prevención y Control Ambiental. (02 de mayo de 2018).

D.S. 3549, Modifica, complementa e incorpora nuevas disposiciones al Reglamento de Prevención y Control Ambiental. (02 de mayo de 2018).

Decreto Supremo 26705. (10 de julio de 2002).

Decreto Supremo 28499. (10 de diciembre de 2005).

Decreto Supremo 2954 - Reglamento General de la Ley 755 . (19 de octubre de 2016).

Decreto Supremo N° 24176. (8 de diciembre de 1995).

Decreto Supremo N° 24176. (9 de diciembre de 1995).

Decreto Supremo N° 28499 Norma Complementaria - Modificatoria del Reglamento De Prevención y Control Ambiental - Reglamento General de Gestión Ambiental y Auditorías Ambientales. (10 de diciembre de 2005).

Decreto Supremo N° 28592. (17 de enero de 2006).

Decreto Supremo N° 28592 Complementaciones y Modificaciones a Reglamentos Ambientales. (17 de enero de 2006).

Decreto Supremo N° 3549 . (2 de mayo de 2018).

Delleur, J. W. (1999). *The Handbook of Groundwater Engineering.* Boca Raton, United States of America: CRC Press LLC.

Dobrovolny, E., Geología del Valle de La Paz. Ministerio de Minas y Petróleo. Departamento Nacional de Geología. Boletín Nº 3 (Especial). 152 p., 5 anexos. (1962). La Paz.

Driscoll, F. G. (1986). *Groundwater and Wells* (Segunda Edición ed.). Minnesota, United States of America: H.M. Smyth Company.

Dunne MP, Burnett P, Lawton J, Raphael B. The health effects of chemical waste in an urban community. Med J Austr 152:592-597. (1990).

Elliott P, Briggs D, Morris S, de Hoogh C, Hurt C, Jensen TK, Maitland I, Richardson S, Wakefield J, Jarup L. Risk of adverse birth outcomes in populations living near landfill sites. BMJ; 323:363–8. (2001).

Empresa Tersa S.A. Plan de Contingencia Específico Deslizamiento Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma. Estabilidad De Taludes. La Paz. 30 p. (2019).

Empresa Tersa S.A. Plan de Contingencia Específico Deslizamiento Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma. La Paz. 39 p. (2019).

Empresa TERSA S.A. Vertedero de Alpacoma Estudio Geotécnico y de Estabilización del Muro Dorsal Sur. La Paz. 91 p. (2014).

Espejo, A., Mareño, P., Porcel, R., Marín, M., Baldellón, E., Velasco, R., Zapana, P., Mendez, J., Terán, N., Morillas, N., Lima, E., Chacón, G., Velasco, A., Calisaya, C., Aruni, B., Bejarano, J. (1991). *Mapa de Riesgos de los Distritos Urbanos del Municipio de La Paz Municipio de La Paz. Memoria Explicativa. La Paz. Gobierno Autónomo Municipal de La Paz. Dirección Especial de Gestión de Riesgos. 117 p.* La Paz.

Fasset, J.B., Leonards, G.A., y Repetto, P.C. "Geotechnical Properties of Municipal Solid Wastes and Their Use in Lanfill Design"; Proceedings, WasteTech '94 - Landfill Technology. . (1994).

Ferris, J. G., & Knowles, D. B. (1954). Slug test for Estimating Transmissibility. 104-105. U.S.G.S Ground Water.

Fielder HMP, Poon-King CM, Palmer CR, Moss N, Coleman G. Assessment of impact on health of residents living near the Nant-y-Gwyddon landfill site: retrospective análisis. BMJ; 320:19–23. (2000).

Gobierno Autónomo Municipal de La Paz. Manifiesto Ambiental Relleno Sanitario Nuevo Jardín. Dirección de Calidad Ambiental. Versión en formato PDF. 565 p. (2010).

Gobierno Municipal de La Paz. Uso Del Suelo y Patrones de Asentamiento. Distrito 21. (2005, 2014).

González, J.; Espinosa, A.- Falla del Relleno Sanitario Doña Juana- - III. Mecanismo de Falla, Causas y Costos del Deslizamiento- en este mismo Simposio. (2001b). Bogotá, Colombia.

González, J.; Espinosa, A.- Falla del Relleno Sanitario Doña Juana- II. Evaluación de Presión de Poros y Resistencia de Basuras- en este mismo Simposio. (2001a). Bogotá - Colombia.

González, J.; Espinosa, A.. Peritazgo Técnico - Controversias Surgidas en Torno del Relleno Sanitario de Doña Juana-- Tribunal de Arbitramento – 3 Vol.- Bogotá. (julio 2000).

Gourc, J.P., Olivier, F., Thomas, S., Chatelet, L., Denecheau, P. y Munoz. M.L. "Monitoring of Waste Settlements on Five Landfills: Comparison of the Efficiency of Different Devices"; . . (2001). Sardinia - Italy.

Grisolia, M. & Napoleoni, Q. Geotechnical Characterizacion of Municipal Solid Waste: Choice of Design Parameter. Proc of the Second International Congress on Environmental Geotechnics, A.A. Balkema, , v.2, p.642-646. (5-8 noviembre 1996). Osaka - Japon.

Grupo Dimensión-Enasa y Asociados. Propuesta Para la Concesión de la Operación del Servicio de Disposición Final de Residuos Sólidos del Municipio de La Paz. La Paz. Versión en formato PDF. 144 p. ((2005).

Guía para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario, Ministerio de Medios Ambiente y Agua. (versión 2012).

Hertzman C, Hayes M, Singer J, Highland J. Upper Ottawa street landfill site health study. Environ Health Perspect 75:173-195. (1987).

Highland, L., Brobowsky, P. MANUAL DE DERRUMBES: Una Guía para Entender todo sobre los Derrumbes. Reston, Virginia. Circular 1325. Servicio Geológico de los EE.UU. 129 p. (2008).

Hvorslev, J. M. (1951, April). Observations Time Lag and Soil Permeability in Ground-Water. *(36)*, 1-50. Vicksburg, Mississippi: Waterways Experimental Station.

Informes de Gestión Mensual, Relleno Sanitario Nuevo Jardín, TERSA S.A. (2010 – 2018). La Paz - Bolivia.

Informes de Inspección Técnica, Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (18 de enero de 2019 a 22 de agosto de 2019). La Paz - Bolivia.

Informes de Monitoreo Ambiental, Relleno Sanitario Nuevo Jardín. (II/2010 – II/2018). La Paz - Bolivia.

Instituto Tecnológico Geominero de España, ITGE. (1998). *Guía Operativa para la Recogida, Almacenamiento y Transporte de Muestras de Aguas Subterráneas destinadas al Análisis Químico.* Barcelona: ITGE.

Janerich DT, Burnett WS, Feck G, Hoff M, Nasca P, Polednak AP, Greenwald P, Vianna N. Cancer incidence in the Love Canal area. Science 212:1404-1407. (1981).

Jordá, L., Tomás, R., Arlandi, M., Abellan, A. (2016). *Manual de Estaciones Geomecánicas. Descripción de Macizos Rocosos en Afloramientos. Primera edición. España: E.T.S.I. Minas – Universidad Politécnica de Madrid. 200 p.*

Kamp, v. d. (January de 2001). Methods for determining the in situ hydraulic conductivity of shallow aquitards – an overview. *9*, 5-16. Hydrogeology Journal.

Karklins, S. (1996). *Groundwater Sampling Field Manual.* (J. Lenon, Ed.) Madison: Wisconsin Department of Natural Resources Bureau of Drinking Water and Groundwater.

Ley 755 . (28 de octubre de 2015).

Ley 755 Ley de Gestión Integral de Residuos. (28 de octubre de 2015).

Ley N° 031 - Ley Marco de Autonomías y Descentralización "Andrés Ibáñez. (19 de julio de 2010).

Ley N° 1178 – Ley de Administración y Control Gubernamentales. (20 de julio de 1990).

Ley N° 1333 de Medio Ambiente. (27 de abril de 1992).

Ley N° 300 - Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien. (15 de octubre de 2012).

Lipscomb JA, Goldman LR, Satin KP, Smith DF, Vance WA, Neutra RR. A follow-up study of the community near the McColl waste disposal site. Environ Health Perspect 94:15-24. (1991).

Logue JN, Fox JM. Residential health study of families living near the Drake Chemical Superfund site in Lock Haven, Pennsylvania. Arch Env Health 41:222-228. (1986).

Manifiesto Ambiental, Relleno Sanitario Nuevo Jardín . (septiembre 2010). La Paz - Bolivia.

Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. Memoria del Mapa Fisiográfico de Bolivia. 33 p. (2002). La Paz.

Ministerio de Servicios y Obras Publicas de Bolivia. (2005). *Agua Potable - Toma de Muestras.* IBNORCA. La Paz: GENESIS.

Museo Nacional de Historia Natural. Historia Natural de un Vale en Los Andes: La Paz. Segunda edición. 13 – 39 p. (2015). La Paz.

Najem GR, Strunck T, Feuerman M. Health effects of a Superfund hazardous chemical waste disposal site. Am J Prev Med 10:151-155. (1994).

NB 688-Instalaciones Sanitarias. (noviembre de 1996).

NB 689-Instalaciones de agua. (noviembre de 1996).

NB-742 a 760. (nobiembre de 1996).

Nielsen, D. M. (1991). *Practical Handbook of Ground-Water Monitoring.* Michigan, United States of America: Lewis Publishers.

Nielsen, D. M., & Nielsen, G. L. (2005). *The Essential Handbook of Ground-Water Sampling* (Segunda ed.). Boca Raton: CRC Press.

Norma Boliviana NB 757, Características que deben reunir los sitios para ubicar sistemas de disposición final de residuos sólidos municipales. (Noviembre 1996).

Norma Boliviana NB 760, Requisitos para el diseño, construcción, operación y monitoreo de un relleno sanitario. (Noviembre 1996).

Organización Meteorologica Mundial. (1994). *Guia de Practicas Hidrológicas* (Quinta Edición ed., Vols. OMM-N°168-VOL/UNICO). Organizacion Meteorológica Mundial.

Ozonoff D, Colten ME, Cupples A, Heeren T, Schatzin A, Mangione T, Dresner M, Colton T. Health problems reported by residents of a neighborhood contaminated by a hazardous waste facility. Am J Ind Med 11:581-597. (1987).

Paigen B, Goldman LR, Highland JH, Magnant MM, Steegman AT. Prevalence of health problems in children living near Love Canal. Haz Waste Haz Mat 2:23-43. (1985).

Papdopulos, I. S., Bredehoe, J. D., & Cooper, H. H. (1973). Analysis of Slug Test Data. *9(4)*, 1087-1089. Water Resources Research.

Plan de Cierre y Post Cierre, Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma. Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP). . (abril de 2019). La Paz - Bolivia.

Plan de Contingencias Específico deslizamiento Relleno Sanitario Nuevo de Alpacoma, Tratamiento Especializado de Residuos Sólidos y Servicios Ambientales S.A. (TERSA S.A.). (31 de enero de 2019). La Paz - Bolivia.

Plan de Emergencia para la Prevención, Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental, Proyecto: Relleno Sanitario Nuevo Jardín, . (septiembre 2004). La Paz - Bolivia.

Resolución Secretarial N° 383. (28 de noviembre de 1996).

Roscoe Moss Company. (1990). *Hand Book of Ground Water Development.* Los Angeles, California, United States: Wiley Interscience.

Rushton L and Elliott P. Evaluating evidence on environmental health risks. British Medical Bulletin; 68: 113–128. (2003).

Rushton L. Health hazards and waste management. British Medical Bulletin; 68: 183–197. (2003).

Servicio Geológico de Bolivia. Carta Geológica de Bolivia. Hoja de La Paz 5944, Escala 1:100000. . (1995). La Paz.

Servicio Nacional De Geología y Minería. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas. PMA. Publicación Geológica Multinacional Nº 4. 432 p. (2007).

Servicio Nacional De Geología y Técnico De Minas. Manual de Simbología Geomorfológica. Sergeotecmin. 39 p. (2012). La Paz.

Solinst. (03 de April de 2009). User guide of Levelogger. 71. Solinst.

Stehr-Green PA, Burse VW, Welty E. Human exposure to polychlorinated biphenyls at toxic waste sites: investigations in the United States. Arch Environ Health 43:420-424. (1988).

Suarez, R., Díaz, E. Léxico Estratigráfico de Bolivia. Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Bolivianos. Volumen 17. Nº 1-2. 227 p. (1996). Cochabamba.

The California Environmental Protection Agency. (1995). *Monitoring Well Design and Construction for Hydrogeologic Characterization.* California: EPA.

United Sates Eviromental Protection Agency. (1986). *RCRA Ground-Water Monitoring Technical Enforcement Guidance Document.* New York: EPA.

United States Enviromental Protection Agency. (2001). *STANDARD OPERATING PROCEDURES (Well Development).* New York: U. S. EPA.

Vrijheid M. Health effects of residence near hazardous waste landfill sites: a review of epidemiologic literature. Environ Health Perspect; 108: 101–12. (2000).

Weight, W. D. (2001). *Manual of Applied Field Hydrogeology.* New York, United States of America: McGraw-Hill.

Widdowson, M. A., Molz, F. J., & Melville, J. G. (November-December de 1990). An Analysis Technique for Multilevel and Partially Penetrating Slug Test Data. *28(6)*, 937-945. Ground Water.

Relleno Sanitario

Blight Geoffrey – Slope Failures in Municipal Solid Waste Dump and Landfills: a Review –

Brunner – Keller - Sanitary Landfill Design and Operation. (s.f.).

CEPIS Publicaciones – H. Collazos - Deslizamiento de basura en el Relleno Sanitario Doña Juana. (enero 1998).

Correspondencia referida a la Sistematización de celdas, Sistema de Regulación y Supervisión Municipal (SIREMU) y Tratamiento Especializado de Residuos Sólidos y Servicios Ambientales S.A. (TERSA S.A.). (2004 – 2018). La Paz - Bolivia.

E. Juárez – A. Rico – Mecánica de Suelos Tomos I-III . (1980).

Empresa Tersa S.A. Plan de Contingencia Específico Deslizamiento Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma. Estabilidad De Taludes. La Paz. 30 p. (2019).

Forbes R. McDougall, Peter R. White, M. Franke. P. Hindle - Integrated Solid Waste Management a Life Cycle Inventory - Wiley-Blackwell. (2009).

G. Tchobanoglous- Handbook of Solid Waste Management, 2nd Edition. (2002).

G. Tchobanoglous, H. Theissen, R. Eliassen - Desechos Sólidos, Principios de Ingeniería y Administración. (1982).

generados en un R.S. – Tesis – Instituto Politécnico Nacional – México D.F.

Gobierno Autónomo Municipal de La Paz. Manifiesto Ambiental Relleno Sanitario Nuevo Jardín. Dirección de Calidad Ambiental. Versión en formato PDF. 565 p. (2010).

González, J.; Espinosa, A.- Falla del Relleno Sanitario Doña Juana- - III. Mecanismo de Falla, Causas y Costos del Deslizamiento- en este mismo Simposio. (2001b). Bogotá, Colombia.

González, J.; Espinosa, A.- Falla del Relleno Sanitario Doña Juana- II. Evaluación de Presión de Poros y Resistencia de Basuras- en este mismo Simposio. (2001a). Bogotá - Colombia.

González, J.; Espinosa, A.. Peritazgo Técnico - Controversias Surgidas en Torno del Relleno Sanitario de Doña Juana-- Tribunal de Arbitramento – 3 Vol.- Bogotá. (julio 2000).

Grupo Dimensión-Enasa y Asociados. Propuesta Para la Concesión de la Operación del Servicio de Disposición Final de Residuos Sólidos del Municipio de La Paz. La Paz. Versión en formato PDF. 144 p. ((2005).

Guía para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario, Ministerio de Medios Ambiente y Agua. (versión 2012).

H. Collazos Peñaloza-Diseño y Operación de Rellenos Sanitarios. (2005).

Highland, L., Brobowsky, P. MANUAL DE DERRUMBES: Una Guía para Entender todo sobre los Derrumbes. Reston, Virginia. Circular 1325. Servicio Geológico de los EE.UU. 129 p. (2008).

http://w.m.r.segepus.com/content/26/5/448

Informes de Gestión Mensual, Relleno Sanitario Nuevo Jardín, TERSA S.A. (2010 – 2018). La Paz - Bolivia.

Informes de Inspección Técnica, Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (18 de enero de 2019 a 22 de agosto de 2019). La Paz - Bolivia.

Informes de Monitoreo Ambiental, Relleno Sanitario Nuevo Jardín. (II/2010 – II/2018). La Paz - Bolivia.

J. Cardona Frómeta - Construcción Hidráulica . (2009).

Ley 755 Ley de Gestión Integral de Residuos. (28 de octubre de 2015).

Ley N° 1333 de Medio Ambiente. (27 de abril de 1992).

Ley Nº 755 de Gestión integral de Residuos. (2015).

Lixiviados Generados en el R.S. de la Ciudad de Ambato – Tesis - Escuela Politecnica Nacional – Quito.

López Fabara Luis. – Diagnóstico, Caracterización y Propuesta de Tratamiento de los Líquidos
López Velasco Rocío. – Evaluación de la Producción de Lixiviados en Vertederos de R.S.U.

Manifiesto Ambiental, Relleno Sanitario Nuevo Jardín . (septiembre 2010). La Paz - Bolivia.

Métodos Disponibles y Aplicación a Vertederos de Cuencas Mediterráneas – Universitat Politécnica de Valencia.

Norma Boliviana NB 69001- 69007 - Reglamento Para la Gestión de Residuos Sólidos generados en establecimientos de salud. (s.f.).

Norma Boliviana NB 742-760 Normas de Residuos Sólidos. (1996).

Norma Boliviana NB 757, Características que deben reunir los sitios para ubicar sistemas de disposición final de residuos sólidos municipales. (Noviembre 1996).

Norma Boliviana NB 760, Requisitos para el diseño, construcción, operación y monitoreo de un relleno sanitario. (Noviembre 1996).

Norma técnica para el registro y autorización de operadores de residuos. (s.f.).

O. Mendieta- J. Ponce- Geologìa y Geotecnia Aplicadas a la Ingenierìa Civil . (2009).

Olascoaga Gerrero Lizzeth. – Programa de Cálculo para Estimar la Cantidad de Lixiviados

Plan de Cierre y Post Cierre, Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma. Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP). . (abril de 2019). La Paz - Bolivia.

Plan de Contingencias Específico deslizamiento Relleno Sanitario Nuevo de Alpacoma, Tratamiento Especializado de Residuos Sólidos y Servicios Ambientales S.A. (TERSA S.A.). (31 de enero de 2019). La Paz - Bolivia.

Plan de Emergencia para la Prevención, Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental, Proyecto: Relleno Sanitario Nuevo Jardín, . (septiembre 2004). La Paz - Bolivia.

R. Marsal -D. Resendiz - Presas de Tierra y Enrocamiento . (1979).

R. Valle- Carreteras Calles y Aeropistas . (1982).

Reglamento General de la Ley Nº 755. (2016).

ResearchGate – Conference Paper -Soria- Rodríguez – Lecciones aprendidas por casos de deslizamiento ocurridos en rellenos sanitarios municipales, a parir de experiencias ocurridas en Latinoamérica . (december 2019).

Servicio Nacional De Geología y Minería. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas. PMA. Publicación Geológica Multinacional Nº 4. 432 p. (2007).

Suarez Diaz Jaime – Deslizamientos análisi Geotécnico – www.erosion.com.co

Suarez Diaz Jaime – Exploracion de Deslizamientos – www.erosion.com.co

Suarez Diaz Jaime – Mecanismos de Falla de Taludes – www.erosion.com.co

Suarez Diaz Jaime – Rellenos Saitarios – www.erosion.com.co

T. Lambe - R. Whitman – Mecánica de Suelos. (s.f.).

The Landslide of Doña Juana in Bogotá –A Case of Study. (s.f.).

Salud

Baker D, Greenland S, Mendlein J, Harmon P. A Health study of two communities near the Stringfellow waste disposal site. Arch Environ Health 43:325-334. (1988).

Contraloría de Bogotá D.C. Dirección Recursos Naturales Y Medio Ambiente, "Plan de Auditoria Distrital – PAD", Auditoría Gubernamental con Enfoque Integral Modalidad Especial, al proceso de Disposición Final de RS en el Relleno Sanitario Doña Juana. (1 de enero - 31 de agosto de 2002). www.contraloria.dfa.pdf.

Dunne MP, Burnett P, Lawton J, Raphael B. The health effects of chemical waste in an urban community. Med J Austr 152:592-597. (1990).

Elliott P, Briggs D, Morris S, de Hoogh C, Hurt C, Jensen TK, Maitland I, Richardson S, Wakefield J, Jarup L. Risk of adverse birth outcomes in populations living near landfill sites. BMJ; 323:363–8. (2001).

Fielder HMP, Poon-King CM, Palmer CR, Moss N, Coleman G. Assessment of impact on health of residents living near the Nant-y-Gwyddon landfill site: retrospective análisis. BMJ; 320:19–23. (2000).

Hertzman C, Hayes M, Singer J, Highland J. Upper Ottawa street landfill site health study. Environ Health Perspect 75:173-195. (1987).

Janerich DT, Burnett WS, Feck G, Hoff M, Nasca P, Polednak AP, Greenwald P, Vianna N. Cancer incidence in the Love Canal area. Science 212:1404-1407. (1981).

Lipscomb JA, Goldman LR, Satin KP, Smith DF, Vance WA, Neutra RR. A follow-up study of the community near the McColl waste disposal site. Environ Health Perspect 94:15-24. (1991).

Logue JN, Fox JM. Residential health study of families living near the Drake Chemical Superfund site in Lock Haven, Pennsylvania. Arch Env Health 41:222-228. (1986).

Najem GR, Strunck T, Feuerman M. Health effects of a Superfund hazardous chemical waste disposal site. Am J Prev Med 10:151-155. (1994).

Ozonoff D, Colten ME, Cupples A, Heeren T, Schatzin A, Mangione T, Dresner M, Colton T. Health problems reported by residents of a neighborhood contaminated by a hazardous waste facility. Am J Ind Med 11:581-597. (1987).

Paigen B, Goldman LR, Highland JH, Magnant MM, Steegman AT. Prevalence of health problems in children living near Love Canal. Haz Waste Haz Mat 2:23-43. (1985).

Rushton L and Elliott P. Evaluating evidence on environmental health risks. British Medical Bulletin; 68: 113–128. (2003).

Rushton L. Health hazards and waste management. British Medical Bulletin; 68: 183–197. (2003).

Stehr-Green PA, Burse VW, Welty E. Human exposure to polychlorinated biphenyls at toxic waste sites: investigations in the United States. Arch Environ Health 43:420-424. (1988).

Vrijheid M. Health effects of residence near hazardous waste landfill sites: a review of epidemiologic literature. Environ Health Perspect; 108: 101–12. (2000).

E. Resumen Ejecutivo

Introducción Informe Final

Antecedentes

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), a raíz del evento sucedido el 15 de enero de 2019 en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín, decide lanzar la Convocatoria Pública Nacional MMAYA/LP/001/2019 (Segunda Convocatoria) con CUCE: 19-0086-00-954892-2-1 para la CONSULTORÍA POR PRODUCTO: AUDITORÍA AMBIENTAL POR PELIGRO INMINENTE DEL RELLENO SANITARIO NUEVO JARDÍN – MUNICIPIO DE LA PAZ".

Los Términos de Referencia del DBC, definen como marco del trabajo de auditoría, al Decreto Supremo N° 28499, de 10 de diciembre de 2005

Fases de Auditoría

- Fase 1: Planificación
- Fase 2: Actividades en el Sitio a Auditar
- Fase 3: Reporte Final Ambiental por peligro inminente

Localización

El predio del RSNJ esta ubicado en la comunidad de Alpacoma, distante a 4 km desde el centro de la ciudad de La Paz. Está en el Macrodistrito 1 (Cotahuma), Distrito 4, de la jurisdicción municipal de La Paz.[12]

[12] http://sitservicios.lapaz.bo/guiaurbana/ Mapa del Municipio de La Paz, GUIA URBANA.

AA ALPA 480

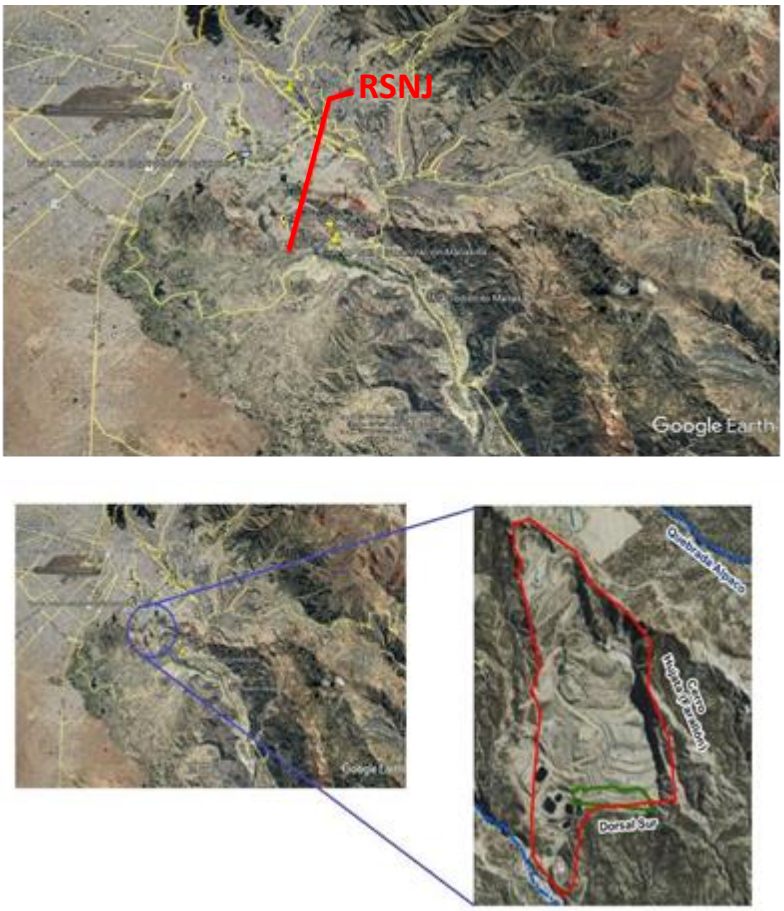


Ilustración E-1 Localización Puntual
Fuente: Google Earth

Fases de la Auditoría Ambiental

Fase 1 Planificación	iniciada el 12 de septiembre del 2019 aprobada el 05/11/2019.
Fase 2 Actividades en el Sitio a Auditar	iniciada el 5 de noviembre de 2019 aprobada 11/03/2020 comunicada al auditor el 13 de marzo 2020
Fase 3 Reporte de Auditoría Ambiental por Peligro Inminente	iniciada el 9 de marzo 2020 El tercer Contrato Modificatorio dispone que esta Fase concluye el 28 de agosto de 2020

Tabla E-1 Ejecución del Contrato de Auditoría

Documentos de Contrato	Fechas	
	Inicio	Fin
Contrato Principal	12/9/2019	10/3/2020
Modificatorio 1	12/9/2019	19/7/2020
Suspensión	23/3/2020	31/5/2020
Modificatorio 2	20/7/2020	3/8/2020
Modificatorio 3	3/8/2020	28/8/2020

Fuente: Contrato Principal y Contratos Modificatorios

Tabla E-2 Fechas de entregas de informes

Documento	Fechas	
	1a entrega	Aprobación
Informe Fase 1	2/10/2019	5/11/2019
Informe Fase 2	28/1/2020	11/3/2020
Informe Fase 3	7/7/2020	pendiente

Fuente: Elaboración Propia

Objetivos y Alcances de la Auditoría

Objetivo General

"Evaluar la situación ambiental actual y el grado de cumplimiento de la normativa ambiental vigente sobre el deslizamiento de los residuos sólidos contenidos en la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 comprometiendo todo el Relleno Sanitario Nuevo Jardín y las medidas implementadas para la atención del suceso."

