



Proyecto de Desarrollo de Sistemas de Gestión de Residuos Sólidos en Zonas Prioritarias

CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS, EXPEDIENTES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PLANES Y SUPERVISIÓN DE OBRAS DE LOS SERVICIOS DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES.

INFORME N° 04 –

Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del Relleno Sanitario para las ciudades de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera, Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos y Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables para la ciudad de Andahuaylas, Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac.

Municipalidad de Andahuaylas

VERSIÓN 01

CONSORCIO

FICHTNER



LIMA, OCTUBRE DE 2015

REVISIONES

VERSIÓN	FECHA	MODIFICACIÓN	REALIZADO	REVISADO	VERIFICADO	APROBADO
1	20/10/2015	Primera edición	Ana Luz Ramírez Karina Fachín Paul Neyra	Paul Neyra	Marta Díaz	Marta Díaz

CONTENIDO

1	Resumen ejecutivo	1
1.1	Antecedentes:.....	1
1.2	Nombre del Proyecto:	1
1.3	Localización geográfica y política	1
1.4	Envergadura del proyecto.....	1
1.4.1	Área de influencia directa.....	2
1.4.2	Área de influencia indirecta.....	2
1.4.3	Monto estimado de inversión:	2
1.5	Cantidad y características de los residuos sólidos municipales	2
1.6	Tipo de infraestructura.....	3
1.6.1	Relleno sanitario	4
1.6.2	Planta de separación de residuos inorgánicos reciclables y planta de tratamiento de residuos orgánicos	5
1.7	Distribución del área general del proyecto	5
1.8	Etapas de implementación del relleno sanitario	6
1.9	Línea Base	9
1.9.1	Selección de área	10
1.9.2	Suelo	10
1.9.3	Hidrología e hidrogeología	11
1.9.4	Precipitación	12
1.9.5	Temperatura	12
1.9.6	Humedad relativa.....	12
1.9.7	Evaporación.....	12
1.9.8	Clima	12
1.9.9	Zonas de vida	13
1.9.10	Calidad ambiental	13
1.9.11	Análisis de riesgos	13
1.9.12	Medio biológico.....	14
1.9.13	Áreas Naturales Protegidas	15
1.9.14	Medio social, económico, cultural y antropológico.....	16
1.10	Plan de participación ciudadana	18
1.11	Identificación y evaluación de impactos ambientales para la infraestructura de relleno sanitario.....	19
1.12	Identificación y evaluación de impactos ambientales para la planta de tratamiento.....	20
1.13	Plan de Manejo Ambiental.....	20
1.13.1	Medidas generales del programa.....	21
1.13.2	Plan de Vigilancia Ambiental.....	21
1.13.3	Plan de Monitoreo Ambiental	21
1.13.4	Plan de compensación.....	22
1.13.5	Plan de contingencia.....	23
1.13.6	Emergencias naturales	23

2	Descripción del proyecto	29
2.1	Antecedentes.....	29
2.2	Nombre del proyecto	30
2.3	Objetivo y justificación del proyecto	30
2.3.1	Objetivos del Proyecto	31
2.3.2	Justificación	31
2.4	Localización geográfica y política	32
2.4.1	Vías de Acceso.....	33
2.4.2	Colindancia	34
2.4.3	Propietario	34
2.4.4	Área y Perímetro.....	35
2.4.5	Coordenadas Técnicas	35
2.5	Envergadura del proyecto.....	37
2.5.1	Área de influencia directa.....	37
2.5.2	Área de influencia indirecta.....	37
2.6	Marco legal de referencia	40
2.7	Autoridades competentes	43
2.8	Monto estimado de inversión	44
2.9	Tipo de Infraestructura.....	45
2.9.1	Relleno Sanitario semi mecanizado	46
2.9.2	Planta de reaprovechamiento de residuos orgánicos y planta de reaprovechamiento de inorgánicos reciclables.....	51
2.9.3	Descripción de procesos en Planta de Residuos Inorgánicos Reciclables.....	55
2.9.4	Recursos físicos.....	60
2.10	Descripción de procesos en Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos	62
2.10.1	Esquema de bloques	63
2.10.2	Recepción, descarga y acopio de residuos	63
2.10.3	Pretratamiento de residuos orgánicos.....	64
2.10.4	Trituración de restos vegetales	64
2.10.5	Mezcla de residuos orgánicos y restos vegetales	65
2.10.6	Descomposición	65
2.10.7	Maduración.....	65
2.10.8	Refinamiento.....	66
2.10.9	Ensacado y almacenamiento de compost.....	66
2.10.10	Personal	66
2.10.11	Recursos físicos.....	66
2.10.12	Cantidad y características de los residuos sólidos municipales.....	68
2.11	Densidad de residuos sólidos	70
2.11.1	Residuos sólidos de origen domiciliario	71
2.11.2	Residuos sólidos de origen comercial	72
2.12	Distribución del área general del proyecto	73
2.12.1	Relleno Sanitario.....	75
2.13	Estimación de generación de lixiviados, gases y emisión de olores.....	116

2.13.1	Estimación de la generación de lixiviados	116
2.13.2	Estimación de la generación de biogas	126
2.13.3	Etapa Preliminar	140
2.13.4	Etapa de Construcción o Adecuación Inicial	142
2.13.5	Etapa de Operación y Mantenimiento	169
2.13.6	Etapa de Cierre, Clausura y Pos-Clausura.....	200
3	Línea base	207
3.1	Ubicación, extensión y emplazamiento del proyecto	207
3.2	Medio físico	209
3.2.1	Selección de área	209
3.2.2	Suelo	212
3.2.3	Parámetros físico mecánicos del suelo	212
3.2.4	Fisiografía	217
3.2.5	Topografía	218
3.2.6	Geología, geomorfología y geotecnia.....	219
3.2.7	Hidrología e hidrogeología	227
3.2.8	Meteorología, climas y zonas de vida	233
3.2.9	Resultados de monitoreo basal.....	245
3.2.10	Vulnerabilidad y peligros de origen natural	255
3.3	Medio biológico.....	262
3.3.1	Formaciones ecológicas	262
3.3.2	Paisajes	262
3.3.3	Flora terrestre	262
3.3.4	Fauna general.....	267
3.3.5	Áreas Naturales protegidas.....	272
3.4	Medio Social, económico, cultural y antropológico.....	273
3.4.1	Medio Social	273
3.4.2	Medio Económico	281
3.4.3	Medio cultural	287
3.4.4	Vulnerabilidad y peligros de origen antrópico o tecnológico	291
4	Plan de participación ciudadana	292
4.1	Acciones realizadas en la fase de planificación	292
4.1.1	Monitoreo participativo	295
4.1.2	Encuestas de percepción directa	296
4.1.3	Acciones por realizar	297
4.1.4	Estrategia de socialización del proyecto	297
4.1.5	Participación Ciudadana	298
4.1.6	Comunicación y difusión	299
4.1.7	Coordinación interinstitucional	299
4.1.8	Gestión Política.....	299
4.1.9	Propuesta de mecanismos de participación ciudadana a desarrollarse durante el procedimiento de validación del EIA SD.....	300
4.1.10	Propuesta de mecanismos de participación ciudadana a desarrollarse durante la ejecución del proyecto.....	300

4.2	Estrategia social en el área directa de la planta de tratamiento de residuos sólidos de la ciudad de Andahuaylas	301
4.2.1	Objetivos.....	301
4.2.2	Población objetivo.....	302
4.2.3	Enfoque	302
4.2.4	Estrategias para la etapa de construcción	303
4.2.5	Estrategia para la etapa de operación.....	311
5	Caracterización de impactos.....	316
5.1	Metodología.....	316
5.2	Descripción y análisis de los resultados sobre los impactos ambientales ...	327
5.3	Impactos más destacados (positivos y negativos) por etapas.....	342
6	Estrategia de manejo ambiental	344
6.1	Plan de Manejo Ambiental	344
6.1.1	Objetivo	344
6.1.2	Alcance.....	344
6.1.3	Responsabilidades.....	344
6.2	Desarrollo del Plan de Manejo Ambiental	345
6.2.1	Objetivo	345
6.2.2	Medidas de prevención, mitigación, remediación y compensación	345
6.2.3	Medidas generales del programa.....	345
6.2.4	Medidas específicas de manejo de impactos ambientales potenciales ..	346
6.2.5	Presupuesto estimado	350
6.3	Plan de vigilancia ambiental	353
6.3.1	Objetivo	353
6.3.2	Alcance.....	354
6.3.3	Mecanismos para su implementación	354
7	Monitoreo ambiental.....	358
7.1	Plan de compensación	368
7.2	Plan de Contingencia.....	368
7.2.1	Objetivos.....	368
7.2.2	Alcance.....	368
7.2.3	Plan de respuesta de emergencias	369
7.2.4	Niveles de emergencias.....	369
7.2.5	Eventos que pueden generar emergencias en el área del proyecto.....	371
7.2.6	Identificación de emergencias en las etapas del proyecto.....	375
7.2.7	Acciones de respuesta a emergencias.....	376
7.2.8	Medidas de contingencia en caso de posibles fugas.....	381
7.3	Plan de Cierre.....	388
7.3.1	Recuperación del área:.....	389
7.3.2	Acciones a desarrollar	390
7.4	Cronograma de ejecución y presupuesto.....	393
7.5	Resumen de los compromisos ambientales.....	393
8	Valorización económica del impacto ambiental	397

8.1.1	Valoración económica por valor de uso	397
8.1.2	Valoración económica de impactos	401
9	Nombre de la empresa consultora, nombres y firma de los profesionales que intervinieron en la elaboración del EIA SD	403
10	Anexos	404
11	Siglas.....	405
11.1	Unidades-símbolos	405
11.2	Abreviaturas	406
11.3	Glosario	406

INDICE DE TABLAS

Tabla 1-1	Proyección de la población urbana.....	3
Tabla 1-2	Proyección de la generación de RSM.....	3
Tabla 1-3	Parámetros de diseño para el relleno sanitario Andahuaylas	4
Tabla 1-4	Cronograma general de implementación del relleno sanitario Andahuaylas	7
Tabla 2-1	Coordenadas UTM del área del relleno sanitario de Andahuaylas - Datum WGS 84	35
Tabla 2-2	Localidades beneficiadas con el proyecto	38
Tabla 2-3	Distribución del presupuesto del proyecto	45
Tabla 2-4	Parámetros de diseño para el relleno sanitario Andahuaylas	46
Tabla 2-5	Chimeneas relleno sanitario– adecuación inicial	50
Tabla 2-6	Residuos inorgánicos reaprovechables	52
Tabla 2-7	Composición residuos inorgánicos entrada	53
Tabla 2-8	Composición física media de los residuos sólidos de mercados de abasto	53
Tabla 2-9	Densidad de los residuos sólidos de mercados de abasto	54
Tabla 2-10	Personal propuesto	60
Tabla 2-11	Elementos de protección personal	61
Tabla 2-12	Elementos de protección personal	67
Tabla 2-13	Población y proyección para el relleno sanitario de Andahuaylas.....	68
Tabla 2-14	Proyección de la población y generación de residuos sólidos domiciliarios en las ciudades de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera	69
Tabla 2-15	Generación de otros residuos sólidos municipales en las ciudades de Andahuaylas San Jerónimo y Talavera	69
Tabla 2-16	Generación de residuos sólidos municipales en las ciudades de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera proyectados al año 2024.....	70
Tabla 2-17	Densidades promedio de residuos sólidos a nivel internacional	70
Tabla 2-18	Composición física de los residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Andahuaylas	71
Tabla 2-19	Composición física de los residuos sólidos comerciales en la ciudad de Andahuaylas	72
Tabla 2-20	Composición física de los residuos sólidos de los mercados y feria en la ciudad de Andahuaylas	73

Tabla 2-21	Cálculo del volumen requerido para el relleno sanitario.....	95
Tabla 2-22	Tipo y magnitud de las áreas del relleno sanitario Andahuaylas.....	120
Tabla 2-23	Coeficiente de escorrentía superficial para diferentes superficies, Ce	120
Tabla 2-24	Cálculo de la escorrentía superficial	121
Tabla 2-25	Cálculo de la capacidad de almacenamiento de la cobertura final...	122
Tabla 2-26	Cálculo de la infiltración, Pr para las distintas coberturas del relleno	122
Tabla 2-27	Cálculo de los consumos de agua y vapor de agua en el biogás.....	123
Tabla 2-28	Producción de lixiviados - RS Andahuaylas.....	124
Tabla 2-29	Composición típica de biogás de un relleno sanitario	126
Tabla 2-30	Cálculo del peso seco de los residuos.....	130
Tabla 2-31	Cálculo de los coeficientes x, y, z de la Ecuación de los residuos. ..	131
Tabla 2-32	Cálculo de las ecuación estequiométrica balanceada para los residuos	132
Tabla 2-33	Producción unitaria de biogás – RS Andahuaylas	134
Tabla 2-34	Producción total de biogás –relleno sanitario Andahuaylas	136
Tabla 2-35	Cronograma general de implementación del relleno sanitario Andahuaylas	139
Tabla 2-36	Cálculo de material de descapote – Andahuaylas	144
Tabla 2-37	Balance del descapote del relleno sanitario Andahuaylas	144
Tabla 2-38	Cantidades de movimientos de tierra relleno sanitario	151
Tabla 2-39	Chimeneas relleno sanitario– adecuación inicial	160
Tabla 2-40	Personal requerido para la operación.....	194
Tabla 2-41	Maquinaria y equipos – relleno sanitario	198
Tabla 2-42	Herramientas menores para personal y otros elementos.....	199
Tabla 3-1	Áreas alternativas para la selección de sitio	210
Tabla 3-2	Distancias y tiempo de recorrido a las áreas propuestas.....	210
Tabla 3-3	Valoración de alternativas de selección de sitio	211
Tabla 3-4	Resumen resultados de laboratorio de suelos.....	212
Tabla 3-5	Rangos de permeabilidad relativos por tipo de suelo	213
Tabla 3-6	Valores de coeficientes de permeabilidad según los reportes de laboratorio	213
Tabla 3-7	Ensayos de infiltración IN SITU	214
Tabla 3-8	Resumen de capacidad portante para las calicatas investigadas	215
Tabla 3-9	Ubicación hidrográfica de la sub cuenca del Río Chumbao	228
Tabla 3-10	Estación meteorológica Andahuaylas.....	234
Tabla 3-11	Valores promedio de la precipitación total mensual (mm).....	235
Tabla 3-12	Valores de temperatura (°C).....	236
Tabla 3-13	Valores de humedad relativa (%)	238
Tabla 3-14	Valores de velocidad del viento (m/s).....	239
Tabla 3-15	Valores de evaporación total mensual (mm).....	240
Tabla 3-16	Cantidad de horas de sol.....	241
Tabla 3-17	Cálculo de la evapotranspiración potencial.....	242
Tabla 3-18	Ubicación de las estaciones de muestreo agua superficial	246
Tabla 3-19	Comparación de resultados de parámetros físico químicos, orgánicos y biológicos con los ECA para agua	246

Tabla 3-20	Comparación de resultados de parámetros inorgánicos con los ECA para agua.....	247
Tabla 3-21	Ubicación de la estaciones de monitoreo de calidad de aire	248
Tabla 3-22	Comparativo de parámetros fisicoquímicos de calidad de aire	248
Tabla 3-23	Estaciones de monitoreo de ruido ambiental	252
Tabla 3-24	Comparación de resultados de ruido ambiental - diurno.....	253
Tabla 3-25	Comparación de resultados de ruido ambiental – nocturno	254
Tabla 3-26	Comparación de resultados de ruido ambiental - diurno.....	254
Tabla 3-27	Factores de zona.....	258
Tabla 3-28	Velocidad de propagación de las ondas de corte	259
Tabla 3-29	Parámetros del suelo	259
Tabla 3-30	Ubicación de las estaciones de muestreo de evaluación de flora	263
Tabla 3-31	Composición de especies de flora del área de estudio	263
Tabla 3-32	Abundancia de especies registradas en el área evaluada	264
Tabla 3-33	Valores de los índice de diversidad en cada estación de muestreo.	266
Tabla 3-34	Abundancia de aves registradas en el área de influencia del proyecto	267
Tabla 3-35	Riqueza de especies registradas en el área de estudio.....	269
Tabla 3-36	Riqueza y abundancia de mastofauna registrada en el área de influencia del proyecto.....	271
Tabla 3-37	Lista de mamíferos introducidos domésticos y nativos domésticos registrada en el área de influencia del proyecto	271
Tabla 3-38	Herpetofauna registrada en el área de influencia	272
Tabla 3-39	Distribución y conservación de los reptiles registrada en el estudio.	272
Tabla 3-40	Proyección de poblacional urbana.....	273
Tabla 3-41	Población distrital por sexo y edad de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera	274
Tabla 3-42	Pirámide de edades de los distritos Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera	275
Tabla 3-43	Diez enfermedades de mayor frecuencia en los servicios de salud de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera	276
Tabla 3-44	Necesidades básicas insatisfechas	276
Tabla 3-45	Resumen de servicios básicos	277
Tabla 3-46	Número de alumnos, docentes, secciones y aulas Instituciones Educativas según distrito.....	279
Tabla 3-47	Déficit del equipamiento educativo 2007	279
Tabla 3-48	Indicadores de salud: Desnutrición infantil de cero a tres años tasas de natalidad, mortalidad infantil y materna	281
Tabla 3-49	Indicadores de salud: Desnutrición crónica en niños < de 5 años y tasa de fecundidad.....	281
Tabla 3-50	Población económicamente activa	282
Tabla 3-51	Producción pecuaria en distritos del área de influencia del proyecto	285
Tabla 3-52	Producción pecuaria en distritos del área de influencia del proyecto	290
Tabla 4-1	Cronograma del Plan de Participación Ciudadana por etapas.....	315
Tabla 5-1	Criterios empleados en la valoración de impactos ambientales.....	316
Tabla 5-2	Matriz cuantitativa de evaluación de impactos.....	317
Tabla 5-3	Categorización cualitativa de los impactos	319
Tabla 5-4	Matriz de identificación de impactos	320

Tabla 5-5	Matriz de valorización de impactos.....	323
Tabla 5-6	Matriz de identificación de impactos.....	335
Tabla 5-7	Matriz de valorización de impactos.....	337
Tabla 6-1	Medidas de Mitigación Ambiental – Etapa de planificación.....	346
Tabla 6-2	Medidas de Mitigación Ambiental – Etapas de construcción, operación y mantenimiento y cierre y postcierre	347
Tabla 6-3	Presupuesto estimado del plan de manejo ambiental para 10 años	351
Tabla 6-4	Presupuesto de las otras actividades comprendidas en el plan de manejo ambiental con financiamiento de otros componentes del proyecto	353
Tabla 6-5	Medidas del Plan de Vigilancia Sanitaria y Ambiental – vigilancia sanitaria	355
Tabla 6-6	Medidas del Plan de Vigilancia Sanitaria y Ambiental – vigilancia ambiental.....	356
Tabla 7-1	Presupuesto del plan de monitoreo ambiental.....	367
Tabla 7-2	Cronograma de ejecución y costo del Plan de Vigilancia, incluye monitoreo ambiental.....	367
Tabla 7-3	Niveles de emergencia.....	370
Tabla 7-4	Identificación de eventos que pueden ocurrir en el marco del proyecto según su nivel de emergencia.....	373
Tabla 7-5	Emergencia según etapas del proyecto.....	375
Tabla 7-6	Acciones de respuesta en caso de sismos.....	376
Tabla 7-7	Acciones de respuesta en caso de incendio.....	377
Tabla 7-8	Acciones de respuesta en caso de fugas de biogás	379
Tabla 7-9	Acciones de respuesta en caso de derrame de lixiviados.....	380
Tabla 7-10	Acciones de respuesta en caso de falla en la poza de lixiviados.....	381
Tabla 7-11	Acciones de respuesta en caso de explosiones por emanación de gas	382
Tabla 7-12	Acciones de respuesta en caso de imposibilidad de acceso a los frentes de trabajo	384
Tabla 7-13	Acciones de respuesta en caso de emanación de olores molestos ..	384
Tabla 7-14	Acciones de respuesta en caso de accidente vehicular.....	385
Tabla 7-15	Acciones de respuesta en caso de accidente personales.....	386
Tabla 7-16	Acciones de respuesta en caso de problemas con la población beneficiaria.....	387
Tabla 7-17	Acciones del plan de cierre	390
Tabla 7-18	Cronograma de las medidas de cierre y post cierre (base 1 año)....	392
Tabla 7-19	Presupuesto del cierre de la infraestructura	393
Tabla 7-20	Cuadro resumen de los compromisos ambientales	394

INDICE DE FIGURAS

Figura 2-1	Localización general del Relleno Sanitario de Andahuaylas.....	33
Figura 2-2	Ubicación y Vía de acceso al área del relleno sanitario de Andahuaylas	34
Figura 2-3	Perímetro del área del relleno sanitario de Andahuaylas.....	36
Figura 2-4	Área de influencia del proyecto	39

Figura 2-5	Esquema para construcción de filtros de manejo de agua sub superficial.....	48
Figura 2-6	Vista de planta de poza de lixiviados.....	49
Figura 2-7	Sección típica poza de lixiviados.....	49
Figura 2-8	Detalle pedestal de inicio de chimenea.....	51
Figura 2-9	Esquema de bloques.....	56
Figura 2-10	Ejemplo de clasificación manual sobre mesas.....	57
Figura 2-11	Ejemplo de una prensa compactadora vertical.....	58
Figura 2-12	Ejemplo de un fardo de residuos reciclables.....	58
Figura 2-13	Ejemplo de un apilador manual.....	59
Figura 2-14	Ejemplo de un almacén de fardos.....	60
Figura 2-15	Esquema del proceso para la elaboración de compost.....	63
Figura 2-16	Ejemplo de un área de descarga y acopio de residuos orgánicos.....	64
Figura 2-17	Plano de distribución general del relleno sanitario.....	75
Figura 2-18	Perfil típico vías internas.....	78
Figura 2-19	Localización de vía acceso.....	79
Figura 2-20	Localización zanjas de drenes de fondo.....	80
Figura 2-21	Detalle soldadura geomembrana.....	81
Figura 2-22	Detalle anclaje geosintéticos.....	81
Figura 2-23	Esquema general de manejo de lixiviados.....	83
Figura 2-24	Detalle construcción de chimenea.....	84
Figura 2-25	Pozo de monitoreo ambiental.....	85
Figura 2-26	Detalle de tanque séptico para manejo de aguas residuales domésticas.....	88
Figura 2-27	Plataforma de descargue de los residuos en frente de trabajo.....	89
Figura 2-28	Disgregación de los residuos en frente de trabajo.....	90
Figura 2-29	Conformación de los residuos.....	91
Figura 2-30	Conformación de los residuos.....	92
Figura 2-31	Cerco perimetral del relleno sanitario.....	94
Figura 2-32	Señales obligatorias.....	97
Figura 2-33	Señales reglamentarias.....	98
Figura 2-34	Señales informativas.....	99
Figura 2-35	Señales de advertencia.....	99
Figura 2-36	Señales de emergencia.....	100
Figura 2-37	Señales de protección contra incendios.....	101
Figura 2-38	Señales regulatorias viales.....	101
Figura 2-39	Señales preventivas viales.....	103
Figura 2-40	Referencia de sistema de pesaje digital.....	107
Figura 2-41	Sistema de abastecimiento de agua.....	108
Figura 2-42	Sistema de saneamiento.....	109
Figura 2-43	Balance hídrico en el interior de la masa de residuos.....	117
Figura 2-44	Balance hídrico en la cobertura de los residuos.....	118
Figura 2-45	Metodología para la producción de lixiviados.....	119
Figura 2-46	Producción promedio anual de lixiviados - RS Andahuaylas.....	125
Figura 2-47	Metodología para estimar la producción de gases. Modelo Tchobanoglous mejorado.....	129
Figura 2-48	Curvas de producción unitaria de biogás – residuos de Andahuaylas.....	135

Figura 2-49	Producción total de biogás. Celda del relleno sanitario de Andahuaylas	138
Figura 2-50	Esquema general de la adecuación.....	143
Figura 2-51	Propuesta para localización de vía temporal	146
Figura 2-52	Localización plataforma para oficinas.....	147
Figura 2-53	Esquema para construcción de filtros de manejo de agua sub superficial	148
Figura 2-54	Poza de lixiviado	149
Figura 2-55	Apariencia aproximada de adecuación inicial	150
Figura 2-56	Propuesta de cerco perimetral en alambre	152
Figura 2-57	Propuesta de puerta de ingreso en malla eslabonada	152
Figura 2-58	Detalle sub dren	153
Figura 2-59	Localización zanjas de drenes de fondo	155
Figura 2-60	Detalle soldadura geomembrana.....	156
Figura 2-61	Detalle anclaje geosintéticos	156
Figura 2-62	Detalle filtro de fondo	157
Figura 2-63	Detalle tubería de limpieza de filtros de lixiviados.....	158
Figura 2-64	Detalle tapón temporal de arcilla en filtro principal.....	159
Figura 2-65	Detalle canal temporal lluvias	161
Figura 2-66	Localización de canal perimetral de lluvias.....	162
Figura 2-67	Detalle sección longitudinal desarenador	162
Figura 2-68	Detalle caja manejo de lluvias	163
Figura 2-69	Sección típica poza de lixiviados	164
Figura 2-70	Localización de pozo de monitoreo ambiental	166
Figura 2-71	Detalle constructivo pozo de monitoreo ambiental.....	167
Figura 2-72	Propuesta método de descargue inicial de residuos.....	173
Figura 2-73	Conformación de los residuos	175
Figura 2-74	Detalle cuneta lluvias y paso bajo vías	178
Figura 2-75	Detalle caja manejo de lluvias	179
Figura 2-76	Limpieza de tubería de drenaje de lixiviados	181
Figura 2-77	Esquema cierre definitivo	204
Figura 2-78	Cierre en bermas o vías	205
Figura 3-1	Mapa de político del departamento Apurímac	207
Figura 3-2	Mapa político provincia de Andahuaylas	208
Figura 3-3	Ubicación del área del proyecto	209
Figura 3-4	Mapa uso actual de la tierra provincia de Andahuaylas	216
Figura 3-5	Mapa uso actual de la tierra en el área del proyecto	217
Figura 3-6	Mapa fisiográfico del área del proyecto	218
Figura 3-7	Características topográficas del terreno	219
Figura 3-8	Mapa geológico del área del proyecto.....	221
Figura 3-9	Corte geológico del área del proyecto relleno sanitario Andahuaylas	223
Figura 3-10	Mapa geomorfológico del área del proyecto	224
Figura 3-11	Muestra la zonificación espacial de la sismicidad norma E.030.....	226
Figura 3-12	Mapa de cuencas hidrográficas en la provincia de Andahuaylas.....	229
Figura 3-13	Cuerpos de agua en el entorno del área del proyecto	230
Figura 3-14	Principales cuerpos de agua identificados.....	231
Figura 3-15	Mapa de las fuentes de agua cercanas	231

Figura 3-16	Comportamiento de la precipitación mensual promedio	235
Figura 3-17	Comportamiento de la temperatura media.....	236
Figura 3-18	Comportamiento de la temperatura máxima media mensual.....	237
Figura 3-19	Comportamiento de la temperatura mínima media mensual.....	238
Figura 3-20	Comportamiento de la humedad relativa	239
Figura 3-21	Comportamiento de la velocidad del viento	240
Figura 3-22	Comportamiento de la evaporación total mensual	241
Figura 3-23	Comportamiento de las horas de sol	242
Figura 3-24	Comportamiento de la evapotranspiración	243
Figura 3-25	Mapa de clima provincia de Andahuaylas	244
Figura 3-26	Mapa de zonas de vida área del proyecto relleno sanitario Andahuaylas	245
Figura 3-27	Monitoreo de Partículas Menores a 10 Micras (PM-10)	249
Figura 3-28	Monitoreo de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM 2.5)	249
Figura 3-29	Monitoreo del Dióxido de Azufre (SO ₂)	250
Figura 3-30	Monitoreo del Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	250
Figura 3-31	Monitoreo del Monóxido de Carbono (CO)	251
Figura 3-32	Monitoreo del Plomo en Partículas Menores a 10 Micras (PM 10) ..	251
Figura 3-33	Monitoreo del Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S).....	252
Figura 3-34	Monitoreo del ruido horario diurno.....	253
Figura 3-35	Monitoreo del ruido horario nocturno.....	254
Figura 3-36	Mapa de isoaceleraciones para un 10% de excedencia en 50 años	260
Figura 3-37	Porcentaje de individuos registrados en el área evaluada	268
Figura 3-38	Artesanía textil de Andahuaylas	289
Figura 3-39	Danza de los Negrillo Andahuaylas	289
Figura 3-40	Cántaro Chanka	290
Figura 5-1	Matriz cualitativa de evaluación de impactos.....	316
Figura 6-1	Organigrama para el cumplimiento del plan de vigilancia sanitaria y ambiental.....	354
Figura 8-1	Flujograma de valoración	401

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 2-1	Área administrativa y balanza de pesaje	77
Fotografía 2-2	Filtro de drenaje de fondo.....	82
Fotografía 2-3	Referencia de canales perimetrales para manejo de aguas lluvias ...	86
Fotografía 2-4	Presentación cubierta temporal en polietileno	92
Fotografía 2-5	Barrera sanitaria natural en el área del proyecto	93
Fotografía 2-6	Contenedor típico para campamento temporal de construcción	142
Fotografía 2-7	Apariencia de una celda de residuos en etapa de cierre	200
Fotografía 2-8	Ejemplo de la primera etapa de cierre en construcción	201
Fotografía 2-9	Codos temporales invertidos para chimeneas	203
Fotografía 2-10	Quemador de biogás.....	203

1 RESUMEN EJECUTIVO

1.1 Antecedentes:

En abril del año 2009 el Gobierno del Perú y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) suscribieron un convenio para mejorar las condiciones de la gestión y manejo de residuos sólidos en 08 zonas del país, a través de éste se firmó el Contrato de préstamo, con el cual se financiará el proyecto del “Relleno Sanitario para las ciudades de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera, Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos y Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables para la ciudad de Andahuaylas, Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac”, materia del presente estudio.

1.2 Nombre del Proyecto:

RELLENO SANITARIO PARA LAS CIUDADES DE ANDAHUAYLAS, SAN JERÓNIMO Y TALAVERA, PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y PLANTA DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS INORGÁNICOS RECICLABLES PARA LA CIUDAD DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO DE APURÍMAC.

1.3 Localización geográfica y política

El predio donde se ejecutará el proyecto se encuentra ubicado en el Cerro San José, en el Distrito de San Jerónimo, al suroriente del Distrito de Andahuaylas, en la Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac. Teniendo como referencia la localidad de Andahuaylas, el proyecto se ubica en la ruta que une con el aeropuerto de Huancabamba, en la margen izquierda aguas debajo de la quebrada Lambras Huaycco.

1.4 Envergadura del proyecto

El proyecto desarrollará una mejora de la gestión integral del servicio de aseo; el cual incluye la etapa de almacenamiento, barrido, recolección, reaprovechamiento y disposición final, fortalecimiento de capacidades y sensibilización ambiental.

Se define como área de influencia del proyecto a la superficie que por las actividades que se desarrollaran en las diferentes etapas del proyecto de infraestructura de relleno sanitario y planta de reaprovechamiento de residuos sólidos, eventualmente podrían generar impactos ambientales directos e indirectos.

El área de influencia está dividida en dos áreas, el área de influencia directa y el área de influencia indirecta. Para su determinación se consideran los aspectos ambientales (físico y biológico) criterios como la fisiografía, la geología la geomorfología el suelo,

las formaciones vegetales, la fauna silvestre, el valor ecológico etc. En términos sociales el criterio principal utilizado en la definición del área de influencia es la conectividad, esta crea una red interdimensional entre los aspectos geopolíticos, sociales, culturales y económicos que interactúan en el territorio y entorno natural.

1.4.1 Área de influencia directa

El área de influencia directa (AID), corresponde al área misma del proyecto y su radio de acción de un (1) kilómetro, donde se podrían experimentar impactos en los medios físico, biótico y social, provocados durante la construcción y operación del proyecto de infraestructura.

1.4.2 Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta (AII), del proyecto del relleno sanitario de Andahuaylas, queda definida en toda su extensión por el espacio físico que coincide con la ubicación de la población urbana en donde se prestará el servicio de manejo de residuos sólidos municipales, es decir los distritos de Andahuaylas, Talavera y San Jerónimo, las mismas que resultan beneficiadas con el proyecto.

1.4.3 Monto estimado de inversión:

La inversión total del proyecto asciende a S/. 7,031,332 nuevos soles.

1.5 Cantidad y características de los residuos sólidos municipales

De acuerdo con el estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales realizado en el 2013 para el distrito de Andahuaylas, la generación per-cápita es de 0.55kg/hab/día, la cual se toma como referencia para los demás distritos que dispondrán sus residuos en el relleno sanitario de Andahuaylas por considerarse como representativa respecto a los distritos que se beneficiarán del proyecto. La población urbana proyectada ¹en el 2014 de los distritos de Andahuaylas (38,055), San Jerónimo (12,103) y Talavera (11,315), asciende a 61,413 habitantes que generarán para el año 0 un total de 34,15 de residuos sólidos por día de origen doméstico. El mismo estudio de caracterización indica que el Barrido y almacenamiento, Feria sabatina y dominical, residuos de mercado, residuos de restaurantes, residuos de comercios y residuos de instituciones se consideran como otros residuos sólidos de tipo municipal y representan un 16.28% de los residuos municipales, de acuerdo a esto se infiere que el total de residuos sólidos municipales que se generan en las localidades de

¹ PIP "Mejoramiento y Ampliación de la gestión Integral de los residuos sólidos municipales en la zona urbana del distrito de Andahuaylas y disposición final de San Jerónimo y Talavera, Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac"

Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera es 41,34 toneladas métricas de residuos sólidos municipales por día, para el año 0.

Tabla 1-1 Proyección de la población urbana

AÑO		ANDAHUAYLAS	TALAVERA	SAN JERÓNIMO	POBLACIÓN URBANA TOTAL
0	2014	38,055	11,315	12,103	61,473
1	2015	39,934	11,706	12,546	64,186
2	2016	41,906	12,097	12,998	67,001
3	2017	43,976	12,488	13,459	69,923
4	2018	46,147	12,879	13,929	72,955
5	2019	48,426	13,270	14,407	76,103
6	2020	50,818	13,661	14,895	79,373
7	2021	53,327	14,052	15,391	82,769
8	2022	55,960	14,443	15,896	86,299
9	2023	58,724	14,834	16,409	89,967
10	2024	61,623	15,225	16,932	93,780

Tabla 1-2 Proyección de la generación de RSM

AÑO		POBLACIÓN TOTAL	GPC Dom	RSD	RSND	RSM	RSM
		HAB	Kg/HAB/día	t /día	t /día	t /día	t/año
0	2014	61,473	0.56	34.15	7.19	41.34	15,087
1	2015	64,186	0.56	36.01	7.54	43.55	15,897
2	2016	67,001	0.57	37.97	7.92	45.88	16,747
3	2017	69,923	0.57	40.02	8.31	48.33	17,639
4	2018	72,955	0.58	42.17	8.72	50.89	18,574
5	2019	76,103	0.58	44.43	9.15	53.58	19,556
6	2020	79,373	0.59	46.80	9.60	56.40	20,587
7	2021	82,769	0.60	49.30	10.07	59.37	21,669
8	2022	86,299	0.60	51.91	10.57	62.48	22,806
9	2023	89,967	0.61	54.66	11.09	65.75	23,999
10	2024	93,780	0.61	57.54	11.64	69.19	25,253

Fuente: Consorcio Fichtner - Cydep SAS 2015

1.6 Tipo de infraestructura

El proyecto tiene dos componentes principales: La apropiada disposición final y el apropiado reaprovechamiento de residuos sólidos, para el primer componente se ha sido diseñado un relleno sanitario, y para el segundo una planta de tratamiento de residuos orgánicos y una planta de segregación de residuos inorgánicos reciclables las que estarán emplazadas en el sitio de ubicación del relleno sanitario.

1.6.1 Relleno sanitario

Relleno Sanitario Semi-Mecanizado, cuya capacidad para el año 1 es de 43.55 T/día de residuos sólidos. La operación del sitio de disposición final incluye trabajos de esparcido, compactación y cobertura de los residuos, las actividades se realizan con el apoyo de equipo mecánico, siendo posible el empleo de herramientas manuales para complementar los trabajos del confinamiento de residuos, considerando para ello los parámetros establecidos en la legislación ambiental vigente y los diseños técnicos aprobados por la autoridad competente, incluyendo:

- Construcción de obras civiles de carácter preliminar, que hacen posible la operación del relleno sanitario, dentro de las cuales se encuentran: caseta de vigilancia, zona de pesaje, caseta de control, patio de maniobras, área administrativa, área de almacén, zona de mantenimiento, cerco perimétrico, vía de acceso a las zonas de trabajo, etc.
- Construcción de obras e instalación de insumos y materiales apropiados, para la adecuación o preparación del fondo que recibe los residuos que entre otras se incluyen las necesarias para impermeabilizar y drenar el lixiviado, así como las chimeneas para la evacuación del biogás.
- Disposición de los residuos sólidos conforme a los procesos establecidos de acuerdo con los diseños, cotas máximas, estudios de estabilidad geotécnica, manejo de lluvias, manejo de gas, etc.

El área total donde se construirá la infraestructura de residuos sólidos comprende 6,06 Ha de un total de 9,6 ha otorgadas en cesión de uso a la Municipalidad Provincial de Andahuaylas por la comunidad Unión Chumbao.

El Relleno Sanitario de Andahuaylas, permitirá la disposición controlada de los residuos sólidos y tendrá en cuenta los siguientes parámetros de diseño:

Tabla 1-3 Parámetros de diseño para el relleno sanitario Andahuaylas

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
Vida útil	10 años
Tipo de residuos	Sólidos urbanos
Volumen producción	43,55 ton-día al año 1
Tipo de relleno	Semi Mecanizado Método Terrazas
Tipo de operación	Plataforma (llenado por niveles)
H nivel	1.30m máximo
Fondo	Impermeabilización con arcilla y geosintéticos
Densidad de Diseño	0.80 ton/m ³
Capacidad total instalada	253.850 toneladas – 10 años
Manejo de gases	Evacuación pasiva por chimeneas en piedra y quemador al cierre de relleno.
Manejo de lixiviados	Almacenamiento – Recirculación
Cobertura intermedia	Sí. Arcilla espesor medio 15cm

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
Cobertura final	Arcilla, material orgánico, césped

Fuente: Consorcio Fichtner- Cydep SAS. 2015.

1.6.2 Planta de separación de residuos inorgánicos reciclables y planta de tratamiento de residuos orgánicos

El Proyecto de Infraestructura contará con una Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables y una Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos.

En la Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables se realizará la clasificación, compactación, enfardado y almacenamiento de los residuos inorgánicos domiciliarios recolectados selectivamente, para su posterior venta a centros de procesamiento intermedio o instalaciones de recuperación de materiales en los cuales se llevarán a cabo todas las operaciones necesarias para devolver al ciclo económico los materiales reciclables. La Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables tendrá capacidad para tratar 2.5 t/día de residuos inorgánicos domiciliarios en una primera etapa, operando 1 turno/día de lunes a sábado (6 días/semana). En una segunda etapa la capacidad de la planta se incrementará a 4.2 t/día.

En la Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos se realizará el compostaje de los mismos. El compostaje es un proceso mediante el cual los residuos orgánicos tales como restos de alimentos, cáscaras de frutas, residuos de verduras y restos de jardinería se transforman, bajo el impacto de microorganismos y asegurando ciertas condiciones necesarias (especialmente temperatura, humedad, aireación y relación C/N), en un producto útil que se denomina compost. La Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos tendrá capacidad para tratar 0.7 t/día de residuos orgánicos, operando 1 turno/día de lunes a sábado (6 días/semana).

1.7 Distribución del área general del proyecto

El diseño del relleno sanitario comprenderá las siguientes instalaciones:

- Vías de acceso.
- Área de la infraestructura.
- Barrera sanitaria
- Instalaciones auxiliares.
- Impermeabilización de la base y taludes de la infraestructura.
- Celdas o plataforma.
- Drenaje de aguas superficiales.
- Drenaje de gases.
- Drenaje de lixiviados.
- Recirculación de lixiviados.
- Dispositivos para el monitoreo ambiental.

- Instalaciones auxiliares como caseta de control, oficina administrativa, almacén, servicios higiénicos y vestuario, entre otros.

La planta de separación de residuos inorgánicos estará conformada por tres grandes zonas:

- La zona de acopio de bolsas.
- La zona de clasificación, compactación y enfardado.
- El almacén de materiales reciclables.

La planta de tratamiento de residuos orgánicos estará conformada por tres grandes zonas:

- La zona de almacenamiento y pretratamiento de los residuos orgánicos y restos vegetales.
- La zona de compostaje, donde se realizará la descomposición y la maduración (ambas en rumas) de los residuos.
- La zona de refinamiento, ensacado y almacenamiento de compost.

La infraestructura complementaria, estará conformada por las siguientes instalaciones:

- Caseta Administrativa
- Caseta de Vigilancia
- Caseta de Control y Guardianía
- Caseta de Parqueo de Maquinaria
- Caseta Grupo Electrónico
- Planta de Reciclaje
- Planta para Compostaje
- Balanza
- Estacionamiento
- Estructuras Sanitarias
 - Cisterna
 - Tanque Elevado
 - Tanque Séptico
 - Pozo Percolador
 - Lecho de Secado de Lodos

1.8 Etapas de implementación del relleno sanitario

El relleno sanitario se desarrollará en las siguientes etapas y de acuerdo con el cronograma inicial propuesto para su ejecución:

- **Preliminar.** Durante esta etapa se realizan las actividades para la preparación del terreno, los accesos viales y la instalación del campamento. Dentro de las actividades a realizar en este periodo están el levantamiento topográfico de todo el predio donde se construirá el proyecto como también de las vías de acceso, la

instalación de un campamento, la construcción del cerramiento perimetral y la instalación de la puerta de ingreso para controlar el acceso al sitio de las obras.

- **Adecuación inicial.** En este periodo se realizan las obras de ingeniería requeridas para poder iniciar la disposición de los residuos. Particularmente para el relleno sanitario de Andahuaylas se plantea la intervención de una zona específica ubicada en el costado norte del predio, que será destinada para la recepción de residuos sólidos, la cual deberá ser excavada, adecuada e impermeabilizada secuencialmente para asegurar la confinación de los residuos sólidos ordinarios, sin contaminar el suelo.
- **Etapas operativa.** La etapa operativa del relleno sanitario de Andahuaylas, corresponderá a un periodo de 10 años, tiempo en el cual se proyecta el funcionamiento de esta infraestructura. En el orden técnico esta etapa incluye el alistamiento secuencial de los sectores para la disposición progresiva de los residuos sólidos durante todo el periodo de vida útil del relleno sanitario, además se realizará el manejo de aguas lluvias, lixiviados y gases, así como la protección de los residuos para minimizar el ingreso de lluvias a la masa que se construye. En todo caso, en el desarrollo de esta etapa es necesario dar inicio a las obras de cierre del relleno o cubierta final con lo cual se asegura la reinserción del proyecto al medio circundante.
- **Clausura y pos clausura.** Corresponde a la etapa posterior a la operación del relleno sanitario donde se realiza el cierre definitivo mediante la instalación de la cobertura final sobre los residuos ya dispuestos, la demolición de estructuras, el desmantelamiento de equipos e infraestructura y el seguimiento y monitoreo a la estabilidad de las zonas cerradas y la producción de gases y lixiviados. El cierre del relleno confina definitivamente los residuos, evita la proliferación de vectores y olores y se constituye en la base para la recuperación paisajística del lugar, disminuyendo el impacto visual generado por el proyecto, reinsertándolo al medio ambiente circundante.

Tabla 1-4 Cronograma general de implementación del relleno sanitario Andahuaylas

N	ACTIVIDAD	DURACIÓN, AÑOS											POS CLAUSURA															
		AÑO 0				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
		I	II	III	IV																							
1	Preliminares																											
1.1	Estudios y diseños *																											
1.2	Traslado de maquinaria y equipos																											
1.3	Campamento de obra																											
1.4	Replanteo topográfico																											

N	ACTIVIDAD	DURACIÓN, AÑOS											POS CLAUSURA																	
		Año 0				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
		I	II	III	IV																									
1.5	Contratación de personal																													
2	Etapa de construcción o adecuación inicial																													
2.1	Cerramiento perimétrico y cerco vivo																													
2.2	Construcción de vía de ingreso																													
2.3	Construcción vías internas																													
2.4	Edificios de administración																													
2.5	Montaje de balanza																													
2.6	Movimientos de tierra Fase 1																													
2.7	Preparación de fondo Fase 1																													
2.8	Excav Fase 2																													
2.9	Preparación de fondo Fase 2																													
2.10	Excav Fase 3																													
2.11	Preparación de fondo Fase 3																													
2.12	Excav Fase 4																													
2.13	Preparación de fondo Fase 4																													
2.14	Excav Fase																													
2.15	Preparación de fondo Fase 5																													
2.16	Canales aguas lluvias																													
2.17	Sistema de manejo de lixiviados																													
2.18	Pozos de monitoreo de aguas subterráneas																													
3	Etapa de operación y mantenimiento																													
3.1	Pesaje y registro de vehículo																													
3.2	Disposición de residuos Fase 1																													
3.3	Disposición de																													

N	ACTIVIDAD	DURACIÓN, AÑOS											POS CLAUSURA														
		AÑO 0				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
		I	II	III	IV																						
	residuos Fase 2																										
3.4	Disposición de residuos Fase 3																										
3.5	Disposición de residuos Fase 4																										
3.6	Disposición de residuos Fase 5 Final																										
3.7	Manejo de aguas lluvias																										
3.8	Manejo de gases																										
	Almacenamiento inicial lixiviados																										
3.9	Manejo de lixiviados mediante recirculación																										
3.10	Monitoreo técnico de la operación																										
4	Etapa de cierre clausura																pos-clausura										
4.1	Cobertura final de residuos																										
4.2	Desmonte y desmantelamiento																										
4.3	Mantenimiento del relleno sanitario																										
4.4	Manejo de gases y lixiviados																										
4.5	Monitoreo de pos clausura																										

* Actividad realizada por Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015.

* Actividad realizada por Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015.

Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015.

1.9 Línea Base

El área del proyecto se ubica en las laderas del cerro San José, con pendiente moderadamente pronunciada, en la comunidad campesina unión Chumbao en el Sector Suylluhuacca, distrito de San Jerónimo provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac. Situado a 7.56 km de la ciudad de Andahuaylas. A una altura aproximada de 3184 m.s.n.m.

1.9.1 Selección de área

De acuerdo con el estudio de selección de sitio para Relleno Sanitario de la Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac” Se concluye que el terreno ubicado en el Cerro San José de la Comunidad Unión Chumbao, distrito de San Jerónimo, es la alternativa de mejor posibilidad para la construcción del relleno sanitario y plantas de tratamiento de residuos sólidos, dado que cuenta con la opinión favorable de la población, debido a ello se cuenta con un Acta de Sesión de Uso por 25 años, otorgado por la población a la Municipalidad Provincial de Andahuaylas; cuenta con una mejor accesibilidad al terreno, tiene barrera sanitaria natural.”

1.9.2 Suelo

Considerando lo descrito en el estudio de suelos, el material que conforma el perfil del suelo del área del proyecto es de origen residual compuesto por limo arcilloso de poca permeabilidad. El área donde se ubicarán las celdas del relleno posee una capacidad de carga que varía de 9.89 a 24.56 kg/cm² (S-3, S-4), material arcillo limosos (residuales). Considerando las características de las estructuras a implementarse en el relleno sanitario, el área del proyecto presenta buenas condiciones geotécnicas y considerando los resultados de los ensayos de permeabilidad el área del relleno se considera como Muy Poco permeable, esto por el tipo de material arcillo limoso.

• Uso actual de suelos

El área de influencia del proyecto se encuentra sobre área de uso actual agrícola, esta categoría comprende a las tierras que actualmente se encuentran ocupadas para la producción agrícola, en esta categoría se identificó: cultivos en secano donde se siembra por lo general, quinua cebada y maíz. En el ámbito local donde se desarrollara el proyecto de relleno sanitario encontramos la unidad fisiográfica definida como Vertientes de Montaña Alta Allanada, estas son estructuras fisiográficas moderadamente empinadas, que se caracterizan por presentar laderas sin disección aparente.

• Topografía

El diseño de la infraestructura utilizará 6,06 has con un perímetro de 1392.30 ml, siendo este terreno ondulado comprendido entre las cotas 3103 y 3220 msnm, con una elevación pronunciada hacia el costado sur de la vía de acceso al predio, con pendientes que alcanzan el 40%. El sector norte es caracterizado por ondulaciones más suaves con respecto al sector sur, con una elevación promedio del 25.48%.

• Geología

El área materia del presente estudio es parte de la divisoria continental, conformada por una cadena de montañas denominada cordillera de Huanzo, por lo que todo su sistema de drenaje de agua a los grandes ríos que van hacia el océano Atlántico.

Dentro de este panorama el rasgo geomorfológico más importante es una gran llanura andina ubicada entre los 3,800 – 4,500 m.s.n.m. denominado superficie puna que a consecuencia de los agentes geológicos modeladores, se presenta como una topografía accidentada, con valles profundos y encañonados.

- **Geomorfología**

La región se encuentra comprendida entre tres grandes regiones geográficas: la Cordillera Occidental, los Valles Interandinos y la Cordillera Oriental. Apurímac, se encuentra asentada casi en su totalidad en el seno de las estribaciones de la Cordillera Occidental, cuyo relieve está conformado por grandes montañas mayormente altas de hasta más de 5000 metros de altura sobre el nivel del mar. Dicho relieve presenta una disección muy intensa con quebradas numerosas como producto.

La morfología joven de la unidad Cordillera Oriental se debe al juego reciente de la zona de fallas E-W (falla de Abancay). El levantamiento plio-Cuaternario de los Andes se realizó por intermedio de falla de juego normal que cortó la superficie puna.

1.9.3 Hidrología e hidrogeología

El proyecto del relleno sanitario de la ciudad de Andahuaylas se encuentra ubicado en la Cuenca del río Pampas. Geográficamente la cuenca del río Pampas se encuentra ubicada en la sierra central sur del Perú, en la vertiente del Atlántico.

Hidrográficamente limita por el norte con la cuenca del río Mantaro; por el este con la cuenca del río Apurímac, Intercuenca Bajo Apurímac e Intercuenca Alto Apurímac; por el sur con la Cuenca Ocoña y la Intercuenca Alto Apurímac y por el oeste con las cuencas Pisco, Grande, Acarí y Yauca. En la actualidad los recursos hídricos de la cuenca del río Pampas son administrados por las Administraciones Locales de Aguas Ayacucho, Andahuaylas y Agua Apurímac.

El río Chumbao es un tributario del río Pampas, en cuya cuenca se localiza el terreno elegido para la ubicación del relleno sanitario de la ciudad de Andahuaylas. La cuenca del río Chumbao limita: Por el Norte y el Este con la quebrada Toxama, por el Oeste con la cuenca del río Pampas y por el Sur con la cuenca del río Huancaray.

El río Chumbao nace sobre los 4,400 m.s.n.m. recibiendo los aportes de las lagunas Huachacocha, Pacococha, Antacocha y Pampahuasi; así como de numerosos riachuelos y quebradas situadas a ambos márgenes de su cauce, aguas abajo de la zona de lagunas hasta su desembocadura en el río Pampas. El valle es angosto en casi toda la longitud del río.

1.9.4 Precipitación

En la provincia Andahuaylas, existe una precipitación que diferencia el año en dos épocas: temporada de lluvias que empieza desde mediados de noviembre hasta fines de marzo; con un promedio de 560 mm, acompañados de fenómenos eléctricos (rayos y truenos) y la temporada seca desde abril a noviembre. La temporada de escasas precipitaciones entre septiembre y octubre, es aprovechada para la preparación de suelos y las primeras siembras. Este comportamiento regula y condiciona el calendario agrícola de la provincia, con siembras que se inician en septiembre aprovechando las primeras lluvias, y cultivos que se extienden hasta mayo o junio.

1.9.5 Temperatura

Durante el periodo 1995 – 2014, se registró una temperatura mínima media mensual de 0.4 °C en el mes de julio del año 1999 y se encuentra aproximadamente 8.2°C por debajo de la temperatura media mensual a lo largo del año. El mes en que la temperatura mínima media mensual se distancia más del promedio, es durante noviembre. En la siguiente figura puede apreciarse el comportamiento de la temperatura máxima media mensual a lo largo de un año promedio.

1.9.6 Humedad relativa

Durante el periodo 1995 – 2014 la estación meteorológica Andahuaylas registró una humedad relativa media anual de 81.3%. La humedad relativa mínima media anual registrada fue de 70.9% y la humedad relativa máxima media anual alcanzó un valor de 91.3%. La humedad relativa media mensual varió entre 96.9% y 60.5%. La humedad relativa tiende a mantenerse constante a lo largo del año, presentándose los valores más bajos de julio a noviembre.

1.9.7 Evaporación

La evaporación total media mensual varió entre 120.4 mm y 27 mm. Los mayores valores de evaporación se presentaron en el periodo de julio a diciembre mientras que los menores valores se presentaron en el resto del año.

1.9.8 Clima

La estación Andahuaylas, durante el periodo 1995 – 2014, registró una temperatura media anual de 20°C. La temperatura mínima media anual registrada fue de 18.4°C y la temperatura máxima media anual alcanzó un valor de 22°C.

1.9.9 Zonas de vida

Para la determinación de las zonas de vida del área de estudio se ha utilizado el Mapa Ecológico del Perú y su guía descriptiva (INRENA, 1995), la caracterización se realizó con base en datos existentes de temperatura y evapotranspiración los cuales definen los tipos de vegetación y fauna asociada existente en el área de estudio.² En el área de estudio se presenta una zona de vida, que es el Bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MBS) Este mapa fue elaborado por Tosi (ONERN, 1976) de acuerdo al sistema establecido por Holdridge (1947, 1967).

1.9.10 Calidad ambiental

El monitoreo de agua superficial, se basó en los puntos de monitoreo que permitan el proceso de vigilancia de la calidad del agua del curso de agua que se encuentra fuera del área de influencia directa del proyecto.

En la estación de monitoreo AG-3, el resultado supera el rango de valores establecidos por la norma aplicada, para la Subcategoría: Bebida de Animales, el parámetro Oxígeno Disuelto.

En el monitoreo de Aire, en las estaciones de monitoreo se identificaron valores que están muy por debajo de lo establecido en los Estándares de Calidad Ambiental.

En lo referido al monitoreo de Ruido, todos los valores que resultaron en el monitoreo diurno y nocturno, se definieron muy por debajo de lo establecido en la norma.

Respecto a la calidad de suelos, no se identificó ningún elemento contaminante que sobrepase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos de uso agrícola.

1.9.11 Análisis de riesgos

- **Determinación de los niveles de riesgo.**

- a) La topografía es relativamente suave, donde las precipitaciones pluviales son absorbida por el material cuaternario y se observa que la probabilidad de la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa en poco probable.
- b) De acuerdo a los estudios de mecánica de suelos, son depósitos impermeables y el material cuaternario (arcillas y limo arenosas) son altamente plásticos.
- c) Según los estudios de suelos se tiene una buena capacidad portante y puede soportar las construcciones proyectadas dentro del diseño del proyecto “Relleno Sanitario, Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos y Planta de Separación de

² Informe : LINEA BASE BIOLOGICA PARA EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL RELLENO SANITARIO DE ANDAHUAYLAS, abril 2014

Residuos Inorgánicos Reciclables para las Ciudades de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac”.

- d) La ubicación es adecuada para la construcción de la infraestructura del proyecto “Relleno Sanitario, Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos y Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables para las Ciudades de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac”.
- e) Los peligros identificados en el área de evaluación el peligro meteorológico (inundación) y tecnológico (contaminación ambiental).
- f) De acuerdo al análisis de vulnerabilidad se describe las vulnerabilidad Físico, económica, Educativo, política institucional y Ambiental y ecológico.

Considerando lo anterior en el análisis peligro vulnerabilidad se ha determinado como resultado de Riesgo Medio.

1.9.12 Medio biológico

- **Formación Ecológica**

Caracterizada por la zona de vida denominada Bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MBS), de clima húmedo y semi frío, con altitudes entre los 2800 y 3800 msnm y en algunos lugares hasta los 4000 msnm. La biotemperatura media anual es máxima 12.9°C y mínima 6.5°C y con 600 – 800 mm de precipitación promedio anual es máximo 1119 mm y mínimo 410 mm. Ocupa las laderas de los cerros y las partes medias de las cuencas. La vegetación es boscosa y está compuesta de las familias de poaceae, asteraceae, Juncaceae y Rubiaceae.

- **Paisaje**

Ecosistema típico de un área agrícola en ladera de cerro, con presencia de matorral húmedo en ladera rocosa con pendiente moderadamente pronunciada (30%); presencia de especies arbóreas, arbustivas, arbustivas espinosas y gramíneas.

- **Flora Terrestre**

El área de estudio se caracteriza por la presencia de familias como: Poaceae Asteraceae, Cactaceae entre otras. Durante el presente estudio se registraron 11 especies de plantas. Las especies más comunes registradas en el área del proyecto son: Pennisetum clandestinum, Trifolium sp. y Stipa ichu entre otros.

Este inventario abarcó porcentajes menores de rango de fertilidad de suelos e incluyeron sitios con un mosaico de tipos de suelos de baja diversidad. La zona de estudio actualmente tiene un empobrecimiento del suelo.

No se registraron especies protegidas en base a la listas de UICN y los Apéndices I, II y III de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2014).

- **Fauna General**

En lo referido a la Avifauna, se registraron un total de 17 especies de aves, siendo *Patagioenas maculosa* con 04 individuos (11.76%), *Metriopelia ceciliae* con 04 individuos (11.76%) y *Pheucticus aureoventris*, *Geositta cunicularia*, *Falco peregrinus* las especies más abundantes en la evaluación.

En el trabajo realizado en la zona evaluada se registraron especies de amplia distribución y sólo una que presenta una distribución y abundancia limitada según el IVO.

Geranoaetus polyosoma y *Circus cinereus* (Familia Accipitridae).- Los aguiluchos, águilas son rapaces propias de la serranía, predador principalmente de mamíferos pequeños, lagartijas, entre otros. Se les puede encontrar ampliamente distribuida. Ninguna de las dos especies se encuentra amenazada, según la lista del D.S. 034 – 2004 AG. Las dos especies antes mencionadas están consideradas dentro del apéndice II de CITES.

Falco peregrinus (Familia Falconidae).- Denominado “Halcón peregrino”, es una especie migrante boreal y en algunos lugares residente raro. Su registro es esporádico. Está en el apéndice I de CITES y como Casi Amenazado por el D. S. 034 – 2004 AG.

Asthenes ottonis (Familia Furnariidae).- Denominado canastero de frente rojiza, es una especie común para los valles interandinos del centro de Perú, Es importante por ser endémica para el país y el centro y sur del Perú.

En mamíferos se registraron un total de 5 especies evaluadas en el área de estudio.

Las especies más representativas para el estudio fueron *Calomys lepidus*. "ratón vespertino" seguido de *Akodon subfuscus* "ratón campestre", *Lycalopex culpaeus* "zorro andino" y *Conepatus chinga* "zorrino").

1.9.13 Áreas Naturales Protegidas

En la zona del proyecto no existe ninguna Área Natural Protegida (ANP) por el Estado, conforme al Sistema Nacional de Áreas Protegidas por el Estado (SINANPE), que está integrado por todas las áreas definidas por leyes promulgadas sobre la materia, tampoco tiene cercanía a sus áreas de amortiguamiento. Como lo certifica la autoridad competente mediante Certificado N°440-2014 –SERNANP-DDE de fecha 5 de diciembre 2014.

1.9.14 Medio social, económico, cultural y antropológico

La población beneficiada del proyecto son los Distritos de Andahuaylas, Talavera y San Jerónimo.

En las décadas de 80 y 90 Andahuaylas pasó por una situación de violencia política desatada por las fuerzas de Sendero Luminoso y las fuerzas policiales en Ayacucho y otros departamentos cercanos, originándose una inmigración del campo a la ciudad.

A partir del año 2000 en Andahuaylas se instalan universidades nacionales y particulares, originando una nueva ola migratoria de jóvenes de diversos lugares hacia la ciudad. Actualmente hay migración hacia las ciudades grandes como: Lima, Cusco, Ayacucho y Arequipa por motivos de estudios, muchos de estos emigrantes se quedan en esos lugares por motivos de trabajo y pocos vuelven a trabajar en su tierra; sólo regresan a Andahuaylas temporalmente para fechas festivas o como visita a sus familiares. Parece que el movimiento poblacional o migración de (emigrantes - inmigrantes) es algo equilibrado.

En Andahuaylas, el mayor porcentaje de personas se encuentra entre 10 a 19 años de edad, de los cuales entre 10 a 14 años representan el 8.68% y entre 15 a 19 años el 8.86%; le siguen las personas con edades de 20 a 24 años, con 7.05%; los de menores porcentajes de habitantes tienen menos de un año con 1.36% y los de 65 a + años con 2.90%. Se concluye que la mayor cantidad de habitante en el distrito de Andahuaylas se encuentra en el grupo de 10 a 24 años de edad; indicando esto que la población de Andahuaylas es mayormente joven; mientras a nivel de sexo, las mujeres es mayor pero en un porcentaje mínimo.

El saneamiento básico para las ciudades está dado en los siguientes porcentajes, la ciudad de San Jerónimo, cuenta con una cobertura de 60% en agua potable y 40% de cobertura de servicio de alcantarillado, la ciudad de Talavera cuenta con una cobertura de 90% en agua potable y 50% de cobertura de servicio de alcantarillado y la ciudad de Andahuaylas cuenta con una cobertura de 90% en agua potable y 60% de cobertura de servicio de alcantarillado.

La oferta educativa de la Provincia de Andahuaylas está centralizada en las capitales de Distritos, donde tienen favorables condiciones de estudio con distancias cortas hacia las Instituciones Educativas tanto para docentes como alumnos.

La Provincia de Andahuaylas cuenta con la Dirección Sub Regional de Salud Apurímac II, dependencia operativa del Ministerio de Salud, tiene bajo su cargo el hospital general Hugo Pesce Pesceto y el Hospital General de Chincheros, 11 Centros de Salud y 66 Puestos de Salud.

Según la información recibida de la DISA se tiene en desnutrición infantil de niños menores a 3 años: Andahuaylas 26%, San Jerónimo 26% y Talavera 20% de niños desnutridos.

Según censo de población y vivienda realizada por el INEI en el 2007, la población económicamente activa (PEA) de 14 y más años, es decir aquellas que se encuentran participando en la actividad económica, ya sea teniendo un empleo o que se encuentran activamente buscando un empleo, fue de 24.346 personas para los 3 distritos del conglomerado del valle del Chumbao. De este universo, solo un 4% de su PEA se encontraba desocupada.

La economía es sostenida por una fuerza laboral caracterizada por trabajadores independientes (38.0%), empleados (25.6%) y obreros (17.4%) que representan el 81% del total de la PEA de 14 años y más, representados en la prestación de servicios en la capital provincial.

La agricultura es la actividad principal de la población en la provincia y en los distritos de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera, del valle del Chumbao, con prácticas de producción en épocas de lluvia (campana grande).

La actividad pecuaria en los 3 distritos es una actividad que se comparte de manera asociada con las labores culturales del campo, del desarrollo de la labranza, en la que están comprometidos todavía importantes sectores de la población de la ciudad y la periferia de los tres distritos. Esta actividad se sustenta básicamente por la crianza de ganado criollo y pastos cultivados, bajo pastoreo extensivo y corrales.

El aprovechamiento del aspecto turístico es un punto de partida esencial en el desarrollo económico, y como tal se ha tomado en cuenta para el aprovechamiento de sus principales atractivos, su inserción y promoción en los principales mercados.

En la provincia, Existe un rico patrimonio cultural legado por las civilizaciones y culturas pre incas (Chancas) e incas, así como, los propios del proceso de aculturación e inserción en la colonia y la república. Se dispone de una riqueza, de las generaciones pre incas, e incas, restos arqueológicos, donde destacan algunos miradores incas, piedras talladas y recintos de culto a la naturaleza que en muchos casos están en mal estado de conservación.

Actualmente se presenta como el mayor atractivo para la ciudad, provincia y región, sus hermosos paisajes naturales. Los celajes por el lado oeste, realzan la silueta majestuosa de la pradera Chanka, ofreciendo un vistoso paisaje del cielo andahuaylino. La topografía variada, exuberantes bosques, caudalosos ríos, manantiales y riachuelos, numerosas lagunas, cataratas, etc., hacen y dotan a este territorio de una belleza sin igual.

La ciudad de Andahuaylas y sus distritos se encuentran bien dotados de tales recursos como el Huayao / Qumpicacha (arte rupestre); Iglesia de San Pedro de Andahuaylas, Celajes (Atardecer por el oeste); Paisajes forestal (Bosques de eucalipto y pinos), Plaza principal; en San Jerónimo encontramos el Templo de San Jerónimo, Huach – Huallhua (Ruinas pre incas); en Talavera encontramos la Iglesia Apóstol Santiago (Arquitectura y escultura colonial); Ushma / Rumichurku (Chulpas de piedra); La Torre de Reloj; Baños Medicinales, etc.

La mujer campesina manifiesta que en Andahuaylas existe mucha delincuencia, borrachera, robo; es una ciudad insegura que las autoridades no realizan las medidas correctivas; refieren que llegará el momento donde la población se organice y hará justicia con sus manos.

El pueblo Chanka goza de una gran riqueza cultural, constituida por diversas expresiones, manifestaciones conservadas y cultivadas por sus poblaciones a través de generaciones, tales como: las festividades religiosas, habilidades artesanales, gastronomía, música, danza y otras relacionadas a la cultura viva que ejercen y plantean un potencial centro de atracción turística, que requiere expandir su área de influencia e incorporarse a los principales corredores económicos y turísticos de la macro región y del país, tales como:

- ✓ Tradición en la labranza de la tierra
- ✓ Tradición ferial, motor y dinamizador de la economía local para el abastecimiento local y festivales nacionales.
- ✓ La práctica de la medicina tradicional.
- ✓ Monumentos religiosos con valor arquitectónico.
- ✓ El desarrollo del arte, artesanía y creación cultural, en el campo de la música folklórica y la danzas colectivas (negritos), competencias en danzas de las tijeras, corridas de toros (wacrapucos y el harawi), carnavales, comparsas; el Sondor Raymi.
- ✓ La gran variedad de su rica Gastronomía: comidas típicas y bebidas.
- ✓ Fiestas patronales en cada lugar unió siempre a los pueblos.

Idioma: En la Provincia Andahuaylas su gran mayoría habla el quechua 73,5% y el castellano un 26,1% mientras que el Aymara es hablado por el 0.2% de la población, otras lenguas 0.2%, en la actualidad es uno de los elementos primordiales para determinar los espacios homogéneos, siendo herencia ancestral y parte de la identidad cultural mestiza y nativa.

Artesanía: La artesanía de la zona es de origen Chaka de ahí el arte ancestral del tejido, el tallado y la orfebrería

1.10 Plan de participación ciudadana

En coordinación con los equipos técnicos de la Unidad ejecutora del MINAM y la Municipalidad provincial de Andahuaylas, se realizaron de manera conjunta una serie de actividades orientadas a propiciar espacios para la socialización del proyecto, diálogo directo y levantamiento de información a nivel de diagnóstico participativo distrital, como parte de los estudios de pre inversión. Se realizó el Taller de presentación y aceptación por parte de la población e instituciones involucradas del proyecto de inversión pública “Mejoramiento y Ampliación de la gestión Integral de los residuos sólidos municipales en la zona urbana del distrito de Andahuaylas y disposición final de San Jerónimo y Talavera, Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac”

Entre el 7 y el 10 de octubre del 2014 se realizaron una serie de actividades con la participación de los funcionarios municipales, directivos y la comunidad, habiéndose desarrollado el taller informativo de los procesos a desarrollarse para la formulación del EIA priorizando la participación de la población más cercana al lugar del futuro relleno sanitario, dentro del programa: “Mejoramiento y Ampliación de la gestión Integral de los residuos sólidos municipales en la zona urbana del distrito de Andahuaylas y disposición final de San Jerónimo y Talavera, Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac” En este taller informativo se realizó la exposición del proyecto. La planta de tratamiento tendrá una capacidad instalada para facilitar el aprovechamiento de los residuos inorgánicos separados por la comunidad y orgánicos de los mercados que serán tratados mediante el proceso de compostaje, buscando producir un mejorador de suelos que puede ser aprovechado para la actividad agrícola de la Provincia.



1.11 Identificación y evaluación de impactos ambientales para la infraestructura de relleno sanitario.

Los principales impactos ambientales que se generarán son en aire, suelo y uso del territorio, las actividades que más impactan en la etapa de construcción, son la excavación, explanación y movimiento de tierras, mientras que en la etapa de operación y mantenimiento el factor ambiental más impactado es el aire en sus componentes de generación de olores y partículas en suspensión, principalmente de manera negativa aunque valoradas en despreciables, esto debido a las actividades de vaciado, esparcido, compactación y cobertura de los residuos, así como la actividad de transporte de los residuos sólidos.

En lo que se refiere a los aspectos sociales, el principal efecto se dará en el territorio, por el flujo vial, debido a que por el horario de trabajo, se generará algún flujo vehicular en horario nocturno, previsto hasta las 2:00 a.m. lo que generará un impacto negativo en la población aledaña a la vía hacia el relleno sanitario.

En lo referido al aspecto de economía local, en todas las etapas del proyecto se generarán impactos positivos, básicamente en lo referido a la generación de empleo y

actividades productivas, es importante señalar que si bien la generación de empleo no será importante en número, sí reflejará una mejora en las condiciones socioeconómicas.

1.12 Identificación y evaluación de impactos ambientales para la planta de tratamiento

En la etapa de la construcción se registran 2 actividades con los valores más altos positivos:

- La construcción de las composteras, y el sistema de recolección de lixiviados.
- Las mejoras aunque muy pequeñas de la economía local, es lo que brinda impactos positivos en todas las etapas del proyecto.

Asimismo en esta etapa los valores de impactos negativos más altos que pueden notarse en forma integral se dan con las siguientes actividades:

- Descarga y esparcido de residuos, construcción de pilas, volteos, tamizado y apilamiento.
- Todas las etapas de construcción generan impactos negativos al factor accidentes y salud ocupacional.

En la etapa de cierre las actividades de desmantelamiento y retiro de materia orgánica son las actividades que generan impactos negativos.

Los impactos negativos que destacan en forma total en esta etapa son:

- Descarga y esparcido de residuos.

1.13 Plan de Manejo Ambiental

El alcance del Plan de Manejo Ambiental establece su cumplimiento durante las actividades a ser realizadas en cada una de las etapas del Proyecto, abarcando tanto las instalaciones del Proyecto como el Área de Influencia del Proyecto en su totalidad (directa e indirecta).

La implementación del Plan de Manejo Ambiental durante las etapas de planificación y construcción del relleno sanitario, planta de tratamiento de residuos orgánicos y planta de separación de residuos inorgánicos, será responsabilidad de la empresa contratista que se encargue de su construcción; mientras que en la etapa de operación será responsabilidad de la Municipalidad Provincial de Andahuaylas como operador de las instalaciones del Proyecto, para lo cual deberá designar al personal necesario que cumplirá las diferentes funciones requeridas para su administración y mantenimiento.

1.13.1 Medidas generales del programa

Las medidas de carácter general que se deberán tener en cuenta durante la ejecución de las obras son:

- Todo personal involucrado en el Proyecto (“stakeholders”) deberán tener conocimiento del Plan de Manejo Ambiental, ya sea mediante charlas de inducción, talleres o cualquier otro mecanismo formal para la comunicación de información.
- El personal a cargo de las labores de construcción del Relleno Sanitario deberá cumplir los estándares, requerimientos y procedimientos sobre medio ambiente, salud y seguridad ocupacional.
- Los equipos, maquinarias y materiales que se utilizarán en la ejecución del Proyecto cumplirán con las especificaciones técnicas de control y mantenimiento sugeridas por el fabricante, que incluyen pruebas e inspecciones regulares.
- La empresa contratista encargada de la construcción del Relleno Sanitario contará con un Departamento de Medio Ambiente, Salud, Seguridad y Responsabilidad Social durante la ejecución del Proyecto.
- De acuerdo con la Ley N° 29783 – “Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo”, el personal involucrado en el Proyecto deberá estar capacitado en temas de salud e higiene ocupacional.
- El manejo de los residuos sólidos generados se realizará de acuerdo a lo señalado en la Ley N° 27314 – “Ley General de Residuos Sólidos” y su Reglamento (D.S. 057-2004-PCM).

1.13.2 Plan de Vigilancia Ambiental

La vigilancia sanitaria y ambiental es un instrumento de gestión que se muestra como un plan, con mecanismos de vigilancia e indicadores de desempeño que permiten mostrar el avance y cumplimiento que los administradores del proyecto realizan sobre el Plan de Manejo Ambiental.

A fin de asegurar el logro de la vigilancia sanitaria y ambiental deberá establecerse un nivel organizativo, encargado del sistema de vigilancia sanitaria y ambiental que facilite la ejecución del plan y garantice su sostenibilidad, incluyendo la conformación del EVAL que reporte a la CAM.

La Unidad de Protección Ambiental (Una de las Unidades Operativas) será responsable de la gestión y ejecución del desarrollo del Programa de Monitoreo Ambiental y otras acciones de monitoreos técnicos operacionales necesarios (como medición de la cobertura, determinación de densidad de compactado, etc.).

1.13.3 Plan de Monitoreo Ambiental

El plan de monitoreo ambiental se desarrollará en los puntos pre establecidos, coincidentes con el área de influencia directa del proyecto.

Dada la naturaleza del proyecto se ha determinado que los componentes ambientales a ser monitoreados en las etapas: planificación, operación y mantenimiento, cierre y post cierre son:

- Aire.
- Ruido.
- Agua

Adicionalmente, para las etapas operación y mantenimiento, cierre y post cierre, se monitoreará:

- Lixiviados.

Se recomienda al administrador del proyecto encargar a la unidad de protección ambiental las gestiones necesarias como el contrato de una empresa especializada en monitoreos ambientales y certificada ante INDECOPI.

El presupuesto de este plan se muestra en la siguiente tabla.

Presupuesto del plan de monitoreo ambiental

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE PUNTOS	CANTIDAD ANUAL	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO PARCIAL (S/./AÑO)
Etapas de operación y mantenimiento				
Aire	2	1	3,500.00	7000.00
Ruido	2	1	250	500.00
Lixiviados y agua	3	1	2,750.00	8250.00
Total anual de la etapa				15,750.00
Cierre				
Aire	2	1	500	1,000.00
Lixiviados y agua	2	1	2500	5,000.00
Total anual de la etapa				6,000.00
Post Cierre				
Aire	1	1	500.00	500.00
Lixiviados	1	1	2,500.00	2,500.00
Total anual de la etapa				3,000.00

1.13.4 Plan de compensación

Siendo el terreno destinado para el proyecto de propiedad de la Municipalidad y no habiéndose registrado algún conflicto de interés, más bien contando con opinión favorable de la población; este tipo de plan no aplica para el presente estudio.

1.13.5 Plan de contingencia

Se describen una serie de acciones y medidas que se deberán tener en cuenta para contrarrestar, y evitar, la ocurrencia de emergencias durante la planificación, construcción y operación del relleno sanitario. Así mismo permitirá corregir o restaurar los impactos negativos a que tenga lugar el ambiente y la salud de las personas involucradas en situaciones de emergencia por incidentes relacionados con la instalación del proyecto, considerando:

- Responder y poner en operación las medidas para el control de la emergencia.
- Mitigar los daños ocasionados como consecuencia de la emergencia.
- Reacondicionar las áreas comprometidas y minimizar el impacto ambiental.

El plan define y describe la responsabilidad de la empresa contratista en la respuesta para situaciones de emergencia en el área donde se ejecuta la construcción y posterior operación del proyecto. El plan contiene detalles de las responsabilidades del personal clave y el origen de la emergencia. Los procedimientos son diseñados para cubrir toda situación de emergencia. La efectividad de la respuesta depende de que los individuos estén atentos sobre sus responsabilidades y utilicen su iniciativa dentro del marco suministrado por estos procedimientos

El plan define y describe la responsabilidad de la empresa contratista en la respuesta para situaciones de emergencia en el área donde se ejecuta la construcción y posterior operación del proyecto. El plan contiene detalles de las responsabilidades del personal clave y el origen de la emergencia. Los procedimientos son diseñados para cubrir toda situación de emergencia. La efectividad de la respuesta depende de que los individuos estén atentos sobre sus responsabilidades y utilicen su iniciativa dentro del marco suministrado por estos procedimientos

Una emergencia puede ser resuelta con distintos tipos de recursos, en algunas ocasiones pueden ser controladas en un tiempo breve (en horas) y en otras circunstancias pueden tomar mayor tiempo con gran movilización de recursos, razón por lo cual es imperiosa la necesidad de tipificar las emergencias en distintos niveles, que a su vez especifican un determinado tipo de acción o apoyo.

1.13.6 Emergencias naturales

Son todas aquellas situaciones que al ocurrir producen algún grado de conmoción en las personas y que tienen su origen en fenómenos de la naturaleza. Por ejemplo: temporales, tormentas, avalanchas, aluviones, terremotos, etc.

- **Emergencias Técnicas**

Son aquellas provocadas fundamentalmente por el accionar del hombre y su entorno. Por ejemplo: incendios, explosiones, derrames, etc.

• Emergencias Sociales

Son aquellas cuyo origen está en las conductas de los individuos ante ciertas presiones e influencias sociales o ideológicas. Por ejemplo: atentados terroristas, huelgas, enfrentamientos, sabotaje, interrupción al proyecto.

Si bien se han definido tres tipos de emergencia, en este plan se contemplan los procedimientos de cómo actuar en caso de emergencias naturales y de emergencias técnicas, potencialmente de mayor ocurrencia en las faenas.

NIVEL	DESCRIPCIÓN
Nivel I	<p><u>Al Personal</u> No hay daños personales en los trabajadores o personal de obra, pero pudieron existir leves circunstancias que afectasen ligeramente la integridad o salud del personal.</p> <p><u>Al Ambiente</u> No hay daño al ambiente circundante al proyecto así como tampoco en el interior del área de trabajo e instalaciones del personal, pero pudo existir daño leve de no ser controlado.</p> <p><u>A la Propiedad e Instalaciones</u> No hay daño a la propiedad o instalaciones, pero pudo haber de no ser controlado.</p>
Nivel II	<p><u>Al Personal</u> Daños personales leves en el personal del proyecto, pero pudo existir circunstancias que afectasen en mayor grado la salud del personal no hay daños temporales o permanentes (heridas, cortes, desmayos, caídas leves, contusiones leves, mareos, dolores de cabeza, fiebre, etc.)</p> <p><u>Al Medio Ambiente</u> Ligera afectación al medio ambiente circundante al proyecto o al interior del área de trabajo e instalaciones del personal, pero pudo existir mayor afectación de no ser controlado</p> <p><u>A la Propiedad e Instalaciones</u> Leve daño a la propiedad o instalaciones, pero pudo haber mayor afectación de no ser controlado (choques leves entre vehículos, ruptura de una herramienta, desperfecto causado en una maquinaria, desperfecto o fallas en las instalaciones de la obra (Luz, Teléfono, Agua), amago de Incendio en equipos, vehículos e instalaciones). Es una emergencia de nivel moderada. Se debe llamar al Equipo de Respuesta de la Emergencia, por si fuera necesaria su intervención. Este equipo es puesto en alerta pero sin activarlo.</p>

NIVEL	DESCRIPCIÓN
Nivel III	<u>Al Personal</u> Daños personales en los trabajadores o personal de obra de moderada afectación, pueden causar incapacidad temporal o posible lesión permanente a menos que se preste atención médica inmediata (heridas punzo cortantes, luxaciones, quemaduras de 1er. y 2do. Grado en menos del 15 % del cuerpo fracturas internas sin mayor compromiso, procesos fisiológicos intempestivos, apendicitis, fiebres altas).
	<u>Al Medio Ambiente</u> Daño al medio ambiente circundante de la obra u proyecto o en el interior del área de trabajo e instalaciones del personal, de moderada afectación pero pudo existir mayores niveles de afectación de no ser controlado
	<u>A la Propiedad e Instalaciones</u> Daño a la propiedad o instalaciones, pero pudo haber mayores consecuencias de no ser controlado (accidentes vehiculares con heridos leves, pérdida de maquinarias y equipos por daños generados, caída de parte de instalaciones, fractura de elementos de montaje, incendio en tableros eléctricos, vehículos, o instalaciones que requieran para su extinción líneas de agua.)

Entre los acontecimientos o eventos no deseados, que podrían causar emergencias, tenemos los siguientes:

- Accidentes/eventos Ambientales
 - Incendios
 - Explosiones por emanación de gas
 - Derrame de sustancias peligrosas
 - Fugas de biogás
 - Emanación de olores molestos
 - Derrames de lixiviados
 - Falla en la poza de lixiviados
 - Proliferación de vectores sanitarios
 - Imposibilidades de acceso al frente de trabajo
 - Accidente vehicular
 - Accidentes personales: Caída a distinto nivel de los trabajadores, apretado contra (por), golpeado contra (por), atrapado en/bajo/entre, resbalón o caída al mismo nivel.
- Fenómenos Naturales
 - Sismos
 - Tormenta eléctrica
 - Deslizamientos
 - Lluvias torrenciales
- Políticos y/o Laborales
 - Paros
 - Robos
 - Conmoción civil
- Comunicaciones
 - Problemas con Autoridades locales

- Problemas con población beneficiada
- Problemas con instituciones No Gubernamentales (ONG, empresas, otros)

Resumen de los compromisos ambientales

IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL	COMPROMISOS AMBIENTALES	RESPONSABLE	COSTOS (\$/)
Plan de Manejo Ambiental	<p>Velar por la limpieza y orden de ambas infraestructuras. Aplicar el riego para sedimentar las partículas de polvo. Velocidad controlada de vehículo de transporte y maquinaria.</p> <p>Capacitación vial donde se eduque al transportista de evitar el uso de bocinas y adaptar una cultura solidaria con los vecinos al entorno</p> <p>Uso de equipos de protección personal.</p> <p>Desarrollar los monitoreos ambientales cumpliendo con la normativa vigente.</p> <p>Durante la etapa constructiva, la calidad del suelo puede verse alterada por depósito de desmontes y escombros, ante ello se debe garantizar el adecuado manejo y disposición final (Empresa Prestadora de Residuos Sólidos registrada y autorizada).</p> <p>Los carteles y señalizaciones que se empleen para limitar la zona deben incluir mensajes disuasivos para captar la aceptabilidad del público.</p> <p>Durante la operación en el área verde disponible deberá asegurarse su conservación adecuada y previendo que se albergue especies nativas.</p> <p>Desarrollar monitoreos ambientales en cumplimiento al Plan establecido.</p> <p>En la etapa de operación el titular del proyecto debe contar con un área de prevención de accidentes. Para estos fines es importante regirse al Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo - Decreto Supremo 009-2005-TR (incluyendo su modificatoria) y Norma Básica de Ergonomía - Resolución Ministerial-375-2008.-TR.</p>	Operador del proyecto	34,865.00
Plan de Vigilancia Sanitaria y Ambiental	<p>Aplicación del Reglamento de Salud y Seguridad en el Trabajo.</p> <p>Mantenimiento de chimeneas y quemadores operativos.</p> <p>Mantenimiento de planta de tratamiento de lixiviados.</p> <p>Cumplimiento de cobertura diaria (no menor de 20 cm).</p> <p>Cumplimiento de actividades para elaboración de Compost.</p> <p>Riego periódico.</p> <p>Cumplimiento de límites de velocidad y de prácticas de transporte seguras y sanitarias.</p> <p>Capacitación vial a transportistas.</p> <p>Difusión de volantes, carteles para afianzar aceptación</p>		13,000.00

IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL	COMPROMISOS AMBIENTALES	RESPONSABLE	COSTOS (\$/)
	<p>pública por la construcción del proyecto.</p> <p>Implementación y mantenimiento de áreas verdes.</p> <p>Monitoreos Ambientales durante operatividad del proyecto (con la finalidad de determinar contaminación del entorno ambiental).</p> <p>Aplicación de un Plan de capacitación por prevención a la salud.</p> <p>Gestión de coordinación entre la MPH, Policía y titular del proyecto para mejorar el flujo vial evitando tráfico y accidentes.</p> <p>Suministro de equipos de protección personal.</p> <p>Capacitación y entrenamiento en seguridad ocupacional.</p> <p>Supervisión de cumplimiento de sellado final (no menor de 50 cm).</p> <p>Implementación y mantenimiento de áreas verdes.</p> <p>Revegetación.</p> <p>Monitoreos Ambientales durante esta etapa (con la finalidad de determinar contaminación del entorno ambiental).</p> <p>Aplicación de un Plan de capacitación por prevención a la salud.</p>		
Plan de Compensación	No aplica		-
Plan de Relaciones Comunitarias	<p>Capacitaciones en seguridad vial, industrial e higiene y protección ambiental.</p> <p>Reglamento de Relaciones Comunitarias.</p> <p>Realización de obras de proyección social (un árbol por casa).</p> <p>Facilitador de visitas a población estudiantil (dación de conferencias durante etapa de cierre parcial).</p> <p>Empleo (se solicitará para desmontaje de instalaciones y para arborización).</p>		12,200.00
Plan de Contingencias	<p>Capacitación a 6 brigadas (mínimo 2 sesiones por brigadas en el año).</p> <p>Simulacros (2 simulacros al año).</p> <p>Adquisición de Equipamiento.</p> <p>Mantenimiento de equipamiento.</p>		7,000.00
Plan de Cierre	<p>El proyecto de diseño detalla las características específicas para su adopción; sin embargo cabe destacar que este diseño debe incluir como mínimo:</p> <p>Capa impermeable de espesor: 0,5 m.</p> <p>Las chimeneas debidamente instaladas desde su base contarán con sus quemadores cuya operatividad garantizará el control de la emisión de gases.</p> <p>Se realizarán los monitoreos ambientales referidos a:</p> <p>Gases emitidos desde las chimeneas, lixiviados (pozo y afloramientos), calidad del agua subterránea para</p>		1.194.122,41

IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL	COMPROMISOS AMBIENTALES	RESPONSABLE	COSTOS (\$/)
	<p>detectar posible contaminación con lixiviados, calidad del agua superficial, calidad de aire y ruido.</p> <p>Mediante un plan de operaciones del operador de esta infraestructura se desmontará toda construcción presente, esta acción en algo contribuirá a mejorar la imagen paisajística alterada por esta intervención antropogénica.</p> <p>Uso como área verde y de recreación.</p>		
Total			1'261,187.41

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Antecedentes

El Gobierno Peruano y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) conforman una alianza estratégica en abril 2009, suscribiendo para ello un convenio para mejorar las condiciones de gestión y manejo de residuos sólidos en 08 zonas objetivas del país. Para ello se genera el **Programa de desarrollo de sistemas de gestión de residuos sólidos en zonas prioritarias de: Puno, Piura, Ancash, Tumbes, Apurímac, Ica, Huánuco, Puerto Maldonado, San Martín, Junín, Lambayeque, Loreto, Ayacucho, Amazonas, Lima y Pasco, PROG-16-2010-SNIP**, el mismo; que tiene como objetivo la mejora de la calidad ambiental por la eficiente y sostenible gestión de los residuos sólidos en zonas prioritarias del Perú; Creándose para esto la unidad ejecutora 003 Gestión integral de la calidad ambiental - GICA del Ministerio del Ambiente (MINAM).

Como parte del programa antes mencionado el BID suscribe el Contrato de Préstamo N° 2759/OC-PE, con el estado peruano el 14 de agosto del 2012, que financiará los proyectos de Huamanga, San Juan Bautista, Yauyos, Andahuaylas, Chancay, Pozuzo, Oxapampa y Andahuaylas; en cuyo marco se estaría desarrollando el proyecto de inversión pública con código SNIP: 126569 *“Mejoramiento y Ampliación de la gestión Integral de los residuos sólidos municipales en la zona urbana del distrito de Andahuaylas y disposición final de San Jerónimo y Talavera, Provincia de Andahuaylas, - Apurímac”*, el cual considera la construcción y operación de un relleno sanitario semi mecanizado de la provincia de Andahuaylas, construcción y equipamiento de una planta de recuperación manual de residuos sólidos inorgánicos, construcción y equipamiento de una planta de reaprovechamiento para residuos sólidos orgánicos, la adquisición de camión furgón y el establecimiento de un programa de recolección selectiva, la ampliación del servicio de transporte y recolección de residuos sólidos mediante la adquisición de equipamiento y talleres dirigidos al personal, la adquisición de equipo de almacenamiento y barrido, capacitación del personal, elaboración de manuales operativos. el mejoramiento de la gestión administrativa, financiera técnica a través de un programa de fortalecimiento de las capacidades a nivel de funcionarios y de personal operativo, así como el fortalecimiento de las labores de supervisión y monitoreo mediante su sistematización, la instalación de módulo de atención y la implementación pre operativa de este sistema, también incluye el diseño de un plan de estrategias para incrementar la recaudación tributaria y el diseño de un programa de comunicación, sensibilización y educación vecinal. Promover en la población adecuadas prácticas ambientales y ciudadanas partiendo de la identificación de los conocimientos, actitudes y prácticas y el diseño e implementación de campañas de sensibilización en segregación, reciclaje, minimización y otros mecanismos de difusión en medios masivos.

En este contexto se desarrollará el proyecto materia del presente estudio denominado **“Relleno Sanitario para las ciudades de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera, Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos y Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables para la ciudad de Andahuaylas, Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac”**.

2.2 Nombre del proyecto

El proyecto ha sido denominado “RELLENO SANITARIO PARA LAS CIUDADES DE ANDAHUAYLAS, SAN JERONIMO, TALAVERA Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS Y PLANTA DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS INORGÁNICOS RECICLABLES PARA LA CIUDAD DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC”.

2.3 Objetivo y justificación del proyecto

La actual gestión y manejo de residuos sólidos en la provincia de Andahuaylas presenta deficiencias estructurales y de operación; tal es así que la disposición final inadecuada es una causa principal que acrecienta el problema antes descrito, fundamentalmente por la inexistencia de un relleno sanitario según las normas vigentes. Actualmente los residuos generados se disponen en un botadero, no se cuenta con personal que verifique la disposición efectiva de los residuos en el botadero, la compactación y cobertura de los residuos es deficiente, no se han instalado chimeneas para drenaje de gases ni tampoco sistema de drenaje de lixiviados, no existe un diseño técnico para la disposición de los residuos ni un plan de clausura y no existe un cerco perimétrico que atenúe el transporte de residuos volátiles hacia otros lugares.

El almacenamiento de los residuos sólidos domiciliarios en Andahuaylas, se realiza en recipientes, que se reutilizan hasta que éstos quedan inutilizados para este fin, es común observar el empleo de bolsas plásticas descartables y costales, que se entregan a la unidad recolectora conjuntamente con los residuos. Con frecuencia, el almacenamiento de los residuos sólidos se realiza en vías o espacios públicos, a pesar de existir tachos o papeleras públicas. En cada distrito se encuentra sitios precariamente acondicionados donde se depositan residuos, y desmontes, desde los cuales las unidades de recolección los evacúan en forma inadecuada. Esta práctica negativa se ve indirectamente estimulada porque los mismos trabajadores de la municipalidad acumulan los residuos en vías públicas, presentando un mal aspecto y generando focos infecciosos que atentan contra la salud pública y el ornato de la ciudad. El barrido de las calles, se realiza de manera manual, El equipamiento es inadecuado, compuesto por escobas, carretillas, lampas, cilindros. La recolección de los residuos sólidos es la tarea que mayor atención y esfuerzos demanda a las Municipalidades. Aunque la información de cobertura y calidad del servicio de recolección de residuos sólidos no se registra, ni evalúa de modo sistemático, existe un nivel de distribución del trabajo de recolección por zonas y asignación de rutas de acuerdo a la necesidad del servicio.

En cuanto a los hábitos del poblador, éste no está acostumbrado a colaborar con el servicio de residuos sólidos sino sólo a exigir una adecuada prestación, si se presenta algún problema con el vehículo recolector o se retrasa, los residuos son expuestos en la vía pública. Así mismo, las actividades regulares de educación ambiental

institucionalizadas en el tema de residuos es deficiente por parte de la Municipalidad y los centros educativos.

La Municipalidad tiene como competencia asegurar el bienestar de la sociedad mediante la provisión de los servicios públicos, como es la gestión integral de residuos sólidos. Por tanto dicha situación en muchos casos se debe de resolver con recursos públicos, considerando que estos recursos deban utilizarse sólo para la etapa de inversión del proyecto, en tanto que los gastos de operación y mantenimiento del mismo deberán ser financiados con el pago de la tarifa que se cobre a los ciudadanos por la prestación del servicio mencionado.

2.3.1 Objetivos del Proyecto

- Construir una infraestructura de disposición final de los residuos sólidos para las zonas urbanas de Andahuaylas, Talavera y San Jerónimo, Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac.
- Brindar el servicio de reaprovechamiento de residuos sólidos a través del tratamiento de residuos orgánicos y la segregación de los residuos sólidos inorgánicos reciclables del distrito de Andahuaylas.
- Mejorar las condiciones de salubridad de la comunidad.

2.3.2 Justificación

De acuerdo a los estudios realizados en el marco del presente proyecto se estima que al término del año 2015 los residuos sólidos municipales generados alcanzarían valores de 15,897 ton/año. Por lo que es imperativo la construcción del relleno sanitario semi mecanizado que permitirá lograr la disposición final controlada de los residuos en el suelo, previniendo y minimizando los impactos hacia el suelo, el agua, el aire y la salud humana en su área de influencia. Por su parte, con la planta de reaprovechamiento se busca dar utilidad a los residuos inorgánicos reciclables mediante la clasificación por tipo de material y con la planta de aprovechamiento de orgánicos, producir compost, para utilizarlo en diferentes actividades agrícolas. A su vez esto permitirá prolongar la vida útil del relleno sanitario.

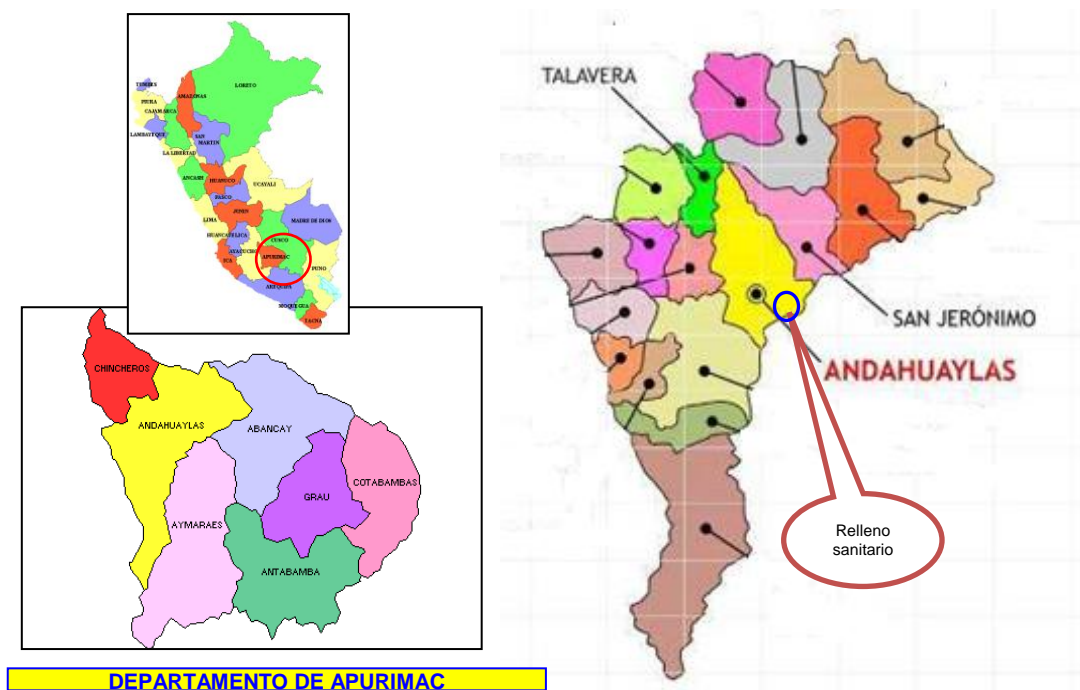
La construcción del relleno sanitario semi mecanizado, planta de tratamiento de residuos orgánicos y planta de separación de residuos inorgánicos reciclables en la provincia Andahuaylas, es prioritaria, debido a que los residuos sólidos de las ciudades más grandes de la provincia como Andahuaylas, Talavera y San Jerónimo se encuentran expuestos en las vías públicas, a orillas del río Chumbao y en el botadero a cielo abierto ubicado en el Cerro San José, distrito de San Jerónimo, cerca de la ciudad de Andahuaylas.

La presencia de residuos sólidos en los diversos espacios genera las condiciones favorables para la presencia de roedores y vectores, las personas más vulnerables a tales riesgos son los niños, las madres gestantes y los ancianos; sin embargo, la población en general está expuesta a condiciones de vida inadecuadas, lo cual tiene efectos directos sobre la salud pública y contaminación ambiental, principalmente por la proliferación de vectores como roedores, moscas entre otros. Asimismo los impactos asociados a la contaminación del aire que causan olores molestos en las proximidades del botadero y la generación de gases asociados a la digestión bacteriana de la materia orgánica, no cabe duda que la acumulación de residuos sólidos en sitios urbanos o rurales producen impactos en la estética, malos olores, que disminuye potencialidades para el desarrollo de la actividad turística en Andahuaylas, Además el suelo que subyace los residuos sólidos depositados en el botaderos a cielo abierto, se contamina con microorganismos patógenos, metales pesados, sustancias tóxicas, que están presentes en el lixiviado de los residuos afectando grande mente la actividad agrícola ganadera y pone en riesgo la salud pública de los pobladores de la parte baja específicamente de la población de Suylluhuacca.

2.4 Localización geográfica y política

El área para la implementación de la infraestructura de disposición final de residuos sólidos, planta de tratamiento de residuos orgánicos y planta de segregación de residuos sólidos inorgánicos reciclables, se localiza políticamente en el distrito de San Jerónimo, provincia de Andahuaylas departamento de Apurímac; geográficamente comprende un área de 6.05 has. que se ubica en una zona de ladera, con pendiente moderadamente pronunciada denominado “Cerro San José”, que comprende la comunidad campesina Unión Chumbao, distrito de San Jerónimo provincia de Andahuaylas a 7.56 km de la plaza mayor de la ciudad de Andahuaylas en la ruta al aeropuerto.

Figura 2-1 Localización general del Relleno Sanitario de Andahuaylas



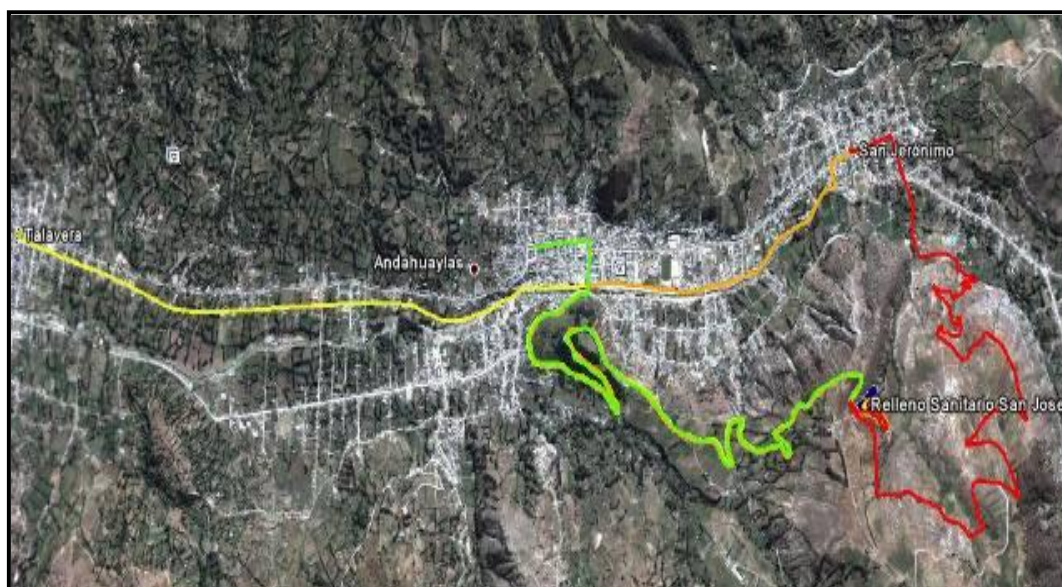
2.4.1 Vías de Acceso

- Por vía aérea:**
 Se accede por vía aérea a una hora de vuelo aproximadamente, saliendo desde Lima al aeropuerto de Andahuaylas. De ahí por vía terrestre afirmada, aproximadamente 10 Km hasta el lugar del proyecto.
 - Por vía terrestre:**
 Desde Lima por medio de la carretera Panamericana sur, pasando por Pisco, ahí por la carretera asfaltada hasta Ayacucho, para proseguir hasta llegar a la ciudad de Andahuaylas, recorriendo 1050 km desde Lima, haciendo un recorrido de 16 horas aproximadamente.
- Al área donde se construirá el relleno sanitario de Andahuaylas se accede mediante la carretera afirmada que inicia en el puente colonial sobre el río Chumbao en la ciudad de Andahuaylas hacia la zona denominada Cerro San José, recorriendo un tramo de 7.56 kilómetros desde la plaza mayor hasta llegar al límite del área del proyecto.
- Por vía Fluvial:**
 No hay acceso.

2.4.2 Colindancia

Norte: Con la propiedad de la Comunidad Campesina Unión Chumbao
 Sur: Con la carretera que conduce al Centro Poblado de Huancabamba
 Este: Con la propiedad de la Comunidad Campesina Unión Chumbao
 Oeste: Con la propiedad de la Comunidad Campesina Unión Chumbao

Figura 2-2 Ubicación y Vía de acceso al área del relleno sanitario de Andahuaylas



En la imagen: en color amarillo y naranja la vía asfaltada y en color verde (Andahuaylas – área del proyecto) y rojo (San Jerónimo - área del proyecto) trochas carrozables en buen estado

2.4.3 Propietario

El propietario del terreno es la Comunidad Campesina Unión Chumbao, quien cedió en cesión en uso el terreno de **96,173.87 m² y perímetro 1,454.86 ml**, ubicado en el Cerro San José, a la Municipalidad Provincial de Andahuaylas, por un periodo de 25 años, para el proyecto *"Mejoramiento y Ampliación de la gestión Integral de los residuos sólidos municipales en la zona urbana del distrito de Andahuaylas y disposición final de San Jerónimo y Talavera, Provincia de Andahuaylas, - Apurímac"*, mediante *acta de asamblea general extraordinaria de la Comunidad Campesina Unión Chumbao inscrita en la Oficina Registral Regional "Los Libertadores Wari", Zona Registral N° X Sede Cusco de la Superintendencia Nacional de los Registros Públicos*, de las cuales solo se utilizara, 6.06 ha. con un perímetro de 1,392.30 ml. para el mencionado proyecto, el cual cuenta con certificado de compatibilidad de Uso emitida por la Municipalidad Provincial de Andahuaylas, documentos que se adjuntan.

2.4.4 Área y Perímetro

Área: El área específica del proyecto es de 60,605.87 m² correspondiente a 6.06 ha, las cuales se encuentran dentro del predio cedido por la Comunidad a la Municipalidad.

Perímetro: 1,392.30 m

2.4.5 Coordenadas Técnicas

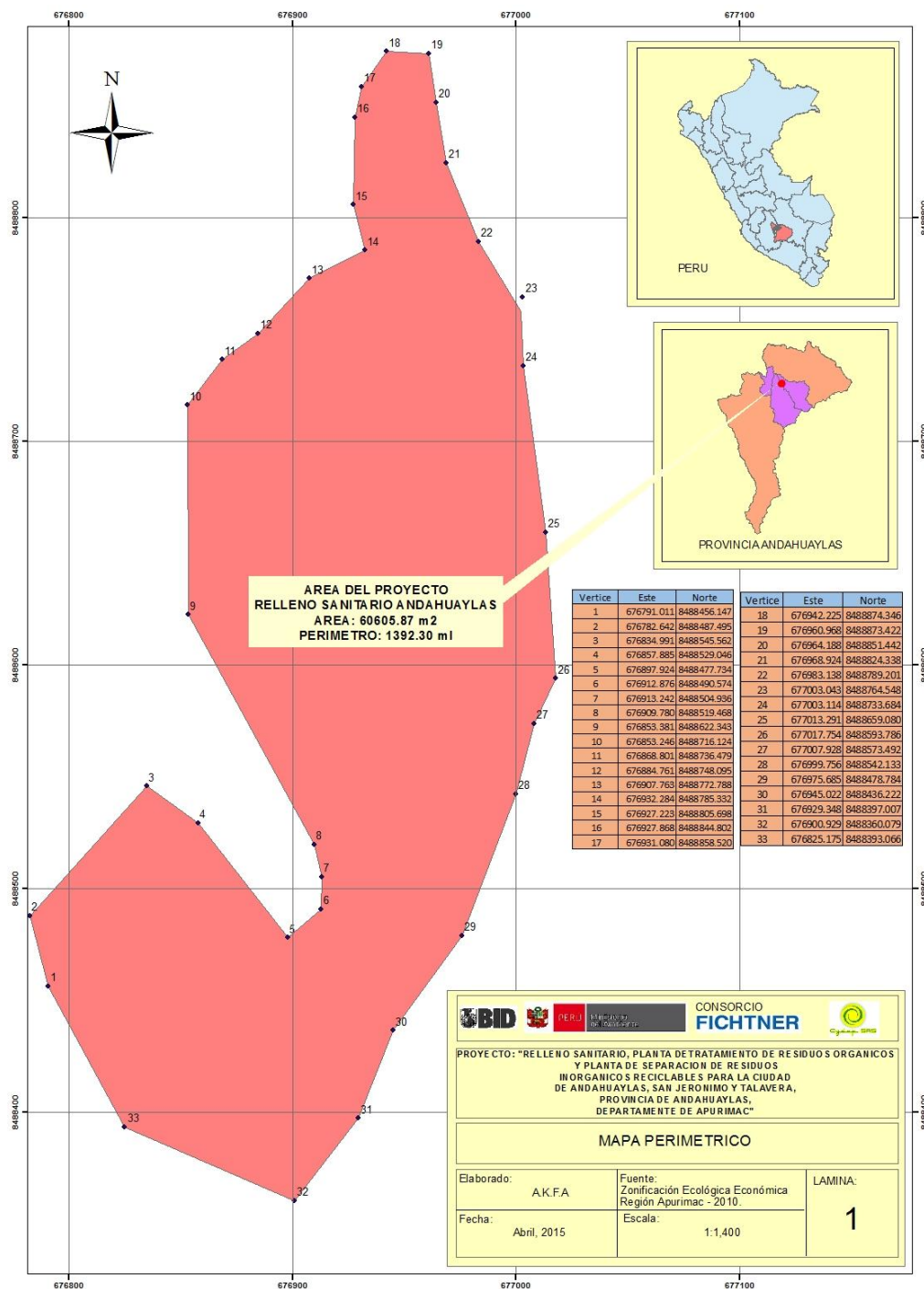
En la Figura 2-3 Perímetro del área del relleno sanitario de Andahuaylas, se puede observar la ubicación exacta del proyecto con todos los puntos y coordenadas, que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2-1 Coordenadas UTM del área del relleno sanitario de Andahuaylas - Datum WGS 84

CUADRO DE CONSTRUCCION					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	32.44	166°30'27"	676791.011	8488456.147
P2	P2 - P3	78.18	123°1'4"	676782.642	8488487.495
P3	P3 - P4	28.23	96°13'42"	676834.991	8488545.562
P4	P4 - P5	65.08	163°46'19"	676857.885	8488529.046
P5	P5 - P6	19.71	272°41'27"	676897.924	8488477.734
P6	P6 - P7	14.37	227°52'58"	676912.876	8488490.574
P7	P7 - P8	14.94	194°51'41"	676913.242	8488504.936
P8	P8 - P9	117.32	195°19'57"	676909.780	8488519.468
P9	P9 - P10	93.78	151°20'57"	676853.381	8488622.343
P10	P10 - P11	25.62	142°31'57"	676853.246	8488716.124
P11	P11 - P12	19.74	163°25'53"	676868.801	8488736.479
P12	P12 - P13	33.75	190°59'6"	676884.761	8488748.095
P13	P13 - P14	27.54	160°3'43"	676907.763	8488772.788
P14	P14 - P15	20.99	256°51'47"	676932.284	8488785.332
P15	P15 - P16	39.11	165°5'56"	676927.223	8488805.698
P16	P16 - P17	14.09	167°46'1"	676927.868	8488844.802
P17	P17 - P18	19.36	158°1'31"	676931.080	8488858.520
P18	P18 - P19	18.77	122°19'53"	676942.225	8488874.346
P19	P19 - P20	22.21	101°9'22"	676960.968	8488873.422
P20	P20 - P21	27.51	181°34'38"	676964.188	8488851.442
P21	P21 - P22	37.90	192°6'48"	676968.924	8488824.338
P22	P22 - P23	31.69	196°53'34"	676983.138	8488789.201
P23	P23 - P24	30.86	141°12'51"	677003.043	8488764.548
P24	P24 - P25	75.29	187°38'10"	677003.114	8488733.684
P25	P25 - P26	65.45	176°8'32"	677013.291	8488659.080
P26	P26 - P27	22.55	150°15'16"	677017.754	8488593.786
P27	P27 - P28	32.41	191°13'46"	677007.928	8488573.492
P28	P28 - P29	67.77	173°48'2"	676999.756	8488542.133
P29	P29 - P30	52.46	165°2'7"	676975.685	8488478.784
P30	P30 - P31	42.23	193°59'2"	676945.022	8488436.222
P31	P31 - P32	46.60	164°12'18"	676929.348	8488397.007
P32	P32 - P33	82.62	104°3'1"	676900.929	8488360.079
P33	P33 - P1	71.74	141°58'15"	676825.175	8488393.066

Fuente: Levantamiento topográfico.

Figura 2-3 **Perímetro del área del relleno sanitario de Andahuaylas**



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep SAS, AKFA 2015

2.5 Envergadura del proyecto

El área de influencia de un proyecto corresponde a la porción del territorio en donde se llevará a cabo la construcción, operación y cierre del proyecto y el área alrededor de la cual podrá haber algún tipo de cambio. En el caso del presente estudio las actividades que se desarrollaran en las diferentes etapas del proyecto de infraestructura de relleno sanitario, planta de tratamiento de residuos orgánicos y almacén de material reciclable, que eventualmente generarían impactos ambientales directos e indirectos.

El área de influencia está dividida en dos áreas, el área de influencia directa y el área de influencia indirecta. Para su determinación se considera el aspecto ambiental (físico y biológico) criterios como la fisiografía, la geología la geomorfología el suelo, formaciones vegetales, la fauna silvestre, el valor ecológico etc. En términos sociales el criterio principal utilizado en la definición del área de influencia es la conectividad, esta crea una red interdimensional entre los aspectos geopolíticos, sociales, culturales y económicos que interactúan en el territorio y entorno natural.

2.5.1 Área de influencia directa

El área de influencia directa (AID), está conformada por las áreas que podrían experimentar impactos en su medio físico, biótico y social, provocados durante la construcción y operación del proyecto de infraestructura. Estas áreas serán afectadas (impactadas) directamente por el proceso de construcción y operación del proyecto, originando perturbaciones en diversos grados sobre el medio ambiente y sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos. Considerando estos aspectos y la normatividad vigente del país sobre la materia; se ha determinado que el área de influencia directa corresponde al área misma del proyecto y su radio de acción de un (1) kilómetro³ en todas direcciones al cerco perimétrico.

Es necesario recalcar que para el caso de la ciudad de Andahuaylas el AID abarca el actual botadero el cual ha ocasionado cierto deterioro del medio en áreas aledañas ocasionada por su mal manejo, que merecen ser tomadas en cuenta.

2.5.2 Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta (AII) del proyecto de relleno sanitario de Andahuaylas queda definida en toda su extensión por el espacio físico que coincide con la ubicación de la población urbana de los distritos de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera, los mismos que resultan beneficiados con el proyecto y sobre el cual fue diseñado el proyecto de inversión pública. Esta población se beneficiará con el servicio de

³ Radio de acción determinado conforme a lo indicado en el Art. N° 67 del Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos N° 27314.

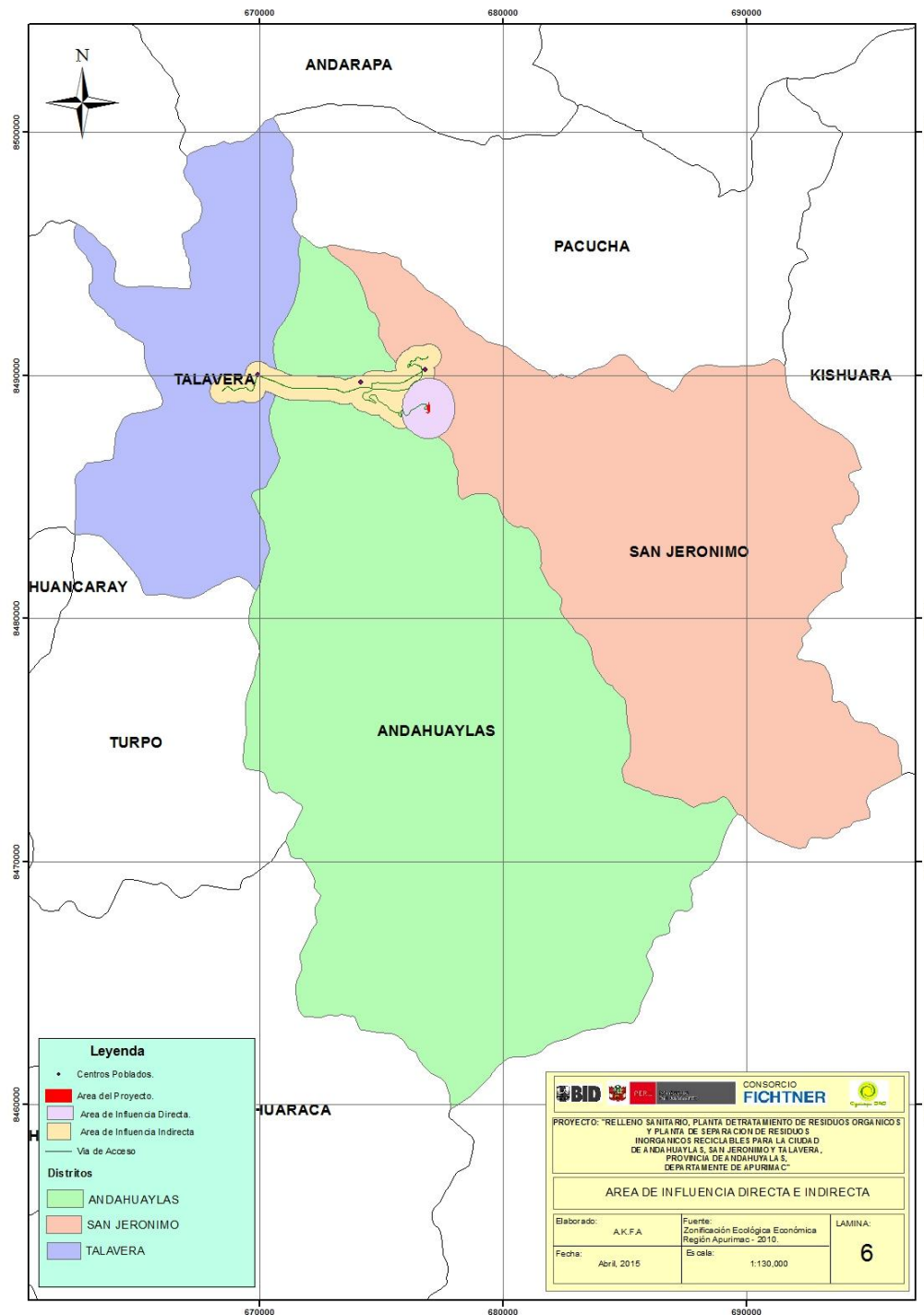
disposición final de residuos sólidos, generando un proceso de transformación en el entorno y sus actividades cotidianas.

Tabla 2-2 Localidades beneficiadas con el proyecto

LOCALIDADES BENEFICIADAS	DISTANCIA AL RELLENO SANITARIO PROYECTADO (Km)
TALavera	10.26
SAN JERONIMO	7.83
ANDAHUAYLAS	7.56

Fuente: Gerencia Medio Ambiente – MPA, 2009; citado en PIP Mejoramiento y Ampliación de la gestión Integral de los residuos sólidos municipales en la zona urbana del distrito de Andahuaylas y disposición final de San Jerónimo y Talavera, Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac - Agosto - 2013

Figura 2-4 Área de influencia del proyecto



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep SAS, AKFA 2015

2.6 Marco legal de referencia

- Constitución Política del Perú: En su Art. 2 inc. 22, refiere que toda persona tiene derecho “a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida”.
- Ley N° 28611 – Ley General del Ambiente: En su artículo N° 119 hace mención a la gestión de los residuos sólidos y la competencia de las municipalidades.
- Ley N° 27314 – Ley General de Residuos Sólidos: En su **Artículo 9.- Municipalidades Provinciales, manifiesta que:** “Las municipalidades provinciales son responsables por la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a éstos, en todo el ámbito de su jurisdicción. Están obligadas a:
 - a) Planificar la gestión integral de los residuos sólidos en el ámbito de su jurisdicción,
 - b) compatibilizando los planes de manejo de residuos sólidos de sus distritos y centros poblados menores, con las políticas de desarrollo local y regional.
 - c) Regular y fiscalizar el manejo y la prestación de los servicios de residuos sólidos de su jurisdicción.
 - d) Asegurar la adecuada limpieza de vías, espacios y monumentos públicos, la recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito del Cercado de las ciudades capitales correspondientes.
 - e) Aprobar los proyectos de infraestructura de transferencia, tratamiento y disposición final de residuos sólidos, así como autorizar su funcionamiento.
- D.L. N° 1065 – Modificatoria de la Ley General de Residuos Sólidos: Que ratifica lo de la ley 27314, e incluye la coordinación con los gobiernos regionales.
- Ley N° 27972 – Ley Orgánica de Municipalidades, en su artículo 80 incisos 1.1, 2.1. y 3.1. refiere las competencias de las Municipales sobre la Limpieza Pública.

Plan Nacional de Residuos Sólidos. Que se enmarca dentro de la política nacional ambiental y la décima novena política de Estado, sobre desarrollo sostenible y gestión ambiental, que propugna integrar la política nacional ambiental con las políticas económicas, sociales, culturales y de ordenamiento territorial, para contribuir a superar la pobreza y lograr el desarrollo sostenible del Perú, para ello entre otras estrategias plantea promover el ordenamiento urbano, así como el **Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental - Ley 27446, del 23 de abril del 2001⁴.**

La presente Ley regula aspectos aplicables a la certificación ambiental, difusión y participación de la comunidad, seguimiento y control del contenido de las DIA, EIA_{sd} y EIA_d, así como las autoridades competentes.

⁴ Modificado mediante Decreto Legislativo N° 1078, de fecha 28 de junio de 2008.

La elaboración de la descripción de la actividad a desarrollarse, es necesaria para reconocer los probables impactos ambientales negativos a presentarse, directos e indirectos, los mismos que permitirán establecer los mecanismos, medidas y/o propuestas que eliminen y/o minimicen los mismos, en caso se determine ello.

- **Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental – Ley N° 28245⁵, del 08 de junio del 2004**

Tiene como finalidad asegurar el más eficaz cumplimiento de los objetivos ambientales de las entidades públicas; fortalecer los mecanismos de transectorialidad en la gestión ambiental, el rol que le corresponde al CONAM⁶ y a las entidades sectoriales, regionales y locales en el ejercicio de sus atribuciones ambientales. Establece los instrumentos de la gestión y planificación ambiental.

- **Ley General del Ambiente – Ley N° 28611, del 15 de octubre del 2005⁷**

Señala que los recursos naturales constituyen el Patrimonio de la Nación, su protección y conservación pueden ser invocadas como causa de necesidad pública conforme a Ley (Artículo 5°).

- **Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental - Ley N° 29325, del 05 de marzo de 2009**
- **Aprobación del Reglamento de la Ley 27446 - D.S. N° 019-2009-MINAM, del 24 de septiembre del 2009**

Las disposiciones que se establecen, complementan las señaladas en la Ley N° 27446, esclareciendo y especificando requerimientos y características necesarias para su aplicación.

- **Reglamento de la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental D.S. N° 008-2005-PCM, del 28 de enero del 2005⁸**

El presente Decreto Supremo regula el funcionamiento del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SNGA), constituido por entidades estatales: órganos y oficinas de los distintos ministerios; organismos públicos descentralizados e instituciones públicas a nivel nacional, regional y local que ejerzan competencias, atribuciones y funciones en materia de ambiente y recursos naturales.

⁵ Modificado mediante Ley N° 29059, publicado el 24 de junio de 2007.

⁶ Luego de la creación del Ministerio del Ambiente (MINAM), se dispuso la fusión del CONAM con esta nueva entidad sectorial.

⁷ Modificado por Decreto Legislativo N° 1055, publicado el 27 de junio de 2008 y Ley N° 29263, publicado el 02 de octubre de 2008.

⁸ Su anexo fue publicado el 1° de febrero de 2005.

- **Ley General de Salud⁹ - Ley N° 26842, del 20 de julio de 1997**

En el numeral I del Título Preliminar, establece: “La salud es condición indispensable del desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo”.

En relación a la protección del medio ambiente para la salud tenemos que en el Artículo 103° se establece que: La protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, los que tienen la obligación de mantenerlo dentro de los estándares que, para preservar la salud de las personas, establece la Autoridad de Salud competente.

- **Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo - Ley N° 29783, del 20 de Agosto de 2011**

La presente Ley contempla en su Título Preliminar, diverso principios como el de Prevención, de Responsabilidad, de Cooperación, de Información y Capacitación, de Gestión Integral, de Atención Integral de la Salud, de Consulta y Participación, de Primacía de la Realidad así como el de Protección.

La Ley tiene como objetivo promover una cultura de prevención de riesgos laborales en el país. Para ello cuenta con el deber de prevención de los empleadores, el rol de fiscalización y control del Estado y la participación de los trabajadores y sus organizaciones sindicales, quienes, a través del diálogo social, velan por la promoción, difusión y cumplimiento de la normativa sobre la materia.

- **Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo D.S. N° 009-2005-TR, del 29 de septiembre de 2005¹⁰**

La gestión de la seguridad y salud en el trabajo es responsabilidad del empleador quien asume el liderazgo y compromiso de estas actividades en la organización. El empleado delegará las funciones y la autoridad necesaria a personal encargado del desarrollo, aplicación y resultados del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo, quien rendirá cuentas de sus acciones al empleador y/o autoridad competente. Ello no lo exime de su deber de prevención y, de ser el caso, de resarcimiento (Artículo 15°).

- **Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales D.S. N° 002-2009-MINAM, del 17 de enero del 2009**

La información ambiental que las entidades referidas en el artículo 2° accedan, posean, produzcan o tengan disponible como resultado del ejercicio de sus funciones, tiene carácter público y está sujeta a los mecanismos de acceso a la

⁹ Modificado mediante: Ley N° 27222, de 14 de diciembre de 1999 (Artículo 52°); Ley N° 27853, de 23 de octubre de 2002 (Artículo 22°); Ley N° 27932, de 11 de febrero de 2003 (Artículo 90°).

¹⁰ Modificado por Decreto Supremo N° 007-2007-TR, de fecha 06 de abril de 2007

información pública. Dicha información debe proporcionarse cuando ésta sea solicitada por cualquier persona natural o jurídica¹¹.

- manejo integrado de residuos urbanos e industriales que estimule su reducción, reuso y reciclaje.

2.7 Autoridades competentes

Dada la naturaleza del proyecto: 'Mejoramiento y ampliación de la gestión integral de los residuos sólidos municipales en la ciudad de Andahuaylas, Provincia de Andahuaylas, Región Apurímac', es necesaria la participación de todos los sectores y actores involucrados, en torno a la problemática ambiental producida por la inadecuada gestión de los residuos sólidos.

Los organismos del estado directamente vinculados son:

- **Ministerio del Ambiente:** Es el ente rector de las políticas ambientales del País, aprueba la política nacional de residuos sólidos y promueve la adecuada gestión de los residuos sólidos nivel nacional.
- **Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud (MINSA):** Es el órgano técnico normativo en los aspectos relacionados al saneamiento básico, salud ocupacional, higiene alimentaria, zoonosis y residuos sólidos.
- **Dirección Regional de Salud Ambiental (DIRESA):** Es el órgano de línea que promueve y brinda servicios de salud enfatizando en la prevención y promoción a la población, desarrollando mecanismos de mejora en salud pública de participación.
- **Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA) de Apurímac:** Instancia que por responsabilidad funcional, ejerce labores de control y fiscalización de las competencias institucionales en el manejo de residuos sólidos en su jurisdicción.
- **Gobierno Regional Apurímac (GRA):** Promueve la adecuada gestión y manejo de residuos sólidos en el ámbito de su jurisdicción. Prioriza programas de inversión pública o mixta, para la construcción, puesta en valor o adecuación ambiental y sanitaria de la infraestructura de residuos sólidos en el ámbito de su jurisdicción.
- **Municipalidad Provincial de Andahuaylas:** Es responsable de la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a éstos, en todo el ámbito de su jurisdicción. Asimismo, para la ciudad de Andahuaylas, es responsable de la prestación de los servicios de recolección y transporte de los residuos sólidos y de la limpieza de vías, espacios y monumentos públicos en su jurisdicción. Los residuos sólidos, en su totalidad,

¹¹ Artículo 5º

deberán ser conducidos a infraestructuras de residuos sólidos autorizados por la Municipalidad Provincial, estando obligados los municipios distritales al pago de los derechos correspondientes.

- **Comisión Ambiental Municipal (CAM):** Encargada de coordinar y concertar la política ambiental municipal, promoviendo el dialogo y el acuerdo entre los sectores públicos, privado y la sociedad civil. Articulan sus políticas ambientales con las comisiones ambientales regionales y el MINAM.
- **Ministerio de Educación (MINEDU) - Unidades de Gestión Educativa Local (UGEL):** Realiza campañas de educación con la finalidad de normar y fomentar políticas de educación ambiental en las instituciones y programas educativos de educación básica regular, en la provincia de Andahuaylas.

Los organismos no estatales vinculados son:

- **Población beneficiaria:** La población en general de las ciudades, quienes contarán con un servicio integral de gestión de residuos sólidos¹². Se comprometen a participar de los talleres de capacitación en temas de manejo de residuos sólidos así como respetar los horarios y zonas autorizadas de disposición señaladas por la Municipalidad Provincial de Andahuaylas.
- **Organizaciones Sociales de Base:** Los clubes de madres, vasos de leche, comedores populares a nivel provincial y distrital; como organizaciones que colaboran con el bienestar social de la población y permanecen en constante alerta con respecto a la calidad del servicio de limpieza pública.
- **Banco Interamericano de Desarrollo (BID):** Mediante un préstamo al Gobierno Peruano, facilita el proceso de mejora de la gestión de residuos sólidos en diferentes ciudades de Perú.
- **Recicladores informales de residuos sólidos:** De acuerdo a la característica de los residuos sólidos en las ciudades beneficiadas con el proyecto, existe un porcentaje de residuos que puede ser aprovechable, estos residuos son separados por recicladores informales en la vía pública, puntos de acopio, así como en botaderos.

2.8 Monto estimado de inversión

Los costos a precios de mercado, en la fase de inversión suman S/.7 031,332 nuevos soles los cuales consideran el costo directo del componente 3: Apropiado aprovechamiento S/. 104,483.79 nuevos soles, para las infraestructuras y equipamiento de reaprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos; y el componente 4: Apropiada disposición final asciende a la suma de S/.4,140,259.81

¹² Comprende: recolección y transporte, recuperación y tratamiento hasta la disposición final en una infraestructura adecuada.

nuevos soles, entre la infraestructura y equipamiento, como se muestra en detalle en la siguiente tabla.

Tabla 2-3 Distribución del presupuesto del proyecto

COMPONENTE	PRODUCTOS/METAS/CATEGORÍA DE INVERSIÓN	PRESUPUESTO (S/.)
1	ADECUADO ALMACENAMIENTO Y BARRIDO	23,830
2	ADECUADO RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE	1,084,866
3	APROPIADO REAPROVECHAMIENTO	104,484
4	APROPIADA DISPOSICIÓN FINAL	4,140,260
5	ADECUADA GESTIÓN ADMINISTRATIVA, FINANCIERA Y TÉCNICA	125,000
6	ADECUADAS PRÁCTICAS DIRIGIDAS A LA POBLACIÓN	176,150
	A. Gastos Generales (10% de los costos de obras)	358,130
	B. Utilidad (10% de los costos de obras)	358,130
	C. Expediente técnico y EIA (4% del Costo Directo)	282,731
	D. Supervisión (5% del Costo Directo)	282,731
	Evaluación intermedia y expost	95,0000
Monto de inversión en nuevos soles		7,031,332

Fuente: PIP SNIP N° 126569

2.9 Tipo de Infraestructura

El proyecto “Relleno Sanitario para las ciudades de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera, Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos y Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables para la ciudad de Andahuaylas, Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac” tiene dos componentes principales: La apropiada disposición final y el apropiado reaprovechamiento de residuos sólidos, para el primer componente ha sido diseñado un relleno sanitario, y para el segundo una planta de tratamiento de residuos orgánicos y una planta de segregación de residuos inorgánicos reciclables las que estarán emplazados en el sitio de ubicación del relleno sanitario semi mecanizado.

A continuación se detallan los elementos de ambos componentes:

2.9.1 Relleno Sanitario semi mecanizado

El proyecto prevé la construcción y operación de un relleno sanitario adecuado técnicamente para la disposición de los residuos sólidos generados en los Distritos de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera, Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac.

El Relleno Sanitario Semi-Mecanizado, cuya capacidad para el año 1 sería de 43.55 T/día de disposición. La operación del sitio de disposición final incluye trabajos de esparcido, compactación y cobertura de los residuos, las actividades se realizan con el apoyo de equipo mecánico, siendo posible el empleo de herramientas manuales para complementar los trabajos del confinamiento de residuos, considerando para ello los parámetros establecidos en la legislación ambiental vigente y los diseños técnicos aprobados por la autoridad competente. Buscando siempre lograr calidad y eficiencia en cada una de las siguientes obras y actividades, así como su mantenimiento y control:

- Construcción de obras civiles de carácter preliminar, que hacen posible la operación del relleno sanitario, dentro de las cuales se encuentran: caseta de vigilancia, zona de pesaje, caseta de control, patio de maniobras, área administrativa, área de almacén, zona de mantenimiento, cerco perimétrico, vía de acceso a las zonas de trabajo, etc.
- Construcción de obras e instalación de insumos y materiales apropiados, para la adecuación o preparación del fondo que recibe los residuos que entre otras se incluyen las necesarias para impermeabilizar y drenar el lixiviado, así como las chimeneas para la evacuación del biogás.
- Disposición de los residuos sólidos conforme a los procesos establecidos de acuerdo con los diseños, cotas máximas, estudios de estabilidad geotécnica, manejo de lluvias, manejo de gas, etc.

El área total donde se construirá la infraestructura de residuos sólidos comprende 6,06 Ha de un total de 9,6 ha otorgadas en cesión de uso a la Municipalidad Provincial de Andahuaylas por la comunidad Unión Chumbao.

El Relleno Sanitario de Andahuaylas, permitirá la disposición controlada de los residuos y tendrá en cuenta como mínimo los siguientes parámetros de diseño:

Tabla 2-4 Parámetros de diseño para el relleno sanitario Andahuaylas

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
Vida útil	10 años
Tipo de residuos	Sólidos urbanos
Volumen producción	43,55 ton-día al año 1
Tipo de relleno	Semi Mecanizado Método Terrazas
Tipo de operación	Plataforma (llenado por niveles)
H nivel	1.30m máximo
Fondo	Impermeabilización con arcilla y geosintéticos

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
Densidad de Diseño	0.80 ton/m ³
Capacidad total instalada	253.850 toneladas – 10 años
Manejo de gases	Evacuación pasiva por chimeneas en piedra y quemador al cierre de relleno.
Manejo de lixiviados	Almacenamiento – Recirculación
Cobertura intermedia	Sí. Arcilla espesor medio 15cm
Cobertura final	Arcilla, material orgánico, césped

Fuente: Consorcio Fichtner- Cydep SAS. 2015.

El diseño incluye dos sistemas que minimizarán los efectos de los subproductos que generan los residuos:

- a. Sistema de manejo de Lixiviados: Durante la etapa operativa los lixiviados se generarán como parte de un proceso normal de descomposición de los residuos, como producto del escurrimiento de aguas de los residuos asociada a la humedad o al agua de lluvia que ingresa a la masa de residuos.

Los lixiviados se caracterizan principalmente por tener un alto contenido orgánico y por lo tanto un poder contaminante muy significativo. Por lo anterior requieren de un manejo controlado, de tal forma que se impida su contacto con el suelo, las aguas superficiales o las aguas sub-superficiales.

El sistema de manejo de lixiviados diseñado para el Relleno Sanitario de Andahuaylas, cuenta con una serie de estructuras y actividades que se aúnan en el esfuerzo por controlar y minimizar su producción. Entre ellas se cuentan, la captación mediante la gama de filtros y drenes de fondo y entre los residuos, así como el almacenamiento en la poza, para finalmente ser tratados mediante la recirculación. Actividades como el tapado diario de residuos, la compactación y el manejo adecuado de las lluvias aportan a disminuir su generación.

Con todo esto, el último paso corresponde al manejo final que se hará con el lixiviado. Para ello, se ha previsto la necesidad de llevar a cabo dos acciones bien importantes y definitivas: La retención y almacenamiento; el tratamiento final

Para el manejo de lixiviados se ha previsto la construcción de los siguientes Componentes:

- Un sistema de captación y evacuación compuesto por filtros de fondo y capa de drenaje.
- Sistema de conducción de lixiviados en tubería de polietileno de alta densidad desde la salida de los filtros de fondo, hacia la poza de almacenamiento.
- Un sistema de aforo, mediante canal y vertedero triangular.
- Una poza de almacenamiento de 1,581.82m³ de lixiviado, con cubierta donde se espera que se presenten procesos de homogenización, estabilización,

evaporación y se mejore la estabilización biológica de los lixiviados, por el tiempo de retención y procesos biológicos que allí se desarrollan.

- Un sistema de manejo de lixiviados por medio de recirculación.

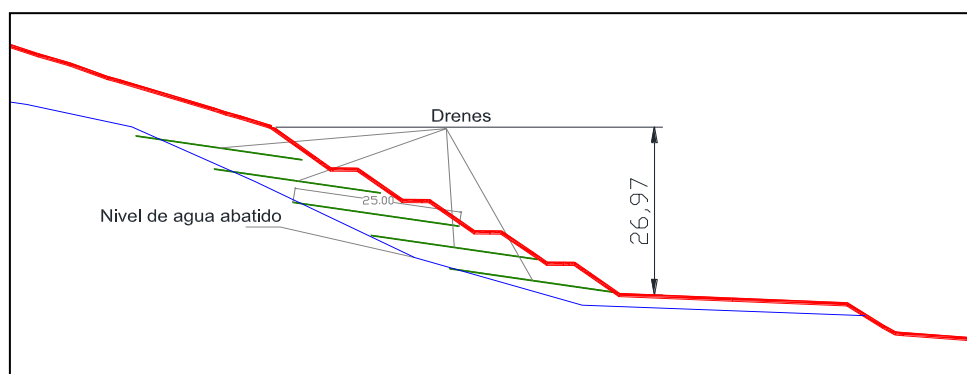
Además de las obras descritas durante la etapa de construcción, hay dos estructuras adicionales necesarias durante la operación con residuos, requeridas para la captación y conducción de lixiviados hasta su almacenamiento. La primera es el denominado drenaje Intermedio de la Masa, que son líneas de tuberías perforadas de 4" que van subterráneas, a lo largo del plano horizontal de una plataforma de residuos ya construida. Estos drenajes intermedios en la masa, se pueden observar en el plano R-17 de dren intermedio.

La segunda estructura que se ejecuta durante la operación con residuos para manejo de lixiviados es la de Control de Lixiviados. Para el caso de que el lixiviado brote literalmente por los taludes ya terminados en basura y protegidos con al menos la primera capa de arcilla, se ha previsto la construcción de una red de captación denominada Red de control de lixiviados.

Esta red consta de filtros de captación y líneas de conducción. Estos son los filtros de captación que tienen una sección de 0.60m*0.60m y son construidos en piedra de hasta 10" o en algún material filtrante similar, que van protegidos por la cara superior con un geotextil de limpieza (al menos 120gr/m²). No cuenta con geotextil lateral ni en el fondo.

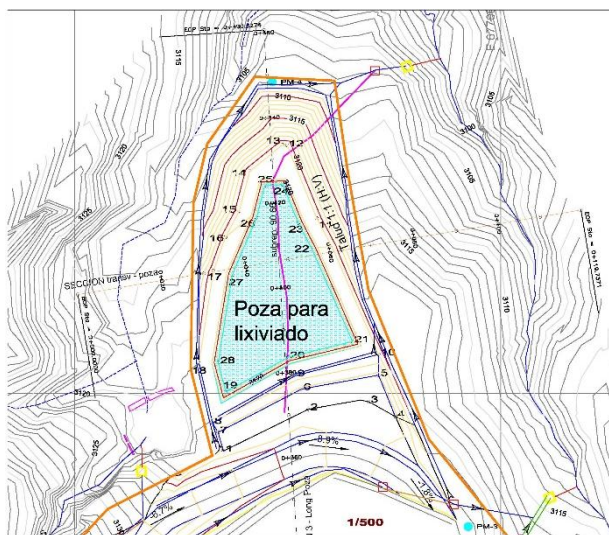
Existirán cuatro (4) pozos de monitoreo de agua sub superficial, como se aprecia en el plano de instrumentación con los cuales se pretende monitorear el riesgo de contaminación por fugas indeseadas de lixiviado a través del fondo del relleno.

Figura 2-5 Esquema para construcción de filtros de manejo de agua sub superficial



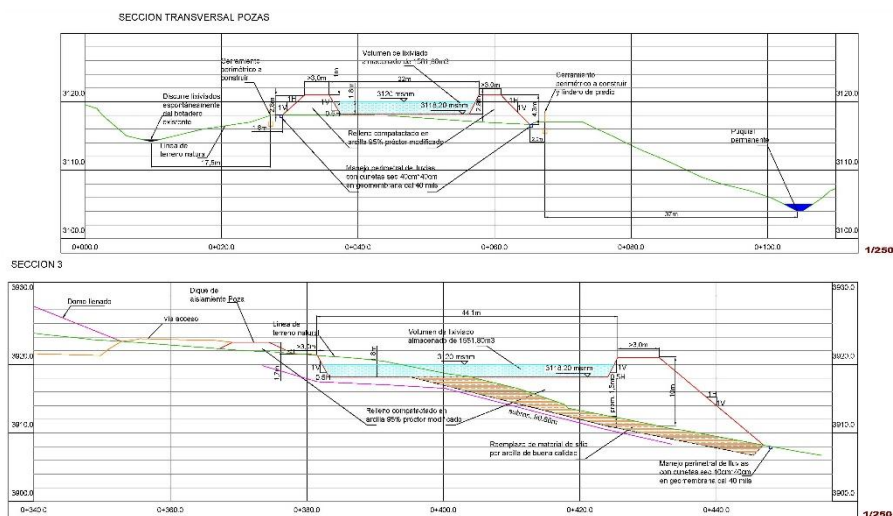
Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2015.

Figura 2-6 Vista de planta de poza de lixiviados



Fuente: Plano R- 7 Consorcio Fichtner – Cydep. 2015

Figura 2-7 Sección típica poza de lixiviados



Fuente: Diseño. Consorcio Fichtner – Cydep. 2015

- b. Sistema de Evacuación y Control de Gases: Drenaje de biogás como producto de la descomposición de los residuos en la masa del relleno, se espera la generación de Biogás, Luego de la instalación de la capa drenante, se construyen los filtros verticales o chimeneas que van instalados sobre una plataforma en grava para evitar el punzonamiento sobre la geomembrana. Estos drenes hincados desde el mismo suelo de fundación, y levantados a medida que crece el relleno –nivel tras nivel-, sirven para comunicar verticalmente la masa hasta el fondo por donde se espera que salga el biogás producto de la descomposición de los residuos sólidos acumulados y además facilite la caída de lixiviado hasta el drenaje de fondo.

Las chimeneas se construirán en piedra, tubería perforada y en malla de gavión, separada en cuadrícula 30 metros entre sí y ubicada de acuerdo a los planos de diseño. La distribución de las chimeneas permite el espacio suficiente para la operación de la maquinaria y los vehículos recolectores.

Estas estructuras comprenden una malla gavión calibre 13 de triple torsión con hueco de 10 a 12 centímetros que envuelve una sección cuadrada de 1.0 metro de lado x 2.0 metros de altura, rellenas con piedra rajón de 10" de diámetro alrededor de un tubo de HDPE de 6" perforado.

Durante la etapa de adecuación inicial o adecuación de fondo de cada terraza se construirá únicamente 2.0 m de chimenea desde el fondo.

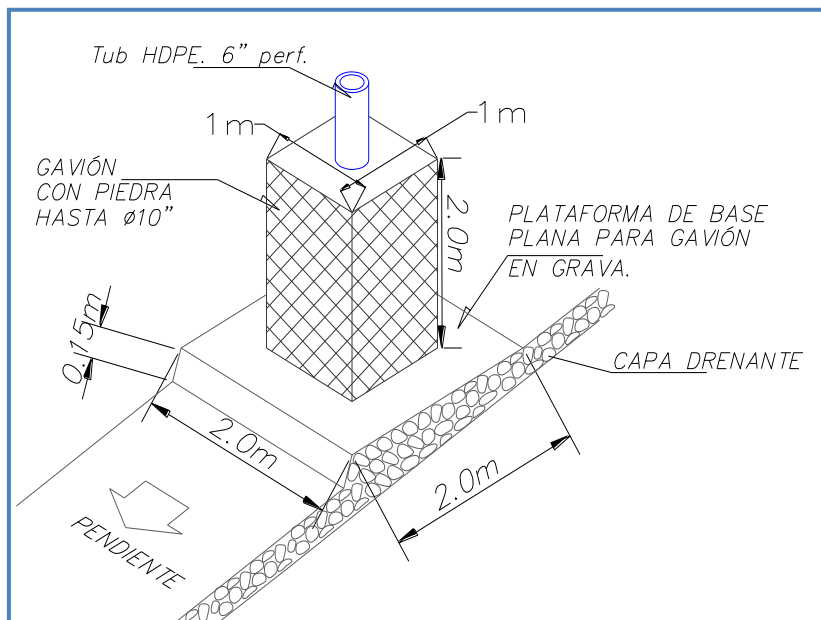
Durante la etapa operativa las chimeneas se irán construyendo a medida que se operan los niveles de residuos y hasta una altura de 1 metro por encima de la cobertura final, tal como se describe en el capítulo de operación y mantenimiento. El inventario de chimeneas a construir en la etapa de construcción inicial se muestra en la Tabla 2-4:

Tabla 2-5 Chimeneas relleno sanitario– adecuación inicial

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA FONDO
1	8.488.766,77	676.979,83	3.121,18
2	8.488.773,56	676.959,01	3.121,23
3	8.488.739,41	676.990,60	3.121,79
4	8.488.745,98	676.964,92	3.121,94
5	8.488.761,14	676.941,32	3.121,83
6	8.488.708,74	676.986,63	3.125,50
7	8.488.712,51	676.955,48	3.125,91
8	8.488.743,53	676.937,92	3.125,24
9	8.488.677,18	676.988,14	3.130,14
10	8.488.685,29	676.955,30	3.130,78
11	8.488.715,34	676.926,03	3.130,49
12	8.488.736,35	676.913,50	3.130,43
16	8.488.712,37	676.902,66	3.135,44
Datum WGS-84, Zona 18S			

Fuente: Consorcio Fichtner-Cydep. 2,015.

Figura 2-8 Detalle pedestal de inicio de chimenea



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015

2.9.2 Planta de reaprovechamiento de residuos orgánicos y planta de reaprovechamiento de inorgánicos reciclables

El Proyecto de Infraestructura contará con una Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables y una Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos.

En la Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables se realizará la clasificación, compactación, enfardado y almacenamiento de los residuos inorgánicos domiciliarios recolectados selectivamente, para su posterior venta a centros de procesamiento intermedio o instalaciones de recuperación de materiales en los cuales se llevarán a cabo todas las operaciones necesarias para devolver al ciclo económico los materiales reciclables.

La comercialización de los materiales reaprovechables se realizará tomando en consideración lo establecido en el marco de los Programas de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Domiciliarios y de Formalización de Recicladores; la figura comercial se estudiará para que sea adecuada a la Ley General de Residuos Sólidos, a la Ley que regula la actividad de los Recicladores y demás normas legales aplicables.

En la Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos se realizará el compostaje de los mismos. El compostaje es un proceso mediante el cual los residuos orgánicos tales como restos de alimentos, cáscaras de frutas, residuos de verduras y restos de jardinería se transforman, bajo el impacto de microorganismos y asegurando ciertas

condiciones necesarias (especialmente temperatura, humedad, aireación y relación C/N), en un producto útil que se denomina compost.

El compost será utilizado para mejorar la calidad de los suelos en la agricultura y para el mantenimiento de las áreas verdes.

2.9.2.1 Características de los residuos de entrada

2.9.2.1.1 Residuos inorgánicos domiciliarios

La Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables recibirá los residuos inorgánicos domiciliarios recolectados selectivamente. Con base en su potencial de reaprovechamiento, se consideran como residuos objeto de recolección selectiva de inorgánicos los siguientes: papel, cartón, vidrio, plásticos y metales. De acuerdo con el estudio de caracterización de residuos sólidos realizado en el año 2013 estos residuos representan un 20.47% del total de residuos domiciliarios.

Tabla 2-6 Residuos inorgánicos reaprovechables

TIPO DE RESIDUO		%
1	Papel	1.49
2	Cartón	5.26
3	Vidrio	1.76
4	Plástico	10.06
5	Metal	1.90
Total		20.47

Fuente: ECRS, 2013

Con base en experiencias en proyectos similares, se considera que las bolsas con residuos inorgánicos domiciliarios recolectadas en la ruta selectiva contienen materiales impropios, no reciclables, que son colocados por error o desconocimiento en las mismas (ej. tecnopor, textiles, madera, etc.). Dicho porcentaje se ha estimado en 15%.

Por lo tanto, se estima que los residuos inorgánicos domiciliarios que llegarán a la Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables tendrán la siguiente composición física media:

Tabla 2-7 Composición residuos inorgánicos entrada

TIPO DE RESIDUO		%
1	Papel	6.2
2	Cartón	21.8
3	Vidrio	7.3
4	Plástico	41.8
5	Metal	7.9
6	Impropios	15.0
Total		100.0

Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015

La densidad suelta de esta mezcla de residuos se estima en 100 kg/m³.

Hay que tener en cuenta que la composición física mostrada en la tabla previa representa una composición media de cada fracción que compone los residuos inorgánicos domiciliarios y que puede sufrir variaciones.

Por lo tanto, esta composición se ha tomado como base de referencia para el diseño de la planta, pero también se ha tenido en cuenta la flexibilidad de los procesos y su capacidad para cubrir sin problemas variaciones en las características de los residuos.

2.9.2.1.2 Residuos orgánicos de mercados de abasto

La Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos recibirá los residuos sólidos de mercados de abasto de la ciudad de Andahuaylas.

De acuerdo con los estudios de caracterización de residuos sólidos realizados estos residuos tendrán las siguientes características:

Tabla 2-8 Composición física media de los residuos sólidos de mercados de abasto

TIPO DE RESIDUO EN MERCADOS	%
1. Residuos Reaprovechables (1.1+1.2)	91.51
1.1. Residuos Compostificables	86.03
Residuos de venta de verduras, papa, frutas y juguería	74.27
Residuos de comida	7.62
Residuos de venta de pescado	0.07
Residuos de venta de carnes (res y pollo)	4.07

TIPO DE RESIDUO EN MERCADOS	%
1.2. Residuos Reciclables	5.48
2. Residuos no reaprovechables	8.49
Total	100.00

Fuente: ECRS, Abril 2014

Tabla 2-9 Densidad de los residuos sólidos de mercados de abasto

DENSIDAD SUELTA (KG/M ³)	DENSIDAD COMPACTADA (KG/M ³)
417	522

ECRS, Abril 2014

De acuerdo con los estudios de caracterización la humedad de los residuos de mercados se encuentra en torno al 73%.

Al igual que en el caso de los residuos inorgánicos domiciliarios, hay que tener en cuenta que la composición física mostrada previamente representa una composición media de cada fracción que compone los residuos y que puede sufrir variaciones.

Por lo tanto, esta composición se ha tomado como base de referencia para el diseño de la planta, pero también se ha tenido en cuenta la flexibilidad de los procesos y su capacidad para cubrir variaciones en las características de los residuos.

Sin embargo, es importante mencionar que una baja calidad de los residuos de entrada condicionará negativamente el desarrollo del proceso y también repercutirá inevitablemente en una mayor presencia de impurezas en el producto final. Por lo tanto, es de suma importancia minimizar la presencia de residuos no compostificables mediante la segregación en la fuente y recolección selectiva de los residuos orgánicos.

Por lo tanto, para un adecuado funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos se recomienda orientar los esfuerzos a lograr una eficiente segregación en la fuente, y evitar que lleguen a la planta residuos conteniendo más de un 20% de residuos inorgánicos.

2.9.2.2 Capacidad de tratamiento

La Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables tendrá capacidad para tratar 2.5 t/día de residuos inorgánicos domiciliarios en una primera etapa, operando 1 turno/día de lunes a sábado (6 días/semana). En una segunda etapa la capacidad de la planta se incrementará a 4.2 t/día.

La Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos tendrá capacidad para tratar 0.7 t/día de residuos orgánicos, operando 1 turno/día de lunes a sábado (6 días/semana).

2.9.2.3 Procesos y tecnologías consideradas

Para el diseño de la Planta de las Plantas de Reaprovechamiento se han considerado procesos y tecnologías ampliamente desarrolladas y probadas en todos los aspectos para el tratamiento de residuos inorgánicos. Adicionalmente se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Flexibilidad de los procesos, teniendo presente que las características de los residuos entrantes pueden variar a través del tiempo.
- Rendimientos de los procesos, con el objetivo de maximizar cantidad de materiales reciclables y compost.
- Obtención de materiales reciclables con un nivel de calidad que permita su reintroducción al ciclo económico.
- Obtención de un compost de calidad que pueda ser usado en agricultura y/o jardinería.
- Alto nivel de seguridad en las operaciones, minimizando los riesgos para los trabajadores.
- Optimización de la recirculación y reutilización de los lixiviados, para minimizar así las necesidades de aportación exterior de agua y evitar los altos costos de tratamiento.
- Minimización del consumo de energía eléctrica y combustibles para la maquinaria móvil, mediante la operación diurna y la optimización del uso de los equipos.
- Minimización de la producción de residuos, mediante la recuperación de la mayor cantidad de materiales reciclables.
- Minimización de los costes de transporte y logísticos posteriores, mediante la compactación de los residuos.
- Simplicidad de la tecnología desde el punto de vista de operación y mantenimiento.
- Optimización de la ocupación de espacio.
- Optimización de la inversión, costos de operación y mantenimiento.

2.9.3 Descripción de procesos en Planta de Residuos Inorgánicos Reciclables

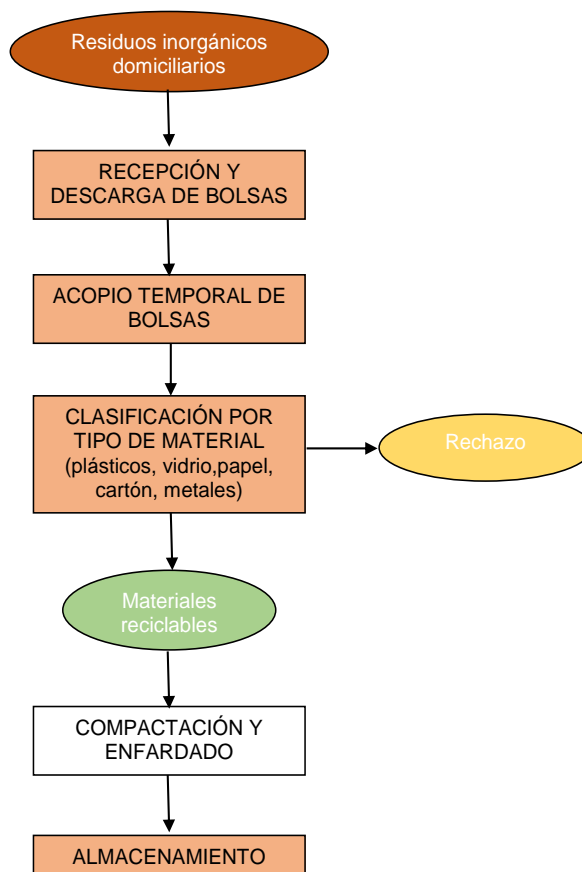
La planta estará conformada por tres grandes zonas:

1. La zona de acopio de bolsas.
2. La zona de clasificación, compactación y enfardado.
3. El almacén de materiales reciclables.

A continuación se presenta el esquema de bloques de la planta.

Esquema de bloques

Figura 2-9 Esquema de bloques



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015

2.9.3.1 Recepción, descarga y acopio de bolsas

Los residuos inorgánicos domiciliarios recolectados selectivamente serán transportados hasta la planta en camiones furgones de 18m³. Al llegar los camiones se identificarán y se pesarán en la balanza camionera que se ubicará en la entrada. Una vez pesados y autorizados a entrar, los camiones se dirigirán al patio de maniobras de

las plantas de reaprovechamiento y se colocarán en la posición de descarga a la zona de acopio temporal de bolsas. Las bolsas serán descargadas manualmente.

2.9.3.2 Clasificación

Debido a la cantidad de residuos que serán manejados durante el horizonte del proyecto, se ha propuesto una clasificación manual sobre mesas de 2m de largo x 1m de ancho.

Se asignará un operario por mesa, quien realizará el rompimiento y apertura de las bolsas y esparcirá los residuos sobre las mesas para su clasificación. Los residuos clasificados se depositarán en contenedores plásticos de 240 litros.

Los materiales que no sean susceptibles de aprovechamiento, o que no se encuentren dentro de la clasificación anterior, serán considerados como rechazos y se depositarán en el contenedor plástico de 500 litros. El rechazo será posteriormente trasladado al relleno sanitario mediante un camión compactador.

Figura 2-10 Ejemplo de clasificación manual sobre mesas



Fuente: <http://www.google.com.co/imgres?q=plantas+de+aprovechamiento+de+residuos+solidos>

2.9.3.3 Compactación y enfardado

Una vez clasificados, los residuos reciclables (a excepción del vidrio) serán compactados y enfardados para reducir su volumen y optimizar su posterior almacenamiento y transporte.

Para esto se utilizará una compactadora enfardadora vertical con una fuerza de compactación de 15 toneladas y capacidad para producir aproximadamente 6 fardos por hora. Las dimensiones de los fardos resultantes serán:

- Ancho x largo: 0.80 x 0.60 o 0.75 x 0.50 m
- Altura: Entre 0.60 y 1.00 m

Figura 2-11 Ejemplo de una prensa compactadora vertical



Fuente: <http://propuesta.com.uy/>

Figura 2-12 Ejemplo de un fardo de residuos reciclables



Fuente: <http://www.zerma.com/>

Los fardos serán trasladados al almacén de residuos reciclables clasificados utilizando un apilador manual con una capacidad de carga de 1000 kg y una altura de elevación aproximada de 2.8 metros.

Figura 2-13 Ejemplo de un apilador manual



Fuente: <http://www.movimientologistico.com.ar/>

2.9.3.4 Almacenamiento de residuos reciclables clasificados

Luego de las operaciones de clasificación, compactación y enfardado se procederá al pesado de los residuos reciclables clasificados, los cuales serán posteriormente apilados en el almacén de residuos reciclables hasta su comercialización. Para el pesado de los residuos se utilizará una balanza de plataforma de 200kg.

La altura de almacenamiento será de máximo 3 metros, con una ocupación de espacio estimada del 90%. La capacidad de almacenamiento será la correspondiente a los residuos recuperados durante 1 mes de operación de la planta. Con esta capacidad de almacenamiento se busca almacenar suficientes materiales para optimizar el costo de transporte de los materiales, afrontar situaciones de contingencia y variaciones de comportamiento del mercado.

El almacén estará dividido por zonas para cada tipo de material mediante letreros identificativos.

Figura 2-14 Ejemplo de un almacén de fardos



Fuente: <http://lanzaroterecicla.net/>

2.9.3.5 Personal

Para la correcta operación de la Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables se requiere el siguiente personal:

- Operarios para clasificación.
- Operarios para compactación, enfardado y almacenamiento.
- Operarios de apoyo para tareas de limpieza general, movimiento de contenedores, recepción de residuos, etc.

El número de personas para cada puesto se indica a continuación:

Tabla 2-10 Personal propuesto

PUESTO	Nº PERSONAS (ETAPA 1)	Nº PERSONAS (ETAPA 2)
Operario de clasificación	3	5
Operario para compactación, enfardado y almacenamiento	1	1
Operario de apoyo	0	1
TOTAL	4	7

Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015

2.9.4 Recursos físicos

Elementos de protección personal

A continuación se enumeran los elementos de protección personal que requieren los trabajadores de la Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables, adicionalmente se recomienda una frecuencia de entrega:

Tabla 2-11 Elementos de protección personal

ELEMENTO	CANTIDAD/TRABAJADOR/ AÑO
Uniforme para Jefe de Planta (pantalón de dril 100% algodón, camisa, casaca)	3
Uniforme para operarios (pantalón de dril 100% algodón, camisaco de dril 100% algodón, polo 100% algodón)	3
Gorra para operarios	3
Zapatos de seguridad para Jefe de Planta	3
Zapatos de seguridad para operarios	3
Mascarillas desechables tapaboca	155
Gafas de seguridad	6
Protectores auditivos	24
Casco de seguridad	2
Guantes de cuero	12
Guantes de nitrilo	12

Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015

Equipamiento y herramientas

Para la operación de la Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables se deberá contar con el siguiente equipamiento:

- **Carro para transporte de bolsas.** Carro de servicio que se utilizará para facilitar el transporte de las bolsas desde la zona de acopio hasta la zona de clasificación.
- **Mesas para apertura de bolsas.** Mesas de 2m x 1m que se utilizarán para la clasificación manual de los residuos.
- **Prensa compactadora vertical.** Equipo compactador con pistón compactador vertical de acero con sistema electrohidráulico. Se utilizará para la compactación y enfardado de los residuos.
- **Apilador manual.** Apilador manual de acero con sistema hidráulico de levante con capacidad 1000 Kg. Se utilizará para el transporte y almacenamiento de los fardos.
- **Balanza digital de plataforma.** Equipo para pesaje de acero con capacidad de pesaje de 200 Kg. y precisión de 25 g. Se utilizará para el pesado de los fardos.
- **Contenedores de 240 y 500.** Contenedores plásticos para el almacenamiento temporal de los residuos y del rechazo.

Adicionalmente será necesario adquirir sacos de polipropileno de 1000 kg, pallets de madera, bolsas de limpieza y utensilios de limpieza tales como cepillos para barrido manual y recogedores metálicos.

Los sacos se utilizarán para el almacenamiento temporal y/o definitivo (en el caso de los residuos no compactables) de los residuos reciclables previamente clasificados. Las pallets de madera se utilizarán para apoyar y facilitar el movimiento de los sacos de polipropileno conteniendo los residuos reciclables previamente clasificados. Las bolsas de limpieza se colocarán en los contenedores de 240 litros para facilitar la descarga de los residuos reciclables previamente clasificados y aumentar la vida útil de los contenedores. Asimismo, también se utilizarán para la limpieza general de las instalaciones, colocación de materiales impropios, etc. Los utensilios de limpieza se utilizarán para la limpieza general de las instalaciones.

2.10 Descripción de procesos en Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos

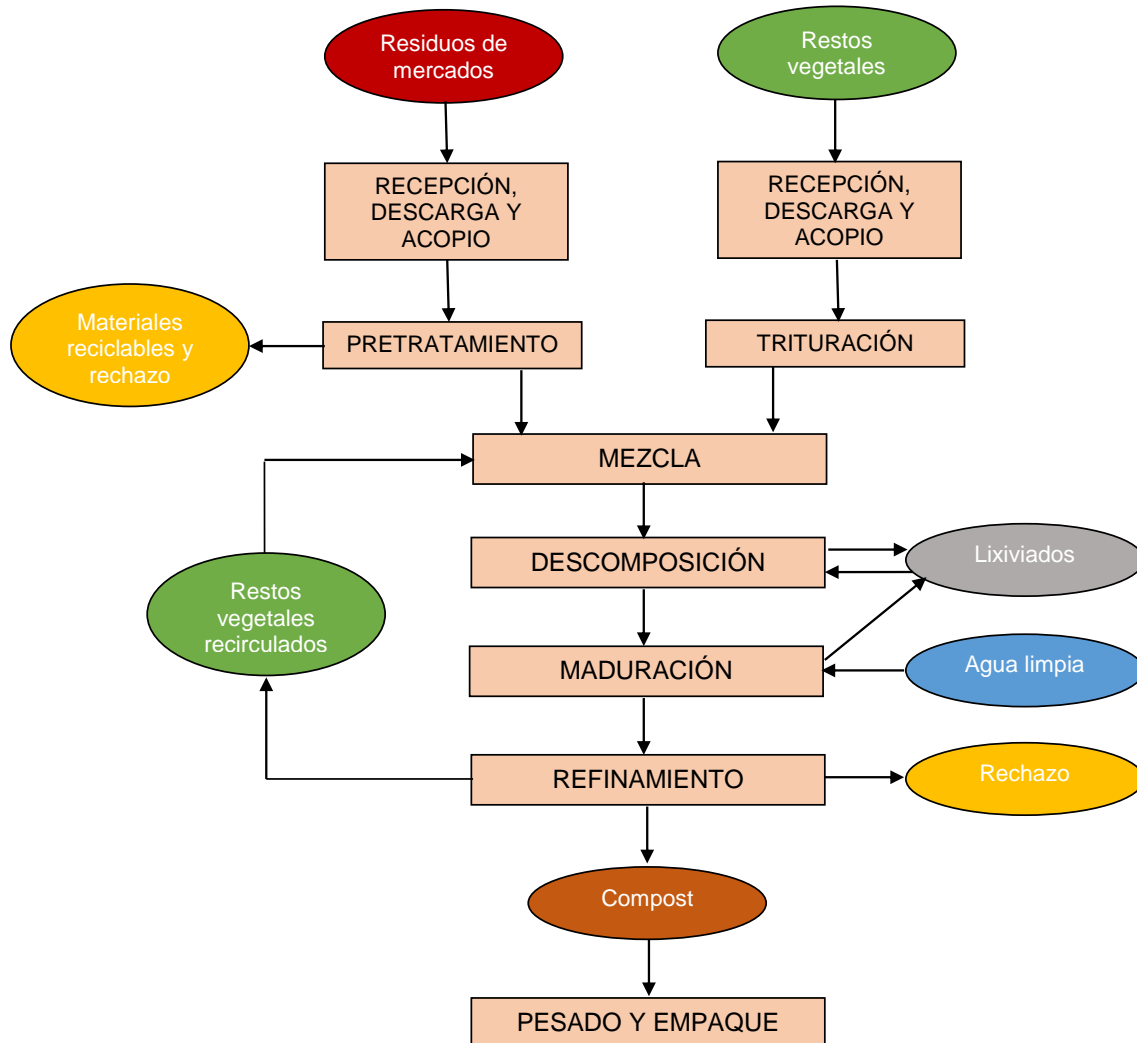
La planta estará conformada por tres grandes zonas:

1. La zona de almacenamiento y pretratamiento de los residuos orgánicos y restos vegetales.
2. La zona de compostaje, donde se realizará la descomposición y la maduración (ambas en rumas) de los residuos.
3. La zona de refinamiento, ensacado y almacenamiento de compost.

A continuación se presenta el esquema de bloques de la planta.

2.10.1 Esquema de bloques

Figura 2-15 Esquema del proceso para la elaboración de compost



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015

2.10.2 Recepción, descarga y acopio de residuos

Los residuos orgánicos serán transportados hasta la Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos en camiones compactadores de 15m³. Los restos vegetales serán transportados hasta la Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos en distintos tipos de camiones, dependiendo de su procedencia.

Al llegar los camiones se identificarán y se pesarán en la balanza camionera que se ubicará en la entrada. Una vez pesados y autorizados a entrar, los camiones se

dirigirán al patio de maniobras de las plantas de reaprovechamiento y se colocarán en sus respectivas posiciones de descarga.

Los residuos orgánicos se acopiarán en un área plana y cubierta. Los restos vegetales se almacenarán también en un área plana y cubierta que se ubicará junto al área de acopio de residuos de orgánicos.

Figura 2-16 Ejemplo de un área de descarga y acopio de residuos orgánicos



Fuente: Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015

2.10.3 Pretratamiento de residuos orgánicos

El pretratamiento consistirá en retirar los residuos inorgánicos que pueden interferir con el proceso de compostaje (botellas, latas, papel, cartón, vidrio, etc.) y en la posterior trituración de los residuos orgánicos, en caso de ser necesario, para obtener un tamaño más homogéneo y apropiado para el proceso de compostaje.

Debido a la cantidad de residuos orgánicos que serán tratados durante el horizonte del proyecto, el pretratamiento será manual. Los residuos inorgánicos retirados se clasificarán según su naturaleza, ya sean residuos reaprovechables o rechazo y se colocarán en contenedores plásticos de 1000 litros.

La trituración posterior se realizará con un machete.

2.10.4 Trituración de restos vegetales

Los restos vegetales se utilizarán como estructurante en el proceso de compostaje y su origen deberá ser residuo de poda, limpieza de bosques, rechazo de industria maderera, etc.

Los restos vegetales se triturarán a un tamaño aproximado entre 5 y 30 cm con un machete.

2.10.5 Mezcla de residuos orgánicos y restos vegetales

El principal objetivo de la mezcla de los residuos orgánicos con los restos vegetales es estructurar el material confiriéndole la porosidad necesaria para favorecer la circulación del aire a través de la ruma y evitar que se formen zonas anóxicas donde pueda iniciarse algún tipo de actividad anaeróbica. Los restos vegetales además aportan el carbono necesario para obtener una relación C/N óptima para la velocidad del proceso de descomposición.

La mezcla deberá ser de 3 volúmenes de residuos orgánicos por 1 volumen de restos vegetales. Ambos materiales serán mezclados con la ayuda de una pala en la zona de mezcla de residuos orgánicos y restos vegetales, en una zona habilitada para tal fin. Una vez finalizada la mezcla el material será conducido mediante la carretilla hasta la ruma de compostaje.

2.10.6 Descomposición

La etapa de descomposición consistirá en un proceso de rumas volteadas con aireación natural y tendrá una duración mínima de 6 semanas.

Las rumas presentarán sección triangular y tendrán unas dimensiones aproximadas de 2 m de ancho, 1.5 metros de alto y 4.3 metros de longitud, lo que hace un total de 6.5 m³ de material por ruma. Para asegurar las 6 semanas de proceso se dispondrán de espacio para como mínimo 8 rumas, de las cuales 7 estarán en proceso de descomposición y 1 en proceso de formación.

La humedad óptima se mantendrá mediante el riego manual de las rumas con el lixiviado recolectado del proceso y/o agua limpia para poder cubrir las necesidades hídricas del proceso. Una vez higienizado, todos los riegos del material deberán realizarse con agua limpia.

La operación de volteo se realizará in-situ con la ayuda de una pala.

2.10.7 Maduración

La etapa de maduración también consistirá en un proceso de ruma volteada y tendrá una duración de 10 semanas aproximadamente. La diferencia con la etapa de descomposición es que al material ya le queda poco contenido en materia orgánica compostable y su actividad bacteriana se ha ralentizado considerablemente. Sin embargo, el material debe madurar para acabar de obtener un compost de calidad y evitar la generación de malos olores y calentamiento en el lugar de aplicación.

En total se formarán 8 rumas que tendrán una base de 2 metros y 1.5 metros de altura. La longitud de las rumas será de 4.3 metros.

2.10.8 Refinamiento

Una vez finalizado el proceso de maduración se procederá a realizar una selección granulométrica del compost por medio de una zaranda estática inclinada de paso de malla de 10 mm. De esta forma se conseguirá un compost con un tamaño de partícula más homogéneo y se retirarán posibles impropios que no fueron separados en el pretratamiento. La corriente de rechazo final, cuyo contenido será principalmente material estructurante, se recirculará al proceso en la etapa de mezcla.

2.10.9 Ensacado y almacenamiento de compost

El compost acabado se ensacará manualmente, utilizando una pala y la balanza de plataforma, en costales de rafia de 10 kg para su venta al público. Los costales se almacenarán en la zona de ensacado y almacenamiento de compost.

2.10.10 Personal

Para la correcta operación de la Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos se requieren 3 operarios que realizarán las siguientes labores:

- Recepción y pretratamiento de los residuos orgánicos.
- Recepción y pretratamiento de los restos vegetales.
- Mezcla y montaje de las rumas.
- Volteo y riego de las rumas.
- Refinamiento y ensacado.
- Control de los parámetros de proceso y calidad del compost.
- Limpieza y trabajos generales.
- Cumplimiento de las normas de seguridad e higiene ocupacional.

2.10.11 Recursos físicos

Elementos de protección personal

A continuación se enumeran los elementos de protección personal que requieren los trabajadores de la Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos, adicionalmente se recomienda una frecuencia de entrega:

Tabla 2-12 Elementos de protección personal

ELEMENTO	CANTIDAD/TRABAJADOR/ AÑO
Uniforme para Jefe de Planta (pantalón de dril 100% algodón, camisa, casaca)	3
Uniforme para operarios (pantalón de dril 100% algodón, camisaco de dril 100% algodón, polo 100% algodón)	3
Gorra para operarios	3
Zapatos de seguridad para Jefe de Planta	3
Zapatos de seguridad para operarios	3
Chaleco reflectante	3
Botas de caucho	1
Mascarillas desechables tapaboca	155
Mascarillas con filtros	
Gafas de seguridad	6
Protectores auditivos	24
Casco de seguridad	2
Guantes de cuero	12
Guantes de nitrilo	12
Guantes de jardinería	12

Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep 2015

Equipamiento y herramientas

Para la operación de la Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos se deberá contar con el siguiente equipamiento:

- **Zaranda inclinada estática con paso de malla de 10mm.** Equipo para el refinamiento de compost.
- **Balanza digital de plataforma.** Equipo para pesaje de acero con capacidad de pesaje de 200 Kg. y precisión de 25 g.
- **Contenedores de 1000 litros.** Contenedores plásticos de 1000 litros para el almacenamiento temporal del rechazo.

Adicionalmente será necesario adquirir equipos para el control del proceso y calidad del compost. Se ha propuesto la adquisición de los siguientes equipos:

- Termómetro digital portátil con sondas termopar tipo k de 1.5m.
- Medidor de pH portátil.
- Conductímetro portátil.

Finalmente también será necesario adquirir palas, picos, rastrillos, machetes, carretillas, costales para ensacado del compost, etiquetas para identificación de costales, cosedora de costales, baldes de plástico, bolsas de limpieza, manguera para

riego y utensilios de limpieza tales como cepillos para barrido manual y recogedores metálicos.

2.10.12 Cantidad y características de los residuos sólidos municipales

De acuerdo al estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales realizado en el 2013 para el distrito de Andahuaylas, **la generación per-cápita es de 0.55kg/hab/día**. La cual se tomara como referencia para los demás distritos que dispondrán sus residuos en el relleno sanitario de Andahuaylas por considerarse como representativa respecto a los distritos que se beneficiaran del proyecto. La población urbana proyectada¹³ en el 2014 de los distritos de Andahuaylas (38,055), San Jerónimo (12,103) y Talavera (11,315), asciende a 61,413 habitantes que estarían generando un total de 34.15 toneladas métricas de residuos sólidos por día de origen doméstico. El mismo estudio de caracterización indica que el Barrido y almacenamiento, Feria sabatina y dominical, residuos de mercado, residuos de restaurantes, residuos de comercios y residuos de instituciones se consideran como otros residuos sólidos de tipo municipal y representan un 16.28% de los residuos municipales, de acuerdo a esto se infiere que el total de residuos sólidos municipales que se generan en las localidades de Andahuaylas, San Jerónimo y talavera es 41,34 toneladas métricas de residuos sólidos municipales por día.

Tabla 2-13 Población y proyección para el relleno sanitario de Andahuaylas

Año	Ciudades			Población Urbana Total
	Andahuaylas	San Jeronimo	Talavera	
2014	38,055	12,103	11,315	61,473
2015	39,934	12,546	11,706	64,186
2016	41,906	12,998	12,097	67,001
2017	43,976	13,459	12,488	69,923
2018	46,147	13,929	12,879	72,955
2019	48,426	14,407	13,270	76,103
2020	50,818	14,895	13,661	79,374
2021	53,327	15,391	14,052	82,770
2022	55,960	15,896	14,443	86,299
2023	58,724	16,409	14,834	89,967

Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep 2015

¹³ PIP"Mejoramiento y Ampliación de la gestión Integral de los residuos sólidos municipales en la zona urbana del distrito de Andahuaylas y disposición final de San Jerónimo y Talavera, Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac"

Tabla 2-14 Proyección de la población y generación de residuos sólidos domiciliarios en las ciudades de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera.

Año	Población Proyectada			Generación per capita de residuos sólidos Kg/Hab/día	Generación de Residuos Sólidos Domésticos (t/día)			
	Andahuaylas	San Jeronimo	Talavera		Andahuaylas	San Jeronimo	Talavera	Total
2014	38,055	12,103	11,315	0.556	21.14	6.72	6.29	34.1
2015	39,934	12,546	11,706	0.561	22.41	7.04	6.57	36.0
2016	41,906	12,998	12,097	0.567	23.75	7.37	6.85	38.0
2017	43,976	13,459	12,488	0.572	25.17	7.70	7.15	40.0
2018	46,147	13,929	12,879	0.578	26.68	8.05	7.44	42.2
2019	48,426	14,407	13,270	0.584	28.27	8.41	7.75	44.4
2020	50,818	14,895	13,661	0.590	29.97	8.78	8.06	46.8
2021	53,327	15,391	14,052	0.596	31.76	9.17	8.37	49.3
2022	55,960	15,896	14,443	0.602	33.66	9.56	8.69	51.9
2023	58,724	16,409	14,834	0.608	35.68	9.97	9.01	54.7
2024	61,623	16,932	15,225	0.614	37.84	10.40	9.35	57.6

Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep 2015

La generación total de residuos sólidos municipales no domiciliarios en el distrito de Andahuaylas ha sido estimada en 6.2 t/día. Proyectado al 2014 partir del estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales realizada en el 2010 para la zona del proyecto a la cual se suma la generación de los mercados y ferias determinado en el estudio de caracterización de mercados elaborado por PWI. Estimando además la generación de 0.52 t/día para San Jerónimo y 0.47 t/día para Talavera.

Tabla 2-15 Generación de otros residuos sólidos municipales en las ciudades de Andahuaylas San Jerónimo y Talavera

Año	Generación de Residuos Sólidos No Domésticos (t/día)			
	Andahuaylas	San Jeronimo	Talavera	Total
2014	6.20	0.52	0.47	7.188
2015	6.51	0.55	0.49	7.543
2016	6.83	0.57	0.51	7.915
2017	7.17	0.60	0.54	8.306
2018	7.52	0.63	0.56	8.717
2019	7.89	0.66	0.59	9.147
2020	8.28	0.69	0.62	9.599
2021	8.69	0.73	0.65	10.073
2022	9.12	0.76	0.68	10.571
2023	9.57	0.80	0.72	11.093
2024	10.05	0.84	0.75	11.641

Fuente: Consultor Consorcio Fichtner-Cydep Actualización de datos con el ECRS de mercados efectuado por PWI 2015

En el siguiente cuadro se presenta la estimación de los residuos sólidos municipales generados en las ciudades incluidas en el presente proyecto y proyectados hasta el año 2024:

Tabla 2-16 Generación de residuos sólidos municipales en las ciudades de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera proyectados al año 2024

Año	Generación de Residuos Sólidos Domésticos (t/día)				Generación de Residuos Sólidos Municipales No Domésticos (t/día)	Generación Total de Residuos Sólidos Municipales (t/día)	Generación Total de Residuos Sólidos Municipales (t/año)	Generación Total de Residuos Sólidos Municipales no compactados (m3/año)
	Andahuaylas	San Jerónimo	Talavera	Total				
2014	21.14	6.72	6.29	34.1	7.188	41.34	15,087.6	69,527.90
2015	22.41	7.04	6.57	36.0	7.543	43.55	15,897.4	73,259.79
2016	23.75	7.37	6.85	38.0	7.915	45.88	16,747.1	77,175.36
2017	25.17	7.70	7.15	40.0	8.306	48.33	17,638.8	81,284.61
2018	26.68	8.05	7.44	42.2	8.717	50.89	18,574.3	85,595.95
2019	28.27	8.41	7.75	44.4	9.147	53.58	19,556.3	90,121.00
2020	29.97	8.78	8.06	46.8	9.599	56.40	20,587.4	94,872.74
2021	31.76	9.17	8.37	49.3	10.073	59.37	21,669.5	99,859.61
2022	33.66	9.56	8.69	51.9	10.571	62.48	22,805.9	105,096.37
2023	35.68	9.97	9.01	54.7	11.093	65.75	23,999.4	110,596.21
2024	37.84	10.40	9.35	57.6	11.641	69.23	25,267.5	116,439.99

Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep 2015

2.11 Densidad de residuos sólidos

De acuerdo con los resultados del Estudio de caracterización de residuos sólidos de la ciudad de Andahuaylas realizado en julio 2013 adjunto en anexos, se estima para la ciudad de Andahuaylas la densidad sin compactar de los residuos sólidos domiciliarios es de 216.61Kg/m³ estimando además la densidad de los residuos sólidos comerciales es 29.45 kg/m³ e institucionales de 22.36kg/m³. De acuerdo al estudio de caracterización que se realizó el 2014 en mercados y ferias de Andahuaylas, concluye que la densidad sin compactar es de 417.29 Kg/m³ y compactada alcanza el valor de 522.17 Kg/m³.

Así mismo, a nivel internacional existen ratios de algunas densidades promedio para residuos sólidos, la densidad se altera a medida que se avanzan las etapas de su manejo como se muestra en el cuadro a continuación:

Tabla 2-17 Densidades promedio de residuos sólidos a nivel internacional

ETAPA	DENSIDAD (kg/m ³)
Residuos Sólidos sueltos en recipientes	200
Residuos Sólidos compactados en camiones compactadores	500
Residuos Sólidos sueltos descargados en los rellenos	400

ETAPA	DENSIDAD (kg/m ³)
Residuos Sólidos recién rellenados	600
Residuos Sólidos estabilizados en los rellenos (2 años después del rellenamiento)	900

Fuente: Método Sencillo del Análisis de Residuos Sólidos, Dr. Kunitoshi Sakurai, CEPIS/OPS-OMS.

2.11.1 Residuos sólidos de origen domiciliario

2.11.1.1 Composición de residuos sólidos

Es importante saber qué tipo de residuos sólidos se generan, a nivel domiciliario, para poder establecer las medidas de tratamiento para cada tipo de residuo, así como las oportunidades de reutilización, a continuación se detalla la composición física de los residuos sólidos domiciliarios tomando como referencia a la ciudad de Andahuaylas.

Basándose en el porcentaje en peso de cada tipo de residuo sólido obtenido en los 8 días de muestreo se ha determinado su composición física, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 2-18 Composición física de los residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Andahuaylas

N°	COMPONENTE	%
1	Residuos Orgánicos	60.57
2	Papel blanco	1.49
3	Cartón	5.26
4	Vidrio	1.76
5	Metal (Lata, fierro, chapas)	1.90
6	Plástico duro	4.27
7	Plástico PET	1.59
8	Bolsas plásticas	4.30
9	Textiles	1.5
10	Caucho, cuero, jebe	0.08
11	Madera	0.55
12	Tecnopor o similares	0.39
13	Residuos sanitarios (ph Pañales, otros similares)	8.89
14	Restos de medicina	0.12
15	Pilas	0.03
16	Residuos electrónicos	0.13
17	Residuos inertes	7.02
18	Otros Tetra Pak , cera	0.22
	Total	100

Fuente: ECRS .2013 Andahuaylas – ANTHA ingenieros S.R.L.

El componente con mayor porcentaje de los residuos sólidos generados en la ciudad de Andahuaylas es la materia orgánica con un 60.57% del total producido, además un alto porcentaje (5.26%) corresponde al cartón. Otros de los porcentajes sobresalientes son las bolsas plásticas, el plástico duro, el PET, metal y vidrio con 4.30%, 4.27%, 1.59%, 1.9% y 1.76% respectivamente.

De acuerdo al estudio de caracterización de los residuos sólidos 2013, afirma que, los residuos re aprovechables, constituidos por papel, cartón, botellas PET y metales tienen un porcentaje de 10.24%. Un buen porcentaje resultante para poder darles una reutilización efectiva y generen beneficios a la población y se reduzca la cantidad de residuos generados, a través de programas de segregación en la fuente, promoción de reciclaje por parte de asociaciones de recicladores, etc.

2.11.2 Residuos sólidos de origen comercial

En el estudio de caracterización de los residuos sólidos municipales se ha determinado de los residuos sólidos comerciales en la ciudad de Andahuaylas, dichos resultados son presentados en el cuadro N° 2-12.

Tabla 2-19 Composición física de los residuos sólidos comerciales en la ciudad de Andahuaylas

N°	COMPONENTE	%
1	Residuos Orgánicos	59.65
2	Papel blanco	0.74
3	Cartón	1.70
4	Vidrio	0.83
5	Metal (Lata, fierro, chapas)	0.89
6	Plástico duro	1.45
7	Plástico PET	4.79
8	Bolsas plásticas	3.93
9	Textiles	1.09
10	Caucho, cuero, jebe	0.19
11	Madera	3.07
12	Tecnopor o similares	0.54
13	Residuos sanitarios (ph Pañales, otros similares)	4.64
14	Restos de medicina	1.72
15	Pilas	0.31
16	Residuos inertes	14.03
17	Otros Tetra Pak , cera	0.43
	Total	100

Fuente: ECRS .2013 Andahuaylas – ANTHA ingenieros S.R.L.

Como podemos apreciar la materia orgánica presenta un 59.65% del total de residuos, disponible para reaprovechar en compostaje.

Hablando de los residuos re aprovechables estos presentan un 8.12% entre botellas PET, papeles, metales y cartones.

En cuanto a los mercados y ferias en Andahuaylas la composición física de los residuos generados es como sigue:

Tabla 2-20 Composición física de los residuos sólidos de los mercados y feria en la ciudad de Andahuaylas

N°	COMPONENTE		%
1	Residuos compostificables	Residuos Orgánicos	86.03
2	Residuos Reciclables	Papel	0.90
3		Cartón	1.61
4		Vidrio	1.47
5		Metal (Lata, chapas etc)	0.37
6		Plástico duro	0.47
7		Plástico PET	0.69
8	Residuos no reaprovechables	Bolsas plásticas	4.12
9		Textiles	0.06
11		Envolturas	0.71
12		Tecnopor o similares	0.31
13		Pañales desechados	0.31
14		Papel higiénico	1.60
15		Pilas	0.22
16		Residuos inertes	1.60
	Total		100

Actualización de datos con el ECRS de mercados efectuado por PWI 2014

2.12 Distribución del área general del proyecto

El Relleno Sanitario de Andahuaylas, ha sido considerado teniendo en cuenta la adaptación de las necesidades de Disposición Final y el Re aprovechamiento, a la topografía existente, obteniendo para ello, zonas aptas para cada componente y dejando como resultado (aparte de los propios de infraestructura como vías y campamentos), sitios de referencia bien definidos que son:

- **Área de Terrazas:** Localizada desde la zona central del predio y al costado norte y oriental del predio, será el lugar diseñado especialmente para recibir la disposición de residuos sólidos ordinarios generados en la zona de influencia del proyecto. Para acceder a este lugar, se adecuará una vía que ingresará por el actual ingreso al botadero existente continuando hasta la parte más baja del proyecto.

- **Zona de Re aprovechamiento:** Localizada al costado interno de la vía de acceso a la altura de la progresiva km: 180+00 en la parte derecha. Ésta área será destinada para realizar la separación de los residuos inorgánicos reciclables.
- **Zona almacenamiento de lixiviados:** Corresponde al área destinada para la construcción de la infraestructura que permitirá el almacenamiento de lixiviados generados durante la etapa de operación del relleno sanitario. Al costado norte del predio se construirá una poza que almacenará el líquido residual generado por la acumulación de residuos.

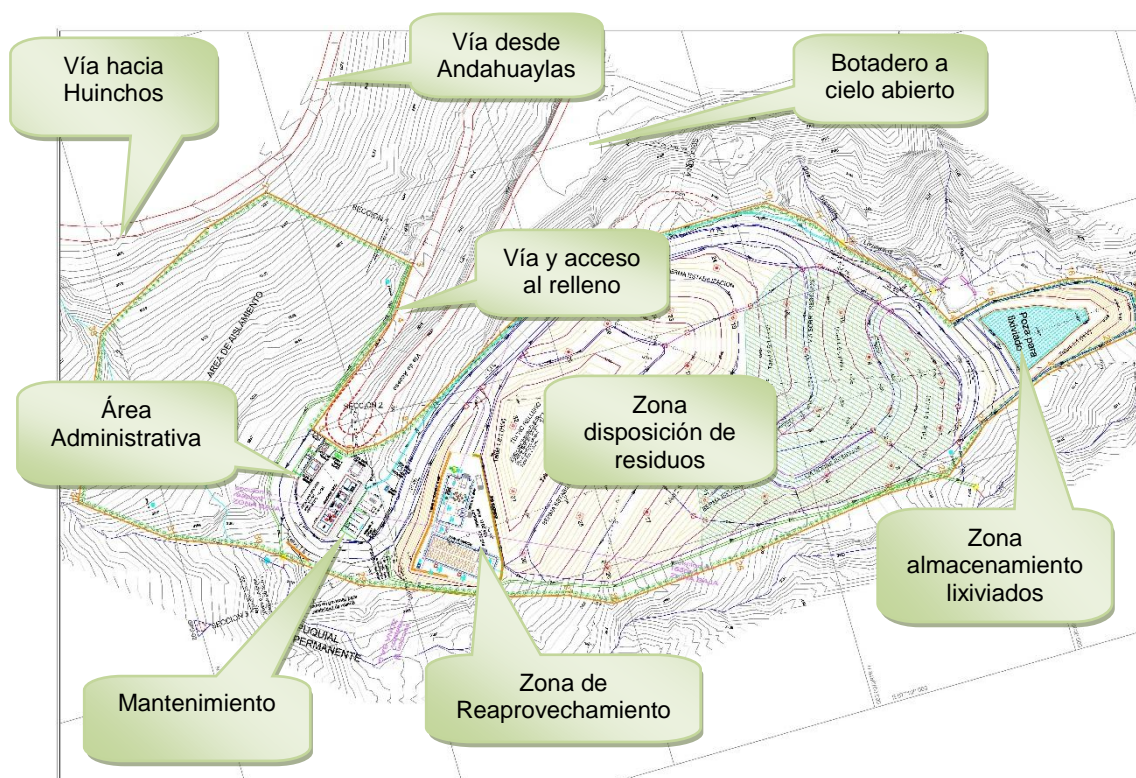
Los demás componentes del relleno entre otros, son los siguientes:

- **Trama vial circundante.** En el punto donde se deriva un camino carrozable de la vía al aeropuerto de Andahuaylas se dirige hacia el botadero existente. La longitud de la vía que conducirá a la portería de entrada del futuro relleno sanitario es de aproximadamente 350 metros.
- **Cerco perimetral.** Se construirá un cerco perimetral sobre todo el perímetro del predio donde se construirá el relleno sanitario, con el fin de controlar el acceso de personas no autorizadas a la zona del proyecto. Paralelo a este cerco se podrá realizar la siembra de especies arbóreas tal y como se define en el Plan de Manejo del Estudio de Impacto Ambiental.
- **Caseta de vigilancia.** En la entrada al relleno sanitario se tendrá instalada una caseta de vigilancia para controlar registrar las entradas y salidas de los vehículos.
- **Caseta de control.** Se construirá a un costado de la balanza de pesaje y dentro de ella se ubicará el sistema que registra el peso de los vehículos a la entrada y a la salida del relleno.
- **Balanza.** Luego de la portería de entrada al relleno sanitario pasando la caseta de vigilancia y al costado de la caseta de control, se construirá la balanza de pesaje. Sobre ella se estacionarán los vehículos para la toma del registro de pesaje antes y después del descargue dentro del frente de trabajo del Relleno Sanitario.
- **Generador eléctrico.** Cerca de la balanza se ubicará un generador eléctrico, que será la principal fuente de energía utilizada para adelantar las diferentes labores de orden operativo y administrativo dentro de las instalaciones del relleno sanitario de Andahuaylas.
- **Oficinas.** Se establecerá un área destinada para la construcción de oficinas donde se realizarán las labores de control y seguimiento tales como revisión de planos de diseño, análisis estadísticos, revisión de informes, análisis de monitoreos y en general toda actividad administrativa derivada de la operación del relleno.
- **Área de mantenimiento.** En esta zona se construirá una infraestructura diseñada para realizar el mantenimiento de maquinaria y equipos menores utilizados en el

relleno sanitario, además se aprovechará un área especial para el almacenamiento de materiales.

- **Canales pluviales.** Permite la recolección y manejo controlado de las aguas lluvias en el relleno sanitario. Su dimensionamiento, ubicación y forma de construcción se realizará de acuerdo a lo estipulado en los diseños técnicos.
- **Cerco vivo.** Ubicado a 1.5m del cerco perimétrico como una medida de manejo ambiental para el control de olores, ruidos y mejorar las condiciones paisajísticas del Relleno Sanitario.

Figura 2-17 Plano de distribución general del relleno sanitario



Fuente: Diseño de ingeniería. Consorcio Fichtner – Cydep. 2015.

A continuación se detalla los componentes relevantes del proyecto:

2.12.1 Relleno Sanitario

El relleno sanitario es una Instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental.; constituye método de disposición final de residuos sólidos, en este caso municipales, en el suelo, cuyo objetivo es eliminar molestias y evitar peligros para la salud pública y por el que

mediante la utilización de técnicas apropiadas de Ingeniería Sanitaria se deposita los residuos sólidos⁴⁴ en capas de tierra, aislándolas del medio ambiente al final de cada día de operación o en intervalos que fueren necesarios. Sin embargo, éste puede generar problemas ambientales y de salud hacia los operadores y la comunidad si no se opera adecuadamente, dejando de lado el cumplimiento del MANUAL OPERATIVO compuesto por actividades y obras diseñadas para evitar impactos negativos al entorno; por lo que se recomienda que el relleno sanitario sea operado siguiendo los siguientes principios:

- La construcción del proyecto se realizará atendiendo lo dispuesto en el Plan de Manejo Ambiental y en los diseños técnicos previamente aprobados por la autoridad competente.
- Los residuos sólidos serán dispuestos de acuerdo a las fases establecidas en este documento.
- Las zonas de disposición de residuos estarán completamente cubiertas durante los periodos sin operación, esto para evitar principalmente la proliferación de olores y el ingreso de aguas lluvias sobre la masa de residuos.
- Se controlará el ingreso de aguas de escorrentía por lluvias a las áreas de operación, mediante la construcción de canales de coronación y una red de canales de aguas lluvias.
- La red de evacuación de aguas lluvias será completamente independiente al sistema de captación, conducción y almacenamiento de lixiviados.
- Los residuos expuestos a la intemperie diaria corresponderán únicamente al frente de trabajo; las demás áreas del relleno permanecerán con cobertura diaria en arcilla o en su defecto con plástico.
- Será prohibido el ingreso al relleno sanitario de personas encargadas de reciclar material recuperable en los frentes de trabajo, ya que para esto, se cuenta con un área de re aprovechamiento ubicada entre las zonas administrativas y las terrazas.
- La poza se mantendrá en buen estado de operación y contará con una cubierta con la cual se logre la evaporación de los lixiviados en tiempos secos también para minimizar el ingreso de agua lluvia en época de invierno.

2.12.1.1 Zona de entrada y de salida

En la portería del relleno sanitario se ubicará el personal encargado de permitir el ingreso y la salida de los vehículos recolectores hacia y desde el interior del relleno sanitario. Para ello diligenciarán un registro diario de ingresos y salidas mediante la utilización de una planilla de control. La portería permanecerá cerrada y no se permitirá el ingreso de personas ajenas a la operación del relleno sanitario.

Los vehículos recolectores luego de pasar la caseta de ingreso, se dirigirán hacia la balanza de pesaje donde se registrará su peso de entrada con la ayuda del sistema digital de datos de la balanza o por medio de registro manual, según corresponda. Allí se le notifica al conductor del vehículo, la zona a la cual puede acceder para realizar el descargue de sus residuos.

Luego del descargue, el vehículo deberá ubicarse nuevamente en la plataforma de la balanza para así conocer su peso de salida. Para determinar el peso neto de los residuos dispuestos, se restará el peso del vehículo de entrada, con el peso del vehículo de salida (ya descargado).

En la caseta de control que se construirá a un costado de la balanza de pesaje, se instalará el sistema de pesaje, donde se registrarán los datos de peso de ingreso y peso de salida de cada vehículo recolector. Esta información permitirá crear una base de datos que será necesaria para el control de vida útil remanente del relleno.

El sitio de disposición final operará en un horario definido por la municipalidad en función de los horarios de recolección de residuos. Por fuera de este horario no habrá operación de relleno, salvo en situaciones de emergencia, para lo cual se constituirá una guardia con el personal mínimo requerido.

Fotografía 2-1 Área administrativa y balanza de pesaje



Fuente: RS Praderas del Magdalena. Girardot. Colombia. 2013.

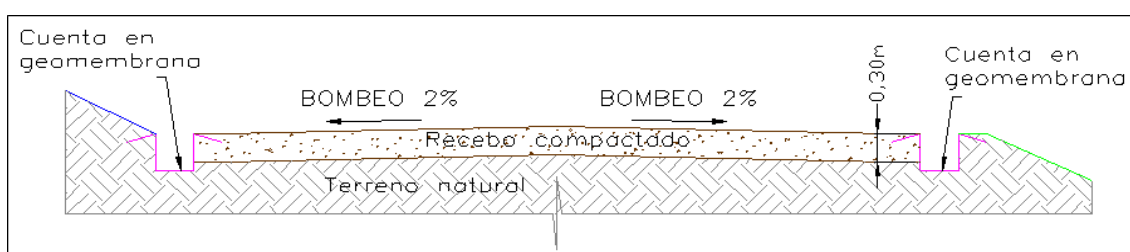
2.12.1.2 Vías internas

A partir de la entrada al proyecto, la cual se halla justo al borde de la vía existente, se construirá una nueva vía que lleve maquinaria y vehículos recolectores a todas las zonas del relleno. Es una estructura con una banca de 8m y una pendiente requerida de 11.6% como máximo, dadas las condiciones topográficas del predio. Entre las abscisas K0+375 y K0+427m, se observa una altísima pendiente que no es posible sortear en terreno natural. Así como se muestra en los planos de diseño se construirá una importante desviación con lo cual se pretende evitar este tramo de vía a construir que tiene una pendiente del 38,5%.