Objetivos Específicos

Tabla E-3 Objetivos Específicos

N°	Objetivos
1	Definir el área de estudio (área de influencia directa e indirecta), entendida como el espacio donde se generaron los impactos ambientales negativos y las áreas donde alcanzan sus efectos en el medio ambiente y salud humana
2	Identificar y evaluar las causas del colapso de la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín y el grado de afectación a otras infraestructuras dentro del relleno sanitario.
3	Definir la superficie y volumen total del área desestabilizada por el deslizamiento de la masa de residuos sólidos.
4	Determinar el volumen de lixiviado que fue descargado producto del deslizamiento.
5	Realizar un análisis comparativo de los diseños de ingeniería y medidas de adecuación ambiental originalmente propuestos y aprobados en el Manifiesto Ambiental, con el estado real de construcción y disposición de macroceldas, estanques de lixiviado, etc.
6	Realizar un diagnóstico y evaluación de la situación actual de todos los factores y aspectos ambientales afectados por el deslizamiento: aire, agua (superficial y subterránea), suelo y socioeconómico en el área de estudio.
7	Identificar y evaluar los impactos ambientales producidos por el deslizamiento de los residuos sólidos contenidos en la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 del Relleno Sanitario Nuevo Jardín, y evaluación de los efectos ambientales negativos en el área de estudio.
8	Realizar todos los estudios, análisis, mediciones y evaluaciones de campo que se requieran para el cumplimiento de los objetivos y alcance de los términos de referencia, generando documentos de respaldos, los cuales serán emitidos y firmados por profesionales y laboratorios acreditados para tal fin.
9	Evaluar el grado de cumplimiento/efectividad de las medidas propuestas e implementadas en el marco del Plan de Contingencias que se encuentra en ejecución.

N°	Objetivos
10	Identificar las zonas de riesgo potencial a corto, mediano y largo plazo.
11	Evaluar los aspectos sociales que pudieran haber sido afectados en el área de estudio.
12	Establecer mediante documentación existente, criterios técnicos y otra información pertinente, si el cuerpo de agua Alpacoma, el cual se encuentra colindante al RSNJ, es un río o quebrada.
13	Establecer lineamientos para el cierre técnico del RSNJ.

Fuente: Documento Base de Contratación de Servicios de Consultoría en la Modalidad de Licitación Pública

Alcance

La Auditoría Ambiental deberá llevar a cabo la evaluación de la situación ambiental actual y el grado de cumplimiento de la normativa ambiental vigente sobre el deslizamiento de los residuos sólidos contenidos en la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 del Relleno Sanitario Nuevo Jardín.

Periodo de la Auditoría

Comprende desde la otorgación de la Orden de Proceder el 12 de septiembre de 2019 hasta la conclusión del Informe Final Fase 3 el 7 de julio de 2010.

Limitaciones

- Entregas incompletas de información
- Entregas tardías
- Entrega extemporánea de TERSA (20,000 páginas aprox) integradas al trabajo

E.1 Informe Técnico

E.1.1 Descripción de la AOP

- Relleno Sanitario Nuevo Jardín (RSNJ) → Disposición Final Residuos Sólidos Domésticos
  → Disposición Residuos Sólidos Patógenos
- Evento de Deslizamiento de Residuos Sólidos de 15 de enero de 2019

E.1.1.1 Descripción de la AOP: RSNJ

- **Distribución del Área Operativa**
  - Macrocelda 1
    - Celda 1
    - Celda 2
    - Celda 3
  - Macrocelda 2
    - Celda 4
    - Celda 5
    - Celda 6
  - Macrocelda 3
    - Celda 7
    - Celda 8
    - Celda 9
  - Macrocelda 4
    - Celda de Emergencia 1
    - Celda de Emergencia 2
    - Celda 10
    - Celda 12
  - Macrocelda 5
    - Celda 11 – Fase I
    - Celda 11 – Fase II
    - Celda 11 – Fase III
- **Operación de Celdas Diaria**
  - Registro y Pesaje de Vehículos, sistema de pesaje de residuos.
  - Playa de Descarga y Plataforma de Descarga
  - Zona de Descarga
  - Construcción de la Celda Diaria
    - Área para la recepción diaria de residuos
    - Altura de la Celda diaria
    - Altura máxima de residuos por día.
    - Ancho de la Celda diaria
  - Distribución y Compactación de Residuos Sólidos
  - Cobertura diaria, la altura que debe tener la cobertura diaria de residuos.
- **Sistema de Conducción de Aguas Pluviales**
  - Gestión 2006: Cunetas 1, 2, 3 y 4, Long. Aprox. 330 m.
  - Gestión 2007: Cunetas 5, 6, 7 y 8, Long. Aprox.370 m.
  - Gestión 2008: Cunetas 20, 21 y 22, Long. Aprox. 500 m.
  - Gestión 2009: Cunetas 9, 10, 11, 23, 24, 25 y 26 Long. Aprox. 610 m.
  - Gestión 2010: Cunetas 13, 14 y 15, Long. Aprox. 180 m.
  - Año 2011: Cunetas 17, 18 y 19, Long. Aprox. 250 m.
- **Sistema de Cap. de Biogas**
  - Captadores Basales: Instalados en la base de las celdas, Conec. con Sist.de captación de lixiviado.
  - Captadores ubicados en Puntos de Emisión Fugitiva de Biogás.
- **Vías de Circulación Interna (2.7 K.)**
  - Oficinas administrativas
  - Báscula
  - Taller de mantenimiento
  - Celdas de disposición
  - Planta de tratamiento
  - Otros Sectotes
- **Planta de Tratamiento de Lixiviados**
  - Tratamiento Anaerobio
    - Medidor electrónico o Canal Parshall.
    - Estanque de acumulación EG – 1.
    - Estanque de acumulación EG – 2.
    - Estanque EG – 6
    - Estanque anaerobio.
    - Sistemas de conducción de líquidos lixiviados.
  - Tratamiento Aeróbico
    - Estanque Aerobio.
    - Estanque de Rechazo.
    - Clarificador Secundario.
    - Estanque EG – 5

Figura E-1 Delimitación de Celdas y Estanques de Lixiviado construidas por TERSA S.A.
Fuente: Elaboración propia con base a información del Plan de Cierre y Post Cierre RSNJ, abril de 2019

Figura E-2 Referencias de los componentes del RSNJ
Fuente: Elaboración Propia

E.1.1.2 Descripción de la AOP: Deslizamiento de Residuos en el RSNJ

Acudimos nuevamente al documento anterior para la descripción del estado de situación posterior al evento del deslizamiento y se inserta el cuadro resumen.

Cuadro E-1 Estado de las Celdas posterior al Deslizamiento

MC	CELDAS	DAÑO	ESTADO
MC - 1	Celda 1; Celda 2; Celda 3	C1 y C2 - superficial y fisuras; C3 - Residuos confinados con método de área deslizados	Estables, con presencia de lixiviados
MC - 2	Celda 4; Celda 5; Celda 6	C4 y C5 - superficial y fisuras; C6 - Residuos confinados con método de área deslizados	Estables, con presencia de lixiviados
MC - 3	Celda 7; Celda 8	Residuos confinados con método de área deslizados	Estabilizadas, los movimientos de los residuos han sido detenidos con maquinaria pesada
	Celda 9	Residuos confinados con método de área deslizados	Estabilizadas, los movimientos de los residuos han sido detenidos con maquinaria pesada

MC	CELDAS	DAÑO	ESTADO
MC - 4	Celdas de emergencia 1 y 2	Deslizadas en su integridad	Estabilizadas, los movimientos de los residuos han sido detenidos con maquinaria pesada
	Celda 10	Asentamientos severos, fisuras de gran magnitud	Estabilizada, se ha reconfigurado la parte superior con maquinaria pesada.
	Celda 12	La base de la celda no fue dañada, los residuos de los niveles altos fueron arrastrados por el deslizamiento, cambiándola configuración actual de la misma.	Los residuos que estaban en la celda están siendo removidos, con el objeto de quitar peso y volumen, así darle estabilidad a la parte alta del área de disposición de residuos.
MC - 5	Celda 11 - Fase I	La celda no fue afectada ya que se encuentra en el nivel basal, es decir el nivel alcanzado por la excavación.	La celda se encuentra estable, el muro de soporte de la misma ha sido afectado, aunque este no se encuentre visible.
	Celda 11 - Fase II	Una parte de los residuos ubicados en el lado sur de la celda se deslizaron, se produjo un asentamiento en su parte superior pegada al farallón.	La celda se encuentra estable, para garantizar la estabilidad de la misma en el largo plazo se retirará una capa de los residuos del nivel superior y se reconfigurará el talud sur.
	Celda 11 - Fase III	La celda no sufrió daño alguno, quedo al borde del deslizamiento	Se reforzó el lado sur de la celda por precaución con un muro de tierra, se modificaron los sistemas de captación de lixiviados y biogás.
	Celda de Emergencia 3	Está ubicada fuera del área de disposición, fue construida después del deslizamiento.	Celda llena, tiene cobertura de tierra de 20 cm.
MC - 6	Calda 14 B	Está ubicada fuera del área de disposición, fue construida después del deslizamiento.	Celda de operación
MC - 7	Celda 15	Está ubicada fuera del área de disposición.	Celda en construcción, para la disposición de residuos deslizados

Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma, abril de 2019

E.1.1.3 Grado de Afectación

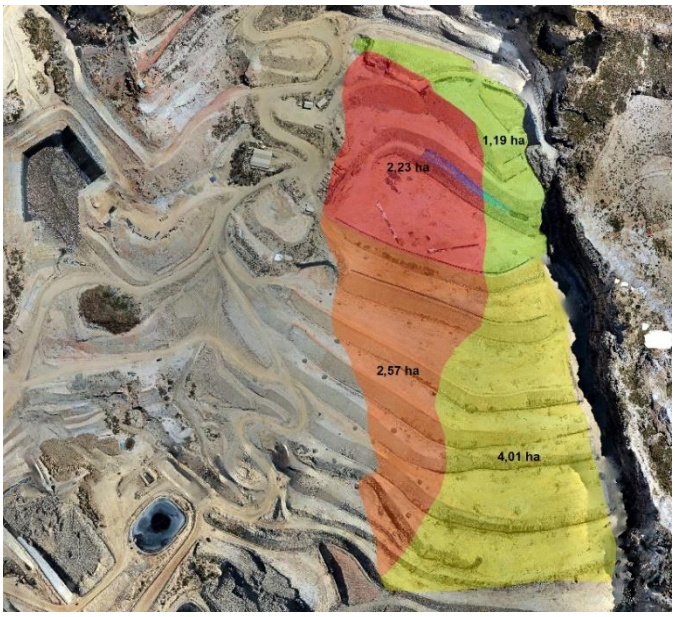


Figura E-3 Mapa del grado de afectación del deslizamiento
Fuente: Elaboración propia

Y la composición numérica se expresa en la siguiente tabla.

Tabla E-4 Grado de afectación del deslizamiento en el RSNJ

TIPO DE AFECTACION	SECTOR	DIMENSION	
		(Ha)	(%)
➢ Fisuras y asentamiento	amarillo	4,01	40,10
➢ Deslizamiento de capas conformadas por método de área	naranja	2,57	25,70
➢ Desplazamiento en bloque	rojo	2,23	22,30
➢ Sin afectación	verde	1,19	11,90
TOTAL		10,00	100,00

Fuente: Elaboración Propia

E.1.2 Descripción del Área de Estudio

E.1.2.1 Área de influencia Directa (AID)

Tabla E-5 Superficie de Área Directa

Descripción	**Superficie**	
	m^2	**Has.**
Relleno Sanitario Nuevo Jardín (RSNJ)	400,000.00	40.00
Área excedente de deslizamiento	2,492.56	0.25
Área Adicional	115,713.66	11.57
Área Ocupada por Celda 15	51,593.78	5.16
Total		**56.98**

Fuente: Elaboración propia

- **Área del RSNJ** → Superficie de propiedad del GAMLP → Destinado a la construcción del Relleno Sanitario. Adquisición de 40 Has por GAMLP (Doc. Propiedad).
- **Área excedente de Deslizamiento y Derrame** → Gran parte del área se encuentra dentro del área del RSNJ. Existe un área que se encuentra fuera de dichos predios → 2,492.56 m^2
- **Área Adicional** → Incorporada al (AID) por estar con actividades del RSNJ → invasión de parte del deslizamiento (lixiviados) → Tres diques construídos. Dos dentro del AID. Uno dentro del AII. / identificación del operador como un sitio donde deberían efectuarse labores de protección. → Dentro del predio del RSNJ, se encuentra la "dorsal sur", (formación La Paz). Se efectuaron obras
- **Área Ocupada por la Celda 15** → Habilitada para descarga de parte de los RRSS del deslizamiento, → 51,593.78 m^2.

E.1.2.2 Área de Influencia Indirecta

Determinada considerando el alcance de los posibles impactos ambientales sobre los factores de la Calidad del Aire, Suelos, Aguas superficiales (cursos de agua superficial Alpacoma y Achocalla), Aguas Subterráneas y la salud humana.

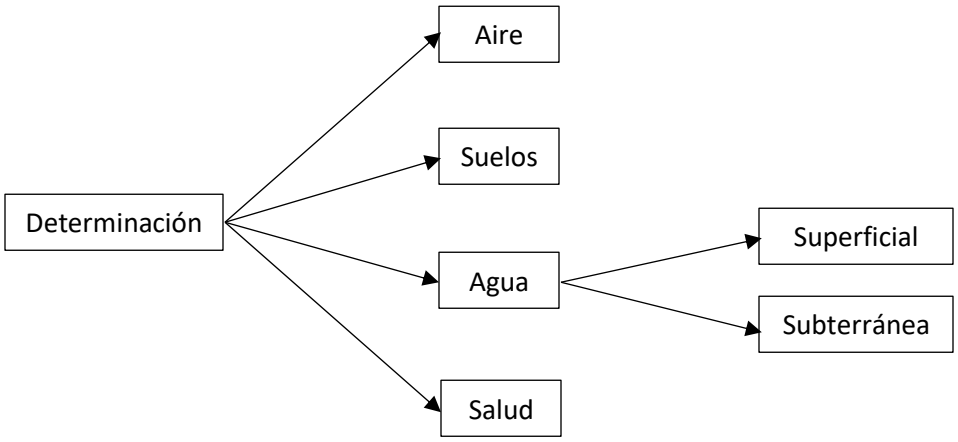


Tabla E-6 Superficie de Área Indirecta

Descripción	Superficie	
	m^2	Has.
Área Indirecta – Criterio Ambiental	1,735,300	173.53
Área Indirecta – Criterio Socioeconómico	455,200	45.52
Total		219.05

Fuente: Elaboración Propia

- **Línea de Medio Ambiente**
  - Efecto ambiental negativo → calidad de las aguas superficiales (distancia máxima de 2.0 km)
  - Efecto ambiental negativo → población ubicada en la parte Norte del RSNJ (por posible contaminación del aire → biogás y olores)

- **Línea Socioeconómica (Predominancia de Salud)** → Impacto por malos olores provenientes del RSNJ dispersados por el viento hacia la parte noroeste población aledaña (ladrilleras).

Ilustración E-2 Área de Influencia Indirecta
Fuente: Elaboración Propia

E.1.2.3 Área Total de Estudio (sumadas las áreas Directa e Indirecta)

A continuación, se inserta la tabla que refleja las superficies del Área Directa y el Área Indirecta.

Tabla E-7 Superficie Total Área de Estudio

Descripción	Superficie		Has
	m^2	Has.	Parcial
Área Directa			56.98
Relleno Sanitario Nuevo Jardín (RSNJ)	400,000.00	40.00	
Área excedente de deslizamiento	2,492.56	0.25	
Área Adicional	115,713.66	11.57	
Área Ocupada por Celda 15	51,593.78	5.16	
Área Indirecta			219.05
Área Indirecta – Criterio Ambiental	1,735,300.00	173.53	
Área Indirecta – Criterio Socioeconómico	455,200.00	45.52	
Total			276.03

Fuente: Elaboración Propia

E.1.3 Identificación y Evaluación de Condiciones Previas

E.1.3.1 Evaluación por Períodos

Primer Período	2004 - 20010	Obtención de Licencia Ambiental Eventual Información escasa relacionada a Licencias Ambientales	Temáticas componentes integrantes de la gestión administrativa, operativa, ambiental, seguridad e higiene, infraestructura y mantenimiento.
Segundo Período	Aprobación MA Hasta el evento	Evaluación de aspectos técnico-administrativos MA aprobados por la AACN Evaluación de Informes de Monitoreos (semestrales y anuales) y la información recibida	
Tercer Período	Desde Evento a Inicio de AA	Condiciones previas a la AA Desarrollo en Informe Legal como "Disposiciónes emanadas por la AACN"	

Identificación y Evaluación de Condiciones Previas

Agua	RS domésticos con contenido de humedad del 3,9%.	→ Generación de lixiviados
	No se cuenta con Sistema de Alcantarillado en la zona	Agua reutilizada 30% para lavado de maquinaria y riego, el 70% dispuesto en el pozo. Riesgo de contaminación de aguas superficial y/o subsuperficial.
Aire	La sobresaturación de biogás puede provocar contingencias	→ Generación de Biogás
	La combustión inadecuada de combustibles puede generar gases de combustión en exceso.	→ Generación de gases
	Material arcilloso seco en los caminos.	→ La circulación vehicular genera partículas suspendidas
	Las piscinas de lixiviados pueden generar olores	→ Generación de olores
	Ruido proveniente de funcionamiento de maquinaria.	→ Generación de ruido
Residuos Sólidos	Disposición de RS sin previa clasificación No se identifica la elaboración de "Queques"	→ Generación de Lixiviados y biogás
Sustancias peligrosas	→ Generación de Aceites y lubricantes.	→ Acumulación de aceites y lubricantes usados en barriles metálicos
Seguridad Ocupacional	→ Negligencia laboral en el uso de EPP's dotado Incremento en el riesgo a accidentes y enfermedades	
Riesgos	→ No se identificaron riesgos ambientales	
Suelos y Subsuelos	→ No se identificaron impactos a los suelos y subsuelos	

Valoración de Manifiesto Ambiental

El tiempo proyectado y comprometido en la solicitud de la Licencia Eventual: 10 meses, en correlación al diseño de la celda de emergencia y su vida útil: 344 días. La AACD otorga ocho meses (240 días) en su aprobación Licencia Eventual.

La superficie para las operaciones del RSNJ se inicia en 20 has, con posibilidades de expansión a 80 has, para construir una planta de aprovechamiento de biogás, reciclaje, compostaje, tratamiento de lixiviados y área de disposición de otros residuos (peligrosos).

Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental: Programa de Monitoreo para factores agua en lixiviado y superficiales y aire, no considera PST's, PM10 y partículas biológicas viables. Los factores suelos, aguas subterráneas, riesgos y seguridad ocupacional, no son considerados en el plan

Programa de monitoreo para agua y biogás: considera descripción de metodología de toma de muestras, ubicación, parámetros a analizar, personal y material requerido, frecuencia, obras, costo y cronograma y funciones y responsabilidad del personal encargado.

El enfoque inicial del Plan conlleva hacia un proyecto de Relleno Sanitario, reduciéndose en la Memoria Descriptiva (Anexo 1) al diseño de la celda de emergencia, no se incluyen planos de ubicación, planimetría general, perfiles longitudinales, transversales y detalles constructivos de la celda de emergencia.

- Condiciones Previas Ambientales
  - Agua: Calidad de Aguas Superficiales, año 2010.
    - Laboratorio: Unidad de Control Ambiental del Municipio y un profesional independiente.
      - Dos muestreos en dos fechas, junio y agosto de 2010 con diferentes y contradictorios resultados
        - Primera campaña, exceden los límites para el DQO, DBO5 y cadmio (Cd)
        - Segunda campaña, no excede ninguno de los límites de la primera campaña, excepto los coliformes totales y fecales con indicadores ambientales para ese parámetro de 7.500 y 15.000 veces en exceso al límite referencial establecido por el Representante Legal de la AOP-RSNJ (Anexo A-2 RMCH).
      - Se concluye que la calidad del agua de la quebrada Alpacoma (agua de la peor calidad, Clase D)
        - No apta para ningún tipo de uso doméstico
        - No apta para uso recreativo
        - No apta para protección de recursos hidrobiológicos
        - No apta para riego
        - No apta para cría de animales
        - No apta para consumo humano
      - Existe una distancia de 88 metros desde los estanques de almacenamiento de lixiviados hasta la quebrada Alpacoma, lo que representa un claro incumplimiento a la NB 757 respecto a la distancia mínima que debe tener un relleno sanitario respecto a un cuerpo de agua.
      - En el MA no se informa sobre colecta y resultados de análisis de muestras de aguas subterráneas, este aspecto es considerado como una medida de adecuación dentro del PAA – PASA, pero sin contar con una Línea Base Ambiental que pudo ser referente imprescindible y elemento comparativo para futuras evaluaciones.
  - Aire: Calidad del Aire: Ruido, PST, Partículas Biológicas Viables y Biogás.

- Biogás, 2010
  - En el MA del RSNJ, no se informa sobre el laboratorio acreditado o profesional que midió o valoró la información. Se evaluaron concentraciones del biogás en la Zona E (Emergencia) y M (Macrocelda) en operación, sin mayor descripción.
  - Para evaluar los resultados de la concentración de los componentes del biogás en la Zona E se emplean promedios indicándose que el metano tiene 8.44%, dióxido de carbono 8% y O_2 15.2% en los captadores 12, 13, 14, 19 y 21. Mientras que en la Zona M el metano tiene 10.2%, dióxido de carbono 7.5% y O_2 13.7% en los captadores 1, 14 y 15.

➢ Ruido, año 2010
- Celdas (1, 2, 3 y 4), Sector Norte: Of. TERSA y gruta con un valor estable equivalente a 50.7 dBA
- Sector Oeste: Depósito de "queques" con valor fluctuante de 40.8 dBA
- Sector Este: Macrocelda de Emergencia con un valor estable de 42.2 dBA
- Sector Sur: PTL con un valor fluctuante de 55 dBA.

Los cuatro niveles sonoros en los cuatro puntos cardinales del RSNJ se encuentran dentro del Límite Permisible de 68 dBA (admisible con una variación mayor al 10%) *"Anexo 6 del Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA)".*

➢ Partículas Suspendidas Totales (PST), año 2010

Medición de las Partículas Suspendidas Totales (PST: 238 µg/m^3, valor sin exceso al límite permisible de 260 µg/m^3 medido en 24 horas. No se incluye el dato de ubicación del punto de muestreo, lo que reduce la representatividad de la medición.

➢ Partículas Biológicas Viables, año 2010

Partículas Biológicas Viables (PBV) julio 2010: la calidad del aire se encontraba impactada con grado de contaminación de bacterias (recuento total) y hongos en los niveles siguientes:

Tabla E-8 Partículas Biológicas Viables

LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	SECTOR	UFC/m^3	CONDICION
Recuento Total	Báscula	1120	Contaminado
Hongos		860	Contaminado
Estafilococos		0	Sin observación

Fuente: Manifiesto Ambiental del RSNJ, 2010

❖ Condiciones Previas Informes de Monitoreo Anual (IMA´s)

➢ Agua: Calidad de Aguas Superficiales, años 2010-2018

Desde el año 2010 al 2018 con información de los IMA's para aguas superficiales en el área del RSNJ, arrojan la siguiente evaluación respecto a los Límites Permisibles establecidos en el Anexo A-1 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica (R.M.C.H.).

Se presenta la evaluación para los dos puntos de muestreo:

- **(RA-50) Muestra tomada a 50 m antes del punto de encuentro de las aguas pluviales con quebrada natural al oeste del relleno sanitario.**

  Los parámetros que se encuentran dentro de los límites permisibles son:

Conductividad	$SO_4^=$	CN^-,	Cr^{+3}
Dureza Total	Cl^-	$S^=$	Cu
Alcalinidad Total	NO_3^-	Ca	Hg
$CO_3^=$	NO_2^-	Mg	Zn

La segunda muestra de agua superficial corresponde a la descripción del punto de muestreo:

- **(RA+100) Muestra tomada a 100 m después del punto de encuentro de las aguas con quebrada natural al este del relleno sanitario.**

Conductividad	$SO_4^=$	CN^-,	Cr^{+3}
Dureza Total	Cl^-	$S^=$	Cu
Alcalinidad Total	NO_3^-	Ca	Hg
$CO_3^=$	NO_2^-	Mg	Zn

Se encuentran dentro los límites permisibles para la Clase D, según Anexo A-1 del RMCH. La conductividad, dureza total, alcalinidad total y carbonatos no tienen Límites Permisibles en el Anexo A-1. El pH con un valor de 7.9 se encuentra dentro de la escala de su Límite Permisible de 6 a 9.

- Calidad de Aguas Subterráneas, años 2010-2018

Los indicadores de calidad de las aguas subterráneas de parámetros analizados en laboratorio exceden cada uno sus Límite Permisibles referenciales del RMCH, Anexo A-2 para aguas subterráneas.

Las concentraciones de aguas subterráneas del RSNJ para un solo punto de muestreo como:

Conductividad	A&G	Cl^-	CN^-	Mg	Hg	Cd
Dureza Total	$CO_3^=$	NO_3^-	$S^=$	Cr^{+3}	Zn	Pb
Alcalinidad Total	$SO_4^=$	NO_2^-	Ca	Cu	As	P

Se encuentran dentro los límites permisibles del Anexo A-2 del RMCH.

- Lixiviado

Tabla E-9 Concentraciones Lixiviados

PARÁMETROS	IMA 2018 – I		IMA 2018 – II	
	EAN 118 (1)	CLA 118 (2)	AE 218 (3)	1 EG1-2018 (4)
conductividad	35300 µS/cm	3660 µS/cm	30900 µS/cm	41800 µS/cm
DBO5	35617 mg/l	17061 mg/l	906 mg/l	3246 mg/l
DQO	86269 mg/l	70973 mg/l	4046 mg/l	39617 mg/l
sulfatos			23 mg/l	371 mg/l
cloruros	2360 mg/l	417 mg/l	2949 mg/l	3222 mg/l
amonio	2560 mg N - NH4/l	68 mg N - NH4/l	92 mg/l	200 mg/l.
calcio	679 mg/l	10 mg/l		
magnesio	247 mg/l	14 mg/l		

(1) = Estanque Anaerobio
(2) = Clarificador
(3) = Estanque Anaerobio
(4) = Estanque Geomebrana
Fuente: Elaboración Propia

En conjunto demuestran una diferencia considerable entre los valores de concentración que determinan la calidad del líquido y la eficiencia del tratamiento o requerimientos para acciones posteriores de la Planta de Tratamiento de Lixiviados.