La vía sobre terreno natural requiere de 5.244 m³ de corte y 2.799 m³ de relleno, para conseguir la geometría diseñada, la cual plantea unas plataformas en la parte interna de la curva inicial. Estas zonas planas deberán ser habilitadas para permitir el área necesaria para construir la infraestructura del relleno como caseta de vigilancia, caseta

de registro de residuos, grupo electrógeno, mantenimiento y área de recuperación. Para garantizar una adecuada circulación de vehículos, una vez construida la banca y cunetas de agua lluvia, se aplicará una capa de afirmado como estructura de rodamiento y se conformarán pendientes transversales mínimas del 2%. Así mismo, se construirán cunetas y obras de arte para el manejo de agua lluvia. Lo anterior siguiendo los planos y especificaciones de diseño. El ancho de vía deberá permitir el tránsito de vehículos en ambas direcciones simultáneamente.

Figura 2-18 Perfil típico vías internas



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015. Plano R-19

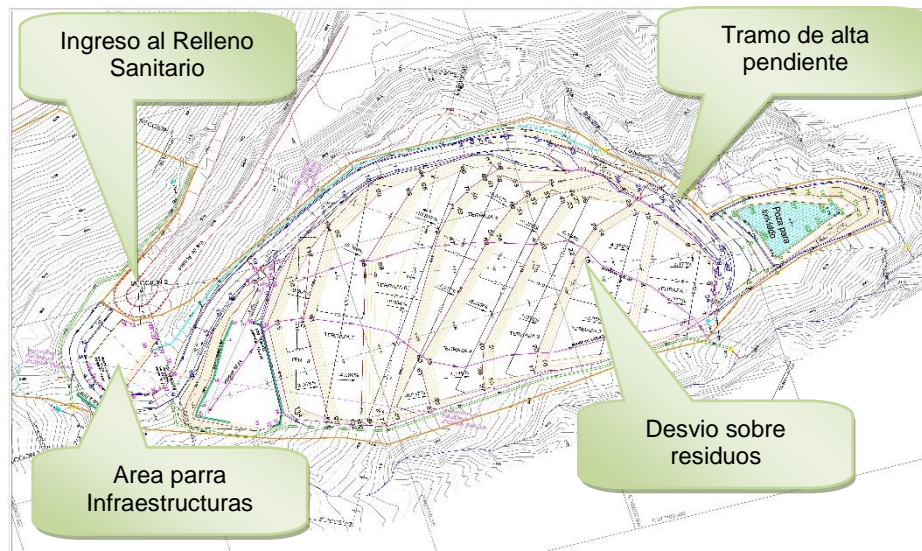
Las especificaciones de la vía dependen de los tipos y flujo de vehículos. Sin embargo por diseño y de acuerdo con los tipos de equipos, las vías internas tendrán las siguientes características:

Ancho	:	10.0 metros.
Pendiente T	:	2%.
Cunetas	:	0.40 metro (ancho) revestida en geomembrana.
Estructura	:	Afirmado o recebo natural en un espesor de 0.30 m.
Pendiente L	:	Máxima longitudinal del 8%.

Para la operación nocturna es necesario iluminar toda la trama vial interna, además se señalará con elementos de tipo móvil o fijo, de manera que puedan ser utilizados durante el periodo de ejecución del relleno y su posterior integración al entorno.

En la Figura 2-19, se puede observar una aproximación de la localización y trazado de la vía de acceso.

Figura 2-19 Localización de vía acceso



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015.

Las vías internas incluirán la respectiva señalización, de acuerdo con las condiciones particulares de la misma. En ese sentido se utilizarán señales de tipo informativo, preventivo y obligatorio.

Construcción de vía temporal: La desviación requerida sobre el domo de residuos se realizará al momento de la operación. Para realizar la excavación y las actividades de adecuación y preparación de las terrazas, se deberá usar una vía temporal por medio del terreno natural del sector con el fin de obtener pendientes operativas y permitir acceso a las zonas bajas del proyecto.

2.12.1.3 Terrazas:

2.12.1.3.1 Excavaciones de fondo y taludes

Teniendo en cuenta las características morfológicas del predio donde se adelantará el proyecto, se busca que la implementación del modelo constructivo del Relleno Sanitario de Andahuaylas, garantice la disposición final de residuos sólidos de forma continua e ininterrumpida durante toda su vida útil, optimizando en un alto porcentaje las zonas ideales para la recepción de residuos.

Bajo esta premisa, se elige el sector norte del predio que ofrece las mejores condiciones técnicas y operativas para la adecuada operación de disposición final. La excavación del sector norte se efectuará de acuerdo a lo establecido en terreno y en concordancia con el replanteo hecho por la comisión topográfica. Se intervendrá un área aproximada de 12,395 metros cuadrados, a una profundidad promedio de 1.30 metros sin sumar el espesor del descapote, para un volumen total de 21,040 metros cúbicos.

Las superficies serán preparadas de la siguiente manera:

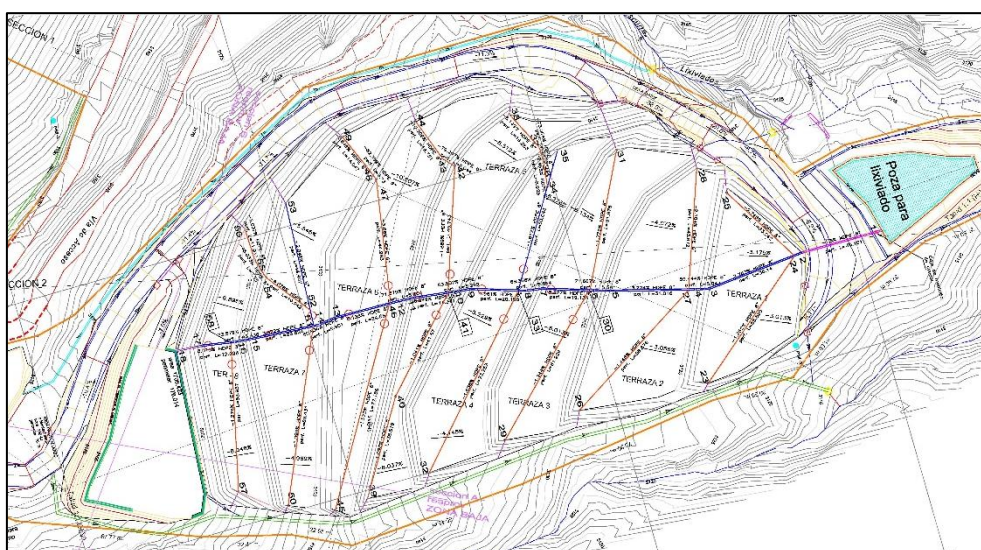
- Se dejarán superficies planas.
- Se retirará cualquier material punzante que pueda ocasionar daño posterior a la geomembrana.
- Se darán 5 pasadas de maquinaria a fondo de la terraza para promover su compactación y mejorar las condiciones de la fundación.
- Los Taludes de excavación tendrán una pendiente 1.5 H: 1 V y los taludes en relleno de 2,5 H; 1 V; la pendiente de fondo será del 2%.

2.12.1.3.2 Zanjas para drenes de fondo

En esta parte de la construcción, sólo se excava la sección que es de 0.40m*1.0m de forma mecánica o manual. En el plano de diseño de filtros de fondo, se presenta las redes internas que resultan para el manejo de lixiviados con localización exacta de cada alineamiento y diámetro de filtro. El sistema de drenaje básicamente consta de líneas de captación principal a las cuales les entregan líneas secundarias de tipo espina de pescado.

En las zanjas ya excavadas se procederá posteriormente a extender la geomembrana de fondo con el geotextil de protección y sobre los surcos marcados se colocará grava y tubería que permitirá el drenaje del lixiviado captado. Luego, se extenderá sobre la totalidad del área de fondo, un manto filtrante, que permitirá captar el lixiviado y dirigirlo hacia dichas zanjas y luego a los puntos de evacuación.

Figura 2-20 Localización zanjas de drenes de fondo

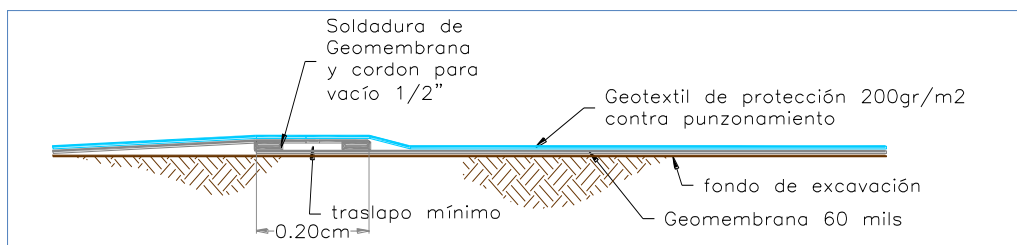


Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015. Plano R-5.

2.12.1.3.3 Sistema de impermeabilización de fondo

De acuerdo a los diseños técnicos, se requerirá de la instalación de una geomembrana texturizada en doble cara de polietileno de alta densidad de calibre 60mils (1.5mm) que deberá tener un resultado de ensayo de permeabilidad en laboratorio de 1×10^{-12} cm/seg. La geomembrana tendrá pegue por termo sellado y un traslazo de mínimo de 20cm, de tal forma que en las juntas no se presenten riesgos de filtración, dejando entre los cordones un vacío conocido como canal de prueba de aire para realizar las pruebas de presión neumática que garanticen el sellado perfecto de la geomembrana. Se realizará control de calidad a las juntas de soldadura de la geomembrana, cuyo procedimiento estará acorde con el instalador y la tecnología de sellado empleada.

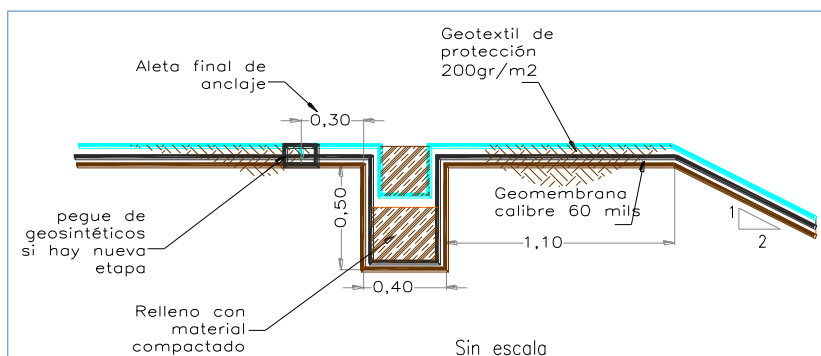
Figura 2-21 Detalle soldadura geomembrana



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015. Plano R-4.

La superficie total que estará en contacto con los residuos deberá estar completamente impermeabilizada. Aparte de dejar bien soldada cada fracción de tela geosintética, es necesario anclar el extremo final por fuera del relleno en residuos. Esto se logra con un atraque en tierra en la parte superior de los taludes, retirado del borde por lo menos 1 metro.

Figura 2-22 Detalle anclaje geosintéticos



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015. Plano R-4.

2.12.1.3.4 Filtros y capa de drenaje de lixiviados

El sistema de drenaje de lixiviados comprende todos los elementos con los que cuenta el relleno sanitario para agilizar la salida de los lixiviados del interior de las zonas de disposición.

Este sistema está constituido básicamente por los drenes de fondo principales y secundarios, la capa de drenaje de fondo, manejo de brotes de lixiviados, caja a la salida y las actividades que se deben tener en cuenta para el mantenimiento de estas estructuras, como se observa en la Fotografía 2-2.

Fotografía 2-2 Filtro de drenaje de fondo



Fuente: RSDJ. 2015.

2.12.1.4 Sistema de manejo de lixiviados

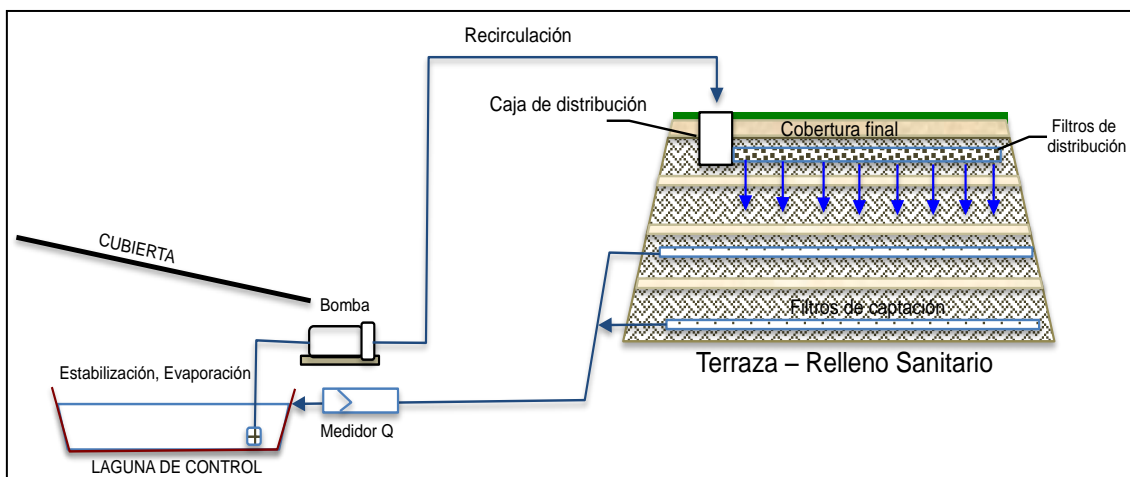
El sistema de manejo de lixiviados diseñado para el Relleno Sanitario de Andahuaylas, como ya se dijo, cuenta con una serie de estructuras y actividades que se unan en el esfuerzo por controlar y minimizar su producción. Entre esas se cuentan por ejemplo, la captación mediante la gama de filtros y drenes de fondo y entre los residuos, que ya han sido descritos, así como el almacenamiento en la poza, para finalmente ser tratados mediante la recirculación. Actividades como el tapado diario de residuos, la compactación y el manejo adecuado de las lluvias aportan a disminuir su generación.

Con todo esto, el paso final corresponde al manejo final que se hará con el lixiviado. Para ello, se ha previsto la necesidad de llevar a cabo dos acciones bien importantes y definitivas: La retención y almacenamiento; el tratamiento final.

El sistema de manejo de lixiviados previsto para el Relleno Sanitario de Andahuaylas, comprende los siguientes componentes:

- Un sistema de captación y evacuación compuesto por filtros de fondo y capa de drenaje.
- Sistema de conducción de lixiviados en tubería de polietileno de alta densidad desde la salida de los filtros de fondo, hacia la poza de almacenamiento.
- Un sistema de aforo, mediante canal y vertedero triangular.
- Una poza de almacenamiento de 1581,82 m³ de lixiviado, con cubierta donde se esperan que se presenten procesos de homogenización, estabilización, evaporación y se mejora de la estabilización biológica de los lixiviados, por el tiempo de retención y procesos biológicos que allí se desarrollan
- Un sistema de manejo de lixiviados por medio de recirculación.

Figura 2-23 Esquema general de manejo de lixiviados



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2015.

2.12.1.5 Sistema drenaje de biogás

Se construirán los filtros verticales o chimeneas que van instalados sobre una plataforma en grava para evitar el punzonamiento sobre la geomembrana. Estos drenes hincados desde el mismo suelo de fundación, y levantados a medida que crece el relleno –nivel tras nivel-, sirven para comunicar verticalmente la masa hasta el fondo por donde se espera que salga el biogás producto de la descomposición de los residuos sólidos acumulados y además facilite la caída de lixiviado hasta el drenaje de fondo.

Las chimeneas se construirán en piedra, tubería perforada y en malla de gavión, separadas en cuadrícula 30 metros entre sí y ubicada de acuerdo a los planos de diseño. La distribución de las chimeneas permite el espacio suficiente para la operación de la maquinaria y los vehículos recolectores.

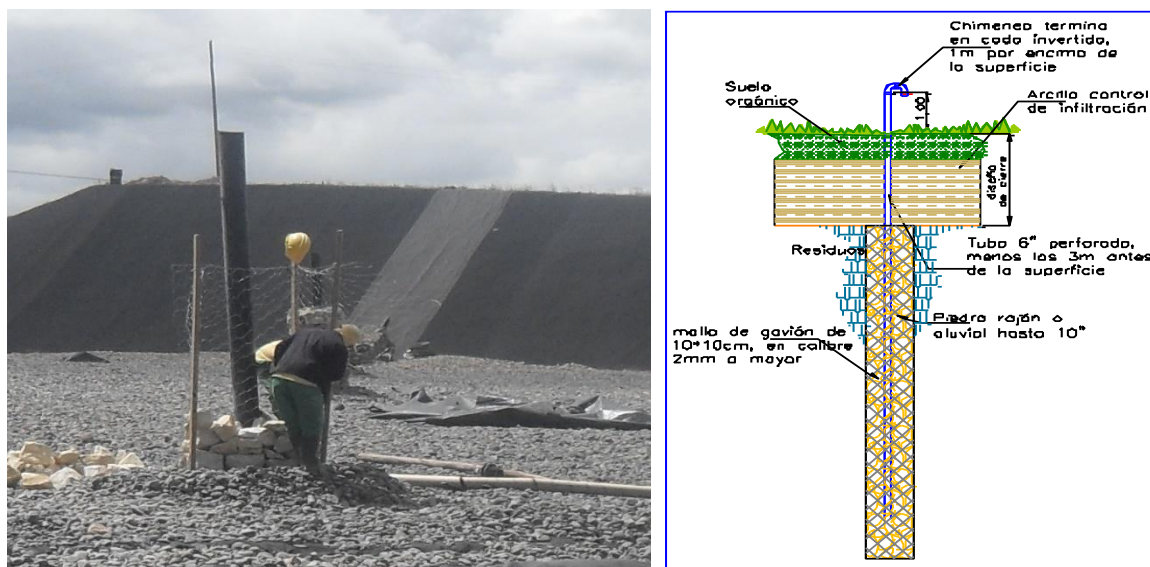
Estas estructuras comprenden una malla gavión calibre 13 de triple torsión con hueco de 10 a 12 centímetros que envuelve una sección cuadrada de 1.0 metro de lado x 2.0 metros de altura, rellenas con piedra rajón de 10" de diámetro alrededor de un tubo de HDPE de 6" perforado.

Durante la etapa de adecuación inicial o adecuación de fondo de cada terraza se construirá únicamente 2.0 m de chimenea desde el fondo.

Durante la etapa operativa las chimeneas se irán construyendo a medida que se operan los niveles de residuos y hasta una altura de 1 metro por encima de la cobertura final, tal como se describe en el capítulo de operación y mantenimiento.

Estas chimeneas se irán construyendo desde el fondo y a medida que se construyen los niveles de residuos. Las chimeneas irán hasta una altura de 1 metro por encima de la cobertura final como se muestra en la foto siguiente.

Figura 2-24 Detalle construcción de chimenea



Fuente: RSDJ. 2015.

2.12.1.6 Pozos de monitoreo

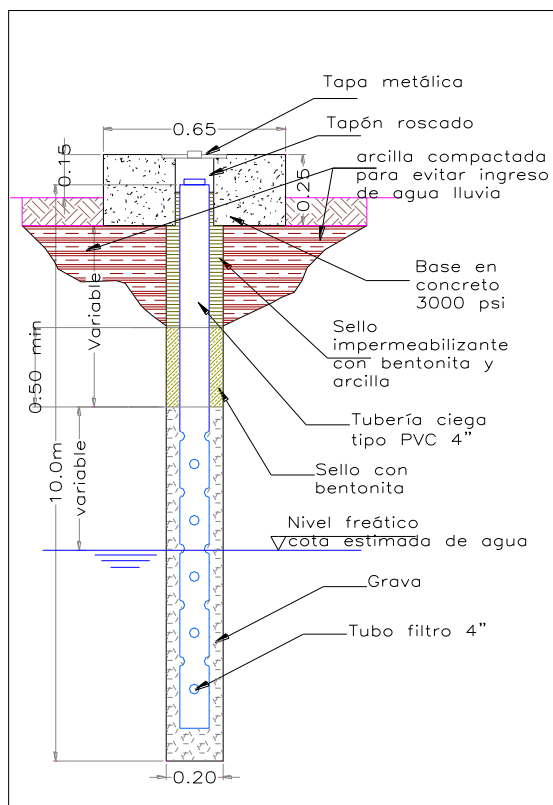
Como instrumentos para el monitoreo de las aguas subterráneas, se contempla la ubicación en la parte periférica del Relleno Sanitario, más exactamente en puntos aguas arriba y aguas abajo definidos topográficamente donde se presuma una línea

de flujo subterráneo; Serán cuatro (4) pozos de monitoreo localizados según los planos de diseño, Dos aguas arriba y dos aguas abajo.

En el plano de localización de la instrumentación se puede observar la ubicación de estos pozos para el monitoreo de agua sub superficial. El piezómetro está destinado para detectar la presencia de humedad en la zona periférica del relleno y a la toma de muestras en caso de que ésta sea detectada con el fin de poder determinar la efectividad del sistema de impermeabilización y control ambiental.

La profundidad de estos pozos de monitoreo será de 10m definidos según los cortes geo eléctricos del estudio de suelos en los que se observa un manto saturado desde un metro a 11m de profundidad. Con esta altura de 10m por piezómetro se asegura que se atraviesa este manto arcilloso saturado probablemente por el cual se movería si existiera hipotéticamente la fuga de lixiviado.

Figura 2-25 Pozo de monitoreo ambiental



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2015.

2.12.1.7 Sistema de Drenaje de aguas lluvias

Las aguas lluvias se generarán en las cotas altas con respecto a las zonas de construcción y sobre las terrazas excavadas. El manejo de las aguas lluvias es uno de

los aspectos más importantes para la operación del Relleno Sanitario de Andahuaylas. Durante la etapa de construcción se han planteado las siguientes estructuras:

a.- Canales temporales de manejo de agua de lluvia. Canales temporales de desvío y control de ingreso de aguas lluvias a las zonas de explotación de tierra o de la operación de residuos. Estos canales se localizarán en función de las necesidades propias de las obras y será decisión del ingeniero constructor del relleno, quién en últimas decide sobre el terreno la mejor opción.

Las especificaciones mínimas de obra para estos canales temporales serán:

- Sección Trapezoidal
- Base mínima de $b = 1.0$ metro
- Altura requerida mayor a 0.55 metros
- Revestimiento en geomembrana calibre 20mils o mayor (opcional por disponibilidad de material)

b.- Canales de evacuación de lluvias TIPO 1. El canal perimetral para manejo de aguas lluvias, se construirá para recibir todas las aguas que escurran y cortará las que por escorrentía pretendan ingresar al relleno por las cuencas altas, estos estarán revestidos con geomembrana pero de 40 mils o superior, tienen adicionalmente unas piedras de más o menos 10" de diámetro, sobrepuestas en el fondo para combatir la energía cinética promovida por la alta pendiente de cada uno de los tramos por los que puede construirse. Su sección trapezoidal de 1.0m por 1.0m, con taludes de inclinación 0.33H:1V, asegura el desplazamiento de hasta $2\text{m}^3/\text{seg}$ de agua, con una pendiente mínima de 0.5%.

Fotografía 2-3 Referencia de canales perimetrales para manejo de aguas lluvias



Fuente: RSDJ. 2015.

c.- Estructura desarenadora antes de entrega final. En los puntos de entrega que se observan en el plano de diseño de manejo de lluvias, se deben construir estructuras de tipo desarenador para hacer retención de sólidos. Estas serán un conjunto de mantos filtrantes de 1.0 metros de ancho, 0.50 metros de alto por los cuales debe atravesar el agua y en los que perderá los sedimentos que pueda arrastrar.

d.- Entrega final en piedra pegada a cárcava natural. Con el objetivo de detener el impulso del agua o al menos de distribuir equilibradamente la energía con la que llega a los cuerpos de agua, se construirá un muro en piedra pegada, con superficie altamente rugosa y taludes inclinados al 2H:1V en todas direcciones, desde la base del canal de aducción hasta el suelo de la cárcava natural.

En el plano de manejo de lluvias adjunto al presente estudios se observa la localización de las estructuras descritas y su interacción para lograr la evacuación eficiente de esorrentía y conducirla apropiadamente.

2.12.1.8 Instalaciones eléctricas

El proyecto contempla la instalación de un generador eléctrico diésel para la dotación de energía a la planta.

Sistema Trifásico 220V, 60 hz., 4 conductores: Fases: R, S y T y Tierra.

Para la distribución eléctrica se proyecta la instalación de tableros eléctricos en cada ambiente desde la cual se conectan la iluminación y tomacorrientes a instalarse en la planta.

Para el equipamiento de las maquinas a instalarse en la planta se proyecta la instalación del tablero de fuerza T-F

Además, se incluye la instalación de un para rayos que proteja las instalaciones del relleno sanitario.

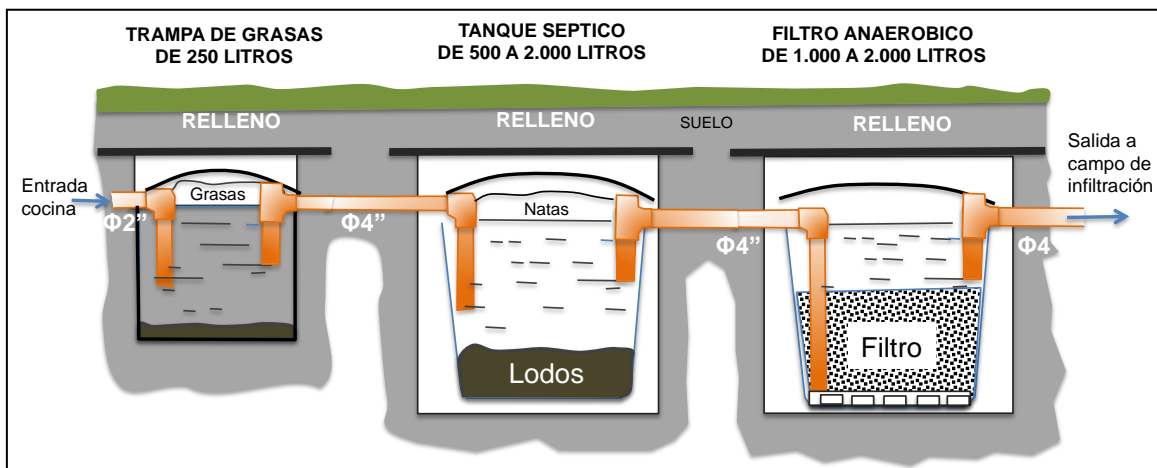
2.12.1.9 Manejo sanitario

El aprovisionamiento de agua potable se hará mediante el abastecimiento de camiones cisternas, que alimentará a una cisterna de 3.00 m³, el cual bombeará agua a un tanque elevado de 1,000 litros ubicado en la zona administrativa y una cisterna de 6.4 m³ de capacidad, el cual bombeará agua a un tanque elevado de 2,500 litros de capacidad ubicado en la zona de reaprovechamiento; así mismo se habilitarán redes de conducción de agua de PVC de 3/4" y 1/2" de diámetro, para abastecer a los servicios higiénicos.

Las aguas servidas se evacuarán a un Sistema conformado por dos Tanque Sépticos de 2.90 m³ de capacidad y a dos Pozos de Percolación de 5.30 m³ de capacidad; uno ubicado en la zona administrativa y el otro en la zona de reaprovechamiento. Preparando así el agua por lo general para disposición a través del suelo o a corrientes de agua natural. La eficiencia del tratamiento se asimila a un sistema de sedimentación primaria, sin embargo con el proceso complementario de filtro anaeróbico se puede mejorar la eficiencia hasta lograr los objetivos de calidad requeridos para la disposición final en el suelo.

Los lodos que se extraigan de los tanques sépticos, producto de su mantenimiento serán depositados a un lecho de lodos para su secado y ser dispuesto en el relleno sanitario; en conformidad a la norma técnica IS 020 Tanques Sépticos.

Figura 2-26 Detalle de tanque séptico para manejo de aguas residuales domésticas



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2015.

2.12.1.10 Sistema de disposición de residuos sólidos

El relleno sanitario diseñado para este proyecto es del tipo terraza, donde el relleno se va llenando progresivamente por niveles bien compactados y con características acordes a los análisis geotécnicos, hasta llegar a la cota final expuesta en los diseños técnicos.

La celda diaria se localiza según la situación propia del lugar, y de la decisión del ingeniero residente.

Los vehículos recolectores luego de ser pesados en la balanza, pasarán al frente de trabajo para descargar los residuos sobre la celda diaria de trabajo, allí con la ayuda de maquinaria pesada serán compactados y cubiertos diariamente con material de suelo de excavación o material plástico de cobertura. A continuación se describe la Conformación de celda diaria y niveles del relleno, posterior al ingreso por la portería de entrada y a su paso por la balanza de pesaje:

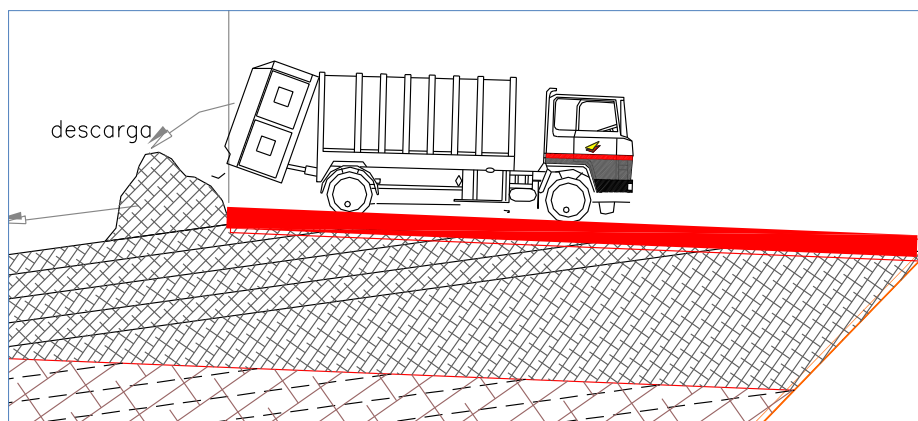
- **Etapas de descargue.** Al terminar cada vía operativa en el relleno sanitario, se encuentra una plataforma habilitada para el descargue de los vehículos. Esta tendrá el área necesaria para permitir el giro y las demás maniobras necesarias para la operación de descargue.

Allí, el mismo operario del relleno sanitario que da la orden de descargue, dirige ahora al vehículo recolector hacia la plataforma de descargue, indicando el modo y la

orientación en la cual deberá parquearse antes de soltar los residuos. El frente de descargue estará debidamente señalizado.

En cada frente de operación se tendrá una lámpara de iluminación con la suficiente potencia como para suministrar luz eléctrica segura en las horas de la noche en que se requiera operar.

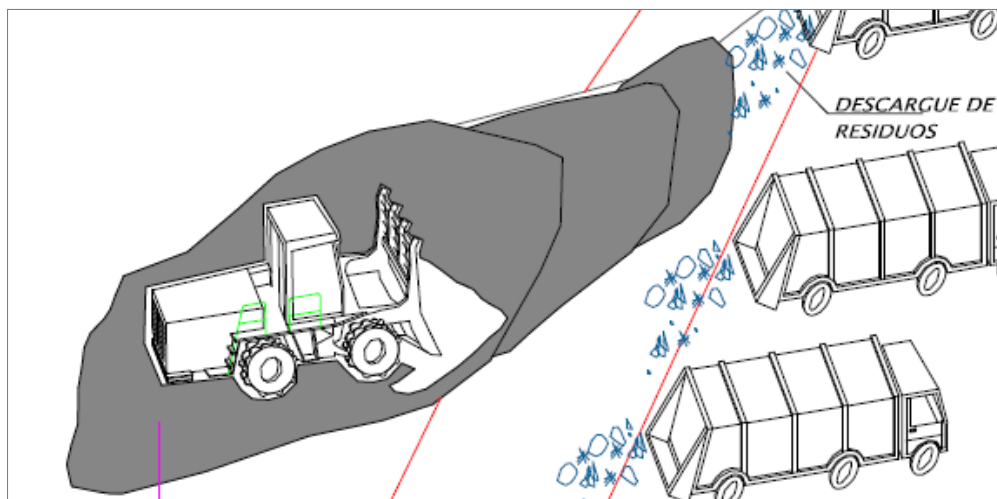
Figura 2-27 Plataforma de descargue de los residuos en frente de trabajo



Fuente: Consorcio Fichtner-Cydep. 2,015.

- **Etapas de disgregación.** En esta etapa de la conformación de la celda es indispensable la operación de una compactadora de residuos, que una vez descargados los elementos de desecho y mediante el uso de energía mecánica, se encargará de romper y triturar bolsas plásticas, empaques, recipientes y demás residuos, para de esta forma homogenizar los residuos sólidos, facilitando así el proceso de compactación y mejorando la estabilidad de la masa. Esto se logra cuando el equipo pesado, empieza a arrastrar los residuos descargados, pasando por encima de ellos durante el proceso de acomodarlos hasta el sitio de la celda diaria.

Figura 2-28 Disgregación de los residuos en frente de trabajo



Fuente: Consorcio Fichtner-Cydep. 2,015.

El proceso de ir y venir con residuos dejando una capa de 20cm a 40cm en promedio, se realiza hasta alcanzar la altura de cada nivel, de acuerdo con los planos de diseño y las especificaciones técnicas. Los residuos deberán ser sometidos a por lo menos 4 pasadas del equipo compactador.

- **Etapas de Compactación de los residuos.** La compactación eficiente de los residuos, consiste en el confinamiento de los mismos ocupando el menor volumen posible, esto se realiza con un equipo compactador adecuado. Este aspecto beneficia al relleno en el incremento de la vida útil, reducción del costo por tonelada dispuesta, disminución de la retención de aguas superficiales, limitación de la deformación de la red de evacuación de biogás, entre otras.

La compactación se realiza paralelamente a la disgregación. Al ir rompiendo y dispersando residuos, el peso del equipo confina cada capa. Para hacerlo más efectivo, se requiere de al menos 4 pasadas por capa extendida y disgregada.

Esta etapa que estará dirigida por el personal profesional encargado del relleno, no tendrá un área de trabajo mayor a 1,000 m², pues eso implicaría sobre costos por acarreo de basura, amplitud de zonas expuestas al agua lluvia, mayor requisito de coberturas temporales, etc.

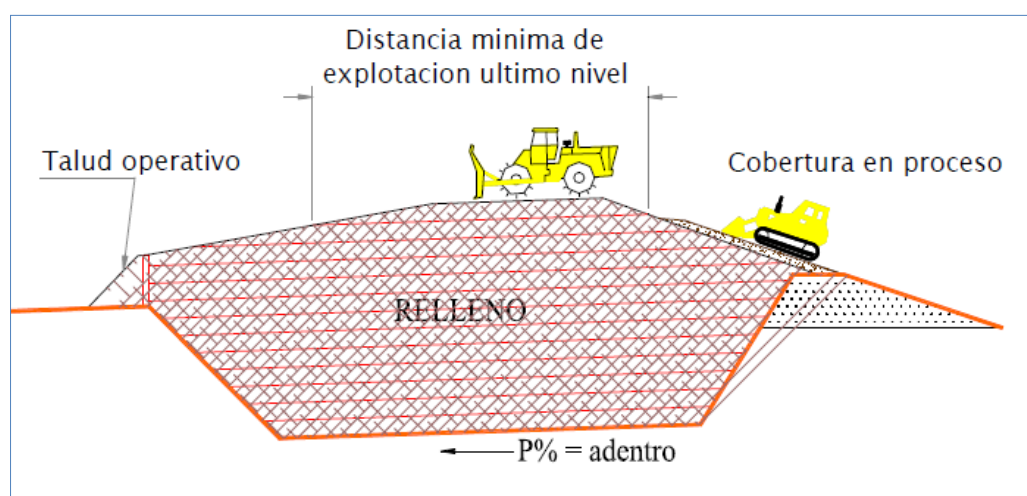
- **Etapas de Conformación.** En la misma medida en que se van confinando los residuos, se van alcanzando las cotas y la geometría final del relleno.

Cuando esto sucede, se va realizando la conformación de los residuos para que así tenga similitud con lo proyectado en los diseños. Es muy importante ajustarse a esta geometría pues es con ella con la que se han realizado los estudios de vida útil, estabilidad y producción de gases y lixiviados. La alteración de esto, repercutirá en la inseguridad por el resultado de la operación en éstos tópicos.

La conformación se realiza generalmente con maquinaria pesada y se dirige con la ayuda de la comisión de topografía y del ingeniero. En esta ocasión, el equipo no debe remover los residuos más que para lograr la línea de diseño.

Una vez haya conseguido la inclinación de taludes esperada, la maquina se dedicará a compactar ese perfil por 3 a 4 pasadas con la cuchilla topadora levantada.

Figura 2-29 Conformación de los residuos



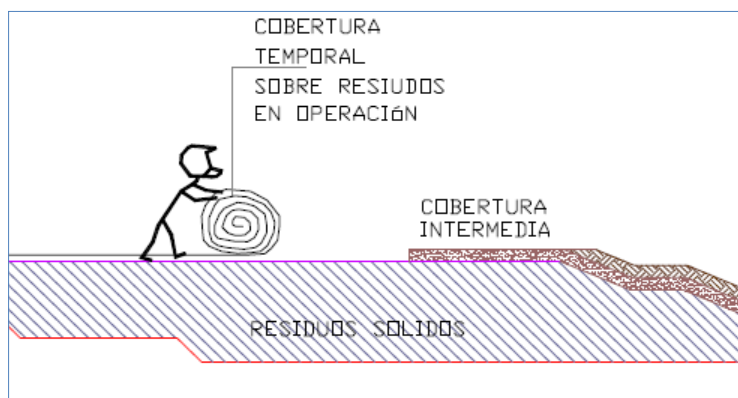
Fuente: Consorcio Fichtner-Cydep. 2,015.

- **Cubrimiento diario de los residuos.** Será siempre en arcilla al finalizar el día de labores con residuos. Esto se hará en todo momento salvo en los frentes de trabajo directos que son ocupados por las máquinas, por lo que no se mantendrá basura descubierta durante ni tampoco al finalizar la jornada.

Es importante resaltar que el ingreso inadecuado de agua a la masa del relleno, es perjudicial para la estabilidad y para la producción excesiva de lixiviados.

Por esta razón se proveerá de un material de características fisicoquímicas compatibles con la exigencia del trabajo, para los momentos en los que por alguna razón no se pueda tapar con arcilla (mantenimiento de maquinaria, etc). Este puede ser un sintético polimérico que existen en la actualidad y es utilizado en muchos rellenos sanitarios. Estos materiales servirán para tapar los residuos que no hayan alcanzado la cota de diseño final y que tampoco hagan parte de la operación del momento, tal como se observa en la Figura 2-24.

Figura 2-30 Conformación de los residuos



Fuente: Consorcio Fichtner-Cydep. 2,015.

Fotografía 2-4 Presentación cubierta temporal en polietileno



Fuente: ServiTunja SA. Relleno Sanitario Pírgua. 2,007.

Con este sencillo elemento, se minimiza en gran medida no solo el ingreso de agua a la masa de residuos, sino que además contribuye al mejoramiento del impacto visual y a la dispersión de vectores. El área máxima de tapado con este material, en ningún caso excederá de 2,000m², que representa aproximadamente dos veces el área que se puede mantener sin cubierta en arcilla.

La labor será acometida de manera manual por los operarios del relleno. Siempre, al final de la jornada se debe dar cobertura a toda la basura que no se pueda tapar con arcilla.

2.12.1.11 Barrera sanitaria

Se recomienda utilizar barrera sanitaria mixta, para lo cual se utilizarán especies identificadas de flora en el área evaluada, entre ellas el Agave americana y el Eucalyptus globulus, estas especies fueron seleccionadas como barrera sanitaria debido a que son tolerantes a la sequía y tienen raíces profundas. Se distribuirán a un distanciamiento de 4 x 4 m. a un sistema 3 bolillo. En la foto se muestra una plantación de eucalipto contigua al área del proyecto del relleno sanitario de Andahuaylas.

Fotografía 2-5 Barrera sanitaria natural en el área del proyecto

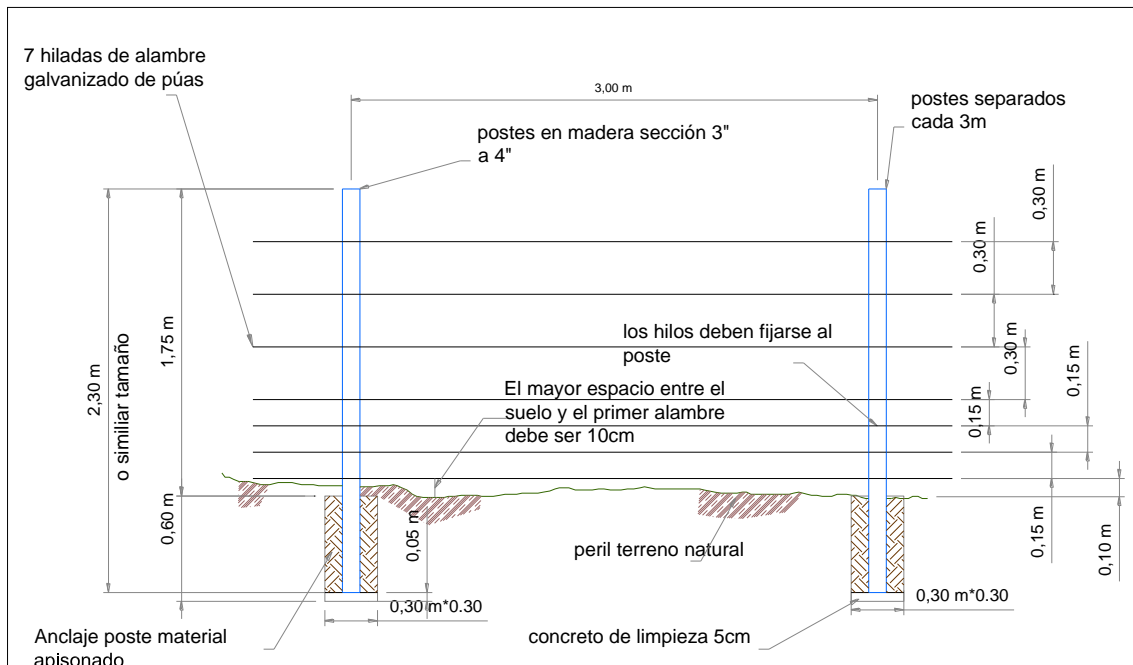


Fuente: AKFA Visita de campo área del relleno sanitario proyectado Andahuaylas - Consorcio Fichtner – Cydep. Octubre 2014.

La reforestación permitirá la protección de vientos fuertes, así como contribuirá a futuro, que estas áreas cumplan nuevamente con la provisión de servicios ambientales tales como la regulación del caudal hídrico, regulación del microclima, mantenimiento de la biodiversidad, entre otros.

Cerco perimétrico: El cerco perimétrico delimitará y protegerá el área del ingreso de personal y animales del lugar, Durante la adecuación inicial se mejorará el cerramiento perimetral que limita el proyecto con predios de propiedad privada, para lo cual se colocarán postes de madera y 5 líneas en alambre de púas; se puede emplear la madera extraída durante la actividad de desmonte obtenida en la etapa de adecuación inicial del proyecto.

Figura 2-31 Cerco perimetral del relleno sanitario



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2014.

2.12.1.12 Vida útil del proyecto

Para determinar la vida útil del relleno sanitario, se ha considerado:

- **Población objetivo:** Se considera como población objetivo, la población urbana de la ciudad de Andahuaylas, Talavera y San Jerónimo, que proyectada al 2014 asciende a 93,780 con una generación de residuos sólidos municipales en el año 2014 (año base) de 15,087 t/año y en el año 2024 alcanza un valor de 25,253 t/año
- **Densidad de los residuos sólidos:** Cuando los residuos son dispuestos en la infraestructura para disposición final tienen una densidad de 800 kg/m³.
- **Porcentaje de material de cobertura:** En el relleno sanitario los proyectos reciben el tratamiento de compactación y enterramiento, por ello para el cálculo del área necesaria para la disposición final se debe considerar 20% de material de cobertura.
- **Altura de Celda:** En zonas con nivel de precipitación mayor a 300 ml/año, se considera aceptable emplear una altura de 20 m. en este caso la precipitación media anual es de 707.1 mm
- **Porcentaje del área administrativa:** La Guía de Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Residuos Sólidos Municipales a Nivel de Perfil; señala que se debe considerar un área para las oficinas administrativas del 30% de la

requerida para la disposición de los residuos.

- **Cálculo de la demanda para la etapa de disposición final:** Una vez determinado los parámetros, se procede a realizar el cálculo del área necesaria para la infraestructura de disposición final, véase Cálculo de Componentes en la siguiente tabla.

Tabla 2-21 Cálculo del volumen requerido para el relleno sanitario

N	AÑO	PRODUC.	VOLUMEN RESIDUOS, m				CELDA DIARIA, m				VOLUMEN ANUAL
		t/d	m3/d	Altura	Ancho	Prof.	Altura	Ancho	Prof.	Vol. m3	m3/año
1	2015	43,6	54,44	1,15	10,00	4,73	1,30	10,15	4,88	64,45	23.523,1
2	2016	45,9	57,35	1,15	10,00	4,99	1,30	10,15	5,14	67,79	24.741,8
3	2017	48,3	60,41	1,15	10,00	5,25	1,30	10,15	5,40	71,29	26.020,5
4	2018	50,9	63,61	1,15	10,00	5,53	1,30	10,15	5,68	74,97	27.362,4
5	2019	53,6	66,97	1,15	10,00	5,82	1,30	10,15	5,97	78,82	28.770,8
6	2020	56,4	70,50	1,15	10,00	6,13	1,30	10,15	6,28	82,87	30.249,3
7	2021	59,4	74,21	1,15	10,00	6,45	1,30	10,15	6,60	87,13	31.801,5
8	2022	62,5	78,10	1,15	10,00	6,79	1,30	10,15	6,94	91,59	33.431,4
9	2023	65,8	82,19	1,15	10,00	7,15	1,30	10,15	7,30	96,28	35.143,1
10	2024	69,2	86,48	1,15	10,00	7,52	1,30	10,15	7,67	101,21	36.941,1
TOTAL 10 AÑOS:		202.728	253.410							297.985	297.985
Densidad residuos: 0,8 t/m3											
Espesor de la cobertura intermedia: 0,15 m											
Relación Vrs/Vcelda: 1,18 m3 relleno /m3 residuos compactados											
Volumen total relleno para 10 años sin asentamiento: 297.985 m3											

Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2015.

El relleno sanitario inicialmente está proyectado para una vida útil de 10 años; sin embargo, la vida útil real está estimada por el volumen de residuos que efectivamente puede disponerse en el relleno y las pérdidas sufridas por transferencia de masa por degradación y evacuación de lixiviado. Para estimar la vida útil se hizo una proyección de los residuos sólidos y se comparó con el volumen total del relleno. El volumen total disponible logrado para el proyecto es de 257,329m³.

2.12.1.13 Señalización y letreros de información

La mayoría de los accidentes de trabajo que ocurren en las obras de construcción son producto, además de las fallas humanas, de la falta de señalización y protección adecuada en dichos sitios.

Es por eso que la señalización y letreros de información, para el proyecto de construcción del relleno sanitario y planta de tratamiento, deberá estar provisto obligatoriamente de señalización.

Los accidentes pueden ocasionarse, entre otras, por las siguientes causas:

- Falta de señales informativas antes de la iniciación de los trabajos.
- Señalización inapropiada en cuanto a forma, tamaño, color, contenido y ubicación, de acuerdo con las normas de seguridad industrial.
- Falta de regulación del tránsito para que durante la ejecución de las obras, se tengan en cuenta las limitaciones producidas por las mismas para el tránsito vehicular y peatonal.
- Imprudencia o negligencia de los peatones, conductores y del trabajador mismo para la prevención de los peligros.
- Falta de coordinación del contratista con las diversas entidades encargadas de dar el permiso o autorización para la ejecución de las obras.

Las señalizaciones se ubicaran en zonas aledañas al proyecto, así como dentro del área de la construcción, estarán referidos principalmente a la prevención que deberán tener en cuenta los transportistas, transeúntes y trabajadores de la obra.

La cantidad de señales, los tamaños, deben tener una proporción lógica con el tipo de riesgo que protegen y la arquitectura de la misma. Las dimensiones de las señales deberán estar acordes con la NTP¹⁴ 399.010-1 y estar en función de la distancia de observación.

La señalización y letreros de información deben estar presentes en todas las etapas del proyecto: Planificación, construcción, operación y mantenimiento, cierre y post cierre.

- Al iniciar las obras las señales informativas comunicarán el inicio de obras y las precauciones que se deberán adoptar por parte de la población. Esta señalización se colocará por lo menos a dos semanas antes de iniciarse los trabajos de construcción del proyecto.
- La señalización preventiva se ubicará en zonas aledañas al proyecto, así como dentro del área de la construcción, estarán referidos principalmente a la prevención que deberán tener en cuenta los transportistas, transeúntes y trabajadores del propio proyecto. Esta señalización se encuentra enmarcada dentro de los parámetros que manejan el Ministerio de Transportes para vías, así como las normas OSHAS 18001 e IRAM, para señalización de áreas de trabajo y alrededores.

¹⁴ NTP: Norma Técnica Peruana.

- La norma G50 Seguridad durante la construcción en su ítem 1.5.7 SEÑALIZACION, afirma: Se deberán señalar los sitios indicados por el responsable de seguridad de conformidad a las características de señalización de cada caso en particular. Estos sistemas de señalización (carteles, vallas, balizas, cadenas, sirenas, etc.) se mantendrán, modificarán y adecuarán según la evolución de los trabajos y sus riesgos emergentes.

Las señales deberán cumplir lo indicado en el código Internacional de Señales de Seguridad:

Al iniciar las obras las señales Informativas comunicarán el inicio de obras y las precauciones que se deberán adoptar por parte de la población. Esta señalización se colocará por lo menos a dos semanas antes de iniciarse los trabajos de construcción del proyecto.

a. Clasificación de las señales : Se consideran entre las más importantes las siguientes:

♦ **Señales obligatorias**

Estas señales son obligatorias en la obra de construcción del relleno sanitario, para la protección de los trabajadores.

Figura 2-32 Señales obligatorias



Fuente: NTP 399-010-1, 2005

- ♦ **Señales preventivas:** Como su nombre lo indica son señales de pre advertencia, generalmente usadas en trabajos de mayor duración y tiene por objeto advertir al usuario de la existencia de una condición peligrosa y la naturaleza de ésta, especial cuidado debe tenerse en cuanto a sus ubicaciones y distancias para que cumplan su objetivo real.
- ♦ **Señales reglamentaria:** Indican al personal de obra y usuarios las limitaciones, prohibiciones o restricciones sobre el proyecto en construcción, y son de estricto cumplimiento.

Figura 2-33 Señales reglamentarias



Fuente: NTP 399-010-1, 2005

- ♦ **Señales informativas:** Estas señales sirven para informar o guiar a las personas indicando la ubicación de las diversas instalaciones o la dirección a seguir en un caso dado.

Figura 2-34 Señales informativas



Fuente: NTP 399-010-1, 2005.

- ♦ **Señales de advertencia:** Estas señales advierten peligro o una precaución ante una circunstancia.

Figura 2-35 Señales de advertencia



Fuente: NTP 399-010-1, 2005.

- ♦ **Señales de emergencia:** Es la señal de seguridad que indica la ubicación de materiales, equipos y estaciones de emergencia.

Figura 2-36 Señales de emergencia



Fuente: NTP 399-010-1, 2005.

- ♦ **Señales de protección contra incendios:** Sirve para identificar equipos, materiales o sustancias de protección contra incendios.







- ♦ **Señalización vial:** Su función principal es la de dirigir la circulación vehicular y de peatones en forma segura y fluida a través de las zonas de trabajo durante la construcción. Lo cual obliga a la imposición de límites de velocidad y controles de dirección de tránsito. Estas señales pueden ser permanentes o temporales mientras duran los trabajos de construcción, estas señales se dividen en: preventivas, reglamentarias e informativas; y serán de carácter obligatorio.

Figura 2-38 Señales regulatorias viales

CLASIFICACIÓN	ORDEN E IMAGEN DE LAS SEÑALES	SIGNIFICADO
Señales relativas al derecho del paso	 <p>Señal: Pare. (R-1)</p>	Indica a los conductores que deberán efectuar la detención de su vehículo.




CLASIFICACIÓN	ORDEN E IMAGEN DE LAS SEÑALES	SIGNIFICADO
	 <p>Señal: Ceda el paso. (R-2)</p>	Indica al conductor que ingresa a una vía preferencial, ceder el paso a los vehículos que circulan por dicha vía.
Señales Prohibitivas y restrictivas	 <p>Señal: Siga de frente. (R-3)</p>	Indica a los conductores de los vehículos que el único sentido de desplazamiento será el de continuar de frente.
	 <p>Señal: Prohibido seguir de frente, dirección prohibida. (R-4)</p>	Indica que no está permitida la circulación en la dirección señalada por la flecha. Prohíbe el paso de vehículos en la misma dirección que el conductor ha venido siguiendo.
	 <p>Señal: Giro solamente a la izquierda. (R-5)</p>	Indica a los conductores que el único sentido de desplazamiento será de un giro a la izquierda.
	 <p>Señal: Prohibido voltear a la izquierda. (R-6)</p>	Indica al conductor que no podrá voltear a la izquierda.
	 <p>Señal: Giro solamente a la derecha. (R-7)</p>	Indica a los conductores que el único sentido de desplazamiento será de un giro a la derecha.
	 <p>Señal: Prohibido voltear a la derecha. (R-8)</p>	Indica al conductor que no podrá voltear a la derecha.
	 <p>Señal: Circulación obligatoria. (R-13)</p>	Indica al conductor la obligación de circular en el sentido indicado por la flecha.



CLASIFICACIÓN	ORDEN E IMAGEN DE LAS SEÑALES	SIGNIFICADO
	 <p>Señal: Mantenga su derecha. (R-15)</p>	Indica al conductor la posición que debe ocupar el vehículo en ciertos tramos de la vía para prevenir situaciones de riesgo.
	 <p>Señal: Velocidad máxima. (R-30)</p>	Indica la velocidad máxima permitida a la cual podrán circular los vehículos.
Sentido de Circulación	 <p>Señal: Sentido del tránsito. (R-16A)</p>	Indica al conductor el sentido de circulación en una determinada vía.
	 <p>Señal: Doble sentido de tránsito. (R-16B)</p>	Indica al conductor el cambio de una vía de uno a dos sentidos de circulación.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, portal web.

Señales Preventivas

Figura 2-39 Señales preventivas viales

CLASIFICACIÓN	ORDEN E IMAGEN DE LAS SEÑALES	SIGNIFICADO
SEÑALES DE PREVENCIÓN	 <p>Señal: Curva y contracurva (derecha a izquierda). (P-4A) (izquierda a derecha). (P-4B)</p>	(P- 4A)Indica la presencia de dos curvas de sentido contrario para el lado derecho de la pista. (P-4B)Indica la presencia de dos curvas de sentido contrario para el lado izquierdo de la pista.
	 <p>Señal: Camino sinuoso. (P-5-1)</p>	Indica una sucesión de tres o más curvas, evitando la repetición frecuente de señales de curva. Por lo tanto, se deben tomar precauciones.
	 <p>Señal: Reducción de la calzada. (P-17)</p>	Advierte la proximidad a una reducción en el ancho de la pista, conservando el mismo eje y la circulación en ambos sentidos.

CLASIFICACIÓN	ORDEN E IMAGEN DE LAS SEÑALES	SIGNIFICADO
	 Señal: Doble circulación. (P-25)	Advierte la proximidad de un tramo de camino con circulación en ambos sentidos.
	 Señal: Pendiente pronunciada. (P-35)	Indica al conductor la proximidad de un tramo de pendiente pronunciada, sea de subida o bajada.
	 Señal: Cruce de peatones. (P-48)	Advierte la proximidad de cruces peatonales, que se delimitarán mediante marcas en el pavimento.
	 Señal: Paso de maquinaria agrícola. (P-51)	Advierte la proximidad, en una carretera, de una zona de cruce o tránsito eventual de maquinaria agrícola.
	 Señal: Peligro. (P-57)	Se empleará transitoriamente para advertir la proximidad de un tramo, en el que puede presentarse un riesgo no especificado. Debe retirarse cuando cesen las condiciones que obligaron a instalarla.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, portal web.

b. Sistema contra incendios y dispositivos de seguridad

La construcción del relleno sanitario semi mecanizado y planta de tratamiento de residuos deberá estar equipado con el sistema de extinción contra incendios.

Sistemas de extinción de incendios

Tiene como fin proteger la propiedad, la integridad física y la vida de las personas de los riesgos de incendios. Los sistemas de extinción son complemento de los sistemas de detección y alarma contra incendios.

♦ Medidas de Protección

Extintores en todas las áreas los extintores serán: Tipo CO₂ (en áreas oficinas). Adicionalmente se tendrá disponible arena seca.

Antes: - Se instruirá en el manejo de extintores

♦ Brigada contra incendios

- Durante: - Abrir y cerrar puertas.
- Si hay amago de incendio se procederá a combatirlo.
- Después: - Controlar la permanencia o evacuación al exterior.
- En caso necesario, comunicarse con entidades de apoyo.

♦ **Programas de control y uso de equipos contra incendio recarga y mantenimiento de extintores)**

Se deberá verificar que el 100% de los equipos de extinción de incendios estén operativos, ubicados correctamente en cada ambiente de las oficinas, almacenes y en las unidades vehiculares.

Recarga y mantenimiento de extintores instalados en oficinas, almacenes y unidades vehiculares.

Acciones a desarrollar

Se presentará mensualmente un reporte del estado de los equipos contra incendio ubicados en oficinas, almacenes y unidades vehiculares.

Tomando en consideración la norma G50 Seguridad durante la construcción y su ítem 1.9 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS, se enumeran los siguientes puntos a tener en consideración:

- Se revisará en forma periódica las instalaciones dirigidas a prevenir y controlar posibles incendios en la construcción. El personal de seguridad tomará las medidas indicadas en la Norma (NTP) 350.043 (INDECOPI¹⁵): Parte 1 y Parte 2.
- El personal deberá recibir dentro de la obra, charla de seguridad la instrucción adecuada para la prevención y extinción de los incendios consultando la NTP INDECOPI Nro.833.026. 1.
- Los equipos de extinción se revisarán e inspeccionarán en forma periódica y estarán debidamente identificados y señalizados para su empleo a cualquier hora del día, consultando la NTP INDECOPI Nro. 833.034.
- Todo vehículo de transporte de personal con maquinaria de movimiento de tierra, deberá contar con extintores para combate de incendios de acuerdo a la NTP 833.032.
- Adyacente a los extintores figurará el número telefónico de la central de Bomberos.
- El acceso a los equipos de extinción será directo y libre de obstáculos.
- El aviso de no fumar se colocará en lugares visibles de la obra.

Además será necesario:

¹⁵ INDECOPI: Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual

- Acondicionar barriles de arena ubicados cerca de los puntos críticos, los cuales serán debidamente señalizados.

2.12.1.14 Sistema de pesaje y registro

Se contará con una báscula que permita el pesaje de los vehículos y residuos que ingresan al relleno sanitario. La cantidad de residuos dispuestos serán pesados y registrados en forma continua. La báscula también podrá emplearse para los materiales obtenidos en la zona de re aprovechamiento. El operador de báscula será responsable de permitir que el 100% de los vehículos que transportan residuos e ingresan al relleno sanitario sea registrados. Será responsable de manejar la báscula indicando los procedimientos de pesaje a los vehículos, operando el sistema de pesaje electrónico en computador; realizando reportes mensuales de los residuos dispuestos en el relleno sanitario.

Los vehículos recolectores de los residuos pasarán por la báscula de pesaje, donde se tomará el peso del vehículo cargado con residuos; a la salida se tomará el peso del vehículo sin residuos y la diferencia corresponderá a los residuos dispuestos en toneladas. La Báscula de pesaje estará ubicada en el área administrativa y contará con básculas digitales conectadas a un computador donde se registrarán los datos del vehículo y el peso de los residuos. Para esta importante función se usará una Báscula con computador Tipo 1 que como mínimo deberá cumplir con las siguientes características:

- o Modelo : MODULAR
- o Capacidad : 40 – 60 toneladas métricas.
- o Menor lectura : 5 kg
- o Precisión : 2.5 kg
- o Plataforma : Módulos de concreto de 15 m x 3.01 m, en canales U de 12"
- o Sistema de control: Indicador de peso, especialmente diseñado para pesar camiones

La balanza y el software que incluye cumplen con la reglamentación dada en el D.S. 058-2003-MTC y 002-2005-MTC de Pesos y Dimensiones (Reglamento Nacional de Vehículos).

Figura 2-40 Referencia de sistema de pesaje digital



Fuente: PROYECTOS DE INGENIERIA & LOGISTICA S.A.C.2011

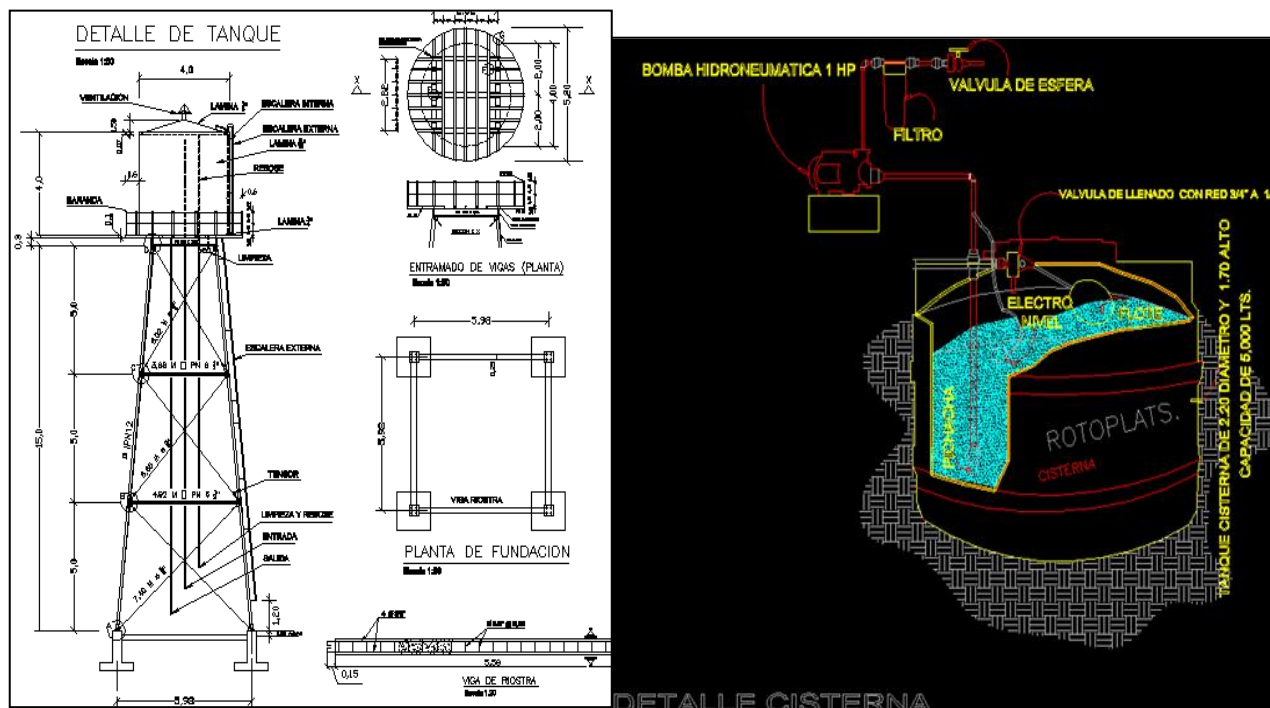
Se ha considerado que la caja de concreto armado estará provista en el fondo con tres puntos de desagüe (tuberías PVC SAP de 4") además estarán provistos a partir del eje y en sentido transversal de un bombeo de 1%, para posibilitar la rápida evacuación de las aguas de precipitaciones pluviales que hayan caído directamente sobre la superficie de la balanza.

2.12.1.15 Sistema de abastecimiento de agua potable, disposición de aguas residuales

A.- Abastecimiento de Agua

El relleno sanitario contará con sistema de almacenamiento de agua para usos domésticos y mantenimiento del relleno en la zona administrativa. El aprovisionamiento de agua potable se hará mediante el abastecimiento de camiones cisternas, que alimentará a una cisterna de 3.00 m³, el cual bombeará agua a un tanque elevado de 1,000 litros ubicado en la zona administrativa y una cisterna de 6.4 m³ de capacidad, el cual bombeará agua a un tanque elevado de 2,500 litros de capacidad ubicado en la zona de reaprovechamiento; así mismo se habilitarán redes de conducción de agua de PVC de 3/4" y 1/2" de diámetro, para abastecer a los servicios higiénicos.

Figura 2-41 Sistema de abastecimiento de agua



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2015

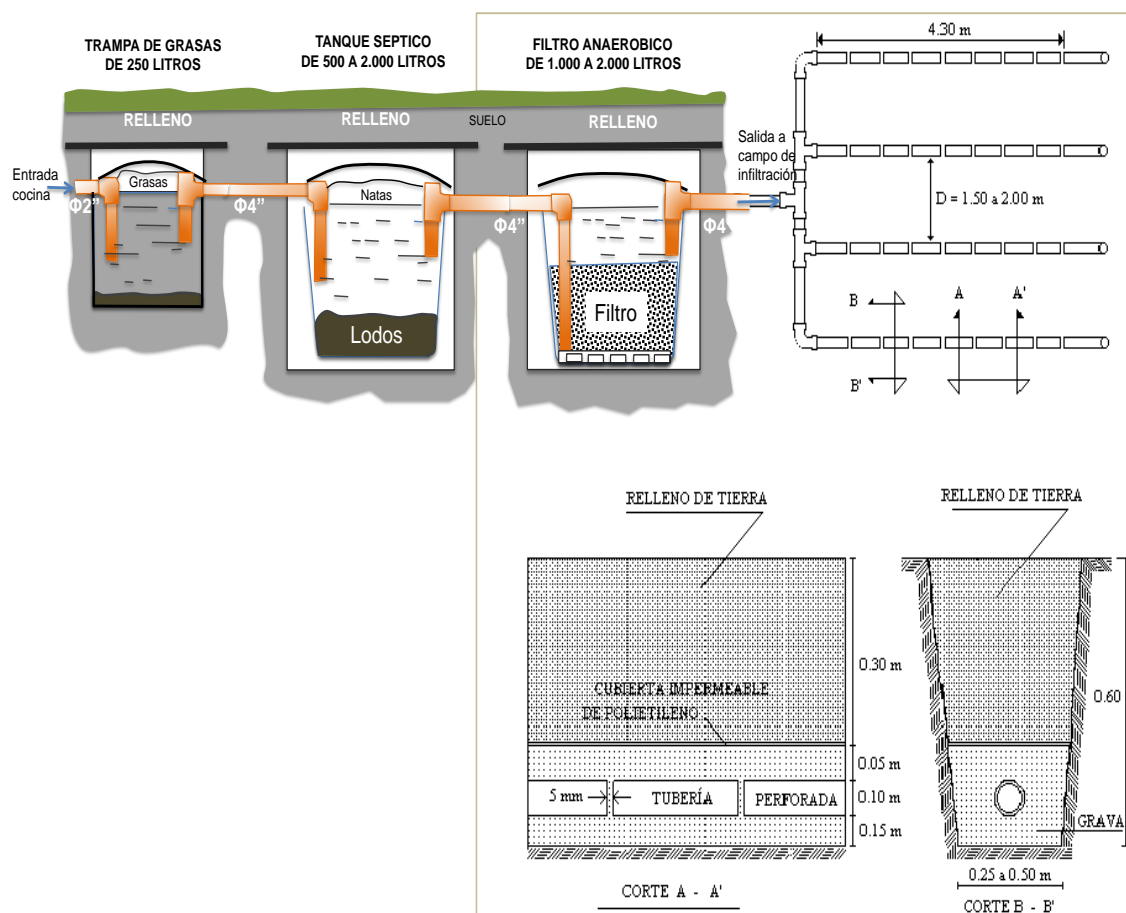
B.- Saneamiento

Las aguas servidas se evacuarán a un Sistema conformado por dos Tanque Sépticos de 2.90 m³ de capacidad y a dos Pozos de Percolación de 5.30 m³ de capacidad; uno ubicado en la zona administrativa y el otro en la zona de reaprovechamiento.

Los lodos que se extraigan de los tanques sépticos, producto de su mantenimiento serán depositados a un lecho de lodos para su secado y ser dispuesto en el relleno sanitario; en conformidad a la norma técnica IS 020 Tanques Sépticos.

Preparar el agua para procesos posteriores y por lo general para disposición a través del suelo o a corrientes de agua natural. La eficiencia del tratamiento se asimila a un sistema de sedimentación primaria, sin embargo con el proceso complementario de filtro anaeróbico se puede mejorar la eficiencia hasta lograr los objetivos de calidad requeridos para la disposición final en el suelo.

Figura 2-42 Sistema de saneamiento



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2015

2.12.1.16 Instalaciones complementarias

La adecuada operación de un relleno sanitario, requiere disponer de las instalaciones complementarias, estas instalaciones cumplen una función administrativa y de control; contando con todos los servicios básicos para realizar las diversas actividades de operación, atender la demanda de los servicios básicos que requerirá el personal que labore directamente y del personal de terceros y/o usuarios relacionados con el servicio que lleguen hasta el relleno sanitario.

Estas infraestructuras con las siguientes:

- 1.- Caseta Administrativa
- 2.- Caseta de Vigilancia
- 3.- Caseta de Control y Guardianía
- 4.- Caseta de Parqueo de Maquinaria
- 5.- Caseta Grupo Electrónico

- 6.- Planta de Reciclaje
- 7.- Planta para Compostaje
- 8.- Balanza
- 9.- Estacionamiento
- 10.- Estructuras Sanitarias
 - 10.1.- Cisterna
 - 10.2.- Tanque Elevado
 - 10.3.- Tanque Séptico
 - 10.4.- Pozo Percolador
 - 10.5.- Lecho de Secado de Lodos

Caseta Administrativa. Constituido por los ambientes destinados a la administración y de servicios de la infraestructura de disposición final de residuos sólidos, en su uso es netamente administrativo y de servicios al personal; en el cual se llevará la administración mediante una oficina donde se archivarán todos los acontecimientos que se produzcan dentro de las instalaciones del relleno sanitario.

Esta caseta administrativa y de servicios se proyecta en un área de 156.75 m², conformada por siete ambientes; el primer ambiente destinado para oficina, el segundo ambiente para un comedor, el tercer y cuarto ambiente para los servicios higiénicos de mujeres y hombres respectivamente, quinto ambiente para un laboratorio, el sexto ambiente para un depósito de herramientas y el depósito de ropa de trabajo diario.

Esta caseta es de material noble tradicional, construido con zapatas, cimientos corridos, sobre cimiento, columnas y vigas de concreto, muros de ladrillo de arcilla, pisos de concreto pulido y de cerámica para los servicios higiénicos y laboratorio, tarrajeo de muros y contra zócalos de cemento y arena, zócalos de cerámica en los servicios higiénicos y laboratorio; techo de aligerado en 2 aguas con estructuras de madera y cobertura con plancha fibraforte onda 177 Opaca, las puertas y ventanas serán de madera apanelada, los acabados de los muros con pintura esmalte y para la puertas y ventanas con pintura barniz; el sistema de agua y desagüe mediante tuberías de PVC liviano y pesado respectivamente; los aparatos sanitarios como el inodoro, lavaderos y urinarios de losa vitrificada; el sistema eléctrico constituido un tablero general y un sub tablero de distribución, alumbrado con fluorescentes rectos, tomacorrientes y un sistema de protección atmosférica mediante la instalación de pararrayos.

El sistema de drenaje de aguas pluviales será mediante canales pluviales secundarios de concreto de sección triangular de 0.30m. de ancho por 0.30m. de profundidad, que recibirán de manera directa las agua provenientes de los techos; que a vez lo derivarán a un canal pluvial principal a lo largo de la vía de acceso interior de 0.50m de ancho por 0.30m de profundidad; conformando todo un sistema de drenaje pluvial.

La energía eléctrica será proporcionada por un grupo electrógeno; que alimentará al tablero general de distribución.

- La disposición final de las aguas residuales serán derivadas a un sistema de tratamiento conformado por un tanque séptico y un pozo de percolación; como también un lecho de secado de lodos.

Caseta de vigilancia. Este módulo, estará constituido por un ambiente para realizar el registro de los vehículos, ingreso y salida del personal asignado a labores en la infraestructura y visitantes externos; esta caseta estará ubicada muy cercano a la puerta de ingreso principal.

Esta caseta tiene un área de 3.24 m², conformada por un solo ambiente; esta caseta será de material noble tradicional, construido con cimiento, sobre cimientos, columnas y vigas de concreto, muros de ladrillo de arcilla con tarrajeo de cemento y arena; con techo de aligerado en 2 aguas de madera y cobertura con plancha fibraforte onda 177 Opaca, las puertas y ventanas serán de madera apanelada, los acabados de los muros con pintura esmalte y para la puertas y ventanas con pintura barniz; el sistema eléctrico constituido un sub tablero de distribución, alumbrado con fluorescentes rectos, tomacorrientes y un sistema de protección atmosférica mediante la instalación de pararrayos.

El sistema de drenaje de aguas pluviales será mediante canales pluviales secundarios de concreto de sección triangular de 0.30m. de ancho por 0.30m de profundidad, que recibirán de manera directa las agua provenientes de los techos; que a vez lo derivarán a un canal pluvial principal a lo largo de la vía de acceso interior de 0.5 m. de ancho por 0.50 m. de profundidad; conformando todo un sistema de drenaje pluvial..

Caseta de control y Guardianía. Constituido por los ambientes destinados el pesaje de los vehículos recolectores y para la guardianía, el cual contará con un servicio higiénico.

Esta caseta se proyecta en un área de 23.40 m², conformada tres ambientes; el primero para el control y pesaje, el segundo ambiente destinado para la guardianía y un tercer ambiente para un servicio higiénicos.

Esta caseta será de material noble tradicional, construido con zapatas, cimientos corridos, sobre cimientos, columnas y vigas de concreto, muros de ladrillo de arcilla con tarrajeo de cemento y arena, con techo de aligerado en 2 aguas con estructuras de madera y cobertura con plancha fibraforte onda 177 Opaca, las puertas y ventanas serán de madera apanelada, los acabados de los muros con pintura látex y para los muros y pisos de los baños con cerámica; las puertas y ventanas con pintura barniz; el sistema de agua y desagüe mediante tuberías de PVC liviano y pesado respectivamente; los aparatos sanitarios como el inodoro, lavaderos y urinarios de losa vitrificada; el sistema eléctrico constituido un sub tablero de distribución, alumbrado con fluorescentes rectos, tomacorrientes y un sistema de protección atmosférica mediante la instalación de pararrayos.

La energía eléctrica será proporcionada por un grupo electrógeno; que alimentará al sub tablero de distribución.

El sistema de drenaje de aguas pluviales será mediante canales pluviales secundarios de concreto de sección triangular de 0.30m. de ancho por 0.30m de profundidad, que recibirán de manera directa las agua provenientes de los techos; que a vez lo derivarán a un canal pluvial principal a lo largo de la vía de acceso interior de 0.50m de ancho por 0.30m de profundidad; conformando todo un sistema de drenaje pluvial.

La disposición final de las aguas residuales será derivada a un sistema de tratamiento conformado por un tanque séptico y un pozo de percolación.

Caseta para parqueo de Maquinaria. Constituido por un solo ambiente para el guardado nocturno de la maquinaria destinada para la operación diaria en el relleno sanitario; el espacio proyectado para el estacionamiento de un mini tractor multipropósito y un camión volquete.

Esta caseta se encuentra proyectada en un área de 83.19 m², esta caseta será de material noble tradicional, construido con zapatas, columnas y vigas de concreto, con techo de aligerado en 2 aguas de estructura de madera y cobertura con plancha fibraforte onda 177 Opaca, abierto no lleva puertas y ventanas; el acabado de las columnas con tarrajeo y pintura látex; el sistema eléctrico constituido un sub tablero de distribución, alumbrado con fluorescentes rectos, tomacorrientes y un sistema de protección atmosférica mediante la instalación de pararrayos.

El sistema de drenaje de aguas pluviales será mediante canales pluviales secundarios de concreto de sección triangular de 0.30m. de ancho por 0.30m de profundidad, que recibirán de manera directa las agua provenientes de los techos; que a vez lo derivarán a un canal pluvial principal a lo largo de la vía de acceso interior de 0.50m de ancho por 0.30m de profundidad; conformando todo un sistema de drenaje pluvial.

Caseta para Grupo Electrónico. Constituido por un solo ambiente destinado a la protección del grupo electrónico, para el suministro eléctrico de todos los ambientes. Se proyectan dos casetas de grupo electrónico, una para la zona administrativa y la otra para la zona de reaprovechamiento.

Esta caseta se proyecta en un área de 37.50 m², conformada por un solo ambiente; esta caseta será de material liviano, construido con zapatas, columnas y vigas de perfil de acero, abierto sin muros, puertas y ventanas, con techo de aligerado en 2 aguas con estructuras de fierro y madera; con cobertura con plancha fibraforte onda 177 Opaca, los acabados serán con pintura esmalte y barniz.

El sistema de drenaje de aguas pluviales será mediante canales pluviales secundarios de concreto de sección triangular de 0.30m. de ancho por 0.30m. de profundidad, que recibirán de manera directa las agua provenientes de los techos; que a vez lo derivarán a un canal pluvial principal a lo largo de la vía de acceso interior de 0.50m de ancho por 0.30m de profundidad; conformando todo un sistema de drenaje pluvial.

Planta de Reciclaje. Constituido por un solo ambiente destinado para la clasificación de los residuos inorgánicos re aprovechables, mediante el proceso de segregación, enfardados y pesados para su comercialización; este ambiente estará sub dividido

mediante espacios para contará con áreas para el acopio de bolsas, clasificación, compactación, pesaje y almacén de los residuos inorgánicos re aprovechables.

Esta caseta se proyecta en un área de 270.00 m², conformada por un solo ambiente; esta caseta será de material mixto noble y liviano, construido con zapatas, columnas y vigas de concreto, muros de ladrillo de concreto, techo aligerado con estructura metálica de sección paraboidal y cobertura con plancha fibraforte onda 177 Opaca, las puertas con mallas metálicas y las ventanas de madera con plancha fibroforte traslucida; los acabados de las columnas será mediante un tarrajeo de cemento-arena, con pintura látex; puertas con pintura esmalte y de la ventana con barniz; el área en general será de concreto con acabado de superficie pulido; el sistema sanitario conformado por un lavadero de concreto corrido de cerámica y salidas de registro para limpieza del ambiente; el sistema eléctrico constituido un sub tablero de distribución, alumbrado con fluorescentes rectos, tomacorrientes y un sistema protección atmosférica mediante la instalación de pararrayos.

El sistema de drenaje de aguas pluviales será mediante canales pluviales secundarios de concreto de sección triangular de 0.30m. de ancho por 0.30m de profundidad, que recibirán de manera directa las agua provenientes de los techos; que a vez lo derivarán a un canal pluvial principal a lo largo de la vía de acceso interior de 0.50m de ancho por 0.30m de profundidad; conformando todo un sistema de drenaje pluvial.

La disposición final de las aguas de los lavaderos y sumideros será derivada a un sistema de tratamiento mediante un tanque séptico y pozo de percolación.

Planta para compostaje Constituido por un solo ambiente destinado para la descomposición de los residuos orgánicos a través para la elaboración del compost, este ambiente estará sub dividido mediante espacios para las composteras, exteriormente se considera dos pozas para la captación y almacenamiento de los lixiviados para su reutilización.

Esta caseta se proyecta en un área de 397.80 m², conformada por un solo ambiente; esta caseta será de material mixto noble y liviano, construido con zapatas, columnas y vigas de concreto, muros de ladrillo de concreto, techo aligerado con estructura metálica de sección paraboidal y cobertura con plancha fibraforte onda 177 Opaca, las puertas con mallas metálicas y las ventanas de madera con plancha fibroforte traslucida; los acabados de las columnas será mediante un tarrajeo de cemento-arena, con pintura látex; puertas con pintura esmalte y de la ventana con barniz; el área en general será de concreto con acabado de superficie pulido; el sistema sanitario conformado por un lavadero de concreto corrido de cerámica y salidas de registro para limpieza del ambiente; el sistema eléctrico constituido un sub tablero de distribución, alumbrado con fluorescentes rectos, tomacorrientes y un sistema protección atmosférica mediante la instalación de pararrayos.

El sistema de drenaje de aguas pluviales será mediante canales pluviales secundarios de concreto de sección triangular de 0.30m. de ancho por 0.30m de profundidad, que recibirán de manera directa las agua proven3ientes de los techos; que a vez lo

derivarán a un canal pluvial principal a lo largo de la vía de acceso interior de 0.50m de ancho por 0.30m de profundidad; conformando todo un sistema de drenaje pluvial.

La disposición final de las aguas de los lavaderos y sumideros será derivada a un sistema de tratamiento mediante un tanque séptico y un pozo de percolación.

Balanza La balanza servirá para el pesaje de los camiones o vehículos recolectores que entran para disponer los residuos sólidos municipales, como también de los residuos orgánicos e inorgánicos re aprovechables.

Esta balanza será enterrada con zapatas, cimientos y losa de pesaje de concreto armado en un área de 75.50 m², en su interior llevará las celdas unitarias de pesaje, que controlan el peso transmitiéndolo a una computadora en donde se llevará el control respectivo de pesaje.

El nivel de la balanza será de 0.40 m., por encima del nivel del piso, por lo que contará con dos rampas de ingreso y salida.

Estacionamiento Se proyecta un estacionamiento abierto (sin cobertura) de 12.50 metros de largo por 8.00 metros de ancho, haciendo un área de 100.00 metros cuadrados, encajonado sobre un sardinel peraltado de 28.70 metros lineales, de 0.10 metros de ancho por 0.40 metros de alto.

El estacionamiento tendrá espacio para 5 vehículos y el pavimento del será de concreto f'c=210 kg/cm² de 0.15 metros de espesor y llevará juntas de dilatación horizontales, como verticales.

Estructuras Sanitarias El aprovisionamiento de agua potable se hará mediante el abastecimiento de camiones cisternas, que alimentará a una cisterna de 3.00 m³, el cual bombeará agua a un tanque elevado de 1,000 litros ubicado en la zona administrativa y una cisterna de 6.4 m³ de capacidad, el cual bombeará agua a un tanque elevado de 2,500 litros de capacidad ubicado en la zona de reaprovechamiento; así mismo se habilitarán redes de conducción de agua de PVC de 3/4" y 1/2" de diámetro, para abastecer a los servicios higiénicos.

Las aguas servidas se evacuarán a un Sistema conformado por dos Tanque Sépticos de 2.90 m³ de capacidad y a dos Pozos de Percolación de 5.30 m³ de capacidad; uno ubicado en la zona administrativa y el otro en la zona de reaprovechamiento.

Los lodos que se extraigan de los tanques sépticos, producto de su mantenimiento serán depositados a un lecho de lodos para su secado y ser dispuesto en el relleno sanitario; en conformidad a la norma técnica IS 020 Tanques Sépticos.

Cisterna:

Cisterna ubicada en la zona administrativa:

Sus dimensiones interiores son:

Largo = 2.00 m.

Ancho	=	1.00 m.
Altura de Agua	=	1.50 m.
Capacidad	=	3.00 m ³
Material	=	Concreto Armado

Cisterna ubicada en la zona de reaprovechamiento:

Sus dimensiones interiores son:

Largo	=	2.34 m.
Ancho	=	2.34 m.
Altura de Agua	=	1.74 m.
Capacidad	=	6.40 m ³
Material	=	Concreto Armado

Tanque Elevado:

Tanque Elevado ubicado en la zona administrativa

Sus dimensiones son:

Capacidad	=	1m ³
Material	=	Prefabricado de Polietileno

Tanque Elevado ubicado en la zona de reaprovechamiento

Sus dimensiones son:

Capacidad	=	2,500 litros
Altura	=	1.60 m.
Diámetro	=	1.65 m.
Material	=	Prefabricado de Polietileno

Tanque Séptico (02 unidades)

Sus dimensiones son:

Largo	=	2.40 m.
Ancho	=	1.40 m.
Altura	=	2.20 m.
Capacidad	=	3.00 m ³ .
Material	=	Concreto Armado

Pozo de Percolación (02 unidades)

Sus dimensiones son:

Altura Útil	=	3.00 m.
Diámetro	=	1.50 m.
Capacidad	=	5.30 m ³ .
Material	=	Concreto y Ladrillo

Lecho de Secado de Lodos

Sus dimensiones son:

Largo	=	2.10 m.
Ancho	=	2.10 m.
Altura	=	0.50 m.
Material	=	Concreto Simple

2.13 Estimación de generación de lixiviados, gases y emisión de olores

2.13.1 Estimación de la generación de lixiviados

2.13.1.1 Metodología

El lixiviado corresponde al exceso de agua que se produce dentro de los residuos, asociado a los aportes de humedad, agua lluvia y capacidad de almacenamiento (capacidad de campo) de los mismos. Tchobanoglous (1994) propone una metodología para estimar la producción de lixiviados a partir de un balance hídrico de un volumen de control (área unitaria x altura del relleno) del relleno sanitario. El balance se basa en la siguiente expresión (ver Figura 2-43):

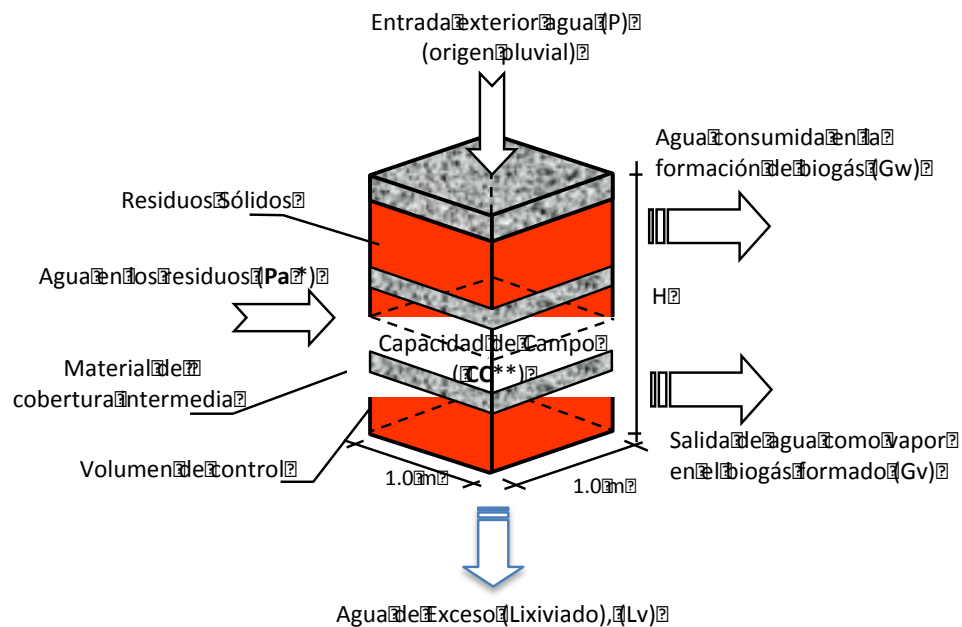
$$\text{Entrada de agua} = \text{Salidas de Agua} + \text{Agua almacenada}$$

$$Pa + Pr = Gw + Gv + CC + Lv \text{ (exceso de agua)}$$

Donde:

- Pa: Agua presente en el interior de los residuos, Pa (inicialmente corresponde al contenido de humedad de los residuos dispuestos, Kg/m²).
- Pr: Percolación de agua lluvia hacia el interior de la masa de residuos, Kg/m².
- Gw: Agua consumida en la generación de gas, Kg/m².
- Gv: Agua perdida como vapor de agua en el gas, Kg/m².
- CC: Capacidad de retención de agua del relleno (Capacidad de campo), Kg/m².
- Lv: Exceso de agua ó producción de lixiviados, Kg/m².

Figura 2-43 Balance hídrico en el interior de la masa de residuos



Fuente: Consultor consorcio Fichtner-Cydep-. 2015.

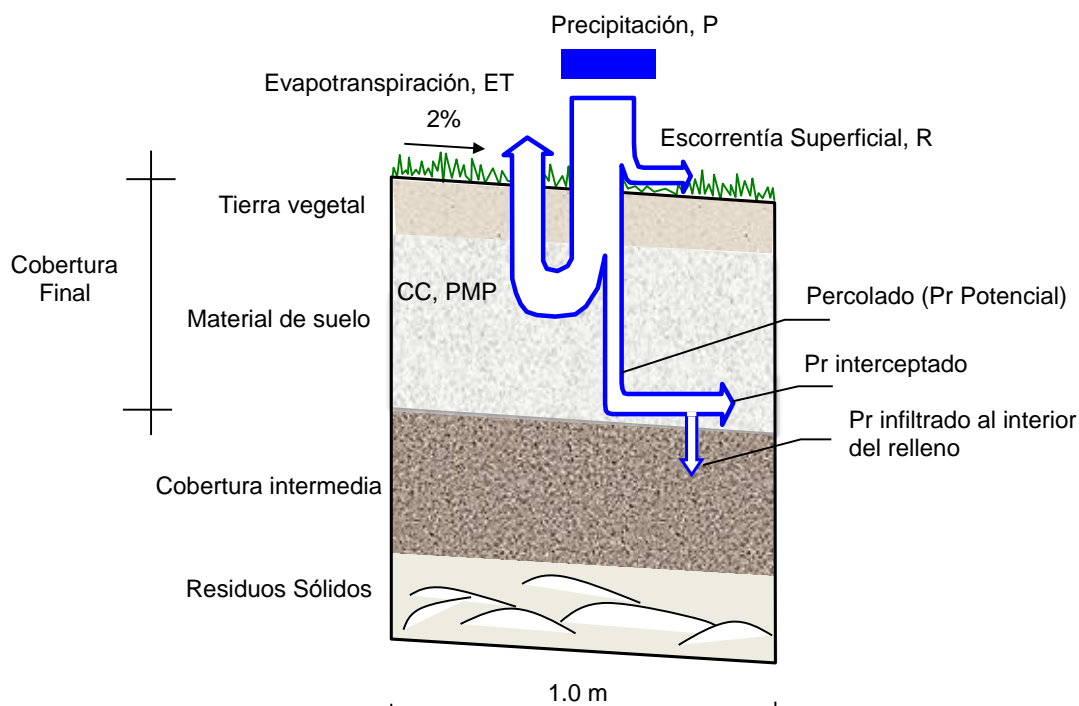
La cantidad de agua que se infiltra al interior del relleno (P_r) depende de las condiciones climáticas, las características del material de cobertura (tipo de material y espesor), pendiente final del relleno y presencia de vegetación. De acuerdo con la metodología de Tchobanoglous se puede estimar mediante un balance de agua en la cobertura final, para lo cual se emplea la siguiente expresión (ver Figura 2-44):

$$P_r = P - R - ETP$$

Donde:

- P: Precipitación atmosférica por unidad de área, mm/m². Para efectos de cálculo se tomaron los valores medios anuales, de la estación del Andahuaylas Chica.
- R: Cantidad de agua que se pierde por escorrentía superficial, por unidad de área, mm/m².
- ETP: Cantidad de agua que se pierde por evapotranspiración por unidad de área, mm/m².
- P_r : Cantidad de agua que se infiltra a través del materia de cobertura y entra hasta los residuos sólidos, por unidad de área, mm/m².

Figura 2-44 Balance hídrico en la cobertura de los residuos

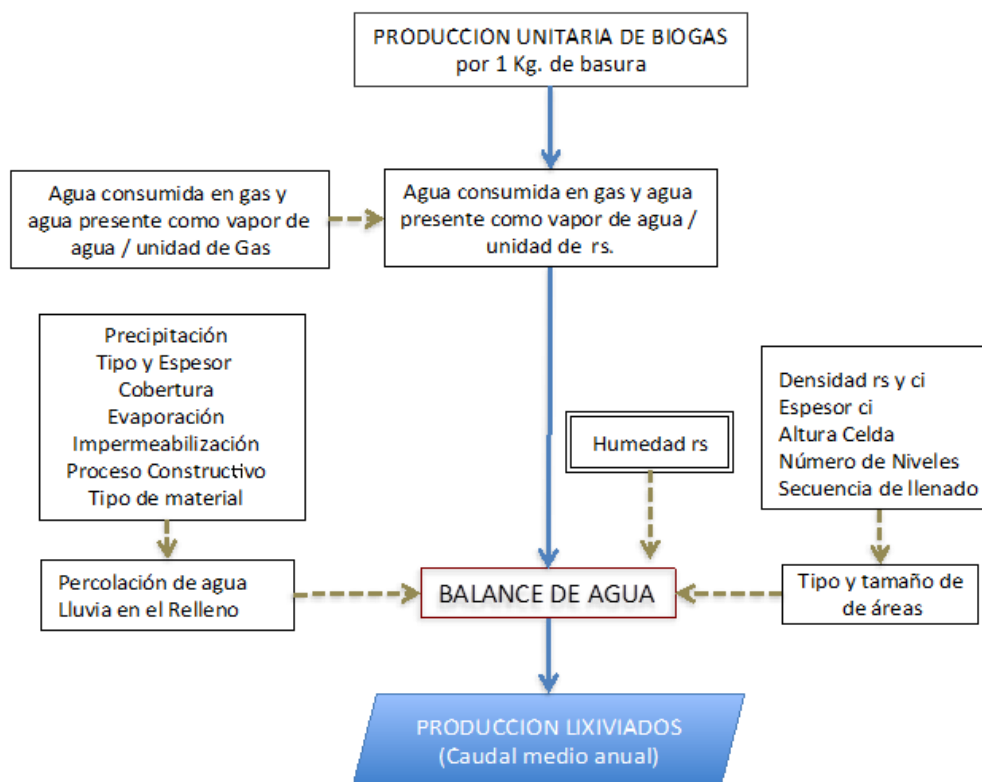


Fuente: Consultor consorcio Fichtner-Cydep-. 2015.

La cantidad de agua que se puede almacenar en el material de cobertura depende de su capacidad de campo (CC = máxima cantidad de agua que el suelo puede retener en contra de la gravedad) y del porcentaje de marchitez permanente (PMP). La diferencia entre la CC y la PMP cantidad de agua que puede almacenarse en el suelo.

En la Figura 2-45 se presenta la metodología de Tchobanoglous para estimar la producción de lixiviados, la cual fue empleada en el presente estudio.

Figura 2-45 Metodología para la producción de lixiviados



Fuente: Consultor consorcio Fichtner-Cydep-. 2015.

2.13.1.2 Cálculo de la cantidad de agua que se infiltra a través de la cobertura

A.- Clasificación de áreas

Tomando en cuenta las características del relleno sanitario y la secuencia del llenado, se realizó una clasificación de los distintos tipos de áreas que conforman el relleno, sobre las cuales se realizó el balance hídrico mes a mes para determinar la producción de lixiviados. Los tipos de áreas consideradas fueron las siguientes (Tabla 2-22).

- **Frente de trabajo – Área 1.** Corresponde al área expuesta con residuos donde se descargan y se disponen a diario los residuos sólidos (celda diaria).
- **Expuesta de fondo - Área 2.** Corresponde a las partes del relleno que han sido adecuadas a nivel de fondo y aún no cuenta con residuos sólidos dispuestos. En este tipo de áreas se capta la mayor proporción de agua de precipitación sobre la capa drenante que hace parte del sistema de captación de lixiviados de fondo; sin embargo corresponde al área donde el agua lluvia es controlada mediante tapones de arcilla.

- **Con cobertura diaria - Área 3.** Corresponde a las zonas los residuos han sido compactados y cubiertos con material de cobertura diaria en suelo de excavación.
- **Cubierta final. Área 4.** Corresponde a las zonas donde se ha colocado las capas de cobertura definitiva o de sellado del relleno, que para el caso del relleno sanitario de Andahuaylas es de 0.80 m en material de arcilla, una capa de suelo orgánico de 0.20 m y empradizarían sobre la superficie del relleno.

Tabla 2-22 Tipo y magnitud de las áreas del relleno sanitario Andahuaylas

N	AÑO	RESIDUOS	ÁREAS OPERATIVAS			
		t/a	F. TRABAJO A1	ÁREA EXPUESTA DE FONDO A2	ÁREA COBERTURA DIARIA A3	COBERTURA FINAL A4
1	2015	15,897.4	49.6	1,395.0	5,530.2	-
2	2016	16,747.1	49.6	69.7	5,460.5	1,395.0
3	2017	17,638.7	49.6	1,952.9	11,913.6	2,823.3
4	2018	18,574.3	49.6	97.6	12,782.8	3,809.4
5	2019	19,556.3	49.6	1,673.9	21,035.5	5,140.0
6	2020	20,587.1	49.6	558.0	9,196.6	6,935.2
7	2021	21,669.4	49.6	111.6	7,220.6	9,357.6
8	2022	22,805.8	49.6	-	15,223.4	12,626.1
9	2023	23,999.3	49.6	-	10,813.3	17,036.1
10	2024	25,252.9	49.6	-	4,862.9	22,986.6
11	2025	-	-	-	-	27,899.0

Fuente: Consorcio Fichtner-Cydep. 2015.

B.- Cálculo de la escorrentía superficial, R

La escorrentía superficial corresponde a la fracción del agua lluvia que drena en forma superficial y que no se infiltra en el suelo, los residuos o la cobertura final. Para el cálculo de R se empleó la siguiente expresión:

$$R = Ce \times P$$

Donde:

R: Escorrentía superficial en mm

Ce: Coeficiente de escorrentía superficial. En la Tabla 2-23 se presentan los valores adoptados para la capa de cobertura final.

P: Precipitación pluvial en mm.

Tabla 2-23 Coeficiente de escorrentía superficial para diferentes superficies, Ce

USO SUELO /PENDIENTE	TEXTURA SUELO		
	GRUESA	MEDIA	FINA
Bosque			
Plano (0-5% pendiente)	0,1	0,3	0,4
Ondulado (6-10% pendiente)	0,25	0,35	0,5
Escarpado (11-30%)	0,3	0,5	0,6

USO SUELO /PENDIENTE	TEXTURA SUELO		
	GRUESA	MEDIA	FINA
pendiente)			
Pastizales			
Plano (0-5% pendiente)	0,1	0,3	0,4
Ondulado (6-10% pendiente)	0,16	0,36	0,55
Escarpado (11-30% pendiente)	0,22	0,42	0,6
Terrenos cultivados			
Plano (0-5% pendiente)	0,3	0,5	0,6
Ondulado (6-10% pendiente)	0,4	0,6	0,7
Escarpado (11-30% pendiente)	0,52	0,72	0,82

Fuente: Tchobanoglous. 1994.

Para las diferentes áreas se asumieron los siguientes valores de Ce:

- En el fondo del relleno (capa granular): 0,05
- Frente de trabajo y área descubiertas: 0.10
- Área con cobertura diaria: 0.60
- Área con cobertura final: 0.70

Los cálculos de la escorrentía superficial se presentan en la Tabla 2-24

Tabla 2-24 Cálculo de la escorrentía superficial

ESCORRENTÍA SUPERFICIAL R, MM													ANUAL
PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación	144.7	133.7	109.4	39.9	17.4	7.0	13.7	17.7	29.6	45.8	52.2	96.1	707.2
Fondo (capa drenante):	7.2	6.7	5.5	2.0	0.9	0.4	0.7	0.9	1.5	2.3	2.6	4.8	35.4
Sin cobertura:*	14.5	13.4	10.9	4.0	1.7	0.7	1.4	1.8	3.0	4.6	5.2	9.6	70.7
En C. diaria **	86.8	80.2	65.6	23.9	10.4	4.2	8.2	10.6	17.8	27.5	31.3	57.7	424.3
En cobertura final:	101.3	93.6	76.6	27.9	12.2	4.9	9.6	12.4	20.7	32.1	36.5	67.3	495.0

* Residuos expuestos sin cobertura. ** Residuos compactados con cobertura diaria. CF = Cobertura Final.

Fuente: Cálculos del estudio. 2015.

C.- Cálculo de la infiltración, Pr

Para el cálculo de la infiltración sobre las diferentes tipos de cobertura, se hizo un balance hídrico, en el cual se tuvo en cuenta las propiedades de los materiales y los espesores. Para las Áreas A1, A2 y A3, no se tuvo en cuenta la capacidad de campo, entendida ésta como la capacidad de almacenamiento de agua (escenario conservador). Para el caso de la cobertura final (A4), en la Tabla 2-25 se presenta el cálculo de la capacidad de almacenamiento de agua y los parámetros que afectan la retención de agua como el punto de marchitez y la capacidad de campo.

Tabla 2-25 Cálculo de la capacidad de almacenamiento de la cobertura final

N	PARÁMETRO	CALCULO	VALOR	UNIDAD
1	Espesor - CF		0.80	m
2	Material		Arcilla	
3	Capacidad de Campo CC		35%	mm/m
4	Punto marchitez - PPM		17%	mm/m
5	Capacidad de campo	CF * CC	280	mm
6	Punto permanente de marchitez	CF * PPM	136	mm
7	Capacidad de almacenamiento	(CC-PPM)* CF	144	mm
8	Déficit de humedad	(FC*0,5 - PMM)*CF	4	mm

Fuente: Cálculos el estudio. 2015.

De la tabla anterior se observa que la capacidad de almacenamiento de agua en la cobertura final (0.80 m de arcilla) es de 144 mm. En la Figura 2-44 se presenta el balance de agua sobre las coberturas y el cálculo de la infiltración hacia los residuos.

Tabla 2-26 Cálculo de la infiltración, Pr para las distintas coberturas del relleno

INFILTRACIÓN EN LOS RESIDUOS Pr, mm													ANUAL
PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación	144.7	133.7	109.4	39.9	17.4	7.0	13.7	17.7	29.6	45.8	52.2	96.1	707.2
Fondo (capa drenante):	137.5	127.0	103.9	37.9	16.5	6.7	13.0	16.8	28.1	43.5	49.6	91.3	671.8
Sin cobertura:*	0.0	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6
En C. diaria **	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
En cobertura final:													
Balance	-92.7	-73.6	-85.5	-105.6	-106.0	-93.6	-98.8	-112.1	-116.4	-129.0	-141.2	-118.1	
Humedad	144.0	70.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Déficit de humedad:	0.0	73.6	144.0	144.0	144.0	144.0	144.0	144.0	144.0	144.0	144.0	144.0	
Infiltración en la CF:	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-

* Residuos expuestos sin cobertura. ** Residuos compactados con cobertura diaria. CF = Cobertura Final.

Fuente: Cálculos del estudio. 2015.

Por lo anterior, se observa que la principal fuente de producción de lixiviado corresponde al agua lluvia que será captada en el Área tipo 2 (área expuesta por adecuación de fondo), por ser una capa drenante que está conectada con los filtros de lixiviados; por esta razón el diseño requiere tapones de arcilla para minimizar el agua lluvia que se podría infiltrar en la capa drenante y llegar hasta los filtros y poza de lixiviados. Sobre la cobertura diaria y final la infiltración de agua lluvia es muy bajo y tiende a cero mm.

2.13.1.3 Cálculo de la producción de lixiviados

Como se indicó anteriormente, para estimar la producción de lixiviado se realizó un balance de agua en la masa de residuos empleando la siguiente expresión:

$$\text{Entrada de agua} = \text{Salidas de Agua} + \text{Agua almacenada}$$

$$Pa + Pr = Gw + Gv + CC + Lv \text{ (exceso de agua)}$$

De otra parte, en la Tabla 2-27 se presenta el cálculo del consumo de agua requerido para la formación de biogás (Gw) y el agua como vapor presente en el biogás (Gv) empleados en el balance hídrico.

Tabla 2-27 Cálculo de los consumos de agua y vapor de agua en el biogás

N	Año	GAS GENERADO	CONSUMO DE AGUA	AGUA COMO VAPOR
		Nm3/año	Gw kg/año (a)	Gv kg/año (b)
1	2015	0.0	0.00	0.00
2	2016	52,145.9	33,235.41	1,208.31
3	2017	179,630.0	114,487.97	4,162.35
4	2018	345,744.3	220,361.60	8,011.52
5	2019	498,903.6	317,978.39	11,560.50
6	2020	626,601.0	399,366.85	14,519.47
7	2021	737,444.0	470,013.11	17,087.90
8	2022	835,865.9	532,742.76	19,368.52
9	2023	925,299.1	589,743.41	21,440.85
10	2024	1,008,127.5	642,534.40	23,360.13
11	2025	1,086,867.3	692,719.60	25,184.67
12	2026	1,076,264.4	685,961.78	24,938.98
13	2027	939,123.8	598,554.62	21,761.19
14	2028	738,080.7	470,418.94	17,102.66
15	2029	560,300.0	357,109.63	12,983.16
16	2030	427,336.8	272,364.99	9,902.16
17	2031	325,304.5	207,334.23	7,537.89
18	2032	247,227.0	157,571.18	5,728.69
19	2033	187,750.9	119,663.87	4,350.53
20	2034	143,242.1	91,295.99	3,319.18
21	2035	109,823.1	69,996.24	2,544.80
22	2036	84,638.8	53,944.90	1,961.23
23	2037	65,584.0	41,800.27	1,519.70
24	2038	51,104.4	32,571.62	1,184.18
25	2039	40,050.1	25,526.09	928.03
26	2040	31,568.8	20,120.53	731.51
27	2041	25,027.7	15,951.50	579.94
28	2042	19,955.3	12,718.58	462.40
29	2043	15,999.7	10,197.45	370.74
30	2044	12,897.2	8,220.10	298.85
31	2045	10,449.8	6,660.23	242.14
32	2046	8,508.0	5,422.60	197.15
33	2047	6,939.1	4,422.68	160.79

N	Año	GAS GENERADO	CONSUMO DE AGUA	AGUA COMO VAPOR
		Nm3/año	Gw kg/año (a)	Gv kg/año (b)
34	2048	5,680.7	3,620.60	131.63
35	2049	4,665.6	2,973.63	108.11
36	2050	3,842.4	2,448.97	89.04
37	2051	3,171.4	2,021.31	73.49
38	2052	2,621.8	1,671.01	60.75
39	2053	2,169.5	1,382.73	50.27
40	2054	1,795.6	1,144.44	41.61
41	2055	1,485.3	946.65	34.42
42	2056	1,187.6	756.94	27.52
43	2057	968.4	617.21	22.44
44	2058	779.8	497.04	18.07
45	2059	617.3	393.43	14.30
46	2060	476.7	303.82	11.05
47	2061	354.7	226.05	8.22

a) Calculado para un consumo unitario de agua = 0.637 Kg. Agua/m³ gas
 b) Calculado para una pérdida de agua como vapor en el gas= 0.023 Kg. Agua/m³ gas

Fuente: Cálculos del estudio basado en la metodología de Tchobanoglous. 2015.

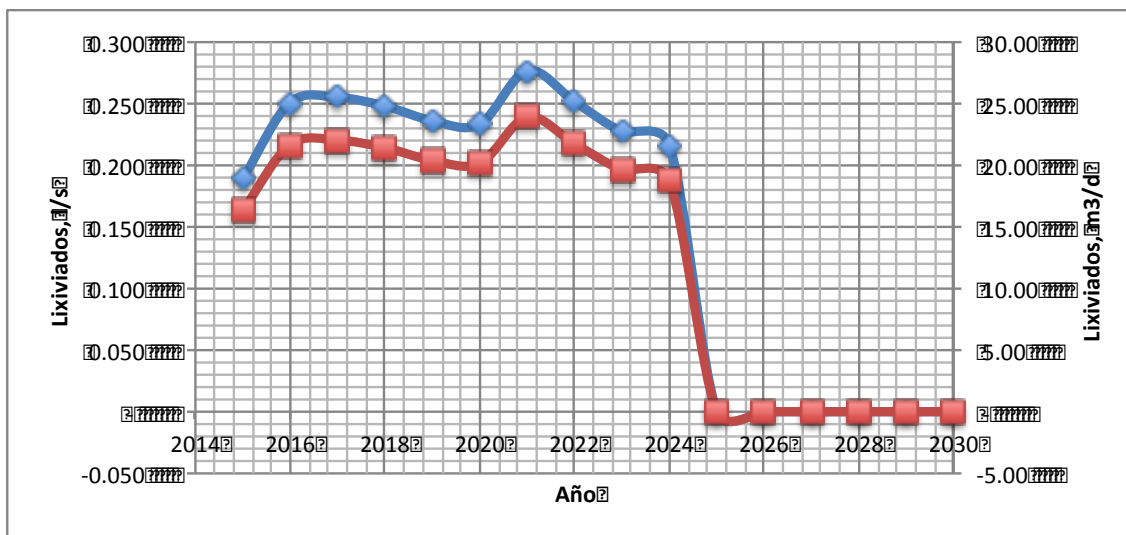
En la Tabla 2-28 se presenta el resultado de la modelación correspondiente a la producción de lixiviados en el relleno sanitario de Andahuaylas (Figura 2-46).

Tabla 2-28 Producción de lixiviados - RS Andahuaylas

N	Año	LIXIVIADO PRODUCIDO, Q	
		l/s	m ³ /d
1	2015	0.190	16.40
2	2016	0.251	21.68
3	2017	0.255	22.04
4	2018	0.248	21.43
5	2019	0.236	20.41
6	2020	0.233	20.16
7	2021	0.277	23.92
8	2022	0.252	21.74
9	2023	0.227	19.63
10	2024	0.217	18.73
11	2025	-	-
12	2026	-	-

Fuente: Cálculos del estudio basado en la metodología de Tchobanoglous. 2015.

Figura 2-46 Producción promedio anual de lixiviados - RS Andahuaylas



Fuente: Cálculos de estudio. Metodología mejorada de Tchobanoglous. 2015.

De los cálculos y resultados de la modelación se observa las siguientes conclusiones:

- La producción de lixiviados fue estimada considerando Enero de 2015 como el mes de inicio de la operación del relleno.
- Las principales fuentes de generación de lixiviados en el relleno son la humedad de los residuos y en menor proporción el agua lluvia que se precipita directamente en las áreas de fondo de las Terrazas y áreas rellenas con residuos.
- Durante los años 1 a 5 se tienen varios picos de producción de lixiviados correspondiente a los años en los cuales se adecuarían el fondo las Terrazas. Estas terrazas se adecuarían inicialmente y se llenaría con residuos progresivamente; las áreas sin residuos captarían el agua lluvia, la cual se infiltraría a través de la capa drenante hasta la red de lixiviados (esta sería la condición operativa más crítica para la producción de lixiviados).
- El caudal en el año 1 sería de 16.4 m³/d y tendería a incrementarse con el tiempo hasta un valor máximo de 23.9 m³/d en el año 7.
- Después de colocada la cobertura final en el 100% en el año 11 la producción de lixiviado se reduce y tiende a 0.0 l/s. En esta condición no hay aportes de agua por humedad de los residuos y la infiltración del agua lluvia a través de la cobertura final sería baja, dado que la cobertura final incluye una capa arcillosa impermeable de 0.80 m de espesor.

2.13.2 Estimación de la generación de biogas

Como producto de la degradación del componente orgánico de los residuos sólidos se genera biogás, el cual está compuesto principalmente de Metano y Dióxido de Carbono; la degradación de los residuos se da por etapas, siendo la más extensa la denominada metanogénesis o etapa de formación de metano la cual ocurre por lo general entre 0,5 a 2 años después de dispuestos los residuos. En la Tabla 2-29 se presenta la composición típica del biogás en la etapa de Metanogénesis.

Tabla 2-29 Composición típica de biogás de un relleno sanitario

COMPOSICIÓN	CONCENTRACIÓN % BASE SEA
Metano	45 a 60
Dióxido de carbono	40 a 60
Nitrógeno	2 a 5
Oxígeno	0.1 a 1.0
Sulfuros, disulfuros, mercaptanos, etc.	0.0 a 1.0
Amoniaco	0.1 a 1.0
Hidrógeno	0.0 a 0.2
Monóxido de carbono	0.0 a 0.2
Trazas	0.01 a 02.6
Características	Valor
Temperatura	37 a 67 °C
Densidad biogás, Kg./Nm ³ +	1,02 a 1,06
Contenido de humedad	Saturado
Poder calorífico, Kcal./Nm ³ +	4.265 a 4.269

+ En condiciones estándar (1 Atm, °C)

Fuente: Tchobanoglous. 1994.

La cantidad y tasa de producción de gases depende de la composición de los residuos, el contenido de humedad, la edad del relleno, condiciones climáticas (principalmente temperatura y precipitación).

2.13.2.1 Metodología

a.- Metodología de Tchobanoglous

La estimación de la producción de gases generado en un relleno propuesta por el profesor George Tchobanoglous. De acuerdo con el profesor Tchobanoglous, la metodología permite estimar las tasas de producción de gases, la producción anual y la cantidad de biogás hasta un determinado año, partiendo de las siguientes suposiciones:

- La composición de los residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario es constante durante la operación del relleno.

- Existe humedad suficiente para que ocurra la reacción de conversión orgánica de los residuos.
- Los residuos sólidos dispuestos se componen de residuos de rápida degradación (RRD) residuos de lenta degradación (RLD) y residuos no degradables o inertes (RND).
- Los RRD están compuestos por residuos de alimentos, papel, cartón y el 60% de residuos de jardín (material vegetal).
- Los RLD están compuestos por textiles, caucho, cuero, madera y 40% de los residuos de jardín (material vegetal).
- Los RND están compuestos de plásticos, vidrio, metales y cenizas.
- El 75% de los RRD y el 50% de los RLD están disponibles para degradación, en vista de que una fracción de los residuos no presenta condiciones de humedad suficientes como para que pueda soportar la actividad biológica o no son disgregados suficientemente durante su disposición (empacados en bolsas).
- El tiempo total de descomposición de los RRD es de 5 años y los RLD es de 15 años.
- La tasa de descomposición de los residuos presenta una forma triangular y los valores máximos para los RRD se presenta al final de año 1 y para los RLD al final del año 5 de acuerdo con Tchobanoglous 1996.
- No hay inhibición del proceso biológico debido a la acumulación de gases y lixiviados dentro de la masa de residuos.

b.- Metodología mejorada

A partir de la base metodológica propuesta inicialmente por el profesor Geoge Tchobanoglous y con base en la experiencia en proyectos de extracción de biogás y aplicación en rellenos sanitarios existentes por empresas especializadas, se hizo una revisión detallada y un ajuste de la metodología. Básicamente los rellenos sanitarios estudiados para ajustar la metodología fueron los siguientes:¹⁶

- Relleno sanitario Doña Juana de Bogotá. W Casas. 2006. Los valores calculados fueron comparados con los observados en Campo.
- Relleno sanitario de Don Juanito. Villavicencio. Modelo mexicano aplicado por ETEISA. 2006.
- Relleno sanitario de Cuzco Perú. Modelo propio aplicado por la firma Española EUROCOMERCIAL.

¹⁶ Ajustes realizados por Wilson Casas (autor de la metodología mejorada) a partir de 2007.

- Relleno sanitario de Combeima en Ibagué. Modelo propio empleado por la firma norteamericana SCS. 2005.
- Relleno sanitario El Carrasco de Bucaramanga. Modelo propio empleado por la firma norteamericana SCS. 2005.
- Relleno sanitario El Trébol del Área Metropolitana de Guatemala. Modelo propio empleado por la firma norteamericana SCS. 2005.
- Rellenos sanitarios Querétaro y Chihuahua de México. Modelo propio empleado por la firma norteamericana SCS. 2005.
- Relleno sanitario de Chihuahua en México. Modelo propio empleado por Electrical Power Development (Japan), para propósitos de aprovechamiento energético del biogás. 2006.
- Comparación de resultados entre el Modelo LandGEM de la US-EPA y Tchobanoglous.

De esta manera, los supuestos modificados de la metodología mejorada de Tchobanoglous son los siguientes:

- El 70% de los RRD y el 50% de los RLD están disponibles para degradación, en vista de que una fracción de los residuos no presenta condiciones de humedad suficientes como para que pueda soportar la actividad biológica o no son disgregados suficientemente durante su disposición (empacados en bolsas).

Tchobanoglous propuso en 1994 que el tiempo total de descomposición de los RRD es de 5 años y los RLD es de 15 años. En la metodología ajustada se estiman tiempos de 30 y 40 años, encontrándose las curvas típicas para una unidad de masa que se dispone en un relleno sanitario.

- La tasa de descomposición de los residuos es curva (y no triangular) y los valores máximos para los RRD se presenta al final de año 3 y para los RLD al final del año 7 años respectivamente siendo asintótica al final de los periodos de degradación.

En la Figura 2-47 se presenta los pasos empleados para estimar la producción de gases en el relleno sanitario, mediante el modelo de Tchobanoglous.

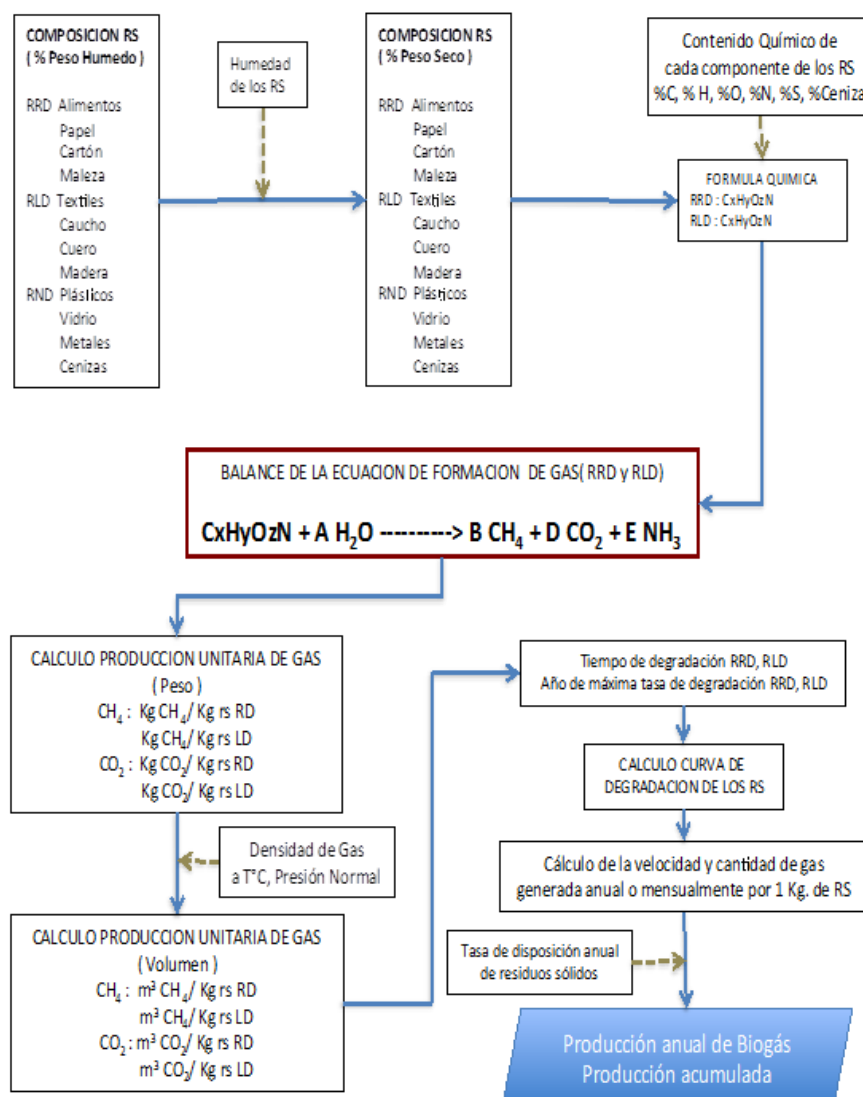
Calculo de la producción de gas

2.13.2.2 Cálculo del peso seco de los residuos

El cálculo del peso seco de cada uno de los componentes residuos sólidos (% en peso) fue determinado a partir de la humedad promedio típica de los componentes de los residuos, mediante la siguiente expresión:

$$\text{Peso seco} = \text{Peso húmedo} (1 - \% \text{ Humedad}/100)$$

Figura 2-47 Metodología para estimar la producción de gases. Modelo Tchobanoglous mejorado



Fuente: Consultor Fichtner-cydep-. 2015.

En la Tabla 2-30 se presenta el cálculo del peso seco de los residuos para la ciudad de Andahuaylas. Los datos de humedad para cada componente corresponden a valor típicos propuestos por Tchobanoglous, los cuales son comparados con valores medidos en campo. El valor de humedad medido en campo para residuos domiciliarios fue del 73% el cual se tuvo en cuenta para ajustar los datos propuestos por Tchobanoglous (calibración).

Tabla 2-30 Cálculo del peso seco de los residuos

N	COMPONENTE	PESO HÚMEDO	HUMEDAD	PESO SECO
		[kg/100 kg Bas]	% peso	[kg/100 kg Bas]
	Residuos de Rápida Descomposición (RRD)	(a)	(b)	(c)
1	Residuos de Alimentos	60.57	96.0%	2.42
2	Residuos sanitarios	8.89	96.0%	0.36
3	Papel	1.49	22.2%	1.16
4	Cartón	5.26	18.5%	4.29
5	60 % de Maleza o follaje	0.23	96.0%	0.01
Suma		76.44		8.23
		%W media :	89.2%	Kg. Bas RRD/100 kg Bas.
Residuo de Lenta Degradación(RLD)				
1	Textiles	1.50	33.3%	1.00
2	Caucho	0.04	7.4%	0.04
3	Cuero	0.04	37.0%	0.03
4	40 % de Maleza o follaje	0.15	96.0%	0.01
5	Madera	0.17	74.0%	0.04
Suma :		1.90		1.11
		%W media :	41.5%	Kg. Bas RLD/100 kg Bas.
Residuos no degradables(RND)				
1	Plásticos	10.45	9.3%	9.48
2	Vidrio	1.76	7.4%	1.63
3	Metales	1.90	7.4%	1.76
4	Tierra interntes y similares	7.02	37.0%	4.42
5	Otros	0.50	37.0%	0.32
Suma :		21.63		17.61
		%W media :	18.6%	Kg bas LD/100 kg Bas.
SUMA TOTAL :		100.0		26.96
HUMEDAD PROMEDIO :			73.0%	

(a) Composición por cada 100 Kg de Basura ó % en peso.

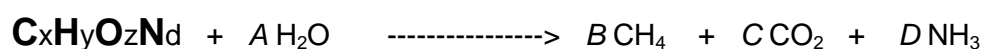
(b) Humedad típica propuesta por Tchobanoglous (1994) y ajustada a condiciones locales con base en resultados de campo:

(c) $\text{Peso seco} = \text{Peso Húmedo} (1 - \text{Humedad}/100)$

Fuente: Cálculos del estudio basado en la metodología de Tchobanoglous. 2014.

2.13.2.3 Cálculo de la composición química de los residuos

Tchobanoglous indica que los residuos sólidos pueden expresarse mediante fórmula química $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z\text{N}_d$ y que la producción de gas puede estimarse con base en la siguiente ecuación, la cual se basa en una conversión completa de los residuos biodegradables:



En la Tabla 2-31 se presenta el cálculo de los factores x, y, z siguiendo la metodología de Tchobanoglous, que propone su estimación con base en los aportes de C, H, O, N, de cada uno de los componentes físicos de los residuos.¹⁷

Tabla 2-31 Cálculo de los coeficientes x, y, z de la Ecuación de los residuos.

N	COMPONENTE	Kg /100 kg BASE SECA				
		C	H	O	N	SUMA
A	APORTE DE LOS RESIDUOS DE RAPIDA DEGRADACION (RRD)					
1	Residuos de Alimentos	1.16	0.16	0.91	0.06	2.29
2	Residuos sanitarios	0.56	0.07	0.44	0.03	1.10
3	Papel	0.50	0.07	0.51	0.00	1.09
4	Cartón	1.89	0.25	1.91	0.01	4.06
5	60 % de Maleza	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
	Suma :	4.11	0.55	3.77	0.11	8.55
	Peso Atómico (gr/mol) : *	12.01	1.01	16.00	14.01	
	Aporte (Moles/100 kg Bas s)	342.6	546.8	235.8	7.8	
	Aporte Moles/Mol de N (x,y,z,1)	43.7	69.8	30.1	1.0	
B	APORTE DE LOS RESIDUOS DE LENTA DEGRADACION (RRD)					
1	Textiles	0.55	0.07	0.31	0.05	0.97
2	Caucho	0.03	0.00	-	0.00	0.03
3	Cuero	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02
4	40 % de Maleza	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
5	Madera	0.02	0.00	0.02	0.00	0.04
	Suma :	0.62	0.07	0.34	0.05	1.08
	Peso Atómico (gr/mol) : *	12.01	1.01	16.00	14.01	
	Aporte (Moles/100 kg Bas s)	51.5	74.0	21.0	3.5	
	Aporte Moles/Mol de N (x,y,z,1)	14.6	20.9	5.9	1.0	

C: Carbono; H: Hidrógeno; O: Oxígeno; N: Nitrógeno.

Fuente: Cálculos del estudio basado en la metodología de Tchobanoglous. 2015.

Los valores de x, y, z y d se determinaron con base en el aporte de los elementos C,H,O y N, de cada uno de los componentes secos de los residuos sólidos. Dichos aportes fueron expresados en unidades de moles por cada 100 Kilogramos de residuos y posteriormente fueron expresados en unidades de moles de Nitrógeno. De los resultados obtenidos se pudo establecer que las fórmulas químicas para los RRD y los RLD de los residuos de Andahuaylas son las siguientes:

Fórmula química RRD : $C_{25}H_{40}O_{15}N$

Fórmula química RLD : $C_{14}H_{21}O_6N$

Las ecuaciones estequiométricas balanceadas obtenidas se presentan en la Tabla 2-32.

¹⁷ El contenido de C, H, O y N para cada componente físico fue tomado del valor típico propuesto por Tchobanoglous. 1994.

Fuente: Cálculos del estudio basado en la metodología de Tchobanoglous, 2015

Proyecto No. 610-1248

$$D = \frac{W/V}{\text{Densidad del biogás}}$$

$$D = \frac{P \times PM}{R \times T} \quad \text{Fórmula para el cálculo de la densidad de un gas ideal}$$

$$D = 1,3403 \text{ kg/ m}^3 \quad \text{Condiciones Estándar}$$

b.- Cálculo cantidad de Metano (CH₄) y Dióxido de Carbono (CO₂) por cada Kg de RRD

Empleando la ecuación estequiométrica balanceada se obtiene lo siguiente:

Metano RRD =	364.08	/	1090.93	=	0.33 g CH ₄ /g RRD
Diox RRD:	925.64	/	1090.93	=	0.85 g CO ₂ /g RRD
			Total gas RRD	=	1.18 Kg Gas/ Kg RRD
			Total gas RRD	=	0.88 m ³ Gas/Kg RRD
			Total gas RRD disponible=		0.62 m ³ Gas/Kg RRD
Total gas disponible:	617.43	x	8.23	=	50.84 It Gas RRD/Kg RST

c.- Cálculo cantidad de Metano (CH₄) y Dióxido de Carbono (CO₂) por cada Kg de RLD

Metano RLD =	128.89	/	304.76	=	0.42 g CH ₄ /g RLD
Diox RLD:	286.98	/	304.76	=	0.94 g CO ₂ /g RLD
			Total gas RRD	=	1.36 Kg Gas/ Kg RLD
			Total gas RRD	=	1.02 m ³ Gas/Kg RLD
			Total gas RRD disponible =		0.51 m ³ Gas/Kg RLD
Total gas disponible:	509.07	x	1.11	=	5.66 It Gas RLD/Kg RST

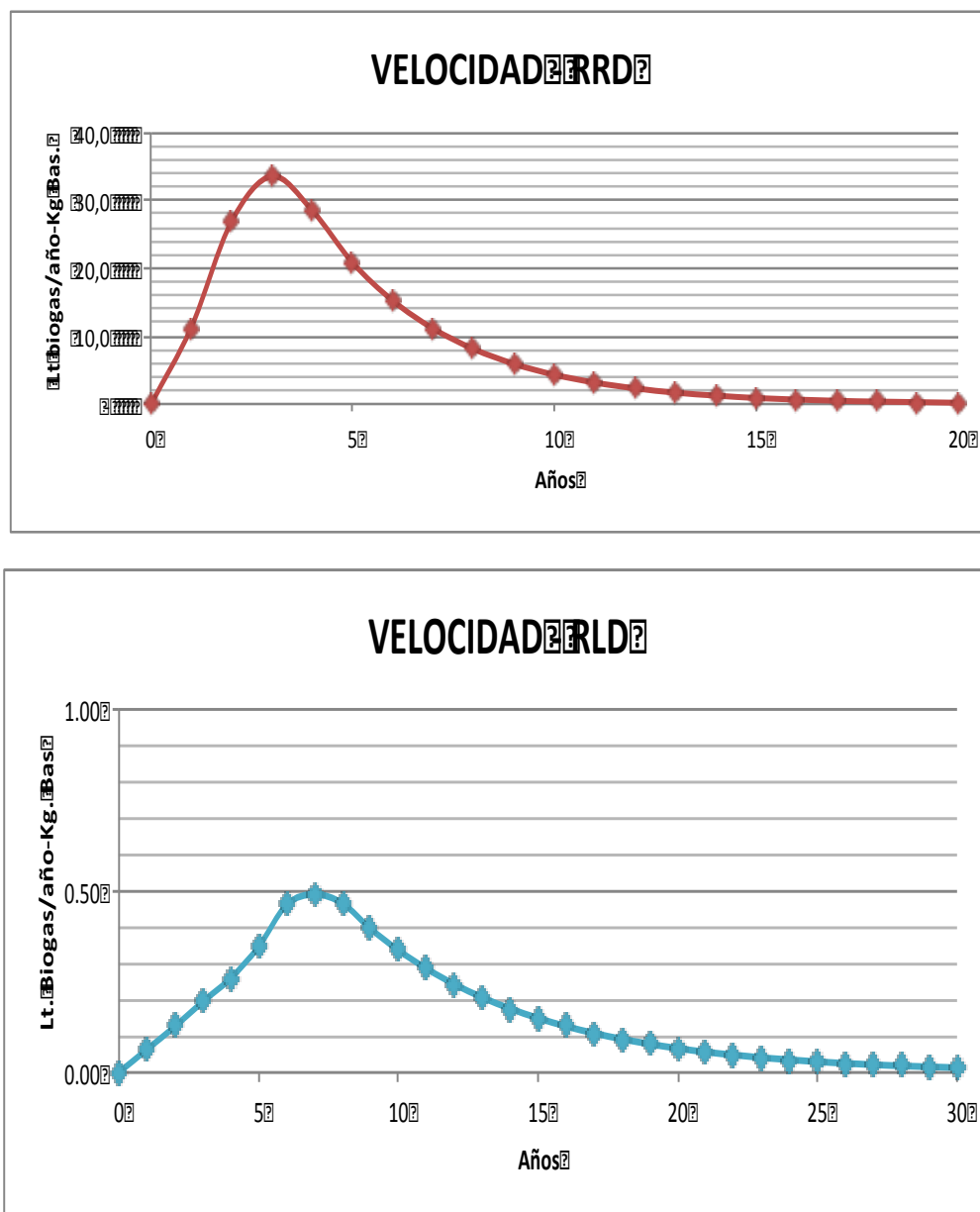
En resumen, los residuos de Andahuaylas tienen un potencial para producir 56.5 lt por cada Kg de residuos dispuestos, sin embargo, este potencial se desarrolla progresivamente a medida que avanza la degradación. En la Tabla 2-33 se presenta la forma en que se produce el biogás para un Kg de residuos, estimadas a partir de los supuestos planteados para la metodología de Tchobanoglous modificada. En la Figura 2-48 siguiente se ilustra la degradación de un Kg de residuos de lenta y rápida degradación, aplicada a los residuos del relleno sanitario de Andahuaylas

Tabla 2-33 Producción unitaria de biogás – RS Andahuaylas

N	RÁPIDA DEGRADACIÓN		LENTA DEGRADACIÓN		TOTAL	
	VELOCIDAD	GAS PRODUCIDO	VELOCIDAD	GAS PRODUCIDO		
	lt/año-Kg Bas.	lt/Kg Bas.	lt/año-Kg Bas.	lt/Kg Bas.	lt/año-Kg Bas.	lt/Kg Bas.
0	0.00		-		0.00	-
1	3.21	1.60	0.07	0.04	3.28	1.64
2	7.70	5.46	0.14	0.11	7.84	5.56
3	9.63	8.66	0.22	0.18	9.85	8.84
4	8.18	8.90	0.29	0.26	8.48	9.16
5	5.97	7.08	0.39	0.34	6.36	7.42
6	4.36	5.17	0.52	0.45	4.88	5.62
7	3.18	3.77	0.55	0.54	3.73	4.31
8	2.32	2.75	0.52	0.54	2.85	3.29
9	1.70	2.01	0.45	0.48	2.14	2.49
10	1.24	1.47	0.38	0.41	1.62	1.88
11	0.90	1.07	0.32	0.35	1.23	1.42
12	0.66	0.78	0.27	0.30	0.93	1.08
13	0.48	0.57	0.23	0.25	0.71	0.82
14	0.35	0.42	0.20	0.21	0.55	0.63
15	0.26	0.30	0.17	0.18	0.42	0.49
16	0.19	0.22	0.14	0.16	0.33	0.38
17	0.14	0.16	0.12	0.13	0.26	0.29
18	0.10	0.12	0.10	0.11	0.20	0.23
19	0.07	0.09	0.09	0.10	0.16	0.18
20	0.05	0.06	0.07	0.08	0.13	0.14
21	0.04	0.05	0.06	0.07	0.10	0.11
22	0.03	0.03	0.05	0.06	0.08	0.09
23	0.02	0.02	0.05	0.05	0.07	0.07
24	0.02	0.02	0.04	0.04	0.05	0.06
25	0.01	0.01	0.03	0.04	0.04	0.05
26	0.01	0.01	0.03	0.03	0.04	0.04
27	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03
28	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
29	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.02
30	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02
31	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02
32			0.01	0.01	0.01	0.01
33			0.01	0.01	0.01	0.01
34			0.01	0.01	0.01	0.01
35			0.01	0.01	0.01	0.01
36			0.01	0.01	0.01	0.01
37			0.00	0.01	0.00	0.01
38			0.00	0.00	0.00	0.00
Total lt/kg Bas.:		50.84		5.66		56.50

Fuente: Cálculos del estudio basado en la metodología de Tchobanoglous. 2015.

Figura 2-48 Curvas de producción unitaria de biogás – residuos de Andahuaylas



Fuente: Cálculos del estudio con base en la Metodología de Tchobanoglous, 2015.

2.13.2.5 Producción total y Proyección de biogás

Conocida la curva de producción de biogás unitaria y la cantidad de residuos dispuestos en forma anual en el relleno sanitario de Andahuaylas, se estimó la producción total de Biogás. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 2-34

Tabla 2-34 Producción total de biogás –relleno sanitario Andahuaylas

N	AÑO	RS DISPUESTOS T/AÑO	TASA ANUAL		BIOGÁS GENERADO	
			FINAL DEL AÑO		ACUMULADO	
			[Nm ³ /año]	[Nm ³ /hr]	[Nm ³]	%
1	2015	15,897.4	0.0	0.00	-	0.0%
2	2016	16,747.1	52,145.9	5.95	26,072.9	0.2%
3	2017	17,638.7	179,630.0	20.51	141,960.9	1.2%
4	2018	18,574.3	345,744.3	39.47	404,648.0	3.5%
5	2019	19,556.3	498,903.6	56.95	826,972.0	7.2%
6	2020	20,587.1	626,601.0	71.53	1,389,724.3	12.1%
7	2021	21,669.4	737,444.0	84.18	2,071,746.7	18.1%
8	2022	22,805.8	835,865.9	95.42	2,858,401.7	25.0%
9	2023	23,999.3	925,299.1	105.63	3,738,984.2	32.6%
10	2024	25,252.9	1,008,127.5	115.08	4,705,697.5	41.1%
11	2025	-	1,086,867.3	124.07	5,753,194.9	50.2%
12	2026	-	1,076,264.4	122.86	6,834,760.7	59.7%
13	2027	-	939,123.8	107.21	7,842,454.8	68.5%
14	2028	-	738,080.7	84.26	8,681,057.1	75.8%
15	2029	-	560,300.0	63.96	9,330,247.4	81.5%
16	2030	-	427,336.8	48.78	9,824,065.9	85.8%
17	2031	-	325,304.5	37.14	10,200,386.5	89.1%
18	2032	-	247,227.0	28.22	10,486,652.3	91.6%
19	2033	-	187,750.9	21.43	10,704,141.2	93.5%
20	2034	-	143,242.1	16.35	10,869,637.7	94.9%
21	2035	-	109,823.1	12.54	10,996,170.4	96.0%
22	2036	-	84,638.8	9.66	11,093,401.3	96.9%
23	2037	-	65,584.0	7.49	11,168,512.7	97.5%
24	2038	-	51,104.4	5.83	11,226,856.9	98.0%
25	2039	-	40,050.1	4.57	11,272,434.2	98.4%
26	2040	-	31,568.8	3.60	11,308,243.6	98.7%
27	2041	-	25,027.7	2.86	11,336,541.9	99.0%
28	2042	-	19,955.3	2.28	11,359,033.4	99.2%
29	2043	-	15,999.7	1.83	11,377,010.8	99.3%
30	2044	-	12,897.2	1.47	11,391,459.3	99.5%
31	2045	-	10,449.8	1.19	11,403,132.8	99.6%
32	2046	-	8,508.0	0.97	11,412,611.7	99.6%
33	2047	-	6,939.1	0.79	11,420,335.2	99.7%
34	2048	-	5,680.7	0.65	11,426,645.1	99.8%
35	2049	-	4,665.6	0.53	11,431,818.3	99.8%
36	2050	-	3,842.4	0.44	11,436,072.3	99.8%
37	2051	-	3,171.4	0.36	11,439,579.2	99.9%
38	2052	-	2,621.8	0.30	11,442,475.8	99.9%
39	2053	-	2,169.5	0.2	11,444,871.4	99.9%
40	2054	-	1,795.6	0.2	11,446,853.9	99.9%
41	2055	-	1,485.3	0.2	11,448,494.4	100.0%
42	2056	-	1,187.6	0.1	11,449,830.8	100.0%
43	2057	-	968.4	0.1	11,450,908.8	100.0%

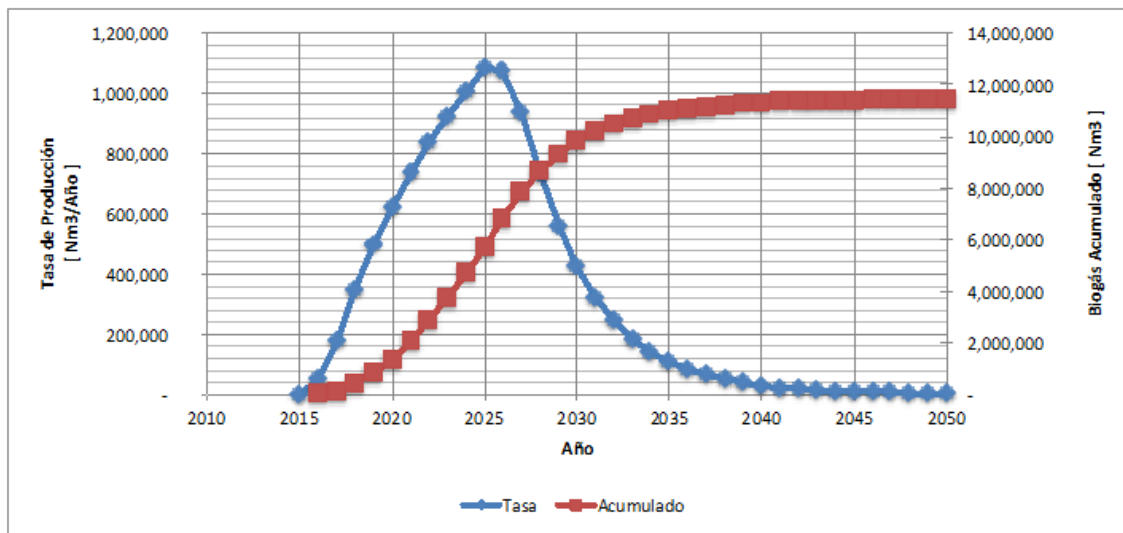
N	AÑO	RS DISPUESTOS T/AÑO	TASA ANUAL		BIOGÁS GENERADO	
			FINAL DEL AÑO		ACUMULADO	
			[Nm ³ /año]	[Nm ³ /hr]	[Nm ³]	%
44	2058		779.8	0.1	11,451,783.0	100.0%
45	2059		617.3	0.1	11,452,481.5	100.0%
46	2060		476.7	0.1	11,453,028.5	100.0%
47	2061		354.7	0.0	11,453,444.2	100.0%
48	2062		248.3	0.0	11,453,745.7	100.0%
49	2063		155.1	0.0	11,453,947.3	100.0%
50	2064		72.9	0.0	11,454,061.3	100.0%
51	2065		-	-	11,454,097.8	100.0%
52	2066		-	-	11,454,097.8	100.0%
53	2067		-	-	11,454,097.8	100.0%
54	2068		-	-	11,454,097.8	100.0%
55	2069		-	-	11,454,097.8	100.0%
56	2070		-	-	11,454,097.8	100.0%
57	2071		-	-	11,454,097.8	100.0%
58	2072		-	-	11,454,097.8	100.0%
59	2073		-	-	11,454,097.8	100.0%
60	2074		-	-	11,454,097.8	100.0%
61	2075		-	-	11,454,097.8	100.0%
62	2076		-	-	11,454,097.8	100.0%
TOTAL:			202,728.3	11,454,097.8		

Fuente: Cálculos del estudio basado en la metodología de Tchobanoglous. 2015.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede concluir lo siguiente: (Figura 2.49):

- Según la composición física, los residuos tiene un potencial de generación de biogás de 56.5 litros por cada Kg de residuos dispuestos. Este biogás se produce a lo largo del tiempo de estabilización biológico de los residuos.
- La cantidad total de biogás generada en los residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario durante 10 años es de 11.4 Millones de Nm³ de biogás.
- La tasa máxima de producción de biogás se estima en 1.09 Millones de Nm³/año, el cual se espera en el año 11 (1 año después del cierre de la celda del relleno sanitario). Después de dicho año, la tasa de producción de residuos se empieza a reducir debido a que ya no hay aporte de materia orgánica al relleno sanitario.
- Se espera que para el año 20 (2034) se haya producido más del 95% del biogás.

Figura 2-49 Producción total de biogás. Celda del relleno sanitario de Andahuaylas



Fuente: Cálculos Modelo actualizado por Wilson Casas con base en la Metodología de Tchobanoglous. 2013.

Etapas del proyecto

El relleno sanitario se desarrollará en las siguientes etapas y con el cronograma inicial propuesto para su ejecución:

- **Etapas Preliminar y adecuación inicial.** Durante esta etapa se realizan las actividades para la preparación del terreno, los accesos viales y la instalación del campamento. Dentro de las actividades a realizar en este periodo están el levantamiento topográfico de todo el predio donde se construirá el proyecto como también de las vías de acceso, la instalación de un campamento, la construcción del cerramiento perimetral y la instalación de la puerta de ingreso para controlar el acceso al sitio de las obras.
- **Etapas de Construcción y Adecuación inicial.** En este periodo se realizan las obras de ingeniería requeridas para poder iniciar la disposición de los residuos. Particularmente para el relleno sanitario de Andahuaylas se plantea la intervención de una zona específica ubicada en el costado norte del predio, que será destinada para la recepción de residuos sólidos, la cual deberá ser excavada, adecuada e impermeabilizada secuencialmente para asegurar la confinación de los residuos sólidos ordinarios, sin contaminar el suelo.
- **Etapas operativas.** La etapa operativa del relleno sanitario de Andahuaylas, corresponderá a un periodo de 10 años, tiempo en el cual se proyecta el funcionamiento de esta infraestructura. En el orden técnico esta etapa incluye el alistamiento secuencial de los sectores para la disposición progresiva de los residuos sólidos durante todo el periodo de vida útil del relleno sanitario, además se realizará el manejo de aguas lluvias, lixiviados y gases, así como la protección

de los residuos para minimizar el ingreso de lluvias a la masa que se construye. En todo caso, en el desarrollo de esta etapa es necesario dar inicio a las obras de cierre del relleno o cubierta final con lo cual se asegura la reinserción del proyecto al medio circundante.

- **Etapa de Clausura y pos clausura.** Corresponde a la etapa posterior a la operación del relleno sanitario donde se realiza el cierre definitivo mediante la instalación de la cobertura final sobre los residuos ya dispuestos, la demolición de estructuras, el desmantelamiento de equipos e infraestructura y el seguimiento y monitoreo a la estabilidad de las zonas cerradas y la producción de gases y lixiviados. El cierre del relleno confina definitivamente los residuos, evita la proliferación de vectores y olores y se constituye en la base para la recuperación paisajística del lugar, disminuyendo el impacto visual generado por el proyecto, reinsertándolo al medio ambiente circundante.

En la Tabla 2-35 se presenta el cronograma propuesto se puede observar la edad del relleno en la cual se estima que se debe realizar cada etapa:

Tabla 2-35 Cronograma general de implementación del relleno sanitario Andahuaylas

N	ACTIVIDAD	DURACIÓN, AÑOS											POS CLAUSURA													
		Año 0				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
		I	II	III	IV																					
1	Preliminares																									
1.1	Estudios y diseños																									
1.2	Traslado de maquinaria y equipos																									
1.3	Campamento de obra																									
1.4	Replanteo topográfico																									
1.5	Contratación de personal																									
2	Etapa de construcción o adecuación inicial																									
2.1	Cerramiento perimétrico y cerco vivo																									
2.2	Construcción de vía de ingreso																									
2.3	Construcción vías internas																									
2.4	Edificios de administración																									
2.5	Montaje de balanza																									
2.6	Movimientos de tierra Fase 1																									
2.7	Preparación de fondo Fase 1																									
2.8	Excav Fase 2																									
2.9	Preparación de fondo Fase 2																									
2.10	Excav Fase 3																									
2.11	Preparación de fondo Fase 3																									

N	ACTIVIDAD	DURACIÓN, AÑOS														POS CLAUSURA														
		Año 0				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21				
		I	II	III	IV																									
2.12	Excav Fase 4																													
2.13	Preparación de fondo Fase 4																													
2.14	Excav Fase																													
2.15	Preparación de fondo Fase 5																													
2.16	Canales aguas lluvias																													
2.17	Sistema de manejo de lixiviados																													
2.18	Pozos de monitoreo de aguas subterráneas																													
3	Etapa de operación y mantenimiento																													
3.1	Pesaje y registro de vehículo																													
3.2	Disposición de residuos Fase 1																													
3.3	Disposición de residuos Fase 2																													
3.4	Disposición de residuos Fase 3																													
3.5	Disposición de residuos Fase 4																													
3.6	Disposición de residuos Fase 5 Final																													
3.7	Manejo de aguas lluvias																													
3.8	Manejo de gases																													
	Almacenamiento inicial lixiviados																													
3.9	Manejo de lixiviados mediante recirculación																													
3.10	Monitoreo técnico de la operación																													
4	Etapa de cierre clausura																y pos-clausura													
4.1	Cobertura final de residuos																													
4.2	Desmonte y dismantelamiento																													
4.3	Mantenimiento del relleno sanitario																													
4.4	Manejo de gases y lixiviados																													
4.5	Monitoreo de pos clausura																													

Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015.

2.13.3 Etapa Preliminar

Se consideran como preliminares todas las obras y actividades que se realizan con anterioridad a la preparación de la terraza inicial donde se realizará la operación con residuos. Es por eso que se enmarcan entre otras las siguientes:

- **Estudios y diseños.** Luego de la selección del terreno donde se adelantará la construcción de la infraestructura del nuevo relleno sanitario, será necesario realizar los estudios preliminares que permitirán dar paso al proceso constructivo. Los estudios a desarrollar corresponden a levantamientos topográficos para medir el terreno y establecer sus características morfológicas, estudios geotécnicos para determinar la estabilidad de las laderas, estudios climatológicos para conocer el comportamiento histórico del clima, estudios geológicos donde se conocerá el tipo de formación al que corresponde el suelo de fundación del proyecto y estudios hidrogeológicos que determinará el comportamiento de las corrientes subterráneas. Estos estudios permiten caracterizar con un alto grado de detalle la zona de trabajo, para así establecer los diseños técnicos que serán la directriz bajo la cual se regirá la construcción de las obras.
- **Traslado de maquinaria y materiales.** Esta actividad consiste en el traslado de maquinaria pesada y material de construcción hacia el predio donde se adelantarán las obras del proyecto. La maquinaria como excavadoras que cuenten con llantas de orugas y rodillos de compactación serán transportados en cama baja, cumpliendo con las normas de movilidad establecidas para la región.
- **Construcción e instalación de una valla informativa.** En este letrero se informará a la comunidad cuales son las características generales del proyecto como su objetivo, el financiamiento, la vida útil, y los beneficiarios, entre otros. Se instalará en un lugar visible cerca a la entrada del relleno.
- **Campamento de obra.** Dentro de la etapa preliminar del proyecto, se ubicará un campamento de obra temporal que podrá ser trasladado fácilmente a cualquier área dentro del relleno sanitario mientras se construyen las obras definitivas de infraestructura. Contará con áreas para el almacenamiento de materiales de construcción. Por otro lado, tendrá en sus instalaciones una oficina que pueda albergar al equipo técnico de trabajo que ejecutará las obras.

Fotografía 2-6 Contenedor típico para campamento temporal de construcción



Fuente: Tomado de <http://reynosa.olx.com.mx>. 2014

- **Replanteo de obras.** El replanteo permitirá identificar sobre el terreno, las zonas donde se realizará el desmante, descapote, excavaciones, la ubicación de drenajes y obras en general.
- **Construcción de oficinas y zona de mantenimiento o talleres para maquinaria.** Estas instalaciones podrán atender cualquier emergencia o contratiempo que se presenten con ellas. Así mismo, una zona de oficinas es necesaria para permitir el acceso a información, dotación, instrucción ó simple cobijo para el grupo colaborador en las tareas propias del relleno.

2.13.4 Etapa de Construcción o Adecuación Inicial

El relleno sanitario de Andahuaylas será una obra de ingeniería que se construirá de manera secuencial, donde los residuos sólidos ordinarios serán dispuestos sobre las áreas impermeabilizadas, condición que permitirá mantener aislados los residuos con el suelo natural. Los desechos serán dispuestos y compactados en capas hasta alcanzar las cotas máximas de diseño para posteriormente pasar a una nueva zona de operación y así de esta forma se colmará progresivamente la capacidad total del relleno de manera secuencial.

Para el caso particular del relleno de Andahuaylas, se preparará una gran zona para la disposición de residuos sólidos, ubicada al costado norte del predio a intervenir.

2.13.4.1 Limpieza y Desbroce

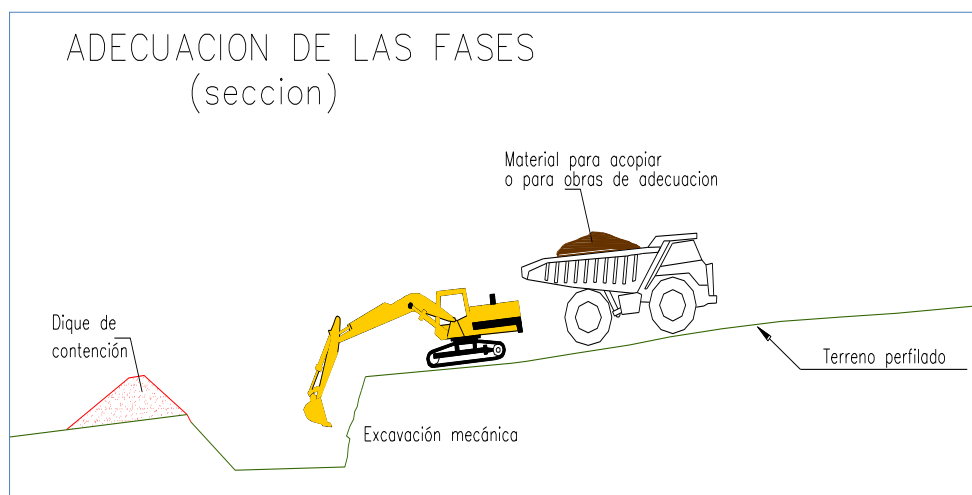
La primera de las obras de construcción corresponde a las labores de limpieza y descapote, para luego continuar con la nivelación del terreno, la excavación de terrazas y la perfilada de piso, el reemplazo de material no impermeable y la construcción de subdrenes en caso de presentarse agua subterránea.

La limpieza y desbroce del terreno se realiza previo a las excavaciones e involucra la remoción de estructuras existentes y la cobertura o vegetación; mientras que el descapote es la remoción de la capa superficial del terreno natural que cuenta con material orgánico.

La limpieza y el desbroce comprenden el retiro de la vegetación presente en las áreas donde se ejecutaran las obras de la adecuación inicial. Todo el material vegetal resultante de la limpieza y desbroce será almacenado en forma ordenada en un área de la zona destinada a protección ambiental.

El descapote comprende el retiro con maquinaria, de un volumen de tierra con características orgánicas que sirven para el cierre de 0.30 m de zonas rellenadas o para la capa orgánica de los taludes expuestos de algunas excavaciones. El retiro se hará con cargadora y volqueta y acopiado en sectores definidos por el ingeniero residente, donde no se espere operación próxima. Este acopio será de carácter temporal y se usará como fuente de abastecimiento para el cierre de las zonas ya terminadas.

Figura 2-50 Esquema general de la adecuación



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015.

Para el caso específico del relleno sanitario de Andahuaylas, el descapote a realizar es mínimo de 30cm y se ha calculado con base en el siguiente cuadro de análisis basado en los reportes de las calicatas del estudio de suelos:

Tabla 2-36 Cálculo de material de descapote – Andahuaylas

Espesor.	0,40	0,30	0,50	0,30
Zona	área pozas	área vía	área terrazas	Área Infraestruc.
Área	2.855	7.261	27.960	9.325
			total áreas	47.401
Volumen	1.142	2.178	13.980	2.798
			total vol.	20.098

Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015.

El relleno requiere de un material orgánico que será usado para dar cierre final y propiciar el empate con el entorno de la zona en distintas áreas del proyecto como son el domo definitivo, los taludes exteriores de la poza, la zona de infraestructura y vía. Como resultado de este ejercicio de cálculo se obtuvo el siguiente balance:

Tabla 2-37 Balance del descapote del relleno sanitario Andahuaylas

	ITEM	UNIDAD	AREA	ESPEJOR	CORTE	RELLENO	BALANCE
1.1	Descapote total terrazas	m3	27.960	0,50	13980,24		
1.2	Descapote Z infraestructura	m3	9.325	0,30	2797,5		
1.3	Descapote en Poza lixiviado	m3	2.855	0,40	1141,952		
1.4	Descapote estimado Vías	m3	7.261	0,30	2178,3		
1.5	Cierre Domo relleno residuos	m3	27.960	0,3		8388,14	
1.6	Cierre Pozas	m3	1.879	0,3		563,70	
1.7	Cierre taludes vía interna	m3	1.998	0,3		599,40	
1.8	Cierre taludes z. infraestruct.	m3	7.412	0,3		2223,71	
					20097,992	11774,952	8323,0

Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015.

Como puede verse, habrá un excedente aproximado de 8,323m3, los cuales se pueden aprovechar para los mantenimientos de la flora plantada en el cerco vivo perimetral o en los diques ambientales, pero principalmente el proyecto ha tenido en cuenta la necesidad de brindar el material arcilloso para el cierre definitivo del botadero existente. En ese evento, el material excedente se acopiará en un lugar cercano dichas instalaciones.

Luego de realizar el descapote inicial, se procede a la excavación de la arcilla para la adecuación de las terrazas y de las demás zonas del proyecto.

2.13.4.2 Adecuación inicial

Corresponde al grupo de obras y actividades que se realizarán para permitir la primera fase de operación con residuos. Esta Adecuación inicial se denomina FASE1. Las obras que se llevarán a cabo para dar lugar a esta operación, en el caso particular del Relleno Sanitario de Andahuaylas, son las siguientes:

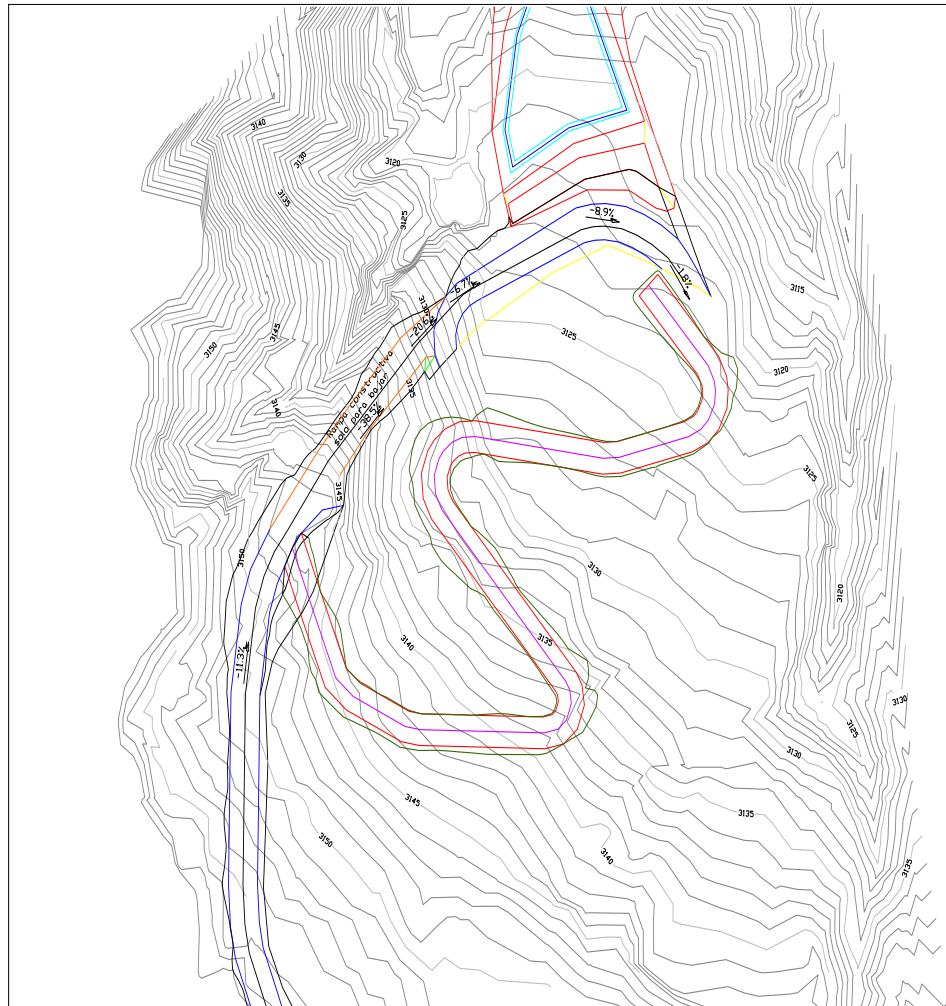
- **Construcción vía interna.** A partir de la entrada al proyecto, la cual se halla justo al borde de la vía existente, se construirá una nueva vía que lleve maquinaria y vehículos recolectores a todas las zonas del relleno. Es una estructura con una banca de 8m y una pendiente requerida de 11.6% como máximo, dadas las condiciones topográficas del predio.

Entre las abscisas K0+375 y K0+427m, se observa una altísima pendiente que no es posible sortear en terreno natural. Así como se muestra en los planos de diseño se construirá una importante desviación con lo cual se pretende evitar este tramo de vía a construir que tiene una pendiente del 38,5%. La vía sobre terreno natural requiere de 5.244m³ de corte y 2.799m³ de relleno, para conseguir la geometría diseñada, la cual plantea unas plataformas en la parte interna de la curva inicial. Estas zonas planas han sido habilitadas para permitir el área necesaria para construir la infraestructura del relleno como caseta de vigilancia, caseta de registro de residuos, grupo electrógeno, mantenimiento y área de recuperación.

- **Construcción de vía temporal:** Para realizar la excavación y las actividades de adecuación y preparación de las terrazas, se deberá usar una vía temporal por medio del terreno natural del sector con el fin de obtener pendientes operativas y permitir acceso a las zonas bajas del proyecto.

Los detalles de la ubicación de la vía se muestran en la memoria descriptiva.

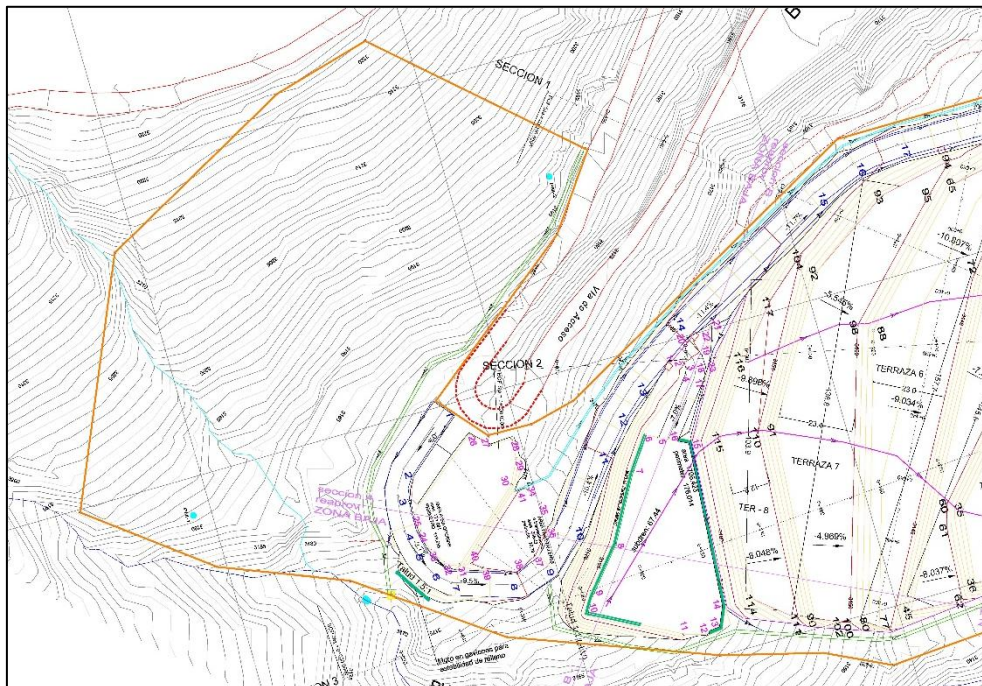
Figura 2-51 Propuesta para localización de vía temporal



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015.

- **Construcción plataforma para Oficinas.** Paralelamente a la construcción de la vía interna deberá realizar el movimiento de tierra para habilitar un área apta para construcción de las oficinas y parqueaderos del personal operativo que está localizada al sur y en la parte alta del predio de proyecto. Esta excavación que es importante, es necesaria por cuanto no existe más áreas planas en el lote. Se requiere para ello, hacer un movimiento de 26.837m^3 de corte y 986m^3 de rellenos, incluyendo la vía de acceso a este lugar. La geometría resultante se puede observar en la figura siguiente:

Figura 2-52 Localización plataforma para oficinas.



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015. Plano R-4.

La construcción de esta zona plana, se hace posible mediante el corte de taludes de inclinación 1.3H:1V por 5m de altura alternados con bermas constructivas de 4m de amplitud, hasta lograr el empate con el terreno natural. Esto define un talud compuesto entre bermas y cortes de unos 30m que hace que se requiera de unas obras especiales para asegurar la estabilidad de los taludes de corte. Con tal fin se debe construir una serie de filtros que permiten la salida oportuna del agua sub superficial existente de acuerdo con el estudio de suelos y el perfil hidrogeológico resultante.

• Construcción drenes

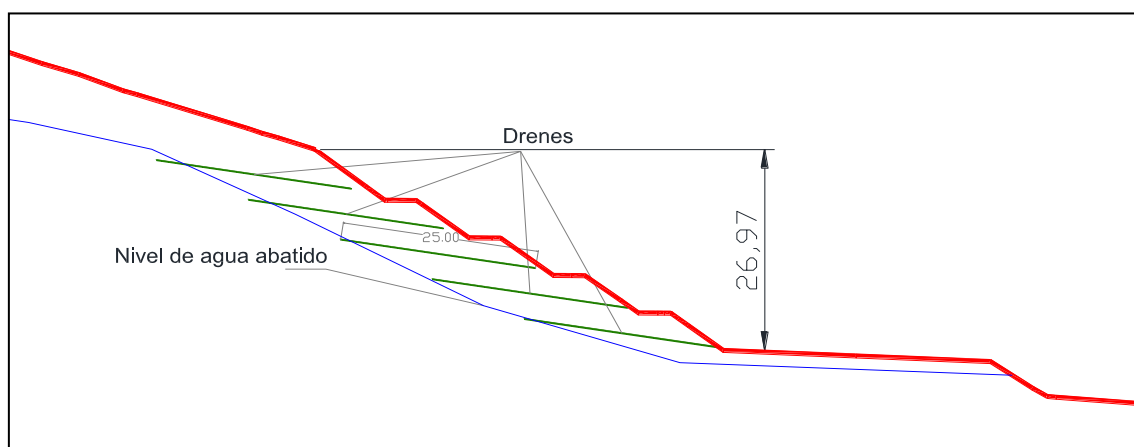
Para garantizar el manejo del flujo sub superficial detectado en los análisis hidrogeológicos fundamentados en los resultados de los SEV's y las calicatas, se propone construir una red de filtros sub horizontales en el talud de excavación de la zona de infraestructura dado que si se permite el afloramiento de agua en los cortes y su consecuente saturación, se puede ver comprometida la estabilidad en una masa considerable.

Se proyecta una fila de drenes por cada berma del corte. Cada dren debe tener una longitud mínima de 25m dentro del talud a una pendiente de entre 5 y 10% hacia afuera. Para su construcción se recomienda tubería de PVC de alta presión o polietileno de alta densidad de 2" de diámetro mínimo con perforaciones en toda su longitud excepto los últimos 3 metros en el extremo que da con el corte del talud. En todos los 25m de tubería, ésta debe estar recubierta por geotextil No tejido de polipropileno de entre 130 y 200 g/m² a manera de filtro para evitar el ingreso de

partículas de suelo dentro de los drenes lo cual podría colmatarlos o generar erosión interna del talud.

Los drenes pertenecientes a una misma fila deberán estar espaciados como máximo 5m entre sí y su punto de salida mínimo 80cm arriba del nivel de la berma (la altura puede ser mayor dependiendo del equipo de perforación que se use). El desagüe de estos drenes podrá hacerse en una cuneta o canal revestido construido en el borde interno de la berma.

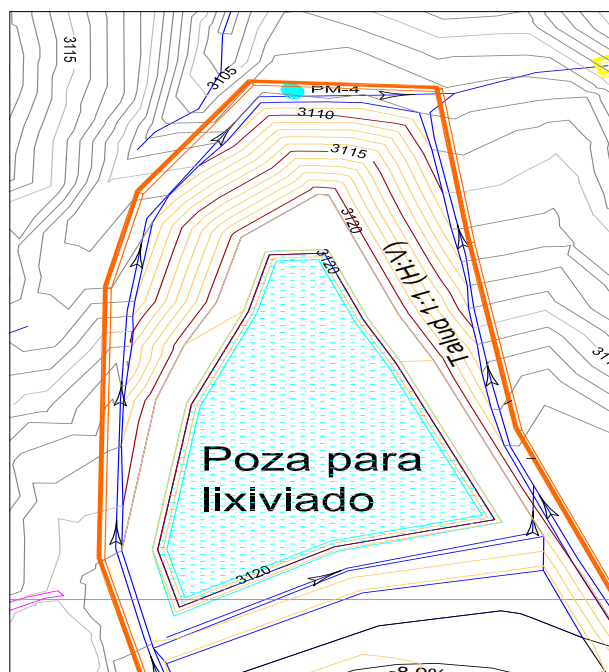
Figura 2-53 Esquema para construcción de filtros de manejo de agua sub superficial



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015. Análisis de Estabilidad Geotécnica del Relleno Sanitario

- **Construcción poza de lixiviado.** Al costado norte del predio donde se desarrollará el proyecto, se construirá la poza que recibirá los lixiviados generados por la acumulación de residuos sólidos ordinarios. Tendrá una capacidad volumétrica de 1581,81 m³ y una profundidad de 1,80 metros. Los taludes de corte de las pozas tienen una pendiente con relación 0.5H - 1V, e irán revestidos en geomembrana calibre 40 mils. Así sella la probabilidad de contaminación del subsuelo.

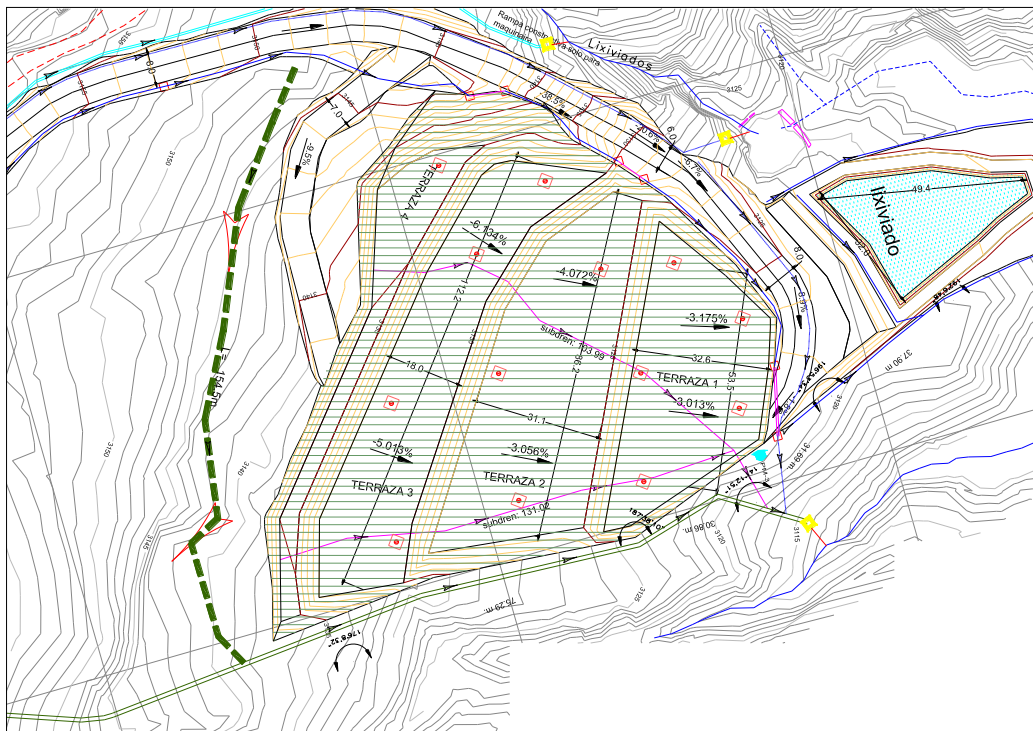
Figura 2-54 Poza de lixiviado



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015.

- **Adecuación Fase 1 terrazas 1, 2 y 3.** Consiste en la excavación de la primera parte de las terrazas que albergarán la primera operación. Los taludes de corte para la excavación del sector corresponden a una pendiente con relación predominante de 1,5H – 1V. Esta Fase inicial incluirá la preparación de fondo de la excavación dejando como resultado una superficie uniforme sin dejar objetos que puedan perforar el geosintético. Posteriormente se instalará una geomembrana texturizada doble cara de 60 Mils que garantiza el aislamiento de los residuos sólidos con el terreno natural; Para su protección se colocará un geotextil No tejido de 200 gr/m². El fondo de adecuación tendrá una pendiente mínima del 2% aunque predominan las de más del 3%, en dirección hacia la poza de lixiviados, lo cual facilitará el escurrimiento de lixiviados hacia el punto de almacenamiento.

Figura 2-55 Apariencia aproximada de adecuación inicial



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015. Plano R-7

Para lograr esta geometría se tendrá que realizar un movimiento de tierra de 48.588m^3 en corte y de $9.854,74\text{m}^3$ en rellenos para todas las obras, es decir, incluyendo vías, poza, terrazas y explanaciones para las áreas administrativas.

El material excedente ($21.321,55\text{m}^3$) puede ser dispuesto ordenadamente en un sector alto en el área de terrazas futuras (terrazas 8 a 10), a manera de acopio temporal, o en su defecto, un acopio en un área dentro del domo de residuos, que puede ser elegida según las condiciones operativas del momento, por el ingeniero encargado.

No se requerirá usar un predio en calidad de préstamo para situar este acopio temporal, ya que como su nombre lo indica, solo estará por un período prudencialmente corto mientras la operación requiere de su uso.

- **Red de agua lluvias**, que incluye canales de coronación operativos o definitivos según se describe en el plano de adecuación inicial y los manejos de lluvias en la Poza de lixiviados, así como en el área de recuperación y administrativa.
- **Sistema de manejo de lixiviados**. se construirán filtros de fondo principales y secundarios, en espina de pescado; conducción de lixiviados desde la salida de la Fase 1 hasta la poza de lixiviados (tubería y cajas de control); construcción de la caja de aforos; colocación de una capa drenante de 0.15m de espesor en todo el fondo de la terraza; preparación de las bases para las chimeneas de evacuación de gases, a partir de las cuales inician; construcción de la poza de lixiviados y el

sistema de manejo por medio de la recirculación, que se incluye como anexo a este documento.

- **Construcción instalaciones eléctricas y sanitarias.** Se detallan más adelante en los ítems 2.13.4.10 y 2.13.4.11 respectivamente.
- **Pozos de monitoreo.** Construcción de cuatro (4) pozos de monitoreo de agua sub superficial, como se aprecia en el plano de instrumentación con los cuales se pretende monitorear el riesgo de contaminación por fugas indeseadas de lixiviado a través del fondo del relleno.

2.13.4.3 Movimientos de tierra, excavaciones y rellenos

Las obras de excavación y relleno comprenden el retiro del material desde una profundidad mayor al descapote estimada en cada área de trabajos (retiro de material que ya se realizó por cuenta del descapote), hasta la cota establecida en los planos de diseño para los sitios de terrazas, vías, poza de lixiviados y zona de infraestructuras. El relleno contempla la nivelación del terreno. A continuación se presenta el balance de material hallado para la geometría final de diseño:

Tabla 2-38 CANTIDADES DE MOVIMIENTOS DE TIERRA RELLENO SANITARIO

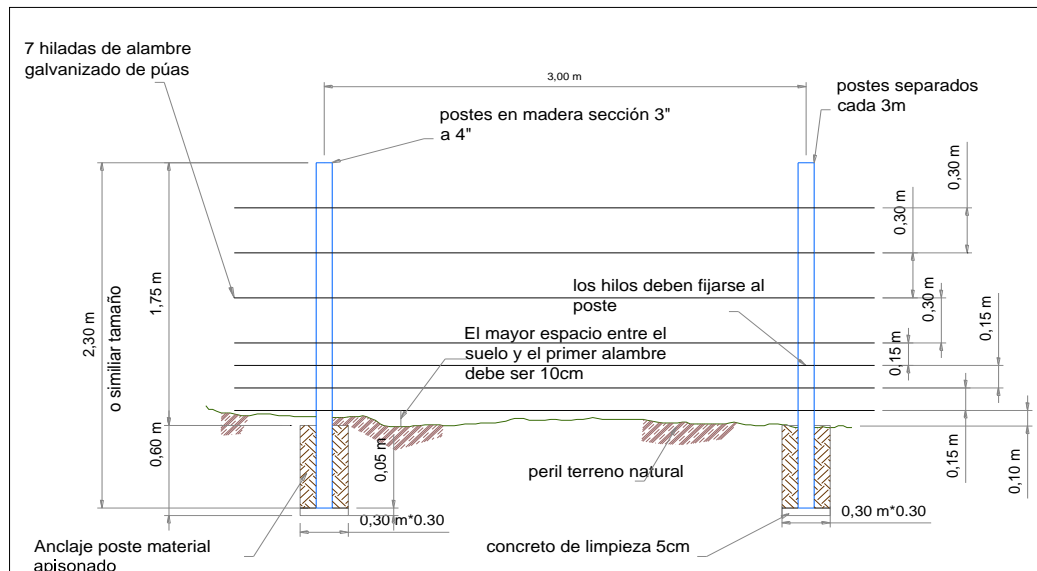
ITEM		UNIDAD	CORTE	RELLENO	BALANCE
1.1	Terrazas	m3	57.460		
1.2	Poza	m3	1.264	6.036	
1.3	Z. Infraestructuras	m3	26.837	986	
1.4	Vías internas	m3	5.244	2.799	
1.6	Cobertura intermedia	m3		44.575	
1.8	Cierre Definitivo 1m	m3		27.960	
1.9	Vías operativas transitorias	m3		9.000	
		TOTALES	90.805	91.356	-551

Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015.

2.13.4.4 Cerco Perimetral

Para tener un mayor control sobre el personal y el equipo que laborará dentro de las instalaciones del Relleno es indispensable construir un cerco perimetral a toda la superficie donde se ejecutará el proyecto. Será en madera e hilos de alambre de púas.

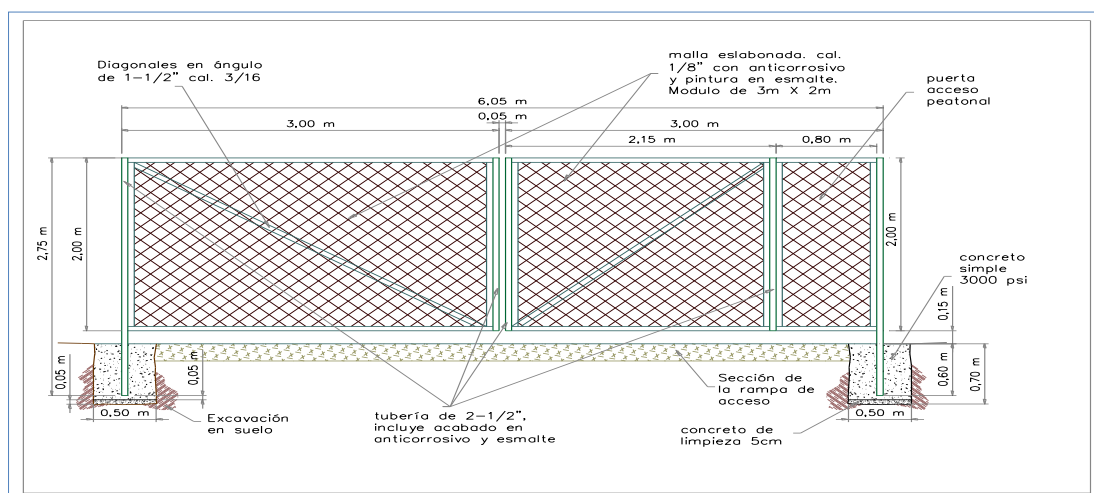
Figura 2-56 Propuesta de cerco perimetral en alambre



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,014. Plano R-7

Puerta de entrada, caseta de vigilancia. Como obras preliminares del proyecto, es fundamental la instalación de una puerta de ingreso y la construcción de la caseta de vigilancia, de esta forma se brindan los elementos básicos para que el personal encargado vigile las herramientas, equipos y maquinaria que serán utilizados durante el desarrollo del proyecto.

Figura 2-57 Propuesta de puerta de ingreso en malla eslabonada



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,014.

2.13.4.5 Preparación de fondo de terrazas

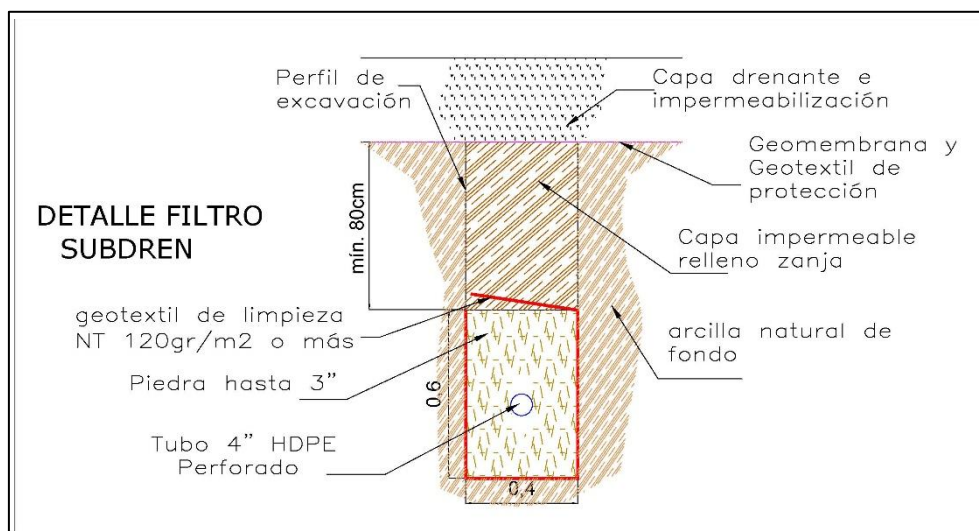
Durante el desarrollo de este proyecto, inicialmente se preparará el fondo de las terrazas 1, 2 y 3, lo que constituye la Fase inicial del relleno. Luego de realizar la excavación se procederá al montaje de toda la estructura de fondo que incluye la preparación de la superficie, construcción de zanjas para drenes de fondo, impermeabilización de fondo, protección de la geomembrana, construcción de filtros para la evacuación de lixiviados.

Lo primero es asegurar que el fondo del relleno cuente con arcilla de características impermeables con el fin de generar un manto de protección natural cuyo espesor mínimo sea de 40cm. En los sitios en los que no se tenga como fondo una arcilla impermeable, será necesario extraer los 40cm del material no pato y reemplazarlo con una capa de arcilla que sí cumpla con la exigencia de permeabilidad máxima permitida de $K=1 \cdot 10^{-7}$ cm/seg. En caso de no obtener el requisito, se hará necesario reforzar el área deficiente con una geomembrana de 40mils sobre la geomembrana de 60mils texturizada. Para lograrlo, se deberá referenciar topográficamente el sitio y replantearlo durante la instalación de la geomembrana.

- **Subdrenes y Alistamiento superficie de fondo**

Luego de la excavación de las terrazas, se deberá asegurar la superficie del suelo de fondo dejándola debidamente compactada, libre de rocas, objetos punzantes, desechos, escombros, u otros materiales que puedan afectar la integridad de la geomembrana y por lo tanto el objetivo por el cual se considera su instalación. La preparación de la superficie de fondo inicia con la construcción de las líneas de drenes de evacuación de agua sub superficial que se pueda presentar durante la construcción.

Figura 2-58 Detalle sub dren



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015.

Estos alineamientos son localizados a dos metros bajo la rasante de excavación de terrazas y llevarán un filtro en tubería de polietileno de 4" perforada envuelta en un manto de piedra de hasta 3", dentro de una zanja de 40cm por 40cm. Las líneas de subdrén se muestran en el plano de excavación y permitirán conectar los eventuales brotes de agua sub superficial que afloren durante la excavación o la preparación de las terrazas. Habrá un descole que conecta este flujo a las estructuras de entrega diseñadas para el manejo de lluvias, así como muestra el plano de excavaciones. Para la colocación de la arcilla de reemplazo, en los sitios donde no se logre la permeabilidad mínima, se utilizarán estacas para controlar el espesor de la capa, las cuales una vez removidas serán selladas sus perforaciones. Después de colocada la arcilla, debe añadirse una pequeña cantidad de agua para compensar la pérdida por evaporación.

Para la compactación de la superficie de fondo se recomiendan las siguientes especificaciones para el equipo de compactación:

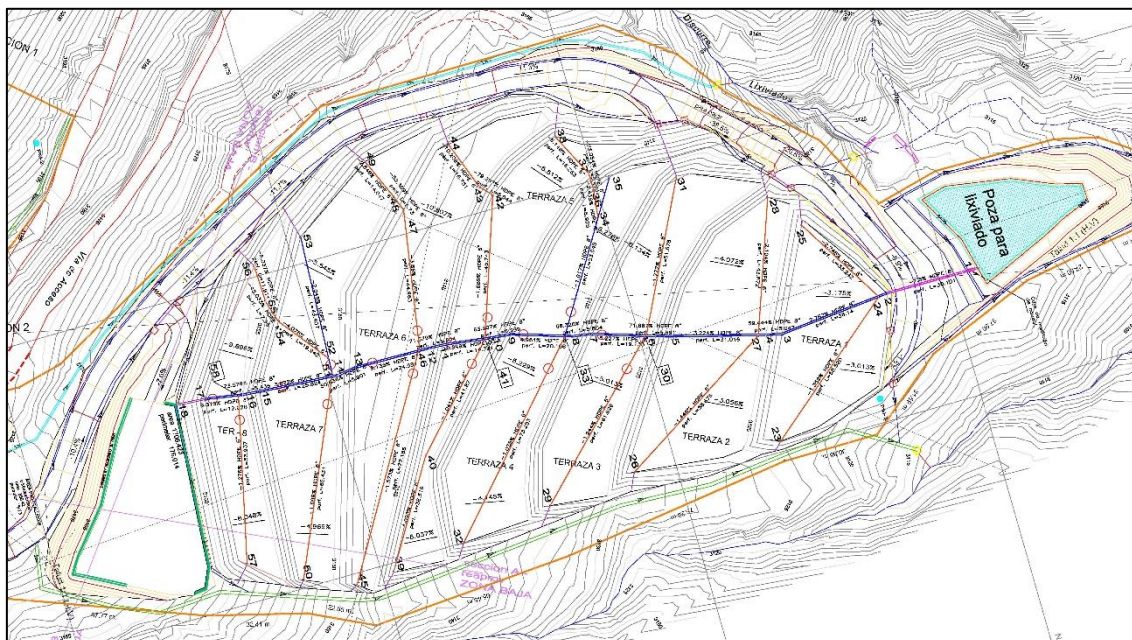
- Peso mínimo = 1,800 kg
- Número mínimo de pasadas = 5.
- Una pasada completa del compactador sobre toda el área
- La arcilla será compactada en capas de 0,2 m con rodillo, que cumple con estas especificaciones.

- **Zanjas para drenes de fondo**

Una vez preparada el área de fondo, se iniciará con la excavación de las zanjas para la instalación de los drenes que facilitarán la captación y transporte de los lixiviados generados por la acumulación de residuos. En esta parte de la construcción, sólo se excava la sección que es de 0.40m*1.0m de forma mecánica o manual. En el plano de diseño de filtros de fondo, se presenta las redes internas que resultan para el manejo de lixiviados con localización exacta de cada alineamiento y diámetro de filtro.

El sistema de drenaje básicamente consta de líneas de captación principal a las cuales les entregan líneas secundarias de tipo espina de pescado. En las zanjas ya excavadas se procederá posteriormente a extender la geomembrana de fondo con el geotextil de protección y sobre los surcos marcados se colocará grava y tubería que permitirá el drenaje del lixiviado captado. Luego, se extenderá sobre la totalidad del área de fondo, un manto filtrante, que permitirá captar el lixiviado y dirigirlo hacia dichas zanjas y luego a los puntos de evacuación.

Figura 2-59 Localización zanjas de drenes de fondo

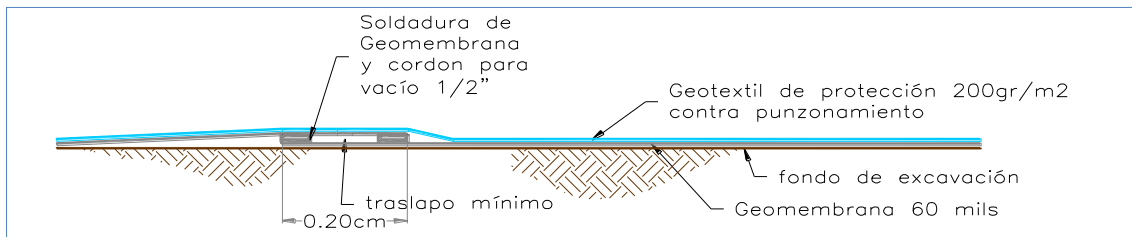


Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015. Plano R-5.

- **Sistema de impermeabilización de fondo**

Una vez concluida la adecuación del terreno, y excavadas las zanjas de los filtros de fondo, se procederá a la instalación del sistema de impermeabilización de la superficie de vertido. Esta es la barrera de refuerzo a la barrera natural de la arcilla, que impedirá que se presente filtración alguna del subsuelo hacia el relleno y viceversa. Por eso es muy importante la calidad con que se debe asumir el proceso de instalación de los elementos que componen este sistema. De acuerdo a los diseños técnicos, se requerirá de la instalación de una geomembrana texturizada en doble cara de polietileno de alta densidad de calibre 60mils (1.5mm) que deberá tener un resultado de ensayo de permeabilidad en laboratorio de 1×10^{-12} cm/seg. La geomembrana tendrá pegue por termo sellado y un traslapo de mínimo de 20cm, de tal forma que en las juntas no se presenten riesgos de filtración, dejando entre los cordones un vacío conocido como canal de prueba de aire para realizar las pruebas de presión neumática que garanticen el sellado perfecto de la geomembrana.

Figura 2-60 Detalle soldadura geomembrana

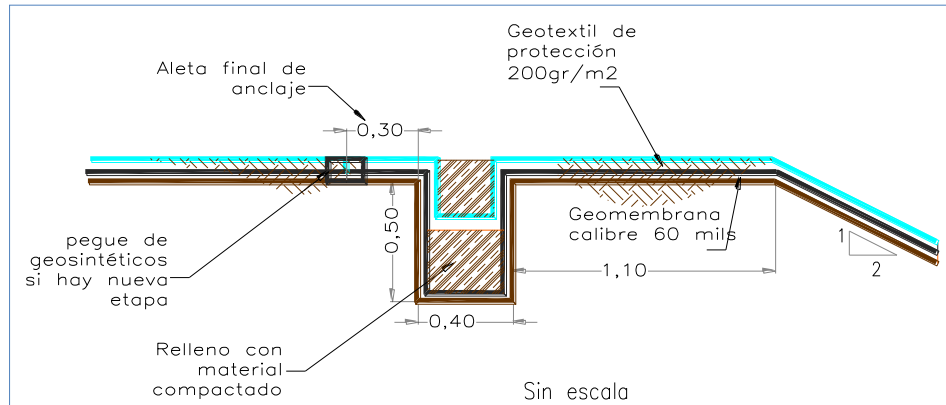


Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015. Plano R-4.

La superficie total que estará en contacto con los residuos deberá estar completamente impermeabilizada. La instalación tendrá que asegurar la calidad de la misma, mediante pruebas en laboratorios ejecutados preferiblemente por los instaladores.

Aparte de dejar bien soldada cada fracción de tela geosintética, es necesario anclar el extremo final por fuera del relleno en residuos. Esto se logra con un atraque en tierra en la parte superior de los taludes, retirado del borde por lo menos 1 metro.

Figura 2-61 Detalle anclaje geosintéticos



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015. Plano R-4.

• Protección de la geomembrana

La calidad de la instalación de la geomembrana se ve afectada por el posterior uso y el tráfico de personal con herramienta y maquinaria pesada en las tareas de operación. Es por eso que para evitar este tipo de deterioro, dentro del diseño técnico del Relleno Sanitario de Andahuaylas, se contempla la instalación de un geotextil con resistencia mínima cuyo parámetro de selección es de 200gr/m² que servirá para minimizar el riesgo de punzonamiento sobre la geomembrana. El geotextil protege toda la superficie de la geomembrana y llega hasta el mismo lugar de atraque de la geomembrana:

Filtros y capa de drenaje de lixiviados

El sistema de drenaje de lixiviados comprende todos los elementos con los que cuenta el relleno sanitario para agilizar la salida de los lixiviados del interior de las zonas de disposición.

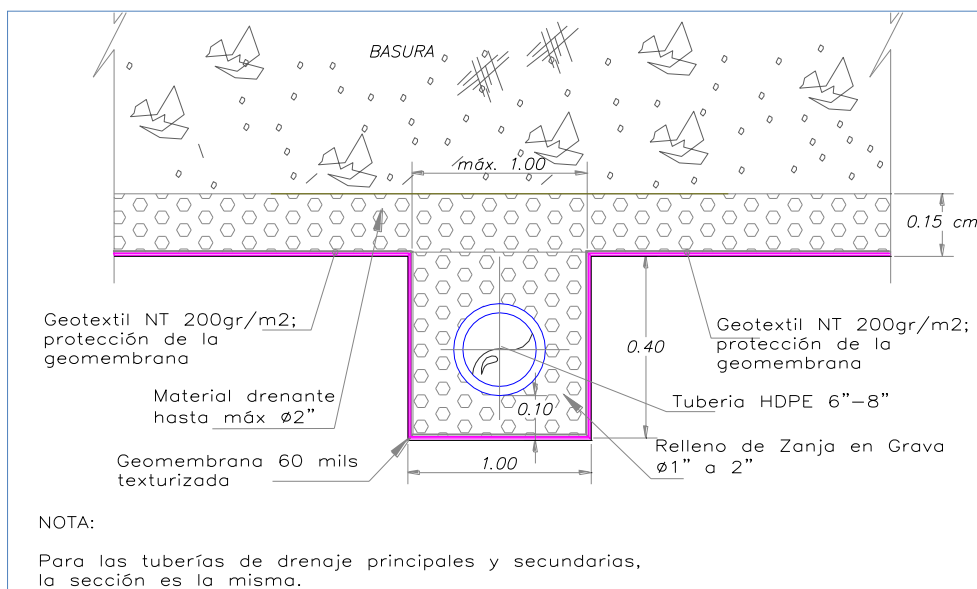
Drenes de fondo

Las zanjas de fondo ya excavadas e impermeabilizadas, ahora son rellenadas con grava aluvial o un material drenante con coeficiente de permeabilidad K, mayor a 1×10^{-2} cm/seg, con lo que se asegura una relación de vacíos propicia para el traspaso de presiones entre el gas y el lixiviado y permitir así la circulación para ambos. La captación se realizará con la ayuda de tuberías de polietileno de alta densidad de 6" para filtros secundarios y de 8" para filtros principales, contruidos a manera de espina de pescado. Cada tubería estará perforada con huecos de $1 \frac{1}{2} \times 2$ ", cada 30cm.

Los drenes principales que son centrales en el área de terrazas serán realmente dos líneas de tubería de 8" con lo cual se pretende prolongar la vida útil de cada línea permitiendo que trabajen una por lado.

Todo el lixiviado captado pasa a una tubería sin perforar de polietileno de 8", para lograr la conducción hacia la poza de lixiviado. El cruce de esta tubería con el talud de corte de la terraza, debe ser hermético ya que por allí se podría filtrar líquido al subsuelo. Para lograrlo, se usa un sistema de pegue térmico de la geomembrana alrededor del tubo sin perforar, que sale y atraviesa la terraza. Este concepto se denomina sello tipo ruana.

Figura 2-62 Detalle filtro de fondo



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015. Plano R-5.

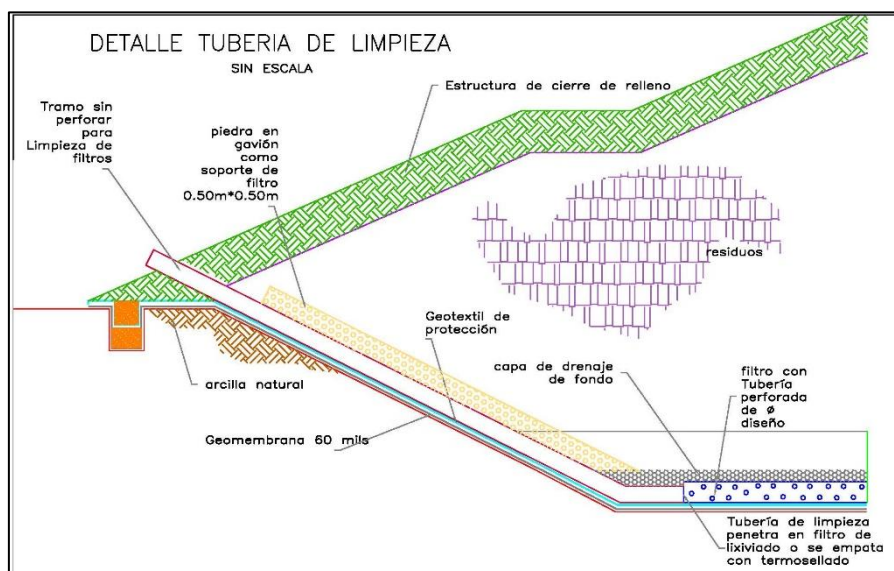
Capa drenante

Sobre el área plana y encima de la geomembrana y del geotextil se colocará una capa en material granular (grava con diámetro entre 1" y 2" preferiblemente) con un coeficiente de permeabilidad de 1×10^{-2} cm/seg en un espesor de 0.15 m. Esta estructura funcionará como un manto drenante y tendrá pleno contacto con toda la superficie del fondo de las terrazas y con los residuos sólidos dispuestos.