- Aire: Ruido, años 2010 – 2018

Ninguna de las mediciones excede el valor referencial de 68 dBA para los cuatro puntos cardinales de las cuatro zonas.

- Partículas Suspendidas Totales (PST) y Partículas Menores a 10 Micrones (PM10)

*(Años 2010 – 2018***)**

En los IMA´s la evaluación de la calidad del aire en el RSNJ para PST se llevó a cabo desde el segundo semestre de 2010 hasta el segundo semestre del año 2018: se reportó un exceso al límite permisible de 260 µg/m^3 con un valor de 268.33 µg/m^3.

La evaluación de las Partículas Menores a 10 Micrones (PM10) se realizó del primer semestre del año 2012 hasta el segundo periodo del año 2018, en ninguno de esos periodos semestrales se excedió el límite permisible referencial de 150 µg/m3.

- Partículas Biológicas Viables, años 2010 – 2018

El resultado de la evaluación es explicado a partir del siguiente gráfico:

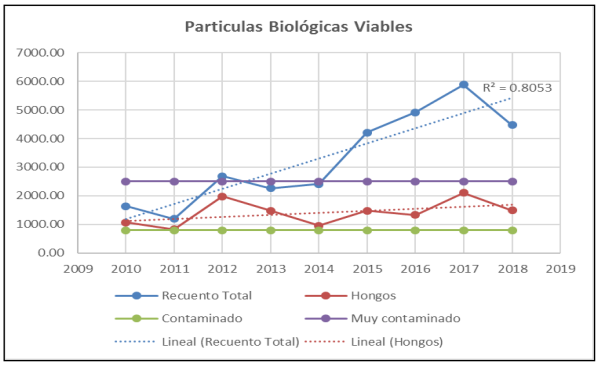


Gráfico E-1 Partículas Biológicas Viables
Fuente: Elaboración propia. Los Álamos IC SRL.

El Recuento total PBV: Tendencia de incremento en el tiempo, debido a la línea de tendencia con un índice de correlación del 80%, la calidad del aire del RNSJ está calificada como Muy contaminada.

La proliferación de los hongos en tendencia histórica desde el 2010 al 2018: Contaminado a Muy Contaminado con la probabilidad de que se mantenga con ese comportamiento.

- Gases de combustión

Información disponible basada en la presentación de Certificados de Control de Opacidad de mediciones realizadas en fechas 13, 14 y 16 de noviembre de 2018, para volquetas, camiones, retroexcavadora, pala cargadora, camionetas, excavadora y compactadoras, con resultado final Aprobado.

- Biogás, años 2010 - 2018
  - La evaluación se encuentra en su fase metanogénica, ya que la operación en Alpacoma comenzó en el año 2004.
  - Gestiones 2010 a 2014 mediciones dos veces en las zonas E, M1 y M2 con valores promedio de 9,5% de CH_4; 6.7% de CO_2 y O_2 con 15.45%. Mediciones (2012) en las zonas MC_4 - MC_2 con valores promedio reportados de 6.4% de CH_4; 4.1% de CO_2 y O_2 con 17.5%, otras (2013) en las zonas MC 1, 2 y 4 con valores reportados de 9.1% de CH_4; 5.7% de CO_2 y O_2 con 15.6%, y, el 2014 en las MC 1, 2 y 3 con valores reportados de 11.0% de CH_4; 6.6% de CO_2 y O_2 con 15.6%.
  - Año 2015 hasta el año 2018 se hicieron mediciones en las MC 1, 3 y 4, reportándose resultados promedio de 9.13% de CH_4; 6.42% de CO_2 y O_2 con 15.45%. El resto del porcentaje que considerado como Balance que agrupa a los componentes del biogás en un valor promedio de 69.0% para el último periodo de 2015 a 2018.

➢ Suelos: Calidad química de suelos, años 2010 – 2018

- Período 2010 a 2018: Evaluación de la calidad química de los suelos: **Este enfoque no permite una valoración de su calidad ya que no existe parámetros o límites permisibles referenciales nacionales.**
- El pH tiene valores variables para la Muestra A entre 7.2 y 10, siendo el pH promedio para las áreas consideradas en esta muestra en un nivel de 8.95. La Muestra B tiene valores del pH mínimo y máximo entre 7.3 y 10 siendo el promedio para este sector evaluado de pH igual a 8.70.
- La conductividad eléctrica tiene valor promedio de 2.435 µS/cm, siendo el mínimo 17 µS/cm y el máximo extremo de 24.200 µS/cm. Los niveles reportados para la conductividad eléctrica en la Muestra B como valor promedio son de 1.185 µS/cm, siendo el valor mínimo 237 µS/cm y el máximo con 3.390 µS/cm.
- Parte de los suelos fueron regados con lixiviados proveniente de la Planta de Tratamiento de Lixiviado. También se elaboró "queques" con suelo virgen. El reporte oficial otorgado por TERSA S.A respecto al movimiento de tierras para la elaboración de queques, permite obtener un cálculo promedio mensual de 149344,15 m^3, demostrando un excedente 24,5 veces mayor al valor otorgado en el punto 3 del formulario de MA, demostrando un impacto no identificado por esta actividad.

- Situación de la vegetación, años 2010 – 2018
  - Sin evaluación la situación de la flora y fauna.
  - Se realizaron reforestaciones sin precisión de ubicación y área definida y mantenimiento que demuestren la eficacia de la medida.
  - La barrera viva fue parcialmente implementada, la ubicación no demuestra actualmente la ejecución de la medida.
  - Los Informes de Gestión Mensual de TERSA para los años 2013, 2015 a 2019 describen una atención a la implementación de plantines, abastecimiento de recursos, riego, etc. sin éxito permanente, a pesar de la reposición de plantas, cuidado y riego reportados, otorgando la limitación del desarrollo, a las condiciones climáticas del área.
  - Las vías internas fueron regadas con agua tratada de la PTL.
  - Área de amortiguamiento no es definido con claridad.
  - La existencia de plantas nativas en el área de influencia indirecta, mantienen su presencia con las mismas condiciones climáticas, sin mantenimiento permanente.
- Situación del factor fauna, años 2010 – 2018
  - La Fauna no fue evaluada según los reportes de los Informes de Monitoreo Ambiental (IMAs).
- Social: Situación socioeconómica del área, años 2010 – 2018
  - No fue evaluada según los reportes de los Informes de Monitoreo Ambiental (IMAs).

E.1.4 Identificación y Evaluación de las Causas del Colapso

(De la Macrocelda 4 y Parte de la Macrocelda 3 en el RSNJ)

Para esclarecer cuáles Celdas fueron afectadas y, sobre todo, deducir las posibles causas que ocasionaron el evento, nos planteamos las actividades a seguir hasta el logro de lo señalado.

E.1.4.1 Estrategia Metodológica para Deducir las Posibles Causas del Deslizamiento

Previamente a continuación presentamos un diagrama básico de la Estrategia Metodológica:

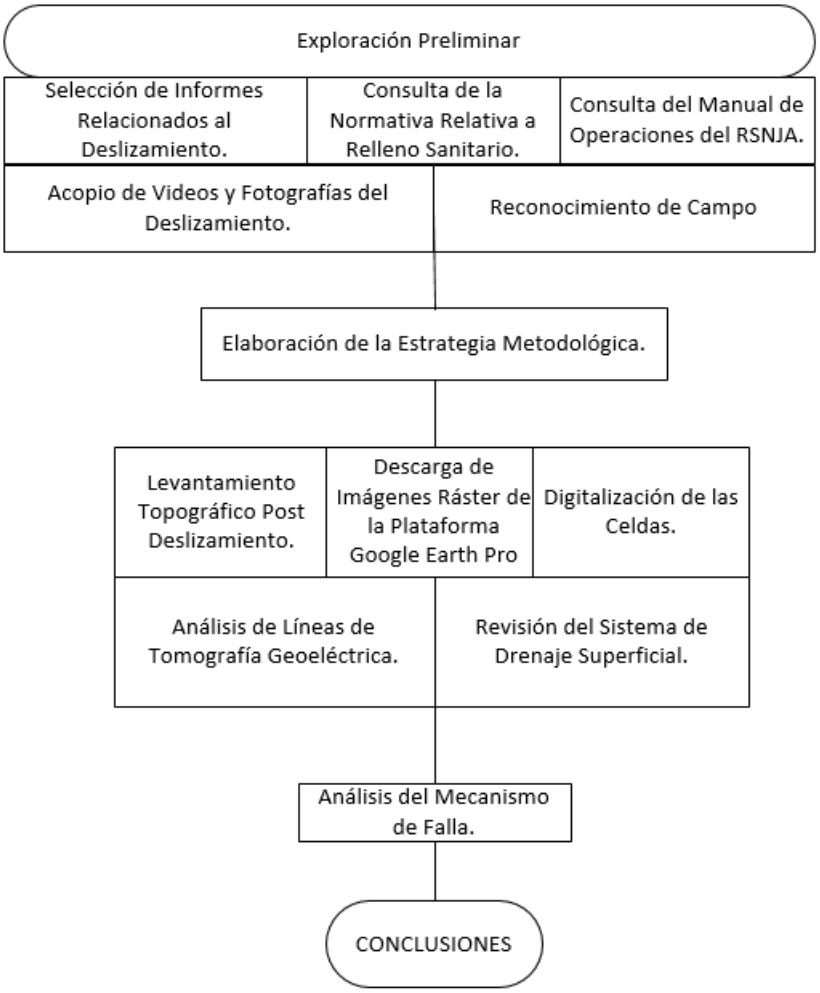


Figura E-4 Diagrama de la Estrategia metodológica
(para deducir las causas que posiblemente ocasionaron el deslizamiento)
Fuente: Elaboración propia

Así mismo, en forma esquemática presentamos las actividades y la justificación correspondiente:

Tabla E-10 Actividades de la Estrategia Metodológica

OBJETIVO	ACTIVIDAD
Conocer lo acontecido por informe de la empresa operadora, la versión del supervisor y los criterios de la Autoridad Ambiental	Selección de Informes Relacionados al Deslizamiento
Verificar el grado de cumplimiento de los métodos y procedimientos para las actividades de construcción y operación del RSNJA	Consulta de la Normativa Relativa a Relleno Sanitario y Manual de Operaciones
Obtener información gráfica	Acopio de Videos y Fotografías del Deslizamiento
Inspeccionar el área del deslizamiento y su entorno	Reconocimiento de Campo
Localizar el deslizamiento con coordenadas, obtener curvas de nivel y definir las dimensiones del bloque desplazado	Levantamiento Topográfico Post Deslizamiento
Georreferenciaciar las imágenes	Descarga de Imágenes Ráster de la Plataforma Google Earth Pro
Georreferenciaciar la ubicación de las Celdas	Digitalización de las Celdas
Definir la estratigrafía del subsuelo	Estudio de Líneas de Tomografía Geoeléctrica
Definir el curso de la escorrentía	Revisión del Drenaje Superficial

Fuente: Elaboración Propia

E.1.4.2 Evaluación de los Factores Relacionados con el Deslizamiento

- Identificación de las Celdas Afectadas

  En la Figura E-5 se muestra el resultado de dichos trabajos, identificando a las celdas afectadas:

  - Trinchera de la Celda 12
  - Método de área de la Celda12
  - Celda de Emergencia 1
  - Celda de emergencia 2

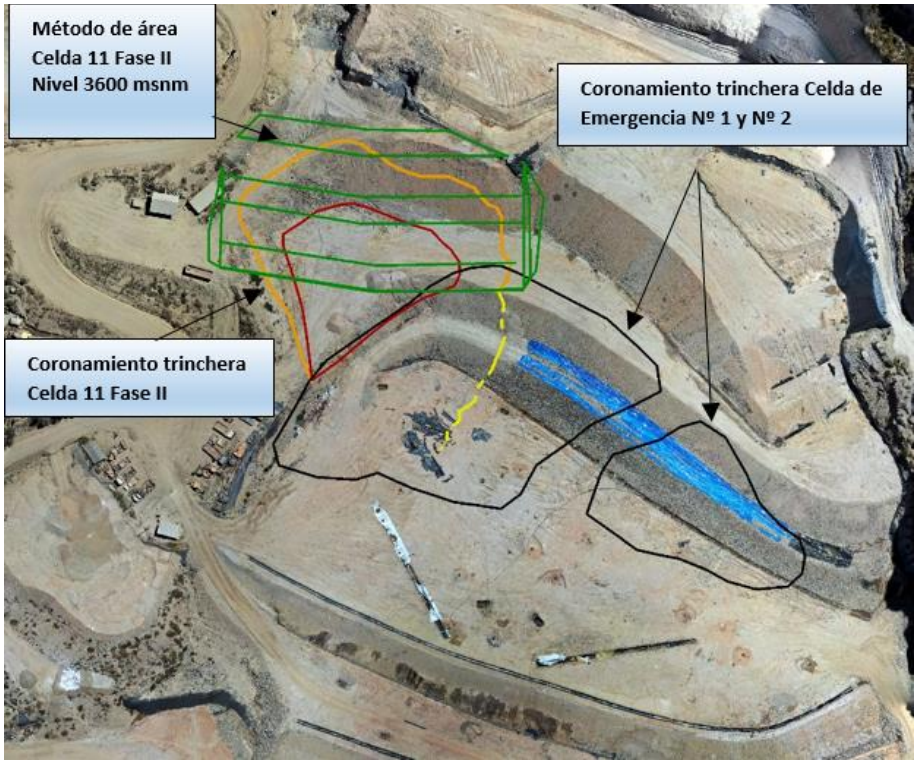


Figura E-5 Celdas afectadas por el deslizamiento
Fuente: Elaboración propia

- Pendiente del talud de las Celdas Afectadas
- Infiltración del escurrimiento superficial a las Celdas afectadas
- Antiguas actividades inherentes a las celdas afectadas por el deslizamiento
- Método de rampa en la conformación de las Celdas afectadas por el deslizamiento
- Precipitación
  - Deficiente sistema de evacuación de líquidos lixiviados
    Fue necesaria la construcción de tres diques en el lecho de la quebrada Alpacoma, *"con la finalidad de evitar el contacto de los residuos y líquidos con aguas residuales de la Quebrada Alpaco, conteniendo así los residuos y líquidos en el primer dique"*. Lo que demuestra por sí mismo que dentro de las celdas involucradas había gran volumen de lixiviado retenido, es decir, sin sistema de evacuación apropiado.

E.1.4.3 Análisis de las causas que posiblemente ocasionaron el deslizamiento

Para haberse producido el deslizamiento en la escala de afectación a gran parte del área de disposición de residuos, en una magnitud del 88%, entre área de bloque desplazado, área de deslizamiento y área de asentamientos, debieron acudir varios factores negativos.

De entre ellos se ha identificado a dos factores como causa probable del colapso de la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 en el RSNJ:

- Asentamiento del nivel de fundación
  - Durante la construcción del talud de residuos de las celdas deslizadas debería considerarse el factor principal de la capacidad de soporte del nivel de desplante.

- El Manual de Operaciones especifica el nivel de desplante, al estrato geológico denominado "formación La Paz",
- Caso contrario, se debería realizar la protección del nivel de desplante con un paquete estructural o capa flexible, que garantice la estabilidad de este nivel.
- El primer movimiento se produjo con el asentamiento de dos metros del coronamiento de la Macrocelda 4 y posterior empuje de los residuos hacia el talud, lo que induce a la conclusión del asentamiento en el nivel inferior.
- Se conformaban celdas diarias sobre las Celdas de Emergencia 1 y 2 durante las épocas de lluvia
- Se depositaban residuos sólidos municipales con alto contenido de humedad es decir con mayor peso específico.
- Se demuestra que se sobrecargó la Macrocelda 4
- La empresa operadora en la gestión 2014, sugirió obras de refuerzo en el macizo térreo denominado "dorsal Sur", a efectos de habilitar mayor capacidad de recepción de residuos sólidos:
  - A efectos de culminar el contrato de disposición final
  - Control del riesgo de deslizamiento del relleno sanitario.
- La operadora comunica al SIREMU la culminación de la vida útil del RSNJ (22-09-2015)

➢ Alto contenido de humedad
- Deficiente sistema de extracción de lixiviado
- Pendiente de trabajo (de la nueva Celda 11), direccionaba los lixiviados a la Macrocelda 3 y que bajo el esquema de operación de trinchera y área es necesario evacuar los lixiviados fuera de las macroceldas para no comprometer la estabilidad de los residuos.
- Afirmación de Inspecciones de MMAyA: *"Al conducir lixiviados dentro de otra macrocelda se pone en riesgo tanto la macrocelda superior como la que recibía estos líquidos, aspecto que influye en la estabilidad de la macrocelda debido a la saturación de líquidos, generando otro potencial riesgo"*.
- El RSNJ presentaba con anterioridad signos de desestabilización

➢ Factores Adicionales
- Falta de diseño y planificación del desarrollo de las celdas y Macroceldas
  - No se atiende el concepto de "Proyecto", desde el punto de vista de la Planificación.
  - En el presente caso de la operación del Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma, el proyecto completo era obligatorio y tenía carácter contractual.
    - El RSNJ inició operaciones en el sector norte y parte alta del predio en las celdas denominadas Celda de Emergencia Nº1 y Celda de Emergencia Nº2, en base a un proyecto y diseño presentado ante la autoridad ambiental, por entonces llamada Prefectura del Departamento de La Paz, como parte del documento Plan de Emergencia para la Prevención y Mitigación, Seguimiento y Control Ambiental, de fecha septiembre 2004; con la finalidad de obtener la Licencia Ambiental Eventual
    - Las Celdas 1 y 2 de la Macrocelda Nº1 fueron operadas entonces por la empresa Clima Ingeniería Ambiental.
    - En el proceso de licitación, el oferente adjudicado, (SOCIEDAD ACCIDENTAL CONCORDIA DIMENSIÓN ENASA posteriormente denominada TERSA S.A.), que a la postre resultó la adjudicada, presentó en su oferta un diseño de explotación del sitio, con planos generales y detalles constructivos, que incluyen el manejo,

control y tratamiento de lixiviados y manejo, control y quema centralizada de biogás.

- Antes del inicio de operaciones, TERSA presentó al SIREMU un proyecto individual para la Celda 3 de la Macrocelda Nº1, con el diseño de una trinchera contigua a la Celda 2 y ocupando el frente destinado al área de control de lixiviados del proyecto anterior, además de apegarse al muro térreo natural llamado Dorsal Sur; sobreponiendo celdas de residuos por el método de área encima de las Celdas 1 y 2.
- El proyecto de la Celda 3, modificó la concepción del proyecto global elaborado en febrero de 2005, convirtiéndolo en obsoleto.
- En lo sucesivo, TERSA presentaba diseños individuales para el avance y explotación del RSNJ.
- El desarrollo de las celdas fue de forma improvisada.

- Este hecho tiene que ver con el deslizamiento ya que se realizaron trabajos para habilitar celdas en forma desordenada, sin estudio de suelos para el nivel de desplante de cada celda, que debería ser sobre la formación La Paz, acorde con el Manual de Operaciones.
- No se contempló realizar análisis de estabilidad de taludes, tampoco contaban con una programación de la secuencia de las áreas operativas.
- Sin estudio de la escorrentía superficial para cada celda. Deberían contar con el diseño de empalme de geomembrana entre celdas circundantes, anclaje apropiado de las mismas.
- La falta de planificación de la secuencia de descarga de residuos, complicaba el acarreo al frente de trabajo, dificultaba la conformación de la celda diaria acorde con las dimensiones exigidas en el Manual de Operaciones y la cobertura diaria.
- Identificación y Evaluación del Grado de afectación a otras estructuras dentro del RSNJ
  - Componentes de la planta de tratamiento de lixiviados
  - Vías
  - Cunetas pluviales

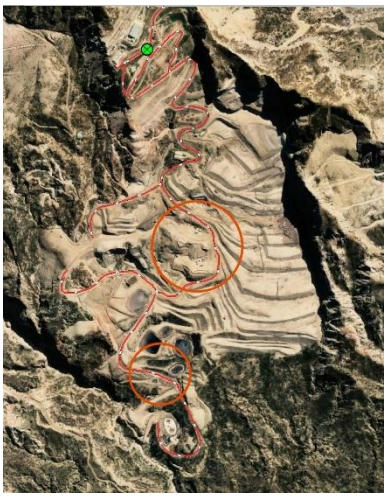


Figura E-6 Afectación a Vías Internas
Fuente: Plan de Cierre y Post Cierre Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma La Paz, abril de 2019

E.1.5 Volumen y Superficie del deslizamiento.

E.1.5.1 Cálculo del Área Afectada por el Colapso

Se distinguen tres áreas definidas para el presente estudio:

Tabla E-11 Relación de áreas afectadas por el deslizamiento

I.	Área del bloque desplazado	2,23 Ha
II.	Área afectada por el asentamiento:	1,19 Ha
III.	Área de deslizamiento y derrame accidental de líquidos lixiviados	6,85 Ha

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con la tabla anterior, se define

ÁREA AFECTADA POR EL DESLIZAMIENTO = 9,08 Ha

ÁREA TOTAL AFECTADA POR EL COLAPSO = 10,27 Ha

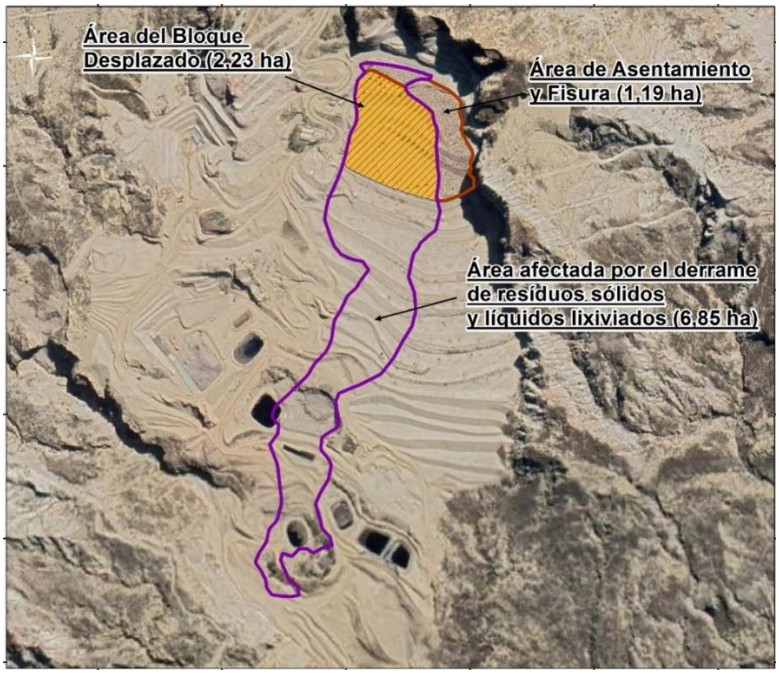


Figura E-7 Área afectada por el colapso
Fuente: Elaboración Propia

- Cálculo del volumen de residuos desplazado

VOLUMEN DE RESIDUOS DERRAMADOS (aproximado) = 152,800.00 m³

E.1.5.2 Volumen de Lixiviado derramado accidentalmente

Se reporta la siguiente Tabla:

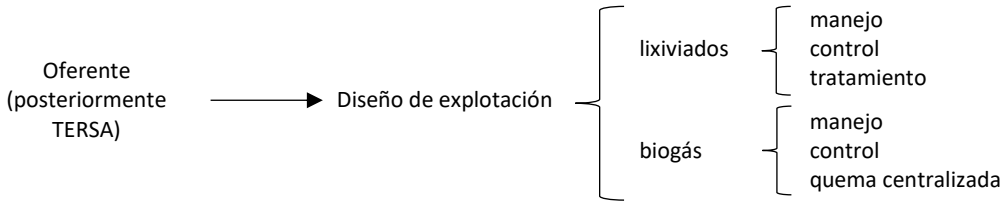
Se efectuó el cálculo que arroja este resultado:

Se adopta volumen de lixiviado derramado accidentalmente = 10,950 m³

E.1.6 Análisis Comparativo de Diseños de Ingeniería

(Aprobados en el Manifiesto Ambiental con el Estado Real de Construcción)

En la oferta con la que fue adjudicado, complementariamente al manejo y disposición final de RRSS, el oferente presentó el manejo de lixiviados y biogás, según se muestra en el siguiente Esquema



Esquema E-1 Oferta Inicial de Operador respecto de Lixiviados y Biogás
Fuente: Elaboración Propia

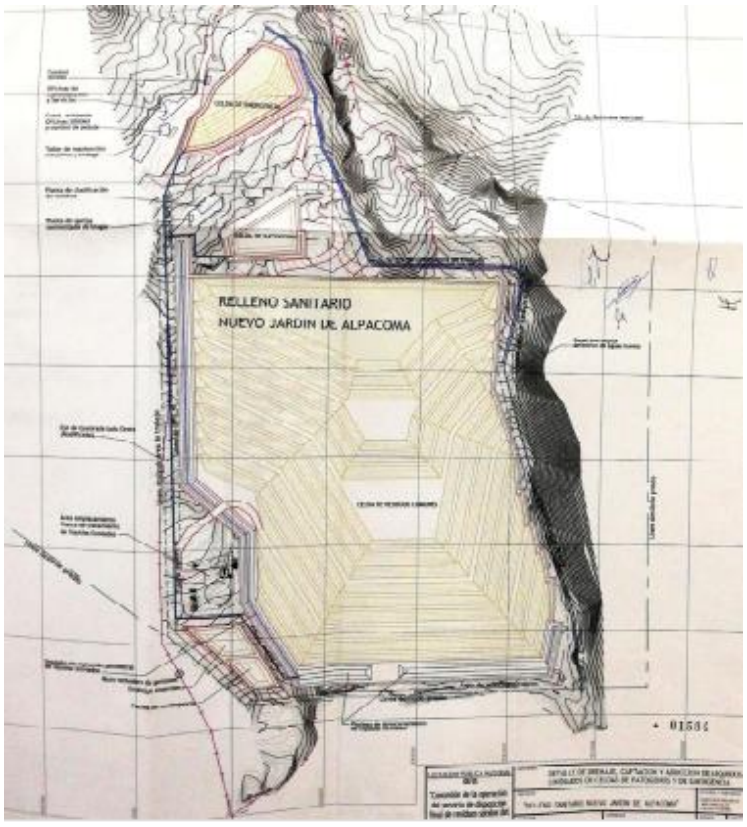


Figura E-8 Planimetría general del diseño
Presentado por la empresa Asociación Accidental Concordia Dimensión Enasa (TERSA SA), durante el proceso de licitación del servicio de disposición final de residuos sólidos del municipio de la Paz.

De acuerdo a ese diseño el RSNJ debía construirse en forma de pirámide trunca, con escalones desde la parte sur, desde el margen oeste y desde el lado este (lado farellón).