Tubería de limpieza

Con el fin de permitir el mantenimiento a las tuberías del fondo del relleno, se ha proyectado instalar de manera subterránea en los taludes de adecuación del relleno, tuberías de diámetro igual al que tienen los drenes de fondo pero sin perforar. Por ellas, será posible inyectar presión ya sea hidráulica o neumática para destapar algún filtro principal que se encuentre obstruido.

Figura 2-63 Detalle tubería de limpieza de filtros de lixiviados

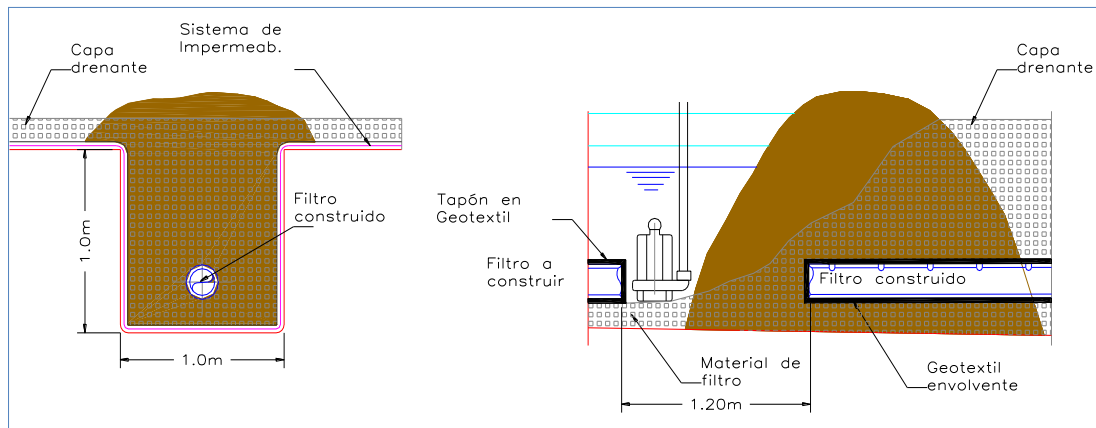


Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015

Ya que uno de los principios establecidos en el diseño, es la reducción de la producción de lixiviados, durante la adecuación inicial o adecuación de las terrazas de fondo es importante que se construyan varios tapones temporales en arcilla cuya función es evitar que las aguas lluvias ingresen a la red de lixiviados ya construida pero que aún no entran en operación con residuos.

Dichos tapones serán retirados cuando haya necesidad de conectar la tubería de drenaje de fondo debido al avance de la basura. Sin estos tapones, el riesgo de sobreproducción de lixiviados y colmatación de las pozas es muy alto.

Figura 2-64 Detalle tapón temporal de arcilla en filtro principal



Fuente: Consorcio Fichtner-Cydep. 2,015. Plano R-7.

Conducción a pozas

El lixiviado captado será conducido hasta la poza de lixiviado mediante las dos líneas de filtros principales internos de 8". Para llegar se cuenta igualmente con dos líneas de tubería en polietileno de 8" que sin perforar irán recorriendo la distancia entre el punto del que salen del relleno hasta la poza respectiva con una pendiente no menor al 1.5%, con esta geometría básica, se logrará llevar lixiviado hasta con un caudal calculado de 50 ltr/seg. La tubería estará enterrada a no menos de 1.0m de profundidad sobre todo en las zonas por las cuales hace cruce de vías. La poza será construida durante la adecuación inicial, y permitirá el mayor almacenamiento por fuera del relleno. Esta se describe con mayor profundidad en el capítulo de sistema de manejo de lixiviados.

Drenaje intermedio en la masa

Son líneas de tuberías perforadas de 4" que se construyen en la etapa de operación y que van subterráneas, a lo largo del plano horizontal de una plataforma de residuos ya construida.

Filtros de control de lixiviados

Para el caso de que el lixiviado brote literalmente por los taludes ya terminados en basura y protegidos, se ha previsto la construcción de una red de captación denominada Red de control de lixiviados.

2.13.4.6 Drenaje de Biogás

Luego de la instalación de la capa drenante, se construyen los filtros verticales o chimeneas que van instalados sobre una plataforma en grava para evitar el punzonamiento sobre la geomembrana. Estos drenes hincados desde el mismo suelo de fundación, y levantados a medida que crece el relleno –nivel tras nivel-, sirven para comunicar verticalmente la masa hasta el fondo por donde se espera que salga el biogás producto de la descomposición de los residuos sólidos acumulados y además facilite la caída de lixiviado hasta el drenaje de fondo.

Las chimeneas se construirán en piedra, tubería perforada y malla de gavión, separadas en cuadrícula 30 metros entre sí y ubicadas de acuerdo a los planos de diseño. La distribución de las chimeneas permite el espacio suficiente para la operación de la maquinaria y los vehículos recolectores.

Estas estructuras comprenden una malla gavión calibre 13 de triple torsión con hueco de 10 a 12 centímetros que envuelve una sección cuadrada de 1.0 metro de lado x 2.0 metros de altura, rellenas con piedra rajón de 10" de diámetro alrededor de un tubo de HDPE de 6" perforado. Durante la etapa de adecuación inicial o adecuación de fondo de cada terraza se construirá únicamente 2.0 m de chimenea desde el fondo.

Durante la etapa operativa las chimeneas se irán construyendo a medida que se operan los niveles de residuos y hasta una altura de 1 metro por encima de la cobertura final, tal como se describe en el capítulo de operación y mantenimiento. El inventario de chimeneas a construir en la etapa de construcción inicial se muestra siguiente:

Tabla 2-39 Chimeneas relleno sanitario– adecuación inicial

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA FONDO
1	8.488.766,77	676.979,83	3.121,18
2	8.488.773,56	676.959,01	3.121,23
3	8.488.739,41	676.990,60	3.121,79
4	8.488.745,98	676.964,92	3.121,94
5	8.488.761,14	676.941,32	3.121,83
6	8.488.708,74	676.986,63	3.125,50
7	8.488.712,51	676.955,48	3.125,91
8	8.488.743,53	676.937,92	3.125,24
9	8.488.677,18	676.988,14	3.130,14
10	8.488.685,29	676.955,30	3.130,78
11	8.488.715,34	676.926,03	3.130,49
12	8.488.736,35	676.913,50	3.130,43
16	8.488.712,37	676.902,66	3.135,44
Datum WGS-84, Zona 18S			

Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015.

2.13.4.7 Drenaje de aguas lluvias

El manejo de las aguas lluvias es uno de los aspectos más importantes para la operación del Relleno Sanitario de Andahuaylas. Durante la etapa de construcción se han planteado las siguientes estructuras:

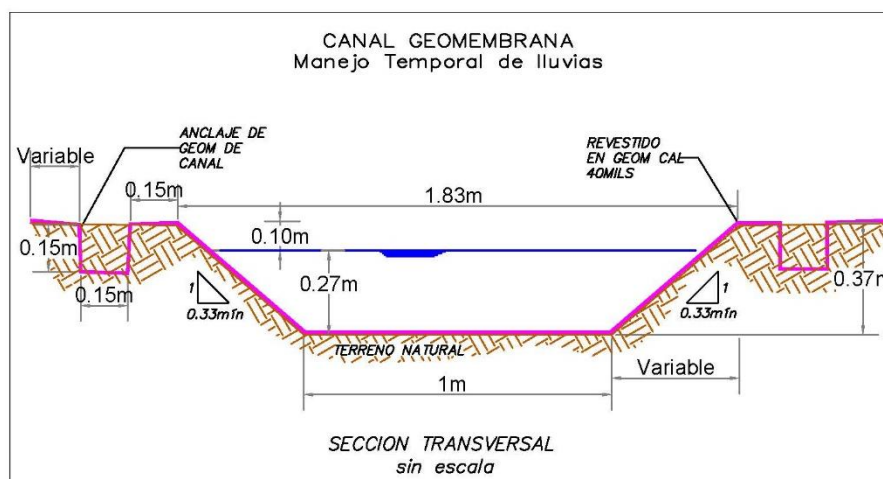
Canales temporales manejo aguas lluvias

Durante la etapa de excavación y operación, se deben construir canales temporales de desvío y control de ingreso de aguas lluvias a las zonas de explotación de tierra o de la operación de residuos.

Las especificaciones mínimas de obra para estos canales temporales serán:

- Sección Trapezoidal
- Base mínima de $b=1.0$ metro
- Altura requerida mayor a 0.55 metros
- Revestimiento en geomembrana calibre 20mils o mayor (opcional por disponibilidad de material)

Figura 2-65 Detalle canal temporal lluvias



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015.

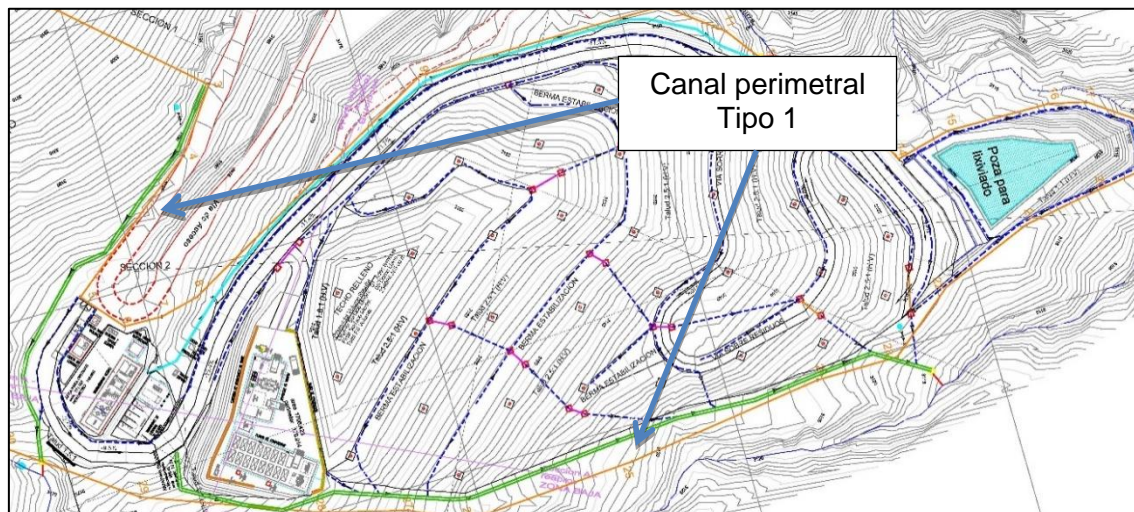
Estos canales se localizarán en función de las necesidades propias de las obras y será decisión del ingeniero constructor del relleno, quién en últimas decide sobre el terreno la mejor opción. Un ejemplo de trazado se observa en los planos anexos al presente estudio.

Canal evacuación lluvias Tipo 1

El canal perimetral para manejo de aguas lluvias, se construirá para recibir todas las aguas que escurran y cortará las que por escorrentía pretendan ingresar al relleno por las cuencas altas.

También revestidos con geomembrana pero de 40 mils o superior, tienen adicionalmente unas piedras de más o menos 10" de diámetro, sobrepuestas en el fondo para combatir la energía cinética promovida por la alta pendiente de cada uno de los tramos por los que puede construirse. Su sección trapezoidal de 1.0m por 1.0m, con taludes de inclinación 0.33H:1V, asegura el desplazamiento de hasta $2m^3/seg$ de agua, con una pendiente mínima de 0.5%.

Figura 2-66 Localización de canal perimetral de lluvias



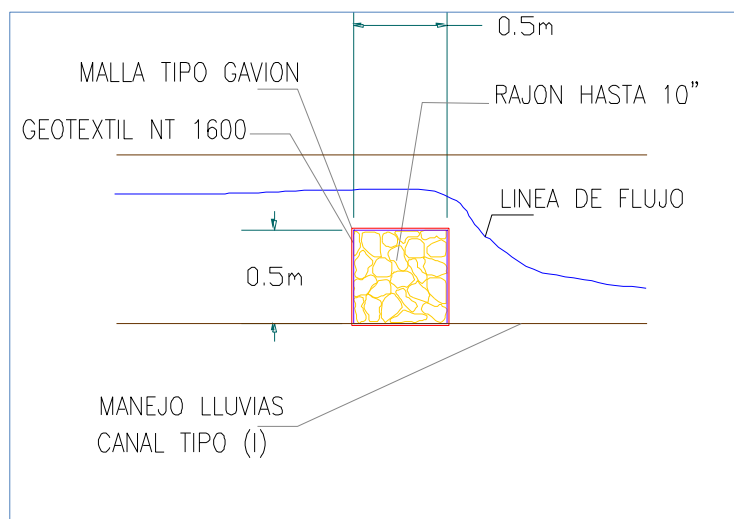
Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015. Plano R-15.

Estos canales entregan el agua captada a la quebrada mediante una estructura de entrega.

Estructura desarenadora antes de entrega final

En los puntos de entrega que se observan en el plano de diseño de manejo de lluvias, se deben construir estructuras de tipo desarenador para hacer retención de sólidos. Estas serán un conjunto de mantos filtrantes de 1.0 metros de ancho, 0.50 metros de alto por los cuales debe atravesar el agua y en los que perderá los sedimentos que pueda arrastrar.

Figura 2-67 Detalle sección longitudinal desarenador

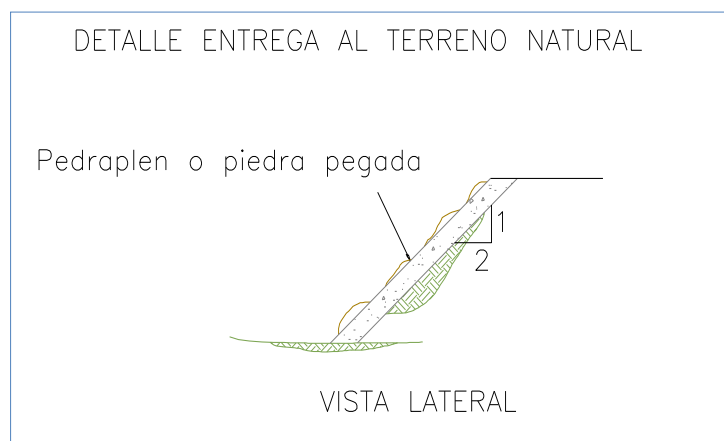


Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015. Plano R-15.

Entrega final en piedra pegada a cárcava natural

Con el objetivo de detener el impulso del agua o al menos de distribuir equilibradamente la energía con la que llega a los cuerpos de agua, se construirá un muro en piedra pegada, con superficie altamente rugosa y taludes inclinados al 2H:1V en todas direcciones, desde la base del canal de aducción hasta el suelo de la cárcava natural. La altura será determinada en campo. A continuación se muestra un esquema de dicha estructura en la Figura siguiente:

Figura 2-68 Detalle caja manejo de lluvias



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015.

En el plano de manejo de lluvias se observa la localización de las estructuras descritas y su interacción para lograr la evacuación eficiente de escorrentía y conducirla apropiadamente.

2.13.4.8 Sistema de manejo de lixiviados

El sistema de manejo de lixiviados diseñado para el Relleno Sanitario de Andahuaylas, como ya se dijo, cuenta con una serie de estructuras y actividades que se unen en el esfuerzo por controlar y minimizar su producción. Entre esas se cuentan por ejemplo, la captación mediante la gama de filtros y drenes de fondo y entre los residuos, que ya han sido descritos, así como el almacenamiento en la poza, para finalmente ser tratados mediante la recirculación. Actividades como el tapado diario de residuos, la compactación y el manejo adecuado de las lluvias aportan a disminuir su generación.

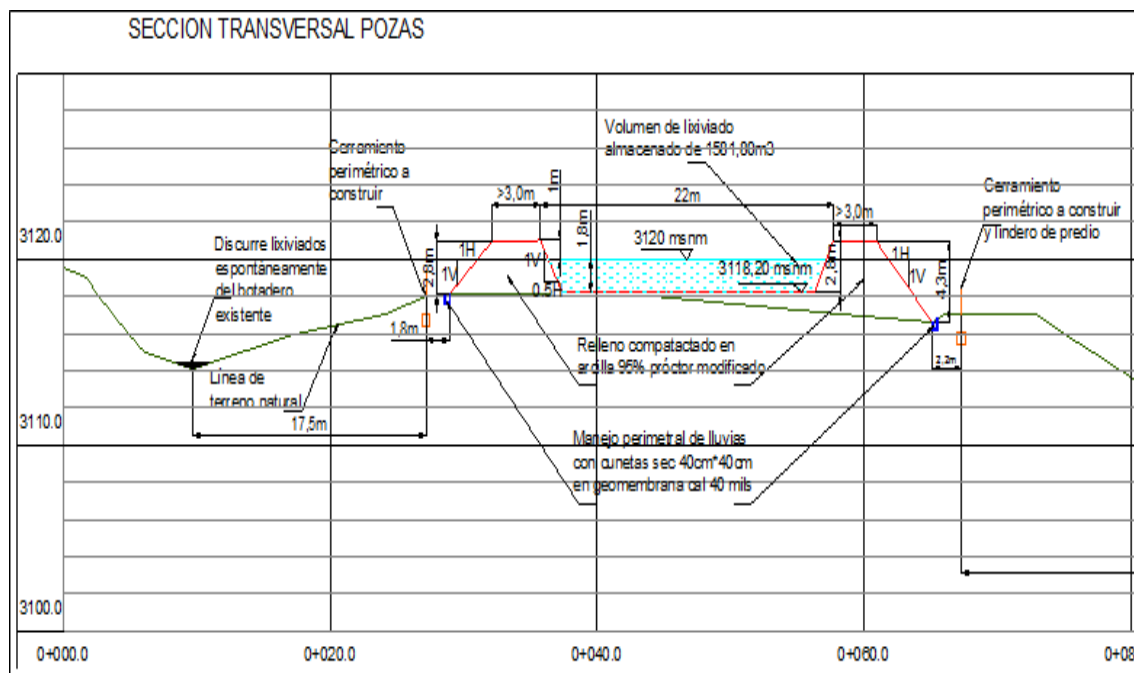
Con todo esto, el paso final corresponde al manejo final que se hará con el lixiviado. Para ello, se ha previsto la necesidad de llevar a cabo dos acciones bien importantes y definitivas: La retención y almacenamiento; el tratamiento final. Para el manejo de los lixiviados, el Relleno Sanitario contempla la excavación y adecuación de una poza para el almacenamiento de lixiviados provenientes de las zonas de disposición.

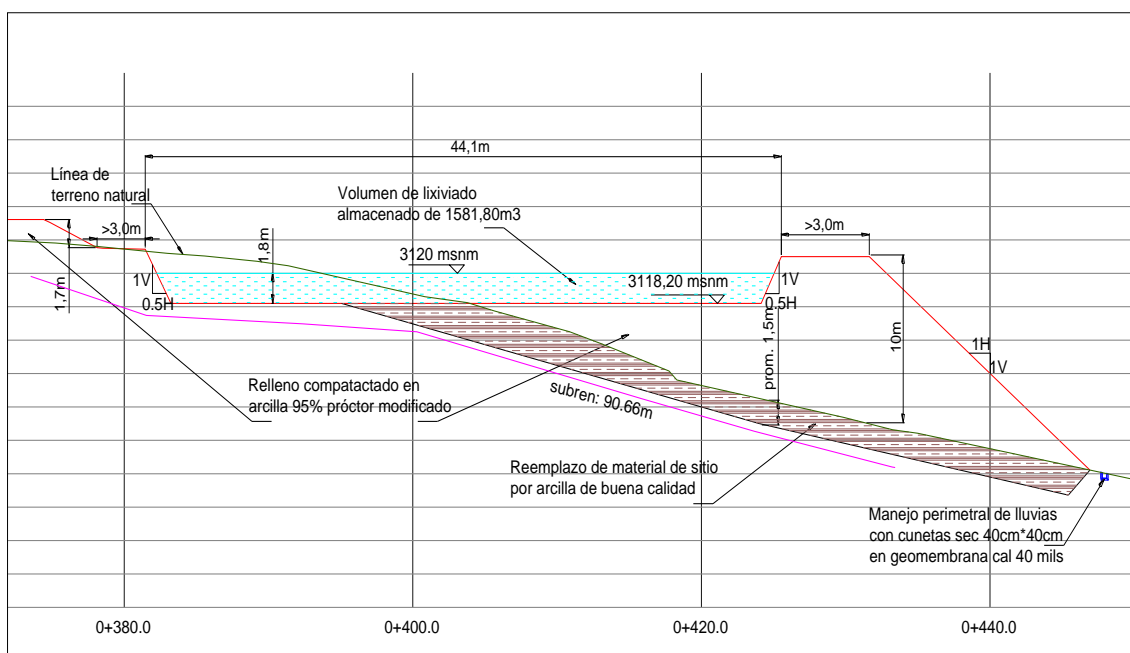
La construcción de esta estructura de almacenamiento comprende los siguientes aspectos:

- **Capacidad.** Tendrá una capacidad volumétrica de $1581,805\text{m}^3$ y una profundidad de 1.80 metros de lixiviado. Los taludes de corte de la poza tienen una pendiente con relación 0.5H - 1V, e irán revestidos en geomembrana calibre 40 mils. Así sella la probabilidad de contaminación del subsuelo.
- **Construcción de caja de cambio de dirección o de quiebre,** para la correcta dirección de entrada a las pozas. En esta caja será necesario contar con la intervención de una válvula de paso, de cortina o de bola, que permita controlar la salida del lixiviado. Esta válvula permitirá impedir el ingreso de lixiviado a la poza, ya sea para mantenimiento de la misma o para retener el líquido en medio de la masa de residuos dentro del manejo y operación con lixiviados en tiempos de lluvia o de contingencias.
- **Instalación de sistema de aforo,** previo a la entrada de lixiviado a las pozas de lixiviado (vertedero triangular).

En la Figura 2-69 se presenta el conjunto de secciones típicas que muestran las características principales de la construcción de las pozas de almacenamiento de lixiviados:

Figura 2-69 Sección típica poza de lixiviados





Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015.

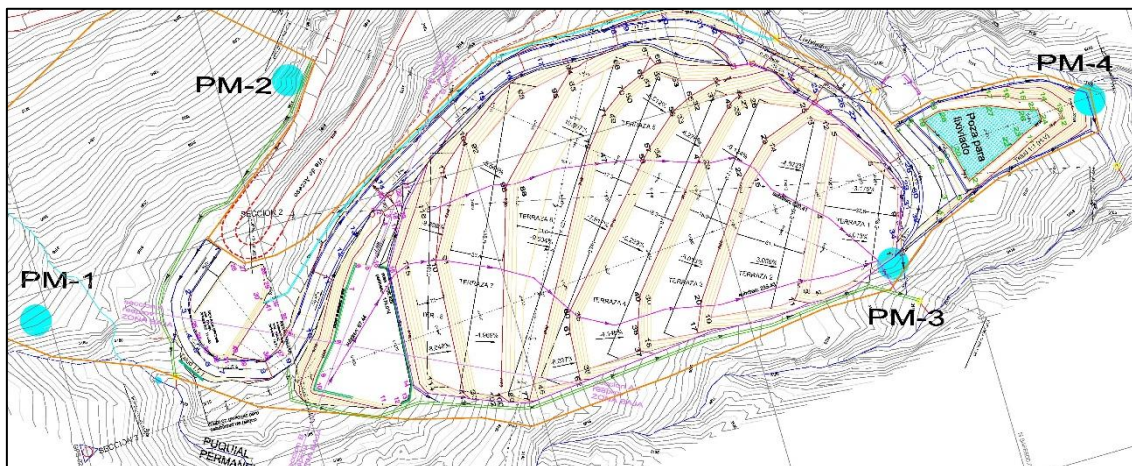
2.13.4.9 Construcción de pozos de monitoreo de aguas subterráneas

El pozo de monitoreo está destinado a detectar la presencia de humedad en la zona periférica del relleno y a la toma de muestras en caso de que ésta sea detectada con el fin de poder determinar la efectividad del sistema de impermeabilización y control ambiental.

Como instrumentos para el monitoreo de las aguas subterráneas, se contempla la ubicación en la parte periférica del Relleno Sanitario, más exactamente en puntos aguas arriba y aguas abajo definidos topográficamente donde se presuma una línea de flujo subterráneo; Serán cuatro (4) pozos de monitoreo localizados según los planos de diseño, Dos aguas arriba y dos aguas abajo.

La profundidad de estos pozos de monitoreo será de 10m definidos según los cortes geo eléctricos del estudio de suelos en los que se observa un manto saturado desde un metro a 11m de profundidad. Con esta h de 10m por piezómetro se asegura que se atraviesa este manto arcilloso saturado probablemente por el cual se movería si existiera hipotéticamente la fuga de lixiviado.

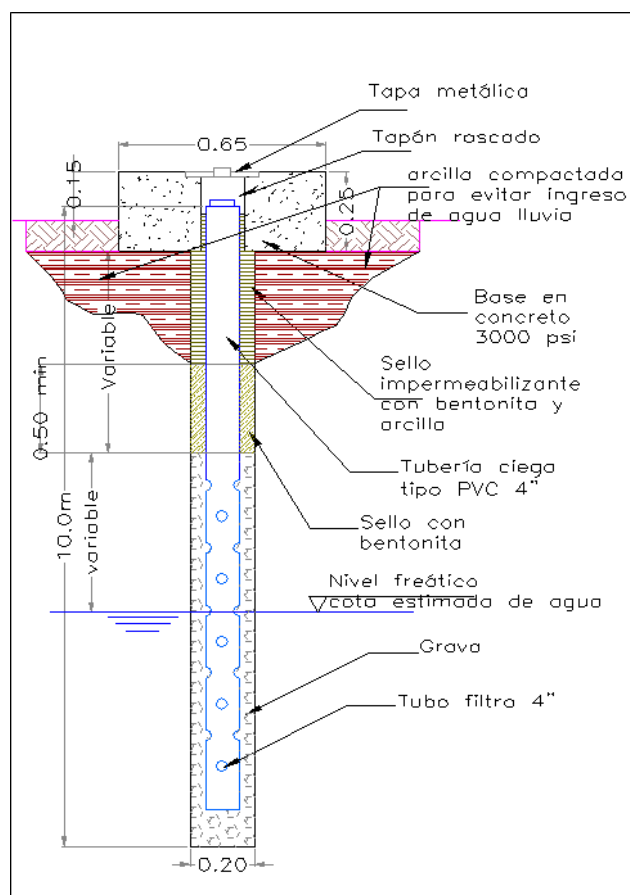
Figura 2-70 Localización de pozo de monitoreo ambiental



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015. Plano R-21

Para la adecuación inicial, se construirán todos los pozos de monitoreo así se controlará la calidad del agua sub superficial antes y después del proyecto desde el comienzo del mismo, cada pozo consta de una tubería vertical perforada de 0.15 metros o 6", a una profundidad de 10 metros cuando menos en cada uno, rodeada de material de grava así como se observa en la Figura 2-71

Figura 2-71 Detalle constructivo pozo de monitoreo ambiental



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015. Plano R-20.

2.13.4.10 Instalaciones Eléctricas

Caseta de Grupo Electrónico Constituido por un solo ambiente destinados a la protección del grupo electrónico, para el suministro eléctrico de todos los ambientes. Se proyectan dos casetas de grupo electrónico, una para la zona administrativa y la otra para la zona de reaprovechamiento.

Esta caseta se proyecta en un área de 37.50 m², conformada por un solo ambiente; esta caseta será de material liviano, construido con zapatas, columnas y vigas de perfil de acero, abierto sin muros, puertas y ventanas, con techo de aligerado en 2 aguas con estructuras de fierro y madera; con cobertura con plancha fibraforte onda 177 Opaca, los acabados serán con pintura esmalte y barniz.

El sistema de drenaje de aguas pluviales será mediante canales pluviales secundarios de concreto de sección triangular de 0.30m de ancho por 0.30m de profundidad, que recibirán de manera directa las agua provenientes de los techos; que a vez lo

derivarán a un canal pluvial principal a lo largo de la vía de acceso interior de 0.50m de ancho por 0.30m de profundidad; conformando todo un sistema de drenaje pluvial.

2.13.4.11 Estructuras Sanitarias

El aprovisionamiento de agua potable se hará mediante el abastecimiento de camiones cisternas, que alimentará a una cisterna de 3.00 m³, el cual bombeará agua a un tanque elevado de 1,000 litros ubicado en la zona administrativa y una cisterna de 6.4 m³ de capacidad, el cual bombeará agua a un tanque elevado de 2,500 litros de capacidad ubicado en la zona de reaprovechamiento; así mismo se habilitarán redes de conducción de agua de PVC de 3/4" y 1/2" de diámetro, para abastecer a los servicios higiénicos.

Los lodos que se extraigan de los tanques sépticos, producto de su mantenimiento serán depositados a un lecho de lodos para su secado y ser dispuesto en el relleno sanitario; en conformidad a la norma técnica IS 020 Tanques Sépticos.

A continuación se indican las dimensiones de las estructuras que conforman el sistema.

Cisterna:

Cisterna ubicada en la zona administrativa:

Sus dimensiones interiores son:

Largo	=	2.00 m.
Ancho	=	1.00 m.
Altura de Agua	=	1.50 m.
Capacidad	=	3.00 m ³
Material	=	Concreto Armado

Cisterna ubicada en la zona de reaprovechamiento:

Sus dimensiones interiores son:

Largo	=	2.34 m.
Ancho	=	2.34 m.
Altura de Agua	=	1.74 m.
Capacidad	=	6.40 m ³
Material	=	Concreto Armado

Tanque Elevado:

Tanque Elevado ubicado en la zona administrativa

Sus dimensiones son:

Capacidad	=	1m ³
Material	=	Prefabricado de Polietileno

Tanque Elevado ubicado en la zona de reaprovechamiento

Sus dimensiones son:

Capacidad	=	2,500 litros
-----------	---	--------------

Altura	=	1.60 m.
Diámetro	=	1.65 m.
Material	=	Prefabricado de Polietileno

Tanque Séptico (02 unidades)

Sus dimensiones son:

Largo	=	2.40 m.
Ancho	=	1.40 m.
Altura	=	2.20 m.
Capacidad	=	3.00 m ³ .
Material	=	Concreto Armado

Pozo de Percolación (02 unidades)

Sus dimensiones son:

Altura Útil	=	3.00 m.
Diámetro	=	1.50 m.
Capacidad	=	5.30 m ³ .
Material	=	Concreto y Ladrillo

Lecho de Secado de Lodos

Sus dimensiones son:

Largo	=	2.10 m.
Ancho	=	2.10 m.
Altura	=	0.50 m.
Material	=	Concreto Simple

2.13.5 Etapa de Operación y Mantenimiento

2.13.5.1 Zona de entrada y de salida

En la portería del relleno sanitario se ubicará el personal encargado de permitir el ingreso y la salida de los vehículos recolectores hacia y desde el interior del relleno sanitario. Para ello diligenciarán un registro diario de ingresos y salidas mediante la utilización de una planilla de control. La portería permanecerá cerrada y no se permitirá el ingreso de personas ajenas a la operación del relleno sanitario.

Los vehículos recolectores luego de pasar la caseta de ingreso, se dirigirán hacia la balanza de pesaje donde se registrará su peso de entrada con la ayuda del sistema digital de datos de la balanza o por medio de registro manual, según corresponda. Allí se le notifica al conductor del vehículo, la zona a la cual puede acceder para realizar el descargue de sus residuos.

Luego del descargue, el vehículo deberá ubicarse nuevamente en la plataforma de la balanza para así conocer su peso de salida. Para determinar el peso neto de los residuos dispuestos, se restará el peso del vehículo de entrada, con el peso del vehículo de salida (ya descargado).

En la caseta de control que se construirá a un costado de la balanza de pesaje, se instalará el sistema de pesaje, donde se registrarán los datos de peso de ingreso y peso de salida de cada vehículo recolector. Esta información permitirá crear una base de datos que será necesaria para el control de vida útil remanente del relleno.

El sitio de disposición final operará en un horario definido por la municipalidad en función de los horarios de recolección de residuos. Por fuera de este horario no habrá operación de relleno, salvo en situaciones de emergencia, para lo cual se constituirá una guardia con el personal mínimo requerido.

Control de ingreso de vehículos recolectores

Al Relleno Sanitario de Andahuaylas, únicamente podrán ingresar a descargar vehículos recolectores, cargados con residuos sólidos ordinarios. En la portería de entrada se realizará el registro de los vehículos que ingresan tomando para ello, los datos correspondientes a procedencia, placas, tipo de vehículo, hora de entrada, peso de entrada del vehículo, peso del vehículo vacío (tara), de acuerdo con el formato correspondiente que utilice el sistema de pesaje. Al menos se registrará lo siguiente:

- Nombre del conductor del vehículo.
- Placa del vehículo.
- Municipio y/o empresa de servicios del cual proceden los residuos.
- Fecha y hora de ingreso.
- Pesaje a la entrada (con residuos).
- Pesaje a la salida (sin residuos).
- Fecha y hora de salida.
- Nombre del responsable de realizar el registro.

De igual manera se realizará de forma aleatoria una inspección visual, con la finalidad de detectar residuos prohibidos considerados como peligrosos por la normativa, como lo son residuos hospitalarios, residuos químicos en contenedores y lodos contaminados. También se controlará la entrada de escombros, los cuales no se deberán ingresar y disponer en el relleno sanitario.

El personal encargado de las funciones dentro de la caseta de control, será responsable de controlar las toneladas de ingreso, mediante el manejo de una base de datos estadística que deberá ser accesible para las autoridades municipales y ambientales que lo soliciten.

Una vez que se haya concluido el proceso de registro y pesaje, los conductores deberán llevar sus vehículos directamente al área que les sea asignada para la descarga, conforme a las necesidades de operación del sitio.

Control de ingreso de personal y visitantes

El personal que labora dentro de las instalaciones del relleno sanitario ingresará a sus instalaciones de acuerdo al horario establecido en el reglamento operativo, además deberá portar los documentos exigidos. El control de entrada de personal debe realizarse a diario.

Las personas ajenas al relleno sanitario o visitantes solo ingresarán mediante la aprobación de una solicitud por escrito, donde se identificarán y deberán manifestar claramente el motivo de su visita. A la hora del ingreso en la fecha programada, estas personas portarán los elementos de protección personal y los documentos pertinentes teniendo en cuenta que muchas áreas del relleno sanitario representan alto riesgo de accidente especialmente para los visitantes. Se adelantarán las visitas únicamente con la compañía de personal idóneo perteneciente al relleno sanitario.

En caso de ingreso de vehículos automotores ajenos a la operación del relleno, estos deberán acatar las normas de tránsito establecidas en el reglamento operativo para las vías internas.

Se prohibirá el estacionamiento de automotores en área distinta a la destinada para éste efecto, así como la circulación en áreas o sentidos no autorizados y se establecerán los límites de velocidad que garanticen una circulación segura dentro de las instalaciones. En éste caso, la circulación interior no rebasará los 10 km/h, en las cercanías del acceso, la balanza y el frente de trabajo, así como en las inmediaciones de cualquier otra área con actividad intensa, que determine la administración del relleno; en el resto de las áreas de circulación podrá autorizarse la circulación hasta a un máximo de 20 km/h.

2.13.5.2 Disposición de residuos sólidos

Descripción del sistema

El relleno sanitario diseñado para este proyecto es del tipo terraza, donde el relleno se va llenando progresivamente por niveles bien compactados y con características acordes a los análisis geotécnicos, hasta llegar a la cota final expuesta en los diseños técnicos.

La celda diaria se localiza según la situación propia del lugar, y de la decisión del ingeniero residente.

Los vehículos recolectores luego de ser pesados en la balanza, pasarán al frente de trabajo para descargar los residuos sobre la celda diaria de trabajo, allí con la ayuda de maquinaria pesada serán compactados y cubiertos diariamente con material de suelo de excavación o material plástico de cobertura.

El relleno se conformará con los residuos dispuestos y compactados, atendiendo las características geométricas expuestas en los planos.

Secuencia de llenado

La secuencia de llenado del relleno sanitario se realiza teniendo en cuenta las siguientes actividades:

- El dimensionamiento ideal de las celdas es cuando su ancho se define por el número de vehículos que pueden llegar simultáneamente o con intervalos de 5

minutos y su largo se establece por la cantidad de residuos sólidos que llegan al relleno en un día. La altura máxima de la celda diaria se determinará conforme al análisis de estabilidad del sitio. Del análisis de proyección de la frecuencia con que ingresarán los vehículos al relleno sanitario de Andahuaylas, se establece que en un periodo de cinco minutos solo llegará al menos un vehículo, razón por la cual el frente de descarga es suficiente con una amplitud de unos 5 metros. Para este diseño se establece un ancho de 10m con lo cual se prevé el ingreso de 2 vehículos simultáneamente.

- La conformación de los niveles con los residuos que ingresan diariamente al relleno sanitario se realiza compactando capas uniformes de residuos de 0.20m a 0.40m de espesor, con equipo mecánico compactador. Cada nivel está conformado por el conjunto de celdas construidas sobre la misma cota, que se construye con los residuos que ingresan diariamente y su cobertura diaria. De esta forma la altura de la celda diaria, corresponderá a la altura del nivel diario que es de 1.30m en residuos con 15cm de arcilla de cobertura diaria.
- Para evitar altos consumos de combustible y aumento en los tiempos de operación de la maquinaria pesada, los niveles se conformarán ordenadamente de la parte más lejana a la más próxima con respecto a la salida de cada nivel.
- Las vías de acceso construidas para acceder a los niveles superiores del relleno sanitario se construirán con las pendientes máximas permitidas, pero nunca mayores al 12%.
- Cuando los residuos alcancen la cota máxima de diseño, se procederá a efectuar el primer avance del cierre definitivo en arcilla con una capa de 30cm de espesor, para luego terminarla al cabo de un año o menos, hasta alcanzar el espesor de diseño de 0.80m.

Operar esta primera etapa del relleno es algo complejo si se tiene en cuenta que la vía de acceso no cuenta con pendientes adecuadas menores al 12% como se dijo en las obras de la adecuación inicial. Sin embargo se ha previsto la operación desde la parte alta hacia la parte baja. Esto es que para lograr la geometría del domo final en esta parte del proyecto será necesario construir el relleno de arriba hacia abajo.

En la siguiente secuencia de figuras se muestra un esquema de la forma de construcción de relleno para esta primera etapa de operación:

Figura 2-72 Propuesta método de descargue inicial de residuos



Fuente: Consorcio Fichtner-Cydep. 2,015- imágenes tomadas de Internet.

Al comienzo, en la abscisa K0+380 se deberá adecuar una zona apta para el volteo de carros recolectores (achurado magenta), para luego empezar a verter residuos por el talud de la terraza 3 esparciendo residuos (achurado en verde), hasta conseguir la plataforma de la vía de acceso diseñada sobre los residuos. (Sombra azul), y finalmente en este inicio, lograr un acceso más hacia adentro de las terrazas. En la siguiente figura se muestra un esquema del arranque de operaciones con residuos:

Posteriormente, el operador deberá conformar una nueva zona de volteo al final del primer tramo de vía sobre residuos, para luego volver a construir un tamo adicional de vía sobre residuos más adentro que la anterior. Así el operador podrá acercarse gradualmente a la terraza 1 y con una vía que está siendo construida con las pendientes adecuadas para el tránsito de los vehículos recolectores y de su equipo propio. Cabe anotar que el trazado de la vía temporal de acceso sobre residuos hacia los niveles inferiores que se está construyendo acá, debe conservar aproximadamente el mismo recorrido que debe tener esa vía al final así como se muestra en el plano de lleno final, ya que de este modo se facilita la tarea de dar terminado final a los taludes de diseño. A continuación se presenta una serie de figuras que pretenden ilustrar el método operativo propuesto:

Para este modelo de inicio de operación con residuos, es necesario tener en cuenta que se deben construir las celdas diarias de abajo hacia arriba, por lo que es necesario que la maquinaria que está abajo recibiendo los residuos también reciba del equipo interno de trabajo, el material arcilloso suficiente para la conformación diaria de cada celda. Este material se puede llevar abajo por medio de la vía de alta pendiente que está sobre terreno natural (sombra naranja en la última gráfica), o por vertido similar al de los residuos.

También es importante resaltar que se debe proteger la geomembrana del atraque y del talud que recibe los residuos vertidos de arriba hacia abajo. Para ello, será suficiente con construir sobre el piso de la plataforma de volteo inicial (color magenta), una capa de arcilladle 30cm de espesor sobre el atraque de la geomembrana y sobre este relleno extender un manto de geomembrana de 40mils de modo tal que el talud que recibirá el volteo de residuos quede protegido con doble geomembrana. Al final de esta preparación del sitio inicial de descarga, se rellena con 30cm más de arcilla para proteger y amarrar este segundo manto geosintético.

Acceso al frente de trabajo o descarga

Luego de realizar la construcción de la primera operación con residuos, el acceso al sitio de descargue del relleno sanitario será casi siempre como sigue.

Se construirá un tramo de vía que irá desde la entrada al sitio de disposición final hasta el frente de trabajo de cada Fase en operación. Esta vía la localiza en ingeniero o encargado de la operación de acuerdo con las necesidades propias del momento y siempre desde la vía de ingreso o vía interna.

La vía sobre residuos tendrá un ancho mínimo de 8 metros y un recebo de 30cm de espesor bien compactados a manera de rodadura.

La construcción de vías sobre el relleno contará con pendientes adecuadas y tendrán una estructura bien definida con material de excavación ó arcilla de espesor mínimo de 0.60 m y recebo 30 cm como ya se dijo. Esto para contrarrestar las infiltraciones posibles por causa de las condiciones de lluvia de la zona; el espesor permitirá realizar raspados de limpieza de rodadura y de este modo asegurar la circulación continua de los vehículos.

Al finalizar la vía operativa se encuentra la plataforma de descargue que es el patio de giro o volteo para los vehículos, igualmente listo y acondicionado para el tráfico esperado. Este tendrá la misma sección estructural que la de las vías. La geometría de este será de aproximadamente unos 10 m de ancho por unos 30 m. de largo (área mínima).

El tránsito no debe exceder una velocidad de circulación máxima de 20 km/h, se debe conducir con las luces bajas encendidas durante todo el tiempo que se encuentre dentro de las instalaciones del relleno sanitario; debe usar el cinturón de seguridad y conducir siempre por su derecha. Estas recomendaciones aplican tanto para la movilización hacia el punto de descarga de residuos como para su retorno hacia la puerta de salida del relleno sanitario.

Conformación de celda diaria y niveles del relleno

Posterior al ingreso por la portería de entrada y a su paso por la balanza de pesaje, los vehículos recolectores se dirigen hacia el frente de descargue donde se realizarán las siguientes labores para la debida conformación de la celda diaria y los niveles del relleno sanitario.

- **Etapas de descargue.** Al terminar cada vía operativa en el relleno sanitario, se encuentra una plataforma habilitada para el descargue de los vehículos. Esta tendrá el área necesaria para permitir el giro y las demás maniobras necesarias para la operación de descargue.
- **Disgregación.** En esta etapa de la conformación de la celda es indispensable la operación de una compactadora de residuos, que una vez descargados los elementos de desecho y mediante el uso de energía mecánica, se encargará de romper y triturar bolsas plásticas, empaques, recipientes y demás residuos, para de esta forma homogenizar los residuos sólidos, facilitando así el proceso de compactación y mejorando la estabilidad de la masa. Esto se logra cuando el

equipo pesado, empieza a arrastrar los residuos descargados, pasando por encima de ellos durante el proceso de acomodarlos hasta el sitio de la celda diaria.

- **Compactación de los residuos.** La compactación eficiente de los residuos, consiste en el confinamiento de los mismos ocupando el menor volumen posible, esto se realiza con un equipo compactador adecuado. Este aspecto beneficia al relleno en el incremento de la vida útil, reducción del costo por tonelada dispuesta, disminución de la retención de aguas superficiales, limitación de la deformación de la red de evacuación de biogás, entre otras.

La compactación se realiza paralelamente a la disgregación. Al ir rompiendo y dispersando residuos, el peso del equipo confina cada capa. Para hacerlo más efectivo, se requiere de al menos 4 pasadas por capa extendida y disgregada.

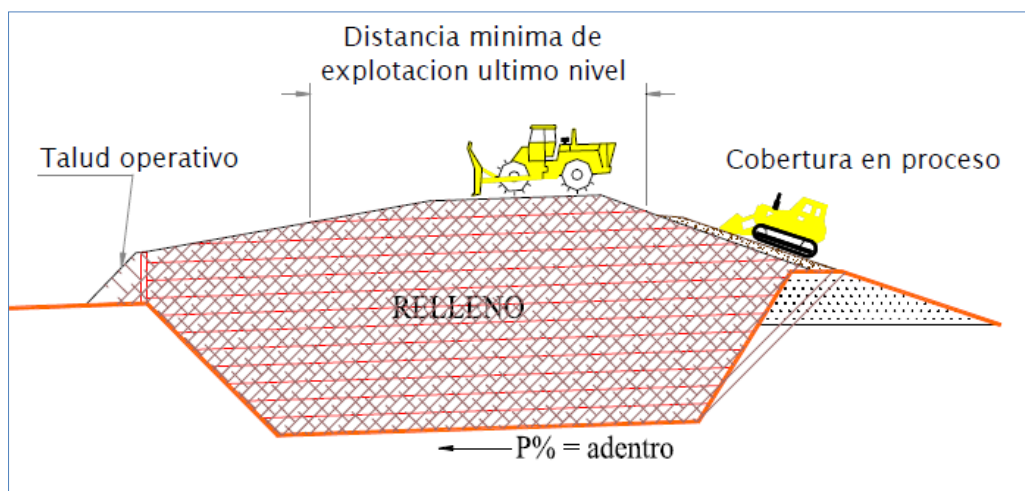
Esta etapa que estará dirigida por el personal profesional encargado del relleno, no tendrá un área de trabajo mayor a 1,000 m², pues eso implicaría sobre costos por acarreo de basura, amplitud de zonas expuestas al agua lluvia, mayor requisito de coberturas temporales, etc.

- **Conformación.** En la misma medida en que se van confinando los residuos, se van alcanzando las cotas y la geometría final del relleno.

La conformación se realiza generalmente con maquinaria pesada y se dirige con la ayuda de la comisión de topografía y del ingeniero. En esta ocasión, el equipo no debe remover los residuos más que para lograr la línea de diseño.

Una vez haya conseguido la inclinación de taludes esperada, la maquina se dedicará a compactar ese perfil por 3 a 4 pasadas con la cuchilla topadora levantada.

Figura 2-73 Conformación de los residuos



Fuente: Consorcio Fichtner-Cydep. 2,015.

Cubrimiento diario de los residuos. Será siempre de 15 cm en arcilla al finalizar el día de labores con residuos. Esto se hará en todo momento salvo en los frentes de trabajo directos que son ocupados por las máquinas, por lo que no se mantendrá basura descubierta durante ni tampoco al finalizar la jornada.

Es importante resaltar que el ingreso inadecuado de agua a la masa del relleno, es perjudicial para la estabilidad y para la producción excesiva de lixiviados.

Con este sencillo elemento, se minimiza en gran medida no solo el ingreso de agua a la masa de residuos, sino que además contribuye al mejoramiento del impacto visual y a la dispersión de vectores. El área máxima de tapado con este material, en ningún caso excederá de 2,000m², que representa aproximadamente dos veces el área que se puede mantener sin cubierta en arcilla.

La labor será acometida de manera manual por los operarios del relleno. Siempre, al final de la jornada se debe dar cobertura a toda la basura que no se pueda tapar con arcilla. La especificación de este polímero sin ser restrictivo es la siguiente:

Cobertura intermedia. Para evitar que las áreas de operación no sean tan extensas, a medida que se vaya conformando cada nivel, se deberá cubrir a diario con arcilla en la medida que se avance en la construcción. Esta capa será en promedio de espesor 15 cm y se extenderá por toda la superficie final (área plana y taludes) de cada celda diaria terminada.

La cobertura diaria intermedia será extendida con maquinaria pesada realizando de tres a cinco pasadas, lo cual garantizará la permeabilidad exigida en las especificaciones de construcción. De la zona de excavación del relleno, se transporta el material de cobertura con el apoyo de volquete.

El personal del relleno sanitario encargado para tal fin, indicará la posición exacta donde se deberá descargar cada viaje y donde se realizará el tapado.

Control de materiales arrastrados por el viento. Durante la operación se controlarán los residuos livianos que puedan ser arrastrados por el viento como papeles y plásticos, fuera del frente de trabajo, para lo cual contará con mallas artesanales construidas por el personal del relleno y con materiales producto del aprovechamiento del desmonte, con una altura mínima de 2m. En todo caso se mantendrán limpios de residuos los lugares aledaños a la operación, recogiendo permanentemente los materiales que no puedan ser controlados o arrastrados por el viento.

2.13.5.3 Manejo de Biogás

Dentro de la etapa operativa del relleno sanitario, antes y durante el llenado de residuos nivel tras nivel, es importante construir estructuras que permitan la salida de gases generados por la descomposición de los residuos. Para evitar la acumulación de estos gases en el interior del relleno y permitir su evacuación en forma activa se ha

previsto la construcción de chimeneas en tubería perforada de 6" tipo polietileno envuelta en material granular de protección 1.0 m x 1.0 m de lado. Para facilitar su estabilidad la chimenea se construye en una malla de gavión, lo que le da rigidez y evita que se destruya durante la conformación de los niveles de relleno. La construcción de las chimeneas se inicia desde la adecuación de fondo y son hincadas sobre la capa drenante para evitar la perforación de la geomembrana. Una vez construidas sobre la base de la celda, se arman de manera progresiva a medida que avanza el llenado con residuos.

2.13.5.4 Manejo de aguas lluvias

Como se describe en el capítulo de construcción, para evitar el ingreso de aguas lluvias sobre la masa de residuos sólidos es primordial la construcción de estructuras encaminadas a su control y manejo, además de minimizar el riesgo de sobre producción de lixiviado.

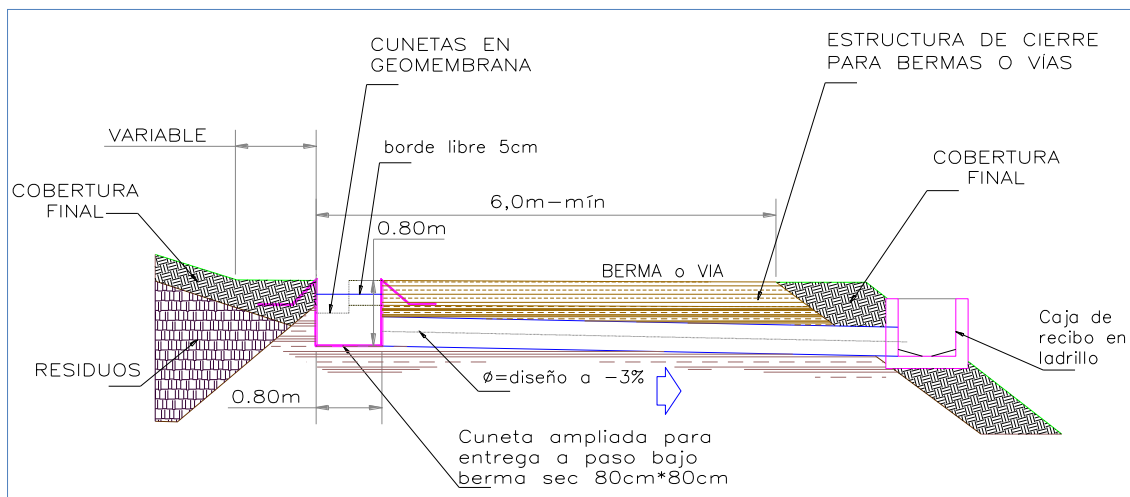
Para el manejo de las aguas lluvias dentro de la plataforma de operaciones, se instalará una cobertura temporal. Esta agua escurrirá por los taludes también tapados hasta el canal provisional de las adecuaciones o hasta una de las estructuras finales destinadas para este propósito.

Para los efectos de eficiencia, en los diseños técnicos del relleno sanitario se ha planteado el manejo mediante varios tipos de recolección y conducción de aguas de escorrentía producto de las lluvias durante la etapa de operación con residuos, de manera que complementan las establecidas durante la etapa de construcción. Estas obras son:

Cuneta manejo lluvias en bermas de zona relleno

Estas estructuras revestidas en geomembrana cal. 40mils o superior, cuentan con una sección de 0.40 metros de ancho y 0.40 metros de altura y van por la base de cada talud de relleno en basura, sobre las bermas de estabilización y vías de acceso a plataforma.

Figura 2-74 Detalle cuneta lluvias y paso bajo vías



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015. Plano R-14.

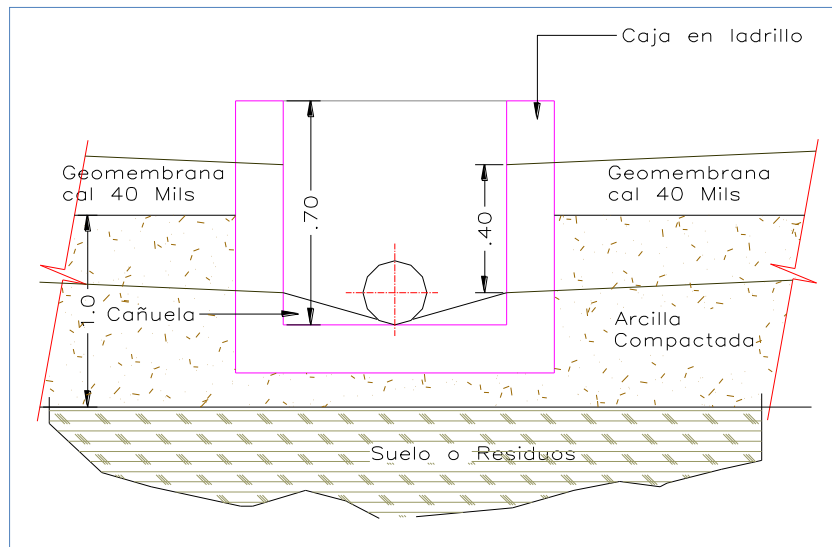
Paso de lluvias bajo vía

Los pasos de agua lluvia bajo la vía se construirán en tubería de polietileno de alta densidad PEAD de 8" o de 14", según se indica en el plano R-15 de lluvias, con pendiente mínima de 3%, atravesarán a una profundidad segura de aplastamiento cada una de las vías o bermas y entregan el agua captada por las cunetas de bermas, a los canales perimetrales que se construirán para la conducción final a la entrega.

Se deberá realizar una excavación de 0.60 metros de ancho y luego de instalar la tubería se rellena en arcilla y recebo, compactados hasta lograr estabilidad.

Para la entrega del agua de las cunetas a la tubería del paso bajo bermas o vías, se plantea la construcción de una caja en ladrillo. Esta caja de 0.70m*0.70m, estará cimentada en parte de la arcilla de cierre final o sobre el suelo natural dependiendo de su localización.

Figura 2-75 Detalle caja manejo de lluvias



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015. Plano R-14.

Para la eficiencia y buen funcionamiento del sistema de canales y estructuras para el control de aguas lluvias, es fundamental realizar su limpieza y mantenimiento durante las etapas de operación, cierre, clausura y pos clausura y en forma cotidiana.

El mantenimiento consiste básicamente en la limpieza de sedimentos y retiro de elementos que puedan obstaculizar el libre flujo de agua por las estructuras de captación y conducción de aguas lluvias.

Se hará entrega de escorrentía siempre que el descole del recorrido tenga construida las estructuras desarenadora y de entrega.

2.13.5.5 Manejo de Lixiviados

La producción de lixiviados se inicia durante la etapa operativa del relleno sanitario, debido a la descomposición de los residuos, al escurrimiento de agua ocasionado por la humedad de los desechos y a la percolación de las aguas lluvias. El lixiviado se caracteriza principalmente por tener un alto contenido de materia orgánica significativamente contaminante y cuya calidad varía con el tiempo.

El sistema de manejo de lixiviados previsto para el Relleno Sanitario de Andahuaylas, comprende los siguientes componentes:

- Un sistema de captación y evacuación compuesto por filtros de fondo y capa de drenaje.
- Sistema de conducción de lixiviados en tubería de polietileno de alta densidad desde la salida de los filtros de fondo, hacia la poza de almacenamiento.

- Un sistema de aforo, mediante canal y vertedero triangular.
- Una poza de almacenamiento de 1581,82m³ de lixiviado, con cubierta donde se esperan que se presenten procesos de homogenización, estabilización, evaporación y se mejora de la estabilización biológica de los lixiviados, por el tiempo de retención y procesos biológicos que allí se desarrollan
- Un sistema de manejo de lixiviados por medio de recirculación.

Para lograr un eficiente manejo en la operación de considera las siguientes reglas

- El sistema de manejo de lixiviados será completamente cerrado y bajo ninguna circunstancia se permitirá el vertimiento de lixiviados sobre terreno natural o sobre cuerpos de agua, que alteraría gravemente los componentes de flora y fauna del entorno.
- Para evitar desbordamientos espontáneos en la poza de lixiviados, se realizarán inspecciones diarias para conocer el nivel en operación. Una vez colmada su capacidad se cierran las válvulas que permiten la salida de lixiviado de la masa de relleno.
- Se realizará monitoreo establecido en la normativa vigente a la calidad de los lixiviados presentes. Se llevará un registro diario de caudal de lixiviado.

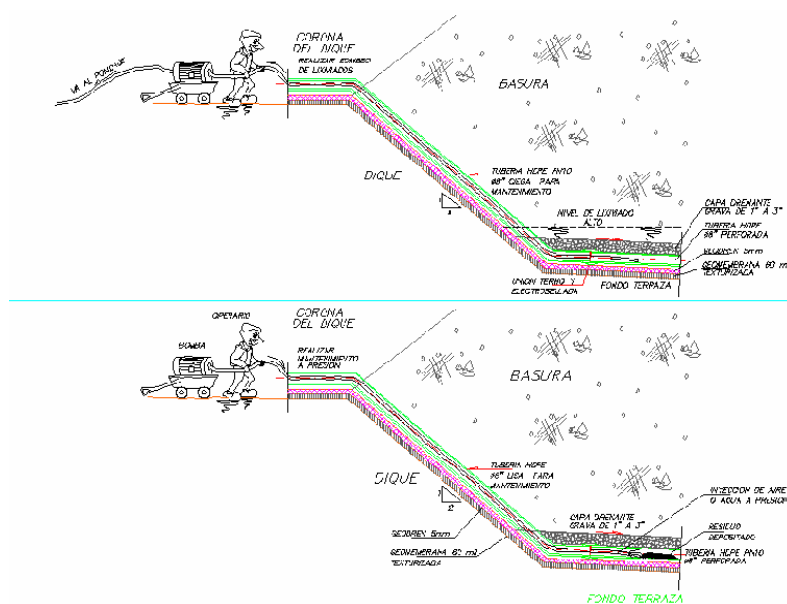
2.13.5.6 Mantenimiento general de las Instalaciones

En el periodo de operación del Relleno Sanitario de Andahuaylas, se realizarán labores de mantenimiento general a toda su infraestructura, para así evitar la presencia de riesgo de contaminación al entorno originado por el mal funcionamiento de algún componente del sistema, o para evitar daño en la infraestructura de los componentes del relleno. Este mantenimiento general comprende los siguientes aspectos:

- Mantenimiento y reparación del cerramiento perimetral del predio que pueda encontrarse o verse en mal estado. Esta labor puede ser realizada por el personal operativo del relleno sanitario.
- Recolección y disposición de lodos provenientes de la limpieza de los canales.
- Mantenimiento de las vías de acceso especialmente en épocas de invierno donde el material de afirmado debe ser reemplazado continuamente. El aseo permanente de las vías y cunetas y la poda de zonas verdes son actividades que se deben realizar periódicamente para mantener en buen aspecto el relleno sanitario. Con la ayuda de personal operativo y maquinaria pesada, según se requiera, se acometerán estas actividades.

- Mantenimiento y reparación de las zonas cerradas del relleno sanitario y áreas adyacentes, realizando reconfiguraciones o reemplazos pertinentes con la ayuda del equipo apropiado.
- Aseo en la totalidad del predio e instalaciones administrativas.
- Mantenimiento del sistema de pozos de monitoreo localizados periféricamente dentro del predio.
- Labores de limpieza y fumigación para erradicación de vectores en el frente de trabajo
- Jornadas de limpieza de residuos dispersos por la acción del viento en el área aledaña a la operación. Al menos dos veces por semana la cuadrilla de operaciones hará inspección de las zonas aledañas al relleno y realizará el retiro de papeles dispersos por vuelo.
- Se tendrá especial dedicación a la implementación del Plan de Manejo de Ambiental en lo que respecta a la fauna, con el objeto de evitar y controlar la presencia de animales en las inmediaciones del relleno sanitario.
- Limpieza de los filtros de fondo de lixiviados por medio de la tubería de limpieza y mantenimiento de la tubería de conducción hasta las pozas de control.
- Mantenimiento y reparación de las zonas con vegetación del relleno sobre la cobertura vegetal.

Figura 2-76 Limpieza de tubería de drenaje de lixiviados



Fuente: PROACTIVA. Relleno Sanitario Doña Juana. 2,001

2.13.5.7 Higiene, salud ocupacional y seguridad industrial

El objetivo principal de la aplicación de un programa de salud ocupacional durante la ejecución del proyecto Relleno Sanitario de Andahuaylas es garantizar ambientes de trabajo saludables y seguros para los trabajadores, la comunidad, los equipos, las máquinas y la propiedad, identificando los factores de riesgo presentes que puedan llegar a afectar trabajadores, medio ambiente, comunidad o que puedan causar daños a la propiedad, con el fin de tomar acciones preventivas que minimicen y controlen de forma significativa dichos riesgos, conviviendo en un ambiente seguro.

Este programa contará con normas de higiene, salud ocupacional y seguridad industrial encaminadas a cumplir con los siguientes objetivos:

- Prevenir riesgos hacia los trabajadores asociados al manejo de los residuos sólidos y a todas las actividades inherentes a la operación.
- Prevenir las enfermedades profesionales de los trabajadores.
- Prevenir los accidentes de trabajo.
- Prevenir los daños hacia la salud de los trabajadores, la infraestructura o las propiedades del relleno sanitario.
- Garantizar el apropiado desempeño del personal, en las labores que éste realiza.

Para el cumplimiento de estos objetivos se proponen, las acciones que a continuación se presentan.

A.- Capacitación

El personal nuevo que ingrese a laborar en el relleno sanitario recibirá capacitación en el programa de higiene, salud ocupacional y seguridad industrial. Adicionalmente, se realizarán diferentes charlas semestrales donde se tratarán los siguientes aspectos:

- Disposiciones Reglamento Operativo.
- Procedimientos para la ejecución adecuada de actividades propias de la operación en el relleno sanitario.
- Normas de seguridad industrial.
- Normas de tránsito de vehículos.
- Socialización de accidentes de trabajo ocurridos en el relleno.
- Uso adecuado de herramientas y equipos.
- Manejo de cargas.
- Manejo de combustibles.
- Orden y aseo.
- Riesgos de las actividades propias de la operación, prevención y control.
- Enfermedades profesionales, prevención y control.
- Uso de los implementos de seguridad personal.

- Programa de medicina preventiva.
- Primeros auxilios.
- Uso de los servicios sanitarios del relleno.

B.- Programa de medicina preventiva

Antes de la contratación del personal para laborar en el relleno sanitario, se realizarán exámenes médicos de ingreso que permitirán determinar si los trabajadores están aptos para desempeñar las labores propias de la prestación del servicio de disposición final.

Anualmente se realizarán consultas médicas a todos los trabajadores encaminadas a cumplir con los siguientes objetivos:

- Determinar alteraciones en la salud relacionadas con el riesgo a que se encuentra expuesto durante su trabajo.
- Identificar posibles tendencias, para así identificar posibles malos hábitos en el desarrollo de las actividades.
- Prevenir y controlar el desarrollo de enfermedades profesionales.
- Evaluar el uso de equipos e implementos de protección personal.

En el desarrollo de las consultas médicas se revisará o se aplicará el programa de vacunación al personal que labora en las instalaciones del relleno, acorde con los riesgos de salud a los que se encuentren expuestos y por recomendaciones del médico de salud ocupacional. A todos los empleados que laboren en el relleno sanitario se les aplicará un programa de vacunación, que incluya al menos las siguientes vacunas:

Influenza (Gripe), Tétanos, Fiebre Amarilla., Hepatitis B., Paludismo.

C.- Programa de seguridad industrial

El objetivo de este programa es mantener un lugar de trabajo seguro y minimizar el riesgo de accidentes laborales dentro de las instalaciones del Relleno Sanitario de Andahuaylas.

El programa comprenderá todas aquellas acciones encaminadas a la prevención, minimización y control de los factores de riesgo para la generación de accidentes e incidentes de trabajo. Como parte del programa se realizarán las siguientes labores:

- Se verificará mediante charlas en campo, que los empleados posean un conocimiento apropiado acerca de los riesgos asociados a las labores que desempeñan.

- Se dotará a todo el personal de elementos de protección personal y se les capacitará en su uso adecuado:
 - 1 Uniformes (Overol y camisa manga larga)
 - 2 Casco de seguridad
 - 3 Gorro con tela de protección de cuello
 - 4 Botas en material con punta de acero
 - 5 Botas de lluvia con punta de acero
 - 6 Impermeable
 - 7 Mascarilla con filtro
 - 8 Chaleco reflejante
 - 9 Guantes de cuero y caucho
 - 10 Gafas de seguridad
 - 11 Tapa oídos (Protector auditivo)
- Se desarrollará un programa de entrenamiento de capacitación específica a los empleados, respecto a la labor que van a desempeñar dentro del relleno sanitario, que incluya los riesgos laborales, su prevención y control.
- Se mantendrá el registro de accidentes/incidentes y se establecerán medidas correctivas inmediatas en caso de que éstos ocurran.
- Se socializará con los trabajadores los accidentes ocurridos, para analizar sus causas y prevenir sus riesgos.
- Se realizará el mantenimiento periódico de los equipos, maquinaria y vehículos, garantizando la correcta sincronización y carburación de los motores.
- Se prohibirá el uso de cornetas o pitos que emitan altos niveles de ruido
- Se evitará el empozamiento de aguas lluvias para evitar la proliferación de vectores.
- Se programarán simulacros de incendios al menos 1 vez al año. Esta actividad puede ser coordinada con el Cuerpo de Bomberos o con la empresa que realiza la inspección y recarga de extintores.
- Las diferentes zonas del proyecto serán delimitadas y señalizadas debidamente, de acuerdo a las especificaciones de diseño. Serán bien demarcadas las zonas de operación, las vías para el tráfico vehicular, el área administrativa, las zonas de mantenimiento, área de pesaje, pozas de almacenamiento de lixiviado etc.

D.- Inspecciones

Durante la operación del relleno sanitario se realizarán inspecciones a los sitios de trabajo para determinar bajo qué condiciones labora el personal. Se visitarán los frentes de trabajo, realizando acompañamiento a los operarios del relleno, operadores

de maquinaria pesada, personal del área administrativa y personal de mantenimiento, con el fin de presentar observaciones para mejorar las condiciones de seguridad.

Se verificará el uso adecuado de elementos de protección personal en dichas áreas.

E.- Higiene Industrial

El programa de higiene industrial comprende todas las actividades dirigidas a prevenir las enfermedades laborales y garantizar las condiciones necesarias que aseguren un ambiente saludable para los trabajadores y visitantes del Relleno Sanitario de Andahuaylas.

En el programa se cumplirán las siguientes actividades.

- En todas las instalaciones del relleno sanitario, deberá efectuarse limpieza y aseo diariamente, de esta forma se evitará la proliferación de virus y enfermedades dentro del grupo de trabajadores.
- El relleno contará con instalaciones sanitarias suficientes para todo el personal, siempre deberán estar en perfectas condiciones de aseo y en pleno funcionamiento.
- Se capacitará al personal para que porte adecuadamente los elementos de protección. Se realizará seguimiento para verificar el uso de estos elementos por parte de los trabajadores.
- Será de uso obligatorio el uniforme y los implementos de protección personal para todos los trabajadores.
- Debido a la exposición continua con los residuos sólidos, el personal diariamente deberá bañarse después de la jornada laboral en la zona de duchas ubicadas en los baños del relleno sanitario.
- Para salir del relleno luego de la jornada laboral, los operarios deberán cambiarse y dejar en los casilleros los uniformes de la empresa. Únicamente podrán ser retirados para el lavado.
- Bajo ninguna circunstancia se consumirán alimentos en las áreas de trabajo, especialmente en las zonas de operación del relleno sanitario.

Reglas de operación

- Para la zona de trabajo se contará con un completo botiquín de primeros auxilios que constantemente deberá ser revisado para evitar el almacenamiento de medicamentos vencidos.
- En puntos estratégicos se ubicarán extintores que deben ser recargados dentro de las fechas establecidas.

- El personal que labora en el relleno sanitario, continuamente recibirá capacitación en el programa de higiene, salud ocupacional y seguridad industrial.
- Todo el personal que labora dentro de las instalaciones del relleno sanitario, especialmente los operarios que tiene permanente contacto con los residuos, se les exigirá el cumplimiento del programa de vacunación estimado por el médico de salud ocupacional.
- Todas las personas contarán con copia de la hoja de vida en el archivo de personal de la compañía, la cual contendrá los resultados de los exámenes médicos periódicos de salud ocupacional (Historia clínica), así como los registros de incidentes en que se ha participado.
- Todo personal que labora en el relleno usará uniforme con el logo y nombre de la empresa operadora. Se podrá restringir el ingreso de personal ajeno a la operación del relleno.
- El operador del relleno contará con un manual de higiene, salud ocupacional y seguridad industrial el cual será objeto de revisión y actualización periódica.

2.13.5.8 Monitoreo y control de la operación

El monitoreo y control de la operación del relleno sanitario, consistirá en realizar seguimiento periódico a todas las actividades operativas que se cumplan dentro del relleno sanitario, de esta forma se evaluará de manera precisa cada uno de los sistemas que conforman la operación del relleno sanitario.

El monitoreo y control comprende los siguientes aspectos:

- El personal encargado de la caseta de control de pesaje, llevará un registro de la cantidad de residuos que ingresan al relleno sanitario. De esta manera se tendrá información que servirá para establecer la vida útil del relleno desde la fecha de consulta.
- Se realizarán inspecciones a los frentes de trabajo, evaluando el estado del patio de maniobras, las dimensiones de la plataforma de descargue y el procedimiento que efectúan los vehículos recolectores para la descarga de los residuos.
- Las vías de acceso tanto internas como externas serán revisadas periódicamente para programar posibles reparaciones a la calzada y de esta forma evitar dificultades en el tránsito de los vehículos recolectores.
- Otro factor determinante para la evaluación de la vida útil del relleno sanitario, es la determinación en terreno de la densidad de los residuos compactados. Esta labor será realizada periódicamente por el personal operativo del relleno sanitario.

- Se realizará seguimiento topográfico por lo menos una vez al mes, allí se definirá el volumen ocupado en el relleno durante la unidad de tiempo requerida y la posible presencia de asentamientos sobre la masa de residuos. Con este trabajo se evaluará el factor de llenado del relleno, para corroborar el factor estimado en la etapa de diseño.
- En terreno se determinarán con frecuencia anual las características físico – químicas de los residuos, este estudio permitirá conocer el tipo de residuos que se disponen en el relleno sanitario y saber con precisión si existe ingreso de residuos peligrosos o contaminados.
- Cada tres meses se evaluará la calidad del biogás producto de la descomposición de los residuos sólidos.
- Durante la operación del relleno sanitario se deberá monitorear la calidad de los lixiviados dos veces al año, para establecer su variación y nivel de estabilización en el tiempo.

A continuación se describe los procedimientos de acciones principales

A.- Vigilancia

El personal que permanecerá en la caseta de vigilancia se encargará de controlar la entrada y salida de vehículos recolectores y vehículos visitantes autorizados.

Se vigilará la calidad de los residuos sólidos para evitar el ingreso de residuos industriales o residuos peligrosos, para ello se revisará aleatoriamente y de forma detallada por parte del operario a cargo de la zona de descargue, el contenido de un vehículo recolector para inspeccionar el tipo de residuos que transporta y descartar la presencia de residuos peligrosos. Esta labor será debidamente documentada.

Se vigilará el sistema de pesaje de los vehículos recolectores, debido a que la información generada por este sistema es de suma importancia para evaluar en un periodo determinado de tiempo, la real capacidad del relleno sanitario.

Se inspeccionará detalladamente que en las zonas de disposición, no existan indicios de conflagraciones, esto evitará la posible presencia de fuego incontrolado sobre la masa de residuos.

Dentro de las instalaciones del relleno sanitario se vigilarán la cerca perimetral, el sistema de venteo de gases, el sistema de manejo de lixiviados, el sistema de monitoreo de aguas subterráneas y todos los equipos que hacen parte integral de la operación como maquinaria, motobombas, mangueras, plantas eléctricas etc. La pérdida o mal funcionamiento de alguno de estos elementos ocasionarán graves fallas de orden operativo dentro del relleno sanitario. Para la vigilancia en horas de la noche, se iluminarán las diferentes zonas de operación e infraestructura del relleno.

B.- Registro de vehículos y residuos

El registro de vehículos y residuos se realizará en la caseta de control durante el pesaje de los camiones recolectores.

Durante esta actividad se registrará cada vehículo, con datos de fecha y hora de ingreso, placa, procedencia, peso de entrada y peso de salida.

Para estimar la cantidad de residuos que ingresan al relleno, se realiza la diferencia entre el peso del vehículo lleno (al ingresar) y el peso del vehículo vacío (al salir).

C.- Inspecciones en el frente de trabajo

El frente de trabajo o zona de descargue, será el lugar destinado dentro el relleno sanitario para recibir la carga de desechos de los vehículos recolectores y por tal razón deberá ser inspeccionada constantemente para evitar suspensiones en la prestación del servicio de disposición final de residuos sólidos. En este sentido se realizará seguimiento a los siguientes aspectos:

- Frente de descargue: Se inspeccionará que tenga las dimensiones citadas anteriormente que representan un espacio amplio y suficiente para las maniobras de descargue de los vehículos recolectores. La sección de vía en el patio de maniobras debe estar perfectamente habilitada sin baches, huecos o aguas represadas. La señalización en este lugar será instalada junto con la iluminación para operaciones nocturnas
- Altura de frente de descargue: Se verificará que la altura de las capas compactadas de residuos en el frente de descargue, no sobrepasen las dimensiones establecidas para el diseño de celda diaria.
- Tiempo de descargue: Durante el descargue de los vehículos recolectores, el personal operativo del relleno sanitario medirá el tiempo utilizado en esta labor, que no deberá ser mayor a 10 minutos. Esta medida de tiempo determinará si es necesario ajustar el tamaño de la celda diaria.
- Presencia de vectores: Se realizarán seguimientos documentados, de la clase y cantidad de vectores encontrados en los frentes de trabajo para de esta forma implementar acciones de control mediante fumigación o despeje.
- Cobertura de los residuos: Se inspeccionará que toda el área expuesta con residuos sólidos sea cubierta en su totalidad con material de cobertura sintético, excepto el frente de descargue que será cubierto solo cuando no haya operación.

D.- Control de la compactación de los residuos

Como medida para comparar la densidad de los residuos calculada en los diseños con la densidad de operación, mensualmente se verificará el nivel de compactación que presentan los residuos en el relleno. Para ello se cumplirá con el siguiente procedimiento:

- Luego del descargue de los residuos y su posterior compactación, con una edad no mayor a 2 días, se seleccionará sobre esta área un lugar donde se realizará un apique de aproximadamente 0.50m * 0.50m y 0.50m de alto. En esta operación se definirá el volumen de la muestra (Vm). También puede usarse una bolsa nueva dentro del apique que albergue agua o lixiviado con el cual se puede determinar el volumen depositado y así obtener este valor.
- Para tener mayor precisión en las medidas, la cavidad del apique en lo posible deberá ser perfectamente perfilada con la ayuda de herramienta manual apropiada.
- El material extraído en la excavación del apique será recolectado separadamente y será pesado mediante el uso de una balanza con lo cual se determinaría el peso de los residuos (Wrs en Kg).

La densidad de la basura compactada en el sitio de análisis puede ser determinada mediante la siguiente expresión:

$$\text{Densidad de compactación (Kg/m}^3\text{)} = \frac{Wrs}{Vm}$$

El día del análisis, se realizarán por lo menos dos pruebas de densidad. El valor de la densidad promedio será comparado con el valor de diseño.

Si al comparar la densidad de diseño (0.80ton/m³) con la densidad de operación, esta última resulta inferior, se deberán revisar los procesos de compactación e inmediatamente se deberán tomar los correctivos necesarios, debido a que esta situación conlleva a la disminución significativa de la vida útil del relleno sanitario ya prevista en los diseños.

Factor de llenado - FL

El factor de llenado es otra de las variables que se determinarán durante la operación del relleno sanitario. Cada tanto se medirá este factor que comprende la relación entre el total de toneladas ingresadas al relleno y el volumen total ocupado a la fecha de la medición. Este factor de llenado usualmente es superior a la densidad en el momento de compactación y tiende a aumentar con el tiempo; se calcula con las toneladas de ingreso al relleno, información que se encuentra en el sistema de pesaje del relleno, y el volumen total ocupado que se determina mediante levantamiento topográfico.

Porcentaje de llenado

Durante la operación del relleno y mediante la relación del volumen relleno calculado mediante levantamiento topográfico y la capacidad total del relleno de acuerdo a los diseños técnicos, se estimará el porcentaje de llenado del relleno sanitario que estimará la real vida útil del relleno con respecto a lo establecido en los diseños. El porcentaje se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{Porcentaje de llenado (\%)} = \frac{\text{Volumen relleno (m}^3\text{)}}{\text{Capacidad o volumen total (m}^3\text{)}} \times 100\%$$

Calidad del biogás.

Una vez los residuos sólidos son dispuestos en un relleno sanitario, se inician procesos de transformación físico-química y biológica, en condiciones predominantemente anaeróbicas que incluyen las siguientes:

- Cambio en la composición física y química del residuo debido a transformaciones en sus componentes orgánicos biodegradables, los cuales se transfieren al lixiviado, o se transforman en biogás.
- Arrastre de sustancias orgánicas, compuestos y materiales finos y solubles por el lixiviado.
- Reacciones químicas de los componentes de los residuos entre sí y los lixiviados con los residuos.

El biogás resulta ser un indicador del nivel de estabilización del relleno sanitario; se espera que el porcentaje de metano se mantenga más o menos constante en la etapa de metano génesis, la cual ocurre durante toda la operación del relleno y unos años después; sin embargo, en una etapa posterior de maduración el metano se reduce y tiende a cero en la etapa de pos clausura.

Para el monitoreo de biogás, anualmente se valorarán los siguientes parámetros en por lo menos cinco chimeneas del relleno sanitario: Metano (CH₂), CO₂, Oxígeno, H₂S y NH₃.

Características físicas de los residuos

Para determinar las características físico-químicas de los residuos que se descargan en el Relleno Sanitario de Andahuaylas, se realizará un estudio cada año que permitirá establecer en detalle la composición de estos desechos.

El principal objetivo de este estudio es conocer cuál es el tipo de residuos que ingresan al relleno sanitario, su procedencia y de qué forma podrían afectar la normal operación del relleno en cuanto a su capacidad volumétrica y residuos contaminantes.

Para establecer la composición física de los residuos sólidos se seguirá el procedimiento correspondiente al método de cuarteo, que será realizado por proveedores especializados en este tipo de estudios y que consta de los siguientes pasos:

- Aleatoriamente serán seleccionados tres vehículos que ingresan al relleno con residuos (para la toma de tres muestras). Sin embargo, en el formato de campo se registrará la procedencia del vehículo (municipio y tipo de estrato).

- El vehículo seleccionado será trasladado a una zona del relleno que no se encuentre afectada por el tráfico u operación en el frente de trabajo.
- Sobre dicha zona será extendida una geomembrana o plástico el cual constituirá el área de trabajo.
- Los residuos serán descargados únicamente en el frente de trabajo. La cantidad de residuos que debe descargar el vehículo debe corresponder a aproximadamente el 50% de su capacidad ó aproximadamente 4.0 m³.
- Dichos residuos serán mezclados y homogenizados mecánica o manualmente.
- Posteriormente se conformarán dos montículos con los residuos de igual volumen (aprox. 2.0 m³)
- Se tomará uno de los montículos y homogenizarán los residuos y de nuevo se tomará la mitad de los residuos (1.0 m³)
- La última mitad será trasladada al área de trabajo en donde se conformarán montículos correspondientes a cada uno de los componentes que se encuentren en la muestra (papel oficina, cartón, plástico de baja densidad, plástico de alta densidad, vidrio, metales, madera, residuos de alimentos, residuos de jardín o maleza, residuos peligrosos (hospitalarios, industriales y residenciales), artefactos, icopor, tierra, etc.).

Cada uno de los componentes de la muestra será pesado mediante el uso de balanza y los pesos serán llevados a una tabla o formato en donde se determinará el porcentaje de cada componente.

E.- Monitoreo de la estabilidad del relleno

Con el fin de corroborar las condiciones de estabilidad, es necesario asegurarse que las estructuras se encuentren dentro de los comportamientos esperados de acuerdo a los diseños técnicos.

Con un levantamiento detallado y periódico del relleno construido se podrán hacer análisis del comportamiento del relleno con el apoyo de un ingeniero geotecnista.

Se construirán piezómetros, para monitorear el estado de las presiones internas y establecer un nivel aproximado de lixiviado dentro de la masa de residuos.

Como seguimiento y control ante la posibilidad de deslizamientos en el relleno sanitario, se realizará un monitoreo de los siguientes parámetros:

- Control topográfico: Se instalarán puntos sobre la cubierta final del relleno para permitir coleccionar información topográfica en sitios estratégicos del relleno sanitario. Estos puntos serán inspeccionados por lo menos trimestralmente para determinar

si existen desplazamientos horizontales y/o verticales de la masa de residuos. El seguimiento servirá para determinar movimientos anormales de los residuos acumulados y así tomar oportunamente las medidas pertinentes.

- Presiones de poros: Para la medición de los niveles de lixiviado sobre la masa de residuos se instalarán piezómetros a la profundidad establecida en los planos de diseño y calculadas en el anexo de estabilidad. Esta información será empleada para determinar el factor de seguridad en caso de detectarse evidencias de fallas y será empleada para la determinación de acciones encaminadas a su control. Las lecturas serán tomadas cada dos meses, bajo condiciones normales de operación.
- Presencia de grietas y brotes de lixiviados: Mediante la inspección continua al relleno sanitario realizada por personal operativo, se identificará la posible presencia de grietas y/o brotes espontáneos de lixiviados para determinar su incidencia sobre la estabilidad del relleno sanitario. Las grietas observadas deben ser analizadas considerando su longitud, ancho y dirección, por un especialista quien establecerá cuales son las causas de su origen, su incidencia en la estabilidad del relleno y el plan de acción correctivo. Para los brotes espontáneos de lixiviado, se establecerá su causa y serán corregidos mediante la implementación de nuevos filtros subtendidos sobre los taludes del relleno.

F.- Cantidad y calidad de lixiviados

La producción de lixiviados será valorada semestralmente calculando su producción mediante la lectura periódica de los vertederos instalados para tal fin. Para evaluar la calidad de los lixiviados una vez al año se medirán los siguientes parámetros:

- pH.
- Temperatura.
- Conductividad eléctrica.
- Sólidos totales.
- Sólidos totales suspendidos.
- Sólidos totales disueltos.
- Nitrógeno – nitrato.
- DBO5.
- DQO.
- OD.
- Aceites y grasas.
- Coliformes fecales.
- Coliformes totales.
- Heterótrofos.
- Parásitos y protozoarios patógenos.
- Metales Pesados (Cd, Cr, Pb, Ni, Zn y Hg).
- No metales (N y P).

G.- Prevención de incendios

Para evitar la formación de incendios dentro de las instalaciones del relleno sanitario se realizarán las siguientes actividades:

- Se capacitará al personal operativo del relleno sanitario en prevención y control de incendios.
- Se revisarán de manera periódica las instalaciones eléctricas de los diferentes sistemas que conforman el relleno sanitario.
- En caso de mantener de forma provisional en los frentes de obra combustibles para abastecimiento de equipo menor o maquinaria, se almacenarán en recipientes cerrados y en lugares ventilados, alejados de las fuentes de calor.
- Será prohibido para el personal del relleno sanitario la generación de fuego deliberado dentro del sitio, ya sea de residuos o de cualquier tipo de material.
- También se prohibirá fumar dentro de las instalaciones del relleno sanitario, tanto en áreas administrativas como en las zonas de operación.
- Se realizará revisión periódica de los sistemas de recolección de biogás.
- Se instalarán equipos extintores de tipo portátil en todas las áreas que componen el relleno sanitario y sus características serán de acuerdo al tipo de fuego que se espera extinguir. Este equipo de extinción será de tipo portátil y móvil, con los señalamientos que establezca la normativa nacional, deberá estar protegido de la intemperie y colocarse en un lugar visible, de fácil acceso y libre de obstáculos, colocarse en sitios en donde la temperatura no exceda de 50°C y no sea menor de 0°C.
- Capacitación del personal en manejo de todo tipo de extintores.

H.- Control de Fauna Nociva

Para el control de los vectores que pueden transmitir enfermedades y ocasionar mal aspecto en la zona de trabajo durante la operación del Relleno Sanitario de Andahuaylas, se realizarán las siguientes actividades:

- Instalación permanente de cobertura temporal para los residuos expuestos que aún no llegan a la cota de diseño.
- Instalación de cobertura final en arcilla para la capa de residuos expuesta que haya alcanzado el nivel máximo establecido en los diseños técnicos.
- Revisar continuamente el cerramiento perimetral y repararlo oportunamente cuando así se requiera.

- Programación de jornadas de fumigación en el interior y zona de influencia del relleno sanitario.

Estas actividades se registran en base a las siguientes reglas de operación

- Las determinaciones analíticas de laboratorio de caracterización de residuos o lixiviados y gases, se realizará en laboratorio reconocido por las autoridades ambientales y de acuerdo a las normas del Standard Methods form Examination Of Water and Waste Waters. 18ª. Edición o superior.
- Se llevará un registro mensual y acumulado de los resultados obtenidos en todo el programa de monitoreo técnico.

2.13.5.9 Recursos para la Operación

Para la operación del sitio de disposición final será necesario el apoyo de un grupo humano con estudios y/o habilidades técnicas necesarias que serán requeridas para el funcionamiento del Relleno Sanitario de Andahuaylas.

Tabla 2-40 Personal requerido para la operación

UNIDAD ORGÁNICA: DIVISIÓN DE TRATAMIENTO		CLASIFICACIÓN	Nº
10	Jefe de División (Tratamiento)	SP-EJ	1
11	Técnico	SP-ES	1
12	Operador equipo	SP-AP	2
13	Operario	SP-AP	4
14	Guardián	SP-AP	2
Total Unidad Orgánica			10

Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015

A.- Recursos humanos

Dentro de los recursos humanos se requiere de una planta de personal conformado de la siguiente manera:

1. Jefe de División (Tratamiento)

Se encargará de garantizar la prestación de los servicios de reaprovechamiento y de disposición final de los residuos sólidos en las condiciones de calidad establecidas en los manuales, reglamentos técnicos, plan de manejo ambiental y la normatividad vigente.

- Organizar, dirigir y controlar los servicios de reaprovechamiento y disposición final

- Planificar, dirigir y controlar todas las acciones destinadas a ejecutar las actividades del área con la calidad exigida en los manuales y reglamentos técnicos y en la normatividad vigente.
- Conducir adecuadamente las plantas de aprovechamiento de la Municipalidad.
- Conducir adecuadamente el relleno sanitario de la Municipalidad.
- Vigilar y coordinar la ejecución de todos los programas y actividades contempladas en el Plan de manejo Ambiental, el Manual de Operaciones y el Plan de Emergencias del relleno sanitario.
- Adelantar a diario el libro de bitácora sobre los sucesos constructivos y operacionales y en especial la conformación topográfica del relleno.
- Ejecutar modificaciones o ajustes para el control de la operación del relleno sanitario.
- Verificar el cumplimiento de las actividades realizadas por los operarios de acuerdo a la programación estipulada.
- Llevar el registro de ingreso y salida de todos los vehículos y el control de pesaje; hacer el reporte correspondiente a la división limpieza.
- Coordinar acciones conjuntas con la comunidad para mejorar el servicio de manejo de residuos sólidos.
- Responder por la información estadística de esta dependencia.
- Definir el cumplimiento de los indicadores de gestión.
- Proponer las capacitaciones para el personal a su cargo.
- Promover el uso responsable de la flota vehicular y maquinaria asignada.
- Efectuar la evaluación de desempeño del personal a su cargo
- Elaborar informes de gestión para la gerencia de la URS.
- Contribuir a generar una cultura de Mejoramiento Continuo en todo el personal a su cargo.
- Las demás funciones de naturaleza similar que le asigne la gerencia de la URS.

2. Técnico

Se encargara coordinar, dirigir y orientar las operaciones de la planta de compostaje:

- Elaborar y dirigir la ejecución de la programación diaria y semanal de operaciones y mantenimiento
- Asignar y supervisar las labores de los operarios.
- Controlar el buen uso de los bienes y equipo de trabajo.
- Verificar y controlar el flujo de materiales en la planta desde el recibo hasta el almacenamiento y despacho de los mismos.
- Calibrar los procesos de producción del compost.
- Proponer estrategias para el mejoramiento de la operación de la planta.
- Efectuar mediciones de los parámetros para evaluar la calidad del compost.
- Analizar en tiempo real las acciones que requiera la operación, de acuerdo con los procedimientos establecidos.
- Evaluar el desempeño del personal a cargo y sugerir los medios de mejoramiento y desarrollo del mismo.

- Usar y propiciar el buen uso de los elementos de protección personal generando conciencia de la importancia del uso correcto de los elementos de dotación e implementos de trabajo.
- Cumplir y hacer cumplir el manual de operaciones y normas de seguridad industrial, salud ocupacional, calidad y medio ambiente.
- Promover las buenas relaciones interpersonales y el buen clima laboral.
- Contribuir a generar una cultura de Mejoramiento Continuo en todo el personal a su cargo.
- Las demás funciones de naturaleza similar que le asigne el jefe inmediato.

3. Operador de Equipo

Se encargara de operar la maquinaria asignada con el fin de garantizar la adecuada disgregación y compactación de los residuos sólidos en su disposición final o para apoyar los procesos de reaprovechamiento.

- Operar la maquinaria asignada, bajo los parámetros de calidad, seguridad y cuidado con la misma, que se han establecido en el manual de operaciones y del fabricante; Según disponga o programe su jefe inmediato debe realizar sus funciones en el relleno sanitario o la planta de reaprovechamiento.

En relleno sanitario:

- Acatar las indicaciones, cambios o modificaciones ordenados por el ingeniero residente para realizar los trabajos acorde con los planos y diseños establecidos en la operación del relleno sanitario.
- Mantener información puntual y correcta del estado de la máquina.
- Mantener informado jefe inmediato de las novedades durante la operación.
- Reportar oportunamente sobre daños de la maquinaria y solicitar el mantenimiento requerido.
- Detectar novedades que afecten el desarrollo del trabajo y reportarlas.

En Planta de reaprovechamiento:

- Efectuar en el cargue y descargue de materiales
- Efectuar la mezcla de residuos y conformación de las pilas de reciclaje
- Efectuar el volteo de la pila de acuerdo con el programa de operaciones de la planta
- Informar al supervisor las fallas que presenten los equipos a su cargo.

En general:

- Utilizar correctamente el uniforme y los elementos de protección personal suministrados por la organización.
- Cumplir con las directrices, reglamentos y normas de seguridad industrial, salud ocupacional, calidad y medio ambiente.
- Otras funciones asignadas por el jefe inmediato.

4. Operario

Realizar y ejecutar las actividades de mantenimiento general, limpieza y apoyo en las obras del sitio de trabajo, en pro de la conservación de las instalaciones y del óptimo funcionamiento del relleno sanitario o apoyar la operación de la planta en el movimiento de materiales entre los diferentes procesos que se adelantan en la planta de reaprovechamiento.

- Según disponga o programe su jefe inmediato debe realizar sus funciones en el relleno sanitario o la planta de reaprovechamiento.

En relleno sanitario:

- Apoyar las maniobras de descarga de los residuos en el frente de trabajo
- Adelantar las actividades necesarias para la construcción de chimeneas, construcción de filtros para lixiviados, conformación de niveles de llenado de residuos y manipulación de motobomba.
- Realizar las funciones de adecuación de infraestructura de paisajismo y ornato del Relleno Sanitario.
- Ejecutar labores de limpieza de las áreas del relleno sanitario y mantenimiento del cerramiento perimetral.

En Planta de reaprovechamiento:

- Realizar picado y mezclado de material orgánico.
- Realizar cribado y empaca de compost.
- Mantener en orden y limpio el sitio de trabajo.
- Apoyar la labores de cargue y descargue del material.
- Apoyar la evacuación del material de desecho hacia el sitio de disposición final.
- Ubicar el material seleccionado en las áreas disponibles para almacenamiento.
- Realizar las labres de cargue y descargue del material que salga y entre a la planta.
- Colaborar como ayudante en obras y reparaciones locativas que se adelanten en el sitio de trabajo.

En general:

- Utilizar correctamente el uniforme y los elementos de protección personal suministrados por la organización. Dar un buen trato a los elementos de dotación y herramientas y velar por su conservación
- Cumplir con el manual de operaciones y normas de seguridad industrial, salud ocupacional, calidad y medio ambiente.
- Mantener buenas relaciones interpersonales.
- Otras funciones asignadas por el jefe inmediato.

5. Guardián

Se encargara de prestar vigilancia y seguridad a las instalaciones del Relleno Sanitario y Planta de Reaprovechamiento.

- Ejercer la vigilancia de bienes muebles e inmuebles, así como la protección de las personas que puedan encontrarse en las instalaciones de la planta.
- Efectuar la vigilancia de la maquinaria, equipos, materiales almacenados, valores y en general de todo bien mueble que se encuentre dentro del complejo sanitario.
- Realizar rondas de inspección por todo el perímetro del predio especialmente en las horas de la noche y en días que no se labore en las instalaciones del relleno sanitario.
- Efectuar controles de identidad en el acceso o en el interior de las instalaciones del complejo sanitario.
- Evitar la organización o conjura de actos delictivos o infracciones a las normas que atenten contra la seguridad en el sitio objeto de su protección.
- Dar aviso inmediato por teléfono, alarma o cualquier medio que se tenga a disposición, en caso de emergencias o actos delictivos que detecte dentro o en los alrededores del sitio en protección.
- Denunciar inmediatamente o poner en evidencia los actos delictivos que se presenten dentro de las instalaciones bien sea por personal empleado, visitantes o asaltantes.
- Responder ante las autoridades competentes a las citaciones, aclaraciones y descargos por denuncias de actos delictivos.
- Responder ante las autoridades competentes por las armas que integren su dotación, y demostrar la documentación que respalde su portabilidad, permisos y demás requerimientos exigidos para las labores de vigilancia y control.
- Respetar y tratar comedidamente al personal y visitantes de las instalaciones
- Otras funciones asignadas por el jefe inmediato.

Tabla 2-41 Maquinaria y equipos – relleno sanitario

N	MAQUINARIA Y EQUIPOS	UNIDAD	CANTIDAD
1	Volquete 6 m ³ con GPS	Und	1.0
3	Mini cargador 74HP de llanta maciza neumática con cadena y hoja topadora	Und	1.0
4	Balanza con computador 20-60 ton	Und	1.0
5	Motobombas diésel	Und	1.0
6	Bomba para recirculación de lixiviados	Und	1.0
7	Generador eléctrico	Und	1.0

Tabla 2-42 Herramientas menores para personal y otros elementos

N	HERRAMIENTA	UND	CANTIDAD
1	Pala	Und	5.0
2	Pico	Und	5.0
3	Azadón	Und	5.0
4	Barreta	Und	5.0
5	Horquilla	Und	5.0
6	Rastrillo	Und	5.0
7	Carretilla	Und	6.0
8	Llanta para carretilla	Und	6.0
9	Botiquín	Und	1.0
10	Extintor PQS	Und	6.0
11	Extintor CO2	Und	3.0

Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2,015

Durante la operación del relleno sanitario se utilizarán los siguientes equipos:

- Minicargador de 1 - 4 Ton de peso, con llanta maciza, con hoja topadora. Este equipo tendrá labores de corte y cargue de materiales de construcción requeridos en el relleno sanitario, como lo es principalmente el material que se empleará en instalación de coberturas, reparación de vías, reparación de filtros etc.
- Volquete de 6 m³ para el transporte de material de cobertura diaria, materiales del cierre, recebo para mantenimiento de vías y construcción de bermas, materiales de construcción (material granular, geomembrana, tuberías, etc.).

El equipo anteriormente citado puede combinarse con miras a cumplir con los procedimientos de conformación y compactación del relleno de acuerdo con lo previsto en los diseños; igualmente puede alternarse con labores manuales para la construcción de los elementos del relleno (canales, chimeneas, filtros, etc).

Su uso se basa en las siguientes reglas de operación

- En los archivos del relleno sanitario, se llevará un inventario actualizado de todos los recursos técnicos existentes (en operación y reserva) para la operación del relleno.
- Todo personal que labore en el relleno estará debidamente entrenado en las labores que desempeñe.
- El personal que labora en el relleno contará con un carnet que lo faculte para su desempeño en este tipo de operaciones.

- La maquinaria que sea empleada en la operación del relleno contará con un programa de mantenimiento periódico y rutinario programado.

2.13.6 Etapa de Cierre, Clausura y Pos-Clausura

El Decreto Supremo No. 057-2,004 correspondiente al Reglamento de la Ley No. 27,314 (Art 69) establece que toda infraestructura de disposición de residuos sólidos debe contar con un Plan de Cierre y Pos-cierre, el cual se describe en este capítulo del documento.

2.13.6.1 Cierre del relleno sanitario

El cierre del relleno o cobertura final, confina definitivamente los residuos, evita la proliferación de vectores y olores y se constituye en la base para la recuperación paisajística del lugar, disminuyendo el impacto visual generado por el proyecto, reinsertándolo al medio ambiente circundante y particularmente en la zona donde se emplaza el relleno, evita la continuación de la gran producción de lixiviado, dando inicio a la rápida disminución de su producción.

Fotografía 2-7 Apariencia de una celda de residuos en etapa de cierre



Fuente: CGR. Relleno Sanitario Andalucía. Quindío – Colombia 2,010.

Es por eso, que esta es una de las principales obras a ejecutar y se debe iniciar su construcción tan pronto como los residuos alcancen la geometría final diseñada. Esta actividad se deberá realizar generalmente en dos etapas bien definidas:

La primera etapa se realiza al mismo instante en que los residuos llegan a cota de diseño, y es cuando se aplica sobre ellos un manto de arcilla de un espesor no menor a 30cm. Estos serán bien compactados con el equipo disponible con el fin de lograr la mejor condición de impermeabilidad, la cual debe llegar al menos a 1×10^{-4} cm/seg.

Fotografía 2-8 Ejemplo de la primera etapa de cierre en construcción



Fuente: CGR. Relleno Sanitario Andalucía. Quindío – Colombia 2010.

La segunda etapa se realiza generalmente luego de transcurrido un tiempo prudencial en el cual, el relleno se asienta, y manifiesta las salidas de lixiviado por los taludes terminados y sellado en su primera etapa. Este tiempo no debe ser mayor a un año.

Permitir que el relleno muestre estas reacciones, es una condición que técnicamente se espera ya sea para asegurar la construcción de los filtros que captarán y llevarán el lixiviado a la red de control de lixiviados desde el mejor sitio posible, o ya sea porque se pretende aprovechar el asentamiento propio del relleno para reacomodar residuos en el mismo sitio para recuperar la cota de diseño.

La segunda etapa de construcción de la cobertura final consiste en completar el espesor de diseño de la arcilla de cierre, que es para el caso igual a 0.8 m. Con este espesor se asegura el sello impermeable requerido para llevar el relleno hacia la minimización de los impactos.

Para la actividad de instalación de cada capa de cobertura, es necesaria la operación de maquinaria pesada para extender el material, con la ayuda de personal operativo que controlarán las cantidades de material y el espesor de la capa.

La instalación de la cobertura final continúa con la construcción del estrato orgánico que será el que promueva la recuperación paisajística del relleno, pues permite la creación de micro ambientes propicios para llenar de vida la zona, esto es, césped, soporte de especies vegetales ornamentales y con olores amigables, y de organismos animales propios de la tierra de este tipo de ambiente.

Para los sectores en los que se debe usar caminos o áreas para desplazamiento de personas y equipos con miras a mantenimientos y recuperaciones, tales como bermas o vías, el componente orgánico del cierre final será reemplazado por recebo común o

afirmado en espesor de 30cm, sobre el cual se pueda transitar e instalar el sistema de manejo de lluvias que se tiene diseñado.

Los procedimientos a realizar la implementación del cierre definitivo del Relleno Sanitario de Andahuaylas, se realizan las siguientes actividades, luego de que el relleno ya ha conformado los residuos hasta la cota final de diseño:

- **Conformación capas en arcilla**

Sobre la superficie donde mediante un levantamiento topográfico se establezca que se ha alcanzado la cota máxima de diseño, una capa de arcilla será extendida y compactada con ayuda de maquinaria pesada efectuando de 3 a 5 pasadas. Esta actividad contará con la supervisión del personal del relleno capacitado y destinado para tal fin. Posterior a la extendida y compactación del material se realizarán 3 apiques para controlar el espesor de la capa que será de 0.8 m al final de la construcción de la segunda etapa, acuerdo a lo estipulado en el diseño técnico. El material de relleno deberá descargarse por la parte alta del talud desde las bermas o vías de acceso, de esta manera se facilitará la labor de extendida y conformación.

- **Conformación suelo orgánico y empradización**

En la superficie ya cubierta por arcilla con los espesores exigidos en el diseño técnico, se extenderá una capa de suelo orgánico con un espesor mínimo de 30cm. Esta capa se instalará con maquinaria pesada y se acometerá en la superficie de los taludes o áreas que no serán usadas para mantenimiento o tránsito de vehículos o máquinas. La capa de material orgánico no requiere de compactación pero sí de uniformidad, para lo cual se controlará su espesor mínimo.

La siembra de especies nativas sobre la capa de suelo orgánico se realizará con el personal operativo del relleno sanitario, a no ser que se forme espontáneamente la vegetación, como suele suceder en este tipo de clima húmedo. La vegetación sirve como amarre para la cobertura final e impide el arrastre de material por la acción de corrientes superficiales de aguas lluvias, o vientos fuertes evitando la erosión.

- **Instalación de afirmado o recebo en bermas y vías**

El afirmado o recebo para la conformación de las vías y bermas correspondientes a las obras de cierre definitivo del relleno sanitario, se extenderá con maquinaria pesada. Para la compactación se puede emplear un equipo de rodillo o pate cabra.

La cuadrilla de operaciones estará pendiente de remover los elementos gruesos que sobresalen dentro del material que se extenderá y controlará los espesores de cada capa extendida que no será inferior a 30cm. La ubicación y las dimensiones de las vías y bermas serán acordes a los diseños técnicos del relleno sanitario.

- **Manejo de gases**

Para el cierre, las estructuras encargadas de captar los gases que se utilizan durante la construcción del relleno en la etapa de operación, o chimeneas deben tener una terminación definitiva de acuerdo a lo expuesto en los planos de diseño.

Para el caso particular de la primera etapa del cierre (capa inicial de 30cm de espesor), sobre las chimeneas que sobresalen un metro de la superficie final de cierre, se instalarán codos de 180° invertidos con el fin de evitar contaminación o taponamiento de la chimenea hacia el interior de la misma.

Fotografía 2-9 Codos temporales invertidos para chimeneas



Fuente: CGR. Relleno Sanitario Magic Garden. San Andrés Isla – Colombia 2,009.

En la segunda parte y terminación final del cierre definitivo del relleno, las chimeneas tendrán la función de tratar el gas generado por medio de quemadores en acero galvanizado. Con esta posibilidad se reduce la presencia de metano para convertirlo en Dióxido de carbono, el cual es alrededor de 21 veces menos contaminante que el metano.

Fotografía 2-10 Quemador de biogás



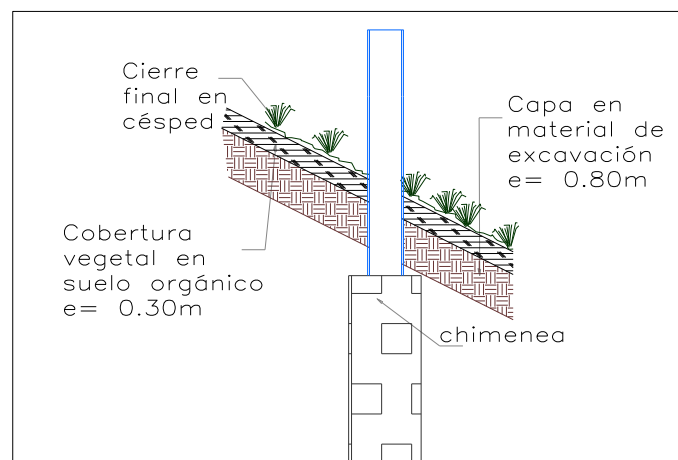
Fuente: Ingeambientedelcaribe.com.co

En síntesis, el sistema de cubierta que hace parte de la clausura, fue diseñado de acuerdo con los siguientes criterios:

- Minimizar la infiltración y percolación de líquidos al relleno sanitario durante todo el periodo de pos clausura.
- Aislar del medio ambiente los residuos sólidos confinados.
- Conducir el agua de escorrentía de manera eficiente, de modo que no desarrolle cárcavas debidas a la erosión.
- Permitir la base necesaria para la construcción del sistema de manejo definitivo de lluvias y de las vías que permiten acceso a los mantenimientos del relleno en las etapas de clausura y pos clausura.

En conclusión, el cierre definitivo estará compuesto por las siguientes capas:

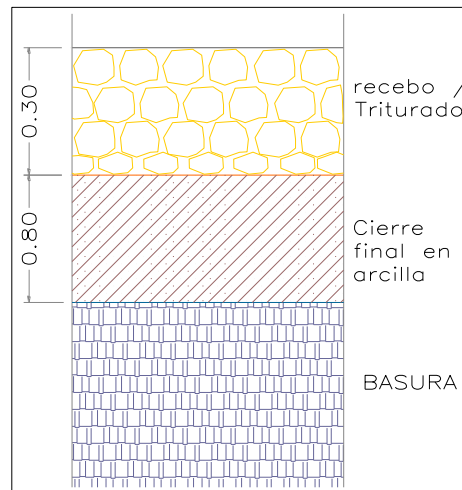
Figura 2-77 Esquema cierre definitivo



Fuente: Consorcio Fichtner-Cydep. 2,015. Plano R-12.

- Una capa de arcilla impermeable de 0.8 m de espesor.
- Una capa de suelo orgánico que servirá de alimento y soporte a las especies vegetales y animales que tendrá un espesor medio de 30 cm, en los sectores del relleno inclinados (taludes), o planos sin vías.
- Un manto de siembra de césped nativo preferiblemente por estolones, dando la apariencia final al relleno.
- Una capa de afirmado de 30 cm sobre la arcilla en aquellas zonas con posible tránsito de vehículos o maquinaria.

Figura 2-78 Cierre en bermas o vías



Fuente: Consorcio Fichtner-Cydep. 2,015. Plano R-12

Reglas de operación:

- Una vez sea terminado un nivel con residuos hasta la cota máxima permitida en los diseños, se tendrá un periodo de tiempo no superior a 1 año para iniciar con las actividades de construcción de la cobertura final.
- Se podrán volver a colocar residuos en aquellas zonas donde se alcanzaron las cotas definitivas de diseño, siempre y cuando se hayan presentado asentamientos importantes comprobados por medio de un levantamiento topográfico.
- No se permitirá que los residuos estén expuestos a la intemperie en áreas donde se hayan alcanzado las cotas definitivas del relleno.

2.13.6.2 Programa de clausura y pos clausura

El programa de clausura comprende todas aquellas acciones que se inician durante y después de la instalación de la cobertura final sobre las terrazas que ya se encuentran concluidas alcanzando las cotas definitivas de acuerdo a los diseños técnicos establecidos. El programa de clausura comprende las siguientes actividades:

- Completar el cierre de los residuos dispuestos en las terrazas.
- Evaluación de la estabilidad geotécnica del relleno.
- Evaluación y reparación del estado de la cobertura final instalada.
- Complementación del cierre de los residuos dispuestos en las terrazas.

- Evaluación y reparación del estado de las obras de control de aguas de escorrentía.
- Manejo y control de la disposición del lixiviado existente.
- Definición del uso futuro de los predios del relleno sanitario.

El programa de pos clausura está encaminado a cumplir todas aquellas acciones posteriores a la clausura, correspondientes al control y seguimiento del relleno y la construcción de las obras para el uso futuro del predio. Para esta etapa se espera que la producción de lixiviados y la generación de gases sea mínima y que a largo plazo el relleno presente una condición estable que permita el desarrollo de su uso futuro.

Para tal efecto, debe realizarse al menos:

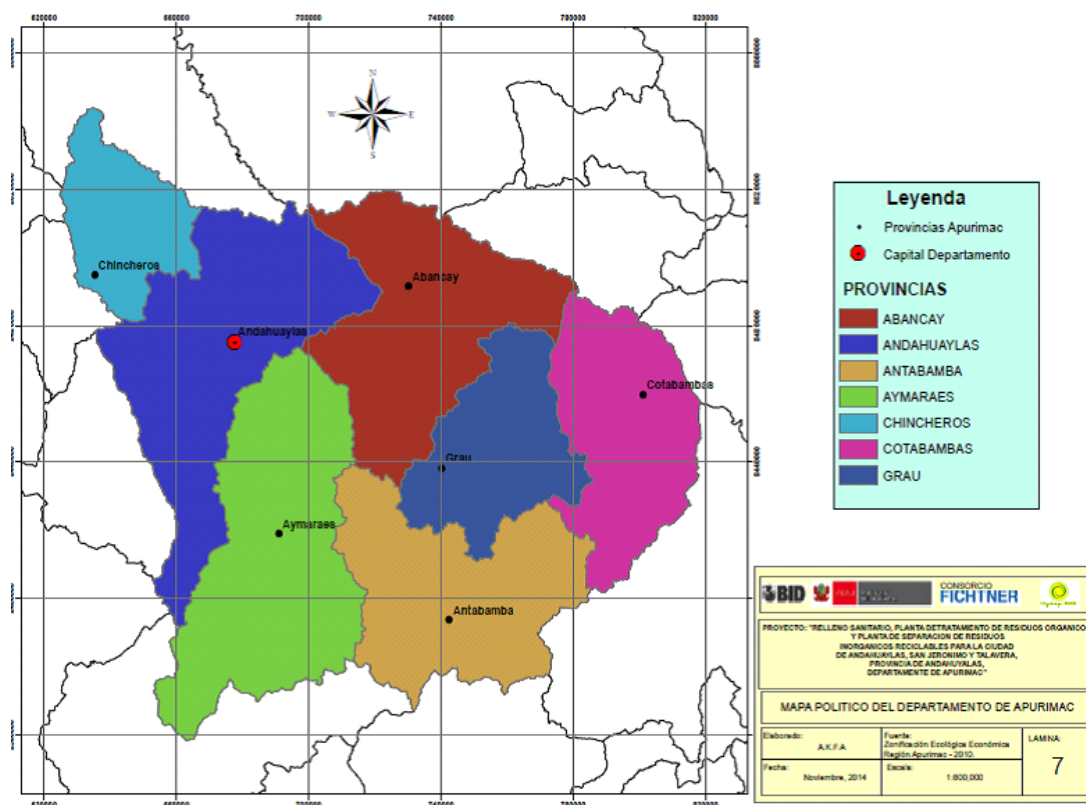
- Un levantamiento topográfico actualizado con el fin de replantear sobre el mismo, el diseño y construcción de las obras necesarias para la ejecución del uso futuro del predio.
- Implementar el diseño paisajístico.
- Desmantelar las estructuras que no serán parte del uso futuro del predio.
- Durante el programa de pos clausura se continuará con el mantenimiento del relleno sanitario, que incluye vías de acceso, canales, bermas, quemadores de biogás, cobertura final, empradización, solo que con una frecuencia menor.
- Además en esta etapa se continuará con el monitoreo y evaluación de la cantidad y calidad del lixiviado generado y monitoreo de la calidad de gas con una frecuencia anual.

3 LÍNEA BASE

3.1 Ubicación, extensión y emplazamiento del proyecto

El proyecto se ubica en el departamento de Apurímac, situado en la zona andina de los Andes centrales. Limita por el norte con Ayacucho y Cusco; por el sur con Arequipa; por el este con el departamento del Cusco; por el oeste con el departamento de Ayacucho. El departamento de Apurímac cuenta con 7 provincias y 77 distritos, siendo la provincia de Andahuaylas y distrito de San Jerónimo donde se emplaza el proyecto.

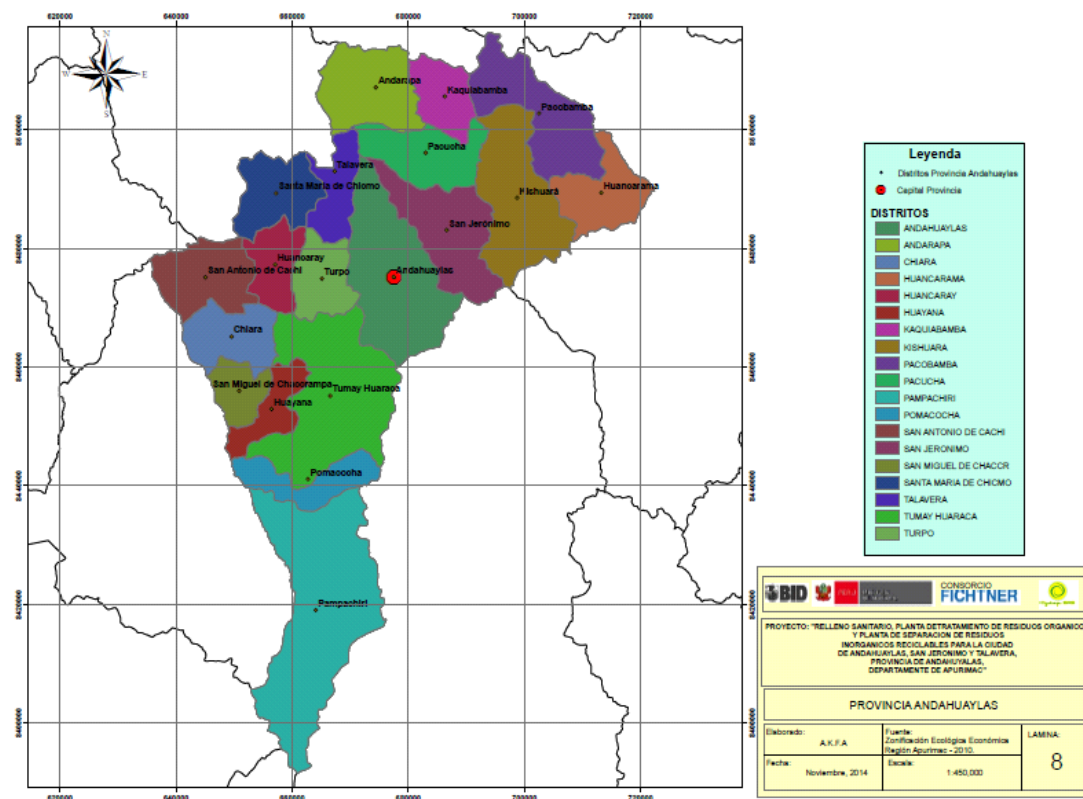
Figura 3-1 Mapa de político del departamento Apurímac



Fuente: Consorcio Fichtner- Cydep SAS

La provincia de Andahuaylas se crea en la época republicana y el distrito de Andahuaylas se creó al mismo tiempo que la provincia, el 21 de junio de 1825, por decreto del gobierno de Simón Bolívar, formando parte del departamento del Cuzco. Por ley de 28 de abril de 1873, se le agregó al departamento de Apurímac contando actualmente con 19 distritos, tal como se muestra en la figura 3-2.

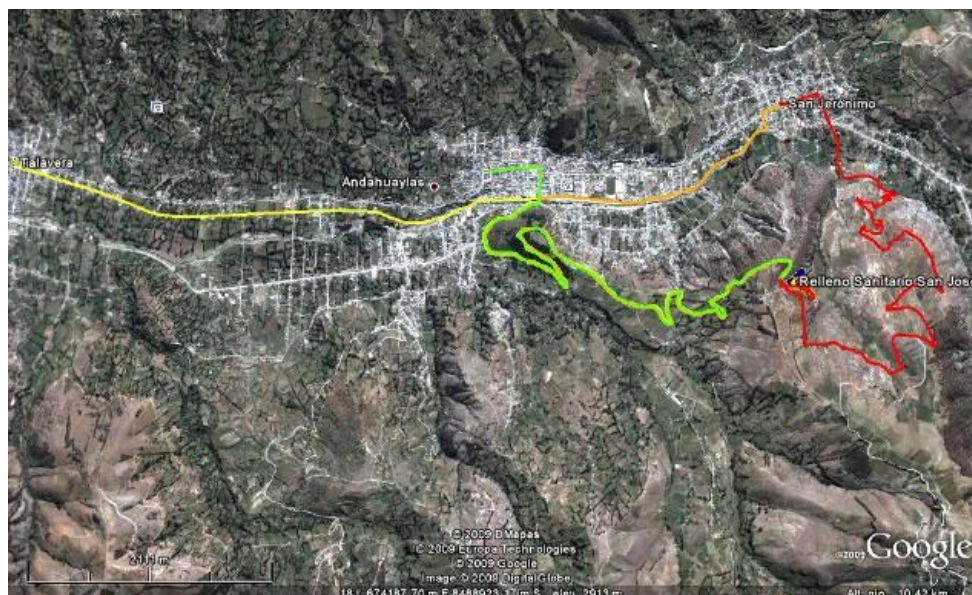
Figura 3-2 Mapa político provincia de Andahuaylas



El área del proyecto se ubica en las laderas del cerro San José, con pendiente moderadamente pronunciada, en la Comunidad Campesina Unión Chumbao en el Sector Suyllhuacca, distrito de San Jerónimo, provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac. Situado a 7.56 km de la ciudad de Andahuaylas. A una altura aproximada de 3184 m.s.n.m.

El área destinada para el relleno sanitario, planta de tratamiento de residuos orgánicos y planta de segregación de residuos inorgánicos reciclables, tiene una extensión de 6.06 has, abarcando un perímetro de 1392.30 metros lineales. El área es de propiedad de la Comunidad Campesina Unión Chumbao cedido en Cesión en Uso a la Municipalidad Provincial de Andahuaylas por un periodo de 25 años.

Figura 3-3 Ubicación del área del proyecto



Fuente: Consorcio Fichtner – Cydep. 2015

3.2 Medio físico

3.2.1 Selección de área

Determinar el área técnica, sanitaria y ambientalmente más adecuada, para la instalación de las infraestructuras de disposición final de residuos sólidos, la planta de tratamiento de residuos orgánicos y la planta de separación de residuos inorgánicos reciclables es una prioridad para las localidades de Andahuaylas, Talavera y San Jerónimo que generan en conjunto 43.55 toneladas al día de residuos sólidos, que por falta de un lugar e infraestructura adecuada contaminan la cuenca del río Chumbao ocasionando grandes pérdidas en la salud pública, en el sector turismo y ornato, así como en los ecosistemas frágiles de la cuenca.

De acuerdo al estudio de selección de sitio para la “Implementación de Infraestructuras de Disposición Final de Residuos Sólidos, Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos y Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables” en la provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac; se concluye que el terreno ubicado en el Cerro San José de la Comunidad Unión Chumbao, distrito de San Jerónimo, es la alternativa de mejor posibilidad para la construcción del relleno sanitario y plantas de tratamiento y separación de residuos sólidos, dado que cuenta con la opinión favorable de la población, debido a ello se cuenta con un Acta de Sesión de Uso por 25 años, otorgada por la población a la Municipalidad Provincial de Andahuaylas; cuenta con una mejor accesibilidad al terreno y tiene barrera sanitaria natural.”

Concluye además que “La localidad de Andahuaylas cuenta con zonas con buenas características para la implementación de la obra proyectada, sin embargo ha sido difícil ubicar y designar áreas probables y adecuadas ya sea por la distancia a las ciudades de Andahuaylas, Talavera y San Jerónimo; la accesibilidad, y lo más importante que cuente con la aprobación de la población”. Para la selección de área se utilizaron 19 criterios de selección las cuales fueron ponderados y valorados, a continuación se muestra el cuadro de valoración de alternativas, cuyo detalle se muestra en el estudio de selección de sitio para el Relleno Sanitario semi mecanizado de la provincia de Andahuaylas.

Tabla 3-1 Áreas alternativas para la selección de sitio

ÍTEM	ÁREAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS	ÁREA	PERÍMETRO
1	Cerro San José, CC.PP. Unión Chumbao	60,605.87 m ²	1392.30 ml
2	Sector Huaroccapata, CC.PP Ampí	116,985.03 m ²	1829.85 ml
3	Sector Poccontoy	2,435 m ²	916.98 ml

Fuente: Estudio de selección de sitio - Municipalidad Provincial de Andahuaylas – 2015

Tabla 3-2 Distancias y tiempo de recorrido a las áreas propuestas

ÍTEM	RECORRIDO (ORIGEN)	DESTINO	DISTANCIA	TIEMPO
1	Desde la Plaza de Armas de Andahuaylas Al Terreno.	Alternativa 1: “Cerro San José, Cc.Pp. Unión Chumbao	7.56 Km	15 Min.
2	Desde El Cruce A Pacucha Al Terreno. (Carretera Afirmada)	Alternativa 2: “Sector Huaroccapata, Cc.Pp Ampí	11.7 Km	20 Min.
	Desde La Plaza De Armas De Andahuaylas Al Terreno. (Carretera Asfaltada Y Afirmada)		20.53 Km	50 Min.
3	Desde La Plaza De Armas De Andahuaylas Al Terreno.	Alternativa 3: “Sector Poccontoy”	25.87 Km	60 Min.

Fuente: Estudio de selección de sitio - Municipalidad Provincial de Andahuaylas – 2015

Tabla 3-3 Valoración de alternativas de selección de sitio

Ítem	Criterios de Selección	Peso asignado (%)	Resultado Obtenido		
			(Calificación*peso)		
			Área 1	Área 2	Área 3
1	Propiedad del terreno	6.4	32	32	25.6
2	Accesibilidad al sitio (Distancia a vía de acceso principal Km)	3.0	15	9	6
3	Cuenta con barrera sanitaria natural	1.5	7.5	3	3
4	Distancia a la población más cercana (m)	6.4	12.8	32	32
5	Distancia a granjas crianza de animales (m)	6.4	32	32	32
6	Distancia a aeropuertos o pista de aterrizaje (m)	3.0	9	15	15
7	Área arqueológica	6.4	32	32	32
8	Área natural protegida por el estado	6.4	32	32	32
9	Vulnerabilidad a desastres naturales (inundaciones, deslizamientos)	6.4	25.6	25.6	12.8
10	Infraestructura existente	5.5	27.5	27.5	27.5
11	Pendiente del terreno (Topografía)	2.3	9.2	9.2	9.2
12	Distancia a fuentes de aguas superficiales (m)	3.0	9	15	9
13	Profundidad de la NAPA freática (m)	3.0	15	15	15
14	Geología de suelo	4.0	16	16	12
15	Área del terreno (m ²)	3.0	15	15	9
16	Vida útil	3.0	15	15	9
17	Disponibilidad de material de cobertura	3.0	15	15	15
18	Dirección predominante del viento (contraria a la población más cercana)	3.8	19	19	19
19	Opinión pública	7.6	38	7.6	30.4
20	Uso actual del suelo, compatibilidad con el uso actual y planes urbanos	7.6	30.4	38	22.8
21	Área considerado en el PIGARS	3.0	15	15	15
22	Pasivos ambientales	3.0	15	15	15
23	Impacto del tránsito vehicular sobre la comunidad	2.3	11.5	9.2	6.9
Total		100.00	448.5	444.1	405.2

3.2.2 Suelo

Según los estudios del área seleccionada, se ha identificado que el material que conforma el perfil del suelo del área del proyecto es de origen residual compuesto por limo arcilloso de poca permeabilidad.

Se pueden observar tres horizontes, un primero superficial constituido por depósitos aluviales, compuestos por materiales limo arenoso con restos de materia orgánica (área que será ocupada por componentes de oficinas administrativas y reaprovechamiento), este horizonte en las excavaciones realizadas, se presenta húmedo seco hasta los 5.0 m explorados, por debajo de este infrayace material limo arcilloso residual los cuales se encuentran húmedos y una capa saturada por donde ocurre un flujo hídrico siguiendo la pendiente hacia la quebrada lateral.

Finalmente bajo estos depósitos recientes infrayace el intrusivo del batolito Andahuaylas. La profundidad de este basamento es indeterminada sin embargo se puede inferir un basamento competente y poco alterado debido a las características mineralógicas de la roca.

3.2.3 Parámetros físico mecánicos del suelo

Las condiciones para la cimentación encontrada en las calicatas se describen en la siguiente tabla:

Tabla 3-4 Resumen resultados de laboratorio de suelos

Calicata	Muestra	Profund. (m)	Granulometría (%)			Límites (%)			Clasificación SUCS
			Grava	Arena	Finos	L.L.	L.P.	C.H.	
S-1	M -1	2.0	0.0	2.3	97.7	84	37	44.7	CH
S-2	M-1	2.0	0.0	12.5	87.5	70	33	30.9	CH
S-3	M-1	3.0	1.0	34.0	65	57.39	31.25	31.05	MH
S-3	M -2	10.0	0.1	29.1	70.8	34	22	24.9	CL
S-4	M-1	2.0	7.9	13.3	78.8	59	30	34.9	CH
S-4	M-2	3.0	0.0	20.2	79.8	39	23	32.9	CL
S-4	M-3	10.0	0.0	29.3	70.7	51	32	31.5	MH
S-5	M - 1	5.0	0.0	31.9	68.1	45	33	24.6	ML
S-6	M - 1	5.0	0.0	33.6	66.4	48	32	20.3	ML

Fuente: Evaluación geotectónica del proyecto relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

Abreviaturas:

SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

CH: Arcilla gruesa

ML: Limo arenoso

MH: Limo elástico con arena

CL: Arcilla delgada con arena
LL: Límite Líquido
LP: Límite Plástico
NP: No Presenta

3.2.3.1 Permeabilidad

El grado de permeabilidad de un suelo se mide por su coeficiente de permeabilidad, el cual se basa en la ley propuesta por Darcy en el Siglo XIX.

Se entiende por permeabilidad, la propiedad de un suelo que permite el paso del agua a través de sus vacíos, bajo la acción de una carga hidrostática. Por lo tanto no todos los suelos tienen la misma permeabilidad, de ahí que se considera dos tipos de suelo: como permeables e impermeables. En la tabla 3-5, se muestran los rangos de permeabilidad relativa para suelos típicos:

Tabla 3-5 Rangos de permeabilidad relativos por tipo de suelo

PERMEABILIDAD RELATIVA	VALORES DE K (CM/SEG)	SUELO TÍPICO
Muy permeable	$> 1 * 10^{-1}$	Grava gruesa
Moderadamente permeable	$1 * 10^{-1}$ a $1 * 10^{-3}$	Arena, arena fina
Poco permeable	$1 * 10^{-3}$ a $1 * 10^{-5}$	Arena limosa, arena sucia
Muy poco permeable	$1 * 10^{-5}$ a $1 * 10^{-7}$	Limo y arenisca fina
Impermeable	$< 1 * 10^{-7}$	Arcilla

Fuente: Evaluación geotectónica del proyecto relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

Para el proyecto se realizaron 2 ensayos de permeabilidad, para ello se consideraron las muestras alteradas de las calicatas S-3 (CL) y S-4 (MH) cuyos coeficientes de permeabilidad (K) se determinaron a través de ensayos en laboratorio. Dichos resultados se muestran en la tabla 3-6.

Tabla 3-6 Valores de coeficientes de permeabilidad según los reportes de laboratorio

CALICATAS	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD K (CM/S)
S-3	9.7269 E-06
S-4	1.6665 E-05

Fuente: Evaluación geotectónica del proyecto relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2014

Considerando estos resultados en función a los rangos de la tabla 3-6, la permeabilidad del área del relleno se considera como **Muy Poco permeable**, esto corrobora el tipo de material arcillo limoso que compone el área del proyecto.

3.2.3.2 Infiltración

Se realizaron ensayos de infiltración en la zona donde se instalarán las oficinas y talleres, para la realización de estas pruebas se consideró la norma establecida en el Reglamento Nacional de Edificaciones, para ello se excavó un agujero con dimensiones 0.3x0.3 m y una profundidad de 0.5 m, para lo que se realizaron las siguientes actividades: Se saturó inicialmente durante 24 horas, posteriormente se inició la prueba de infiltración tomando los datos cada 30 min, durante 3.0 horas, los datos tomados en campo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3-7 Ensayos de infiltración IN SITU

DATOS DE MEDICIÓN DE CAMPO					
N° MEDIC.	HORA INICIAL	HORA FINAL	ALT. INICIAL (cm)	ALT. FINAL (cm)	DIFER. (cm)
1	10:00	10:30	40	36	4
2	10:30	11:00	36	33	3
3	11:00	11:30	33	31	2
4	11:30	12:00	31	30	1
5	12:00	12:30	30	29	1
6	12:30	01:00	29	28	1

Fuente: Evaluación geotécnica del proyecto relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

De la tabla se deduce que la variación de infiltración es constante, considerando este resultado se procedió a calcular la velocidad de infiltración. Para ello se consideró una ecuación sencilla de regla de tres simple esto con la finalidad de calcular la velocidad de Infiltración en cm/s, para ello se tuvo en cuenta el dato de la última medición, es decir 1 cm/30 min. Considerando ello se obtuvo el resultado de 5.56 E-4 cm/s; este resultado se considera como **Terreno de infiltración lenta**.

3.2.3.3 Capacidad Portante

En el área donde se ubicarán las celdas del relleno, la capacidad de carga varía de 9.89 a 24.56 kg/cm² (S-3, S-4), material arcillo limosos (residuales). Considerando las características de las estructuras a implementarse en el relleno sanitario, el área del proyecto presenta buenas condiciones geotécnicas.

Para el cálculo de la capacidad admisible de carga se utilizará la formulación del

criterio de TERZAGHY Y PECK, cuyos resultados se muestran en la tabla siguiente, donde se puede observar que los resultados de la capacidad de carga admisible varían de acuerdo a los parámetros de resistencia. En este sentido la capacidad de carga mínima corresponde a la calicata S-5 con 2.65 kg/cm^2 , para un material limo arenoso (área de re aprovechamiento).

Tabla 3-8 Resumen de capacidad portante para las calicatas investigadas

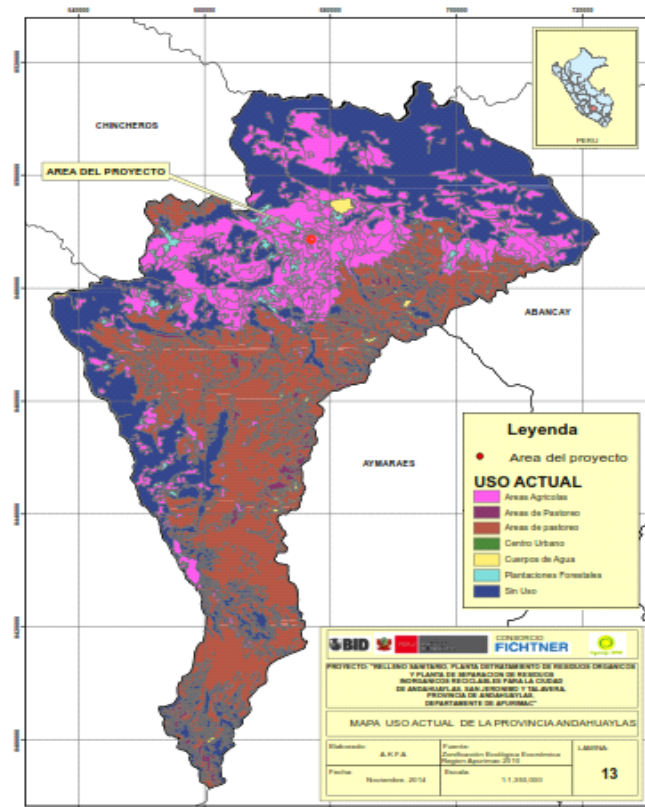
CALICATAS	Df (m)	qadm (kg/cm^2)
S-1	5.0	17
S-2	5.0	6.67
S-3	10.0	24.56
S-4	10.0	9.89
S-5	5.0	2.65
S-6	5.0	15.43

Fuente: Evaluación geotectónica del proyecto relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

3.2.3.4 Uso actual de las tierras

En el territorio de la provincia de Andahuaylas donde se encuentra el área de influencia del proyecto, se han determinado diferentes categorías de uso, dependiendo principalmente de la interacción del hombre y su entorno para la satisfacción de sus necesidades, esta interacción es regulada por los aspectos fisiográficos, topográficos, climáticos, y socio-culturales.

Figura 3-4 Mapa uso actual de la tierra provincia de Andahuaylas

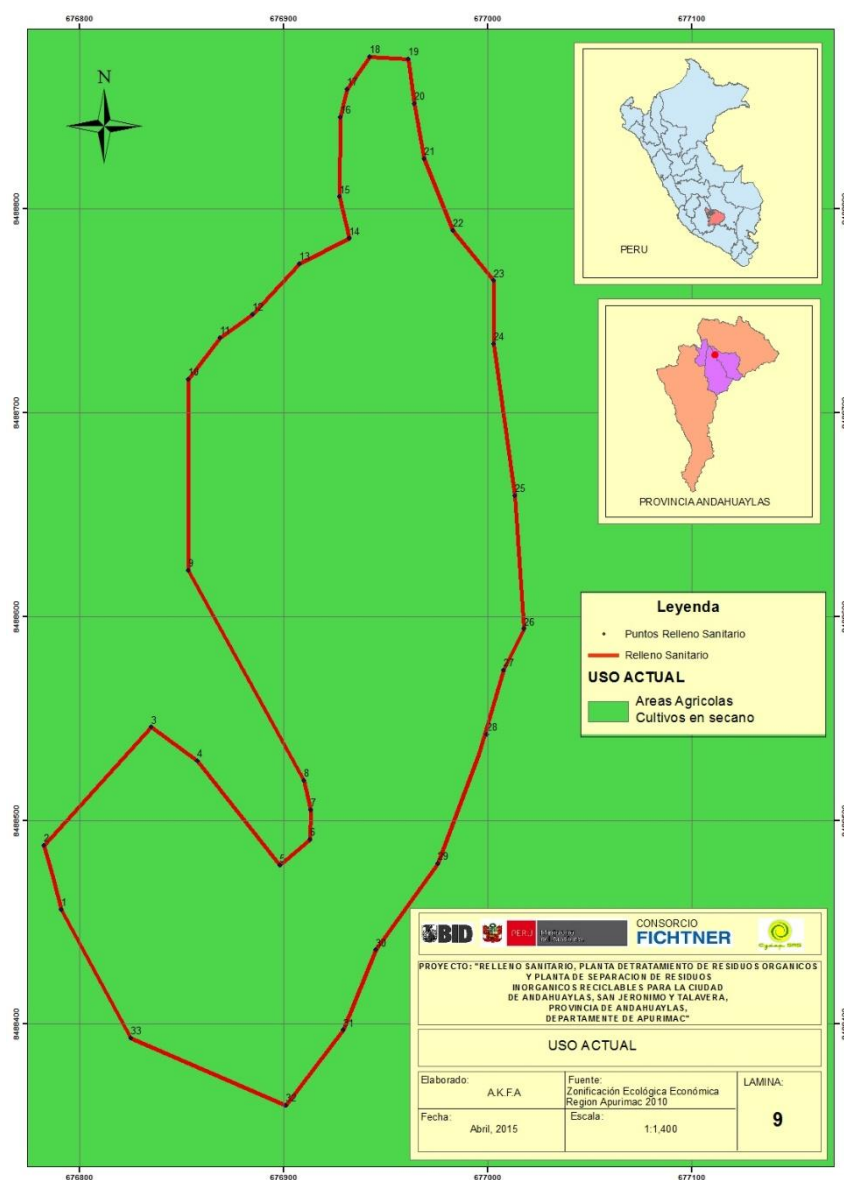


Fuente: Zonificación Ecológica Económica del departamento de Apurímac adaptado Consorcio Fichtner – Cydep. 2015

El tipo de vegetación que se ha desarrollado en estas áreas depende del tipo de alteración antrópica a la cual han sido sometidas, entre estas tenemos: plantaciones forestales, áreas agrícolas, áreas de pastoreo, cuerpos de agua y uso urbano. Ver mapa de uso actual de la tierra.

El área de influencia del proyecto se encuentra sobre área de uso actual agrícola, esta categoría comprende las tierras que actualmente se encuentran ocupadas para la producción agrícola, en esta categoría se identificaron: cultivos en secano donde se siembra por lo general quinua, cebada y maíz.

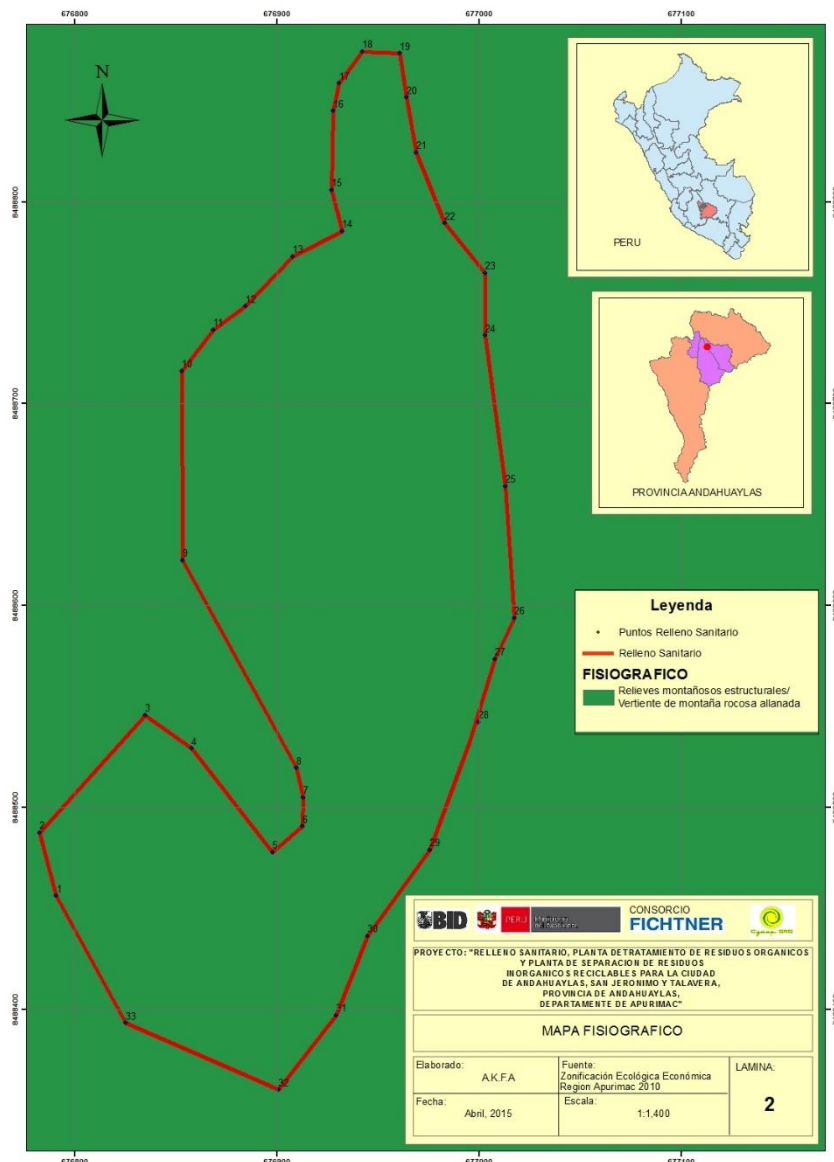
Figura 3-5 Mapa uso actual de la tierra en el área del proyecto



3.2.4 Fisiografía

De acuerdo con los estudios realizados para la zonificación ecológica económica de Apurímac; el área de proyecto forma parte de los relieves montañosos estructurales. Esta unidad de gran paisaje se distribuye predominantemente en el ámbito de la Región Apurímac y está conformada por un conjunto de elevaciones prominentes mayores a 300 m, sobre el nivel de base local. Se caracteriza por presentar una topografía de fuerte pendiente a abrupta, con relieves accidentados y pendientes desde fuertemente inclinados a escarpados, de 15% a más de 75%.

Figura 3-6 Mapa fisiográfico del área del proyecto



3.2.5 Topografía

Las características topográficas del área sobre el cual se desarrollará el proyecto, se presentan en la siguiente figura, para el diseño de la infraestructura se empleará 6.06 has con un perímetro de 1392.30 ml, siendo este terreno ondulado comprendido entre las cotas 3103 y 3220 msnm, con una elevación pronunciada hacia el costado sur de la vía de acceso al predio, con pendientes que alcanzan el 40%. El sector norte es caracterizado por ondulaciones más suaves con respecto al sector sur, con una

PUNTOS GEODESICOS
Datum WGS-84, Zona 18S

PUNTO	ESTE	NORTE
GPS-01	676,874.878	9'488,530.145
GPS-02	676,974.318	9'488,400.270

LEYENDA

- Contorno (Contour)
- Límite Municipal (Municipal Boundary)
- Arroyo (Arroyo)
- Camino de Agua (Waterway)
- Carretera (Road)
- Río de la Zona (Zone River)
- Puntos (Points)
- Hito (Marker)

El área materia del presente estudio es parte de la divisoria continental, conformada por una cadena de montañas denominada cordillera de Huanzo, por lo que todo su sistema de drenaje de agua va hacia los grandes ríos que van hacia el océano Atlántico.

Dentro de este panorama el rasgo geomorfológico más importante es una gran llanura andina ubicada entre los 3,800 – 4,500 m.s.n.m. denominado superficie puna que a consecuencia de los agentes geológicos modeladores, se presenta como una topografía accidentada, con valles profundos y encañonados.

La historia morfo genética de la región, está vinculada íntimamente a la evolución geológica de los andes del Sur, algunos de cuyos eventos pasados explican las formas actuales; la formación de una gran superficie de erosión ocurrida en el Mioceno, fase de levantamiento Andino y la intensa actividad volcánica del período Terciario - Cuaternario entre los hechos más antiguos, y en el tiempo más reciente se caracterizan los cambios climáticos del cuaternario, los mismos que han dejado profundas huellas en la morfología actual, principalmente por la ocurrencia de varios períodos glaciares.

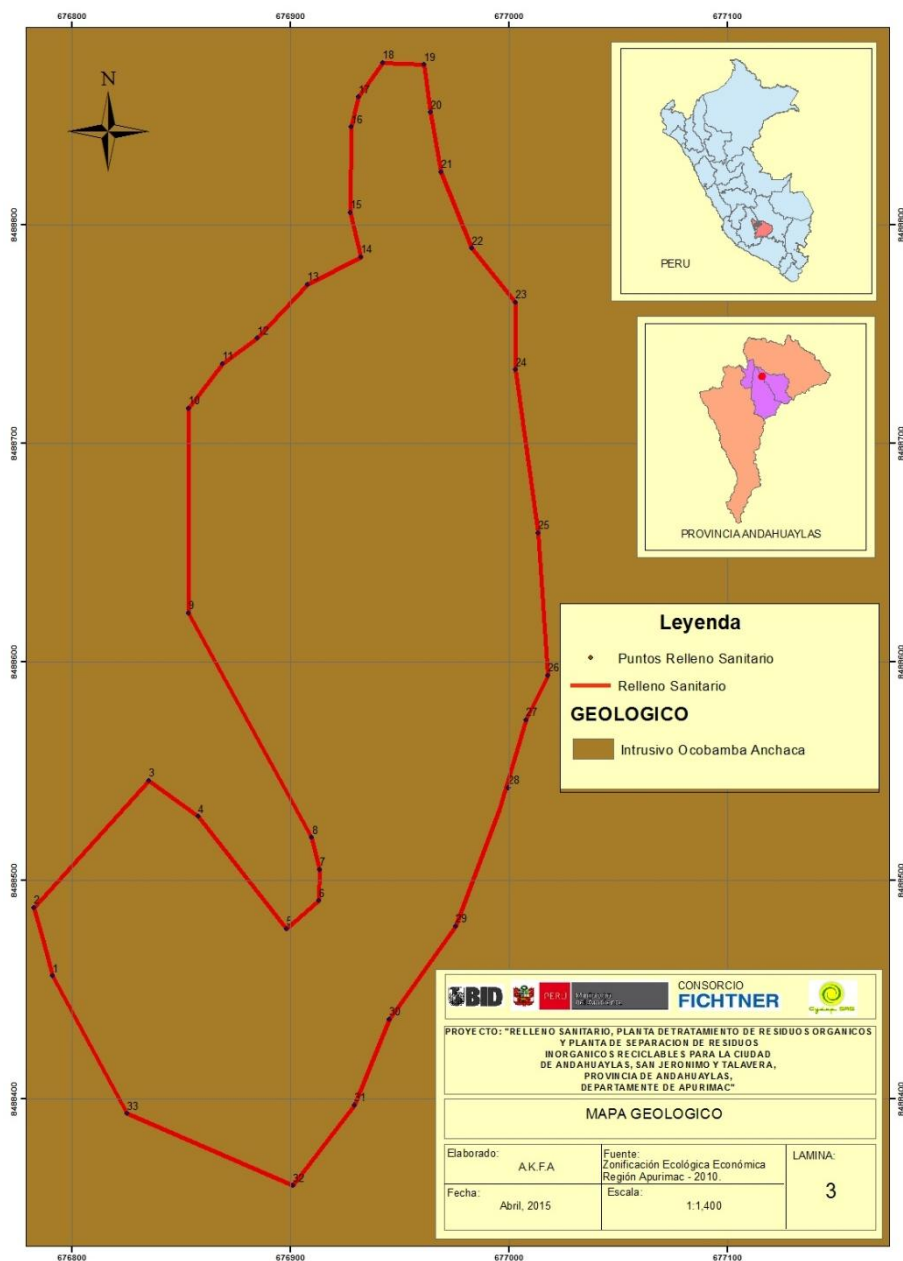
Geología regional

De acuerdo con el estudio geológico realizado para la zonificación ecológica económica, la zona de estudio se caracteriza por estar asentada sobre cuerpos intrusivos del Paleogeno - neógeno denominada intrusivo Ocobamba Anchaca (intrusivo cuarzodiorita), originada en la era del cenozoico, comprendida en el sistema paleógeno, perteneciente a la unidad plutónica (Rocas plutónicas) formación definida en la evaluación geotécnica para el relleno sanitario de Andahuaylas como productos plutónicos post-tectónicos que constituyen un gran batolito alargado en una dirección Este-Oeste por una longitud de casi 150 km. Su afloramiento es continuo desde el borde Este del cuadrángulo de Cotabambas hasta la ciudad de Andahuaylas. Las exposiciones aisladas que aparecen en el borde Sur de la región estudiada son apófisis del batolito.

Macroscópicamente la roca se presenta bastante leucócrata, debido a la gran proporción de minerales blancos (plagioclasas, ortoclasas y cuarzo en menor proporción). Numerosas manchas negras (hornblenda y algunas biotitas) destacan sobre el aspecto blanco de la roca. No se nota ninguna orientación de los minerales, lo que constituye un buen criterio de diferenciación con el intrusivo sintectónico. En ciertas partes, y sobre todo en su bordura, el macizo contiene enclavas de dioritas de grano fino, últimos testigos de una primera fase de intrusión más básica. Muy a menudo se presenta este intrusivo muy diaclasado, a tal punto que en ciertos lugares mirándolo de lejos, se le puede confundir con rocas estratificadas. La composición microscópica de estas rocas están constituidos por minerales blancos (Plagioclasas, Ortoclasas y biotitas), en menor proporción numerosas manchas negras (hornblendas, y algunas biotitas).

El intrusivo cuarzodiorita se hace evidente en la Región, hacia el Nor-Occidente, formando cuerpos amplios ubicados en los distritos de Andahuaylas, San Jerónimo, entre otros.

Figura 3-8 Mapa geológico del área del proyecto



Fuente: Zonificación Ecológica Económica del departamento de Apurímac, adaptado Consorcio Fichtner – Cydep. 2015

Geología Local

La geología local que aflora en el entorno está constituida por granodiorita muy alterada. Éste al exponerse en superficie está expuesto al intemperismo donde la roca se expande y contrae por los cambios de temperatura, causando fracturamientos.

Estas aberturas son aprovechadas por las raíces de la vegetación de la zona, esto ha intensificado la meteorización del intrusivo.

Además se ha podido observar las características del granito alterado en los cortes del botadero y quebradas aledañas con las siguientes características:

- Resistencia: Blanda (se disgrega muy fácil al golpearse con la punta de la picota).
- Fracturamiento: Fracturada, en los cortes se observa desclasamiento con distintas direcciones.
- Decolorada: Se observan cambios en el color original de la matriz rocosa.
- Descompuesta: La roca se ha alterado debido a la descomposición mineral, toma un color blanco plomizo con numerosas manchas negras.

Perfil geológico

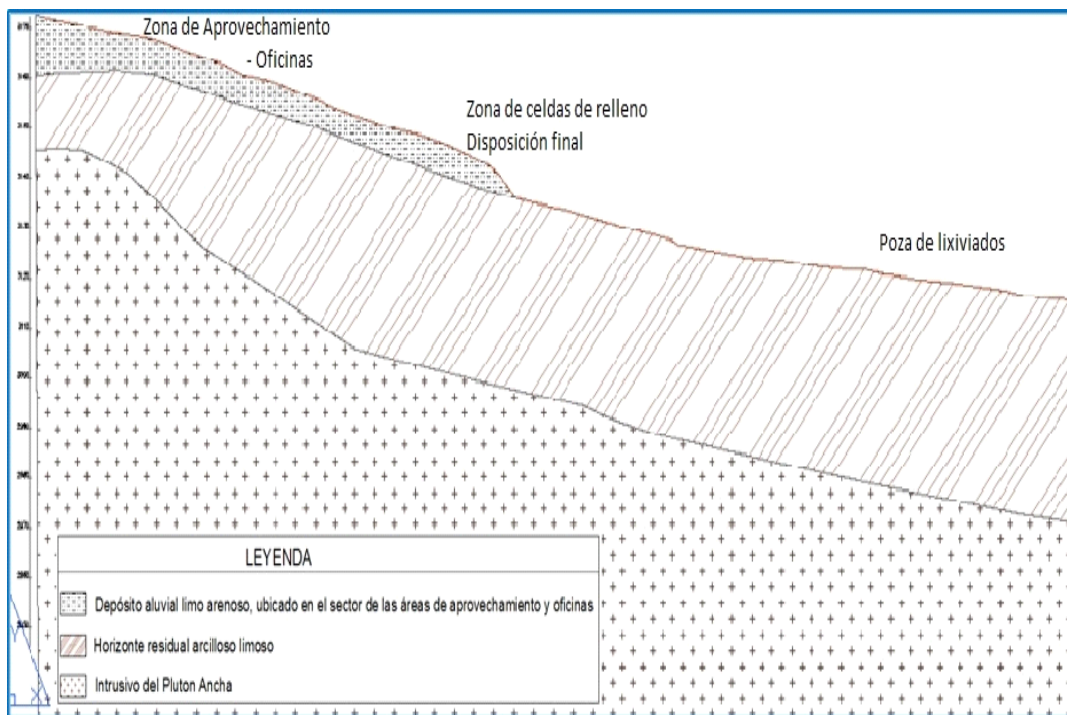
Para determinar el perfil geológico del área del proyecto se ha considerado los resultados de las calicatas ejecutadas complementadas con los sondeos geoelectrónicos desarrollados y lo observado en campo, con los cuales se ha determinado la configuración de unidades estratigráficas predominantes de la zona de estudio. Estas unidades estratigráficas según lo observado durante los trabajos de campo se tratan de depósitos aluviales, residuales que cubren al intrusivo en proceso de alteración. Estas unidades se han depositado en un rango de tiempo geológico.

Considerando las líneas de investigaciones geofísicas se ha realizado un corte longitudinal del área del proyecto, con la finalidad de estimar las potencias y las características que presentan estos materiales, dichas propiedades se corroboraron con lo observado en campo mediante la excavación de las calicatas.

En el corte geológico se puede observar tres horizontes, un primero superficial constituido por depósitos aluviales, compuestos por materiales limo arenoso con restos de materia orgánica (área que será ocupada por componentes de oficinas administrativas y aprovechamiento), este horizonte en las excavaciones realizadas (S-5 y S-6) se presenta húmedo seco hasta los 5.0 m explorado, por debajo de este infrayace material limo arcilloso residual los cuales se encuentran húmedos y una capa saturada por donde ocurre un flujo hídrico siguiendo la pendiente hacia la quebrada lateral.

Finalmente bajo estos depósitos recientes infrayace el intrusivo del batolito Andahuaylas. La profundidad de este basamento es indeterminada sin embargo se puede inferir un basamento competente y poco alterado debido a las características mineralógicas de la roca. De lo analizado en los perfiles realizados existen tres materiales los cuales se estima que presentan características geotécnicas medianamente favorables por la presencia de los flujos, para los cuales se tendrá que considerar las medidas correctivas con la finalidad de mejorar su condición geotécnica, el perfil geológico se muestra en la Figura.

Figura 3-9 Corte geológico del área del proyecto relleno sanitario Andahuaylas



Fuente: Evaluación geotectónica del proyecto relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

3.2.6.2 Geomorfología:

La región se encuentra comprendida entre tres grandes regiones geográficas: la Cordillera Occidental, los Valles Interandinos y la Cordillera Oriental. Apurímac, se encuentra asentada casi en su totalidad en el seno de las estribaciones de la Cordillera Occidental, cuyo relieve está conformado por grandes montañas mayormente altas de hasta más de 5000 metros de altura sobre el nivel del mar. Dicho relieve presenta una disección muy intensa con quebradas numerosas como producto.

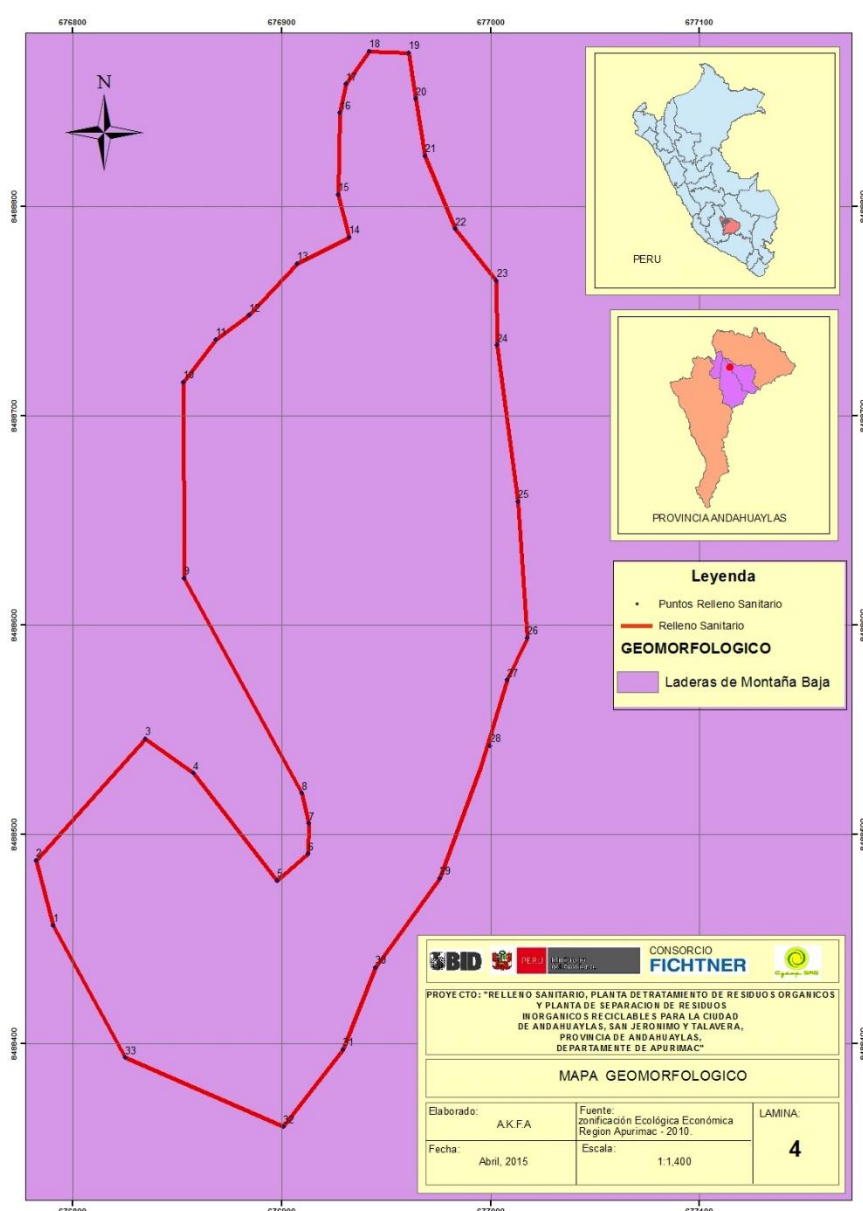
La morfología joven de la unidad Cordillera Oriental se debe al juego reciente de la zona de fallas E-W (falla de Abancay). El levantamiento plio-Cuaternario de los Andes se realizó por intermedio de falla de juego normal que cortó la superficie puna. En la región, ciertas porciones de dicha superficie se levantaron más que otras. Las partes levantadas (Cordillera Oriental) sufrieron una reactivación de la erosión y se encuentran rejuvenecidas. La historia geológica muestra que, desde fines del Paleozoico, la Cordillera Oriental fue una zona móvil positiva y sufrió varias etapas de erosión seguidas de levantamientos.

Localmente la zona estudiada presenta una morfología de laderas de montaña Baja de pendiente inclinada a empinada, disectados por la quebrada Lambras Huaycco y otras de menor jerarquía, quienes han modelado el intrusivo que aflora en todo este sector;

dejando un modelado de laderas suaves como es el caso del área del relleno, en donde se viene desarrollando una actividad agrícola.

Los procesos erosivos en estas unidades geomorfológicas son en general intensos pero en menor grado de las montañas altas, así, los principales agentes son la pluviosidad y la escorrentía fluvial, estos acarrean abundante material sedimentario, el cual es depositado ampliamente en las inmediaciones basales de estas unidades montañosas.

Figura 3-10 Mapa geomorfológico del área del proyecto



Fuente: Zonificación Ecológica Económica del departamento de Apurímac adaptado Consorcio Fichtner – Cydep. 2015

3.2.6.3 Geodinámica

El Perú por su ubicación geográfica frente a subducción de la placa de Nazca debajo de la de Sudamérica, la que es causante de la actividad sísmica y volcánica, lo cual determina que nuestro país este sujeto a procesos geodinámicas como deslizamientos, derrumbes, huaycos, inundaciones, sismos y actividad Volcánica etc.

Así mismo nuestro territorio como nuestra región, está sujeto a los efectos del denominado “fenómeno del Niño” que al producir un calentamiento de las aguas frente a nuestra costa, origina fuertes precipitaciones pluviales que destruye la infraestructura pública, produce procesos geodinámicos externos (inundaciones y deslizamientos, derrumbes y movimiento en masa), destruye viviendas, hasta origina pérdidas de vidas humanas e interrupción en la actividad productiva.

Geodinámica Interna

La interacción entre la placa oceánica de Nazca con la placa continental sudamericana determinan la zona de subducción a lo largo de la costa del Perú la cual produce reajustes corticales que origina los sismos.

En el Perú se utilizan los mapas de isoaceleraciones sísmicas publicados por Alva y Castillo en 1985, las cuales varían entre valores de 0.26 y 0.20 en la zona del proyecto, disminuyendo conforme se avanza hacia el Este.

En el estudio probabilístico de peligro sísmico se ha considerado las fuentes sismogénicas como áreas. Para el sismo de diseño se ha determinado un rango de valores de aceleración máxima de 0.28 a 0.29 g. y un rango de aceleraciones efectivas de 0.18 a 0.20 g. Se recomienda el empleo de las aceleraciones efectivas del sismo de diseño. Para el método de diseño pseudo-estático de taludes se recomienda valores de 0.15 a 0.20.

Dentro del mapa de riesgo sísmico del instituto Geofísico del Perú, el área de estudio registra sismos de intensidades moderadas, con sismos probables de 4° – 5° en la escala de Richter (magnitud) por lo que es probable su influencia en procesos geodinámicas y considerándose la zona de estudio en la zona 2 del mapa de sismicidad.

Figura 3-11 Muestra la zonificación espacial de la sismicidad norma E.030



Geodinámica Externa

En la zona de estudio se aprecia que la geodinámica externa es poco activa, y por su ubicación geográfica y altitudinal los fenómenos naturales principalmente meteorológicos son de carácter estacional (Enero – marzo), los que a su vez generan otros fenómenos principalmente remoción en masa (deslizamientos, derrumbes y otros), siendo probable la ocurrencia de fenómenos meteorológicos que podrían afectar el área del proyecto “Relleno Sanitario, Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos y Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables para las Ciudades de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac”.

Considerando los resultados de las evaluaciones geológicas y geotécnicas del área del proyecto, en este sentido se ha identificado el proceso geodinámico con la presencia de un flujo sub superficial que circula parte del área del proyecto, el cual afectaría principalmente el área de las celdas del relleno, ésta obliga a la construcción de sub drenes para capturar estas aguas para luego evacuarlos hacia las quebradas aledañas fuera de las estructuras.

Fuera del proceso señalado, existen otros agentes geodinámicos de menor riesgo como escorrentía superficial, flujos superficiales de la quebrada cuyos procesos no presentan un riesgo alto para el desarrollo del proyecto, esto se concluye luego de lo observado en campo.

3.2.7 Hidrología e hidrogeología

3.2.7.1 Hidrología

La red hidrográfica de la región Apurímac, comprende parte de la cuenca del río Apurímac, Pachachaca y Pampas dentro de la vertiente del Atlántico, así como la cuenca del río Ocoña en la vertiente del Pacífico.

En el norte de la región, tanto el río Pampas como el río Pachachaca confluyen en el río Apurímac, que aguas abajo se une con el río Mantaro, para formar el río Ene, el río Tambo y posteriormente el río Ucayali, que en el norte del país forma el río Amazonas. Los tributarios de las tres cuencas principales en la región nacen en la Cordillera Andina, donde los ríos recorren planicies y terrenos montañosos formando valles aluviales intramontanos con áreas de inundación estrechas. Sin embargo, existen sectores donde el terreno es relativamente plano formando valles amplios como el sector de confluencia del río Pachachaca en el río Apurímac, al norte de la región.

El proyecto del relleno sanitario de la ciudad de Andahuaylas se encuentra ubicado en la Cuenca del río Pampas. Geográficamente la cuenca del río Pampas se encuentra ubicada en la sierra central sur del Perú, en la vertiente del Atlántico. Políticamente comprende las provincias de Huamanga, Cangallo, Fajardo, Huancasancos, Lucanas, Sucre, Vilcas Huamán, La Mar de la región Ayacucho; las provincias de Chincheros y Andahuaylas, región Apurímac y la provincia de Castrovirreyna, región Huancavelica.

Hidrográficamente limita por el norte con la cuenca del río Mantaro; por el este con la cuenca del río Apurímac, Intercuenca Bajo Apurímac e Intercuenca Alto Apurímac; por el sur con la Cuenca Ocoña y la Intercuenca Alto Apurímac y por el oeste con las cuencas Pisco, Grande, Acarí y Yauca. En la actualidad los recursos hídricos de la cuenca del río Pampas son administrados por las Administraciones Locales de Aguas Ayacucho, Andahuaylas y Agua Apurímac.

El río Chumbao es un tributario del río Pampas, en cuya cuenca se localiza el terreno elegido para la ubicación del relleno sanitario de la ciudad de Andahuaylas.

La cuenca del río Chumbao, perteneciente al sistema hidrográfico del río Pampas, presenta un patrón de drenaje dendrítico espaciado. El río Chumbao actúa como colector de las aguas drenadas por las lagunas de la zona alta de la cordillera, situadas a 4,400 m.s.n.m. siendo las más importantes las lagunas Huachaccocha, Pacoccocha, Antaccocha y Pampahuasi. El valle es angosto en casi toda la longitud del río, registra un caudal de 4.2 m³/seg.

De acuerdo con la Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Perú, elaborada por la Autoridad Nacional del Agua en el año 2008, la cuenca del río Chumbao, presenta la siguiente ubicación:

Tabla 3-9 Ubicación hidrográfica de la sub cuenca del Río Chumbao

NIVEL	CÓDIGO	UNIDAD HIDROGRÁFICA	EXTENSIÓN (Km ²)
1	4	Cuenca Hidrográfica del Río Amazonas (Vertiente del Atlántico).	957 822.5
2	49	Unidad Hidrográfica 49	848 382.4
3	499	Cuenca Hidrográfica del río Ucayali	348 423.4
4	4998	Cuenca del río Pampas	23 113.05
5	-	Cuenca del río Chumbao	767.3

Fuente: Autoridad Nacional del Agua Delimitación y Codificación de Unidades Hidrográficas del Perú – 2008.

Sobre su margen derecha drena el río Uchu-Urán el afluente más importante. En su margen izquierda drenan numerosos ríos y riachuelos entre ellos el río Pausihuayco, Huitón, Orccomayo y Rangracancha- Soccos.

- **Río Uchu-Urán**

Nace en la quebrada de San Jerónimo, en su recorrido atraviesa el poblado del mismo nombre. Tiene una longitud de 4.2 Km. aproximadamente y su aporte al río Chumbao es importante, especialmente en épocas de estiaje. No dispone de aforos.

- **Río Pausihuayco**

Nace en el puquial Pumapuquio a unos 3,100 m.s.n.m. con una longitud de 4.5 Km. aproximadamente recibe el aporte de las quebradas Lahuani y Ancahuachana. Sus aguas son usadas en su totalidad para la agricultura que cuenta con una infraestructura de riego tipo rústico y 10 canales de derivación. No dispone de aforos.

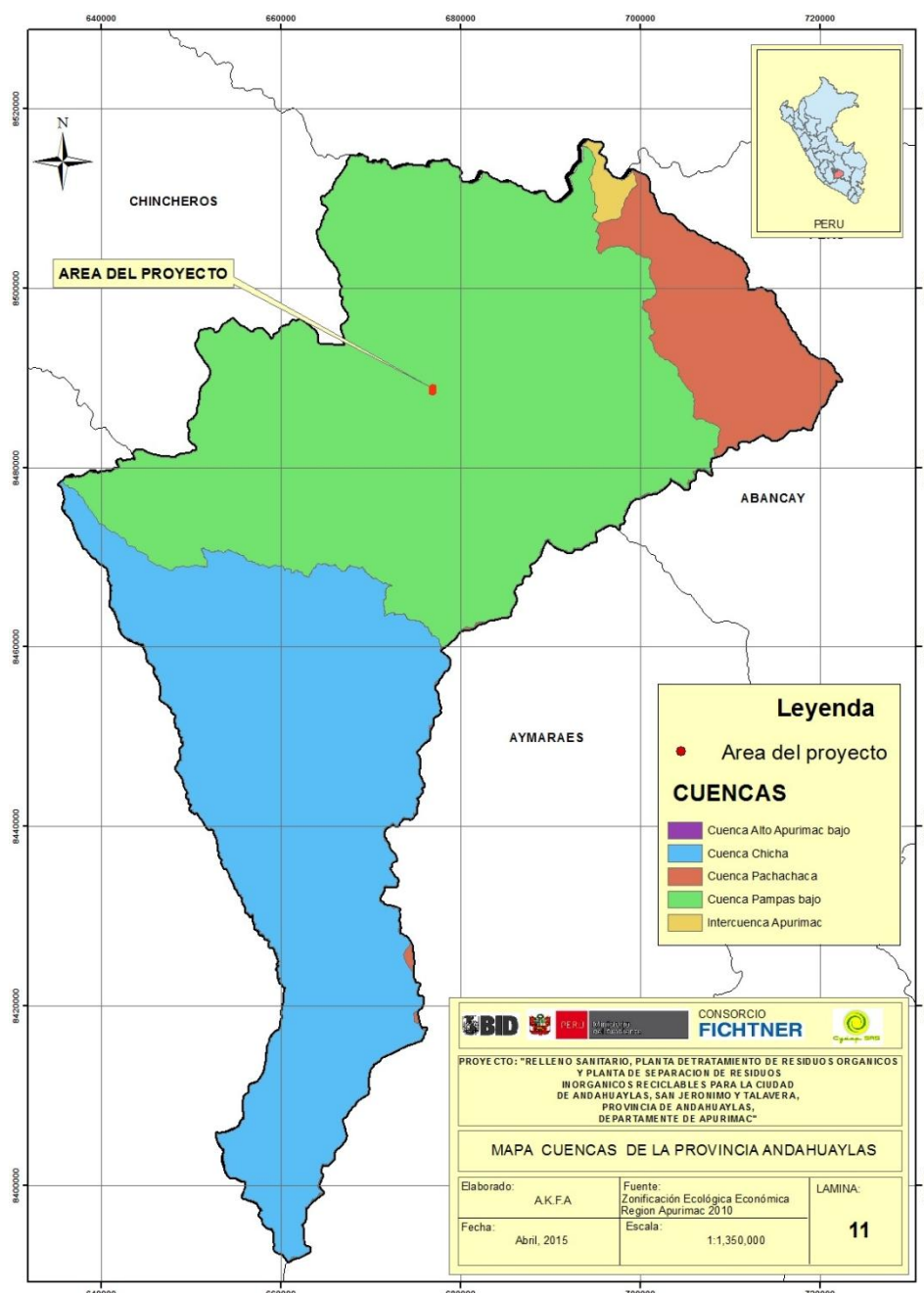
- **Río Orccomayo**

Tiene su origen en la laguna Soracocha ubicado en la zona alta del distrito de Santa María de Chicmo con una longitud de 14 Km. aproximadamente. Es de régimen irregular y sus aguas son captadas por canales de riego distribuidos por ambas márgenes.

- **Río Rangracancha- Soccos**

Nace en las alturas de las lagunas Jellua Jocha, ubicadas en ambas márgenes, recorre 18 Km. desde su origen hasta su confluencia con el río Chumbao. Este río toma diferentes nombres en su recorrido como Huaytapallana y Ocobamba. Por su margen derecha recibe los aportes de las quebradas Piscobamba, Saccsa, Huari Huayco y Sarahuarcay, este último con 13 Km. de longitud y por su margen izquierda la quebrada Puncajocha-Huyjo. No dispone de aforos aunque se estima en 20 m³/seg. y 0.8 m³/seg en época de estiaje.

Figura 3-12 Mapa de cuencas hidrográficas en la provincia de Andahuaylas



Fuente: Zonificación Ecológica Económica del departamento de Apurímac adaptado Consorcio Fichtner – Cydep. 2015

Cuerpos de agua en la zona de influencia directa

Finalmente del reconocimiento realizado en campo a los cuerpos de agua en el área de influencia directa del proyecto, se identificó en las afueras del predio un humedal y un manantial; a partir de éstas nace el superficial que discurre por la quebrada

denominada Lambras Huaycco. Por lo observado aguas arriba de estos humedales no existe flujo superficial por esta quebrada, al menos no en la época seca. De acuerdo a la morfología que se configura, el origen de estos manantiales se estima que es local ya que no existe una fuente de recarga mayor a excepción de canales de riego y pozas de almacenamiento (para temporada seca) en la parte alta de las quebradas confluentes a ésta.

Figura 3-13 Cuerpos de agua en el entorno del área del proyecto

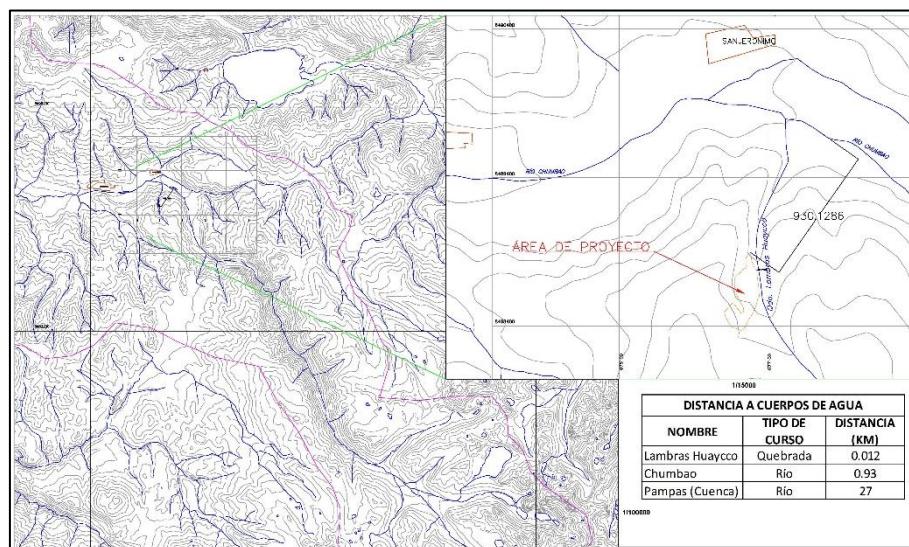


Figura 3-14 Principales cuerpos de agua identificados



Fuente Visita de campo al área del proyecto octubre 2014

Figura 3-15 Mapa de las fuentes de agua cercanas



Fuente Visita de campo al área del proyecto octubre 2014

3.2.7.2 Hidrogeología

Para evaluar los aspectos hidrogeológicos del área del proyecto se consideraron las características físicas que forman parte de las estructuras del material que conforma el área y su entorno, a fin de determinar si presenta condiciones favorables para la formación de acuíferos.

Se realizó el reconocimiento de los cuerpos de agua en la influencia directa del proyecto, como se indicó en el numeral anterior existe un humedal y un manantial próximos al área del proyecto, los cuales son de origen local; otro aporte vendrían a ser las lluvias estacionales, cuyas aguas se infiltran con facilidad por el material permeable (restos del intrusivo) los cuales encuentran una salida en este sector. Estos dos cursos son los cuerpos de agua que influyen en el comportamiento hidrogeológico del proyecto.

De los análisis realizados se puede afirmar que la precipitación juega un papel importante en el comportamiento y en el escurrimiento superficial del área de estudio, lo que implica la construcción de canales de coronación, a su vez, representa un buen aporte para el flujo sub superficial en el área del proyecto.

Otro aspecto importante a considerar para determinar la hidrogeología del área de estudio son las características estructurales de la geología local, lo que permite conocer su naturaleza, potencia y distribución espacial, ya que éstos condicionan el comportamiento y distribución de las aguas subterráneas.

De la geología local se rescata la presencia de material residual y parte de aluvial (próximo a curso de quebradas) que cubren al batolito de Andahuaylas. El material que conforma el área donde se desarrollará el proyecto está conformado por limo arcilloso de permeabilidad baja, lo que dificulta una buena circulación del agua a través de ellas.

Ayudado por los Sondajes Eléctricos Verticales (SEV) realizados en el área del proyecto, se concluye que en el primer horizonte de los 4 determinados, se observaron dos tipos de materiales, aguas arriba está conformado por material aluvial y la parte baja por suelo residual limo arcilloso ligeramente húmedo a húmedo; mientras que los horizontes 2 y 3, están constituidos por el mismo material residual arcillo limoso, con la diferencia que el H2 presenta mayor saturación por la presencia de un flujo hídrico sub superficial que fluye con dirección de la pendiente del terreno. Finalmente el H4 está constituido por el batolito de Andahuaylas que según los valores de las resistividades se trata de granitos poco alterados. Estos materiales por sus características físicas limo arcillosas presentan una permeabilidad baja, lo que limita la buena circulación del agua a través de ellas.

Se pudo corroborar con los perfiles geoeléctricos, que los materiales presentan una estratificación inclinada a favor de la pendiente conformado por material residual cuya potencia supera los 40 m. En cuanto a los límites verticales, el inferior está constituido por el intrusivo poco alterado (H-4), mientras que el límite superior es libre.

Considerando lo anterior el material que conforma el perfil del suelo del área del proyecto es de origen residual compuesto por limo arcilloso de poca permeabilidad.

Con ello se concluye que NO existe acuífero alguno en el área del proyecto; pero si existe flujo sub superficial el cual discurre a favor de la pendiente. Esto se pudo observar durante la excavación de las calicatas y corroborado con los valores de la resistividades. Según estos resultados este flujo pasa por debajo de los 2.5 a 6 .0 m, en el área de las celdas de relleno, la potencia del flujo aumenta a medida que se aproxima a la quebrada.

El flujo hídrico observado afecta parte del área del proyecto, el cual sigue la dirección de la pendiente hacia la quebrada, resultado del cual se pudo observar la presencia del manantial en la quebrada Lambras Huaycco.

3.2.8 Meteorología, climas y zonas de vida

3.2.8.1 Elementos meteorológicos

Precipitación

En la provincia de Andahuaylas, existe una precipitación que diferencia el año en dos épocas: temporada de lluvias que empieza desde mediados de noviembre hasta fines de marzo; con un promedio de 560mm, acompañados de fenómenos eléctricos (rayos y truenos) y la temporada seca desde abril a noviembre. La temporada de escasas precipitaciones entre septiembre y octubre, son aprovechadas para la preparación de suelos y las primeras siembras. Este comportamiento regula y condiciona el calendario agrícola de la provincia, con siembras que se inician en septiembre aprovechando las primeras lluvias, y cultivos que se extienden hasta mayo o junio (Suel, L. 2008. Organización territorial de la provincia de Andahuaylas. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Geógrafo. Universidad Nacional Mayor de San Marcos).

En la cuenca del río Chumbao existe una estación meteorológica en funcionamiento: la estación Andahuaylas, en la siguiente tabla se muestran los datos que toma y las principales características:

Tabla 3-10 Estación meteorológica Andahuaylas

ESTACIÓN	UBICACIÓN			DATOS	PERIODO	FUENTE
	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (msnm)			
Andahuaylas	13°39'25"	73°22'15"	2933	Temperatura mínima media mensual, máxima media mensual y media mensual	1995 – 2014	SENAMHI
				Dirección predominante y velocidad media del viento	1968 – 1981	
				Humedad relativa media mensual	1995 – 2014	
				Precipitación total mensual	1995 – 2014	
				Precipitación máxima en 24 horas	1995 – 2014	
				Horas de sol	2004 – 2014	
				Evaporación total mensual	1964 – 1978	

Fuente: Informe Hidrológico para el relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

La estación meteorológica Andahuaylas se ubica muy cerca del terreno seleccionado para el relleno sanitario, aproximadamente a 1.0 km de distancia con una diferencia de elevación de 220 metros aproximadamente. Se ha analizado el régimen de precipitación mensual en la estación Andahuaylas, teniéndose los siguientes resultados:

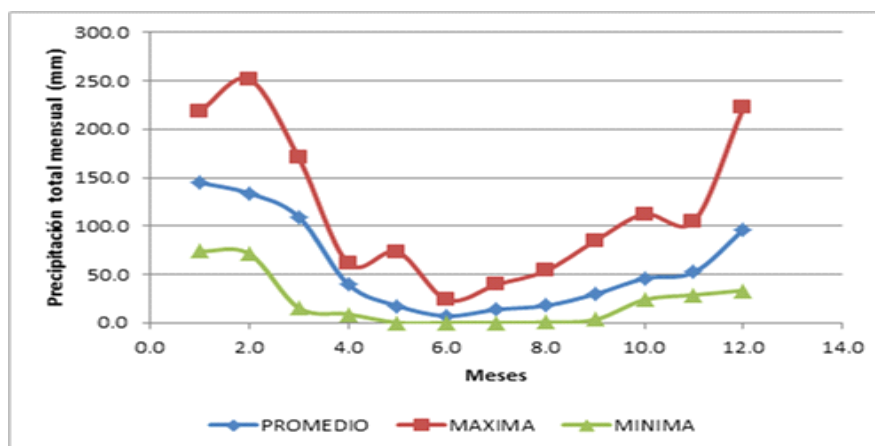
- Las mayores precipitaciones ocurren durante el periodo de diciembre a marzo. En dicho periodo la precipitación mensual promedio máxima ascendió a 144.7 mm (enero) y la precipitación anual máxima ascendió a 1045.7 mm (en el año 2012).
- Las menores precipitaciones ocurren durante el periodo de mayo a agosto. En dicho periodo, la precipitación mensual promedio mínima alcanzó 7.0 mm (mes de junio) y la precipitación anual mínima 546.8 mm (en el año 1998).
- La precipitación total mensual máxima histórica registrada es de 251.5 mm, ocurrida en el mes de febrero del año 2012, mientras que la precipitación total mensual mínima histórica asciende a 0 mm ocurridos en junio de 2005 y 2014, y julio de 2006.
- En un año promedio se registran precipitaciones de aproximadamente 707.1 mm totales al año.

Tabla 3-11 Valores promedio de la precipitación total mensual (mm)

PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PROMEDIO	144.7	133.7	109.4	39.9	17.4	7.0	13.7	17.7	29.6	45.8	52.2	96.1	707.1
MÁXIMA	218.8	251.5	170.5	61.6	73.1	23.7	39.4	53.7	84.6	112.3	104.8	222.1	1045.7
MÍNIMA	74.0	71.3	15.4	8.9	0.1	0.0	0.0	0.5	3.2	23.8	28.8	33.4	546.8

Fuente: Informe Hidrológico para el relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

Figura 3-16 Comportamiento de la precipitación mensual promedio



Fuente: Informe Hidrológico para el relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

3.2.8.2 Climatología

Temperatura

Temperatura media mensual

La estación Andahuaylas, durante el periodo 1995 – 2014, registró una temperatura media anual de 20°C. La temperatura mínima media anual registrada fue de 18.4°C y la temperatura máxima media anual alcanzó un valor de 22°C. La temperatura media mensual varió entre 23.8°C y 17°C. Las mayores temperaturas se presentaron entre los meses de noviembre a febrero y las menores temperaturas entre los meses de junio a setiembre.

Tabla 3-12 Valores de temperatura (°C)

PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ESTACIÓN ANDAHUAYLAS													
T. Media	20.0	19.6	19.4	20.0	20.3	19.7	19.3	19.9	20.5	21.3	22.2	20.9	20.0
T. Máxima	22.0	21.2	20.3	21.9	22.9	21.1	21.6	22.1	22.2	22.8	23.8	22.5	22.0
T. Mínima	18.4	18.4	18.6	19.0	19.2	17.9	17.0	18.2	19.0	20.0	20.2	19.5	18.4

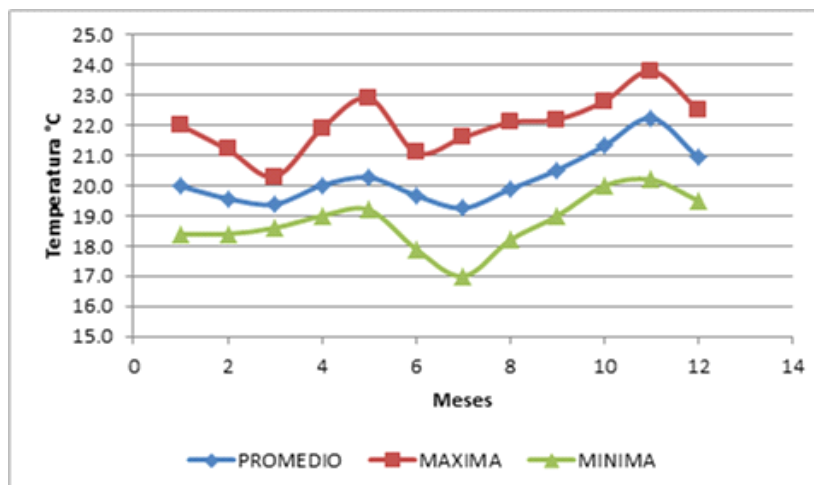
Nota:

- El valor de temperatura media anual (20.0°C) fue calculado promediando los valores de temperatura promedio para cada año registrado.
- El valor de temperatura máxima anual (22.0°C) fue calculado seleccionando el máximo de los valores de temperatura promedio para cada año registrado.
- El valor de temperatura mínima anual (18.4°C) fue calculado seleccionando el mínimo de los valores de temperatura promedio para cada año registrado.

Fuente: Informe Hidrológico para el relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

En la siguiente figura puede apreciarse el comportamiento de la temperatura media mensual a lo largo de un año promedio.

Figura 3-17 Comportamiento de la temperatura media



Fuente: Informe Hidrológico para el relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

Temperatura máxima media mensual

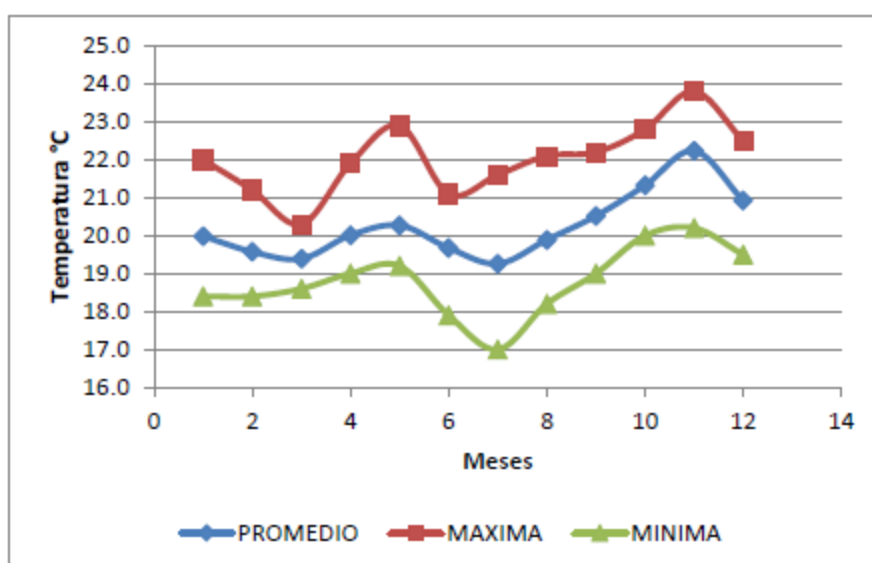
La estación Andahuaylas, adicionalmente al parámetro de temperatura media mensual, también registra valores extremos de temperatura.

La temperatura máxima media del aire, corresponde al promedio aritmético de los valores de temperatura máxima registrados en el lapso de tiempo i (en este caso a lo largo de un mes).

La temperatura máxima es la mayor temperatura registrada durante un periodo de

tiempo dado y es registrada mediante el uso de termómetros de mercurio, en los que una contracción en el tubo capilar, sólo permite el ascenso de la columna mercurial. Durante el periodo 1995 – 2014, se registró una temperatura máxima media mensual de 23.8 °C durante el mes de febrero del año 2000 y se encuentra aproximadamente 7.6°C por encima de la temperatura media mensual a lo largo del año. El mes en que la temperatura máxima media mensual se distancia más del promedio, es durante julio.

Figura 3-18 Comportamiento de la temperatura máxima media mensual



Fuente: Informe Hidrológico para el relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

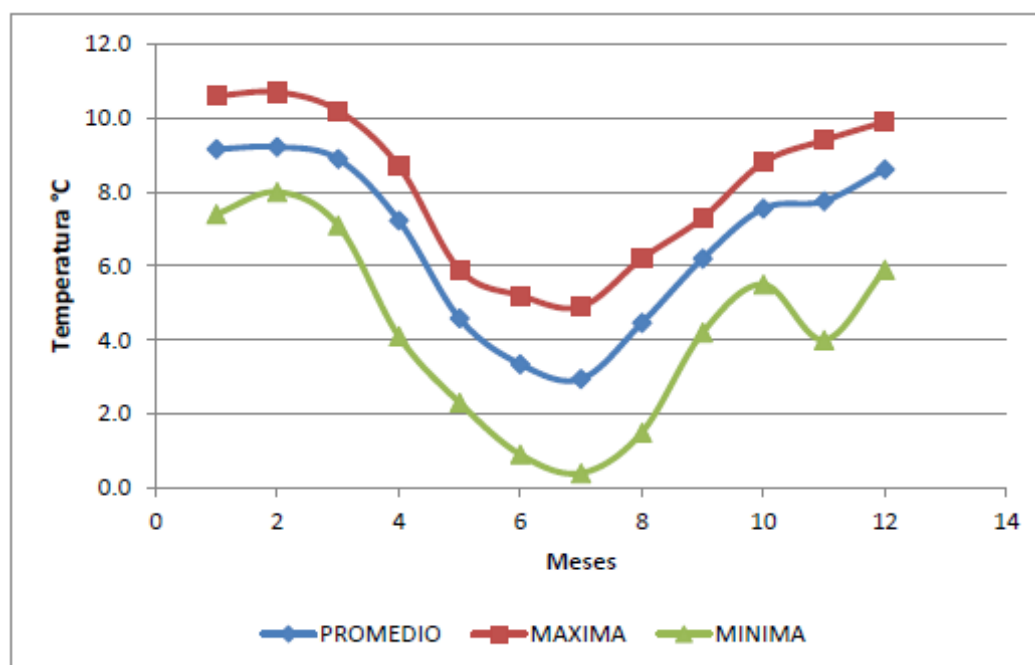
Temperatura mínima media mensual

La temperatura mínima media del aire, corresponde al promedio aritmético de los valores de temperatura mínima registrados en el lapso de tiempo *i* (en este caso un mes). Es el valor más bajo de la temperatura del aire registrada durante un periodo de observación (cada 24 horas). Es uno de los elementos más importantes del tiempo, que ejerce gran influencia en la vida humana, en la de los animales y de las plantas.

La temperatura mínima alcanzada en el día, es registrada diariamente, mediante el uso de termómetros de alcohol, en los que un menisco en el tubo capilar es desplazado hasta alcanzar el valor mínimo.

Durante el periodo 1995 – 2014, se registró una temperatura mínima media mensual de 0.4 °C durante el mes de julio del año 1999 y se encuentra aproximadamente 8.2°C por debajo de la temperatura media mensual a lo largo del año. El mes en que la temperatura mínima media mensual se distancia más del promedio, es durante noviembre. En la siguiente figura puede apreciarse el comportamiento de la temperatura máxima media mensual a lo largo de un año promedio.

Figura 3-19 Comportamiento de la temperatura mínima media mensual



Fuente: Informe Hidrológico para el relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

Humedad Relativa

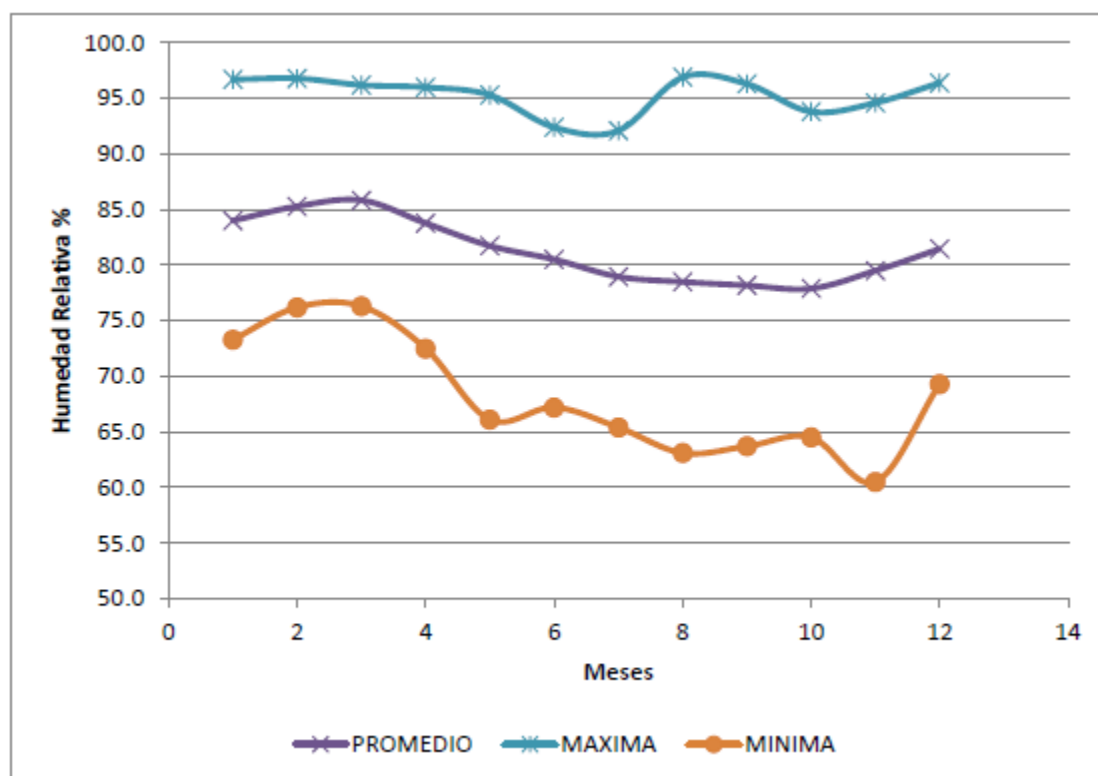
Durante el periodo 1995 – 2014 la estación meteorológica Andahuaylas registró una humedad relativa media anual de 81.3%. La humedad relativa mínima media anual registrada fue de 70.9% y la humedad relativa máxima media anual alcanzó un valor de 91.3%. La humedad relativa media mensual varió entre 96.9% y 60.5%. La humedad relativa tiende a mantenerse constante a lo largo del año, presentándose los valores más bajos de julio a noviembre.

Tabla 3-13 Valores de humedad relativa (%)

PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ESTACIÓN ANDAHUAYLAS													
H.R. Prom.	84.0	85.3	85.8	83.8	81.7	80.5	79.0	78.5	78.2	77.9	79.5	81.5	81.3
H. R. Máx.	96.7	96.8	96.2	96.0	95.3	92.4	92.1	96.9	96.3	93.8	94.6	96.4	91.9
H. R. Mín.	73.3	76.2	76.3	72.5	66.1	67.2	65.4	63.1	63.7	64.5	60.5	69.3	70.9

Fuente: Informe Hidrológico para relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

Figura 3-20 Comportamiento de la humedad relativa



Fuente: Informe Hidrológico para el relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

Velocidad del viento

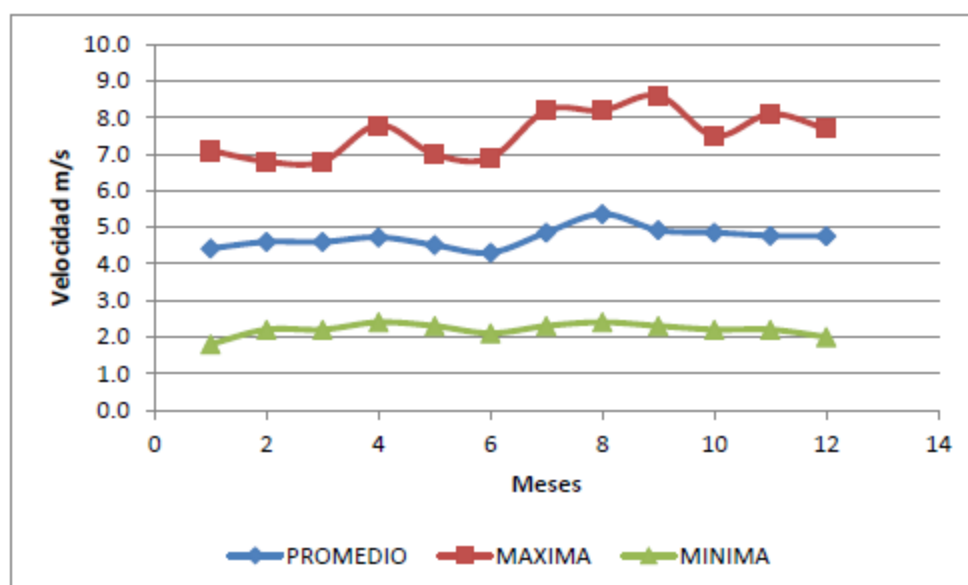
Durante el periodo de 1968 – 1981 la estación meteorológica Andahuaylas registró una velocidad de viento media anual de 4.7 m/s, variando entre 7.6 y 2.2 m/s. A nivel mensual se presentaron picos de 8.6 m/s y valores mínimos de 1.8 m/s, sin embargo en promedio, la velocidad del viento se mantiene constante a lo largo del año.