- La morfología construida del total del relleno sanitario no se parece en nada a lo propuesto
- La ubicación de los componentes no corresponde con el diseño de propuesta
- No se construyó la planta de quema centralizada de biogás

- No se construyó la Piscina de contingencias
- No se construyó el depósito de captación perimetral de líquidos lixiviado

Dicho proyecto no fue ejecutado por razones desconocidas para la presente auditoría, porque en la documentación revisada no existe antecedente.

Por este motivo, se realiza el análisis comparativo con el diseño presentado al MMAYA para obtener la Licencia Ambiental.

- El primer operador fue la empresa CLIMA INGENIERIA AMBIENTAL que construyó las Celdas de emergencia 1 y 2, etapa de trinchera y las celdas 1 y 2 de la Macrocelda 1, también en sendas etapas de trinchera.
- TERSA SA inició sus actividades en la Celda 3, que se constituye en la primera modificación al proyecto del Manifiesto Ambiental ya que no figura en la planimetría; la CELDA 3 se construyó en la Macro Celda 1, aledaña a la Celda 2. Esta ampliación se ha ejecutado en nivel superior al de desplante de la Celda 2, es decir sobre material deslizado de la formación La Paz, pese a la instrucción expresa de realizar el emplazamiento en el nivel consolidado de la Formación La Paz, según documentación presentada a la auditoría.
- Posteriormente, sin fechas identificadas, procedieron a rellenar con residuos el sector intermedio entre las Celdas 1, 2 y 3, adosado íntegramente al talud norte de la dorsal sur, en toda su longitud. Este sector se encontraba reservado para los posibles estanques y cámaras para el manejo y control de lixiviados, según el proyecto del Manifiesto Ambiental.

De estos hitos, en más, desarrollaron las celdas en posiciones distintas a las proyectadas.

- El diseño original, consistía en nueve (9) Celdas de residuos comunes, contenidos en cuatro (4) Macroceldas más una Celda de Residuos Patógenos. La Macrocelda 4 estaba designada también como Macrocelda de Emergencia, para ser operada en días de lluvia.
- La empresa operadora mencionada, ejecuta la operación en doce (12) Celdas, hasta el día del evento, en la secuencia y ubicación que se muestra en la Figura que sigue y la comparación de lo proyectado en el Diseño del año 2010 vs. lo ejecutado hasta enero del año 2019, se muestra en misma Figura.

Por su importancia, se ha visto necesaria la inclusión de la Figura que sigue a continuación, la misma que enseña la Ubicación y secuencia de las celdas del RSNJ.

AA ALPA 504

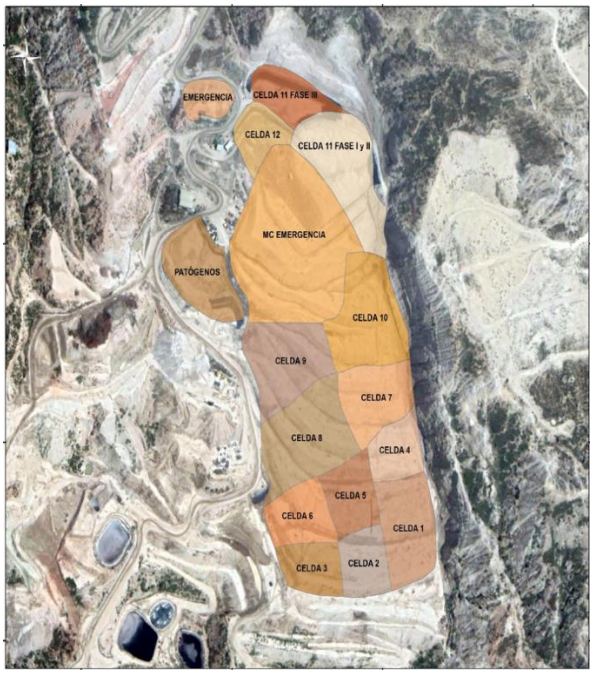


Figura E-9 Ubicación y secuencia de las celdas de residuos construidas
Fuente: Elaboración Propia

Del mismo modo, la inclusión de la Figura siguiente, permite observar la comparación entra las celdas construidas y las correspondientes al diseño original.

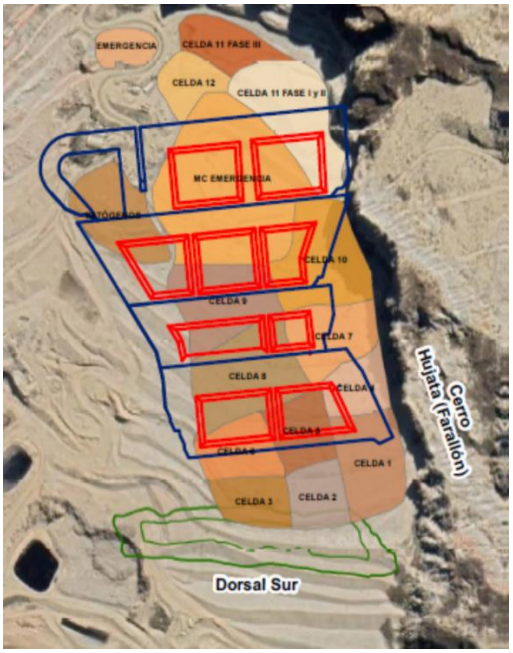
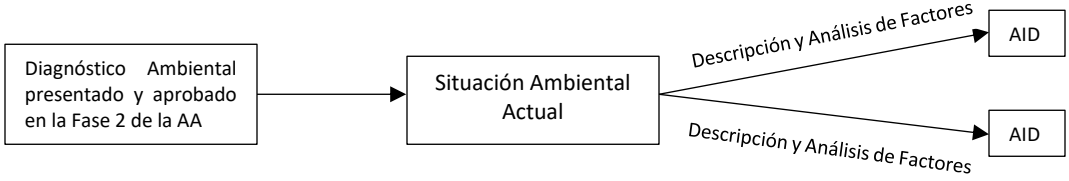


Figura E-10 Comparación entre las celdas construidas versus las celdas del proyecto original
Las figuras de color rojo corresponden a las Celdas y el polígono azul es el contorno del área total, del diseño del Manifiesto Ambiental.
Fuente: Elaboración Propia con base en Manifiesto Ambiental

E.1.7 Situación Ambiental Actual



La información parcial, intermitente y tardía representó una limitante explicada en otro punto de este Informe Fase 3. A fin enmendar esta falencia recibimos información verbal directa de profesionales del relleno, habitantes aledaños y profesionales de centros de salud. Para completar, cada especialista recurrió a información secundaria para desarrollar su trabajo.

E.1.7.1 Alcance

- ✓ Área donde acontecen o pueden ocurrir los impactos ambientales negativos
- ✓ Área hasta donde alcanzan los efectos en el medio ambiente y la salud humana.
- ✓ La evaluación de la situación ambiental actual, representa el estado ambiental posterior al deslizamiento.
- ✓ Enfoque técnico, administrativo y ambiental de la elaboración del Manifiesto Ambiental
- ✓ Determinación de una situación ambiental actual en ese contexto del MA

E.1.7.2 Objetivo General

Identificar y establecer los impactos ambientales generados a raíz del deslizamiento de residuos sólidos del Relleno Sanitario Nuevo Jardín

E.1.7.3 Objetivos Específicos

- ➢ Identificar los factores ambientales que han sido alterados a raíz del deslizamiento de residuos sólidos contenidos en el RSNJ.
- ➢ Informar sobre las condiciones ambientales actuales en el AID y AII del RSNJ y el área del evento del deslizamiento más obras de contención.
- ➢ Otorgar el soporte técnico para establecer un alcance normativo que pueda sostener los estudios y acciones posteriores de adecuación y/o remediación.
- ➢ Promover la detección de acciones correctivas necesarias para mitigar impactos adversos actuales.

E.1.7.4 Metodología

- ➢ Trabajo en gabinete y campo
  - – Fase 1 Planificación: Se cursan solicitudes al MMAYA; GAMLP; GADLP; TERSA S.A. e instituciones involucradas para contar con información secundaria.
    Esta información valiosa requerida es demorada e incompleta, así se inició la Fase 2 con Actividades en el Sitio a Auditar o trabajo de campo. Ambas fases están actualmente aprobadas.
- ➢ Caracterización de factores ambientales
  - – Cada factor ambiental es desarrollado en base a una metodología específica.

E.1.7.5 Medio Físico Abiótico

- Clima
  - Red Meteorológica disponible
  - Caracterización Climática de la Zona en Estudio
  - Temperatura
  - Nubes
  - Precipitación
  - Variación de la precipitación pluvial promedio
  - Sol
  - Humedad
  - Viento
- Geología

  Los aspectos geológicos fueron descritos atendiendo los siguientes temas:
  - Clasificación de Suelos Presentes en el Área
    - Clasificación de Suelos Presentes en el Área
      - Uso del Suelo
        - Actual: Relleno Sanitario
        - Potencial: Área recreacional.
  - Geología
  - Fisiografía
  - Geología Local
  - Geología Estructural
  - Geomorfología
    - Farellones o escarpes
    - Relieves abruptos
    - Remoción en masa
    - Red de Drenaje Natural
  - Geodinámica
  - Riesgos Geológicos
    - Reactivación de deslizamientos en materiales antrópicos poco o medianamente consolidados del sector.
      - Taludes mal diseñados
      - Taludes, mal conformados
      - Cortes al pie de talud.
    - Caída de bloques de las partes altas de los taludes verticales.
    - Remoción en masa de los materiales sueltos producidos por el trabajo con maquinaria en el lecho de la quebrada Alpacoma como parte del plan de contingencias específico para el deslizamiento del RSNJ.
    - Caída de bloques o deslizamientos por afectaciones a los taludes naturales producto del trabajo con maquinaria en el lecho de la quebrada Alpacoma como parte del plan de contingencias específico para el deslizamiento del RSNJ.
  - Identificación de Riesgos de corto, mediano y largo plazo.
    - Corto Plazo
      - Salud
      - Saturación de suelos

- Erosión hídrica
- Mediano Plazo
  - Deslizamiento de taludes
  - Derrumbes por socavación al pie de talud
  - Erosión subterránea
  - Desplazamiento de lixiviados
- Largo Plazo
  - Pérdida de resistencia del suelo

– Sismicidad

➢ Estudio geofísico

Método Eléctrico de Resistividades, conocido como Tomografía Electroresistiva (TER).

Ocho líneas TER

Longitud: Cada una, 258 metros
Alcance de interpretación del subsuelo: Hasta 80 metros
Dirección: Tres continuas con dirección norte – sur
Tres con dirección oeste – este, macrocelda 4 y el extremo norte de la Dorsal Sur
Dos en el extremo sur del RSNJ, dirección noroeste – sureste

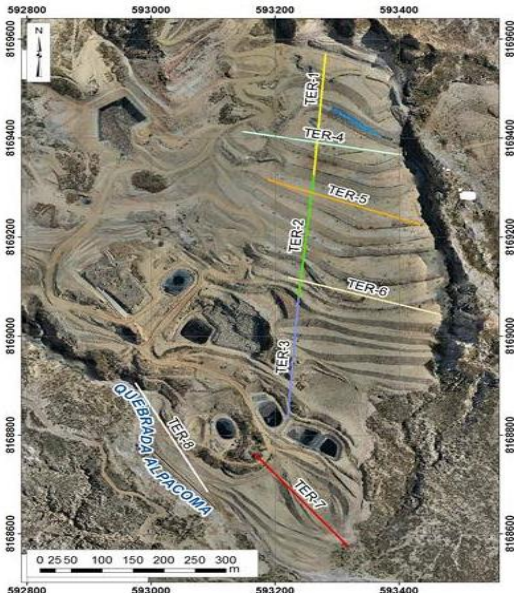


Ilustración E-3 Ubicación de líneas de estudio geofísico en el RSNJ
Fuente: Elaboración Propia, Imagen base: Dron Mavic 2 PRO 2019

La interpretación de los datos dio como resultado la identificación de niveles de materiales de residuos sólidos, arcillas, arenas arcillosas, zonas saturadas por humedad y líquidos (considerando el tipo de terreno del estudio se interpreta que estos líquidos son lixiviados).

➢ Estudio Geotécnico

Para este estudio, se desarrollaron los siguientes trabajos:

– Descripción del Macizo Rocoso

- Estudio de Suelos (ocho pozos de exploración, siete alcanzaron tres metros de profundidad y uno alcanzó cuatro metros y medio)
  - Exploración y muestreo
- Ensayos in situ
  - Descripción litológica
  - Ensayos de penetración estándar (SPT)
  - Ensayos de permeabilidad
- Otros ensayos
  - Clasificación Unificada
  - Cohesión
  - Ángulo de fricción
  - Peso específico
- Perforaciones
  - Pozo profundo, situado en el sector sur del RSNJ, en el sector oeste de las banquinas de apoyo del EG 1.
  - Entre 20 a 25 m.: presencia de una zona con lixiviados que podrían estar constituyendo la pluma contaminante.

➢ Hidrología

Desarrollo de trabajos para enseñar las características hidrológicas de la zona específica, tomando en cuenta de que la información hidrológica que se encuentra se refiere a áreas mucho más extensas. Se apeló a las visitas de campo y los estudios topográficos, además de fotografías aéreas.

- Descripción de la cuenca
- Determinación de caudales máximos
- Determinación del Número de Curva (CN)
- Cálculo de Caudales

E.1.7.6 Hidrogeología

➢ Monitoro de aguas subterráneas
➢ Resultados y discusión
➢ Acuíferos
➢ Flujo de Agua Subterránea
➢ Velocidad del flujo de agua subterránea
➢ Modelo Hidrogeológico conceptual del área de estudio
➢ Caracterización del lixiviado
➢ Pluma Contaminante

E.1.7.7 Estabilidad de Taludes

➢ Metodología de Estudios
- Posibles fallas que pueden experimentar los taludes de 4 casos.
- Cumplimiento de criterios establecidos referidos a Factor de Seguridad
- Obtención de coeficiente de estabilidad
- Los cálculos se hicieron con la ayuda del software Slide v.6.0.

➢ Planteamiento del Problema
- Verificar la estabilidad de los taludes que forman parte del Relleno Sanitario

- Determinar los factores de seguridad condiciones estáticas y pseudoestáticas.

➢ Objeto
- Verificación de estabilidad de taludes en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín
- Análisis de 4 Casos consideerados de alto riesgo geológico
- Cuando las condiciones de estabilidad no se cumplan, se emplearán modificaciones a la geometría del talud con el objetivo de cumplir los Factores de seguridad analizados y adoptados.
- Alcance
  Consiste en modelar la situación con base en varios trabajos de otras disciplinas.
- Riesgos Geológicos
  - Movimiento de masas por influencia de planos de deslizamiento, nuevos a efecto de incremento presencia de niveles freáticos
  - Condiciones de trabajo esforzadas, debido a una sobrecarga no considerada
  - Indeterminación de las propiedades y características geomecánicas del talud existente.
  - Eventos extraordinarios no considerados, sismos, tormentas lluviosas, nevadas, y otros.

➢ Análisis de Estabilidad de Taludes
- Estabilidad
- Método de Análisis de Estabilidad
- Factor de Seguridad
- Parámetros Geotécnicos del Diseño
- Sismicidad - Para el análisis sísmico el modelo utiliza el método pseudo-estático, el cual asume un coeficiente sísmico a modo de sobrecarga horizontal Ao de 10% g
- Secciones de Análisis

➢ Modelación Caso Estático
- Cuatro secciones analizadas

➢ Modelación Caso Pseudo-Estático
- Cuatro secciones analizadas

➢ Resumen de Resultados
- A inestabilidades
  Cuatro secciones anlizadas

E.1.7.8 Balance Hídrico

✓ Verificación de si el Relleno Sanitario funciona tal como se proyectó:

$$Entradas\ Controladas = Salidas\ Controladas\ ^{+}/_{-}\ Variaciones\ Internas\ Controladas$$

✓ Si existe alguna anomalía no conocida que pudiera estar causando flujos de lixiviados no deseados hacia el entorno y/o una acumulación indeseada de los mismos en el propio vaso de vertido:

$$Entradas\ Controladas > Salidas\ Controladas\ ^{+}/_{-}\ Variaciones\ Internas\ Controladas$$

✓ Si existe alguna entrada de agua oculta:

$$Entradas\ Controladas < Salidas\ Controladas\ +/-\ Variaciones\ Internas\ Controladas$$

➢ Procedimiento

- Modelización conceptual y descripción de la localización y tipos de entradas, flujos y salidas de aguas y lixiviados presentes.
- Cuantificación de cada uno de estos tipos o términos del balance.
- Cuantificación global de entradas, flujos y salidas como sumas o restas de los resultados de los cálculos individuales de cada término (balance hídrico).
- Análisis e interpretación de los resultados del balance hídrico incluyendo conclusiones y recomendaciones.

➢ Planteamiento del modelo conceptual

Proyecto:	Relleno Sanitario Nuevo Jardin	Municio:	G.A.M. La Paz
Departamento:	La Paz	Fecha:	03/04/2020
Ubicacion:	Alpacoma	Especilista:	Msc Ing. F. Limpias

1.- Modelo conceptual

ENTRADAS = SALIDAS ± VARIACIONES INTERIOR

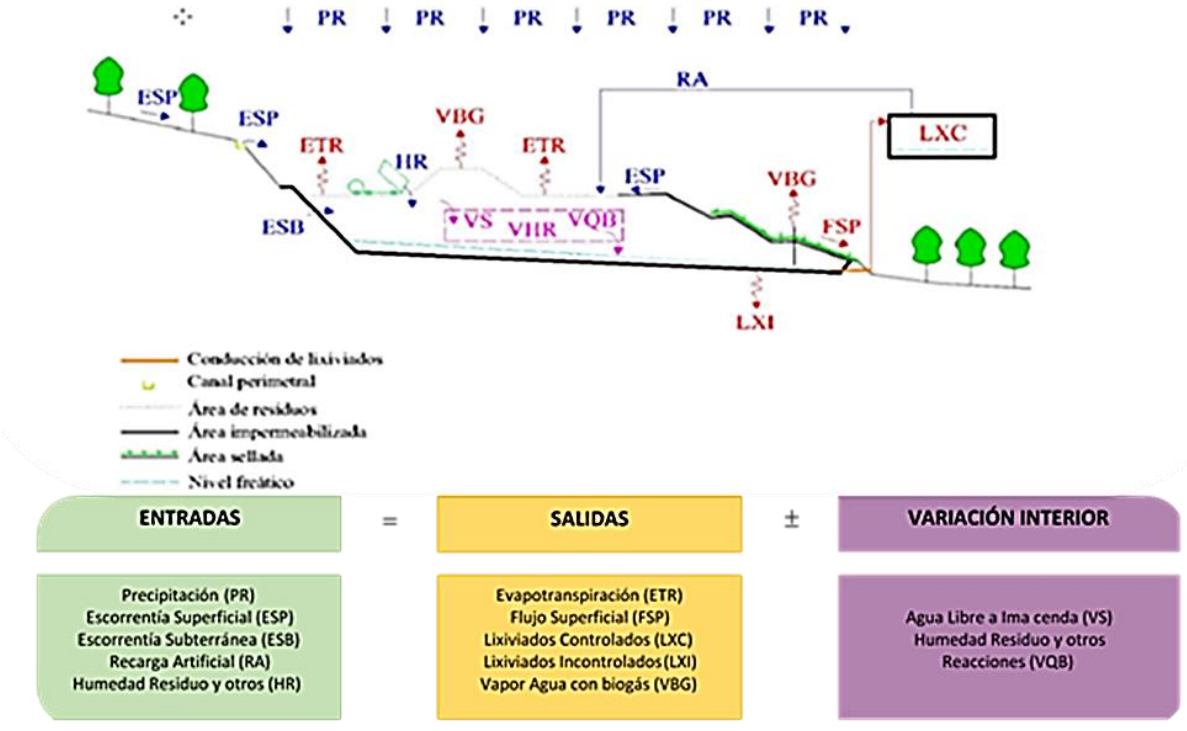


Figura E-11 Balance Hídrico
Fuente: Elaboración Propia

➢ Cuantificación de los términos del balance

Entradas

- Precipitación. - La estación meteorológica fue El Alto
- Escorrentía de laderas adyacentes. - Empleo de las curvas IDF, ubicado en la parte superior cerca de celda 11.

- Humedad de los residuos y de otros materiales. - Desglosado en función de las fracciones del ingreso de residuos orgánicos e inorgánicas según su ponderación. En este caso se emplearon las características de la caracterización de basura a nivel nacional.

Salidas

- Evapotranspiración. - Obtenida sintéticamente a partir de la Estación Meteorológica El Alto
- Lixiviados controlados. - Existe una infraestructura, pero no se tiene con la información respectiva. Por otra parte, por información de los operadores bombean lixiviado
- Lixiviados incontrolados. - Por información de fotografías, o otros estudios no se identifica impermeabilización de fondo.
- Surgencia de lixiviados. - en el terreno existe muchos sectores que presenta lixiviados en los taludes, que no se cuenta siendo cuantificados
- Vapor de agua con el que se genera el biogás, existe poca información y datos obtenidos en el campo, por lo que calculo es netamente sintético.

Variación interior

- No se cuenta con la información.

➢ Cuantificación Análoga

El mayor problema medioambiental de los Rellenos Sanitarios es el impacto producido por la infiltración de los lixiviados en las aguas subterráneas *(Baedecker y Back, 1979; Christensen et al., 2001; Vadillo, 2003)*. En los Relleno Sanitarios incontrolados no suelen existir medidas de la producción de lixiviado, por lo que una forma de estimar el volumen de lixiviado es mediante la realización de un balance hídrico.

➢ Enclave geográfico e historia del vertido.

- Los residuos son de origen urbano, el volumen aproximado de basura (2.706.507,30 m^3)
- Este análisis, descartó datos extremos y negativos, para establecer una tendencia que matemáticamente arroja el mejor resultado exponencial. Posteriormente se obtuvo un gráfico de la producción real y esperada
- Se puede observar un crecimiento de generación de lixiviado, el 2013.

➢ Recopilación y tratamiento de datos climatológicos
(Métodos de cálculo de evapotranspiración potencial)

➢ Flujos de entrada y de salida en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín
A partir de los flujos teóricos en un Relleno Sanitario de residuos del modelo conceptual, se han reconocido los flujos de entrada y salida existentes en el RSNJ. Así,

- Identificación de zonas húmedas
- La impermeabilización en la base del RSNJ deficiente, provocando la percolación (Per) del lixiviado hacia el acuífero;
- La cobertura no ha sido colocada en forma regular ni adecuadamente compactada, lo que, unido a la disposición horizontal de las capas de residuo, ha impedido la existencia de escorrentía de cobertura y ha facilitado el aumento de la infiltración del agua de lluvia;
- no se ha irrigado el residuo con los lixiviados;
- no se han vertido lodos o fangos de depuradora;
- no ha existido una capa vegetal permanente que produjera transpiración y

- no ha sido posible la entrada de agua del subsuelo porque el nivel piezométrico está situado a varias decenas de metros por debajo de la base del Relleno Sanitario y las variaciones estacionales son inferiores a esa cifra.

➢ Volumen de lixiviado generado
- Aplicación de ecuación de balance hídrico
- Siendo P la precipitación
- EVP la evaporación potencial.
- Toda la lluvia útil generada se infiltrará y producirá lixiviado
- La salida del sistema sólo se producirá mediante percolación por la base del Relleno Sanitario o por salida superficial.

E.1.7.9 Pluma Contaminante

Se ha procedido a correr el modelo con todos los datos existentes (que son escasos) y con el monitoreo que la empresa efectuó. Para ello se utilizó el programa Visual Modflow.

Los capítulos desarrollados para el efecto, son los siguientes:

➢ Generalidades

El Visual Modflow es un Software de modelado de flujo que reúne códigos estándar de la industria para el flujo de aguas subterráneas y el transporte de contaminantes. Fuente www.waterloohydrogeologic.com

➢ Ejemplo de Modelo Conceptual
- Está incluido el Modelo Conceptual.
- Las unidades utilizadas en el programa no podrán ser modificadas futuramente.

Ingreso de Datos:

✓ La superficie (denominada feb_24_02tt)
✓ Contacto de arcillas y arenas
✓ Nivel estático piezométrico y un basamento
✓ Polígonos Área de influencia directa AID
✓ Área que cubre los residuos
✓ Polilíneas
✓ Río Achocalla
✓ Quebrada Alpacoma
✓ Líneas piezométricas
✓ Puntos de monitoreo de contracciones correspondiente Pm-0.3-r y Pm-7

➢ Definición de las propiedades de las zonas
- Consistente en las zonas Hidrológicas y sus propiedades

➢ Condiciones de Borde
- Las condiciones de borde o frontera (quebrada Alpacoma), precipitaciones y evapotranspiración para 12 meses, obtenidos en el balance hídrico para el 2019.
- Nivel freático (condición inicial de análisis) en terreno sólo dos muestreos, completados e interpolados con información complementaria de perforaciones antiguas y estudios geofísicos.

➢ Grilla de diferencias finitas
- Menor el tamaño de celda mayor requerimiento de la memoria del Pc, para ser calculado, un tamaño fue establecido en 15 para vertical y 15 horizontal. Culminando la definición del Modelo Conceptual convertimos a modelo Numérico.

➢ Modelo Conceptual - Aplicación.
- Obtenido el modelo conceptual, se procede a la obtención del modelo Numérico, en el cual se adicionan dos nuevas propiedades (Ver Figura A-36 página 177 y Figura A-37)

- La primera correspondiente al polígono de los residuos sólidos, que tiene Kx=Ky=10Kz.
- La segunda un paleocanal de SurOeste a Sur que tiene una conductividad obtenida en el Piezómetro Pm-7

✓ Modelo Conceptual (Estático)
- Una primera corrida en estado estacionario

✓ Modelo Conceptual (Transitorio)
- Se procede al análisis en régimen transitorio 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 y 360, correspondiente a los 12 meses del año 2019

➢ Transporte de Contaminantes
- Se empleó la concentración obtenida en el punto Pm-7, que serán influenciados por una zona con concentraciones de Lixiviados.
- No fueron considerados los procesos de advección y conexión
- Por la incorporación de datos, se ha establecido una pluma contaminante

E.1.7.10 Calidad de los factores ambientales

Se lograron resultados analíticos de laboratorio de cada uno de los factores ambientales de acuerdo al Programa de Monitoreo Ambiental.