Tabla 3-14 Valores de velocidad del viento (m/s)

PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ESTACIÓN ANDAHUAYLAS													
PROMEDIO	4.4	4.6	4.6	4.7	4.5	4.3	4.9	5.4	4.9	4.9	4.8	4.8	4.7
MÁXIMA	7.1	6.8	6.8	7.8	7.0	6.9	8.2	8.2	8.6	7.5	8.1	7.7	7.6
MÍNIMA	1.8	2.2	2.2	2.4	2.3	2.1	2.3	2.4	2.3	2.2	2.2	2.0	2.2

Fuente: Informe Hidrológico para el relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

Figura 3-21 Comportamiento de la velocidad del viento



Fuente: Informe Hidrológico para el relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

Dirección predominante del viento

Adicionalmente se cuenta con información de la dirección del viento en la estación Andahuaylas. Las direcciones predominantes registradas son Noreste, con un 52.98% de ocurrencia y Norte con un 30.36% de ocurrencia.

Evaporación

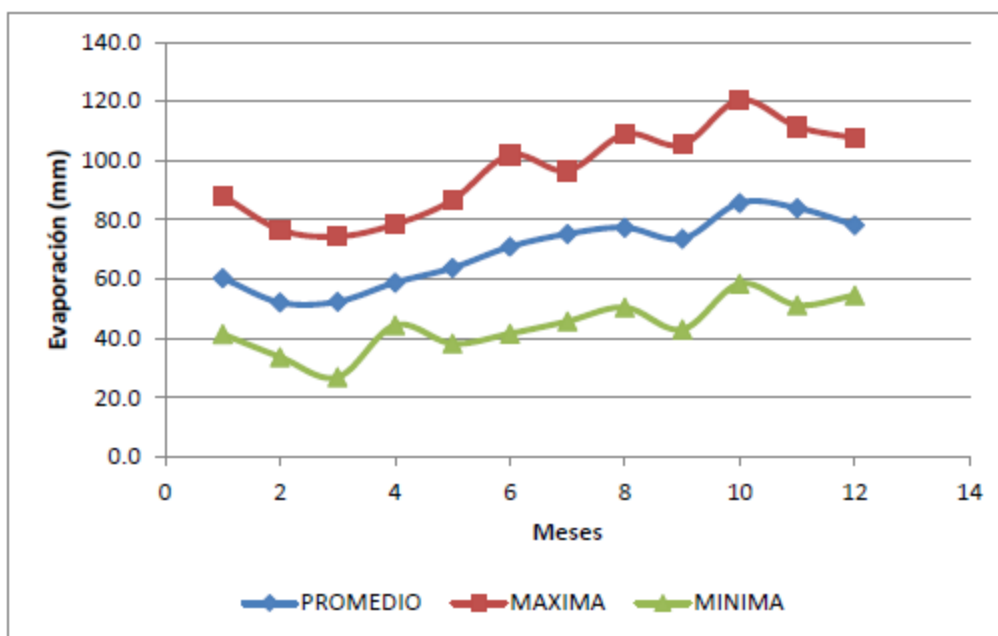
Durante los periodos 1964 – 1978 la estación meteorológica Andahuaylas registró una evaporación total media anual de 833 mm. La evaporación total mínima media anual registrada fue de 728 mm y la máxima media anual alcanzó un valor de 1039.5 mm. La evaporación total media mensual varió entre 120.4 mm y 27 mm. Los mayores valores de evaporación se presentaron en el periodo de julio a diciembre mientras que los menores valores se presentaron en el resto del año.

Tabla 3-15 Valores de evaporación total mensual (mm)

PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ESTACIÓN ANDAHUAYLAS													
Evap. Prom.	60.4	52.2	52.4	58.9	63.8	71.0	75.3	77.4	73.7	85.7	84.0	78.2	833.0
Evap. Máx.	88.2	76.7	74.4	78.5	86.7	101.9	96.6	108.9	105.4	120.4	111.4	107.6	1039.5
Evap. Mín.	41.5	33.8	27.0	44.5	38.3	41.7	45.8	50.5	43.1	58.5	51.3	54.6	728.7

Fuente: Informe Hidrológico para relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

Figura 3-22 Comportamiento de la evaporación total mensual



Fuente: Informe Hidrológico para el relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

Horas de sol

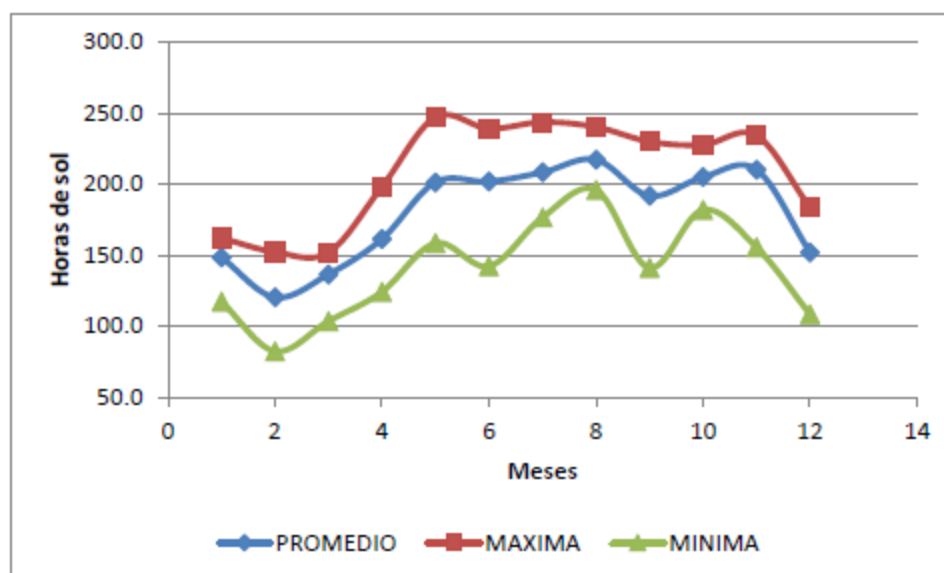
Durante los periodos 2004 – 2014 la estación meteorológica Andahuaylas registró 2155.4 horas de sol en un año promedio (5.9 horas de sol por día). Se presentaron 247.2 horas de sol (8.2 horas de sol por día) como máximo durante un mes (mayo) y 82.4 horas de sol (2.7 horas de sol por día) como mínimo durante un mes (febrero).

Tabla 3-16 Cantidad de horas de sol

PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
ESTACIÓN ANDAHUAYLAS													
H.R. Prom.	148.5	120.4	136.5	161.4	201.4	202.0	208.4	217.4	191.9	205.1	210.3	152.1	2155.4
H. R. Máx.	162.1	152.3	151.9	198.2	247.2	239.3	243.8	240.4	230.1	227.8	234.4	183.7	2339.5
H. R. Mín.	117.4	82.4	103.5	124.2	158.5	142.3	176.6	196.0	141.1	181.9	155.7	108.5	1985.1

Fuente: Informe Hidrológico para el relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

Figura 3-23 Comportamiento de las horas de sol



Fuente: Informe Hidrológico para el relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

Evapotranspiración

La evapotranspiración es la cantidad total de agua que se pierde por evaporación considerando tanto al suelo (texturas) como aquella que proviene de las plantas (consumo de agua para sus funciones y desarrollo) referenciado a una cuenca o determinada zona. La evapotranspiración también se puede estimar a través de mediciones experimentales en campo a mediante la consideración de aspectos climáticos.

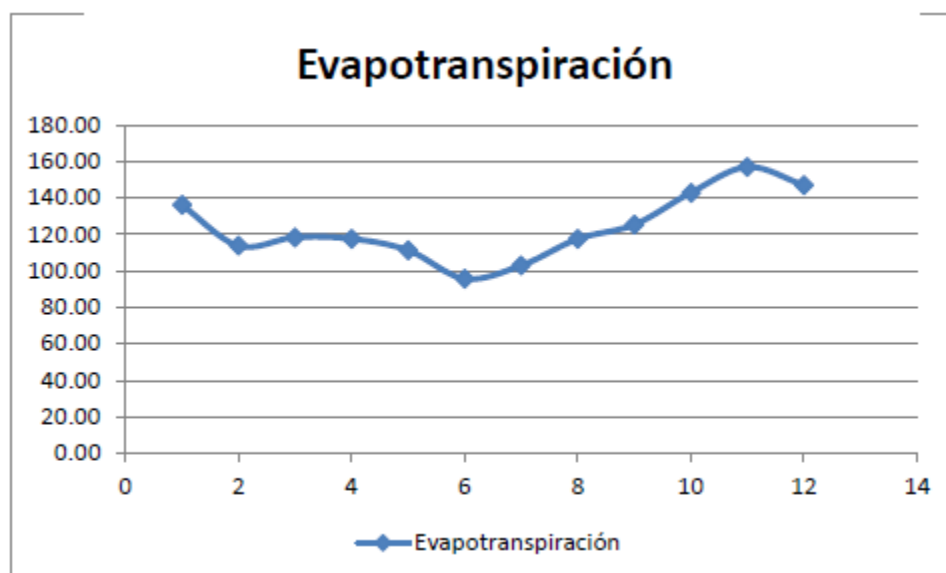
El cálculo de la Evapotranspiración Potencial ha sido obtenido utilizando el método de cálculo propuesto por Haergreaves, en el que intervienen datos climatológicos, radiación, entre otros. En el siguiente cuadro se muestran los valores mensuales de evapotranspiración potencial para la zona del proyecto:

Tabla 3-17 Cálculo de la evapotranspiración potencial

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Ro	40.5	39.7	37.5	33.5	29.5	27.3	28.1	31.4	35.7	38.7	40.1	40.5
Rs	10.17	9.47	8.95	9.28	8.79	8.05	8.46	9.35	9.93	10.57	11.74	10.84
Eto (mm/día)	4.39	4.06	3.82	3.92	3.59	3.19	3.32	3.79	4.18	4.61	5.23	4.74
Días al mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Eto (mm/mes)	136.07	113.74	118.33	117.53	111.23	95.72	102.88	117.42	125.26	142.78	156.85	146.95

Fuente: Informe Hidrológico para el relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

Figura 3-24 Comportamiento de la evapotranspiración



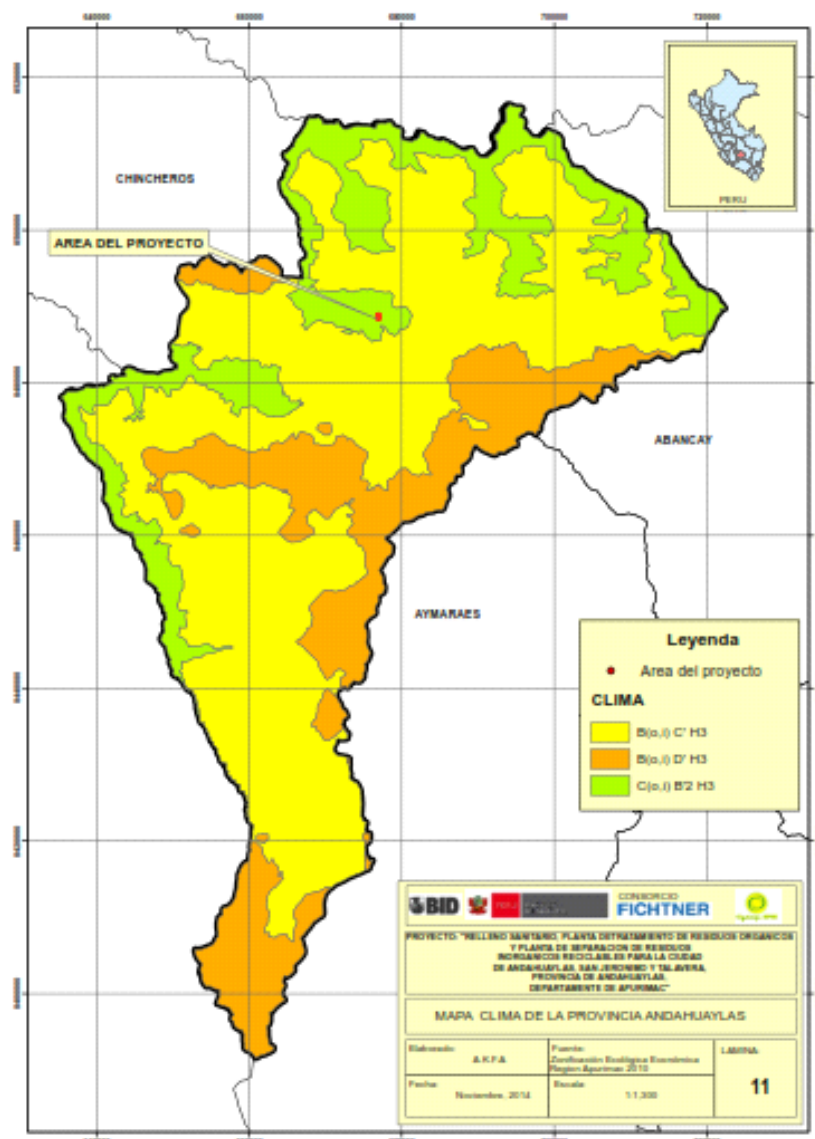
Fuente: Informe Hidrológico para el relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

Clima

La ciudad de Andahuaylas, que se caracteriza por presentar un clima templado, con precipitación moderadamente lluvioso con acumulación media anual de 608.9 mm para el periodo 1964 – 1980. La temperatura máxima media anual de 20°C y la temperatura mínima media anual es de 6.3°C

De acuerdo al estudio temático de climatología realizado para la zonificación económica ecológica de Apurímac, clasifica el clima del área de influencia del proyecto como de tipo C(o,i)B'2H3 caracterizada por ser una zona semiseca, templada, con deficiencia de lluvias en otoño e invierno, con humedad relativa calificada como húmeda.

Figura 3-25 Mapa de clima provincia de Andahuaylas



3.2.8.3 Zonas de vida

Para la determinación de las zonas de vida del área de estudio se ha utilizado el Mapa Ecológico del Perú y su guía descriptiva (INRENA, 1995), la caracterización se realizó en base a datos existentes de temperatura y evapotranspiración los cuales definen los tipos de vegetación y fauna asociada existente en el área de estudio. El área de estudio se presenta una zona de vida, que es el Bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MBS) Este mapa fue elaborado por Tosi (ONERN, 1976) de acuerdo al sistema establecido por Holdridge (1947, 1967).

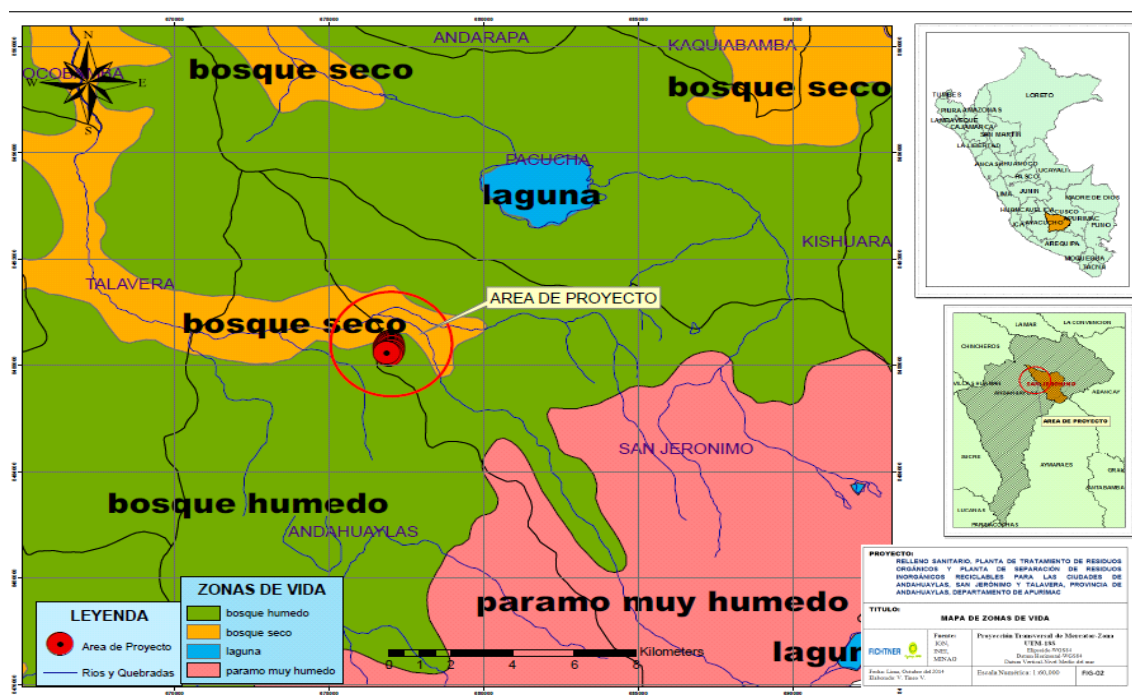
A continuación se describe brevemente las características de la zona de vida.

Bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MBS)

El área de influencia directa se encuentra en una zona de vida de bosque húmedo montano bajo sub tropical (**bh-MBS**) y el área de influencia indirecta se encuentra en una zona de vida de bosque seco montano bajo sub tropical (bs-MBS), geográficamente se distribuye a lo largo de la cordillera de norte a sur, a continuación de bosque seco montano bajo subtropical, entre los 2800 y 3800 msnm y en algunos lugares hasta los 4000 msnm. La biotemperatura media anual es máxima 12.9°C y mínima 6.5°C ecosistema de clima húmedo y semifrío, con 600 – 800 mm de precipitación promedio anual es máximo 1119 mm y mínimo 410 mm.

Presenta suelos ácidos, de origen volcánico. Ocupa las laderas de los cerros y las partes medias de las cuencas. La vegetación es boscosa y está compuesta de las familias de poaceae, asteraceae, Juncaceae y Rubiaceae.

Figura 3-26 Mapa de zonas de vida área del proyecto relleno sanitario Andahuaylas



Fuente: Informe Línea de Base Biológica para el relleno sanitario de Andahuaylas – Consorcio Fichtner-Cydep 2015

3.2.9 Resultados de monitoreo basal

De acuerdo al informe de monitoreo de calidad del aire, calidad de agua y ruido ambiental, elaborado por CERTIMIN S.A., a solicitud de Consorcio FICHTNER GMBH

& CO. KG - CONSULTORÍA Y DIRECCIÓN DE PROYECTOS - CYDEP S.A.S realizado en el área de estudio en Octubre, 2014 se presentan los siguientes resultados:

3.2.9.1 Monitoreo de la calidad de agua superficial

El monitoreo de agua superficial se basó en los puntos de monitoreo que permitan el proceso de vigilancia de la calidad del agua del el curso de agua se encuentra fuera del área de influencia directa del proyecto. Se determinaron para esto tres puntos de muestreo como se describen en la tabla siguiente:

Tabla 3-18 Ubicación de las estaciones de muestreo agua superficial

Ítem	Estaciones de Monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM: WGS-84 Zona: 18 L		Altitud m.s.n.m.	Tipo de Muestra
			Norte	Este		
1	AG-1	A 250 metros al Noreste de la puerta de ingreso	8488682	677021	3149	Agua Superficial
2	AG-2	A 5 metros al Noroeste de la parte terminal del proyecto	8488922	676989	3118	
3	AG-3	A 255 metros al Norte de la parte terminal del proyecto	8489130	677022	3076	

Observación: Las Coordenadas y Altitud, son mediciones realizadas en campo.

Fuente: informe de monitoreo de calidad de agua superficial, calidad del aire y ruido ambiental, CERTIMIN SA – Octubre 2014 FICHTNER GMBH & CO. KG - Consultoría y Dirección de Proyectos - CYDEP S.A.S

Los resultados correspondientes a las estaciones de Monitoreo de Agua Superficial se comparan con el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM: “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua”, Categoría 3: Riego de Vegetales (Tallo Bajo y Tallo Alto) y Bebidas de Animales. Estos se muestran a continuación:

Tabla 3-19 Comparación de resultados de parámetros físico químicos, orgánicos y biológicos con los ECA para agua

Estaciones de Monitoreo	pH Unidad pH	C.E. µS/cm	O.D. mg/L	Turbidez NTU	NO ₃ -N mg/L	NO ₂ -N mg/L	N-NH ₃ mg/L	STS mg/L	STD mg/L	SO ₄ ²⁻ mg/L	S ²⁻ mg/L	AcyG mg/L	DBO mg/L	DQO mg/L	Coliformes Fecales NMP/100 mL	Coliformes Totales NMP/100 mL
AG-1	7.87	451	4.79	1.6	0.35	<0.005	0.03	<5	276	5	<0.002	<0.50	3.14	<10.00	490.0	1100.0
AG-2	8.32	432	5.67	2.7	0.36	<0.005	0.03	<5	255	10	<0.002	<0.50	2.52	<10.00	490.0	790.0
AG-3	8.45	443	6.27	4.0	0.36	<0.005	<0.02	<5	262	9	<0.002	<0.50	3.70	<10.00	790.0	790.0
D.S N° 002-2008-MINAM Categoría 3	Riego de Vegetales (Tallo Bajo y Tallo Alto)	6.5 - 8.5	<2000	≥4	10	0.06				300	0.05		15		1000 (L.B.) 2000(3) (T.A.)	5000 (L.B.) 5000(3) (T.A.)
	Bebidas de Animales	6.5 - 8.4	≤5000	>5	50	1				500	0.05		≤ 15		1000	5000

REFERENCIA: INFORME DE ENSAYO OCT1093.R14

Observación: pH, Conductividad Eléctrica (C.E.), Oxígeno Disuelto y Turbidez; son mediciones realizadas en campo.
T.B = Tallo Bajo
T.A = Tallo Alto.

Fuente: informe de monitoreo de calidad de agua superficial, calidad del aire y ruido ambiental, CERTIMIN SA – Octubre 2014 FICHTNER GMBH & CO. KG - Consultoría y Dirección de Proyectos - CYDEP S.A.S

En la Tabla 3-19, el parámetro pH, en la estación de monitoreo AG-3, el resultado supera el rango de valores establecidos por la norma aplicada, para la Subcategoría: Bebida de Animales, en la misma tabla el parámetro Oxígeno Disuelto, en la estación de monitoreo AG-1; el resultado se encuentra por debajo del valor establecido por la norma aplicada, para la Subcategoría Bebida de Animales.

Tabla 3-20 Comparación de resultados de parámetros inorgánicos con los ECA para agua

Estaciones de Monitoreo	Al(t) mg/L	As(t) mg/L	Ba(t) mg/L	Be(t) mg/L	B(t) mg/L	Cd(t) mg/L	Co(t) mg/L	Cu(t) mg/L	Fe (t) mg/L	Li(t) mg/L	Mg(t) mg/L	Mn(t) mg/L	Hg(t) mg/L	Ni(t) mg/L	Ag(t) mg/L	Pb(t) mg/L	Se(t) mg/L	Zn(t) mg/L
AG-1	0.717	<0.0001	0.05246	<0.0003	0.024	<0.00005	0.00178	0.0057	1.61	<0.004	24.18	0.28078	<0.0001	0.0018	<0.00001	0.00313	<0.001	0.022
AG-2	0.091	<0.0001	0.06871	<0.0003	0.018	<0.00005	0.00032	0.0028	0.24	<0.004	22.35	0.06227	<0.0001	0.0012	<0.00001	0.00193	<0.001	0.034
AG-3	0.107	0.0018	0.06805	<0.0003	0.019	<0.00005	0.00034	0.0034	0.23	<0.004	22.08	0.07384	<0.0001	0.0011	<0.00001	0.00147	<0.001	0.014
D.S N° 002-2008-MINAM Categoría 3	5	Riego de Vegetales (Tallos Bajo y Tallo Alto)	0.05	0.7	-	0.5 - 6	0.005	0.05	0.2	1	2.5	150	0.2	0.001	0.2	0.05	0.05	0.05
		Bebidas de Animales	0.1	-	0.1	5	0.01	1	0.5									24

REFERENCIA: INFORME DE ENSAYO OCT1093.R14

Fuente: informe de monitoreo de calidad de agua superficial, calidad del aire y ruido ambiental, CERTIMIN SA – Octubre 2014 FICHTNER GMBH & CO. KG - Consultoría y Dirección de Proyectos - CYDEP S.A.S

En la tabla 3-20, el parámetro Boro Total, en todas las estaciones de monitoreo, los resultados se encuentran por debajo del rango de valores establecido por la norma aplicada, para la Subcategoría: Bebida de Animales. En la misma tabla se muestra que los parámetros Hierro y Manganeseo Total, en la estación de monitoreo AG-1; los resultados superan el valor establecido por la norma, para las dos Subcategorías.

3.2.9.2 Monitoreo de la calidad de aire

Para el monitoreo de calidad de aire se sigue los lineamientos descritos en el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire del Sub-Sector Minería del Ministerio de Energía y Minas (DCE-AC-032) y el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire (IC-MON-21). Los métodos de ensayo utilizados para la determinación de los parámetros de calidad de aire se muestran en el informe de monitoreo de calidad de agua superficial, calidad del aire y ruido ambiental, CERTIMIN SA – Octubre 2014 anexo al presente estudio.

Tabla 3-21 Ubicación de la estaciones de monitoreo de calidad de aire

Ítem	Estaciones de Monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM: WGS-84 Zona: 18 L		Altitud m.s.n.m.	Tipo de Muestra
			Norte	Este		
1	AIR-1	A 30 metros al Este de la puerta de ingreso al área del proyecto	8488490	676956	3174	Aire
2	AIR-2	A 30 metros de al Norte antes de la parte terminal del proyecto	8488801	676956	3129	

Observación: Las Coordenadas y Altitud, son mediciones realizadas en campo.

Fuente: informe de monitoreo de calidad de agua superficial, calidad del aire y ruido ambiental, CERTIMIN SA – Octubre 2014 FICHTNER GMBH & CO. KG - Consultoría y Dirección de Proyectos - CYDEP S.A.S

Para el monitoreo de calidad de aire se sigue los lineamientos descritos en el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire del Sub-Sector Minería del Ministerio de Energía y Minas (DCE-AC-032) y el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire (IC-MON-21), los métodos de ensayo utilizados para la determinación de los parámetros de calidad de aire se encuentran detallados en el informe de monitoreo de calidad de agua superficial, calidad del aire y ruido ambiental, CERTIMIN SA – Octubre 2014 anexos al presente estudio

Los resultados correspondientes a las estaciones de monitoreo de Calidad de Aire son comparados con los respectivos valores del D.S. N° 0742001-PCM: “Reglamento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire”, el D.S. N° 069-2003-PCM: “Valor Anual de Concentración de Plomo” y el D.S. N° 003-2008-MINAM: “Estándares de Calidad Ambiental para Aire”. Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 3-22 Comparativo de parámetros fisicoquímicos de calidad de aire

Parámetros	D.S. N° 074-001-PCM	D.S. N° 069- 2003-PCM	D.S. N° 003-2008-MINAM	Unidad	Estaciones de Monitoreo	
					AIR-1	AIR-2
Material Particulado Menor a 10 micras (PM ₁₀)	150	-	-	µg/m³	16.46	8.02
Material Particulado Menor a 2.5 micras (PM _{2.5})	-	-	25	µg/m³	4.93	2.76
Plomo (Pb)	1.5	0.5	-	µg/m³	0.005	0.007
Dióxido de Azufre (SO ₂)	-	-	20	µg/m³	<13	<13
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	200	-	-	µg/m³	40	38
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	-	-	150	µg/m³	<2.2	<2.2
Monóxido de Carbono (CO)	10000	-	-	µg/m³	1341	1290

REFERENCIA: INFORME DE ENSAYO OCT1098.R14

Observaciones: Cálculos expresados en µg/m³. Expresado a condiciones de Temperatura y Presión de 25° C y 1 atm. Respectivamente.

Tiempo de muestreo de NO₂: 1 hora; CO: 8 horas; H₂S: 24 horas; SO₂: 24 horas.

Caudal de muestreo de NO₂: 0.4 LPM; CO: 0.5 LPM; H₂S: 0.2 LPM; SO₂: 0.2 LPM.

Fuente: informe de monitoreo de calidad de agua superficial, calidad del aire y ruido ambiental, CERTIMIN SA – Octubre 2014 FICHTNER GMBH & CO. KG - Consultoría y Dirección de Proyectos - CYDEP S.A.

Figura 3-27 Monitoreo de Partículas Menores a 10 Micras (PM-10)

Las concentraciones de Partículas Suspendidas menores a 10 micras PM_{10} ; evaluadas en las 02 estaciones de calidad de aire no superan el estándar establecido ($150 \mu g/m^3$).

Cabe mencionar que el máximo valor alcanzado se reportó en, Air-1, obteniendo una concentración de $16.46 \mu g/m^3$; cuya cifra es inferior al Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire, aprobado mediante Decreto Supremo N° 074-2001 de 22.Jun.2001.

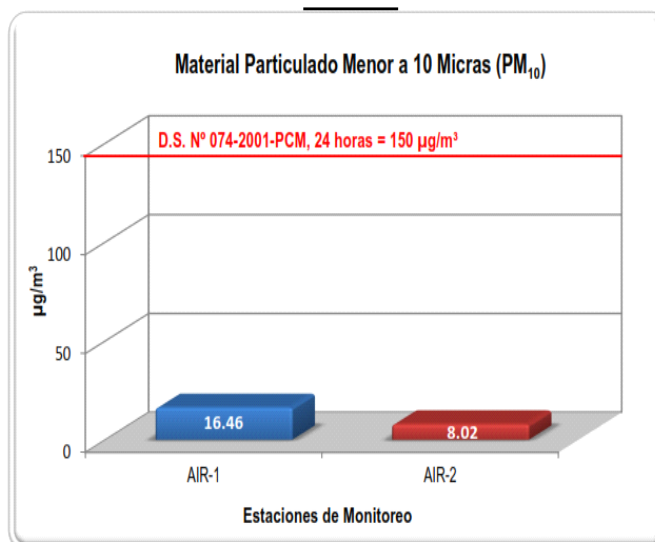


Figura 3-28 Monitoreo de Partículas Menores a 2.5 Micras (PM 2.5)

Las concentraciones de Partículas Suspendidas menores a 2.5 micras $PM_{2.5}$; evaluadas en las 02 estaciones de calidad de aire no superan el estándar establecido ($25 \mu g/m^3$).

Cabe mencionar que el máximo valor alcanzado se reportó en, Air-1 obteniendo una concentración de $4.93 \mu g/m^3$; cuya cifra es inferior al Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire, aprobado mediante Decreto Supremo N° 003 - 2008 MINAM.

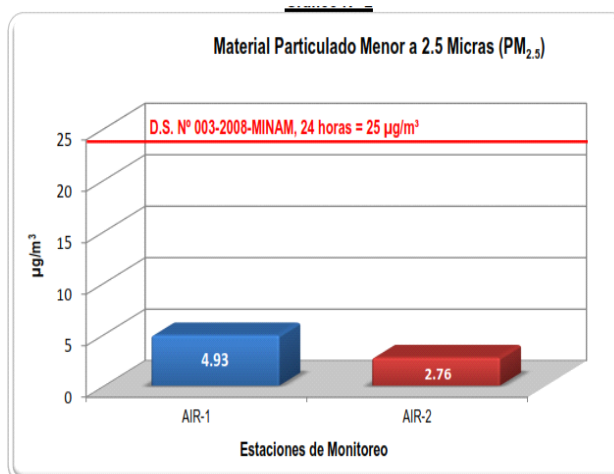
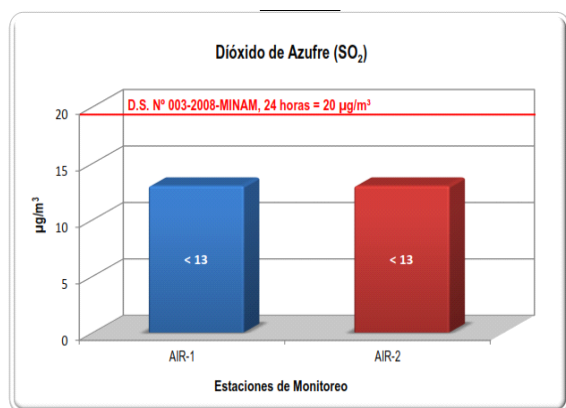


Figura 3-29 Monitoreo del Dióxido de Azufre (SO₂)



Las concentraciones registradas de Dióxido de Azufre SO₂ en las 02 estaciones de monitoreo de calidad de aire, presentaron un valor <13 µg/m³. Cabe indicar que las Concentraciones de SO₂ en las dos estaciones presentan valores por debajo del Estándar (20 µg/m³) Nacional de Calidad Ambiental del Aire, aprobado mediante Decreto Supremo N° 006-2013-MINAM.

Figura 3-30 Monitoreo del Dióxido de Nitrógeno (NO₂)

La menor concentración de NO₂ reportada en el presente monitoreo, fue 40 ug/m³ en la Estación Air 1-; y la menor concentración de NO₂ reportada fue 38 ug/m³, en la estación Air 2.

Cabe Indicar que las dos estaciones presentan valores por debajo del Estándar (200 ug/m³) Nacional de Calidad Ambiental del Aire, aprobado mediante D. S. N° 074-2001.

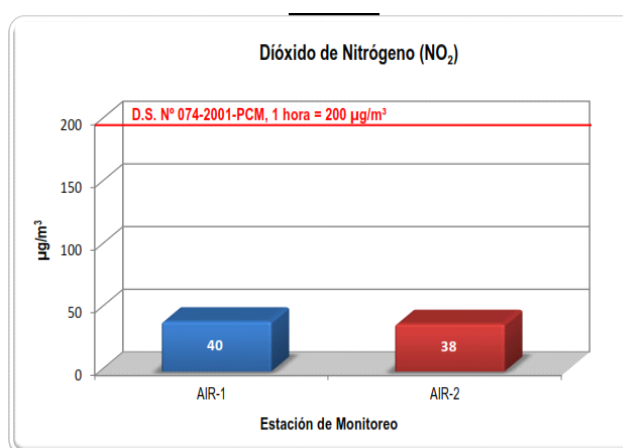
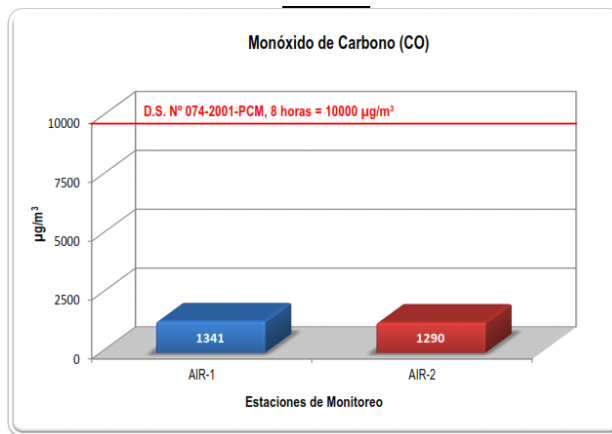


Figura 3-31 Monitoreo del Monóxido de Carbono (CO)



Las concentraciones de Monóxido de Carbono (CO), fueron 1341 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; la estación Air-1 el más alto valor registrado respecto a la estación Air 02 que registro 1290 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en las dos estaciones de monitoreo, se reportaron concentraciones de CO, por debajo del estándar de 10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, establecido en el Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire, aprobado mediante Decreto Supremo N° 074-2001.

Figura 3-32 Monitoreo del Plomo en Partículas Menores a 10 Micras (PM 10)

Las concentraciones de Plomo en Partículas menores a 10 micras PM10; en las 02 estaciones de calidad de aire no superan el estándar establecido (1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Cabe resaltar que ha falta de una normativa nacional e internacional; este parámetro, fue comparado con el Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire, aprobado mediante Decreto Supremo N° 074 - 2001 PCM y el DS N° 069-2003-PCM

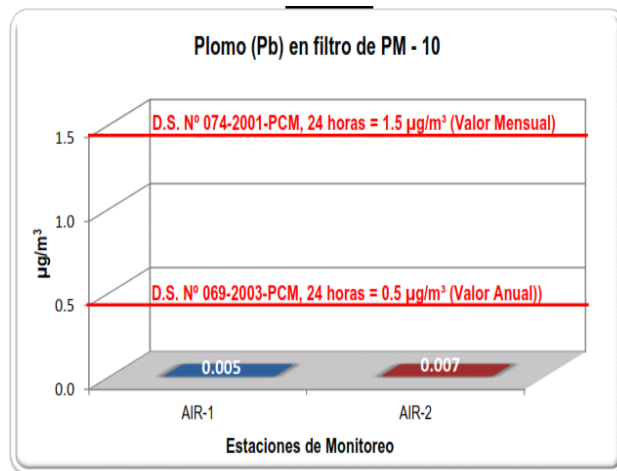
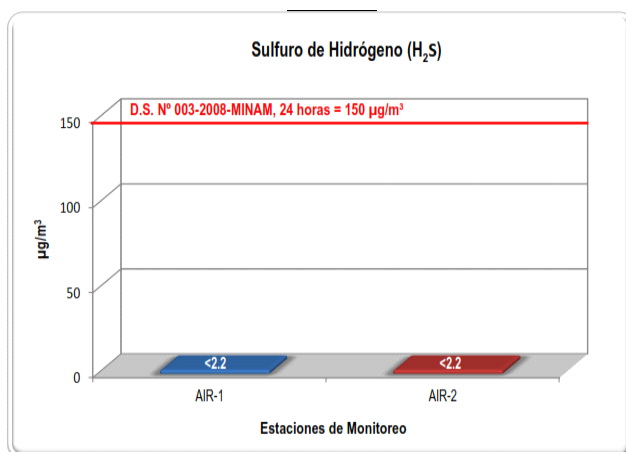


Figura 3-33 Monitoreo del Sulfuro de Hidrógeno (H₂S)



Las concentraciones registradas de Sulfuro de Hidrógeno (H₂S) en las 02 estaciones de monitoreo de calidad de aire, presentaron un valor <2.2 µg/m³; cuya cifra es inferior al Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Aire, aprobado mediante Decreto Supremo N° 003 - 2008 MINAN

3.2.9.3 Monitoreo del ruido

Para realizar el muestreo de ruido se consideró los criterios descritos en el Reglamento de Estándares Nacionales y Calidad Ambiental para Ruido (DCE-MON-017) y el Protocolo de Muestreo para Ruido Ambiental (IC-MON-03). Los métodos de análisis están basados en Norma Internacional ó referencia reconocida como la NTP ISO 1996-1:2007: Acústica -- Descripción, Medición y Evaluación del Ruido Ambiental -- Parte 1: Índices Básicos y Procedimiento de Evaluación y la NTP ISO 1996-2:2008: Acústica -- Descripción, Medición y Evaluación del Ruido Ambiental -- Parte 2: Determinación de los Niveles de Ruido Ambiental.

El personal de CERTIMIN S.A. realizó el Monitoreo de Nivel de Presión Sonora en el perímetro del área destinada para el relleno sanitario de Andahuaylas, el día 11 del mes de octubre del 2014. En la siguiente tabla se presenta la ubicación de las estaciones de monitoreo de ruido ambiental distribuidos en el área del proyecto.

Tabla 3-23 Estaciones de monitoreo de ruido ambiental

Ítem	Estaciones de Monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM: WGS-84 Zona: 18 L		Altitud m.s.n.m.	Tipo de Muestra
			Norte	Este		
1	RU-1	Se encuentra a 30 metros al Este de la puerta de ingreso al área del proyecto	8488490	676956	3174	Ruido
2	RU-2	A 30 metros hacia el Norte antes de la parte terminal del área del proyecto	8488801	676956	3129	
3	RU-3	En la puerta de ingreso hacia el área del proyecto. Vía de acceso Andahuaylas a Huancabamba	8488670	676608	3232	

Observación: Las Coordenadas y Altitud, son mediciones realizadas en campo.

Fuente: informe de monitoreo de calidad de agua superficial, calidad del aire y ruido ambiental, CERTIMIN SA – Octubre 2014 FICHTNER GMBH & CO. KG - Consultoría y Dirección de Proyectos - CYDEP S.A.

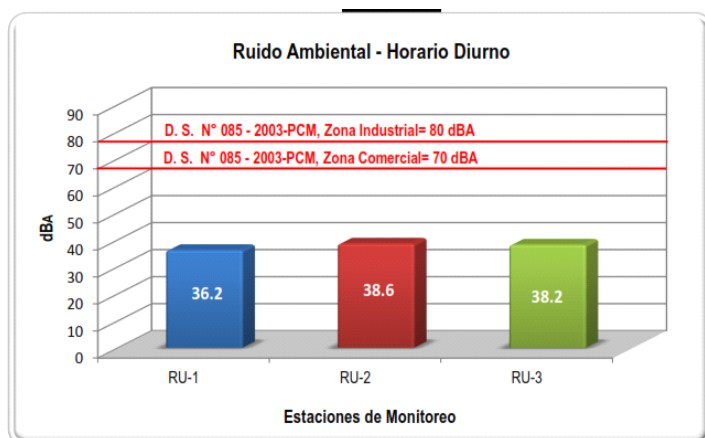
Los resultados correspondientes a las estaciones de monitoreo de Ruido Ambiental, mencionados a continuación son comparados con el D.S. N° 085-2003-PCM: “Reglamento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Ruido”, para Horario Diurno y Nocturno.

Tabla 3-24 Comparación de resultados de ruido ambiental - diurno

Estaciones de Monitoreo	Nivel de Presión Sonora LMin (dBA)	Nivel de Presión Sonora LMáx (dBA)	Nivel de Presión Sonora LAeq (dBA)	D.S. N° 085-2003-PCM LAeq (Horario Diurno) (dBA)	
				Zona Comercial	Zona Industrial
RU-1	28.6	46.1	36.2	70	80
RU-2	30.1	50.6	38.6		
RU-3	31.2	49.1	38.2		
REFERENCIA: INFORME DE ENSAYO SEP1233.R14					

Fuente: informe de monitoreo de calidad de agua superficial, calidad del aire y ruido ambiental, CERTIMIN SA – Octubre 2014 FICHTNER GMBH & CO. KG - Consultoría y Dirección de Proyectos - CYDEP S.A.

Figura 3-34 Monitoreo del ruido horario diurno



Los resultados muestran que en el Periodo Diurno, los niveles de ruido ambiental variaron de 36.2 dB(A) en RU-1 a 38.6 dB(A) en R-2, siendo todos los valores inferiores a los estándares establecidos en el D.S. N° 085-PCM-2003: Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.

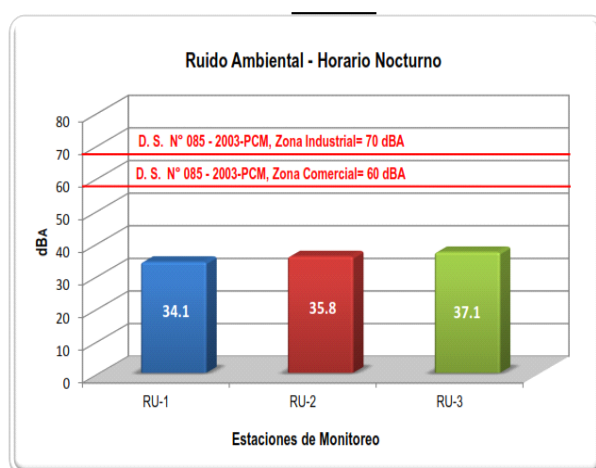
Respecto al ruido en horario nocturno se muestran los resultados siguientes:

Tabla 3-25 Comparación de resultados de ruido ambiental – nocturno

Estaciones de Monitoreo	Nivel de Presión Sonora LMin (dBA)	Nivel de Presión Sonora LMáx (dBA)	Nivel de Presión Sonora LAeq (dBA)	D.S. N° 085-2003-PCM LAeq (Horario Diurno) (dBA)	
				Zona Comercial	Zona Industrial
RU-1	29.1	44.6	34.1	60	70
RU-2	28.6	46.1	35.8		
RU-3	29.1	48.2	37.1		
REFERENCIA: INFORME DE ENSAYO SEP1233.R14					

Fuente: informe de monitoreo de calidad de agua superficial, calidad del aire y ruido ambiental, CERTIMIN SA – Octubre 2014 FICHTNER GMBH & CO. KG - Consultoría y Dirección de Proyectos - CYDEP S.A.

Figura 3-35 Monitoreo del ruido horario nocturno



Durante la medición de ruido ambiental, en periodo nocturno, se presentaron niveles de ruido entre 34.1 dB(A) en RU-1 a 37.1 dB(A) en RU-3. Los valores reportados para las estaciones evaluadas se encuentran dentro del estándar según lo indicado D.S. N° 085-PCM-2003.

Mayores detalles sobre la metodología utilizada para el monitoreo de estos parámetros se detallan en Fuente: informe de monitoreo de calidad de agua

superficial, calidad del aire y ruido ambiental, CERTIMIN SA – Octubre 2014 FICHTNER GMBH & CO. KG - Consultoría y Dirección de Proyectos - CYDEP S.A., que se anexan en el presente estudio.

3.2.9.4 Monitoreo del suelo – ECA Suelo

A continuación presentamos el cuadro de resultados de cada parámetro, el informe de ECA Suelo se presenta en el Anexo N°22.

Tabla 3-26 Comparación de resultados de ruido ambiental - diurno

PARÁMETRO	RESULTADO
Fracción de hidrocarburos F1 (C5-C10)	Se encuentra por debajo de la concentración establecida en el ECA para suelos de uso agrícola
Fracción de hidrocarburos F2 (C10-C28)	Se encuentra por debajo de la concentración establecida en el ECA para suelos de uso agrícola

PARÁMETRO	RESULTADO
Fracción de hidrocarburos F3 (C28-C40)	Se encuentra por debajo de la concentración establecida en el ECA para suelos de uso agrícola
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH's) (Naftaeno y Benzo (a) pireno)	Se encuentra por debajo de la concentración establecida en el ECA para suelos de uso agrícola
Pesticidas (Aldrín, DT, Endrín, Heptacloro,	Se encuentra por debajo de la concentración establecida en el ECA para suelos de uso agrícola
Metales Totales (Arsénico, Bario, Cadmio, Mercurio, Plomo)	Se encuentra por debajo de la concentración establecida en el ECA para suelos de uso agrícola
Cromo hexavalente (Cr+6)	se encuentra por debajo de la concentración establecida en el ECA para suelos de uso agrícola
Cianuro libre	se encuentra por debajo de la concentración establecida en el ECA para suelos de uso agrícola

Fuente: Informe de ECA Suelos, 2015

3.2.10 Vulnerabilidad y peligros de origen natural

De acuerdo al informe de evaluación del peligro vulnerabilidad y riesgo del terreno donde se ubicará el relleno sanitario y la planta de tratamiento de residuos de la ciudad de Andahuaylas, se identifican los peligros naturales y tectónicos de la zona de estudio.

3.2.10.1 Evaluación sísmica

Para los aspectos referentes a la sismicidad de la región se tomaron como base las evaluaciones de peligro sísmico elaborados en la Evaluación Geotécnica del Relleno Sanitario de Andahuaylas, Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac.

Menciona entre otras cosas que uno de los fenómenos más importantes que afectan a la geodinámica interna e indirectamente a la geodinámica externa es el proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la placa sudamericana, al respecto se transcriben algunos conceptos relacionados al tema provenientes del artículo "Evaluación de la Sismicidad, Geometría de la Placa de Nazca" del I. Bernal, H. Tavera, Y. Antayhua, dado en el XI Congreso Peruano de Geología (09/2002)

Efectos de la Tectónica de Placas.

La teoría de la tectónica de placas es una teoría de tectónica global que se ha consolidado como paradigma en la geología moderna, a la que ha proporcionado un marco teórico explicativo de la estructura, historia y dinámica de la corteza de la Tierra. Las regiones fronterizas de estas placas son zonas con actividad tectónica donde se concentran sismos y erupciones volcánicas y donde se produce la orogénesis.

El contacto de la placa de Nazca con la placa Sudamericana pertenece al que se conoce como Límite de subducción en la que una de las placas se dobla, con un ángulo pequeño, hacia el interior de la tierra, introduciéndose por debajo de la otra. El

límite viene marcado por la presencia de una fosa oceánica o fosa abisal, una estrecha zanja cada uno de cuyos flancos pertenece a una placa distinta. Las fosas oceánicas, y los límites que marca, tienen una forma curva, con una gran amplitud según corresponde a la sección de un plano inclinado, el plano de subducción, con la superficie.

La sismogénesis para los terremotos en el Perú clasifica los sismos como intraplaca o sismos asociados a fallas superficiales, sin embargo es importante recordar que los segundos son también producto de las fuerzas desarrolladas por el fenómeno de migración de las placas tectónicas y la subducción de la placa de Nazca.

La sismicidad histórica indica que en el sur del país se han registrado sismos desde el año 1582 con magnitudes que han superado los 7.5 grados en la escala de Richter con consecuencias graves, que se han sentido hasta el centro del Perú. Desde el 13 de Agosto de 1868 en el que hubo un sismo de grado 8.6; el sismo más reciente próximo a la región ocurrió en la región de Ayacucho – Parinacochas – Coracora, con una intensidad de 6.6 grados en la escala de Richter.

De acuerdo a la serie histórica de los eventos sísmicos ocurridos en el Sur del Perú en la que está involucrado Apurímac; observamos que los eventos de mayor significación que afectaron la región, han sido de gran intensidad, la misma que varía entre el rango de III a V grados, mientras dentro del mapa de zonificación sísmica del Sur; Apurímac está considerado en zona de sismicidad alta.

Principales Fuentes Sismogénicas

Se denominan fuentes sismogénicas aquellas zonas en las que se puede considerar que los terremotos presentan características comunes y por lo tanto se pueden asociar a una misma fuente.

A continuación se describen las principales 3 zonas sismogénicas presentes en el Perú a diversos niveles de profundidad.

Los sismos de foco superficial, representados por círculos, localizados entre la línea de fosa y la dirección en esta, forman la fuente sismogénica más importante, produciéndose en ella, sismos de magnitud elevada con relativa frecuencia.

Una segunda fuente de sismicidad se localizaría en el interior del continente, siendo los sismos menores en magnitud y frecuencia. Estos sismos se distribuyen próximos a los sistemas de fallas de Moyobamba (San Martín), (Cordillera Blanca (Ancash), Satipo y Huancayo (Junín). Los sismos de focos intermedios se producen debido a 3 fuentes sismogénicas simbolizados por cuadrados; la primera es paralela a la línea de costa por debajo de los 9° Sur, la segunda considera a los sismos distribuidos en el Norte y Centro de la Cordillera Oriental y la Zona Subandina.

La tercera fuente abarca finalmente los sismos que se distribuyen solo siendo mayor el número de sismos con respecto a las zonas anteriores.

Finalmente, los sismos de foco profundo son parte de 2 fuentes sismogénicas, La primera en la región Central cerca del borde de Perú Brasil, y la segunda en la región Sur en el borde Perú-Bolivia, triángulos.

Una característica de cada fuente es el valor del coeficiente de relación propuesta por Gutenberg y Richter (1944).

Log N=a-b M

Donde:

N= Número de terremotos de magnitud igual o mayor que M.

a= coeficiente de actividad sísmica

b= indicativo de proporción que hay entre terremotos grandes y pequeños de la zona.

En esta relación, el parámetro b es el más importante ya que se le asigna implicancias sísmicas y tectónicas. Según Miyamura (1962), de acuerdo a la variabilidad regional y al desarrollo tectónico de cada región se evidencia que los valores altos de b (1.0-1.8), son caracterizados por zonas de bandas circunpacificas y alpinas, los valores intermedios de b (0.6-0.7), corresponderían a zonas de deriva y plataformas continental. Asimismo, los valores de b por debajo de 0.5 serían propios de estructuras antiguas.

Los valores de b estimados para Perú, Bernal (2002), varían entre 1.25-1.29, para sismos de foco superficial; para sismos con foco intermedio, el valor de b es de 1.17. En general, si se considera el total de la sismicidad que ocurre en Perú a todos los niveles de profundidad el valor de b es 1.22.

Estos valores sugieren que el Perú es un país altamente sísmico debido principalmente a la juventud de todos los procesos geodinámicos que en ella ocurren.

Los diferentes gráficos de frecuencia – intensidad elaborada para cada departamento y en ella se observa que para los departamentos localizados en la costa el número de sismos con intensidades altas es mayor con relación a los distribuidos en el interior del continente. Así el departamento de Lima presenta el mayor número de sismos con intensidades elevadas seguida de Arequipa, Ica y Ancash.

Para los departamentos localizados en la Alta Cordillera, el número de sismos con intensidades altas es menor sobresaliendo el departamento de Junín con 20 I_III MM y 8 con I=IV MM.

En los departamentos localizados en la Zona Sub andina, que es la zona donde se desarrolla nuestro proyecto que corresponde al Departamento de Apurímac, el número de sismos con intensidad elevada es casi nula y/o mínima.

Consideraciones de la Norma E.030 de Diseño Sismo Resistente

El territorio nacional se considera dividido en tres zonas, se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en información neotectónica.

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla 3-26.

Este factor se interpreta como la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

Tabla 3-27 Factores de zona

ZONA	Z
3	0.4
2	0.3
1	0.15

No se consideran parámetros de diseño inferiores a los indicados en esta Norma.

Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta las propiedades mecánicas del suelo, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte.

Los tipos de perfiles de suelos son cuatro:

a) Perfil tipo S1: Roca o suelos muy rígidos.

A este tipo corresponden las rocas y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte similar al de una roca, en los que el periodo fundamental para vibraciones de baja amplitud no excede de 0.25 s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Roca sana o parcialmente alterada, con una resistencia a la compresión no confinada mayor o igual que 500 kPa (85 kg/cm²).
- Grava arenosa densa.
- Estrato de no más de 20m de material cohesivo muy rígido, con una resistencia al corte en condiciones no drenadas superior a 100 kPa (1 kg/cm²), sobre roca u otro material con velocidad de onda de corte similar al de una roca.
- Estrato de no más de 20 m de arena muy densa con $N > 30$, sobre roca u otro material con velocidad de onda de corte similar al de una roca.

b) Perfil tipo S2: Suelos intermedios.

Se clasifican como de este tipo los sitios con características intermedias entre las

indicadas para los perfiles S1 y S3.

c) Perfil tipo S3: Suelos flexibles o con estratos de gran espesor.

Corresponden a este tipo los suelos flexibles o estratos de gran espesor en los que el periodo fundamental, para vibraciones de baja amplitud, es mayor que 0.6s, incluyéndose los casos en los que el espesor del estrato de suelo excede los valores siguientes en la Tabla 3-27.

Tabla 3-28 Velocidad de propagación de las ondas de corte

SUELOS COHESIVOS	RESISTENCIA AL CORTE TÍPICA EN CONDICIÓN NO DRENADA (kPa)	ESPESOR DEL ESTRATO (m)(*)
Blandos	<25	20
Medianamente compactos	25 – 50	25
Compactos	50 – 100	40
Muy compactos	100 - 200	60
Suelos Granulares	Valores N típicos en ensayos	Espesor del estrato (m)(*)
	De penetración estándar (SPT)	
Suelos	4 – 10	40
Medianamente densos	10 – 30	45
Densos	Mayor que 30	100

(*) Suelo con velocidad de onda de corte menor que el de una roca.

d) Perfil tipo S4: Condiciones excepcionales

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables.

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores de T_p y del factor de amplificación del suelo S , dados en la Tabla 3-28.

En los sitios donde las propiedades del suelo sean poco conocidas se podrán usar los valores correspondientes al perfil tipo S3. Sólo será necesario considerar un perfil tipo S4 cuando los estudios geotécnicos lo determinen.

Tabla 3-29 Parámetros del suelo

TIPO	DESCRIPCIÓN	T_p (S)	S
S ₁	Roca o suelos muy rígidos	0.6	1
S ₂	Suelos intermedios	0.6	1.2

TIPO	DESCRIPCIÓN	T _P (S)	S
S ₃	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	0.9	1.4
S ₄	Condiciones excepcionales	*	*

(*) Los valores de T_P y S para este caso serán establecidos por el especialista pero en ningún caso serán menores que los especificados para el perfil tipo S₃.

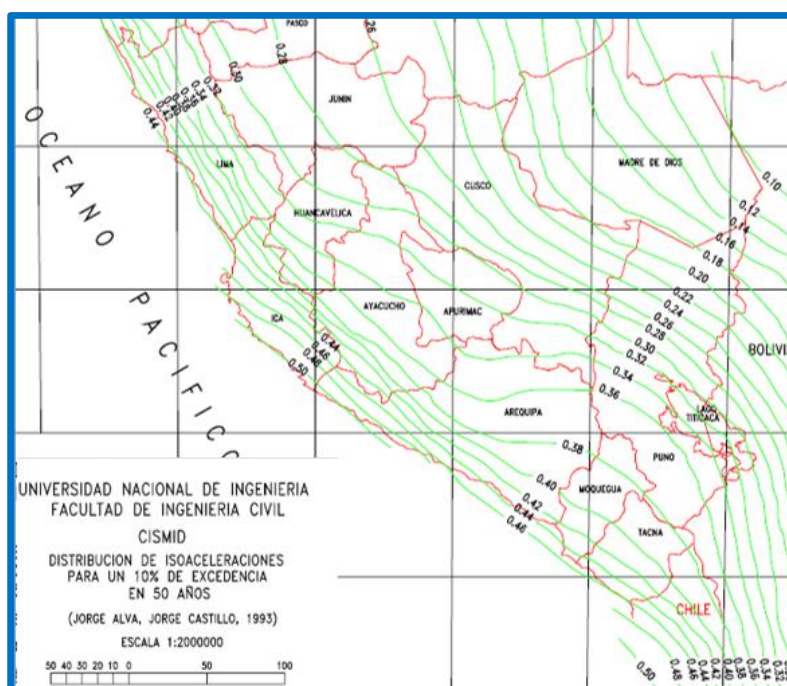
Aceleraciones Sísmicas

En el Perú se utilizan los mapas de isoaceleraciones sísmicas publicados por Alva y Castillo en 1985, las cuales varían entre valores de 0.32 y 0.30 en la zona del proyecto. la zona de estudio se encuentra en la zona 2 del mapa de sismicidad.

En el estudio probabilístico de peligro sísmico se ha considerado las fuentes sísmogénicas como áreas. Para el sismo de diseño se ha determinado un rango de valores de aceleración máxima de 0.30 a 0.32 g. y un rango de aceleraciones efectivas de 0.18 a 0.20 g. Se recomienda el empleo de las aceleraciones efectivas del sismo de diseño.

Para el método de diseño pseudo-estático de taludes se recomienda valores de 0.15 a 0.20.

Figura 3-36 Mapa de isoaceleraciones para un 10% de excedencia en 50 años



3.2.10.2 Determinación de los Niveles de riesgo

De acuerdo con los análisis realizados, se determinó lo siguiente:

El predio presenta una morfología local de laderas de montaña de pendiente inclinada a empinada, conformada por material residual y parte de aluvial muy puntual, por lo que la probabilidad de la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa es poco probable.

Considerando los resultados de las evaluaciones geológicas y geotécnicas del área del proyecto, se ha identificado el proceso geodinámico con la presencia de un flujo sub superficial que circula parte del área del proyecto, el cual afectaría principalmente el área de las celdas del relleno.

Existen otros agentes geodinámicos de menor riesgo como escorrentía superficial, flujos superficiales de la quebrada cuyos procesos no presentan un riesgo alto para el desarrollo del proyecto.

Del estudio de suelos se puede concluir que en general el área del terreno es apta para la ubicación de las infraestructuras necesarias para el desarrollo del proyecto.

Considerando los resultados de los ensayos de permeabilidad el área del relleno se considera como Muy Poco permeable, esto por el tipo de material arcillo limoso.

La evaluación hidrogeológica indica que no existe nivel freático en el área del proyecto, pero si la existencia de un flujo sub superficial, tampoco hay existencia de acuíferos.

El predio definido para el relleno sanitario, se encuentra en las cercanías del actual botadero, por lo cual la zona ya tiene uso para manejo de residuos sólidos, lo cual hace que las comunidades aledañas acepten el proyecto dado que mejorará las condiciones actuales.

En cuanto al entorno externo y medios de vías en la zona aledaña, hay escasa existencia de medios de vida, por lo que no se generan alternaciones con las instalaciones del proyecto.

Considerando lo anterior en el análisis peligro vulnerabilidad se ha determinado como de **Riesgo Medio**.

De acuerdo con las recomendaciones del análisis de riesgo, el proyecto se diseñó teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Diseño de plataformas y taludes, acorde con los estudios de suelos.
- Diseño de los colectores pluviales, acordes con los niveles de lluvias.
- Cerco perimétrico en toda el área del proyecto, de forma que no ingresen al relleno personas no autorizadas, ni animales.
- Cerco vivo en el perímetro del terreno, evitando posibles socavamientos de las

- áreas cercanas a la quebrada.
- Inclusión de sistemas de señalización y seguridad en el área del proyecto.
- Inclusión de planes de capacitación al personal que laborará en el relleno.

3.3 Medio biológico

3.3.1 Formaciones ecológicas

Caracterizada por la zona de vida denominada **Bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MBS)**, de clima húmedo y semi frío, con altitudes entre los 2800 y 3800 msnm y en algunos lugares hasta los 4000 msnm. La biotemperatura media anual es máxima 12.9°C y mínima 6.5°C y con 600 – 800 mm de precipitación promedio anual, siendo el máximo 1119 mm y mínimo 410 mm. Ocupa las laderas de los cerros y las partes medias de las cuencas. La vegetación es boscosa y está compuesta de las familias de poaceae, asteraceae, Juncaceae y Rubiaceae.

3.3.2 Paisajes

El área del proyecto asentada en el centro-sur del Perú, presenta diversos ecosistemas, según el mapa de ecorregiones Brack Egg, se distinguen dos ecorregiones las Yungas o Selva alta con formaciones de valle seco interandino y la ecorregión de la Puna (MINAM 2011). Hidrográficamente pertenecen a la cuenca del río Pampas, tributario del río Apurímac (MINAM 2010), es en el primero de estos, donde las aguas de los pequeños ríos de los distritos llegan a parar.

Grandes paisajes: está conformado por praderas terminando en pequeñas quebradas con presencia de especies nativas y exóticas de la zona que mantienen la humedad, en el área de influencia directa se encuentran tierras aptas para la agricultura.

Sub paisajes: esta zona de vida está influenciada por la presencia de la cordillera que se extiende a lo largo de la provincia de Andahuaylas.

3.3.3 Flora terrestre

Hay varios sistemas de clasificación o intentos de clasificar la vegetación a nivel nacional, regional o local. Para la clasificación del recurso flora y su agrupación en grandes formaciones se tienen en cuenta criterios de regiones florísticas, basado en la interpretación de las influencias climáticas y altitudinales (Linares-Palomino, 2004).

El área de estudio se caracteriza por la presencia de familias como: Poaceae, Asteraceae, Cactaceae entre otras.

Para la evaluación de flora terrestre presente en el área de estudio, se establecieron 3 estaciones de muestreo que se indican en el Mapa de ubicación; estas coordenadas

en UTM fueron las siguientes (Tabla 3-29):

Tabla 3-30 Ubicación de las estaciones de muestreo de evaluación de flora

ESTACIONES DE MUESTREO DE FLORA	COORDENADA UTM SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO WGS 84		ALTITUD (m.s.n.m.)
	Este (X)	Norte (Y)	
P-1	676973.6	8488537.7	3025
P-2	676900.14	8488734.6	3148
P-3	676952.06	8488807.1	3121

Fuente: informe de Estudio de Línea de Base Biológica, Noviembre 2014 FICHTNER GMBH & CO. KG - Consultoría y Dirección de Proyectos - CYDEP S.A.S

3.3.3.1 Composición de especies

La composición de especies es esencialmente una medida del número de especies en una unidad de muestreo definida. En la presente evaluación de la flora silvestre se encontraron 22 especies, en 11 familias, siendo las más importantes por su mayor diversidad de especies las siguientes: Poaceae con 8 especies (30%), Asteraceae con 4 especies (20%), Cactaceae con 2 especies 10%), y el resto de las familias con 1 especie (5%). En la Tabla 3-30, se presentan las especies registradas:

Tabla 3-31 Composición de especies de flora del área de estudio

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i>	
ASTERACEAE	<i>Baccharis caespitosa</i>	
ASTERACEAE	<i>Hypochaeris sessiliflora</i>	
ASTERACEAE	<i>Gamochaeta americana</i>	
CACTACEAE	<i>Opuntia ficus-indica</i>	"tuna"
CACTACEAE	<i>Agave americana</i>	"cabuya"
CYPERACEAE	<i>Cyperus sp.</i>	"jewa"
FABACEAE	<i>Trifolium sp.</i>	"trébol"
GENTIANACEAE	<i>Gentiana sedifolia</i>	"penqa penqa"
JUNCACEAE	<i>Juncus imbricatus</i>	
LAMIACEAE	<i>Salvia sp.</i>	"salvia"
MYRTACEAE	<i>Eucalyptus globulus</i>	"eucalipto"
POACEAE	<i>Pennisetum clandestinum</i>	"kikuyo"
POACEAE	<i>Calamagrostis vicunarum</i>	"pasto"
POACEAE	<i>Calamagrostis sp.</i>	"pasto"
POACEAE	<i>Stipa ichu</i>	"ichu"
POACEAE	<i>Cortaderia jubata</i>	"cola de zorro"
POACEAE	<i>Jarava ichu</i>	"ichu"
POACEAE	<i>Muhlenbergia peruviana</i>	"pacha taya"

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
POACEAE	<i>Bromus lanatus</i>	
RHAMNACEAE	<i>Colletia spinosissima</i>	"taccsana"
RUBIACEAE	<i>Arcytophyllum thymifolium</i>	

Fuente: informe de Estudio de Línea de Base Biológica, Noviembre 2014 FICHTNER GMBH & CO. KG - Consultoría y Dirección de Proyectos - CYDEP S.A.S

3.3.3.2 Parámetros poblacionales

A.- Abundancia de Flora (Frecuencia de especies)

La abundancia de especies es esencialmente una medida del número de individuos por especie en una unidad de muestreo definida.

En los muestreos realizados se registraron un total de 502 individuos distribuidos en 22 especies; resultados obtenidos en el área de evaluación, como se observa en la Tabla 3-31.

Tabla 3-32 Abundancia de especies registradas en el área evaluada

FAMILIA	ESPECIE	PARCELA 01	PARCELA 02	PARCELA 03
ASTERACEAE	<i>Baccharis latifolia</i>	3	1	4
ASTERACEAE	<i>Baccharis caespitosa</i>	3	0	5
ASTERACEAE	<i>Hypochaeris sessiliflora</i>	0	17	5
ASTERACEAE	<i>Gamochaeta americana</i>	9	25	3
CACTACEAE	<i>Opuntia ficus-indica</i>	2	0	1
CACTACEAE	<i>Agave americana</i>	3	0	1
CYPERACEAE	<i>Cyperus sp.</i>	0	30	7
FABACEAE	<i>Trifolium sp.</i>	0	43	4
GENTIANACEAE	<i>Gentiana sedifolia</i>	0	12	2
JUNCACEAE	<i>Juncus imbricatus</i>	0	18	9
LAMIACEAE	<i>Salvia sp.</i>	0	0	4
MYRTACEAE	<i>Eucalyptus globulus</i>	15	0	1
POACEAE	<i>Pennisetum clandestinum</i>	10	56	12
POACEAE	<i>Calamagrostis vicunarum</i>	18	0	18
POACEAE	<i>Calamagrostis sp.</i>	26	0	15
POACEAE	<i>Stipa ichu</i>	35	0	8
POACEAE	<i>Cortaderia jubata</i>	0	0	2
POACEAE	<i>Jarava ichu</i>	9	2	13
POACEAE	<i>Muhlenbergia peruviana</i>	11	6	5

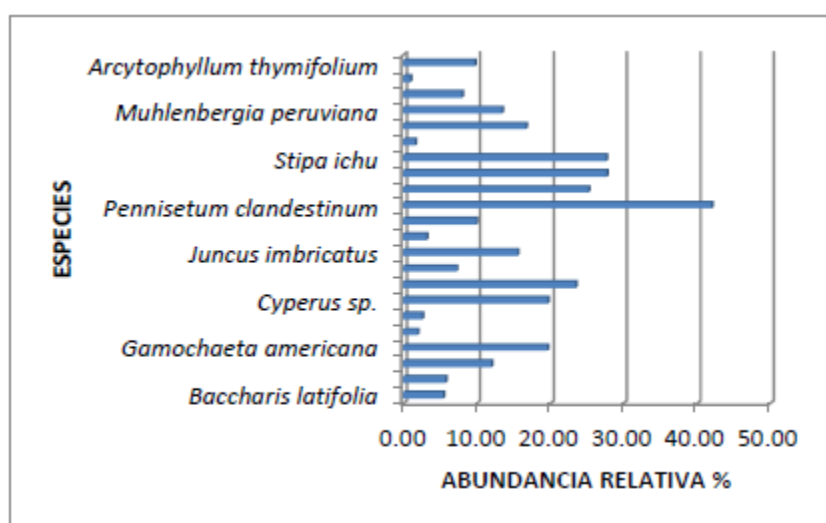
FAMILIA	ESPECIE	PARCELA 01	PARCELA 02	PARCELA 03
POACEAE	<i>Bromus lanatus</i>	8	0	4
RHAMNACEAE	<i>Colletia spinosissima</i>	0	2	0
RUBIACEAE	<i>Arcytophyllum thymifolium</i>	12	0	3

Fuente: Informe de Estudio de Línea de Base Biológica, Noviembre 2014 FICHTNER GMBH & CO. KG - Consultoría y Dirección de Proyectos - CYDEP S.A.S

A nivel de puntos monitoreados, se observó el agrupamiento de las 3 parcelas registrándose la mayor cantidad de individuos con 502 individuos de ellos 78 individuos fueron *Pennisetum clandestinum* (15.54%) seguido de 47 individuos *Trifolium sp.* (9.36%) y seguido de 43 individuos de *Stipa ichu* (8.57%), entre otros.

La abundancia relativa a diferencia de la cobertura, mide el número de individuos en porcentaje del transecto en evaluación. La abundancia de las especies varía de acuerdo a la zona de vida que presenta, de acuerdo a la figura siguiente las especies más abundantes fueron las especies de *Pennisetum clandestinum* con (42%), *Calamagrostis sp.* (27%) *Stipa ichu* con (26%), y *Gamochaeta americana* (19%).

Figura 3-36 Abundancia relativa de las especies en el área evaluada



Fuente: informe de Estudio de Línea de Base Biológica, Noviembre 2014 FICHTNER GMBH & CO. KG - Consultoría y Dirección de Proyectos - CYDEP S.A.S

B.- Riqueza (flora)

La estación de muestreo que registra la mayor abundancia es la P -2 con 212 individuos, y mayor riqueza la P-03 con 21 individuos.

C.- Índices de diversidad alfa (flora)

Con los datos obtenidos durante la fase en campo, se pudo determinar la riqueza específica como los índices de Simpson (1-D) y Shannon – Wiener (H') (Diversidad

alfa). A continuación, se presentan los resultados de estos índices obtenidos en cada estación de muestreo o por cuadrante:

Tabla 3-33 Valores de los índice de diversidad en cada estación de muestreo

EVALUACIÓN	PUNTOS DE MUESTREO	Nº ESPECIES	Nº INDIVIDUOS	H'	1-D
Evaluación de flora silvestre	P-01	14	164	2.365	0.1089
	P-02	11	212	1.992	0.166
	P-03	21	126	2.761	0.069

Fuente: informe de Estudio de Línea de Base Biológica, Noviembre 2014 FICHTNER GMBH & CO. KG - Consultoría y Dirección de Proyectos - CYDEP S.A.S

De acuerdo a la Tabla 3-32, los valores de Simpson muestran a la estación de muestreo P-2 como una comunidad rica en especies con una distribución equitativa de especies, para las demás estaciones de muestreo, se asume que todos los individuos están igualmente distribuidos entre las especies.

En los valores de Shannon – Wiener, se asume que todas las especies están representadas en las muestras y que todos los individuos fueron muestreados al azar. Los valores adquiridos son bajos, la mayoría de especies están representadas por el mismo número de individuos pero además está influenciado por las especies más abundantes esto se observa mejor en P-2 que muestra los valores más altos.

3.3.3.3 Sensibilidad Biológica

De acuerdo con las categorías nacionales (DS 043-2006-AG y lista de especies endémicas del Perú), y las categorías internacionales de protección de flora silvestre (UICN y CITES) las especies registradas no tienen ninguna categoría de protección, debido a que se trata de especies con amplio rango de distribución y especies comunes.

3.3.3.4 Estatus de Conservación Nacional e Internacional de Flora

No se registraron especies consideradas en la Categorización de especies amenazadas de Flora Silvestre (D. S. N° 034-2006-AG) del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). En relación a la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES 2010), no se registraron especies amparadas por CITES.

3.3.3.5 Conclusiones sobre la flora local

Durante el presente estudio se registraron 11 especies de plantas. Las especies más comunes registradas en el área del proyecto son: *Pennisetum clandestinum*, *Trifolium sp.* y *Stipa ichu* entre otros.

Este inventario abarcó porcentajes menores de rango de fertilidad de suelos e incluyeron sitios con un mosaico de tipos de suelos de baja diversidad. La zona de estudio actualmente tiene un empobrecimiento del suelo.

No se registraron especies protegidas en base a la listas de UICN y los Apéndices I, II y III de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2014).

3.3.4 Fauna general

Para evaluar la fauna local se consideraron tres taxas representativas del área (avifauna, mastofauna y herpetofauna), para ello se levantó información de campo para su procesamiento y análisis que incluyen datos de ubicación taxonómica de las especies, número de individuos, así como su análisis y desarrollo para la elaboración de la línea base biológica.

El Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI basado en los criterios y categorías de la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN), aprueba la actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas.

Es preciso señalar que una de las principales amenazas para la fauna existente en la provincia Andahuaylas es la pérdida de su habitat, a causa de la ampliación de la frontera agrícola para dar lugar a cultivos, haciendo que las especies migren a otros espacios.

3.3.4.1 Avifauna

A.- Diversidad y abundancia

En los muestreos realizados en la zona de estudio, se registraron un total de 34 individuos distribuidos en 17 especies, tal como se observa en la Tabla 3-33

Tabla 3-34 Abundancia de aves registradas en el área de influencia del proyecto

FAMILIA	ESPECIE	N° INDIVIDUOS
ACCIPITRIDAE	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	1
ACCIPITRIDAE	<i>Circus cinereus</i>	2
APODIDAE	<i>Aeronautes andecolus</i>	1
TROCHILIDAE	<i>Oreotrochilus estella</i>	2
TROCHILIDAE	<i>Metallura tyrianthina</i>	1
COLUMBIDAE	<i>Zenaida auriculata</i>	1
COLUMBIDAE	<i>Patagioenas maculosa</i>	4

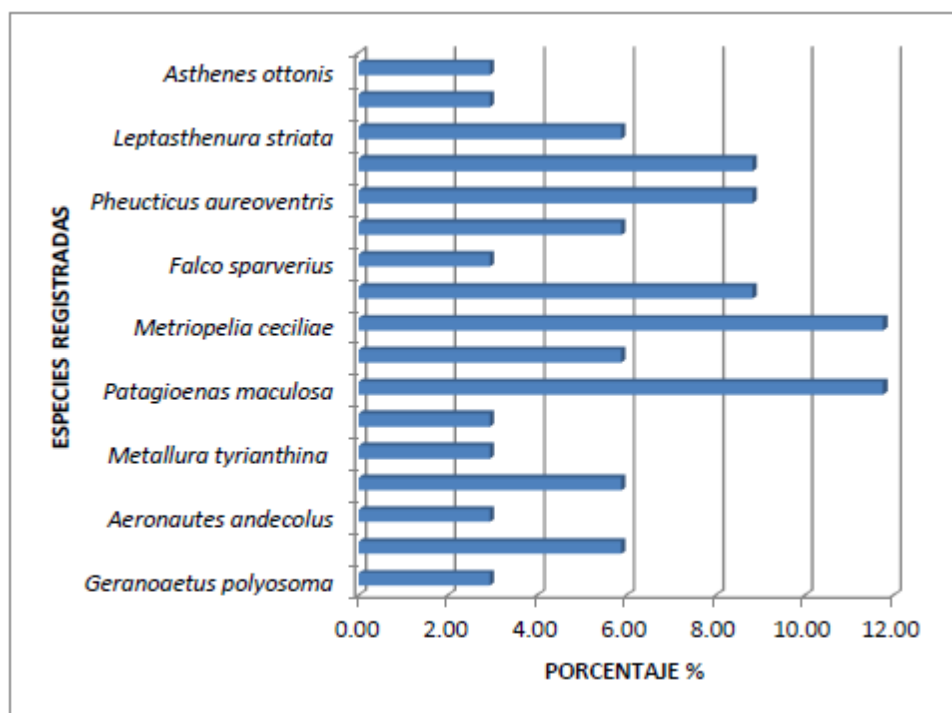
FAMILIA	ESPECIE	Nº INDIVIDUOS
COLUMBIDAE	<i>Metriopelia melanoptera</i>	2
COLUMBIDAE	<i>Metriopelia ceciliae</i>	4
FALCONIDAE	<i>Falco peregrinus</i>	3
FALCONIDAE	<i>Falco sparverius</i>	1
EMBERIZIDAE	<i>Zonotrichia capensis</i>	2
CARDINALIDAE	<i>Pheucticus aureoventris</i>	3
FURNARIIDAE	<i>Geositta cunicularia</i>	3
FURNARIIDAE	<i>Leptasthenura striata</i>	2
FURNARIIDAE	<i>Leptasthenura andicola</i>	1
FURNARIIDAE	<i>Asthenes ottonis</i>	1

Fuente: Informe de Línea de Base Biológica para el proyecto de Relleno sanitario, – Noviembre 2014
FICHTNER GMBH & CO. KG - Consultoría y Dirección de Proyectos - CYDEP S.A.S

Las especies que registraron la mayor abundancia fueron *Patagioenas maculosa* con 04 individuos (11.76%), *Metriopelia ceciliae* con 04 individuos (11.76%) y *Pheucticus aureoventris*, *Geositta cunicularia*, *Falco peregrinus* con 03 especies (8.82%)

A continuación se presentan los resultados de abundancia en porcentajes obtenidos en el área evaluada por cuadrantes

Figura 3-37 Porcentaje de individuos registrados en el área evaluada



Fuente: Informe de Línea de Base Biológica para el proyecto de relleno sanitario, – noviembre 2014
FICHTNER GMBH & CO. KG - Consultoría y Dirección de Proyectos - CYDEP S.A.S

B.- Índice de Valor Ornitológico (IVO)

Según esta metodología, se dio una puntuación de exclusividad a cada especie observada y/o capturada, donde se le otorgó un “0” a las especies comunes y de amplia distribución, y “1 a 4” a las especies menos comunes; dependiendo de si posee un rango restringido, una abundancia limitada, una distribución fraccionada, o por combinaciones de distribución y abundancia limitadas (ver Tabla 3-34).

Tabla 3-35 Riqueza de especies registradas en el área de estudio

FAMILIA	ESPECIE	IVO
ACCIPITRIDAE	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	0
ACCIPITRIDAE	<i>Circus cinereus</i>	2
APODIDAE	<i>Aeronautes andecolus</i>	3
TROCHILIDAE	<i>Oreotrochilus estella</i>	0
TROCHILIDAE	<i>Metallura tyrianthina</i>	0
COLUMBIDAE	<i>Zenaida auriculata</i>	1
COLUMBIDAE	<i>Patagioenas maculosa</i>	1
COLUMBIDAE	<i>Metriopelia melanoptera</i>	1
COLUMBIDAE	<i>Metriopelia ceciliae</i>	2
FALCONIDAE	<i>Falco peregrinus</i>	1
FALCONIDAE	<i>Falco sparverius</i>	4
EMBERIZIDAE	<i>Zonotrichia capensis</i>	1
CARDINALIDAE	<i>Pheucticus aureoventris</i>	0
FURNARIIDAE	<i>Geositta cunicularia</i>	3
FURNARIIDAE	<i>Leptasthenura striata</i>	1
FURNARIIDAE	<i>Leptasthenura andicola</i>	0
FURNARIIDAE	<i>Asthenes ottonis</i>	0

Fuente: informe de Línea de Base Biológica para el proyecto de relleno sanitario, – noviembre 2014
FICHTNER GMBH & CO. KG - Consultoría y Dirección de Proyectos - CYDEP S.A.S

C.- Especies en estado de protección

Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI

Ninguna especie registrada en el estudio se encuentra en la categoría de Vulnerable (VU) dentro de la legislación nacional.

Lista Roja de la IUCN

Las especies registradas en el presente monitoreo se encuentran incluidas en la Lista Roja, bajo la categoría de Preocupación Menor (LC).

Apéndices CITES

Es la organización internacional que se encarga de regular el comercio de especies silvestres. En el total de especies monitoreadas, no se incluye a ninguna registrada.

D.- Conclusiones sobre la avifauna local

Se registraron un total de 17 especies de aves, siendo *Patagioenas maculosa* con 04 individuos (11.76%), *Metriopelia ceciliae* con 04 individuos (11.76%) y *Pheucticus aureoventris*, *Geositta cunicularia*, *Falco peregrinus* las especies más abundantes en la evaluación.

En el trabajo realizado en la zona evaluada se registraron especies de amplia distribución y sólo una que presenta una distribución y abundancia limitada según el IVO.

Geranoaetus polyosoma y *Circus cinereus* (Familia Accipitridae).- Los aguiluchos, águilas son rapaces propias de la serranía, predador principalmente de mamíferos pequeños, lagartijas, entre otros. Se les puede encontrar ampliamente distribuida. Ninguna de las dos especies se encuentra amenazada, según la lista del D.S. 034 – 2004 AG. Las dos especies antes mencionadas están consideradas dentro del apéndice II de CITES.

Falco peregrinus (Familia Falconidae).- Denominado “Halcón peregrino”, es una especie migrante boreal y en algunos lugares residente raro. Su registro es esporádico. Está en el apéndice I de CITES y como Casi Amenazado por el D. S. 034 – 2004 AG.

Asthenes ottonis (Familia Furnariidae).- Denominado canastero de frente rojiza, es una especie común para los valles interandinos del centro de Perú, Es importante por ser endémica para el país y el centro y sur del Perú.

3.3.4.2 Mastofauna (Mamíferos)

En el transecto de evaluación MA-01 se registraron 3 individuos de mamífero, perteneciente a la especie *Calomys lepidus* “ratón vespertino” y *Akodon subfuscus* “ratón campestre” pertenecientes a la familia Cricetidae. Ver Tabla 3-35.

A.- Abundancia y riqueza de la mastofauna

En la tabla siguiente se muestra la riqueza y abundancia de mamíferos en la zona de estudio.

Tabla 3-36 Riqueza y abundancia de mastofauna registrada en el área de influencia del proyecto

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	N° DE INDIVIDUOS	PORCENTAJE %
CRICETIDAE	<i>Calomys lepidus</i>	"ratón vespertino"	2	40
CRICETIDAE	<i>Akodon subfuscus</i>	"ratón campestre"	1	20
CANIDAE	<i>Lycalopex culpaeus</i>	"zorro andino"	1	20
MEPHITIDAE	<i>Conepatus chinga</i>	"zorrino"	1	20

Fuente: informe de Línea de Base Biológica para el proyecto de relleno sanitario, – Noviembre 2014
FICHTNER GMBH & CO. KG - Consultoría y Dirección de Proyectos - CYDEP S.A.S

En la zona de estudio los mamíferos de mayor abundancia fueron *Calomys lepidus*. (40%) seguido de *Akodon subfuscus* (22%) con 2 y 1 individuos respectivamente.

Tabla 3-37 Lista de mamíferos introducidos domésticos y nativos domésticos registrada en el área de influencia del proyecto

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
CANIDAE	<i>Canis familiaris</i>	Perro
FELIDAE	<i>Felis catus</i>	Gato
EQUIDAE	<i>Equus asinus</i>	Burro, asno
EQUIDAE	<i>Equus caballus</i>	Caballo
MURIDAE	<i>Rattus rattus</i>	Rata
MURIDAE	<i>Mus musculus</i>	Pericote
BOVIDAE	<i>Bos taurus</i>	Toro y vaca
BOVIDAE	<i>Ovis aries</i>	Oveja
SUIDAE	<i>Sus domesticus</i>	Cerdo, chancho, cuche

Fuente: informe de Línea de Base Biológica para el proyecto de relleno sanitario, – Noviembre 2014
FICHTNER GMBH & CO. KG - Consultoría y Dirección de Proyectos - CYDEP S.A.S

B.- Conclusiones sobre la fauna de Mamíferos

Se registraron un total de **5 especies** de mamíferos evaluadas en el área de estudio.

Las especies más representativas para el estudio fueron *Calomys lepidus*. "ratón vespertino" seguido de *Akodon subfuscus* "ratón campestre", *Lycalopex culpaeus* "zorro andino" y *Conepatus chinga* "zorrino").

3.3.4.3 Herpetofauna

Para el monitoreo de la herpetofauna se evaluaron 2 transectos. En el muestreo realizado, se registraron 03 individuos pertenecientes a 03 especies, 02 familias. Como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 3-38 Herpetofauna registrada en el área de influencia

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Nº DE INDIVIDUOS	PORCENTAJE %
DIPSADIDAE	<i>Tachymenis peruviana</i>	Culebra serrana	1	33.3
TROPIDURIDAE	<i>Stenocercus apurimacus</i>	Lagartija	1	33.3
LIOLAEMIDAE	<i>Liolaemus cf. signifer</i>	Lagartija	1	33.3

Fuente: informe de Línea de Base Biológica para el proyecto de relleno sanitario, – noviembre 2014
FICHTNER GMBH & CO. KG - Consultoría y Dirección de Proyectos - CYDEP S.A.S

Las especies registradas utilizan las rocas y/o piedras como micro hábitats para alimentación y refugio.

Tabla 3-39 Distribución y conservación de los reptiles registrada en el estudio

DISTRIBUCIÓN Y CONSERVACIÓN DE LOS REPTILES
<i>Tachymenis peruviana</i> (Sub Familia Dipsadidae).- La culebra serrana, es la serpiente más ampliamente distribuida en la sierra central y sur del Perú, llegando hasta Bolivia y el norte de Argentina. No se encuentra listada en ninguna categoría de amenaza, nacional e internacional.
<i>Stenocercus apurimacus</i> (Familia Tropiduridae).- La lagartija del Apurímac, es endémico de los valles secos interandinos del río Apurímac y el Pampas. No se encuentra listada en ninguna categoría de amenaza, nacional e internacional
<i>Liolaemus cf. signifer</i> (Familia Liolaemidae).- Esta lagartija es ampliamente distribuida en desde el centro-sur de Perú, hasta Bolivia, Argentina y Chile. Según la IUCN (2013) se encuentra en la categoría de Preocupación menor.

Fuente: Informe de Línea de Base Biológica para el proyecto de Relleno sanitario, – Noviembre 2014
FICHTNER GMBH & CO. KG - Consultoría y Dirección de Proyectos - CYDEP S.A.S

3.3.5 Áreas Naturales protegidas

En la zona del proyecto no existe ningún Área Natural Protegida (ANP) por el Estado, conforme al Sistema Nacional de Áreas Protegidas por el Estado (SINANPE), que está integrado por todas las áreas definidas por leyes promulgadas sobre la materia, tampoco tiene cercanía a sus áreas de amortiguamiento, tal como lo certifica la autoridad competente mediante Certificado N°440-2014 –SERNANP-DDE de fecha 5 de diciembre 2014.

3.4 Medio Social, económico, cultural y antropológico

3.4.1 Medio Social

3.4.1.1 Características demográficas

A.- Crecimiento poblacional

La población beneficiada del proyecto son los distritos de Andahuaylas, Talavera y San Jerónimo, a continuación se muestra una tabla con la población urbana proyectada hasta el 2024, observándose el crecimiento progresivo de la población la misma que será beneficiada con el proyecto.

Tabla 3-40 Proyección de poblacional urbana

	AÑO	ANDAHUAYLAS	TALAVERA	SAN JERÓNIMO	POBLACIÓN TOTAL
0	2014	38,055	11,315	12,103	61,473
1	2015	39,934	11,706	12,546	64,186
2	2016	41,906	12,097	12,998	67,001
3	2017	43,976	12,488	13,459	69,923
4	2018	46,147	12,879	13,929	72,955
5	2019	48,426	13,270	14,407	76,103
6	2020	50,818	13,661	14,895	79,373
7	2021	53,327	14,052	15,391	82,769
8	2022	55,960	14,443	15,896	86,299
9	2023	58,724	14,834	16,409	89,967
10	2024	61,623	15,225	16,932	93,780

Fuente: PIP – Andahuaylas 2013

B.- Migración.

En las décadas de 80 y 90 Andahuaylas pasa por una situación de violencia política desatada por las fuerzas de Sendero luminoso y las fuerzas policiales en Ayacucho y otros departamentos cercanos, originándose una inmigración del campo a la ciudad.

A partir del año 2000 en Andahuaylas se instalan universidades nacionales y particulares, originando una nueva ola migratoria de jóvenes de diversos lugares hacia la ciudad. Sin embargo no puede dejarse de mencionar que en la actualidad hay migración hacia las ciudades grandes como: Lima, Cusco, Ayacucho y Arequipa por motivos de estudios, de las cuales muchos de estos emigrantes en su mayoría se quedan en esos lugares por motivo de trabajo y pocos vuelven a trabajar en su tierra; sólo regresan a Andahuaylas temporalmente para ciertas fechas festivas o como visita a sus familiares. Parece que el movimiento poblacional o migración de (emigrantes - inmigrantes) es algo equilibrado.

C.- Estructura de la Población por Edad y Sexo

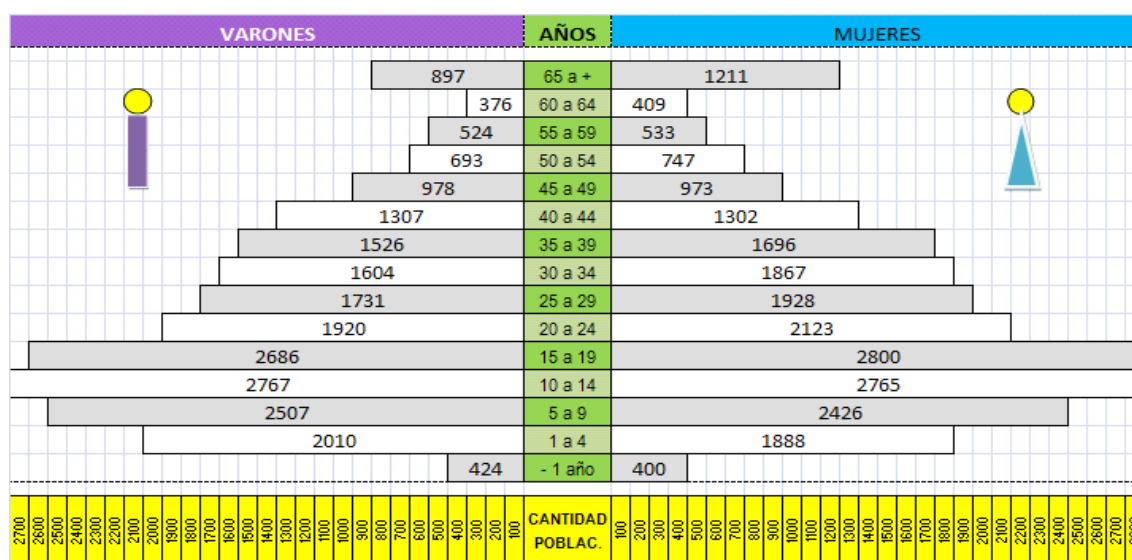
En Andahuaylas, el mayor porcentaje de personas se encuentra entre 10 a 19 años de edad, de los cuales entre ellos la población entre 10 a 14 años representa el 8.68% y entre 15 a 19 años el 8.86%; le sigue a esto las personas con edades de 20 a 24 años, con 7.05%; siendo los de menos participación los habitantes que tienen menos de un año con 1.36% y los de 65 a + años con 2.90%. Ello da a entender que la mayor cantidad de habitante en el distrito de Andahuaylas se encuentra en el grupo de 10 a 24 años de edad; indicando esto que la población de Andahuaylas es mayormente joven; mientras a nivel de sexo, las mujeres tienen mayor participación, aunque la diferencia es mínima. En San Jerónimo, la realidad poblacional a nivel de grupos se asemeja al de Andahuaylas, donde el mayor porcentaje de habitantes se encuentra en el grupo de las edades de 10 a 24 años, gozando de una gran población joven. En cuanto al sexo, las mujeres superan a los varones en un porcentaje mínimo. En Talavera, la estructura poblacional de este distrito es semejante a al distrito de Andahuaylas, donde la mayor cantidad de población está entre 10 a 24 años; demostrándonos que la población es joven. En cuanto a la población por sexo el número de hombres es menor al número de mujeres pero en un porcentaje mínimo.

Tabla 3-41 Población distrital por sexo y edad de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera

GRUPO DE EDAD	ANDAHUAYLAS						SAN JERÓNIMO						TALAVERA					
	Total	%	Homb	%	Mujer	%	Total	%	Homb	%	Mujer	%	Total	%	Homb	%	Mujer	%
- 1 año	704	1.36	269	0.72	236	0.63	413	0.77	75	0.37	81	0.40	342	0.98	80	0.48	83	0.50
1 - 4	3,459	6.35	1,194	3.20	1,172	3.15	2,166	4.27	471	2.31	399	1.96	1,458	3.98	345	2.07	317	1.90
5 - 9	4,382	7.95	1,513	4.06	1,449	3.89	2,748	5.54	580	2.85	548	2.69	1,797	5.06	414	2.49	429	2.58
10 - 14	4,741	8.68	1,566	4.20	1,668	4.48	2,863	6.03	634	3.11	593	2.91	2,225	6.43	567	3.41	504	3.03
15 - 19	4,289	8.86	1,628	4.37	1,675	4.50	2,433	5.88	569	2.80	628	3.08	1,844	5.92	489	2.94	497	2.99
20 - 24	3,424	7.05	1,276	3.42	1,351	3.63	1,589	3.74	324	1.59	438	2.15	1,249	3.93	320	1.92	334	2.01
25 - 29	3,036	6.27	1,116	3.00	1,219	3.27	1,447	3.49	329	1.62	382	1.88	1,139	3.68	286	1.72	327	1.96
30 - 34	2,829	5.83	1,034	2.78	1,138	3.05	1,448	3.51	305	1.50	410	2.01	1,031	3.51	265	1.59	319	1.92
35 - 39	2,560	5.32	942	2.53	1,039	2.79	1,223	2.98	292	1.43	315	1.55	1,083	3.81	292	1.75	342	2.05
40 - 44	2,036	4.20	791	2.12	773	2.07	1,021	2.43	245	1.20	249	1.22	939	3.31	271	1.63	280	1.68
45 - 49	1,507	3.09	589	1.58	564	1.51	742	1.82	177	0.87	194	0.95	759	2.56	212	1.27	215	1.29
50 - 54	1,160	2.26	421	1.13	421	1.13	566	1.30	109	0.54	156	0.77	595	2.00	163	0.98	170	1.02
55 - 59	852	1.61	302	0.81	298	0.80	418	1.00	98	0.48	106	0.52	467	1.52	124	0.74	129	0.77
60 - 64	645	1.16	207	0.56	225	0.60	369	0.76	71	0.35	84	0.41	427	1.19	98	0.59	100	0.60
65+	1,636	2.90	467	1.25	614	1.65	911	2.07	165	0.81	256	1.26	1,294	3.64	265	1.59	341	2.05
TOTAL	37,260	72.89	13,315	35.74	13,842	37.15	20,357	45.60	4,444	21.83	4,839	23.77	16,649	51.52	4,191	25.17	4,387	26.35

FUENTE: Plan de Desarrollo Urbano de la Microcuenca Chumbao 2013-2024.

Tabla 3-42 Pirámide de edades de los distritos Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera



FUENTE: Plan de Desarrollo Urbano de la Microcuenca Chumbao 2013 - 2024

D.- Dinámica de Crecimiento Poblacional

Natalidad

Esta situación es semejante al contexto nacional que muestra una predisposición por el control de la natalidad; el cual se refleja en las cifras controlables. La tasa de fecundidad está en relación con las estadísticas nacionales, por lo que el moderado incremento poblacional corresponde a factores como el desplazamiento del campo a la ciudad por mejorar las condiciones de vida.

Mortalidad

La tasa de mortalidad general a nivel provincial es de 9.6 /1000 habitantes, la mayor tasa de mortalidad es de nivel materno infantil, la misma con mayor frecuencia se muestra en zonas periféricas y rurales de menor atención de salud.

La más importante causa de morbilidad en los distritos de intervención del proyecto, representada por el mayor número de atenciones médicas, está relacionada con las siguientes enfermedades: Infección Respiratoria Aguda (IRA), Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA), Enfermedades Bucles Glándula Salival y Maxilar, Heridas, Enteritis y Colitis No Infecciosa, Trastornos del Aparato Genital Femenino, Neumonía y Enfermedades Esofágicas y otros, debido a cambios climáticos, consumo de agua sin tratamiento y otros factores.

La esperanza de vida al nacer del poblador de la provincia de Andahuaylas es de 65 años.

Tabla 3-43 Diez enfermedades de mayor frecuencia en los servicios de salud de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera

ENFERMEDADES	ESSALUD		MINSA		TOTAL	
	ABS.	%	ABS.	%	ABS.	%
Enfermedades del sistema respiratorio	9.869	18,69	2.277		12.146	28,73
Enfermedades del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo	4.672	8,85	449	5,35	5.121	12,11
Enfermedades del sistema genito urinario	4.267	8,08	902		5.169	12,23
Enfermedades infecciosas y parasitarias	3.636	6,89	195	2,32	3.831	9,06
Enfermedades del sistema circulatorio	3.239	6,13	273	3,25	3.512	8,31
Enfermedades del sistema digestivo	3.038	5,75	455,00		3.493	8,26
Síntomas , signos y hallazgos de laboratorio anormales	2.705	5,12			2.705	6,40
Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas	1.970	3,73	469,00		2.439	5,77
Traumatismos , envenenamientos y algunas otras consecuencias de causas externas	1.593	3,02			1.593	3,77
Enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo	1.451	2,75			1.451	3,43
Neoplasias	811	1,54		0,00	811	1,92
T O T A L	52.800	70,55	8.395	10,92	42.271	100,00

FUENTE: Plan de Desarrollo Urbano de la Microcuenca Chumbao 2013 - 2024

3.4.1.2 Características sociales de la Población

A.- Necesidades Básicas Insatisfechas

Los distritos de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera se encuentran dentro del quintil 2, estando en el rango de los de menos ingresos económicos con una población en situación de pobreza.