➢ Calidad del Aire: PM10, Partículas Biológicas Viables, Biogás y olores
➢ Calidad de Aguas: Superficiales, Subterráneas y Lixiviado.
➢ Calidad de los Suelos: Suelo y queque

Para este fin se contrató a tres diferentes laboratorios: SGLAB, GreenLab (convertido en TresRíos Ltda.), con mayor acreditación que el primero y SI2M; el análisis y evaluación de los resultados de laboratorio son los siguientes:

➢ Calidad del Aire: PM10, Partículas Biológicas Viables, Biogás y Olores (Ver Tabla A-69, página 209)
  – Partículas Menores a 10 micrones (PM10)
    Se midió y evaluó la calidad del aire en el parámetro de partículas menores a 10 micrones (PM10) en fechas del 10 al 11 de noviembre de 2019 en dos lugares con códigos, descripción de puntos de monitoreo y resultados
  – Partículas Biológicas Viables (PBV)
    La calidad del aire para el Recuento Total de Bacterias Mesófilas, Hongos, Levaduras y Salmonela
    Para el grado de contaminacióndel aire, se emplea de manera referencial el Cuadro de Pierre Boutin

  En el sector administrativo el aire está impactado por Bacterias Mesófilas en un grado de Contaminado; dentro del Relleno (Macrocelda 4 Banquina 7) el impacto es mayor a Muy Contaminado y Ligeramente Contaminado.
  – El biogás
    Se confirmó que en el Relleno Sanitario existen 39 captadores apagados, 27 en combustión y 10 colmatados con lixiviado
    Olor
    El olor medido en base a la concentración de SH_2, tiene su máxima concentración a una distancia de 185 metros a partir del punto 3, correspondiente a emisión fugitiva en canal de conducción de lixiviado fresco con un valor de 37,67 µg/m^3.

- Calidad de agua
  - Aguas superficiales
    Cinco (5) puntos de monitoreo; tres (3) puntos en la quebrada Alpacoma (antes del relleno, a la altura del dique 3, a la altura de los diques 1 y 2 y dos (2) puntos en el río Achocalla (antes y después de la confluencia de la quebrada Alpacoma con el río Achocalla.
  - Calidad de Aguas Subterráneas
    Dos de los tres pozos de agua subterránea fueron cubiertos por el deslizamiento. Para cumplir con las exigencias de los TdR´s y colectar muestras de agua subterránea, se instalaron cinco piezómetros, de tres se obtuvieron muestras representativas (dos someros y uno profundo de 25 m efectivo).
    La calidad de aguas subterráneas del pozo profundo AG-02 AA ALPA SUB tiene un grado de contaminación. Los niveles de DBO5, DQO, SST, N amoniacal, P total, A&G, Fe, Mn y Hg se encuentran en exceso a sus Límites Permisibles.
- Lixiviado
  - El lixiviado no era captado de manera uniforme.
  - Al inicio de la Fase 2 era "tratado", en la elaboración de "queques" (4 partes de tierra por 1 de lixiviado).
  - Se instaló una Planta de Tratamiento de Lixiviado (PTL) con una sola fase de proceso fisiquímico donde se remueve la parte orgánica sólida, aunque se continúa elaborando queques.
  - La elaboración de "queques" no figura en la descripción de la actividad punto 3 el Manual de operaciones, ni en el Sistema de Tratamiento de Lixiviados Anexos 2 y 15 del Manifiesto Ambiental.
  - Este tipo de tratamiento es inconveniente ambientalmente, requiere un ritmo intenso de explotación del suelo original, la disposición de los queques demanda áreas para su disposición. No existe una certeza científica sobre la efectividad de su tratamiento.
    - De 19 parámetros analizados, 13 exceden los límites permisibles referenciales
    - Lixiviado con una carga másica muy alta
    - Los parámetros significativos son típicos como el DBO_5, DQO, cloruros, sulfatos, nitratos, sodio, potasio, cadmio, cobre (en menor proporción) y metales pesados como el hierro, plomo, zinc y magnesio.
    - Los valores de referencia (Fuente: Kehew, 2001) están definidos en base a la antigüedad del relleno sanitario.
- Calidad de los Suelos
  - Se excavaron tres calicatas y se obtuvieron cinco (5) muestras, una muestra de la calicata norte, dos del pozo centro y dos del pozo ubicado al sur del RSNJ
  - Se ha realizado el análisis de una porción de los denominados queques, sus resultados señalan concentraciones de cuatro metales pesados de enorme impacto sobre el factor suelo, utilizados para "rellenar cárcavas profundas camino a PTL para lograr el camino de ingreso y plataformas para los estanques.
  - De esta manera como se podrá advertir se utilizó una gran cantidad de queques secos para estabilizar estos sectores y poder aprovechar el terreno de acuerdo al proyecto. Cabe destacar que estos trabajos de gran envergadura siempre fueron coordinados con la Supervisión de SIREMU". (Fuente: TERSA GG/045/2018).

E.1.7.11 Medio Físico Biótico

Para desarrollar este capítulo, se tomaron en cuenta varios coponentes, los isos que se enuncian a continuación.

- Vegetación
  - ✓ Muestreo de Vegetación
  - ✓ Descripción de las áreas de muestreo en el RSNJ
    - Seis sitios de observación
  - ✓ Vegetación potencial
  - ✓ Vegetación Real
    - Tipo de vegetación
      - Sitios 1 y 2 ecoregión de Puna (semihúmeda) piso Andino Inferior
      - Sitios 3 y 4 ecoregión de Valle Seco piso altitudinal altimontano o subandino
  - ✓ Especies nativas y endémicas del área de estudio
    - Chilcas y tholas, pasto Ichu (*Jarava ichu*).
    - Hierbas nativas: *Agalinis sp, Bomarea sp, Krameria lappacea* y *Lepechina meyenii*.
    - E*species* arbóreas nativas escasas y de poca altura
    - Cactus con adaptaciones morfológicas
    - Bromelia *Puya meziana* (endémica para Bolivia)
- Fauna potencial
- Fauna Real: Inventario faunístico

❖ Estado de conservación actual de las especies

Se observa grupos de perros (Canis familiaris) en búsqueda de alimento dentro del RSNJ como en sus alrededores. En ese sentido, se debe evaluar si son especies domesticas o están en proceso de ser silvestres (*Fuente: Rico et al. 2017*).

❖ Medio Perceptual (flora y fauna)

- Análisis cualitativo de la pérdida de modificación del paisaje
- Proceso de pérdida de cobertura vegetal y remoción de tierra
- Modificación del paisaje y su relación con la flora y fauna

E.1.8 Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales Negativos

E.1.8.1 Identificación de Impactos Ambientales

La magnitud del impacto ponderado establece el grado de impacto provocado por los aspectos identificados.

- Descripción de la AOP

  La amenaza generada por la AOP (impactos generados por la AOP) se calculan en base a la evaluación del Plan de Contingencias especifico Deslizamiento Relleno Sanitario Nuevo Jardín de Alpacoma, a partir del cual se establecieron los siguientes criterios:
  - Accesos de vías
  - Construcción de diques
  - Elaboración de queques
  - Conformación y cobertura

- Estabilización de la masa de residuos deslizados
- Generación de biogás
- Generación de lixiviado

E.1.8.1.1 Codificación de Impactos Ambientales

La codificación responde a los siguientes criterios:

1. La abreviación corresponde al factor en consideración

Cuadro E-2 Codificación por factor

FACTOR	CÓDIGO
AIRE	AI
RUIDO	RU
AGUA	AG
SUELO	SU
ECOLOGÍA	EC
SOCIOECONÓMICO	SE
SALUD	SA

Fuente: Elaboración Propia

2. Los siguientes dígitos son numéricos y corresponden a la secuencia de las actividades identificadas

Cuadro E-3 Codificación por actividad

ACTIVIDAD	CÓDIGO
Actividad 1	01
Actividad 2	02
Actividad 3	03
Actividad 4	04
Actividad 5	05
Actividad 6	06
Actividad 7	07

Fuente: Elaboración Propia

3. El tercer dígito representa la numeración de los atributos afectados por una misma actividad, por ejemplo:

E.1.8.2 Evaluación del Impacto Ambiental

Para la valoración de los impactos ambientales se procedió a evaluar el tiempo de duración de cada actividad y la incidencia del entorno para la ponderación del impacto.

- Parametrización del tiempo

- Ponderación del Impacto y su incidencia en el Entorno
- Cálculo de la Valoración del Impacto Ambiental
- Priorización de Impactos Ambientales

E.1.8.3 Evaluación del Impacto del RSNJ en la Salud
(De Grupos Poblacionales en su Área de Influencia)

❖ Objetivo General

Evaluar el impacto de los contaminantes generados en el RSNJ, sobre la salud de los grupos poblacionales vulnerables ubicados en su área de influencia directa e indirecta

Los resultados de esta investigación pretenden ser de utilidad para la toma de decisiones de las comunidades, las autoridades sanitarias, el GMALP y MMAyA.

E.1.8.3.1 Metodología.

- Área y población del estudio
  - ✓ Población aledaña al relleno sanitario de Alpacoma y a los trabajadores del relleno sanitario.
  - ✓ Se realizaron varias visitas a la zona de influencia indirecta y directa en los meses de septiembre, octubre y noviembre de 2019.
- Diseño
  - ✓ Componente cuantitativo: Estudio de caso controles mediante encuesta estructurada con preguntas dicotómicas, abiertas y de selección múltiple.
  - ✓ Componente cualitativo: Exploración de auto-percepción del impacto del RSNJ en la salud y en el medio ambiente. Grupo focal y encuestas.

❖ Criterios de selección (Área dIrecta).
- Lugar de residencia a 1 o menos kilómetros del perímetro del relleno.
- Condiciones meteorológicas y topográficas indicaban una alta probabilidad de que los contaminantes emitidos desde el relleno estuvieran llegando a su lugar de residencia.
- Personas que deseen participar de la investigación.

❖ Criterios de exclusión del grupo controles (Área indirecta).
- Lugar de residencia a más de 1 kilómetros del perímetro del relleno.
- Población que no acepten ser parte del estudio.
- Criterios de inclusión del grupo casos (área directa).
- Trabajadores en el relleno sanitario antes del deslizamiento.
- Trabajadores que deseen participar voluntariamente del estudio.
- Criterios de exclusión grupo casos (área directa).
- Que hayan trabajado en el relleno sanitario después del deslizamiento.
- Trabajadores que no deseen participar voluntariamente del estudio.
- Resultados
  - 49 encuestas en población aledaña y 30 a los participantes que trabajan en el Relleno Sanitario de Alpacoma.
  - 19 tablas enseñando los resultados
  - 7 gráficos con los resultados y comparaciones
- Perfil Epidemiologico de los Centros de Salud.

Se puede mencionar que aun continua con un perfil epidemiológico tipo infectocontagioso observando que las dos principales causas de consulta continúan siendo las infecciones respiratorias agudas y la enfermedad diarreica aguda, donde la población más afectada es la infantil (recién nacidos a 10 años

- Otros Resultados
  - Tendencias de Peso y Talla – Sociedad Católica San José
  - Ficha Técnica Socioeconómica

E.1.9 Medidas de Mitigación y las Alternativas de Adecuación y/o Remediación

- Bajo condiciones normales de operación estarían identificadas con mayor claridad que cuando se aplican medidas de abandono o cierre.
- El marco de análisis para proponer medidas de mitigación, alternativas de adecuación y/o remediación, se podrían reducir ostensiblemente, ya que la identificación y evaluación de los probables impactos ambientales se detectaron en la última parte de la Fase 2. Se apreciaron visualmente grandes cambios en la conformación del RSNJ, pero nuestro trabajo está basado en la sistematización de escasa, tardía información recibida y sistematizada, complementada con las actividades en el sitio a auditar; este será nuestro enfoque metodológico para plantear el alcance de este título.

E.1.9.1 Medidas de Mitigación

- Medida de mitigación: reducción de la vulnerabilidad o riesgo que un sistema puede sufrir frente a un peligro inminente donde acontecen o pueden ocurrir los impactos negativos y las áreas donde alzanzan sus efectos en el medio ambiente y la salud humana. Fuente: *(DS 28499)*.
- Mitigación: conjunto de medidas que pueden ser implementadas para minimizar los impactos ambientales negativos.
- Ambas acepciones se emplearán como metodología de análisis al momento de proponer medidas para los factores ambientales de calidad del aire, agua y suelos, aprobadas en el Manifiesto Ambiental (actividades previas) y el Diagnóstico Ambiental al RSNJ.

❖ Medidas de Mitigación y Adecuación Administrativas

Decisiones que deberán ser tomadas como parte logística y de apoyo al cumplimiento de la normativa ambiental. Algunas de estas medidas estaban comprometidas desde el año 2010, otras resultan de la evaluación ambiental actual.

❖ Medidas de Mitigación Técnica

Las medidas de mitigación y de control técnicas del RSNJ deben considerar

Estudios preliminares	Topografía geología local geomorfología geotecnia hidrología hidrogeología y aguas subterráneas balance hídrico análisis de la calidad del lixiviado después de su tratamiento en la PTL Resultados analíticos de los queques para contenido de metales pesados análisis de biogás establibilidad de taludes artificiales de suelo natural estabilidad de taludes de celdas y Macroceldas

Esquema E-2 Estudios Preliminares

Proyectos a Diseño Final	Planta de Tratamiento Biológico y Físico Químico de Lixiviados; Sistema de Drenaje Superficial; Control de Riesgos; Reubicación y Adecuación de los Residuos Deslizados; Morfología Superficial y Cobertura Final de Celdas y Macroceldas; Parquización del Nivel Superior de Celdas y Macroceldas; Mejoramiento de Vías; Tratamiento y Disposición Final de Queques; Zona de Amortiguamiento con Especies Arbustivas Sistema de Extracción y Evacuación de Lixiviados; Sistema de Extracción y Evacuación de Biogás.

Esquema E-3 Diseño Final

❖ Medidas de Mitigación Ambientales

Ante la identificación de los impactos ambientales negativos, una vez mejorados y conservando su esencia, se plantearán las medidas de mitigación correspondientes:

✓ Calidad del Aire

- La calidad del aire para partículas menores a 10 micrones, medidas en el AID (sector administrativo del RSNJ) y AII (población aledaña) no exceden el límite permisible de 150 µg/m^3.
- Señalar que el impacto por emisiones de metano es 21 veces mayor que el generado por el dióxido de carbono, en suma, el manejo correcto del biogás podría ser su combustión.
- Un tercer contaminante del aire que genera el RSNJ es el olor medido a través de la concentración del H_2S, aunque está compuesto por varios químicos volátiles (cetonas y ácidos grasos entre otros). La afectación a la población aledaña no es significativa, los factores climáticos como vientos o nubosidad ocasionan su transporte más allá del 1.0 km. La posible afectación es en los trabajadores del relleno.
- Las Partículas Biológicas Viables (PBV) representan un problema de contaminación de aire severo con afectación a la salud de las personas que están expuestas, principalmente trabajadores dentro del relleno. La información histórica de evaluación de este parámetro por medio de los IMA's y evaluaciones propias de la AA establecen un exceso a los Límites de Referencia de Pierre Boutin (aceptados y aprobados por la AACN). La afectación a la salud está sostenida por innumerables investigaciones científicas.

✓ Aguas Superficiales y Subterráneas

- Gestionar las aguas residuales que se generan en la ciudad de El Alto, para que puedan ser captadas en el sistema de alcantarillado de esa ciudad o alternativamente, cuando no se aplique lo último, el GAMLP optará por solicitar al GADLP la clasificación de calidad de aguas de la quebrada Alpacoma para determinar su categoría o su clasificación del Cuerpo de Agua Alpacoma según su Aptitud de Uso.
  En ambos casos o alternativamente, sea la decisión que se aplique:
  - Una vez que se gestione la captación de las aguas residuales hacia su tratamiento, evitando la descarga directa a la cuenca Achocalla, se manejarán las aguas naturales que fluyen por la quebrada Alpacoma, realizando obras civiles menores en la parte superior de la microcuenca de la quebrada Alapcoma, y,
  - En base a la aptitud de uso de la quebrada Alpacoma establecer (durante la etapa de cierre del RSNJ), qué grado de impacto generaría una posible descarga de aguas superficiales y/o subterráneas a la quebrada, cómo modificaría su calidad de aguas y hasta donde abarcaría dicho impacto de alteración de una calidad determinada aguas abajo a la cuenca del río de La Paz.

✓ Residuos Sólidos
- El principal objetivo de un relleno sanitario es aplicar la gestión integral de residuos con la disposición final de residuos en un marco de protección a la salud y el medio ambiente.
- La disposición final de los residuos sólidos municipales debe cumplir el fin último. Esta actividad genera residuos especiales que merecen una disposición diferente como la venta de chatarra a personas que reciclan estos residuos y los convierten en materiales aprovechables, siempre y cuando no hubieran sido maltratados por disposición temporal a la intemperie.
- Aunque la mayoría de las soluciones ambientales generan nuevos "residuos" es importante minimizar su generación. Este criterio debe ser sostenible ambientalmente, como es el caso, de la elaboración de queques que debe ser "dispuesto" sobre la superficie del relleno sanitario; cumplimiento de estándares técnicos que eviten nuevos impactos.

✓ Sustancias Peligrosas
- El lixiviado entra en la clasificación CRETIB, por su característica tóxica. No puede ser descargado en cursos de agua sin previo tratamiento físico, químico y biológico para cumplimiento de parámetros de calidad del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley 1333.
- El cambio de los aceites y lubricantes usados debe ser llevado a cabo en el taller de mantenimiento con piso cementado y dispuesto de forma temporal en un almacén específico para este fín. Después deberá ser entregado a personas o empresas que cuentan con Licencia Ambiental para su tratamiento y reutilización de los mismos.
- Para el manejo de sustancias peligrosas (algunas de ellas controladas en nuestro país, como el diésel) la AOP debería contar con una Licencia Ambiental para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP), con este requisito tramitar su Registro para la compra y uso.

✓ Riesgos
- El documento de análisis de Riesgo y Plan de Contingencias deberá ser preparado con enfoque actual, valoraciones en su real magnitud.
- Para este fín, se dictarán cursos o talleres de capacitación al personal operativo del RSNJ y al menos una vez al año se llevará a cabo simulacros de atención a un incidente.

✓ Suelos y Subsuelos

- La afectación al suelo se debe a que se emplea como un recurso no económico al mezclarse con el lixiviado, con un costo intrínseco cero. Se explota cuatro partes de suelo original para mezclarse con una parte de lixiviado, proporcionándole diferente composición química y se lo dispone perturbado dentro del AID del relleno sanitario. No está demostrado que esta actividad es inocua al medio ambiente, al contrario, disponer el lixiviado sobre el suelo representa un impacto ambiental a la calidad del aire, sin conocer efectivamente su alcance real o grado de afectación.
- Se propone un estudio científico del suelo para verificar (después de un segundo tratamiento del suelo) si sus condiciones "modificadas" pueden albergar una recomposición florística y de la fauna en el sitio del emplazamiento del relleno sanitario.

E.1.9.2 Remediación Ambiental

- Establecer las condiciones ambientales en las que se encuentra el sitio
- Enfoques de Fase 2
  - ✓ Situación previa informada y aprobada oficialmente por la AACN (Manifiesto Ambiental) con controles en un periodo de ocho (8) años (informes IMA's, hasta el incidente)
  - ✓ Diagnóstico de la situación actual en cumplimiento al alcance de los Términos de Referencia de la Auditoría Ambiental (AA).
- La Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales Negativos identifica nueve (9) impactos negativos, seis (6) relacionados con la inestabilidad del relleno y tres (3) con contaminación del aire, aguas (liviado) y suelo. La inestabilidad o estabilidad del relleno sanitario fue explicado que requiere una abundante información técnica.
- Otro aspecto a considerar, antes de plantear medidas de remediación, es el uso futuro del sitio remediado, este objetivo es fundamental definir para aplicar un plan de remediación de alta metodología científica o alernativamente aplicar un plan de remediación que permita obtener resultados previstos de menor impacto ambiental y seguridad en salud a la población aledaña; alcanzando metas reales de mitigación y adecuación ambiental propuestas. Se considera que la mejor opción después de la etapa de post cierre, el uso del relleno sanitario estará destinado como una Area de recreación.
  - ➢ Medidas de Remediación Factor Aire
  - ➢ Impacto del RSNJ a quebrada Alpacoma en aguas superficiales, subterránea
    - ✓ Actualmente, el lixiviado es descargado y almacenado en estanques (alrededor de 60 m^3/día), actualmente, parte del volumen total es tratado por método fisicoquímico en una Planta de Tratamiento de Lixiviados (en etapa de pruebas) y el otro volumen es "tratado" o mezclado con suelo para la obtener queques que son dispuestos en áreas del RSNJ
    - ✓ Al menos 58 metros cúbicos de lixiviado se mezclarían con suelo original en una relación 1:4 dispuesto en el RSNJ. Si consideramos, el periodo de abril hasta noviembre de 2019, cuando el único tratamiento era la formación de queques, tenemos un volumen aproximado de 55.680 metros cúbicos de queques dispuestos en diferentes áreas del RNSJ.
    - ✓ Si la altura de disposición de este volumen es 5 metros, el área requerida para disponer los queques es de 11.136 metros cuadrados, un poco mayor que una hectárea. En conclusión, este manejo o gestión ambiental del manejo del lixiviado genera un impacto ambiental, tanto a la calidad del aire por la generación de olores y partículas biológicas viables, como en el factor suelo. En suma, se debe proponer una medida de remediación a este impacto ambiental bajo la siguiente propuesta:

- Implementar un sistema de tratamiento de Lixiviado que tenga procesos físicos, químicos y biológicos para reducir singnificativamente la carga másica final del lixiviado de descarga o salida del proceso.
- Dada la magnitud de impacto ambiental que genera el "tratamiento" mediante la elaboración de queques, alternativamente, se podría considerar la construcción de una Macrocelda para disposición final de los queques, con diseño técnico de ingeniería civil, planos As Built y Licencia Ambiental aprobada.

E.1.9.3 Propuestas de Remediación Ambiental

- ✓ Identificamos como responsable de llevar a cabo este programa de remediación al GAMLP con la aplicación de un plan reajustado y elaborado para el efecto, se sugiere previamente la consolidación de las medidas de mitigación y adecuación ambiental. Asimismo, durante el periodo de cierre del RSNJ cumplimiento estricto de un plan de monitoreo ambiental con calendario prefijado para las épocas seca y lluviosa y que sea con acompañamiento del GADLP.
- ✓ Para el lixiviado, se propone el empleo de medidas de remediación que reduzcan hasta un 80% de la carga másica contaminante del lixiviado, en una primera etapa, la investigación de procesos científicos de tratamiento del lixiviado con el alcance propuesto y segundo el pleno funcionamiento a ese nivel de una planta de tratamiento de lixiviado.

E.1.9.4 Evaluación de las Medidas Implementadas
(Para la Atención del Suceso en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín)

La evaluación está desarrollada a partir del Plan de Contingencias Específico (aprobado en fecha 31 de enero de 2019)

El Plan de Contingencias Especifico elaborado por la Empresa TERSA S.A., fue aprobado por el Gobierno Autónomo Departamental de La Paz (GADLP), los análisis fisicoquímicos y resultados de laboratorio fueron realizados por el laboratorio del GAMLP.

Las inspecciones del MMAYA comenzaron con la emisión de un Informe Técnico NI/MMAYA/VMABCCGDF/DGMACC/UPCAM N° 0016/2019 y Nota MMAYA/VMABCCGDF/143/2019 del 21 y 24 de enero de 2019 de conocimiento del GAMLP.

Dado que estos dos documentos fueron emitidos antes de la aprobación del Plan de Contingencias, serán evaluados sin hacer referencia al Plan de Contingencias.

En estos documentos la AACN informa al GAMLP la situación ambiental de ese momento (24/01/2019) señalando que el deslizamiento afectó la infraestructura y estanques, recomendando:

- ➢ un nuevo sistema de tratamiento de lixiviados
- ➢ el tratamiento de lixiviados desplazados represados
- ➢ Reposición de un punto de monitoreo de aguas subterráneas
- ➢ Presentar un plano reformulado de distribución de áreas del RSNJ.
- ➢ obras para contención de los RSD en el cauce de la quebrada Alpacoma de forma inmediata

Con referencia a la estabilidad de taludes se afirma que se ha verificado *"… el diseño aprobado mediante manifiesto ambiental del 27/10/2010, se evidencia que existen diferencias en la construcción de la Macroceldas existentes y lo observado mediante inspección…"*. Esta diferencia específica está dada por una diferencia de altura de 11 metros entre lo aprobado y el existe previo al deslizamiento,

lo que involucraría un sobrepeso de residuos sólidos. El talud expuesto de la Macrocelda 4 denota que no existió la relación de 3 a 1, siendo la relación 1 a 1.

Para contener el derrame el GAMLP construyó tres diques de retención distribuidos para evitar un mayor grado de contaminación por RSD y lixiviado a la quebrada Alpacoma y por ende al río Achocalla.

La afectación a cuatro estanques de los siete ocasionó el derrame accidental de lixiviado. Estos estanques difieren en cantidad y ubicación del alcance aprobado en el manifiesto ambiental. Este hecho representa una convención a la normativa ambiental Decreto Supremo 28592, artículo 17, parágrafo II) en el inciso e).

Al término del documento la AACN observa derrames de aceites sobre el terreno; la poza de separación de grasas colmatada; chatarra dispuesta sobre el suelo; acumulación de filtros producto del mantenimiento de la maquinaria y almacenamiento de sustancias peligrosas, dichas infraestructuras no considerados en el alcance del manifiesto ambiental.

E.1.9.4.1 Plan de Contingencias Específico

- Desarrollado a partir de la información referida a la ubicación del RSNJ, los residuos sólidos domiciliarios y asimilables en 11 celdas y 4 Macroceldas, las mismas que cuentan con sistemas de impermeabilización en la base y paredes, drenajes de lixiviados y captadores de biogás.
- Sobre el Balance de Lixiviados, su volumen es de entre 120 a 150 m^3, dependiendo de la época estacional, de los cuales son tratados en la planta de tratamiento 80 m^3 y el resto mediante mezclas con suelo de características arcillosa (queques).
- El área contaminada por el evento tiene una superficie de 8.9 Ha con una longitud de deslizamiento de 833 metros, gran parte dentro del predio, aunque una fracción estuviera fuera del mismo.
- El Objetivo General fue el de Contener los Residuos Liberados, minimizar y limitar su dispersión a fin de reconformar las celdas afectadas para proceder a la limpieza del sitio y restauración del área afectada.
  - ✓ Se plantearon 8 objetivos específicos:
  - ✓ Rehabilitación y apertura de nuevos accesos
  - ✓ Control de lixiviados y desborde de los estanques de almacenamiento
  - ✓ Estabilización de los residuos deslizados
  - ✓ Reconducción de los sistemas de drenaje
  - ✓ Instalación de captadores
  - ✓ Rehabilitación del estanque 6, laguna de aireación e implementación de un Plan de Monitoreo.

El análisis, evaluación y grado de cumplimiento se desarrolla en el Cuadro A-40, página 289.

E.1.9.5 Costos

El costo aproximado responde a la siguiente tabla resumen.

Tabla E-12 Resumen de Costos

1. ESTUDIOS PRELIMINARES	369,000.00

2. PROYECTOS A DISEÑO FINAL	**1,044,000.00**
3. OBRAS DE MITIGACIÓN Y CONTROL	**52,112,100.00**
4. SUPERVISION	**2,600,000**
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	**56,125,100**

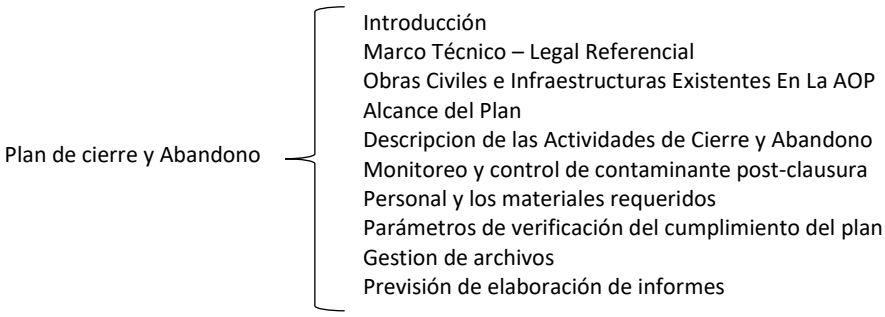
Los costos ambientales son como se refleja en la Tabla siguiente.

Tabla E-13 Resumen de Costos Ambientales

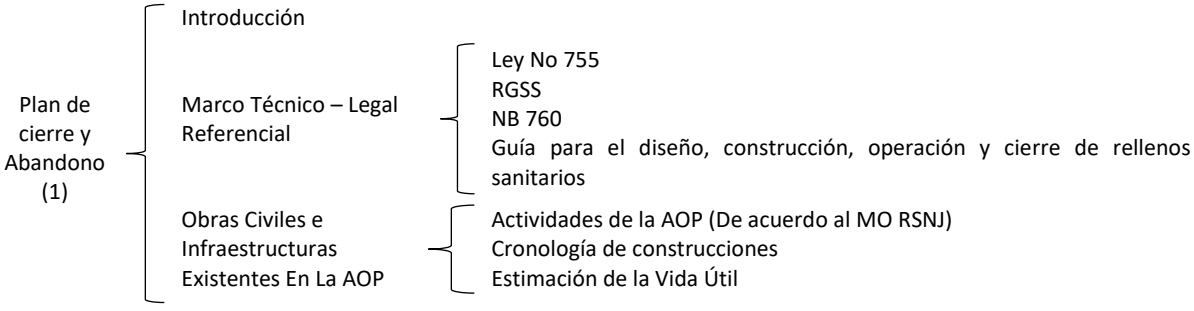
Item	Sub Total		
	Trimestral	Semestral	Anual
1. MONITOREO DE AIRE	**66,000.00**	**135,600.00**	**271,200.00**
2. MONITOREO DE SUELO	**0**	**2,000.00**	**24,000.00**
3. MONITOREO DE AGUAS	0	21,000.00	42,000.00
COSTO TOTAL (3 años)	**66,000.00**	**505,800.00**	**1,011,600.00**

Fuente: Elaboración Propia

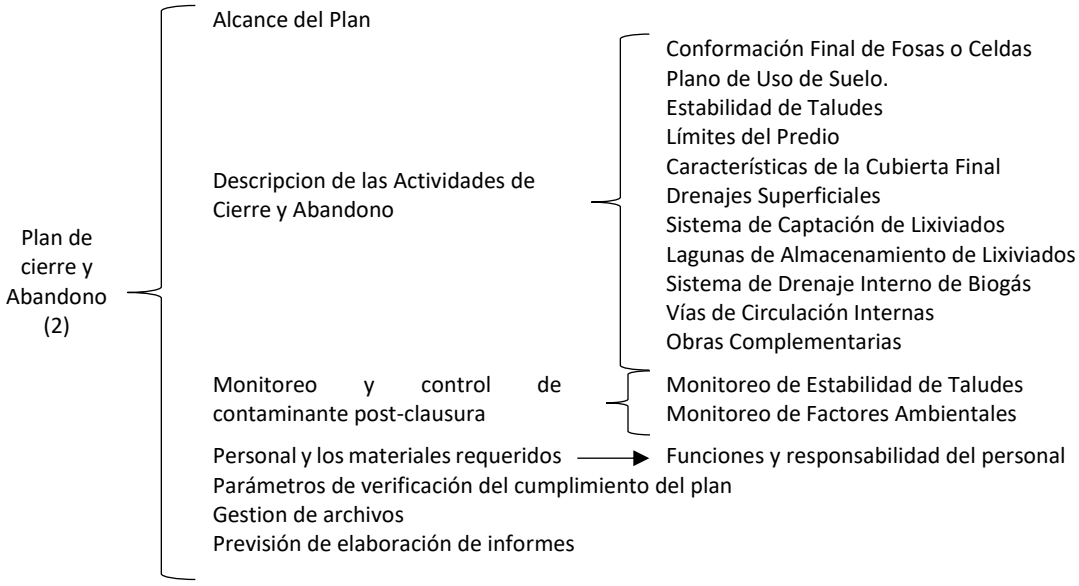
E.1.10 Lineamientos para el Cierre Técnico del RSNJ



Esquema E-4 Lineamientos Para Cierre - Resumen



Esquema E-5 Lineamiento para cierre Plan 1



Esquema E-6 Lineamientos Para cierre – Plan 2

E.1.11 Sistema de Información Geográfica SIG

- Construcción del SIG

Se culminó con la construcción del SIG, incorporando en esta herramienta todo lo referido a mapas temáticos, sitios de muestreo, fotos de diferentes sectores y datos que sirven para contar con la información necesaria.

- Armado de GeoDataBase

Se procedió a el armado de la Base de Datos. Para el SIG se emplean diferentes herramientas, como por ejemplo el ArcView y todas las herramientas necesarias, como AutoCad, Civil, etc.

- Recopilación de Información Geoespacial

Al margen de la información generada por la empresa, se lograron imágenes satelitales de 2014 hasta el 2018, antes del evento.

- Menús

El Esquema A-6, de la página 315, el Esquema A-7,página 316 y el Esquema A-5 que se encuentra en la página 314 enseñan los menús del SIG.

- Incorporación de Datos
  - El SIG se entregará e instalará en un ordenador del MMAyA.
  - En la oportunidad de su instalación, se proporcionarán las características que debe tener el equipo.
  - Del mismo modo, se entregarán los DVD con toda la información que contiene la Base de Datos, para su funcionamiento en ArcGis y ArcMap.
- Toma de coordenadas UTM

Todos los trabajos de mapas se encuentran georeferenciados en coordenadas UTM, pudiendo convertirse a grados.

- Software ArcGIS – Utilidades
  - ✓ Resolver problemas
  - ✓ Tomar mejores decisiones
  - ✓ Planificar adecuadamente
  - ✓ Utilizar los recursos más eficientemente
  - ✓ Anticipar y administrar los cambios
  - ✓ Administrar y ejecutar las operaciones de forma más eficaz
  - ✓ Promocionar la colaboración entre equipos, disciplinas e instituciones
  - ✓ Aumentar la comprensión y los conocimientos
  - ✓ Comunicar de forma más efectiva
  - ✓ Educar y motivar a otros

E.1.12 Deficiencias del Concesionario en cumplimiento de obligaciones contractuales

En el capítulo A.13, se describen las características y datos del proceso.

Los aspectos descritos son:

- Alcance
- Definiciones
- Penalidades
- Evaluación de las Tablas y Gráficos

El mayor número de puntos acumulados por infracciones se dio en el año 2019 con 25137 puntos, seguidas por el año 2009 con 4951 puntos, el año 2007 y 2008 con igual número de 3173 puntos.

Se aclara, que la documentación recibida no cuenta con información completa en los años 2006, 2016 y 2017, resaltando que la documentación de la gestión 2018 presenta una mayor ausencia de información, puesto que, no cuenta con el informe de penalidades, en el que se detalla la cantidad de puntos y la descripción de las penalidades sancionables. Considerando que la gestión 2018 es importante, debido que, a que se encuentra previa al evento suscitado en el relleno.

E.1.13 Hallazgos de la Auditoria Ambiental

La Auditoría ambiental como tal, consignó 11 hallazgos entre los más importantes:

- ❖ Hallazgo 1 Caducidad de la Licencia Ambiental (DAA).
- ❖ Hallazgo 2 MA no cuenta con planos aprobados a Diseño Final. No existe memoria de cálculo y no hay planos As Built
- ❖ Hallazgo 3 Volumen y superficie desestabilizada ocasiona pérdida de infraestructura e impactos
- ❖ Hallazgo 4 Volumen de lixiviado calculado aproximadamente en 10,950 m^3
- ❖ Hallazgo 5 Infracción por variaciones al diseño aprobado en el MA
- ❖ Hallazgo 6 Contaminaciones
- ❖ Hallazgo 7 Impactos Ambientales – infracción administrativa de impacto ambiental por DS 28592, artículo 17, parágrafo II, incisos a), e) e i).
- ❖ Hallazgo 8 Insuficiencia y falta de estudios geológico - geotécnicos
- ❖ Hallazgo 9 Omisiones en identificación de deficiencias Plan de Adecuación Ambiental

- ❖ Hallazgo 10 Ampliación de Licencia Eventual – Seis meses sin licencia – sin presentar IMAs
- ❖ Hallazgo 11 Aspectos de salud comprometidos

E.2 Informe Legal

E.2.1 Antecedentes

El Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), a raíz del evento sucedido el 15 de enero de 2019 en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín, decide lanzar la Convocatoria Pública Nacional MMAYA/LP/001/2019 (Segunda Convocatoria) con CUCE: 19-0086-00-954892-2-1 para la CONSULTORÍA POR PRODUCTO: AUDITORÍA AMBIENTAL POR PELIGRO INMINENTE DEL RELLENO SANITARIO NUEVO JARDÍN – MUNICIPIO DE LA PAZ".

El área de estudio está definida en la página 19, Capítulo A.2.

E.2.2 Marco Normativo

a) Constitución Política del Estado
b) Ley N° 1178 – Ley de Administración y Control Gubernamentales de 20 de julio de 1990
c) Ley N° 1333 de Medio Ambiente de 27 de abril de 1992
d) El Decreto Supremo N° 24176, de fecha 8 de diciembre de 1995, en su **Artículo 1,** aprueba la reglamentación de la Ley del Medio Ambiente, integrada por los reglamentos de: (a) General de Gestión Ambiental, (b) Prevención y Control Ambiental, (c) en Materia de Contaminación Atmosférica, (d) en Materia de Contaminación Hídrica, (e) para Actividades con Sustancias Peligrosas y (f) de Gestión de Residuos Sólidos, así como sus respectivos anexos, instrumentos que forman parte integrante del presente decreto supremo. El Decreto Reglamentario fue modificado mediante los siguientes Decretos Supremos que aprueban normas complementarias:
    i. Decreto Supremo 26705 de 10 de julio de 2002
    ii. Decreto Supremo 28499 de 10 de diciembre de 2005 que modifica el Título V, Capítulo III del Reglamento de Prevención y Control Ambiental, Artículo 58 del Reglamento General de Gestión Ambiental aprobados mediante el Decreto Supremo Nº 24176 de 8 de diciembre de 1995 y los Artículos 3 al 7 del Decreto Supremo N° 26705 de 10 de julio de 2002.
    iii. Decreto Supremo N° 28592 de 17 de enero de 2006
    iv. Decreto Supremo N° 3549 de 2 de mayo de 2018
e) Ley N° 755 -Ley de Gestión Integral de Residuos de 28 de octubre de 2015.
    - Decreto Supremo N° 2954
f) Resolución Secretarial N° 383 de 28 de noviembre de 1996 que aprueba las siguientes normas y reglamentos técnicos de saneamiento básico:
    i. NB-742 a 745 –Medio Ambiente
    ii. NB-746 a 760-Residuos Sólidos

E.2.3 Consideraciones Legales

- ➢ Ley No. 1333 – Ley del Medio Ambiente
  - protege y conserva el medio ambiente y los recursos naturales

- regula acciones del ser humano con relación a la naturaleza
- promueve el desarrollo sostenible – mejorar la calidad de vida de la población.

➢ Artículo 18 de la Ley del Medio Ambiente

- el control de calidad ambiental es de necesidad y utilidad pública e interés social.

➢ Decreto Supremo N° 28499

- modifica las partes pertinentes de los Reglamentos a la Ley del Medio Ambiento y del Decreto Supremo No. 26705,
- define el contenido, alcance y objetivo de las Auditorías Ambientales
- clarifica el procedimiento de ejecución y contratación a través de la determinación de roles de la Autoridad Ambiental Competente y de la Autoridad Responsable del Proceso de Contratación.
- define la elaboración de la auditoría en tres fases
  - Planificación
  - Actividades en el Sitio a Auditar
  - Reporte Final de la Auditoría Ambiental por peligro inminente
    - Informes Técnico, Legal, Dictamen y el Resumen Ejecutivo.
- Como resultado de la Fase 3 y conforme al artículo 12 del Decreto Supremo N° 28499, el informe legal debe describir: *"El incumplimiento a disposiciones legales previstas en la legislación vigente que incluirá: i) compromisos asumidos en la Licencia Ambiental y ii) disposiciones emanadas por la AAC"*.

➢ Decreto Supremo N° 24176

- aprueba la reglamentación de la Ley del Medio Ambiente
- reglamentos de
  (a) General de Gestión Ambiental
  (b) Prevención y Control Ambiental
  (c) en Materia de Contaminación Atmosférica
  (d) en Materia de Contaminación Hídrica
  (e) para Actividades con Sustancias Peligrosas
  (f) de Gestión de Residuos Sólidos, así como sus respectivos anexos, instrumentos que forman parte integrante del decreto supremo.

➢ El Decreto Reglamentario fue modificado mediante los siguientes Decretos Supremos que aprueban normas complementarias:

- Decreto Supremo 26705 de 10 de julio de 2002, complementa el Artículo 97 del Reglamento General de Gestión Ambiental, aprobado por Decreto Supremo Nº 24176 de 8 de diciembre de 1995, quedando de la siguiente manera: "Las sanciones administrativas a las contravenciones, siempre que éstas no configuren un delito, serán impuestas por la Autoridad Ambiental Competente, según su calificación y comprenderán las siguientes medidas":
- Decreto Supremo 28499 de 10 de diciembre de 2005 que modifica el Título V, Capítulo III del Reglamento de Prevención y Control Ambiental, Artículo 58 del Reglamento General de Gestión Ambiental aprobados mediante el Decreto Supremo Nº 24176 de 8 de diciembre de 1995 y los Artículos 3 al 7 del Decreto Supremo N° 26705 de 10 de julio de 2002.
- Decreto Supremo N° 28592 de 17 de enero de 2006, complementan los Artículos 4 del RGGA y 7 del RPCA.

- Ley 755
  - establece la política general y el régimen jurídico de la Gestión Integral de Residuos
  - prioriza la prevención para la reducción de la generación de residuos
  - prioriza el aprovechamiento y disposición final sanitaria y ambientalmente segura, en el marco de los derechos de la Madre Tierra, así como el derecho a la salud y a vivir en un ambiente sano y equilibrado.
- Decreto Supremo 2954
  - aprueba el Reglamento General de la Ley N° 755, de 28 de octubre de 2015, de Gestión Integral de Residuos, que en Anexo forma parte integrante del presente Decreto Supremo.
- Decreto Supremo N° 3549 de 2 de mayo de 2018
- Resolución Secretarial N° 383
  - aprueba las siguientes normas y reglamentos técnicos de saneamiento básico:
    - NB-742 a 745 –Medio Ambiente
    - NB-746 a 760-Residuos Sólidos

E.2.3.1 Hallazgos

Hallazgo 1	Caducidad de la Licencia Ambiental (DAA)
Hallazgo 2	MA no cuenta con planos aprobados a Diseño Final. No existe memoria de cálculo y no hay planos As Built
Hallazgo 3	Volumen y superficie desestabilizada ocasiona pérdida de infraestructura e impactos
Hallazgo 4	Volumen de lixiviado de aproximadamente 10.950 m³ - alcanzó a quebrada Alpacoma
Hallazgo 5	Infracción por variaciones al diseño aprobado en el MA
Hallazgo 6	Contaminaciones
Hallazgo 7	Impactos Ambientales – infracción administrativa – D.S. 28592, art. 17°
Hallazgo 8	Insuficiencia y falta de estudios geológico – geotécnicos para las zonas de celdas
Hallazgo 9	Omisiones en identificación de deficiencias Plan de Adecuación Ambiental
Hallazgo 10	7 Ampliaciones de Licencia Eventual – Seis meses sin licencia – sin presentar IMAs
Hallazgo 11	Aspectos de salud comprometidos por deslizamiento

E.2.4 Compromisos asumidos en la Licencia Ambiental

La Auditoría Ambiental se desarrolló:

- Preceptos generales dispuestos en el DS 28499 en el Capítulo III, artículos 12 al 16, excepto ii) la valoración económica de daños civiles a particulares o al patrimonio del estado, en caso de contingencias previstas en el inciso c) del numeral 3 del artículo 12, por no ser aplicable al tipo de Auditoría desarrollada.
- La Licencia Ambiental obtenida por la modalidad de la aprobación del Manifiesto Ambiental por la AACN, ⟶ el Representante Legal se compromete al cumplimiento irrestricto para la protección y conservación del medio ambiente, los recursos naturles para mejorar la calidad de vida de la población.
- En Hallazgos se detectan incumplimientos a la legislación ambiental y normas conexas (NB 742-760).

- En el subtítulo Licencias Ambientales y Autorizaciones detallados en la Tabla B-3, así como en las disposiciones emanadas por la AACN el grado de incumplimiento es del 57.29%, cumple un 10.42%, cumple parcialmente un 25% y sin evidencia 7.29%.

E.2.4.1 Verificación de cumplimiento de requerimientos

(Técnico-administrativo y ambiental Previsto en la normativa aplicable)

Tabla E-14 Porcentaje de Cumplimiento de Requeriientos

Grado de cumplimiento	Porcentaje
Si Cumple (SI)	41,2
No cumple (NO)	41,2
Cumple parcialmente (CP)	14,7
No aplica (NA)	2,9

Fuente: Elaboración Propia

E.2.4.2 Licencias Ambientales, y Autorizaciones

(Y otros requerimientos técnicos y administrativos, en el marco de los Reglamentos Generales a la Ley del Medio Ambiente)

La tabla que sigue, detalla el proceso que el GAMLP desarrolló en lo referente a Licencias Ambientales.

Tabla E-15 Resumen de Formulario de recopilación y revisión

REQUISITOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
I.1 Licencia Ambiental Declaratoria de Adecuación Ambiental (DAA), Reglamentación a Ley Nº 1333, Reglamento General de Gestión Ambiental RGGA Art. 56, D.S. Nº 24176 de 8 de diciembre de 1995.	• Carta MMAyA-VMA.DGMACC-MA 1617 (a)/10 Nº 020101-10-DAA-No 1617/10 de 27 de octubre de 2010, solicitud y comunicado: iii) Primer informe de monitoreo con la ubicación de pozos y cronograma de monitoreo de aguas subterráneas. iv) Periódicamente se realizarán inspecciones a la actividad.
I.2 Actualización de Licencia Ambiental, D.S. Nº 24176 de 8 de diciembre de 1995, art 150 RPCA, art DS 28592, art 84 del RGRS, art 64, incisos c) y e) del RGGA, art 10, inciso c) del DS 3549.	• No se realizó actualización de la Licencia en el marco de lo dispuesto en la Reglamentación General ni específica.
II. 3 licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP), Reglamento para Actividades con Sustancias Peligrosas (RASP), Título III, capítulo I, Art. 15, D.S. Nº 24176 de 8 de diciembre de 1995.	• El GAMLP no cuenta con un Registro y Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas. En cambio, la empresa operadora TERSA S.A., cuenta con un Registro y Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP) No 020101-03-LASP-012-11 de 23 de septiembre de 2011, otorgado por la Secretaria Departamental de Recursos Naturales, Biodiversidad y

REQUISITOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
	Medio Ambiente del Gobierno Autónomo Departamental de La Paz. *No autoriza a importar, exportar, comercializar, transportar los productos autorizados.* *Aprueba sólo 6 sustancias peligrosas.*
I.4 Licencia ambiental o permiso especial para sitios de confinamiento de residuos peligrosos (RASP, Art. 54).	• No cuenta con Licencia Ambiental para confinamiento de residuos peligrosos.
I.5 Almacenamiento de Residuos Peligrosos (Art. 52 y 53 RASP).	• La DAA no considera el almacenamiento de Residuos Peligrosos en el alcance dispuesto por la norma ambiental.
I.6 Documentación relacionada con la implantación de sistemas de gestión ambiental interna (Art. 24 del D.S. Nº 28499 Norma Complementaria Modificatoria del RPCA, RGGA y AA).	• La AOP no cuenta con un sistema de gestión ambiental interno.
1.7 Situaciones imprevistas o de emergencias (RGRS, art 86)	• Representa la primera Licencia Eventual obtenida 29 de septiembre de 2004.
1.8 Temporalidad de la Licencia Ambiental (RGRS, art 85)	• Otorgada por el GADLP por un tiempo de 5.5 años del 29/09/2004 al 28/04/2010.
1.9 Vigencia de la Licencia Ambiental (RGRS, art 84)	• Vigente por 13 años, a partir del 27/10/2010
II.1. Autorizaciones para el transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas (RASP, art 28, Ministerio de Gobierno)	• Al no contar con la LASP no se tiene el Registro de la Dirección General de Sustancias Controladas para la compra diésel y gasolina.
ESTUDIOS REALIZADOS	**OBSERVACIONES**
III.1 Estudios Técnicos Elaborados para la obtención de Licencias Ambientales que incluyan toda la documentación técnico-legal presentada a la AACN (RGGA, Art. 52, 56 y 57; RPCA Art. 32, 100, 103, 105).	• No se ajusta a lo dispuesto por la NB 760 en los alcances exigidos. Se presentó un diseño de las celdas que no fue construido.
III.2 Estudios elaborados para la obtención de la Licencia Ambientales que incluyan toda la documentación técnico-legal presentada a la AACN (MA), (RGGA, Art. 52, 56 y 57; RPCA Art. 32, 100, 103, 105).	
III.3 Estudio de Manifiesto Ambiental (MA) (RGGA, Art. 52, 56 y 57; RPCA Art. 32, 100, 103, 105).	Las obras de ingeniería son de fundamental importancia en un relleno. Este sustento técnico es incompleto en los documentos del MA.
III.4 Programa de Prevención y Mitigación (PPM) y Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PASA) (Arts. 30 y 31 del RPCA).	El MA contiene el PAA y PASA

REQUISITOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
III.5 Plan de Contingencias y Programa de Prevención de Accidentes (Art. 27 del RPCA).	El MA contiene el Plan de Contingencias
III.6 Programa de Abandono y Cierre de Operaciones y Programa de Restauración (Art. 33 del RPCA).	Requiere presentar ante la AACN el Programa de Restauración de la AOP
III. 7 Estudio Técnico Elaborado para la obtención de Registro y Licencia para Actividades con Substancias Peligrosas (LASP) (Art. 15 inciso d) del RASP)	• La AOP no cuenta con la Licencia para Actividades con Sustancias Peligrosas (LASP).
III.8 Reportes de Monitoreo aprobados por la AAC o remitidos para su aprobación de acuerdo al PASA (Art. 149 Y 150 del RPCA) aprobado en la Licencia Ambiental.	Se desconocen las aprobaciones y/o observaciones a todos los reportes presentados ante el GADLP y la AACN.
III.9 Documentación sobre accidentes o incidentes en materia ambiental reportados a la AAC y sobre las medidas de mitigación o compensación (Art. 22 del RGGA).	• TERSA S.A., reporta los accidentes o incidentes al GAMLP.
III.10 Registro Interno de Autocontrol (Art. 23 del RGGA)	• Existe información generada por la empresa que deberá ser sistematizada y estar a disposición de la empresa en caso de ser requerida.
III.11 Informe técnico anual de avance y situación ambiental con referencia a lo establecido en su MA, (RPCA, Art. 151).	
III.12 Inspecciones previstas en el RGGA (Art. 86 y siguientes), RPCA (Arts. 95 al 97).	Se llevan a cabo 20 inspecciones durante el evento por la AACN.
III.13 Resoluciones Administrativas emitidas por AACN, por denuncia (Art. 101 de la Ley N° 1333 y Art. 83 del RGGA.	
III.14 Resoluciones administrativas seguidas por AAC por infracciones a la Ley del Medio Ambiente y su Reglamentación (Art.96 y siguientes del RGGA; Art. 16 y 17 de la norma complementaria y modificatoria de Reglamentos Ambientales) D.S. Nº 28592.	• No hay disponibilidad de notificaciones a la AOP para el inicio de un proceso administrativo sancionatorio por incumplimientos a la normativa vigente.
III.15 Copias de Actas de Inspección, artículos 86 y siguientes del RGGA.	• Se entrega a la AOP las Actas de Inspección para su cumplimiento.
III.16 Información sobre acciones administrativas seguidas por AACN por contravenciones a la Ley del Medio Ambiente y su Reglamentación (Art.96 y siguientes del RGGA; Art. 16 y 17 de la norma complementaria y modificatoria de Reglamentos Ambientales) D.S. Nº 28592.	

REQUISITOS AMBIENTALES	OBSERVACIONES
III.17 Información sobre acciones seguidas contra la empresa en vía ordinaria en el marco de los Capítulos II y III del Título VIII del RGGA.	• En la documentación revisada no existe información sobre procesos seguidos contra de la empresa en vía ordinaria relacionados con la Ley Nº 1333 o su reglamentación.
III.18 Evaluación y Control de la Contaminación Atmosférica (RMCA, Art. 40 y Art. 52).	• La emisión de contaminantes atmosféricos (opacidad) fue medido y reportado en un **solo** IMA del 2018 II. El ruido fue monitoreado sin exceso a su Límite Permisible.
III.19 Libro o cuaderno de Registro de operación y mantenimiento de equipos de proceso y de control, aprobado por el OSC para fuentes fijas (Art. 31 del RMCA).	• Gestionar ante el OSC la aprobación del Libro o Cuaderno realizar el registro correspondiente cumpliendo con la disposición legal.
III.20 Informe Semestral de Caracterización de Aguas crudas o tratadas emitido por un laboratorio autorizado (RMCH, Art. 17 e informes de calidad de sus efluentes semestrales Art. 74 RMCH)	
III.21 Resultados de Análisis de laboratorio autorizado para caracterización de descargas (RMCH, Art. 7, Art. 35)	• No se reporta la calidad de descargas como el líquido lixiviado después del tratamiento integral de la PTL.
III.22 Plan de cierre, post cierre y programa de monitoreo de recuperación y de acondicionamiento de áreas destinadas a rellenos sanitarios (NB 760)	• En este Plan de Cierre y Post cierre está contenido los monitoreos de los factores ambientales de aire, aguas y suelos.
III.23 Cuaderno de Registro para el manejo de sustancias peligrosas (RASP, Art. 32)	• Considerar el alcance de la norma ambiental (RASP).
IV.4 Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) (Protocolo de Kyoto)	Su desarrollo fue anulado en el 2do contrato modificatorio entre el GAMLP y TERSA S.A.

Fuente: Elaboración Propia

E.2.4.3 Disposiciones emanadas por la AACN

La verificación del cuplimiento de las disposiciones emanadas por la AACN a raíz del deslizamiento, se realizaron mediante inspecciones técnicas entre el periodo del 18/01/2019 al 22/08/2019, cuya verificación de su cumplimiento en la AA, se basó a la documentación proporcionada por el MMAYA, GAMLP y TERSA.

E.2.5 Conclusiones Generales

Como resultado de la evaluación técnica y legal, se concluye lo siguiente:

1. El evento acontecido el 15 de enero de 2019, excedió el límite del predio aprobado en el MA, afectando áreas indirectas en una superficie de 16.58 Ha que fueron empleadas para atender el suceso. Ese exceso no autorizado tampoco diseñado de acuerdo a la NB 760, área operativa y de amortiguamiento, incumple la Ley 1333 art 20, inc. a), por parte de GAMLP, TERSA S.A., GADLP y MMAYA.

2. El área del RSNJ tiene características desfavorables para la implementación de obras civiles. Bajo el condicionamiento de la NB 760.

3. Volumen y superficie desestabilizada por el deslizamiento de la masa de residuos sólidos registrado el 15 de enero de 2019, dio lugar a pérdida de infraestructura e impactos ambientales al agua, aire y suelo, incumplimiento al RPCA artículo 98 incisos a) y c) y NB 760, por parte de GAMLP, TERSA S.A., SDDMT.

4. Volumen de lixiviado derramado accidentalmente por el deslizamiento del RSNJ fue de 10.000 m³que llegó y excedió a la quebrada Alpacoma, causo un deterioro severo a la calidad del agua de la quebrada, que fue colmatada por residuos sólidos y con un caudal intempestivo de lixiviado, se considera una infracción administrativa de Impacto Ambiental por DS 28592 art 17 incisos b), d) y e), por parte de GAMLP, TERSA S.A., SDDMT.

5. La conformación de Macroceldas y celdas fueron diseñadas y aprobadas por la AOP con variaciones importantes al diseño aprobado en el MA para su construcción, incurriendo en infracción administrativa de impacto ambiental dispuesto por el DS 28592 articulo 17 incisos e) e i), por parte de GAMLP, TERSA S.A. y SDDMT.

6. En el Diagnóstico por resultados reportados por laboratorios acreditados para la calidad del aire, existe un grado de contaminación por PBV de Contaminado a Muy Contaminado existe un grado de contaminación hídrica de la quebrada Alpacoma, y existe contaminación de suelos por la elaboración de los "queques", se comete una contravención al RPCA, artículo 152 e incumplimiento al Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA), Título V – De las infracciones y sanciones administrativas, artículo 65, incisos a) y b).

7. El deslizamiento de los residuos sólidos contenidos en la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3, ha generado Impactos ambientales en la calidad del aire, aguas superficiales, suelo (sedimentos) generando contaminación al medio ambiente circundante, se comete una contravención al RPCA, artículo 152 e incumplimiento al Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica (RMCA), Título V – De las infracciones y sanciones administrativas, artículo 65, incisos a) y b).

8. No se documentan estudios geotécnicos a detalle y puntuales en las zonas de disposición final de residuos sólidos, ni en etapa de diseño ni de operación del RSNJ, lo cual es una inobservancia a la NB 760 acápite 5), por parte de GAMLP, TERSA S.A., y MMAYA.

9. Omisión en la identificación de deficiencias, plan de adecuación ambiental y programa de monitoreo para los factores Riesgos, Suelo y Subsuelo, incumpliendo el RPCA artículo 152, artículo 64 del RGGA inciso c) y se considera infracción de impacto ambiental según el art. 17°, parágrafo II, inciso i) del D.S. 28592. Cuya competencia lo asume la AACD, por parte de GAMLP, TERSA S.A., ACCN.

10. La Licencia Eventual tuvo siete (7) ampliaciones durante 5.5 años, y seis meses sin contar con una Licencia Ambiental, lo que imposibilitó detectar oportunamente impactos ambientales y no presentar IMAs en los periodos, contravenciones al RMCH artículo 74° e infracción administrativa de Impacto Ambiental por D.S. 28592, art. 17° parágrafo II, incisos a). Art. 4 DS

3549 VI – I - inciso (a), por parte de GADLP, GAMLP y a partir del segundo semestre, año 2006 TERSA S.A.

11. Durante el deslizamiento de los residuos sólidos del RNSJ, la población aledaña sintió su afectación, a su salud, debido a emanaciones de fuertes malos olores y la presencia de vectores (moscas, cucarachas) hasta una distancia de 1000 metros a la redonda D.S. 28592 en su art. 17° parágrafo II, inciso e) e i). Ley 755 – Art. 26, II por parte de GAMLP, TERSA S.A. y GADLP.

Verificación de cumplimiento de requerimientos administrativos y ambientales (Tabla B-1) y Disposiciones emanadas por la AACN.

12. De la verificación de cumplimiento de requerimientos administrativos y ambientales previstos en la normativa vigente aplicable a la actividad ambiental, se evidencia su incumplimiento conforme se presenta de manera sistemática en la Tabla B-1.

13. Las Disposiciones emanadas por la AACN a raíz del deslizamiento, se realizaron mediante inspecciones técnicas entre el periodo del 18/01/2019 al 22/08/2019, cuya verificación de su cumplimiento en la AA, se basó a la documentación proporcionada por el MMAYA, GAMLP y TERSA.

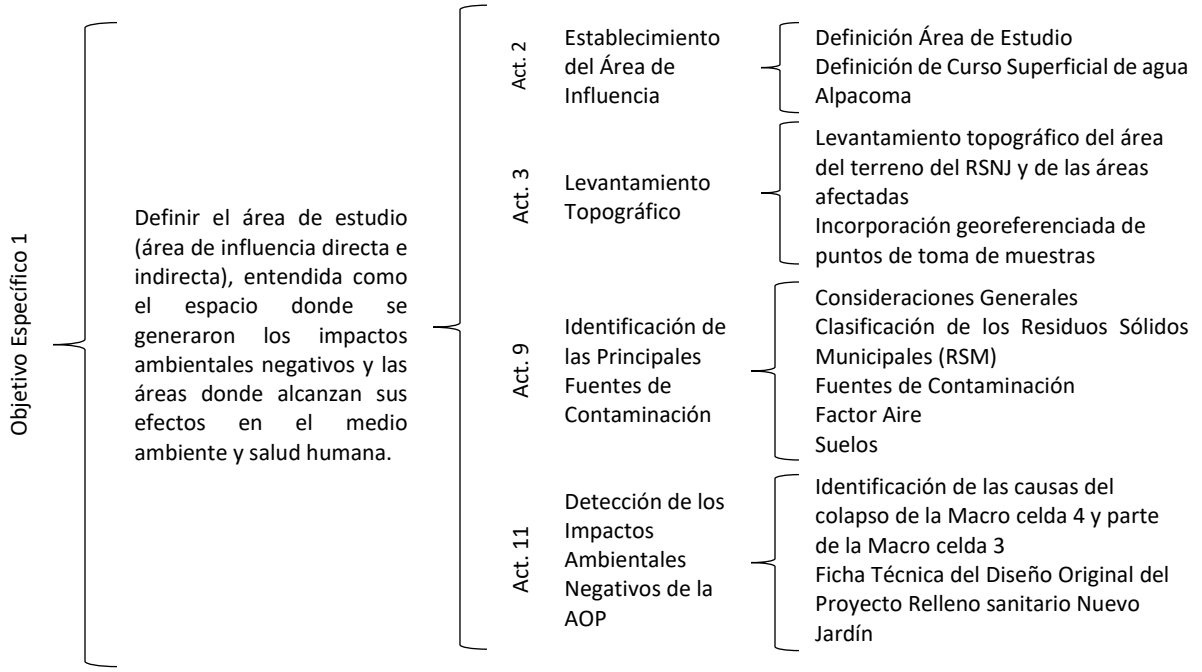
E.2.6 Recomendaciones

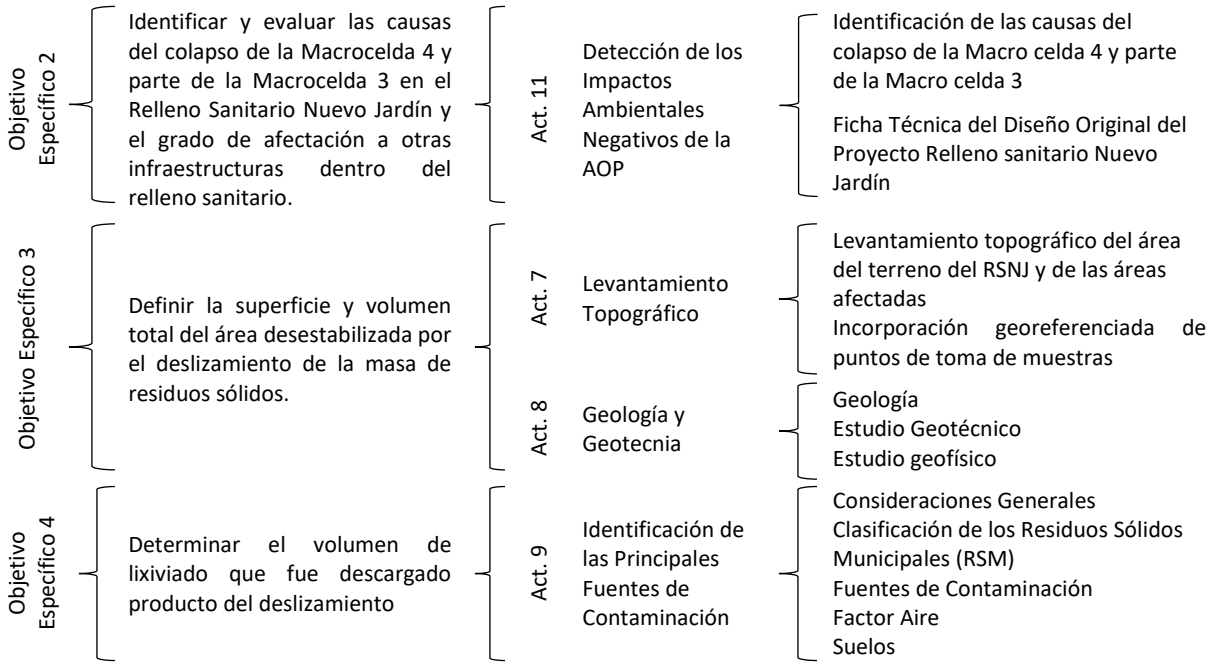
1. Hacer conocer los alcances del presente informe legal a la Autoridad Ambiental Competente a efecto de que se dé cumplimiento a lo previsto en la Ley de Medio Ambiente, su reglamentación y demás disposiciones conexas respecto a las conclusiones arribadas precedentemente y adoptar las acciones y procedimientos que correspondan.
2. Ajustar las medidas de mitigación y remediación planteadas por la AA con relación a los hallazgos identificados y los casos que correspondan, según lo informado en el reporte final de la auditoría ambiental, estableciendo plazos para su implementación, monitoreo y control.
3. En aplicación de los Artículos 97 y 98 de la Ley de Medio Ambiente, instruir al GAMLP de manera urgente el establecimiento e implementación de medidas de seguridad ambientales que sean necesarias con la finalidad de mitigar la contaminación producida con el objeto de causar impactos negativos sobre factores ambientales, de acuerdo a lo reportado precedentemente en el presente informe legal.

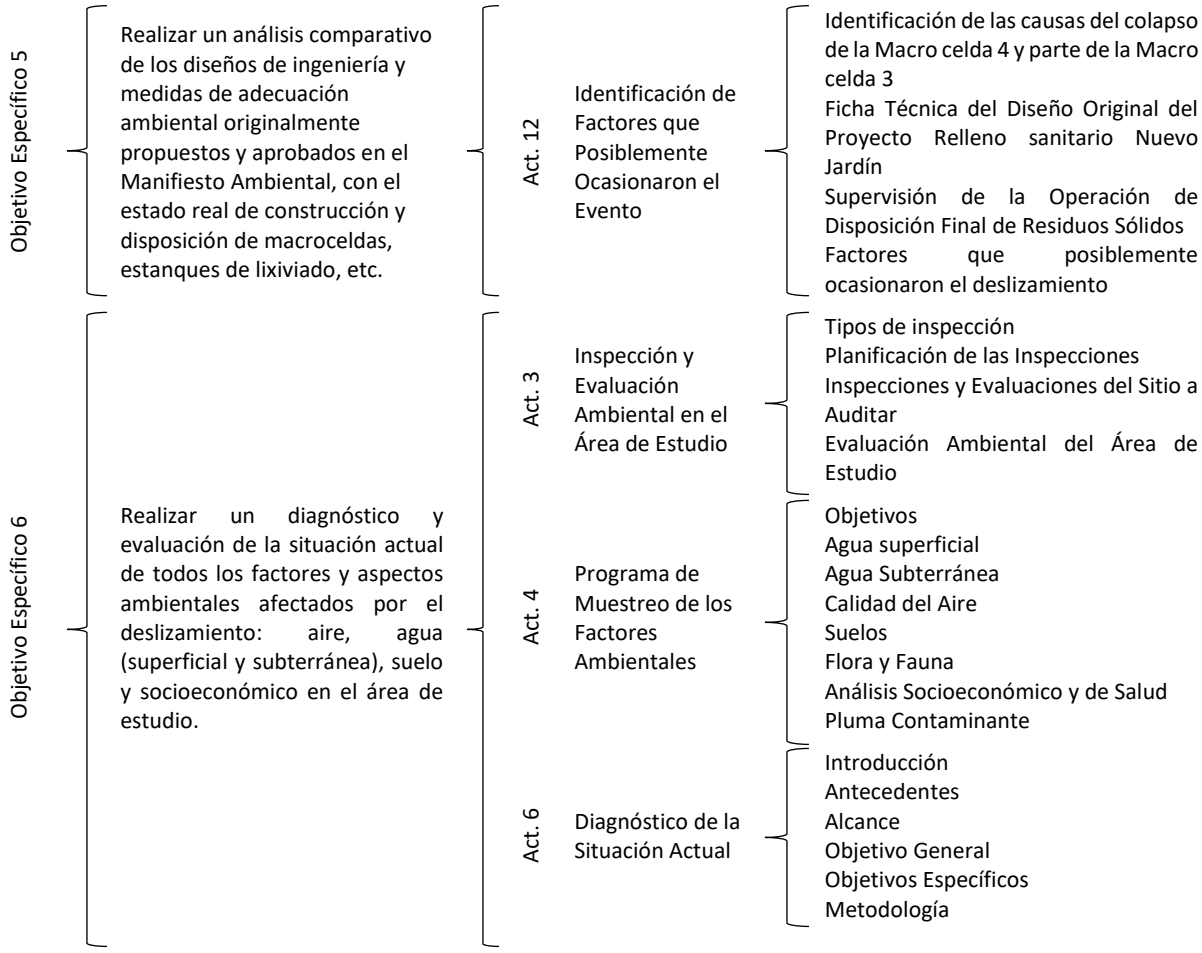
E.3 Dictamen de la Auditoria Ambiental

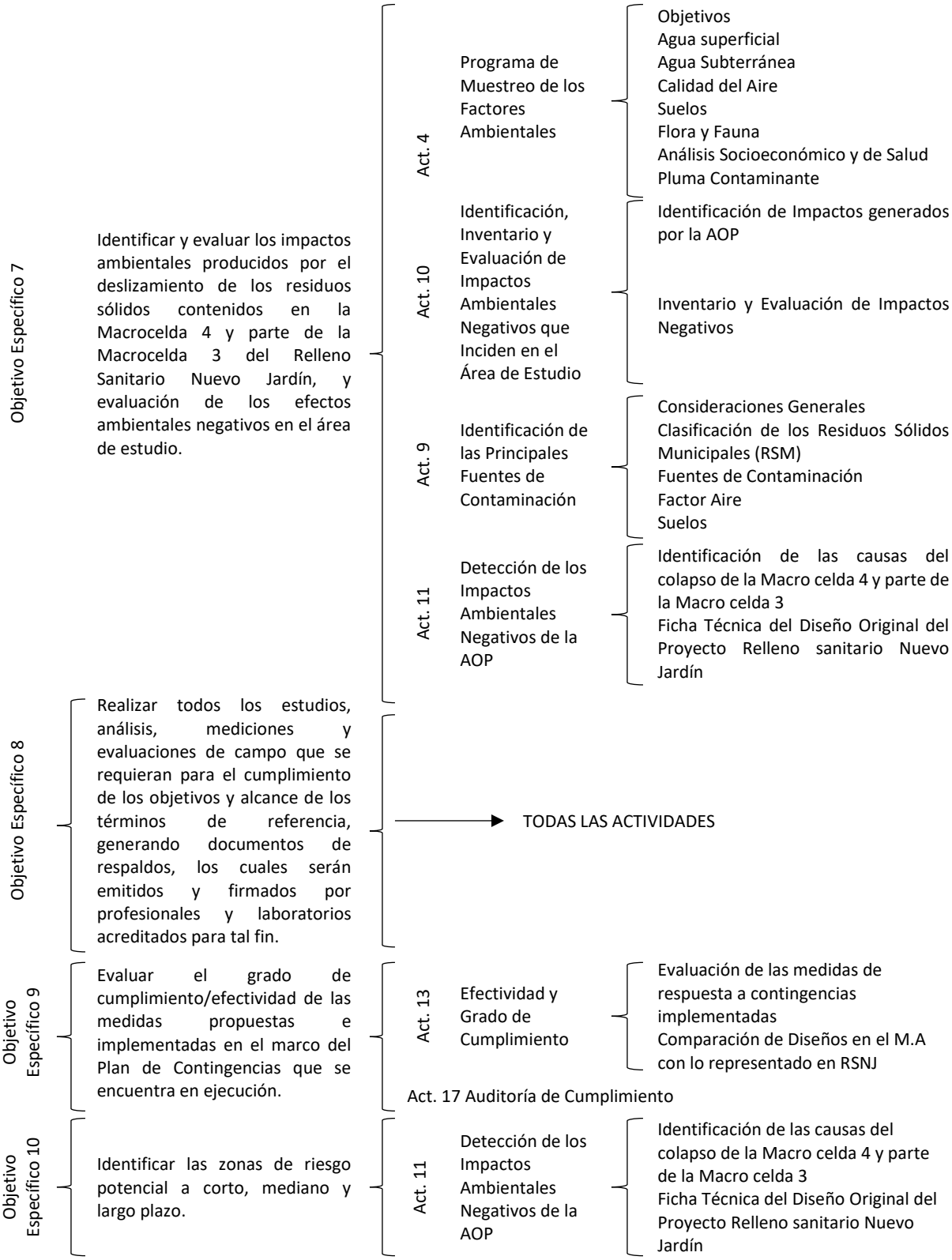
E.3.1 Elaboración de los estudios

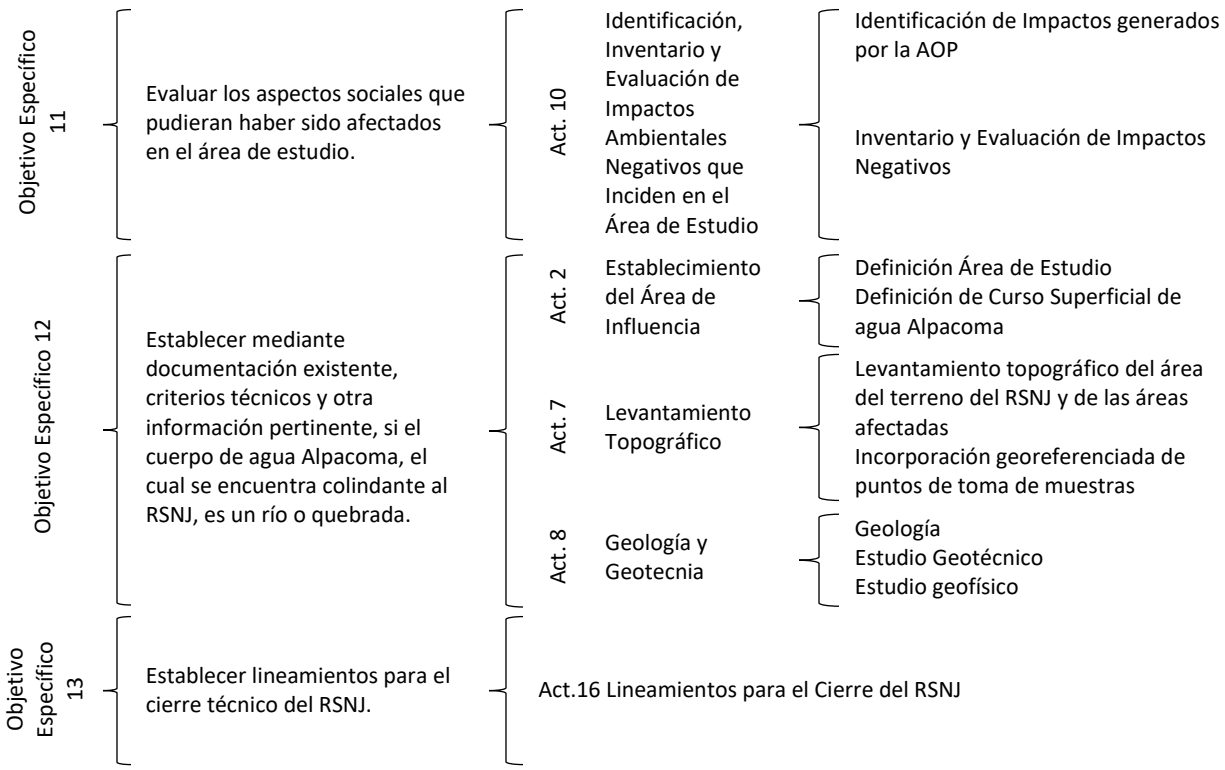
Se efectuaron todos los estudios requeridos, los esquemas que siguen señalan las actividades realizadas para el cumplimiento de cada uno de los Objetivos Específicos.


Objetivo Específico 1
Definir el área de estudio (área de influencia directa e indirecta), entendida como el espacio donde se generaron los impactos ambientales negativos y las áreas donde alcanzan sus efectos en el medio ambiente y salud humana.
Act. 2
Establecimiento del Área de Influencia
Definición Área de Estudio
Definición de Curso Superficial de agua Alpacoma
Act. 3
Levantamiento Topográfico
Levantamiento topográfico del área del terreno del RSNJ y de las áreas afectadas
Incorporación georeferenciada de puntos de toma de muestras
Act. 9
Identificación de las Principales Fuentes de Contaminación
Consideraciones Generales
Clasificación de los Residuos Sólidos Municipales (RSM)
Fuentes de Contaminación
Factor Aire
Suelos
Act. 11
Detección de los Impactos Ambientales Negativos de la AOP
Identificación de las causas del colapso de la Macro celda 4 y parte de la Macro celda 3
Ficha Técnica del Diseño Original del Proyecto Relleno sanitario Nuevo Jardín


Objetivo Específico 2
Identificar y evaluar las causas del colapso de la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín y el grado de afectación a otras infraestructuras dentro del relleno sanitario.
Act. 11
Detección de los Impactos Ambientales Negativos de la AOP
Identificación de las causas del colapso de la Macro celda 4 y parte de la Macro celda 3
Ficha Técnica del Diseño Original del Proyecto Relleno sanitario Nuevo Jardín
Objetivo Específico 3
Definir la superficie y volumen total del área desestabilizada por el deslizamiento de la masa de residuos sólidos.
Act. 7
Levantamiento Topográfico
Levantamiento topográfico del área del terreno del RSNJ y de las áreas afectadas
Incorporación georeferenciada de puntos de toma de muestras
Act. 8
Geología y Geotecnia
Geología
Estudio Geotécnico
Estudio geofísico
Objetivo Específico 4
Determinar el volumen de lixiviado que fue descargado producto del deslizamiento
Act. 9
Identificación de las Principales Fuentes de Contaminación
Consideraciones Generales
Clasificación de los Residuos Sólidos Municipales (RSM)
Fuentes de Contaminación
Factor Aire
Suelos


Objetivo Específico 5
Realizar un análisis comparativo de los diseños de ingeniería y medidas de adecuación ambiental originalmente propuestos y aprobados en el Manifiesto Ambiental, con el estado real de construcción y disposición de macroceldas, estanques de lixiviado, etc.
Act. 12
Identificación de Factores que Posiblemente Ocasionaron el Evento
Identificación de las causas del colapso de la Macro celda 4 y parte de la Macro celda 3
Ficha Técnica del Diseño Original del Proyecto Relleno sanitario Nuevo Jardín
Supervisión de la Operación de Disposición Final de Residuos Sólidos
Factores que posiblemente ocasionaron el deslizamiento
Objetivo Específico 6
Realizar un diagnóstico y evaluación de la situación actual de todos los factores y aspectos ambientales afectados por el deslizamiento: aire, agua (superficial y subterránea), suelo y socioeconómico en el área de estudio.
Act. 3
Inspección y Evaluación Ambiental en el Área de Estudio
Tipos de inspección
Planificación de las Inspecciones
Inspecciones y Evaluaciones del Sitio a Auditar
Evaluación Ambiental del Área de Estudio
Act. 4
Programa de Muestreo de los Factores Ambientales
Objetivos
Agua superficial
Agua Subterránea
Calidad del Aire
Suelos
Flora y Fauna
Análisis Socioeconómico y de Salud
Pluma Contaminante
Act. 6
Diagnóstico de la Situación Actual
Introducción
Antecedentes
Alcance
Objetivo General
Objetivos Específicos
Metodología


Objetivo Específico 7
Identificar y evaluar los impactos ambientales producidos por el deslizamiento de los residuos sólidos contenidos en la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3 del Relleno Sanitario Nuevo Jardín, y evaluación de los efectos ambientales negativos en el área de estudio.
Act. 4
Programa de Muestreo de los Factores Ambientales
Objetivos
Agua superficial
Agua Subterránea
Calidad del Aire
Suelos
Flora y Fauna
Análisis Socioeconómico y de Salud
Pluma Contaminante
Act. 10
Identificación, Inventario y Evaluación de Impactos Ambientales Negativos que Inciden en el Área de Estudio
Identificación de Impactos generados por la AOP
Inventario y Evaluación de Impactos Negativos
Act. 9
Identificación de las Principales Fuentes de Contaminación
Consideraciones Generales
Clasificación de los Residuos Sólidos Municipales (RSM)
Fuentes de Contaminación
Factor Aire
Suelos
Act. 11
Detección de los Impactos Ambientales Negativos de la AOP
Identificación de las causas del colapso de la Macro celda 4 y parte de la Macro celda 3
Ficha Técnica del Diseño Original del Proyecto Relleno sanitario Nuevo Jardín
Objetivo Específico 8
Realizar todos los estudios, análisis, mediciones y evaluaciones de campo que se requieran para el cumplimiento de los objetivos y alcance de los términos de referencia, generando documentos de respaldos, los cuales serán emitidos y firmados por profesionales y laboratorios acreditados para tal fin.
TODAS LAS ACTIVIDADES
Objetivo Específico 9
Evaluar el grado de cumplimiento/efectividad de las medidas propuestas e implementadas en el marco del Plan de Contingencias que se encuentra en ejecución.
Act. 13
Efectividad y Grado de Cumplimiento
Evaluación de las medidas de respuesta a contingencias implementadas
Comparación de Diseños en el M.A con lo representado en RSNJ
Act. 17 Auditoría de Cumplimiento
Objetivo Específico 10
Identificar las zonas de riesgo potencial a corto, mediano y largo plazo.
Act. 11
Detección de los Impactos Ambientales Negativos de la AOP
Identificación de las causas del colapso de la Macro celda 4 y parte de la Macro celda 3
Ficha Técnica del Diseño Original del Proyecto Relleno sanitario Nuevo Jardín



E.3.2 Conclusiones Generales

1. El sitio del emplazamiento del RSNJ en la Comunidad de Alpacoma está caracterizado por problemas de índole geológico con suelos inestables en un 70% en esta comunidad. Contradictoriamente, en el mismo párrafo (punto 2.32.1 Descripción del Sitio de Emplazamiento, Anexo 2 del MA) se concluye que el área del emplazamiento se encuentra en un sector estable, según informes (no conocidos) de autoridades del GAMLP. En la zona, existieron deslizamientos antiguos de gran magnitud y se debieron a su origen de condiciones hidrogeológicas diferentes a las actuales. Los deslizamientos recientes o remociones en masa son producidos por la acción de los ríos y quebradas al pie de los taludes.
2. El área del RSNJ tiene características desfavorables para la implementación de obras civiles. El sector está caracterizado por materiales no consolidados que dan lugar a la presencia de geoformas asociadas a fenómenos de erosión hídrica severa.
3. El Gobierno Autónomo Municipal de La Paz y la Empresa operadora Tersa S.A., no contaron ni cuentan hasta la fecha con un Proyecto a Diseño Final, excepto el diseño que se presentó en el Manifiesto Ambiental (MA) aprobado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA).
4. Al inicio de las operaciones, la empresa TERSA presenta un proyecto de la Celda 3 y SIREMU lo aprueba, no era parte de la propuesta técnica del proceso de Licitación – Adjudicación.
5. La Celda Nº 3 de la Macrocelda Nº 1, no fue construida con nivel de desplante al nivel de la Formación La Paz.

6. El plano de falla del bloque desplazado fue producido por los trabajos de acarreo de residuos estables de las celdas de emergencia N° 1 y N° 2, desde la cota 3.585 msnm al nivel 3.560 msnm; en forma de talud.
7. El RSNJ carecía de obras hidráulicas de control de escorrentía superficial hacia las Celdas y Macroceldas de residuos sólidos, comprobado al inicio de las Actividades en el Sitio a Auditar. Durante el periodo de 05/11/2019 al 28/03/2020 se construyeron y adecuaron dichas obras hidráulicas para su funcionamiento en la época de lluvia (Diciembre/2019 a abril/2020) y sucesivamente.
8. El sistema de drenaje de lixiviados en el RSNJ era deficiente hasta el inicio de las Actividades en el Sitio a Auditar. Posteriormente, dicho sistema fue rediseñado y adecuado.
9. El trámite de Licencia Ambiental fue iniciado ante el Gobierno Autónomo Departamental de La Paz, bajo el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Posteriormente, fue cambiada la modalidad, justiivando una "emergencia sanitaria" y se obtuvo una Licencia Eventual, aplicando el RGRS, art 86°; vigente en ese momento (2004).
10. La Licencia Eventual fue ampliada por siete (7) oportunidades consecutivas durante seis (6) años (De octubre/2004 a abril/2010), bajo la situación de emergencia, obtenida inicialmente para la operación de la Celda de Emergencia (Macrocelda 4) por un tiempo no mayor a los 10 meses. Posteriormente, la AAD concede prórrogas y ampliaciones de la Licencia Eventual autorizando la operación de las Macroceldas 1 y 2.
11. El Manifiesto Ambiental aprobado no considera la evaluación de los Anexos A, B y C para los dos factores ambientales como Riesgos, Suelos y Subsuelos. Tampoco considera la aplicación de medidas de adecuación para los dos factores o su seguimiento ambiental
12. La identificación y evaluación de impactos para el factor aire define que se encuentra con límites permisibles en exceso para las concentraciones referenciales de Partículas Biológicas Viables y Olores, en tanto, las partículas suspendidas cumplen los estándares nacionales, así como los niveles de ruido.
13. Para el tratamiento del lixiviado, se propone la implementación de una Planta de Tratamiento de Lixiviado (PTL) en un tiempo de 12 meses. Este compromiso es cumplido después de 24 meses. Cuando el relleno sanitario Nuevo Jardín ya contaba con ocho (8) años de vida útil (de 2004 a 2012) y el tratamiento durante este tiempo estuvo dedicado completamente a la elaboración de queques con alto impacto sobre el factor suelo, generando un segundo impacto a la calidad del aire.

El funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Lixiviado no cuenta con información analítica sobre la eficiencia del sistema de tratamiento del lixiviado anaeróbico, aeróbico y fisicoquímico que podría garantizar la disposición de ese lixiviado en el suelo del RSNJ por medio del regado de vía internas y lugares de vegetación.

E.3.3 Conclusiones Particulares

E.3.3.1 Causas del colapso

- La falta de control de ingeniería
- La falta de planificación y diseño para las Celdas y Macroceldas
- Falta de comprensión del concepto de relleno sanitario y de los principios operativos.
- La falta de apreciación de los efectos de elevación de la superficie freática de lixiviados al interior de las celdas y del ángulo de inclinación en la estabilidad de pendientes también fue evidente.

- Las condiciones freáticas se vieron exacerbadas por las condiciones de la época de lluvias.
- El peligro de una masa de desechos encaramados en talud sin pie de apoyo, aumentando en altura y sujeto a la presión interna de la filtración no se percibió.

E.3.3.2 Hidrogeología

- Se ha establecido el desplazamiento de la pluma de contaminación en el sentido de la dirección preferencial del sistema de flujo agua subterráneo.
- Con la escasa información existente no se pudo establecer si la pluma se encuentra en el estado Anaerobio, de Transición y Oxido Reducción.
- El pozo de monitoreo ha interceptado altas concentraciones de lixiviado, recomendando implementar mayor número de puntos de control aguas arriba como aguas abajo.
- La gradiente vertical puede alcanzar la superficie, por las condiciones hidrogeológicas dadas en la zona.
- La modelación matemática, evidencia una zona preferencial de aguas subterránea (rango de color Rojo a Verde), ubicada en la parte inferior, de las celdas en zona Sur Oeste, específicamente a izquierda de la Doral Sur. Esta zona debe ser estudiada a más detalle recomendando una tomografía 3D, acompañada de un piezómetro multinivel.

E.3.3.3 Geología

El área de estudio en general no presenta las mejores condiciones geológicas geotécnicas para obras de un relleno sanitario por el resumen de los siguientes criterios:

- ✓ El agente más importante que causa los efectos morfológicos e inestabilidad de los suelos es el agua pluvial por la intensa erosión superficial y la acción del agua meteórica.
- ✓ La erosión superficial es intensa como resultado del escurrimiento del agua pluvial en época de lluvias.
- ✓ El agua meteórica por acción erosiva en la zona vadosa ocasiona sifonamiento.
- ✓ La saturación de los suelos por efecto del agua vadosa en época de lluvias podría incrementar la inestabilidad en los taludes y en la misma masa del suelo ocasionando escurrimiento por fluidez.
- ✓ Las aguas superficiales que se insumen por grietas y fracturas en los materiales deslizados, posiblemente escurren sus aguas por los planos de contacto entre suelos deslizados antiguos o nuevos con mayor o menor grado de compactación y la Formación La Paz, constituyendo potenciales planos de deslizamiento.
- ✓ La profundidad del Nivel Freático según estudios geofísicos realizados se encontraría a una profundidad de más de 100 m. y no presenta posibilidad de contaminación de lixiviados
- ✓ Los suelos son sueltos, muy permeables y de poca cohesión como producto de los movimientos en masa y coadyuvan el modelado y formas del terreno superficial. A mayor profundidad los sedimentos de la Formación La Paz, parecen más compactos e impermeables.
- ✓ Los derrumbes, asentamientos y deslizamientos están relacionados con la socavación de las laderas de ríos y quebradas.
- ✓ La ladera Este de la quebrada Alpacoma constituye la zona de mayor riesgo
- ✓ Recientemente se produjo un deslizamiento importante en la ladera este de la quebrada Alpacoma que afectó al camino y otras obras.

Los riesgos geológicos actuales corresponden a: caída de bloques de las partes altas de los taludes, activación o reactivación de deslizamientos (por mal diseño de taludes o falencias en la implementación

de los diseños), fenómenos de remoción en masa de materiales sueltos producto de trabajos con maquinaria a lo largo de la quebrada Alpacoma.

E.3.3.4 Geotecnia y Geofísica

- ✓ El análisis de las estaciones geomecánicas muestran que el macizo rocoso se comporta diferente con cada cambio en la litología
- ✓ El análisis e interpretación de los datos de campo del macizo rocoso otorga a este un índice de calidad (RMR) de Clasificación III, con valoraciones entre 41-46 correspondientes a una roca de buena calidad.
- ✓ Se efectuaron excavaciones de ocho pozos exploratorios, siete de estos alcanzaron profundidades de tres metros y uno de cuatro metros y medio.
- ✓ Según los resultados en laboratorio las muestras corresponden en su totalidad a suelos tipo CL y SC.
- ✓ Los ensayos SPT ejecutados in situ reportan suelos que corresponden a suelos arcillosos normalmente consolidados con consistencias blanda - rígida y a suelos arcillosos sobreconsolidados con consistencia muy rígida, con N variados, de 3 a 25 golpes.
- ✓ Se realizó ensayos de permeabilidad in situ en dos pozos, obteniéndose resultados de coeficiente de permeabilidad (K) en el orden de 10^{-2} y 10^{-3}.
- ✓ Se efectuaron dos análisis de cohesión (C) en dos muestras de dos pozos de exploración, los valores corresponden a arcilla semirígida.
- ✓ Los valores de ángulo de fricción (ϕ) obtenidos en dos muestran son de 27,5 y 32 grados.
- ✓ Se realizó un estudio geofísico por el método de tomografía electroresistiva, se obtuvieron ocho perfiles, en los cuales, por valores bajos de resistividad se puede apreciar extensas zonas saturadas y con presencia de líquidos.
- ✓ En función a la interpretación de los perfiles geofísicos y reconocimiento de campo se programó la perforación de un pozo con el objetivo de alcanzar un nivel saturado y con presencia de líquido.
- ✓ El pozo denominado PP-4 alcanzó la profundidad de 35 metros, cortando a los 23,0 – 25,5 metros el nivel saturado y con líquidos objetivo de la perforación.

E.3.3.5 Ambientales

- ✓ La calidad del aire en el RSNJ no se encuentra impactada por partículas suspendidas totales y menores a 10 micrones (PST y PM10).
- ✓ Existe impacto por la concentración de Partículas Biológicas Viables (PBV) en un grado de Contaminado a Muy Contaminado.
- ✓ Los olores o concentración de SH_2 representa una molestia olfativa hasta el perimetro del relleno.
- ✓ La calidad de aguas superficiales (datos oficiales presentados en los informes de monitoreo semestrales al MMAyA de la quebrada Alpacoma, puntos RA-50 y RA-100) fueron calificadas como aguas residuales con estándares de calidad en franco deterioro
- ✓ La calidad de aguas subterráneas (muestras de tres (3) pozos con una profundidad de 4 metros. Datos oficiales promedio de 17 informes de monitoreo semestrales presentados al MMAyA de 2010 a 2018), sin Línea Base Ambiental (LBA), tienen excesos a límites permisibles referenciales para los parámetros de sólidos suspendidos totales (SST), DBO_5, DQO, amonio (NH_4), hierro (Fe) y principalmente coliformes con un valor de 11.000 como valor relativo e indicador ambiental, es decir, exceso al límite referencial en 11.000 veces.

- ✓ Los resultados de monitoreo de la calidad de aguas superficiales de la quebrada Alpacoma llevados a cabo por los auditores, demuestran un deterioro incremental a su grado de contaminación. La proporción de impacto alcanza hasta tres veces entre los dos puntos extremos, lo que implica la existencia de una fuente contaminante externa, coincidente con la parte sureste del RSNJ.
- ✓ La pérdida de cobertura vegetal, compactación del suelo y remoción de tierra, en fauna, pudo determinar que algunas especies silvestres, como en el caso de los micromamíferos, hayan perdido su hábitat natural. Así también, se tiene que considerar que la remoción de cobertura vegetal y las actividades diarias dentro el RSNJ han podido determinar, para algunas especies, la generación de hábitats y condiciones propicias, para la presencia de nuevas especies silvestres y exóticas invasoras.

E.3.3.6 Salud

- ✓ Se evidenció que los niños que viven en las comunidades cercanas al RSNJ no presentan alteraciones en el seguimiento de sus índices de peso y talla.
- ✓ Se muestra una variabilidad alta de factores de riesgo que hacen a la población residente cerca al relleno sanitario de Alpacoma sea más o menos vulnerable.
- ✓ La población aledaña a la zona de influencia del relleno sanitario de Alpacoma y los trabajadores perciben que éste afectaría a su salud y el medio ambiente.
- ✓ Analizando el perfil epidemiológico gran parte de la población presenta o presentó síntomas de tipo irritativo de vía área, digestiva y oftalmológica que podrían estar relacionadas a la cercanía del relleno sanitario, así como al tránsito de las movilidades que generan gran cantidad de polvo, aunque también podrían estar atribuidos a la exposición a las ladrilleras de la zona.
- ✓ El estudio de casos controles que evaluó el impacto del RSNJ en la salud de los grupos poblacionales vulnerables que viven en su área de influencia directa e indirecta determinó que no existe riesgo estadísticamente significativo, dicha conclusión puede estar solapada por la presencia de las ladrilleras.

E.3.3.7 Estabilidad de Taludes

Se efectuaron los trabajos referidos a la estabilidad de taludes. Del mismo modo, se presenta también una metodología que permite evaluar la estabilidad mecánica en el Relleno Sanitario Nuevo Jardín.

- ➢ De las muestras de suelo extraídas se concluye que los suelos sobre los que se funda el relleno sanitario son de granulometría fina, típicamente arcillas y limos de baja plasticidad.
- ➢ En las calicatas se realizaron ensayos de humedad a diferentes profundidades encontrándose que el contenido de humedad decrece con la profundidad, lo que es de esperarse debido a que los primeros metros se encuentran en el frente de saturación debido a las variaciones climáticas y el nivel freático está profundo (no fue detectado en ninguna de las calicatas).
- ➢ Se utilizó el programa SLIDE V.6.0 que obtiene el factor de seguridad mediante la técnica del equilibrio límite empleando la teoría de Bishop y Fellenius que satisface el equilibrio de fuerzas y momentos.
- ➢ Para el análisis no se consideró nivel freático y sí la hipótesis de que la relación de presión de poros alcanza valores máximos de 0,4 (hipótesis que involucra la existencia de mecanismos de drenaje de lixiviados y venteo de gases y el efecto de la recirculación) y que la fuerza debida a sismo corresponde a la zona 2 de amenaza sísmica con intensidad de sobrecarga horizontal de 10%g.

- Para el análisis de los taludes para las 4 secciones, más desfavorables se tomaron en consideración como mínimo requerido los factores de seguridad 1.50 para la condición estática y 1.10 para la condición pseudo-estática, esto arrojó como resultado:
  - En condiciones estáticas cumple con el factor de seguridad mínimo de acuerdo a la geometría de la topografía actual.
  - En condiciones Pseudo-estáticas la geometría de la topografía actual no cumple con el factor seguridad mínimo, por lo tanto, con la modificación de la geometría del talud, ancho de berma y altura de talud, a los diferentes niveles del relleno sanitario, se incrementa hasta obtener el factor de seguridad mínimo de los taludes en condiciones Pseudo-estáticas.

E.3.4 Recomendaciones

E.3.4.1 Recomendaciones Técnicas Para la Implementación de Medidas

(De Mitigación y Alternativas de Remediación)

- ✓ El RSNJ resulta una segunda experiencia de disposición de residuos sólidos domésticos y asimilables en la ciudad de La Paz, la transferencia de conocimientos, manejo administrativo, técnico, científico, ambiental, seguridad industrial y mantenimiento debió aplicarse en esta segunda experiencia.
- ✓ El cumplimiento irrestricto de la normativa ambiental en el alcance comprometido en los documentos ambientales.
- ✓ Definición clara y precisa de la política de la disposición de la gestión del manejo de los residuos sólidos domésticos, a través de programas de comunicación a la población en general, en particular a la población circundante.
- ✓ Considerar las medidas de adecuación adicionales propuestas en la presente auditoría dentro del Plan de Cierre de la AOP.
- ✓ El manejo del líquido lixiviado representa un elemento altamente contaminante para el medio ambiente, su tratamiento en una Planta de Tratamiento de Lixiviado (PTL) debe garantizar su eficiencia hasta los niveles de calidad propuestos en el Manifiesto Ambiental.
- ✓ Complementariamente, la capacidad de la Planta de Tratamiento de Lixiviado debe estar sustentada en un Balance Hídrico actual a su generación, considerando que el tratamiento del lixiviado en la elaboración de queques sea una opción alternativa y no represente el mayor volumen de tratamiento, debido a que genera impactos asociados a la calidad del aire (olor) y requiere la explotación de suelo original, así como disposición impermeabilizada, incrementado los costos operativos.
- ✓ Las medidas de mitigación y de control técnicas del RSNJ deben considerar la ejecución de estudios preliminares como la topografía; geología local, geomorfología, geotecnia; hidrología; hidrogeología y aguas subterráneas; balance hídrico; análisis de la calidad del lixiviado después de su tratamiento en la PTL; resultados analíticos de los queques para contenido de metales pesados; análisis de biogás; establibilidad de taludes artificiales de suelo natural y estabilidad de taludes de celdas y Macroceldas.
- ✓ Una vez logrados los resultados de cada uno de los estudios se iniiciaran Proyectos a Diseño Final Planta de Tratamiento Biológico y Físico Químico de Lixiviados; Sistema de Drenaje Superficial

- ✓ Control de Riesgos; Reubicación y Adecuación de los Residuos Deslizados; Morfología Superficial y Cobertura Final de Celdas y Macroceldas; Parquización del Nivel Superior de Celdas y Macroceldas; Mejoramiento de Vías; Tratamiento y Disposición Final de Queques; Zona de Amortiguamiento con Especies Arbustivas; Sistema de Extracción y Evacuación de Lixiviados; Sistema de Extracción y Evacuación de Biogás.
- ✓ Su operativización de cada uno de los diseños comprenden al funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Lixiviados; muros vertederos y obras hidráulicas; de contención; construcción de Celdas para la Disposición Final de los Residuos Deslizados; Conformación y Cobertura Final de Celdas y Macroceldas; parquización del nivel superior de Celdas y Macroceldas; conformación de capa de rodado y cunetas de vías; conformación de banco de queques; implementación de la zona de amortiguamiento con especies arbustivas; implementación del sistema de extracción y evacuación de lixviados; de biogás; construcción de pozos de monitoreo para aguas subterráneas e implementación de un plan de monitoreo de los factores ambientales.
- ✓ Se consideran adecuados los taludes 2H: 1V para los suelos SC (Arena Arcillosa) con un alto máximo de 5.0 m y 2. 5H:1V para el material de residuos sólidos con un alto máximo de 4.0 m.
- ✓ En el sector donde se generó el derrame de la macrocelda 4, no se ha realizado la comprobación ya que no se encontró información para establecer la geometría de conformación de la misma. Se recomienda efectuar dicha comprobación.
- ✓ Para el análisis se consideró un valor de la presión de poros (Ru) de 0.4, con recuperación de testigos para ser analizados en laboratorio que permitan determinar su valor exacto. De cualquier manera, dadas las condiciones de pluviosidad (pluviosidad baja) y la red de filtros y chimeneas colocada se espera que ese valor sea bajo. Se recomienda la instalación de piezómetros que permitirán evaluar el efecto de la recirculación de lixiviados en la presión de poros de la masa de residuos sólidos.
- ✓ Se debe evaluar permanentemente la geometría y movimiento de los taludes del relleno sanitario, con el propósito de evaluar el cumplimiento de dicha geometría con el diseño original o reformulado. Para ello es necesario contar con una zona segura en el relleno sanitario para la ubicación de los puntos de control de asentamientos, para que así no sufra alteraciones producto del paso de la maquinaria y que pudiese perjudicar la posición de estos.
- ✓ El espesor del material de cobertura, debe ser colocado acorde a la norma bajo los criterios establecidos, procurando utilizar materiales de permeabilidad alta. En el caso que sea necesario aplicar una cobertura de espesor mayor, en áreas de abandono temporal, se deberá recuperar el espesor de diseño de cobertura diaria no mayor a 30 cm antes de construir una celda adyacente o superior.
- ✓ Se debe contar con medidas de monitoreo y control periódico, entre las que se destacan: sistemas de medidas de deformaciones tales como redes de inclinómetros y/o seguimiento de los datos aportados por redes topográficas; seguimiento en los piezómetros instalados y análisis de los sistemas de control entre los lixiviados producidos y recolectados, que permitan determinar la acumulación de líquido en el relleno; implementación de elementos de medida de presión de gases dentro del relleno, considerando como fuentes las chimeneas de ventilación pasiva; sistema de extracción forzada; superficies de cobertura; tuberías basales colectoras de lixiviado; y superficies de acumulación de lixiviados. La obtención de una base de datos con suficiente información permitiría modelar, predecir y optimizar la producción de biogás.
- ✓ Implementar una Red de drenaje pluvial coronario

E.3.5 Resultados de la Auditoría

- ✓ Evidencia irrefutable sobre el evento ocurrido en el RSNJ, el colapso de la Macrocelda 4 y parte de la Macrocelda 3, la primera, conocida y operada como Celda de Emergencia, donde se inició la disposición final de residuos sólidos domésticos del Municipio de La Paz en el año 2004.
- ✓ Una obra de ingeniería no podría ser diseñada o evaluada de manera parcial, mejor aún, cuando su estabilidad representa la fortaleza principal de la AOP, estructurada por cálculos ingenieriles a cada una de sus partes (celdas o macroceldas). Esta integralidad debe ser gestionada con un cumplimiento ineludible a la totalidad de sus partes. Cuando en el tiempo este conjunto sistémico varía, podrá ser subsanado con modificaciones ingenieriles adecuadas. Sin embargo, el no hacerlo al amparo de cálculos ingenieriles sustentados al cumplimiento de normativas técnica y ambientales, generan situaciones de riesgos potenciales que se expresan como eventos de efectos imprevisibles.
- ✓ Para la ocurrencia del evento tuvieron que concurrir varios factores de diversa índole, entre éstos: planificación general de manejo técnico ambiental sostenible (2004-2019), control adecuado de la metodología de trabajo; nivel de desplante (compactado) en la Formación de La Paz, debida impermeabilización y conformación de celdas con compactación y cobertura, geometría de los taludes, banquinas cada 5 metros, nivel de colecta de lixiviado basal, evacuación reducida del lixiviado del seno de la Macrocelda 4; canal perimetral casi inexistente, acorde a un diseño de ingeniería para evacuar de manera eficiente las aguas pluviales y reducida capacidad de tratamiento del Lixiviado en la PTL. Uno factor sinérgico que incidió en la ocurrencia del evento fue el climático debido a precipitaciones pluviales.

E.3.5.1 Riesgos potenciales generados por el deslizamiento

- ➢ Geología
  - – Reactivaciones de nuevos deslizamientos en los materiales antrópicos (sueltos y expuestos), pocas o medianamente consolidadas que conformaron el sector. Esta reactivación puede causarse por la ejecución de taludes mal diseñados, conformados o por cortes a los pies de talud.
  - – Caída de bloques de las partes altas de los taludes naturales altos verticales o semiverticales
  - – Remoción en masa de los materiales sueltos producidos por los trabajos con maquinaria en el lecho de la quebrada Alpacoma, como parte del Plan de Contingencias Específico para el deslizamiento del RSNJ.
  - – Caída de bloques o deslizamientos por afectaciones a los taludes naturales producto del trabajo con maquinaria en el lecho de la quebrada Alpacoma, como parte del Plan de Contingencias Específico para el deslizamiento del RSNJ.
- ➢ Hidrogeología
  - – Riesgo potencial la humedad subsuperficial que tiene el RSNJS, ese flujo subsuperficial desde la parte norte del relleno fue detectado por análisis químico de agua subterránea en un pozo de 25 metros en una banquina en el nivel de la PTL.
- ➢ Salud
  - – Los riesgos reales que se podrían ocasionar a la Salud por el emplazamiento del RSNJ y por el deslizamiento ocurrido, se deben analizar de forma separada, porque las dos situaciones de riesgo intrínseco son completamente diferentes.

- Durante el deslizamiento, la emanación de olores ocasionó riesgos por enfermedades, afecto la salud de la población aledaña por diarreas, conjuntivitis, además de malestares como náuseas y la abundancia inusitada de moscas y cucarachas.
- Actualmente, el riesgo potencial a la salud de la población aledaña fue mitigado inicialmente por la aplicación del Plan de Contingencias Específico y posteriormente por el Plan de Cierre y Post Cierre. Hoy resulta complicado afirmar con certeza que el deterioro de calidad del aire por malos olores que afecta a la población se debe por el RSNJ, dado que existe un segundo relleno sanitario colindante que se encuentra en plena fase operativa.

➢ Medio Ambiente
- El Riesgo asociado al deslizamiento de residuos sólidos para el medio ambiente fue directo, temporal, localizado, próximo, reversible, tuvo una magnitud de impacto alto que exigió de medidas correctivas para recuperar un estado anterior o para la adaptarse a las nuevas condiciones ambientales.
- Para esta nueva adaptación se implementó un Plan de Contingencias Específico, posteriormente se inició el Plan de Cierre y Post Cierre que minimizó los impactos ambientales negativos al presente.

➢ Aspectos Técnicos
- No descuidar que existe una masa importante de residuos sólidos que se encuentran apisonados y recubiertos con una capa de tierra.
- La conformación de taludes y banquinas debe estar sujeto a monitoreo permanente de asentamiento y movimientos horizontales para detectar alerta temprana de un deslizamiento.
- Los sistemas de evacuación de lixiviado implementado por el GAMLP, consistente en la instalación de tuberías de drenaje y pozos de bombeo, producirá movimiento interno por la diferencia de presión al ser evacuado el volumen de lixiviado.

➢ Incumplimientos

Tabla C-3 Verificación de cumplimiento de requerimientos administrativos y ambientales, página 418 enseña un resumen del comportamiento del concesionario respecto de los cumplimientos.

E.3.6 Resultados

Cada uno de los resultados para cada uno de los Objetivos Específicos tiene como componentes los siguientes:

➢ Criterios: Los hechos que motivan los análisis de los mismos y el conocimiento de lo sucedido.
➢ Hallazgo: La irregularidad encontrada en la construcción, operación, etc.
➢ Condición del Hallazgo: Motivos principales para que suceda el hallazgo.
➢ Efectos: Consecuencias del suceso
➢ Causas: Aspectos de proyecto o de norma no tomados en cuenta, causantes del suceso
➢ Recomendación: Sugerencias amparadas en normas y criterios técnicos sobre acciones a tomar
➢ Conclusión para cada Objetivo Específico: Resumen de los hechos a moso ce conslusión.

Cada uno de estos componentes están desarrollados de acuerdo a cada caso, validado por los trabajos de la AA, como por ejemplo los hallazgos, los incumplimientos, etc.

Finalmente, los Resultados reflejan el cumplimiento de metas de los Objetivos Específicos.