Tabla 3-44 Necesidades básicas insatisfechas

DISTRITO	POBLACIÓN 2007	% POBLAC. RURAL	QUINTIL 1/	% POBLAC. SIN AGUA	% POBLAC. SIN DESAG/letr .	% POBLAC. SIN ELECTRICIDAD	% MUJERES ANALFABETAS	% NIÑOS 0-12 AÑOS	TASA DESNUTRIC. NIÑOS 6-9 AÑOS	ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO
ANDAHUAYLAS	37,260	27%	2	11%	16%	20%	20%	31%	34%	0.5473
SAN JERONIMO	20,357	55%	2	19%	10%	21%	36%	34%	46%	0.5047
TALAVERA	16,649	48%	2	8%	12%	27%	29%	29%	31%	0.5291

Fuente: Mapa de pobreza FONCODES 2007.

3.4.1.3 Características de los servicios sociales en la provincia

A.- Servicio de Saneamiento Básico

El saneamiento básico para las ciudades está dada en los siguientes porcentajes, la ciudad de San Jerónimo cuenta con una cobertura de 60% en agua potable y 40% de cobertura de servicio de alcantarillado, la ciudad de Talavera cuenta con una cobertura de 90% en agua potable y 50% de cobertura del servicio de alcantarillado y la ciudad de Andahuaylas cuenta con una cobertura de 90% en agua potable y 60% de cobertura del servicio de alcantarillado, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3-45 Resumen de servicios básicos

DISTRITO	SERVICIOS BÁSICOS	
	AGUA POTABLE	DESAGÜE
SAN JERÓNIMO	60%	40%
TALAVERA	90%	50%
ANDAHUAYLAS	90%	60%

Fuente: INEI – Censos Nacionales 2007

B.- Energía Eléctrica

De acuerdo a los datos del censo de población y vivienda del año 2007, la cobertura de viviendas con alumbrado eléctrico proveniente de la red pública es de: 2912 viviendas equivalente al 69.9% del total de viviendas urbanas de Talavera, 3194 equivalente al 76% de las viviendas de San Jerónimo y de 6821 viviendas que cubren el 79% del total de viviendas urbanas del distrito de Andahuaylas.

Por otra parte, la información proporcionada por la empresa prestadora de servicios Electro Sur este S.A.A., indica que en la actualidad existe un total de 11 980 conexiones, correspondiendo 11 326 a servicios domiciliarios, 445 a servicios comerciales y 209 a conexiones industriales. La diferencia se debería a que los datos censales se refieren no solo a los centros poblados de Andahuaylas, Talavera y San Jerónimo, sino que incluyen todos los centros poblados de dichos distritos.

El suministro eléctrico procede de la sub estación de potencia de Andahuaylas, sistema nacional interconectado línea 60 KV, máxima demanda 2950kw.

C.- Servicio de Seguridad Ciudadana

En Talavera, Andahuaylas y San Jerónimo se cuenta con un Comité de Seguridad Ciudadana de la Municipalidad provincial o distrital según el caso, estas reportan la existencia de delincuencia nocturna, pirañas en las calles en altas horas de la noche, siendo zonas de peligro los lugares oscuros como: el bosque, Parque del Hermanamiento con España, Unidad Vecinal de Chihuanpata entre otros. Los principales problemas identificados son pandillaje juvenil, pandillas de alcohólicos mayores y menores en altas horas de la noche.

Según el reporte de la Comisaría del sector sobre los problemas sociales que más resaltan son la violencia familiar en sus modalidades de violencia física 180 casos, psicológica 230 casos y sexual 24 casos, seguido por las faltas contra la persona con 538 casos y maltratos entre personas 247; también resalta el abigeato con 12 casos y

usurpación con 14 casos registrados. Cabe recalcar que no todos los casos de los problemas sociales están registrados, por ejemplo la violencia psicológica que los varones reciben de parte de sus esposas.

La municipalidad provincial de Andahuaylas cuenta con una oficina de Seguridad Ciudadana y Serenazgo, la cual tiene poco tiempo de funcionamiento, cuenta con 25 trabajadores distribuidos en dos grupos de 12 efectivos, cuyo horario de trabajo es de 12x12 horas, se cuenta con 5 Camionetas Nissan Navarra 4x4 y 5 motocicletas para el patrullaje.

Según esta oficina, el problema de la inseguridad ciudadana, se debe en gran medida a:

- Desconocimiento de las normas o disposiciones legales vigentes.
- Desocupación de los jóvenes después de haber culminado sus estudios
- Inexistente educación vial que genera imprudencias tanto del peatón como del conductor.
- Crecimiento desmedido de lugares de expendio de bebidas alcohólicas.
- Aumento del consumo de drogas.

D.- Servicios de Educación

La oferta educativa de la Provincia de Andahuaylas está centralizada en las capitales de Distritos, donde tienen favorables condiciones de estudio con distancias cortas hacia las Instituciones Educativas tanto para docentes como alumnos.

La provincia de Andahuaylas cuenta con un total de 451 centros educativos, distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 3-46 Número de alumnos, docentes, secciones y aulas Instituciones Educativas según distrito

NIVEL	TIPO	ANDAHUAYLAS				SAN JERÓNIMO				TALAVERA				TOTAL			
		Nº Alumn.	Nº Doc.	Nº Secc.	Nº Aulas	Nº Alumn.	Nº Doc.	Nº Secc.	Nº Aulas	Nº Alumn.	Nº Doc.	Nº Secc.	Nº Aulas	Nº Alumn.	Nº Doc.	Nº Secc.	Nº Aulas
Inicial	Estatad	2015	78	137	66	895	45	89	42	810	44	83	42	3720	167	309	150
	Privado	334	21	24						85	4	6		419	25	30	
	Sub Total	2349	99	161		895	45	89		895	48	89		4139	192	339	
Primaria	Estatad	5323	256	276	235	3081	160	160	150	2376	158	178	129	10780	574	614	514
	Privado	916	45	42						97	6	6		1013	51	48	
	Sub Total	6239	301	318		3081	160	160		2473	164	184		11793	625	662	
Secundaria	Estatad	5155	271	168	165	1850	96	61	62	2096	81	123	75	9101	448	352	302
	Privado	817	51	31										817	51	31	
	Sub Total	5972	322	199		1850	96	61		2096	81	123		9918	499	383	
CEBA*	Estatad	501	25	20		105	10	13		84	9	5		690	44	38	
	Privado													0	0	0	
	Sub Total	501	25	20		105	10	13		84	9	5		690	44	38	
CETPRO**	Estatad	464	13	15		148	5	5		102	3	2		714	21	22	
	Privado	203	10	20		15	1	1						218	11	21	
	Sub Total	667	23	35		163	6	6		102	3	2		932	32	43	
Educación Superior	Estatad	396	40	17										396	40	17	
	Privado	692	21	17										692	21	17	
	Sub Total	1088	61	34										1088	61	34	
NOTA: * Centro de Educación Básica Alternativa ** Centro de Educación Técnico Productiva FUENTE: Plan de Desarrollo Urbano de la Microcuenca Chumbao 2013 -2024.																	

Demanda del servicio de educación

De acuerdo con el cuadro presentado, existiría una aparente sobrepoblación escolar atribuible a la asistencia de alumnos procedentes de las áreas rurales cercanas, así como al incremento de los grupos etarios correspondientes a cada grado de instrucción. En cuanto al número de secciones y docentes estos cubrirían la demanda estimada para el largo plazo (año 2024).

Tabla 3-47 Déficit del equipamiento educativo 2007

NIVEL	NORMATIVO			EXISTENTE								DEFICIT			
	ALUMNOS	AULAS		ALUMNOS		AULAS		SECC	AULA / SECC.	ALUM / SECC.	AULAS UTIL EN 2 TURNOS	ALUMNOS		AULAS	
		1 TUR.	2 TUR.	ABS	% (1)	ABS	% (2)	ABS			ABS (3)	%	ABS	%	ABS (4)
Inicial	3.336	133	67	3.720	111,51 %	150	112,41 %	339	0,442	9,84	150	100,00%	-384	-11,51%	-17
Primaria	6.798	194	97	10.780	158,58 %	514	264,64 %	662	0,776	10,27	331	64,40%	-3.982	-58,58%	-320
Secundaria	7.916	226	113	9.101	114,97 %	302	133,53 %	383	0,789	20,67	192	63,58%	-1.185	-14,97%	-76
TOTAL	18.050	554	277	23.601		966	174,42 %	1.384			673		-5.551		-412

INDICES NORMATIVOS

Inicial 03 - 05 años : Población Total al 100% de Atención

(1) Porcentaje en base al Normativo de alumnos

Primaria 06 -11 años : Población Total al 100% de Atención

(2) Porcentaje en base al Normativo de aulas

Secundaria 12-17 años : Población Total al 100% de Atención

(3) Porcentaje en base al Nº de aulas existentes

(4) Resultado de la diferencia Aulas Normativas en un Turno menos Aulas Existentes

FUENTE: UGEL Andahuaylas - Plan de Desarrollo Urbano de la Microcuenca Chumbao 2013 -2024.

E.- Servicios de Salud

En la Provincia de Andahuaylas se cuenta con la Dirección Sub Regional de Salud Apurímac II, dependencia operativa del Ministerio de Salud. Tiene bajo su cargo el hospital general, Hugo Pesce Pesceto y el Hospital General de Chincheros, 11 Centros de Salud y 66 Puestos de Salud.

Los servicios de salud en el Valle del Chumbao se prestan mediante 2 Hospitales ubicados en el Distrito de Andahuaylas, 6 Puestos de Salud en San Jerónimo y 8 en el Distrito de Talavera. Los Hospitales cuentan con personal profesional especializado en cirugía, medicina, odontología, ginecología, pediatría, etc. Los Centros de Salud cuentan con personal profesional calificado (Médicos, Obstetras, Odontólogos, Enfermeras y personal técnico), mientras los Puestos de Salud que en una gran mayoría de centros de atención de salud en la provincia tienen personal a nivel de Auxiliares de Enfermería, esto implica una baja y deficiente atención de salud con las consecuencias de altos grados de morbilidad y tasas significativas de mortalidad infantil y madres gestantes.

La tasa de mortalidad general a nivel provincial es de 9.6 /1000 habitantes, la mayor tasa de mortalidad es de nivel materno infantil, la misma con mayor frecuencia se muestra en zonas periféricas y rurales de menor atención de salud.

Las causas de morbilidad más importante a nivel de los distritos de intervención del proyecto, con mayor número de atenciones médicas son las siguientes enfermedades: Infección Respiratoria Aguda (IRA), Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA), Enfermedades Bucales Glándula Salival y Maxilar, Heridas, Enteritis y Colitis No Infecciosa, Trastornos del Aparato Genital Femenino, Neumonía y Enfermedades Esofágicas y otros, debido a cambios climáticos, consumo de agua sin tratamiento y otros factores.

Desnutrición.

Según la información recibida de la DISA la desnutrición infantil de niños menores a 3 años es como sigue: Andahuaylas 26%, San Jerónimo 26% y Talavera 20% de niños desnutridos; siendo Talavera la de menor porcentaje.

Entre las causas de la desnutrición infantil según manifiestan los responsables de las áreas de salud tenemos: la ausencia de una dieta balanceada; horarios informales de alimentación, debido a la dedicación de las madres a labores económicas, como también por la condición socioeconómica y cultural de la población básicamente periurbana. Según informe del Área del Niño de la DISA la desnutrición es más frecuente en los niños de 8 a 24 meses.

El INI por su parte, tomando los parámetros de la OMS, señala que para el 2009, la desnutrición crónica en niños menores de 5 años fue de 28.10, 31.40 y 31.3 para Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera respectivamente.

Tasa de Natalidad. Andahuaylas para el año 2012 presentó una tasa de 821, San

Jerónimo de 391 y Talavera de 303 nacimientos.

Mortalidad Infantil. Según los datos estadísticos del año 2012 los distritos de Andahuaylas y Talavera coinciden con 9 niños muertos por cada 1000 nacidos vivos y San Jerónimo tiene 10 niños muertos de cada 1000 nacidos vivos. La causa más frecuente según informe del área de niño de la DISA es la neumonía. Mientras que al 2007 el INEI identificó un número mayor de niños muertos.

Tasa de Mortalidad Materna. En el año del 2012 no hubo ninguna muerte materna en los tres distritos debido al control de los últimos años, pero sí se presentaron muertes en los otros distritos de la provincia de Andahuaylas.

Tabla 3-48 Indicadores de salud: Desnutrición infantil de cero a tres años tasas de natalidad, mortalidad infantil y materna

ÁMBITO	POBLACIÓN TOTAL CENSO 2007	DESNUTRICIÓN INFANTIL NIÑOS 0 a 3 AÑOS	TASA DE NATALIDAD	TASA DE MORTALIDAD INFANTIL	TASA DE MORTALIDAD MATERNA
Distrito Andahuaylas	37260	26	821	9x/1000 N. Vivos	0x1000 N.Vivos
Distrito San Jerónimo	20357	26,3	391	10xc/1000 N. Vivos	0x1000 N.Vivos
Distrito Talavera	16649	20	391	9xc/1000 N.Vivos	0x1000 N.Vivos

Fuente: Información de la DISA Andahuaylas 2012 – Plan de Desarrollo Urbano Microcuenca Chumbao 2013-2024.

Tabla 3-49 Indicadores de salud: Desnutrición crónica en niños < de 5 años y tasa de fecundidad

ÁMBITO	POBLACIÓN TOTAL CENSO 2007	MORTALIDAD INFANTIL 2007	TASA DE FECUNDIDAD 2007	DESNUTRICIÓN CRÓNICA EN NIÑOS < DE 5 AÑOS (*) 2009
Distrito Andahuaylas	37260	17.00	3	28.10
Distrito San Jerónimo	20357	18.00	3.1	31.40
Distrito Talavera	16649	17.90	3.1	31.3

NOTA: (*) En relación a los estándares de la OMS
Fuente: Información de la DISA Andahuaylas 2012 – Plan de Desarrollo Urbano Microcuenca Chumbao 2013-2024.

3.4.2 Medio Económico

3.4.2.1 Características económicas de la población

A.- Población Económicamente Activa (PEA).

Según censo de población y vivienda realizada por el INEI en el 2007, la población económicamente activa (PEA) de 14 años y más años, es decir aquellas que se encuentra participando en la actividad económica, ya sea teniendo un empleo o que se encuentran activamente buscando un empleo, alcanzó a ser de 24,346 personas para el conjunto de distritos del conglomerado del valle del Chumbao, tales como Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera. De este universo, solo un 4% de su PEA se encontraba desocupada.

Existe una economía sostenida por una fuerza laboral caracterizada por trabajadores independientes (38.0%), empleados (25.6%) y obreros (17.4%) que representan el 81% del total de la PEA de 14 años y más, representados en la prestación de servicios en la capital provincial.

Esta característica, pertenece principalmente al distrito de Andahuaylas, constituyéndose el 55.3% del total de los 3 distritos. Los distritos de San Jerónimo y Talavera, representan el 23.2 y 21.5% del total de la PEA.

Tabla 3-50 Población económicamente activa

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DE 14 Y MÁS AÑOS DE EDAD, POR CATEGORÍA DE OCUPACIÓN, SEGÚN DISTRITOS										
PEA DISTRITAL DEL CONGLOMERADO		TOTAL		CATEGORIA DE OCUPACION						DESOCUPADO
		Nº	%	EMPLEADO	OBROERO	TRABAJADOR INDEPENDIENTE	EMPLEADOR O PATRONO	TRABAJADOR FAMILIAR NO REMUNERADO	TRABAJADOR DEL HOGAR	
PEA DISTRITAL ANDAHUAYLAS	Nº	13468	55.3	3789	1570	5637	373	1258	298	543
	%		100.0	28.1	11.6	41.9	2.8	9.3	2.2	4.0
PEA DISTRITAL SAN JERONIMO	Nº	5645	23.2	1226	1066	2055	78	852	151	217
	%		100.0	21.7	18.9	36.4	1.4	15.1	2.7	3.8
PEA DISTRITAL TALAVERA	Nº	5233	21.5	1219	1609	1552	63	481	96	213
	%		100.0	23.3	30.7	29.6	1.2	9.2	1.8	4.1
TOTAL PEA DISTRITAL CONGLOMERADO	Nº	24346	100.0	6234	4245	9244	514	2591	545	973
	%		100.0	25.6	17.4	38.0	2.1	10.6	2.2	4.0
TOTAL PEA Provincial ANDAHUAYLAS		43266		7392	8758	16483	756	7290	616	1971

Fuente: Información de la DISA Andahuaylas 2012 – Plan de Desarrollo Urbano Microcuenca Chumbao 2013-2024.

En el distrito de Andahuaylas, la PEA ocupada de 14 años y más es trabajador independiente y empleados en un 41.9 % y 28.1% respectivamente, con un 4% de población potencialmente trabajadora desempleada.

San Jerónimo, contiene al 23.2% del conglomerado, estando su fuerza laboral un poco

más equilibrada, sobre la base de los trabajadores independientes, empleados, obreros y trabajadores familiares no remunerados. El nivel desempleo es menor que los otros distritos

El caso del distrito de Talavera, que representa el 21.5% del total, su composición de la PEA es atípica respecto de los otros distritos, fuertemente caracterizada por: primero Obreros y en segundo lugar trabajadores independientes. Aquí, el nivel de desempleo de su PEA es relativamente mayor que en el resto de distritos del conglomerado, siendo 4.1%.

En términos propiamente urbanos se tiene que el conglomerado muestra un tamaño laboral de 16,821 personas, compuestos esencialmente por trabajadores independientes (6,187) y empleados (6,014), consolidado en el área urbana central, distrito de Andahuaylas.

Según censo, en la parte urbano distrital, el nivel de desocupación alcanzó las 689 personas de 14 años y más.

3.4.2.2 Sector agropecuario

A.- Producción agraria

La agricultura es la actividad principal de la población en la provincia y en los distritos de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera, del valle del Chumbao, con prácticas de producción en épocas de lluvia (campana grande).

En el distrito de Andahuaylas podemos observar hasta 4 características de la producción agrícola como:

- Producción líder: está directamente relacionada con la producción de papa y papa amarilla que significa el 78.3% de la producción local y una superficie cosechada de 3074 Has.
- Producción complementaria: existe una gran variedad de productos que acompañan a la producción líder, pero su producción no es muy significativa, tales como: Alfalfa, olluco, maíz, trébol, cebada, avena forrajera, representado solo el 17.87% del total de la producción local.
- Producción de subsistencia: seis importantes productos de la canasta de consumo local, de grandes potenciales en el mercado nacional y externo, tales como: Oca, cebada forrajera, mashua, trigo, quinua Y haba, representan el 2.92% de la producción total local.
- Producción marginal: Un 0.9% de la producción local está conformada por una gran variedad de productos (27) que acompañan al proceso productivo parcelario.

En el caso del distrito de San Jerónimo, la estructura productiva y el perfil de la canasta de productos es casi idéntica a la que experimenta el distrito de Andahuaylas.

Alcanzó una producción de 35 mil toneladas, siendo la papa la principal línea productiva´

- Producción líder: está directamente relacionada con la producción de papa y papa amarilla.
- Producción complementaria: acompañan a la producción líder, tales como: Alfalfa, olluco, maíz, trébol, cebada y avena forrajera.
- Producción de subsistencia: gran variedad, destacan cebada grano, haba grano, mashu, oca, trigo, quinua, arveja, ajos
- Producción marginal: gran variedad de productos (13), destacan coliflor, betarraga, manzano, tuna, etc.

El distrito de Talavera alcanzó una producción de 50 mil toneladas, siendo la papa la principal línea productiva:

- Producción líder: Está directamente relacionada con la producción de papa y papa amarilla que significa el 78.3% de la producción local y una superficie cosechada de 3074 Has.
- Producción complementaria: Existe una gran variedad de productos que acompañan a la producción líder, pero sus producción no es muy significativa, tales como: Alfalfa, olluco, maíz, trébol, cebada, avena forrajera, representado solo el 17.87% del total de la producción local.
- Producción de subsistencia: Seis importantes productos de la canasta de consumo local, de grandes potenciales en el mercado nacional y externo, tales como: Oca, cebada forrajera, mashua, trigo, quinua, haba y representando el 2.92% de la producción total local.
- Producción marginal: Un 0.9% de la producción local está conformada por una gran variedad de productos (27) que acompañan al proceso productivo parcelario.

B.- Producción Pecuaria

La actividad pecuaria en los 3 distritos es una actividad que se comparte de manera asociada con las labores culturales del campo, del desarrollo de la labranza, en la que están comprometidos todavía importantes sectores de la población de la ciudad y la periferia de los tres distritos Esta actividad se sustenta básicamente por la crianza de ganado criollo y pastos cultivados, bajo pastoreo extensivo y corrales.

En cuanto a la tenencia de ganado, predomina 4 especies según la data oficial: vacuno, ovinos, caprinos porcinos y cuyes. La crianza de animales menores es muy común en las familias cuya producción es para el autoconsumo principalmente.

La mayor producción y sacas al mercado de vacunos, ovinos y porcinos se destaca en los distritos de Andahuaylas y Talavera. La saca y producción de caprinos se dan en los distritos de San Jerónimo y Talavera.

Tabla 3-51 Producción pecuaria en distritos del área de influencia del proyecto

ESPECIES	DISTRITO ANDAHUAYLAS	DISTRITO SAN JERÓNIMO	DISTRITO TALAVERA	TOTAL CONGLOMERADO
Vacunos				
Saca	2588	561	1568	4717
Producción	527760	140120	358895	1026775
Vacas en Ordeño	14269	3032	3891	21192
Producción de leche	1052595	241683	474701	1768979
Ovinos				
Saca	3985	1054	2503	7542
Producción	83649	24693	49911	158253
Ovinos esquilados	10000		1340	11340
Producción de lana	15000		2235	17235
Caprinos				
Saca		94	102	196
Producción		1402	1195	2597
Porcinos				
Saca	4457	625	4286	9368
Producción	143865	24576	191725	360166
Cuy				
Saca	17357		18880	36237
Producción	16107		18800	34907
NOTA: Datos de la campaña agrícola 2011-2012 Fuente: Información de la DISA Andahuaylas 2012 – Plan de Desarrollo Urbano Microcuenca Chumbao 2013-2024				

3.4.2.3 Sector Pesquero

En cuanto a la actividad pesquera, siendo potencialmente posible su desarrollo y expansión, en la actualidad no constituye una actividad de importancia en la economía local y regional.

Según la Dirección Sub Regional de la Producción Andahuaylas, informa que, la actividad productiva pesquera provincial y distrital por tipos de especies para el presente año fue la siguiente:

- La producción provincial al mes de enero, relacionada a la extracción de truchas, pejerrey y carpa en ríos y lagunas ascendió a 3379 kilos, mientras que los productores colocaron otros 3599 kilogramos, que en conjunto significa una producción de 6.9 toneladas métricas.
- Se debe mencionar que se ha realizado una siembra en 9 lagunas del recurso trucha y pejerrey.
- Por otro lado existe una cantidad importante de especies hidrobiológicas que están ingresando al mercado, cuya cantidad desembarcada fue de 63.3 toneladas, correspondientes al mes de enero.

3.4.2.4 Actividad turística

El aprovechamiento del aspecto turístico es un punto de partida esencial en el desarrollo económico, y como tal se ha tomado en cuenta para el aprovechamiento de sus principales atractivos, su inserción y promoción en los principales mercados.

En la provincia, Existe un rico patrimonio cultural legado por las civilizaciones y culturas pre incas (Chancas) e incas, así como, los propios del proceso de aculturación e inserción en la colonia y la república.

Se dispone de una riqueza, tanto de las generaciones pre incas, e incas, restos arqueológicos, donde destacan algunos miradores incas, piedras talladas y recintos de culto a la naturaleza que en muchos casos están en mal estado de conservación.

Actualmente se presenta como el mayor atractivo para la ciudad, provincia y región, sus hermosos paisajes naturales. Los celajes por el lado oeste, realza la silueta majestuosa de la pradera Chanka, ofreciendo un vistoso paisaje del cielo andahuaylino. La topografía variada, exuberantes bosques, caudalosos ríos, manantiales y riachuelos, numerosas lagunas, cataratas, etc., hacen y dotan a este territorio de una belleza sin igual.

En la ciudad de Andahuaylas y sus distritos se encuentran bien dotados de tales recursos como el Huayao /Qumpicacha (arte rupestre); Iglesia de San Pedro de Andahuaylas, Celajes (Atardecer por el oeste); Paisajes forestal (Bosques de eucalipto y pinos), Plaza principal; en San Jerónimo encontramos el Templo de San Jerónimo, Huach – hualhwa (Ruinas pre incas); en Talavera encontramos la Iglesia Apóstol Santiago (Arquitectura y escultura colonial); Ushma /Rumichurku (Chulpas de piedra); La Torre de Reloj; Baños Medicinales, etc.

3.4.2.5 Sector comercial

Desde el punto de vista económico, el dinamismo de la región depende en gran medida de las actividades terciarias del intercambio y los servicios que se prestan en la ciudad para el conjunto de sectores y poblaciones del área de influencia provincial.

Las actividades de servicios públicos dan ocupación al 25.6% de la población, sean estos por la enseñanza, por la administración de los servicios públicos o prestaciones de la salud, mostrándose así el impacto de los recursos públicos en la economía local, dado el contexto regional y local de carencias, no existe una empresa privada de importancia (el ingreso de las mineras es relativamente creciente y no capta laboralmente a mucha población), por lo que el Estado es la única fuente de puestos de trabajo estables. Las actividades del comercio informal o irregular, son la fuente de autogeneración de empleos e ingresos.

De otro lado, las actividades terciarias están dinamizados por las actividades comerciales, los intercambios de bienes y servicios que se dan de manera preferencial en el distrito de Andahuaylas: Las ferias dinamizan la economía local ocupando de

manera irregular los espacios públicos, ante la gran movilidad de productores, comerciantes y consumidores, camioneros, estibadores y transportistas urbanos.

La actividad predominante, sobre todo de la población llegada en los últimos años, es el comercio ferial. Los mercados de abastos constituyen focos de concentración de actividades comerciales en su interior y área de borde para el consumo diario, domestico. Lo que existe es un importante peso del comercio formal e informal, que se ha ido consolidando en los últimos años definidos por las ferias, siendo estas las dinamizadoras de las economías de los intercambios locales.

Talavera como San Jerónimo se caracterizan por la presencia de comercios pequeños, tiendas de abarrotes, restaurantes y pequeños servicios que no capitalizan al distrito. En Talavera se da una pequeña feria, de influencia local, con comerciantes informales, o formales que salen a ocupar el espacio público para tener mayor cercanía con los clientes.

Si bien en el área urbana de San Jerónimo, la realización de ferias es inusual, sí se dan algunas en la localidad de Champacocha y el ejercicio del trueque está ampliamente extendido en el área rural. El trueque no sólo se da entre las comunidades rurales, sino que existe un comercio fluido con comerciantes de Andahuaylas que visitan constantemente las comunidades para intercambiar principalmente arroz, azúcar, fideos y pescado por cereales producidos en la zona.

La principal actividad comercial en la ciudad se da en la feria dominical de Andahuaylas, que es considerada una de las más grandes y de mayor duración en el Perú. En 3 días de todas las semanas del mes y del año, donde formales e informales, mayoristas y minoristas, productores e intermediarios colocan los más diversos productos.

3.4.3 Medio cultural

3.4.3.1 Identidad cultural

Las personas que viven o han vivido en el área rural, tienen un nivel de pertenencia fuerte con su comunidad o con su terreno, pero cuando llegan a la ciudad, sienten mucha desconfianza y todo les es ajeno, se sienten de algún modo marginados y sólo es un espacio temporal para realizar alguna actividad.

Muchos que viven en la ciudad, igualmente tienen una relación estrecha con su propiedad o local en el cual desarrollan sus actividades, pero fuera de ella sienten que no es de ellos y por tanto no les interesa lo que suceda, mientras no les afecte.

La mujer campesina manifiesta que en Andahuaylas existe mucha delincuencia, borrachera, robo; es una ciudad insegura que las autoridades no realizan las medidas correctivas; refieren que llegará el momento donde la población se organice y hará justicia con sus manos.

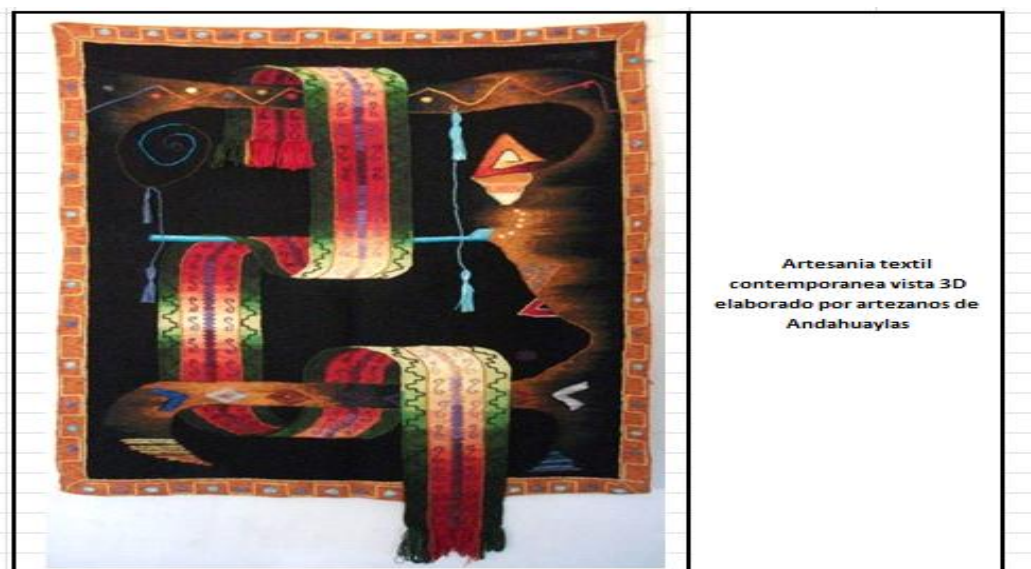
El pueblo Chanka goza de una gran riqueza cultura, constituida por diversas expresiones, manifestaciones conservadas y cultivadas por sus poblaciones a través de generaciones, tales como: las festividades religiosas, habilidades artesanales, gastronomía, música, danza y otras relacionadas a la cultura viva que ejercen y plantean un potencial centro de atracción turística, que requiere expandir su área de influencia e incorporarse a los principales corredores económicos y turísticos de la macro región y del país, tales como:

- Tradición en la labranza de la tierra
- Tradición ferial, motor y dinamizador de la economía local para el abastecimiento local y festivales nacionales.
- La práctica de la medicina tradicional.
- Monumentos religiosos con valor arquitectónico.
- El desarrollo del arte, artesanía y creación cultural, en el campo de la música folklórica y la danzas colectivas (negritos), competencias en danzas de las tijeras, corridas de toros (wacrapucos y el harawi), carnavales, comparsas; el Sondor Raymi.
- La gran variedad de su rica Gastronomía: comidas típicas y bebidas.
- Fiestas patronales en cada lugar unió siempre a los pueblos.

Idioma: En la Provincia Andahuaylas en su gran mayoría habla el quechua 73,5% y el castellano un 26,1% mientras que el Aymara es hablado por el 0.2% de la población, otras lenguas 0.2%, en la actualidad es uno de los elementos primordiales para determinar los espacios homogéneos, siendo herencia ancestral y parte de la identidad cultural mestiza y nativa.

Artesanía: La artesanía de la zona es de origen Chaka de ahí el arte ancestral del tejido, el tallado y la orfebrería

Figura 3-38 Artesanía textil de Andahuaylas



Fuente Museo de Andahuaylas

Danza Las Numerosas agrupaciones folklóricas ofrecen bailes costumbristas como las Danzas de Negrillos, Inkachas, Waylías, Ukumaris y Ursulitas.

Figura 3-39 Danza de los Negrillo Andahuaylas



Fuente Municipalidad distrital de San Jerónimo – Andahuaylas

3.4.3.2 Patrimonio cultural

Arqueología: En la zona de estudio no se encuentra restos arqueológicos como lo muestra el certificado de restos arqueológicos CIRA N° 32014-133 de 22 de octubre

2014, que se anexa, sin embargo la provincia de Andahuaylas se encuentran vestigios arqueológicos que se detallan a continuación.

Tabla 3-52 Producción pecuaria en distritos del área de influencia del proyecto

DISTRITO	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL ATRACTIVO
DISTRITOS DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	ANDAHUAYLAS	Huayao / Qumpicancha
	SAN JERÓNIMO	Huach-huallhua
		Llamachayug Wayqu
	TALAVERA	Ushma/Rumichurku
OTROS DISTRITOS DE LA PROVINCIA	HUANCARAMA	Curamba, Campanayoc Yurajhuaca
		Cconihuayrachina
		Yurachuaca-Pacchani
	ANDARAPA	Achanchi-Chajchani
	PACUCHA	Complejo arqueológico. Sondor
	KISHUARÁ	Complejo arqueológico Curamba
	POMACOCCHA	Awkimarka
	UMAMARCA	Andenería

FUENTE: "Estado de Diagnóstico y Zonificación de la Provincia Andahuaylas". Gobierno Regional de Apurímac Gerencia Sub Regional Chanka, ANDAHUAYLAS "Un mejor destino Turístico", 2002.
ELABORACION: Equipo Técnico del POU Andahuaylas- 2013 MODIFICADO A.K.FACHIN, Equipo Técnico del EIA Relleno Sanitario de Andahuaylas 2014

Figura 3-40 Cántaro Chanka



Fuente Museo de Andahuaylas

3.4.4 Vulnerabilidad y peligros de origen antrópico o tecnológico

La zona de estudio es vulnerable a la contaminación por el vertimiento y disposición final inadecuada de los residuos sólidos urbanos, ya que en el entorno existe el botadero municipal de Andahuaylas, estas condiciones se revertirán con la ejecución del proyecto de relleno sanitario de Andahuaylas que se construirá con todos los estándares nacionales e internacionales de calidad, por sus características el sitio cumple con todas las características que la normatividad en cuanto a construcción de rellenos sanitario exige, además se garantiza que la operación y mantenimiento será realizado por personal idóneo capacitado y adiestrado que aumenta la residencia ante cualquier amenaza o peligro.

Los peligros de origen antrópico asociados a la actividad son:

La contaminación producida por el mal manejo de los lixiviados, malos olores, Incendio en planta de tratamiento de inorgánicos e orgánicos entre los más relevantes.

Las medidas de mitigación a estos impactos están considerados en el plan de contingencias.

4 PLAN DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

El Plan de Participación Ciudadana, tiene como objetivo en primer lugar fomentar la participación activa de la población beneficiaria del proyecto y propiciar la implementación exitosa del mismo en armonía con la protección al ambiente y la salud pública, así como atenuar las posibles implicaciones que se generen en la población asentada en áreas aledañas al Proyecto, debido a algunos impactos sociales.

Este plan se sustenta legalmente en el D.S. N° 002-2009-MINAM, Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, y la Ley 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su reglamento, normas legales del Estado peruano, que promueven y garantizan el acceso de la población a la información ambiental y a ser partícipes del desarrollo de su entorno. Desarrollándose este capítulo de Plan de Participación Ciudadana hacer implementado en el proyecto.

La participación ciudadana ambiental es el proceso mediante el cual los ciudadanos participan responsablemente, de buena fe, con transparencia y veracidad, en forma individual o colectiva, en la definición y aplicación de las políticas relativas al ambiente y sus componentes, que se adopten en cada uno de los niveles de gobierno, y en el proceso de toma de decisiones públicas sobre materias ambientales, así como en su ejecución y fiscalización. Las decisiones y acciones de la gestión ambiental buscan la concertación con la sociedad civil.¹⁸

En coordinación con los equipos técnicos de la Unidad ejecutora del MINAM y la Municipalidad provincial de Andahuaylas, se realizaron de manera conjunta una serie de actividades orientadas a propiciar espacios para la socialización del proyecto, diálogo directo y levantamiento de información a nivel de diagnóstico participativo a nivel distrital, como parte de los estudios de pre inversión.

4.1 Acciones realizadas en la fase de planificación

El 10 de Setiembre del 2012 reunidos en la casa comunal de Husipara con la participación de los funcionarios municipales, directivos y la comunidad, se desarrolló el taller informativo: “Mejoramiento y Ampliación de la gestión Integral de los residuos sólidos municipales en la zona urbana del distrito de Andahuaylas y disposición final de San Jerónimo y Talavera, Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac” En este taller informativo la Lic. Marisela Robles Suarez, realizó la exposición del mencionado proyecto, brindando la información sobre los aspectos generales, beneficiarios, diagnóstico del servicio de gestión integral de los residuos sólidos, la producción de residuos sólidos en los distritos involucrados en el proyecto, así mismo se dio a conocer la localización del terreno ubicado en terrenos de la Comunidad Campesina de Unión Chumbao. La alternativa contempla la clausura y recuperación del botadero municipal. Informó que el proyecto contempla una planta de tratamiento

¹⁸ Decreto Supremo N° 002-2009 MINAM – Artículo 21

manual para facilitar el aprovechamiento de los residuos inorgánicos y orgánicos. La planta de inorgánicos tendrá capacidad para compostificar y producir un mejorador de suelos que puede ser aprovechado para la actividad agrícola de la Provincia, en especial, la agricultura de exportación, así también podrá ser utilizado para mejorar y ampliar las áreas verdes de la ciudad. Igualmente informó sobre la formulación del proyecto presentado ante el MINAM, como parte del paquete de 31 proyectos.



El Martes 7 de Octubre del 2014 se llevó a cabo una reunión de trabajo con los funcionarios de la Municipalidad de Andahuaylas sobre el estado situacional, el avance del proyecto del Relleno sanitario de la ciudad de Andahuaylas y solicitud de documentación relevante para el proyecto.

El jueves 09 de Octubre del 2014 se llevó a cabo el taller informativo a la población cercana al proyecto, autoridades y representantes de las organizaciones locales de la provincia, en el que se presentó la información referida al proyecto, sus etapas, los componentes así como la descripción del proceso de formulación del presente estudio de Impacto ambiental.



El equipo técnico del consorcio Fichtner Cydep SAS, respondió a cada una de las preguntas y absolvió algunas dudas de los asistentes, explicando a través de las imágenes la propuesta del proyecto.

El taller informativo de los procesos a desarrollarse para la formulación e implementación del EIA contó con la participación de la población más cercana al lugar del futuro relleno sanitario, así como de autoridades locales, el taller fue convocado por la municipalidad provincial de Andahuaylas. La información relevante del taller se indica a continuación:

Objetivo: Brindar información de los procesos a desarrollarse para la formulación e implementación del estudio de impacto ambiental en el marco del proyecto

Participantes:

Participaron 25 personas representantes de:

- Junta de Usuarios del distrito de Riego Andahuaylas.
- Gerencia sub Regional de Andahuaylas
- Ministerio de Educación UGEL.
- Hospital Sub Regional Andahuaylas.
- Municipalidad provincial de Andahuaylas
- Gubernatura de Andahuaylas.
- Dirección de Salud Apurímac II.
- Municipalidad del Centro Poblado Chumbao – Andahuaylas.
- Cámara de Comercio.
- Asociación de comerciantes Andahuaylas
- Asociación de la Feria dominical Andahuaylas.
- Comisión de Usuarios Talavera
- Administración Local del Agua ALA
- Emisora Radio Americana.
- Directivos y miembros Comunidad campesina Unión Chumbao

En el taller se llegó a las conclusiones que se muestran a continuación

- Las autoridades edilicias manifiestan el interés por el proyecto, solicitan que se ejecute a la brevedad posible el relleno sanitario de la ciudad de Andahuaylas, informan que se cuenta con los documentos y convenio con la comunidad campesina unión Chumbao asegurando así el terreno para la ejecución de la infraestructura.
- La comunidad campesina unión Chumbao, solicita una reunión informativa en la comunidad para explicar el diseño del relleno sanitario, sobre todo despejar dudas sobre las medidas de mitigación para prevenir la contaminación del ambiente que originaría el proyecto.
- Las autoridades sectoriales manifiestan que es importante mantener informada a la población de todos los detalles del proyecto, así como de las medidas que eviten impactos negativos en el ambiente.

- Los pobladores de la comunidad Unión Chumbao están preocupados por la contaminación que produce el actual botadero que está generando lixiviados a veces malos olores y moscas que llegan a la comunidad por el curso de agua y vientos. Estos estarían relacionando este efecto negativo del botadero con el relleno sanitario.
- La planta de residuos orgánicos para la producción de compost podría ser una ayuda para los agricultores ya que las tierras son altamente productivas, pero existen dudas sobre su uso ya que proviene de la basura.
- La preocupación de los representantes de sector salud por no haber considerado celdas de seguridad para residuos hospitalarios, quedando claro que esta no es competencia municipal pero si es un problema local para Andahuaylas.

4.1.1 Monitoreo participativo

El monitoreo participativo se realizó del 7 al 10 de octubre del 2014. Esta actividad se convocó en el marco de los estudios ambientales para evaluar la calidad del aire, ruido y agua del terreno seleccionado. Los asistentes estaban interesados en conocer la metodología de estos monitoreos basales, principalmente la ubicación donde se hacen los muestreos, qué factores ambientales pueden influir al momento de tomar las muestras y cuánto tiempo demoran en tener los resultados.



Se brindó una explicación del uso de equipos de monitoreo de calidad de agua y aire, los puntos de monitoreo y toma de muestras, los límites del terreno, estando presentes los representantes de la Municipalidad provincial e instituciones del Gobierno provincial. Es importante señalar que por pedido expreso de la población participante en los talleres, se determinó la realización del monitoreo de la calidad de agua superficial en el canal de riego San Lorenzo que pasa a más de 1 km de distancia del límite del área establecida para el relleno sanitario.

Tanto el equipo ambiental del Consorcio, como el técnico del Laboratorio SGS, dieron respuesta oportuna a cada uno de las interrogantes que formularon los asistentes, además de explicar los pasos que se requieren para tomar una muestra y conservarla bajo todas las especificaciones técnicas.

En líneas generales todos pudieron conocer la metodología y constatar los lugares de toma de muestra que se usan para los monitoreos basales y pedir las aclaraciones pertinentes.

4.1.2 Encuestas de percepción directa

Se realizaron encuestas y entrevistas a los pobladores del ámbito de influencia indirecta del terreno de disposición final y planta de tratamiento de residuos orgánicos e inorgánicos.



A continuación se presenta un resumen de los resultados de las encuestas que se realizaron sobre el proyecto:

El 32% de los encuestados nació y vive en San Jerónimo y el 25% en Talavera, distritos beneficiados con el proyecto del relleno sanitario, el 4% nació en Andahuaylas y el 39% restante vive en Andahuaylas pero no nació ahí.

El 75% de los encuestados manifiesta conocer que se desarrollara el proyecto de relleno sanitario, el resto manifiesta conocer poco o nada del tema.

El 44% de los encuestados indica que la construcción del relleno sanitario no causará impactos en el medio ambiente, mientras que el 66% manifiesta que si causará impactos en el medio ambiente, sin embargo el 96% indica que ya existe contaminación ambiental en la zona donde se construirá el relleno sanitario, el 4% desconoce el tema, de los que contestaron afirmativamente, el 21% manifiesta que existe contaminación del agua, un 22% manifiesta que existe contaminación del suelo, un 13% dice que existe contaminación sonora y un 44% que existe contaminación del

aire; estas respuestas reflejan el estado actual de la zona del proyecto donde existe un pasivo ambiental que es el botadero municipal a cielo abierto.

4.1.3 Acciones por realizar

Se plantea efectuar un proceso público, dinámico y flexible con la finalidad de informar y sensibilizar a la población involucrada de manera apropiada al contexto de la población en el ámbito de formulación del Proyecto Relleno Sanitario.

Se aplicarán los siguientes mecanismos de participación:

- Talleres de información: Procesos que permitan brindar información a la población que directa e indirectamente se verá influenciada positiva o negativamente con la implementación de la infraestructura de disposición final y del proyecto en su integridad.
- Encuesta de opinión: Ello permite generar la participación de los pobladores y plasmar su conformidad o disconformidad.
- Difusión: Difusión del proyecto en marco del plan de comunicaciones del proyecto que implementara el consorcio Fichtner-Cydep y la municipalidad provincial de Andahuaylas.
- Oficina de Información Permanente: Se plantea brindar información a cargo de la gerencia de desarrollo económico y medio ambiente de la municipalidad Provincial de Andahuaylas, de forma que pueda absolver cualquier interrogante, así mismo la de hacer cumplir los acuerdos, fortalecer la relación entre los actores y reducir los posibles conflictos.
- Acceso de Información referida al proyecto: Se entregará a las autoridades locales, comunales y entidades interesadas ejemplares en medio físico y digital del resumen ejecutivo del estudio ambiental para promover el entendimiento del proyecto y del estudio.
- Cualquier interrogante, así mismo la de hacer cumplir los acuerdos, fortalecer la relación entre los actores y reducir los posibles conflictos.
- Acceso de Información referida al proyecto: Se entregará a las autoridades locales, comunales y entidades interesadas ejemplares en medio físico y digital del resumen ejecutivo del estudio ambiental para promover el entendimiento del proyecto y del estudio.

4.1.4 Estrategia de socialización del proyecto

De las múltiples reuniones sostenidas desde el inicio de los estudios de pre inversión,

se ha evidenciado percepciones relacionadas al proyecto de residuos sólidos en Andahuaylas, entre las que se pueden destacar: A nivel de población e instituciones se mantiene el estigma de que el manejo de los residuos sólidos, de la “basura”, es una actividad que siempre contamina y que las condiciones críticas de su gestión no van a cambiar. Las experiencias conocidas localmente siempre han mostrado el impacto negativo de su generación y mala disposición en la salud pública, a ello se suma los malos hábitos de arrojo indiscriminado de residuos y acumulación en botaderos.

Las percepciones y expectativas de la población del área de influencia directa del proyecto en Andahuaylas, están relacionadas con el inadecuado manejo de los residuos sólidos. Los botaderos se han constituido en fuente visible de contaminación de suelos, agua y aire.

Las preocupaciones respecto a la propuesta del relleno sanitario en Andahuaylas, se basan en que la propiedad colinda con el actual botadero, existe también preocupación por parte de la población que no se controle adecuadamente la situación y puedan incrementarse los problemas relacionados al manejo inadecuado de los residuos sólidos.

En este contexto las estrategias que se plantean se orientan a mejorar los procesos de socialización e involucramiento a nivel de la población y autoridades para facilitar el proceso de información, comunicación y participación activa de la población involucrada.

Se proponen las siguientes líneas estratégicas de intervención para el proyecto, en el ámbito del distrito de Andahuaylas y el ámbito de influencia de la zona propuesta para el relleno sanitario. Estas actividades son complementarias con el Plan de Comunicación que se desarrollará durante el proceso de implementación del proyecto.

4.1.5 Participación Ciudadana

Objetivo: Lograr la confianza y apoyo de la población del área de influencia directa e indirecta del Proyecto de Manejo de Residuos Sólidos en la provincia de Andahuaylas.

Estrategia participativa y de consulta:

- Aclarar las incertidumbres y dudas, sobre el diseño del proyecto.
- Lograr una interacción más personalizada y un acercamiento constante con líderes locales, y actores clave.
- Implementación del Plan de Participación Ciudadana en las siguientes fases de los estudios, el cual debe incluir un mecanismo de atención de quejas y reclamos.

Actividades: Reuniones informativas con la población, monitoreo participativo, absolución de consultas, entrega de resúmenes ejecutivos del EIA SD.

4.1.6 Comunicación y difusión

Objetivo: informar y dar a conocer el proyecto, sus alcances, recibir retroalimentación sobre la problemática, fomentar el diálogo y propiciar el entendimiento y apropiación del Proyecto de Manejo de Residuos Sólidos.

Implementación del Plan de Comunicación para el proyecto, con determinación de los objetivos de comunicación, la construcción de mensajes, actividades y cronograma.

Actividades: Actividades de comunicación, difusión, información, y sensibilización sobre el proyecto, sus características, necesidades, infraestructura involucrada, componentes, costos, impactos, beneficios, etc. A través se Notas de prensa, elaboración de dípticos/trípticos, spots radiales, entrevistas, otros.

4.1.7 Coordinación interinstitucional

Objetivo: Lograr el apoyo y participación de la institucionalidad local para facilitar el desarrollo de los estudios en el ámbito del distrito de Andahuaylas.

Realización de reuniones de trabajo, de información, coordinación y suscripción de acuerdos para tareas conjuntas requeridas por el proyecto.

Actividades: Reuniones de trabajo con la Comisión Ambiental Municipal, para informar sobre los avances del proceso y ratificar su compromiso en la consecución de los objetivos, cumplimiento de actividades y plazos.

4.1.8 Gestión Política

Objetivo: Lograr y mantener el compromiso político de autoridades municipales distritales y del Gobierno provincial para asumir responsabilidades y facilitar la toma de decisiones estratégicas respecto al proyecto y sus componentes

Estrategia política

- Promover el liderazgo de la autoridad de la Municipalidad Provincial competente y responsable de la gestión de residuos sólidos, incluyéndola en todas las actividades.
- Identificar nuevos aliados con credibilidad en el proceso.
- Comunicación fluida y permanente a nivel político durante el desarrollo de los estudios.

Actividades:

Reuniones de coordinación con autoridades (alcaldes Municipalidades distritales, Presidente del Gobierno Regional, Ministerio del Ambiente), de manera independiente y conjunta.

Convocar y garantizar la participación de autoridades (alcaldes) en los eventos (talleres, reuniones de trabajo, etc.) promovidos por el proyecto.

Promover manifestaciones con incidencia política relacionados al proyecto en declaraciones públicas de autoridades municipales y regionales.

4.1.9 Propuesta de mecanismos de participación ciudadana a desarrollarse durante el procedimiento de validación del EIA SD.

Acceso de la población a resúmenes ejecutivos del EIA SD.

Como mecanismos para el acceso a información sobre el EIA, (resultado de los monitoreos basales), la municipalidad entregará el resumen ejecutivo para ser distribuido entre los líderes locales para su difusión, así mismo se contará con ejemplares del resumen en la Gerencia de Medio Ambiente y se colgará la información en la página web de la municipalidad.

4.1.10 Propuesta de mecanismos de participación ciudadana a desarrollarse durante la ejecución del proyecto.

Información y Recepción de Consulta Permanente.

La gerencia de Desarrollo económico social y medio Ambiente de la municipalidad provincial de Andahuaylas recepcionará y administrará atención de solicitudes, quejas, reclamos, y sugerencias del proyecto, cuya finalidad es dar atención y respuesta oportuna a las demandas de información o reclamos de los actores sociales para una gestión transparente, incorporación de cambios o modificaciones para una mejor implementación de la propuesta, y sobre todo la prevención de conflictos.

Visitas guiadas al área de las instalaciones del proyecto.

Se programarán visitas al relleno sanitario durante la fase de construcción, para mostrar el alcance técnico del diseño y conocer los componentes de infraestructura, así mismo durante la fase operativa para conocer las dimensiones y aspectos técnico-operativos, así como verificar in situ el cumplimiento de las medidas de seguridad para evitar fugas de gases o filtraciones de lixiviados. Adicionalmente se organizarán pasantías para que representantes de otras regiones interesados en esta tecnología conozcan la experiencia y el cambio que se produce en la gestión de residuos sólidos en la región.

Monitoreo participativo.

El objetivo del monitoreo participativo en el proyecto será recoger y analizar datos, y comunicar los resultados, en un intento conjunto de identificar y resolver problemas.

Requiere apertura, una buena disposición para escuchar diferentes puntos de vista, una aceptación del conocimiento y del rol de los diferentes participantes, y la habilidad de dar crédito donde corresponda.

En este sentido, la estrategia más adecuada de organización es la conformación de Comités de Vigilancia Ciudadana, que funcionen bajo un cronograma de monitoreo en coordinación con los operadores del proyecto para que se realicen monitoreos que determinen si existen niveles de contaminación ambiental, con el objetivo de demostrar el estado previo y posterior al funcionamiento del relleno.

4.2 Estrategia social en el área directa de la planta de tratamiento de residuos sólidos de la ciudad de Andahuaylas

El plan de Estrategia Social (PES) es un componente importante para la fase de construcción y operación exitosa de la planta de tratamiento de residuos sólidos en el área Social de Influencia Directa (ASID), va dirigido a las poblaciones vecinas a la planta, permitiendo mitigar los impactos sociales negativos y maximizar los potenciales impactos sociales positivos, que podrían generarse en las poblaciones perteneciente al área de Influencia Directa.

Comprende un conjunto de planes de estrategias sociales, mediante los cuales el titular de la construcción y operación de la planta de tratamiento de residuos sólidos realizará una buena gestión social de la misma, todo esto enmarcado en la política de responsabilidad social, en la cual se busca generar un desarrollo sostenible en las poblaciones beneficiarias de la planta de tratamiento de residuos sólidos.

4.2.1 Objetivos

General

Establecer las estrategias sociales para desarrollar una buena gestión social, promover un desarrollo sostenible y relaciones armónicas entre el prestador del servicio y las poblaciones ubicadas en el área directa de la planta de tratamiento de los residuos sólidos, minimizando y solucionando adecuadamente los posibles conflictos sociales generados por los posibles impactos ambientales y sociales negativos y maximizando los impactos sociales positivos que aportan a una mejor calidad de vida y desarrollo de la población.

Específicos

- Difundir la información de la construcción y operación de la planta de tratamiento de residuos sólidos en las poblaciones del área directa.

- Regular las comunicaciones y el relacionamiento comunitario entre el titular de la construcción y operación de la planta de tratamiento de residuos sólidos, con la población ubicada en el área de influencia directa.
- Apoyar el desarrollo económico y generación de empleo a través de la contratación de mano de obra local, durante la fase de construcción y operación del proyecto.
- Apoyar la implementación de actividades relacionadas con el tema de salud y educación ambiental y sanitaria.
- Promover la participación de la población del área directa en la fase de construcción y operación del proyecto, a través de la conformación de un Comité Local de Vigilancia Ambiental y Social, para así prevenir posibles impactos ambientales negativos.

4.2.2 Población objetivo

La población objetivo del presente PES es la perteneciente al Área Social de Influencia Directa del proyecto de construcción de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos. Dentro de esta área están algunas familias ubicadas en las vías de acceso al proyecto, algunos propietarios de predios agrícolas cercanos al proyecto de construcción y algunos recicladores que reciclan los residuos sólidos de un botadero, cerca de la futura planta de tratamiento.

4.2.3 Enfoque

Enfoque de derechos humanos

El Plan de Estrategia Social propone el cumplimiento del respeto a la persona humana y su ambiente, por lo que se fomentará y garantizará el desarrollo integral de la población y los centros poblados involucrados en el Área de Influencia del Proyecto, así como el respeto y defensa de su dignidad, que constituyen el fundamento de la legitimidad de sus instituciones y de todas sus formas de convivencia social.

Dentro de los derechos humanos, se reconoce y se garantiza el respeto del derecho a un ambiente sano y protegido, a través del cual se considerarán estrategias para:

- Implementar la vigilancia ambiental independiente, con la participación de la población del área directa, elegida de forma transparente, proponiendo en el presente Plan la conformación de un Comité Local de Vigilancia Ambiental y Social del proyecto de construcción del relleno sanitario, siendo sus miembros elegidos por la misma población.

- Vigilar y promover la rehabilitación y conservación de los recursos naturales a través del cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental propuesto en el estudio ambiental.

Enfoque de equidad de género¹⁹

La importante presencia de población femenina en las zonas rurales del Perú, y la actual situación de las relaciones de género, caracterizadas por las desigualdades entre varones y mujeres, se circunscriben en un contexto de pobreza y pocas oportunidades de desarrollo individual y familiar, donde la mujer se convierte en uno de los grupos más vulnerables.

En este contexto, el presente PES propone que la construcción del relleno sanitario contribuya al desarrollo de las mujeres del área de influencia directa, incorporándolas al sistema de trabajo de la empresa encargada de llevar a cabo la construcción, asegurándoles su acceso a las diferentes actividades de capacitación en salud y educación sanitaria y ambiental, acciones positivas que van a fortalecer su participación en el proyecto de construcción y que tendrá como resultado el mejoramiento en su calidad de vida.

Enfoque intercultural

Considerando la inclusión de las poblaciones y familias rurales del Área de Influencia Directa del Proyecto, las mismas que presentan características culturales importantes, se debe tener presente las diferentes cosmovisiones y expectativas de estas poblaciones y de sus representantes, para así poder desarrollar con éxito el PES.

Se deberá también considerar la inclusión social efectiva y sin acciones de discriminación o segregación cultural a la población del Área de Influencia Directa del proyecto de Construcción del Relleno Sanitario, a través de la contratación de mano de obra local.

4.2.4 Estrategias para la etapa de construcción

Objetivo: En la etapa de construcción se buscará que la población del área directa esté adecuadamente informada sobre las características de la construcción, quién está construyendo, los avances de las obras y el cronograma de ejecución. Todo esto para que el avance de la construcción sea de manera transparente y así evitar posibles conflictos con la población del área directa.

ESTRATEGIA 1

Establecimiento del dialogo y comunicación con la población del área directa de influencia social.

¹⁹ Enfoque del Plan Nacional de Igualdad de Oportunidades entre Mujeres y Varones 2006 – 2010, elaborado por el MIMDES.

Esta estrategia se constituye como una actividad clave para establecer y desarrollar relaciones armónicas de mediano y largo plazo, basadas en la transparencia, la confianza mutua y en directo beneficio de todas las partes involucradas, evitando así cualquier conflicto social.

Con esta estrategia se informarán las características, el desarrollo y el cronograma de la construcción de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos, las medidas de mitigación propuestas en el Plan de Manejo Ambiental y sobre todo las actividades de beneficio social y económico a la población.

El PES estará basado en un proceso de consulta e información permanente a las familias, propietarios de predios agrícolas y recicladores del Área Directa, sobre los alcances y características de la etapa de construcción de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos.

a) Objetivo

Desarrollar un mecanismo permanente de comunicación, información e intervención basado en procesos de concertación y diálogo horizontal con la finalidad de establecer un relacionamiento armónico entre la entidad responsable de la construcción de la obra y la población del Área de Influencia Directa, previniendo y resolviendo posibles conflictos sociales que podrían presentarse en la fase de construcción.

Para esto se implementará una oficina de información y comunicación y realizará talleres de capacitación.

b) Oficina de Información en la entidad responsable de la obra

Expondrá información a través de mapas, videos y esquemas, trípticos, dípticos y folletos transmitiendo información sobre la etapa de construcción y el cronograma de obras. Asimismo, se informará a través de esta oficina, el horario de atención estipulado para que la población del área de influencia directa pueda presentar sus opiniones o consultas.

Informará y sensibilizará a la población, sobre la implementación del Código de Conducta con las poblaciones del Área de Influencia Directa, fundamentando su importancia por el respeto a los estilos de vida y demás instancias organizativas por los cuales se rigen las poblaciones rurales.

c) Talleres de capacitación

- Se realizarán talleres de capacitación a los trabajadores, en temas de relacionamiento comunitario, código de conducta y política de relación comunidad - empresa, además de la entrega de información sobre las instancias de coordinación interna y los mecanismos adecuados a seguir ante algún incidente dentro y fuera del área de trabajo.
- Implementación de talleres de capacitación a la población para comunicar la política de Responsabilidad Social y el Plan de Estrategia Social que la entidad a cargo de la obra aplicará para la fase de construcción. Se utilizarán además, medios de comunicación que se encuentren al alcance de la colectividad,

elaborando para ello formatos de comunicación adecuados en idioma español y de manera didáctica para el completo entendimiento de la población. Entre estos se pueden emplear volantes, información por radio local y otros.

d) Solución proactiva a conflictos sociales

- Se establecerán medidas para la atención temprana y eficiente de los conflictos sociales que se presentarían durante la construcción del relleno sanitario, identificando su origen y proponiendo soluciones rápidas y equitativas para las partes involucradas. Estas soluciones se basarán en la concertación y conciliación, y contarán con la intervención de los miembros del Comité Local de Vigilancia Ambiental y Social como mediadores.
- Se incluirá la participación de los miembros del Comité Local de Vigilancia Ambiental y Social, a las autoridades locales y otras organizaciones existentes en el área de influencia directa, para realizar comunicaciones y coordinaciones con los representantes de la empresa encargada de la construcción, para llegar a un acuerdo en la solución de los conflictos sociales.

ESTRATEGIA 2

Utilización de los recursos humanos de la zona (Contratación de mano de obra local)

Esta estrategia permitirá maximizar los impactos sociales positivos de la construcción de la Planta de Tratamiento, en cuanto al empleo de mano de obra local y de los recursos logísticos, demandas que permitirán dinamizar la economía local.

Está orientada a la incorporación de la población económicamente activa en edad de trabajar del área directa de influencia, con la finalidad de generar nuevas fuentes de ingreso complementarias al de la actividad local y mejorar la calidad de vida de la población, viabilizando el impacto ambiental positivo relacionado a la generación de empleo y minimizando el impacto ambiental negativo relacionado a la afectación económica que podría generarse por la ejecución del Proyecto de construcción.

La demanda de mano de obra para el desarrollo de las actividades del Proyecto de construcción, podrá ser satisfecha a través de la contratación prioritaria de la población local, incorporándola en las diferentes actividades que el proyecto de construcción requiera en cada una de sus etapas.

a) Objetivo

Contribuir a mejorar la calidad de vida de la población vulnerable a los impactos ambientales durante la fase de construcción de la planta de tratamiento de relleno sanitario, estableciendo los mecanismos para la contratación del personal local y el oportuno y apropiado flujo de la información hacia la población involucrada, con el propósito de controlar las expectativas de empleo que se presenten en la etapa de construcción.

b) Descripción de los puestos de trabajos

Para la fase de construcción de la planta de relleno sanitario, como parte de la estrategia, se sugiere que la empresa constructora contrate mano de obra no calificada perteneciente al área de influencia directa, para la ejecución de las obras civiles y electromecánicas.

c) Proceso de incorporación de la mano de obra local

El manejo adecuado de las expectativas de empleo y la incorporación de la mano de obra local, se realizará principalmente, en la etapa de construcción, informando adecuadamente sobre la necesidad de la demanda laboral y la temporalidad de la misma, lo que permitirá identificar y controlar el impacto ambiental positivo, relacionado a este tema, por lo que la entidad encargada de la construcción deberá considerar el siguiente proceso para la incorporación de la mano de obra:

- **Formulación y diseño de los requisitos para la contratación de mano de obra local**

- La empresa constructora determinará el período de contratación, beneficios laborales, horarios de trabajo, días de descanso, según cronograma de obras del Proyecto.
- Diseñará una ficha socioeconómica de inscripción del postulante, en donde se consignen los nombres completos, localidad de residencia, edad, inscripción familiar, grado de instrucción, experiencia profesional, entre otros datos.
- Coordinará con los representantes de las poblaciones y/o pobladores del área directa de influencia social, a fin de informarles oportunamente sobre las convocatorias, condiciones, número de la contratación de mano de obra y otras características de los puestos de trabajo.

- **Convocatoria**

Se procederá a ejecutar el proceso de convocatoria, la que contemplará las siguientes actividades:

- Se realizarán reuniones informativas en las poblaciones o lugares del área directa de influencia, para garantizar un proceso informativo transparente, informando sobre el inicio, plazo y detalles de la convocatoria, y responder a las diferentes preguntas y dudas de los interesados.
- Los relacionistas comunitarios de la empresa constructora, visitarán a las poblaciones del área directa, para la distribución del material de la convocatoria y la colocación de afiches informativos, donde se incluyen los plazos establecidos para la inscripción, entrega de los documentos, entre otros datos de los postulantes.
- Los relacionistas comunitarios serán los responsables de entregar las fichas socioeconómicas de postulación a los interesados, así como orientar su llenado.

- **Selección**

- El área de Administración y Recursos Humanos de la empresa constructora, será la encargada de la evaluación de los candidatos.
 - Terminada la evaluación personal, se publicarán los resultados finales de quienes aprobaron todos los requisitos exigidos, para la firma de los contratos.
 - En caso no se satisfaga el número de empleos solicitados, se coordinará para realizar una breve convocatoria a fin de obtener el número de empleados demandados para la etapa de construcción.
- **Contratación**
 - De acuerdo al cronograma de contratación de la mano de obra, se procederá a la firma de los contratos.
 - El personal de relaciones comunitarias, entregará una carpeta a cada poblador contratado conteniendo documentos informativos como copia del contrato, documentos relacionados al Código de Conducta, de la organización interna de la empresa, de los lineamientos de Seguridad, Higiene y Ambiente Laboral, entre otros.

d) Reporte social

- Se elaborará un informe al culminar el proceso de convocatoria de la etapa de construcción, indicándose el número de postulantes, procedencia, selección y evaluación, cuantos fueron finalmente contratados, tiempo de contrato, etc.

ESTRATEGIA 3

Incrementar los niveles de sensibilización del cuidado de la salud en la población del área directa, a través de capacitación en temas sanitarios relacionados con el buen lavado de manos y alimentos.

a) Objetivo

Minimizar los impactos socioambientales negativos en la salud humana de la población del área directa, que se produciría por la construcción del relleno sanitario.

b) Acciones de capacitación en el tema de lavados de manos y de alimentos.

La situación de la salud en el Área de Influencia Directa del Proyecto, presenta características vulnerables por la falta de saneamiento básico y adecuada potabilización del agua para consumo humano. La construcción y operación del relleno sanitario podría ocasionar la emisión de olores que podrían afectar a la población de esta área. Todo esto podría influir sobre la salud de la población, causando enfermedades como el IRAS.

Por ello, se pretende colaborar con actividades específicas que permitan contribuir a mejorar la calidad de vida, minimizando los probables impactos negativos ambientales que podría generarse por la ejecución y operación del Proyecto. Estas actividades son:

- Realizar una capacitación de salud en temas de lavados de manos antes de ingerir alimentos, asimismo en el lavado de alimentos de manera adecuada.

- Se apoyará las campañas de salud a través de módulos informativos itinerantes que proporcione información preventiva y de recuperación de la salud en casos de IRAS, EDAS, desnutrición, entre otras enfermedades.
- Realizar capacitación en el tratamiento adecuado de los residuos sólidos a nivel familiar.
- Implementar acciones de colaboración en el tratamiento de desinfección/potabilización del agua, mejorando su calidad y convirtiéndola en apta para el consumo humano, y con ello mejorar la calidad de vida del poblador del Área de Influencia Directa.

c) Reporte social

- Se elaborará un informe, durante la etapa de construcción, sobre los resultados de la capacitación a la población del área de influencia directa, entre otras actividades que se desarrollarán en las diferentes etapas de la construcción del relleno sanitario.

ESTRATEGIA 4

Implementación de un sistema de quejas y sugerencias para que la población pueda transmitir en forma directa sus opiniones y reclamos.

a) Objetivo

Que la población del Área de Influencia Directa pueda transmitir sus reclamos y opiniones para la mejora del proceso de construcción de la planta de tratamiento de residuos sólidos. Previniendo así los posibles conflictos sociales.

b) Buzón de sugerencias

- Los relacionistas comunitarios de la entidad que ejecute la obra, serán los encargados de instalar y administrar los buzones de sugerencias en el Área de Influencia Directa. Asimismo, los relacionistas comunitarios, comunicarán a la población la utilización y ubicación de los mismos, su finalidad seguirá siendo obtener las percepciones de los pobladores acerca de la construcción del relleno sanitario.

c) Paneles de respuestas

- Su finalidad es establecer un mecanismo directo de respuesta a las percepciones de la población del área de influencia directa. Esta comunicación atenderá lo obtenido a través del buzón de sugerencias, las respuestas serán colocadas en paneles ubicados al costado de los buzones de sugerencias, para así comunicar adecuadamente las respuestas y socializarlas con el resto de la población.

d) Reporte social

- Se elaborará un informe comunicando los resultados obtenidos a través de los buzones de sugerencias y paneles de respuestas, indicando la participación de la población en este medio, sus reclamos y sugerencias.

ESTRATEGIA 5

Organización de la población para el monitoreo y vigilancia ambiental a través de un Comité Local de Vigilancia Ambiental y Social de la ejecución del proyecto de construcción de la planta de tratamiento de residuos sólidos.

Es una estrategia enfocada al fortalecimiento de los derechos de acceso a la información y la inclusión de la población en las actividades de la fase de construcción del relleno sanitario, fortaleciendo, además, las relaciones armoniosas entre el Empresa, las autoridades locales y las poblaciones del área directa.

a) Objetivo

Incluir a través de la participación ciudadana, a la población del Área directa de Influencia Social en el proceso de monitoreo y vigilancia ambiental de la fase de construcción del relleno sanitario, todo esto a través de un Comité Local de Vigilancia Ambiental y Social.

b) Conformación del Comité Local de Vigilancia Ambiental y Social

Estará constituido por autoridades e instituciones representativas de la población del área directa, o por miembros de la población de ésta área, considerándose los siguientes requisitos:

- Participarán los pobladores mayores de edad.
- Los miembros del Comité serán elegidos a través del voto directo, a realizarse en una asamblea a nivel del área directa social.
- El tiempo de permanencia en el Comité, será de un (01) año y se elegirá a nuevos integrantes a través de asambleas públicas.

c) Responsabilidades

Los miembros del Comité se encargarán de realizar un seguimiento de las acciones que se ejecutarán en la etapa construcción, considerando para el efecto:

- Elaborar un documento donde se establezcan los objetivos y un cronograma de monitoreo y vigilancia ambiental, así como su reglamento interno, elaborado conjuntamente con la entidad encargada de la fase de construcción y operación.
- Participar en los monitoreos ambientales establecidos en el Plan de Manejo Ambiental.
- Elaborar un registro de las actividades monitoreadas donde se indicará fecha, lugar, hora y responsables, así como el nombre y DNI de los miembros del Comité que hace parte del monitoreo.
- Elaborar y presentar un informe bimestral dirigido a la población del Área de Influencia Directa, con copia a las autoridades estatales del ámbito distrital.
- Los documentos o reportes generados por el Comité, deberán ser remitidos a la DIGESA y a la OEFA perteneciente al MINAM.

d) Capacitación

Curso de capacitación en monitoreo y vigilancia ambiental.

- La óptima implementación del Comité, necesitará la capacitación de sus miembros, proponiéndose para ello, la ejecución de un curso de capacitación, al inicio de la etapa de construcción del Proyecto.
- Se buscará fortalecer la visión general del Comité, que les permita integrar los aspectos ambientales, sociales y legales y al mismo tiempo, lograr una perspectiva más amplia de los alcances de su trabajo, en cuanto al vínculo que éste pueda tener con temas como desarrollo sostenible, difusión y comunicación.
- Será importante incluir durante el desarrollo del curso de capacitación en monitoreo y vigilancia ambiental, los conocimientos que poseen los miembros del Comité, para aprender y retroalimentar los fundamentos teóricos – prácticos de la capacitación.
- La capacitación será realizada por la entidad encargada de la fase de construcción.
- Los miembros del Comité, como parte de su capacitación, visitarán el Área de Influencia del Proyecto, para lograr una visión real en campo y a través de este proceso, se conseguirá que el Comité esté capacitado y actúen conforme a lo aprendido.

e) Curso de capacitación en estrategias de comunicación

- Estará orientado al establecimiento de diálogos participativos entre el Comité y la población del Área de Influencia directa
- Este curso establecerá estrategias para difundir la información en relación a sus funciones, informes a la población, así como la inclusión de las diferentes percepciones de la misma.

f) Reporte social

Etapa de construcción

- Se elaborará un informe bimestral durante toda la vida útil de la fase de construcción, registrando los resultados obtenidos sobre las actividades que se desarrollarán anualmente.

g) Cronograma

Se presenta el cronograma, correspondiente a la etapa de construcción.

Cronograma de Vigilancia Ambiental y Social en la etapa de construcción

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN (12 MESES)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Convocatoria para integrar el comité												
Elección de integrantes												
Elaboración de reglamento interno												
Capacitaciones												

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN (12 MESES)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monitoreo de actividades												
Reporte social												

4.2.5 Estrategia para la etapa de operación

Objetivo: Durante la etapa de operación, en el plan de estrategia social se busca que la población del área de influencia directa se informe sobre las actividades que se llevan a cabo, mostrando los beneficios positivos de tener un relleno sanitario, de tal forma que se promueva el cuidado, el buen uso y la responsabilidad que la comunidad debe tener con el relleno sanitario y el medio ambiente.

ESTRATEGIA 1

Establecimiento de comunicación y relacionamiento con la población del área directa de influencia social.

Esta estrategia se constituye como una actividad clave para establecer y desarrollar relaciones armónicas de mediano y largo plazo, basadas en la transparencia, la confianza mutua y en directo beneficio de todas las partes involucradas, evitando así cualquier conflicto social.

Con esta estrategia se informarán las características de la fase de operación de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos, las medidas de mitigación propuestas en el Plan de Manejo Ambiental en caso ocurra una lixiviación y malos olores emanados de la planta.

a) Objetivo

Desarrollar un sistema permanente de comunicación, información e intervención basado en procesos de concertación y diálogo horizontal con la finalidad de establecer un relacionamiento armónico entre la entidad responsable de la operación de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos y la población del Área de Influencia Directa, previniendo y resolviendo posibles conflictos sociales que puedan presentarse por los impactos ambientales negativos.

Para esto se implementarán las siguientes actividades:

- información periódica a través de dípticos, folletos y volantes transmitiendo información sobre el proceso de la fase de operación de la planta de tratamiento. Asimismo, se informará a través de esta oficina, el horario de atención estipulado para presentar sus opiniones o consultas.
- Talleres de capacitación a los trabajadores, en temas de relacionamiento comunitario, código de conducta y política de relación comunidad - Estado, además de la entrega de información sobre las instancias de coordinación interna y

los mecanismos adecuados a seguir ante algún incidente dentro y fuera del área de trabajo.

- Talleres de capacitación a la población para comunicar la política de Responsabilidad Social y el Plan de Estrategia Social que la entidad responsable de la operación aplicará en la planta de tratamiento de residuos sólidos. Se utilizarán además, medios de comunicación que se encuentren al alcance de la colectividad, elaborando para ello formatos de comunicación adecuados en idioma español y de manera didáctica para el completo entendimiento de la población.

b) Solución proactiva a conflictos sociales

En caso ocurran conflictos y/o malestares sociales en la población del área de influencia directa, se establecerán medidas para la atención temprana y eficiente de los conflictos sociales, identificando su origen y proponiendo soluciones rápidas y equitativas para las partes involucradas. Estas soluciones se basarán en la concertación y conciliación, y contarán con la intervención de los miembros del Comité local de vigilancia ambiental y social como mediadores.

ESTRATEGIA 2

Implementación de un sistema de quejas y sugerencias para que la población pueda transmitir en forma directa sus opiniones y reclamos acerca de la fase de operación.

a) Objetivo

Que la población del Área de Influencia directa pueda transmitir sus reclamos y opiniones para la mejora de la fase de operación de la planta de tratamiento de residuos sólidos.

b) Buzón de sugerencias

Los relacionistas comunitarios de la entidad encargada de la fase de operación, serán los encargados de instalar y administrar los buzones de sugerencias en el Área de Influencia Directa.

Asimismo, los relacionistas comunitarios, comunicarán a la población la utilización y ubicación de los mismos, su finalidad seguirá siendo obtener las percepciones de los pobladores acerca de la existencia y operación del relleno sanitario.

c) Paneles de respuestas

Su finalidad es establecer un mecanismo directo de respuesta a las percepciones de la población del área directa. Esta comunicación atenderá lo obtenido a través del buzón de sugerencias, las respuestas serán colocadas en paneles ubicados al costado de los buzones de sugerencias, para así comunicar adecuadamente las respuestas y socializarlas con el resto de la población.

d) Reporte social

Se elaborará un informe comunicando los resultados obtenidos a través de los buzones de sugerencias y paneles de respuestas, indicando la participación de la población en este medio, sus reclamos y sugerencias.

ESTRATEGIA 3

Monitoreo y vigilancia ambiental a través de un Comité Local de Vigilancia Ambiental y Social del relleno sanitario

Es una estrategia, enfocado al fortalecimiento de los derechos de acceso a la información y la inclusión de la población en las actividades de la fase de operación del relleno sanitario, fortaleciendo, además, las relaciones armoniosas entre el Estado, las autoridades locales y las poblaciones del área directa.

a) Objetivo

Incluir a través de la participación ciudadana a la población del Área directa de Influencia Social en el proceso de monitoreo y vigilancia ambiental de la fase de operación del relleno sanitario, todo esto a través de un Comité de Vigilancia Ambiental.

b) Comité Local de Vigilancia Ambiental y Social en la fase de operación del relleno sanitario.

Estará constituido por autoridades e instituciones representativas de la población del área directa, o por miembros de la población de ésta área, considerándose los siguientes requisitos:

- Participarán los pobladores mayores de edad.
- Los miembros del Comité serán elegidos a través del voto directo, a realizarse en una asamblea a nivel del área directa social.
- El tiempo de permanencia en el Comité, será de un (01) año y se elegirá a nuevos integrantes a través de asambleas públicas.

c) Responsabilidades

Los miembros del Comité se encargarán de realizar un seguimiento de las acciones que se realizarán en la etapa de operación, encargándose de:

- Elaborar un documento donde se establezcan objetivos y un cronograma de monitoreo y vigilancia ambiental. Así como su reglamento interno, elaborado conjuntamente con la entidad encargada de la fase de operación.
- Participar en los monitoreos ambientales establecidos en el Plan de Manejo Ambiental.
- Elaborar un registro de las actividades monitoreadas donde se indicará fecha, lugar, hora y responsables, así como el nombre y DNI de los miembros del Comité que participaron en la vigilancia ambiental.
- Elaborar y presentar un informe bimestral dirigido a la población del Área de Influencia Directa, con copia a las autoridades estatales del ámbito distrital.
- Los documentos o reportes generados por el Comité, deberán ser remitidos a la DIGESA y a la OEFA perteneciente al MINAM.

d) Reporte social

- Se elaborará un informe bimestral durante toda la vida útil de la fase de operación, registrando los resultados obtenidos sobre las actividades que se desarrollarán anualmente.

e) Cronograma

Se presenta el cronograma, correspondiente a la etapa de operación.

Cronograma del Monitoreo y Vigilancia Ambiental en la etapa de operación

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	ETAPA DE OPERACIÓN (10 AÑOS)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Convocatoria para integrar el comité											
Elección de integrantes											
Elaboración de reglamento interno											
Capacitaciones											
Monitoreo de actividades											
Reporte social											

Tabla 4-1 Cronograma del Plan de Participación Ciudadana por etapas

MECANISMOS DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA																		
ITEMS	ETAPAS DEL PROYECTO	PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO AÑOS										CIERRE Y POST CIERRE - AÑOS				
	ACTIVIDADES			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.0	Talleres Informativos																	
2.0	Monitoreo Participativo																	
3.0	Reunión de Información y Consulta																	
4.0	Entrevistas de Percepción y Observación Directa																	
5.0	Encuestas de Opinión																	
6.0	Acceso de la Población a Resúmenes Ejecutivos y al Contenido del EIA sd																	
7.0	Ventanilla de Información y Recepción de Consulta Permanente																	
8.0	Difusión del Plan de Participación Ciudadana																	
9.0	Visitas Guiadas al Área de Instalaciones del Proyecto																	

Fuente: Equipo Técnico CONSORCIO FICHTNER – CYDEP SAS

5 CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS

5.1 Metodología

Con base a la Matriz de Leopold (1971), se diseñaron matrices “ad hoc”, como se indica a continuación:

Una primera matriz de tipo cualitativo que muestra causa-efecto, de doble entrada y cromática, con el fin de relacionar las acciones potencialmente impactantes (filas) con los factores ambientales (columnas) susceptibles de ser potencialmente impactadas por dichas acciones. Se diseñó esta matriz para que en cada interacción (filas vs. columnas) que visualicen los potenciales impactos resultantes (impactos ambientales negativos y positivos con color rojo y celeste respectivamente).

El formato de esta matriz es el siguiente:

Figura 5-1 Matriz cualitativa de evaluación de impactos

Subcomponente afectado		Factores ambientales																						
		Aire				Suelo				Agua		Paisaje		Fauna		Flora		Población		Territorio		Economía		Segu
		A1	A2	A3	A4	S1	S2	S3	S4	Ag1	Ag2	P1	P2	FA1	FA2	F1	F2	Po1	Po2	T1	T2	EC1	EC2	Se1
Actividades del proyecto		Partículas Suspendidas	Gases	Nivel de Ruido	Olores	Permeabilidad	Estabilidad	Grado de Compactación	Calidad de suelo	Calidad del Agua superficial	Calidad del Agua subterránea	Ecosistema	Alteración paisajística	Hábitats	Especies nativas	Cobertura vegetal	Especies Nativas	Salud pública	Involucramiento de población	Usos y costumbres territoriales	Flujo vial	Generación de empleo	Actividades económicas	Accidentes
Construcción	C1																							
	C2																							
	C3																							
	C4																							
	C5																							
	C6																							
	C7																							
	C8																							
	C9																							
	C10																							
	C11																							
	C12																							

Fuente: Elaboración Consorcio Fichtner – Cydep SAS, a partir de la Matriz de Leopold, 2010.

Una segunda matriz de tipo cuantitativa para evaluar cada interacción identificada en la matriz anterior donde se valora al impacto resultante de la interacción en base a los criterios que se describen en la tabla siguiente:

Tabla 5-1 Criterios empleados en la valoración de impactos ambientales

CARACTERÍSTICAS	PUNTUACIÓN				
	1,0	2,5	5,0	7,5	10,0
Extensión (E)	Puntual Zonas dentro del relleno	Particular En toda el área del relleno	Local En el área de influencia directa (dentro de 1Km)	Generalizada (En todos los distritos beneficiados)	Regional (Cuando traspasa las fronteras de los distritos beneficiados)

CARACTERÍSTICAS	PUNTUACIÓN				
	1,0	2,5	5,0	7,5	10,0
Duración (D)	Intermitente (Un momento en el lapso del desarrollo de una actividad)	Temporal (durante toda la actividad que se realiza por un momento definido)	Periódico (durante toda la actividad que se realiza con una frecuencia definida)	Recurrente (durante toda la actividad que se realiza con una frecuencia no definida)	Permanente (que ocurre diariamente)
Reversibilidad (R)	Completamente reversible	Medianamente reversible	Parcialmente irreversible	Medianamente irreversible	Completamente irreversible
Magnitud (Mag)	No hay incidencia	Poco incidencia	Parcialmente incidente	Medianamente incidente	Altísima incidencia

Fuente: Elaboración Consorcio Fichtner – Cydep SAS, con base en la Matriz de Leopold, 2010.

Esta segunda matriz tiene el siguiente formato:

Tabla 5-2 Matriz cuantitativa de evaluación de impactos

<table><tr><td colspan="4">Cálculo de Importancia</td><td colspan="5">We*E +Wd*D+Wr*R</td></tr><tr><td colspan="4">Cálculo del valor del Impacto</td><td colspan="5">± (Imp*Mag)^0.5</td></tr></table>									Cálculo de Importancia				We*E +Wd*D+Wr*R					Cálculo del valor del Impacto				± (Imp*Mag)^0.5													
Cálculo de Importancia				We*E +Wd*D+Wr*R																															
Cálculo del valor del Impacto				± (Imp*Mag)^0.5																															
<table><tr><td colspan="4">Peso de Extensión (We)</td><td colspan="5">0.30</td></tr><tr><td colspan="4">Peso de Duración (Wd)</td><td colspan="5">0.35</td></tr><tr><td colspan="4">Peso de Reversibilidad (Wr)</td><td colspan="5">0.35</td></tr></table>									Peso de Extensión (We)				0.30					Peso de Duración (Wd)				0.35					Peso de Reversibilidad (Wr)				0.35				
Peso de Extensión (We)				0.30																															
Peso de Duración (Wd)				0.35																															
Peso de Reversibilidad (Wr)				0.35																															
Interacción Causa - Efecto		Carácter o afectación	Características del Impacto Ambiental			Importancia Calculada	Magnitud del Impacto	Valor del Impacto																											
Actividad	Factor		Extensión	Duración	Reversibilidad																														
		(+ ó -)	E	D	R	Imp	Mag	VI																											
P1	F1	-	1	2.5	1	1.53	2.5	-1.95																											
	PO2	+	7.5	2.5	1	3.48	7.5	5.11																											
	Ec1	+	10	5	1	5.10	2.5	3.57																											
	Ec2	+	7.5	5	1	4.35	2.5	3.30																											
	S1	-	1	1	10	4.15	2.5	-3.22																											
	PO3	-	1	2.5	2.5	2.05	2.5	-2.26																											
Total	6																																		

Fuente: Adaptado de EIA de Construcción de Nuevo Relleno Sanitario del Gobierno Municipal de Cumandá. Ecuador. Octubre, 2009.

Valorización y Jerarquización de los Impactos Ambientales

Cabe destacar el detalle de la valoración del impacto ambiental (VI), el mismo responde a la aplicación de las siguientes ecuaciones:

$$Imp. = We \cdot E + Wd \cdot D + Wr \cdot R$$

Donde:

Imp.= Valor calculado de la Importancia del impacto ambiental

E = Valor del criterio de extensión

We = Peso del criterio de extensión

D = Valor del criterio de duración

Wd = Peso del criterio de duración

R = Valor del criterio de reversibilidad

Wr = Peso del criterio de reversibilidad

Se debe cumplir que:

$$We + Wd + Wr = 1; \text{ donde:}$$

$$We = 0,30$$

$$Wd = 0,35$$

$$Wr = 0,35$$

We, Wd y Wr son los pesos que se le atribuye a los criterios de Extensión, Duración y Reversibilidad. En ese sentido se ha establecido mayor puntuación a We y Wr para ponderar con mayor valor la duración del impacto y la capacidad de revertir la situación impactada a su situación basal.

Finalmente la VI, se obtiene de la ecuación siguiente:

$$VI = \pm (Imp.*Mag)^{0.5}$$

En virtud de la metodología utilizada un impacto ambiental puede alcanzar un VIA máximo de 10 y un mínimo de 1. Los valores cercanos a 1, denotan impactos intrascendentes y de poca influencia en el entorno, por el contrario valores mayores a 7 corresponden a impactos de elevada incidencia en el medio siendo estos de carácter negativo, los impactos positivos tienen una única categoría como beneficiosos.

Teniendo los valores de los impactos ambientales, se procede a jerarquizarlos. Se han conformado 5 jerarquías de impactos, como son:

Tabla 5-3 Categorización cualitativa de los impactos

J E R A R Q U I Z A C I O N	Impactos altamente significativos $X \geq 7$	Son aquellos de carácter negativo, cuyo VI es mayor a 7 y corresponden a las afecciones de extensión generalizada (afectando a distritos beneficiarios y traspasando fronteras de estos distritos) y de duración permanente. Asimismo corresponde a impactos que tienden a ser elevadamente incidentes sobre el factor ambiental y de difícil recuperación porque tiende a mostrarse irreversible.
	Impactos significativos $X \geq 4,5$ $X < 7$	Son aquellos de carácter negativo cuyo VI es menor a 7 pero mayor o igual a 4,5; cuyas características son: Tienden a ser de extensión local (hasta el área de influencia directa), de duración periódica (mientras dura una actividad de frecuencia definida). Asimismo, la incidencia del impacto tiende a ser desde parcial a medianamente incidente y recuperar el impacto es más factible que en el nivel anterior porque suelen ser medianamente reversibles aunque pudieran existir los de parcial a medianamente irreversible.
	Impactos moderados $X \geq 2,5$ $X < 4,5$	Son aquellos de carácter negativo cuyo VI es menor a 4,5 pero mayor o igual a 2,5; su extensión comprende hasta los cercos que bordean a las infraestructuras del proyecto (es decir en toda el área del proyecto), de duración desde temporal a periódico. Asimismo su nivel de incidencia es desde poco a medianamente incidente y tienden a ser predominantes; es decir mucho más fácil de recuperarse a su situación basal.
	Impactos despreciables $X < 2,5$	Corresponden a todos aquellos impactos de carácter negativo, con VI menor a 2,5. Pertenecen a esta categoría los impactos capaces de ser plenamente corregidos y por ende compensados durante la ejecución del Plan de manejo ambiental, son reversibles, de duración esporádica y con influencia puntual.
	Impactos benéficos	Aquellos de carácter positivo que son benéficos para el proyecto. Los impactos benéficos de VI más cercanos al 1, serán menos incidentes y los más cercanos al 10, serán los de mayor incidencia.

Tabla 5-4 Matriz de identificación de impactos

			FACTORES AMBIENTALES																								Número de Impactos Generados	Número de Impactos Generados (+)	Número de Impactos Generados (-)	Sin impactos
Codificación del Factor			Aire				Suelo				Agua		Paisaje		Fauna		Flora		Población			Territorio		Economía Local		Seguridad				
			A1	A2	A3	A4	S1	S2	S3	S4	AG1	AG2	P1	P2	FA1	FA2	F1	F2	PO1	PO2	PO3	T1	T2	E1	E2	S1				
Actividad del proyecto/Subcomponente ambiental			Partículas Suspendidas	Gases	Nivel de Ruido	Olores	Permeabilidad	Estabilidad	Grado de Compactación	Calidad de suelo	Calidad del Agua superficial	Calidad del Agua subterránea	Ecosistema	Alteración paisajística	Hábitats	Especies nativas	Cobertura vegetal	Especies Nativas	Salud pública	Involucramiento de población beneficiada	Salud ocupacional	Usos y costumbres territoriales	Flujo vial	Generación de empleo	Actividades económicas	Accidentes				
Planificación	P1	Estudio y diseño del proyecto																		1			-1		1					
	P2	Información y sensibilización de la opinión pública																	1	1		1								
Número de interacciones			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	2	0	1	0	0	6			
Número de impactos generados (+)			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	1	0	0				
Número de impactos generados (-)			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0				
Sin impactos			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0	2	0	2	1	2	2				

Construcción	C1	Ocupación del área		-1	-1						-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1	-1	-1	1	1	-1	16	2	14	16	
	C2	Limpieza y desbroce	-1	-1	-1		1	1	1	-1	-1		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1	-1	-1	1	1	-1	20	5	15	20
	C3	Explanación del área	-1	-1	-1		1	1	1				-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1	-1	-1	1	1	-1	18	5	13	18
	C4	Obras provisionales generales (administrativa y sanitaria)	-1		-1								-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1	-1	-1	1	1	-1	14	2	12	14
	C5	Señalización y letreros de información												-1			-1	-1					-1	1	1	1	-1	8	3	5	8	
	C6	Habilitación vías de acceso internas y externas	-1	-1	-1		1	1	1				-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1	-1	1	1	1	-1	18	6	12	18
	C7	Habilitación de caseta de control y vigilancia, infraestructura administrativa y almacenes	-1		-1		1	1	1				-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1	-1	-1	1	1	-1	17	5	12	17
	C8	Excavación de trinchera	-1	-1	-1			-1				-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1	-1	-1	1	1	-1	17	2	15	17
	C9	Nivelación y compactación de trincheras	-1	-1	-1		1	1	1			-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1	-1	-1	1	1	-1	19	5	14	19
	C10	Movimiento de tierras	-1	-1	-1		1	1	1		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1	-1	-1	1	1	-1	20	5	15	20
	C11	Tratamiento e impermeabilización del suelo de soporte		-1	-1		1	1	1	1			-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1	-1	-1	1	1	-1	18	6	12	18
	C12	Habilitación del patio de maniobras	-1	-1	-1		1	1	1				-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1	-1	-1	1	1	-1	18	5	13	18
	C13	Habilitación de drenes interno y externos de lixiviados	-1	-1	-1			-1					-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1	-1	-1	1	1	-1	16	2	14	16
	C14	Construcción de poza de lixiviado	-1	-1	-1		1	1	1				-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1	-1	-1	1	1	-1	18	5	13	18
	C15	Habilitación del sistema de tratamiento de aguas residuales	-1	-1	-1		1	1	1				-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1	-1	-1	1	1	-1	18	5	13	18
	C16	Habilitación del canal pluvial	-1	-1	-1			-1					-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1	-1	-1	1	1	-1	16	2	14	16
	C17	Habilitación de los pozos de monitoreo	-1	-1	-1		1	1	1				-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1	-1	-1	1	1	-1	18	5	13	18
	C18	Construcción y habilitación de la balanza	-1	-1	-1		1	1	1				-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1	-1	-1	1	1	-1	18	5	13	18
	C19	Habilitación del cerco perimétrico			-1						-1		-1	-1			-1	-1	-1				-1	-1		1	1	-1	11	2	9	11
	C20	Habilitación del cerco vivo								1	-1		1	1	1	1	1	1	1				-1			1	1	-1	12	9	3	12

Codificación del Factor		
Actividad del proyecto/Subcomponente ambiental		
	C21	Generación y transporte de residuos
Número de impactos generados		
Número de impactos generados (+)		
Número de impactos generados (-)		
Sin impactos		

FACTORES AMBIENTALES																								
Aire				Suelo				Agua		Paisaje		Fauna		Flora		Población			Territorio		Economía Local		Seguridad	
A1	A2	A3	A4	S1	S2	S3	S4	AG1	AG2	P1	P2	FA1	FA2	F1	F2	PO1	PO2	PO3	T1	T2	E1	E2	S1	
Partículas Suspendidas	Gases	Nivel de Ruido	Olores	Permeabilidad	Estabilidad	Grado de Compactación	Calidad de suelo	Calidad del Agua superficial	Calidad del Agua subterránea	Ecosistema	Alteración paisajística	Hábitats	Especies nativas	Cobertura vegetal	Especies Nativas	Salud pública	Involucramiento de población beneficiada	Salud ocupacional	Usos y costumbres territoriales	Flujo vial	Generación de empleo	Actividades económicas	Accidentes	
-1	-1	-1		1	1	1				-1	-1	-1	-1	-1	-1			-1	-1	-1	1	1	-1	
16	16	19	0	13	16	13	3	5	4	20	21	19	19	21	21	0	0	20	20	19	21	21	21	
0	0	0	0	13	13	13	2	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	2	21	21	0	
16	16	19	0	0	3	0	1	5	4	19	20	18	18	20	20	0	0	20	20	17	0	0	21	
5	5	2	21	8	5	8	18	16	17	1	0	2	2	0	0	21	21	1	1	2	0	0	0	

Número de Impactos Generados
18
348

Número de Impactos Generados (+)	Número de Impactos Generados (-)	Sin impactos
5	13	18

Etapas de operación y mantenimiento	O1	Flujo vehicular
	O2	Transporte de residuos
	O3	Descarga y esparcido de residuos
	O4	Compactación de residuos
	O5	Extracción, transporte y vertido del material de cobertura
	O6	Sellado diario de celdas y sellado final
	O7	Rampas de acceso a plataformas
	O8	Instalación y uso de Chimeneas
	O9	Limpieza de Vehículos y equipos
	O10	Captación y recirculación de lixiviados
	O11	Actividades de mantenimiento
	O12	Monitoreos Ambientales

-1	-1	-1		1	1	1				-1	-1	-1	-1						-1	-1	1	1	-1	
-1	-1	-1	-1	1	1	1				-1	-1	-1	-1			1	1	-1			1	1	-1	
-1		-1	-1							-1	-1	-1	-1					-1			1	1	-1	
-1	-1	-1	-1							-1	-1	-1	-1					-1			1	1	-1	
-1	-1	-1			-1	-1				-1	-1	-1	-1					-1			1	1	-1	
-1	-1	-1								-1	-1	-1	-1			1		-1			1	1	-1	
-1	-1	-1								-1	-1	-1	-1					-1			1	1	-1	
-1	-1	-1	-1				-1			-1	-1	-1	-1			1		-1			1	1	-1	
-1	-1	-1	-1	1	1	1				-1	-1	-1	-1	1	1	1		-1			1	1	-1	
																1					1	1	-1	

Número de interacciones
15
17
11
12
13
12
11
13
14
12
18
4
152

5	10	15
7	10	17
2	9	11
2	10	12
2	11	13
3	9	12
2	9	11
3	10	13
3	11	14
3	9	12
8	10	18
3	1	4

Número de interacciones		
Número de impactos generados (+)		
Número de impactos generados (-)		
Sin impactos		

10	10	11	7	3	4	4	1	0	0	11	11	11	11	1	1	6	2	10	1	1	12	12	12	
0	0	0	0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	6	2	0	0	0	12	12	0	
10	10	11	7	0	1	1	1	0	0	11	11	11	11	0	0	0	0	10	1	1	0	0	12	
2	2	1	5	9	8	8	11	12	12	1	1	1	1	11	11	6	10	2	11	11	0	0	0	

Etapas de cierre	Ci1	Suministro de material de cobertura para sellado
	Ci2	Compactación final
	Ci3	Instalación de quemadores
	Ci4	Revegetación
	Ci5	Monitoreos Ambientales

-1	-1	-1									1					1		-1	1	-1	1	1	-1	
-1	-1	-1									1					1		-1	1		1	1	-1	
	-1	-1	-1													1		-1	1		1	1	-1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1		-1	1		1	1	-1	
																1					1	1	-1	

Número de interacciones
11
10
9
20
4
54

5	6	11
5	5	10
4	5	9
18	2	20
3	1	4

Número de interacciones		
-------------------------	--	--

3	4	4	2	1	1	1	1	0	0	1	3	1	1	1	1	4	1	4	4	1	5	5	5	
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--

Codificación del Factor
Actividad del proyecto/Subcomponente ambiental
Número de impactos generados (+)
Número de impactos generados (-)
Sin impactos

FACTORES AMBIENTALES																							
Aire				Suelo				Agua		Paisaje		Fauna		Flora		Población			Territorio		Economía Local		Seguridad
A1	A2	A3	A4	S1	S2	S3	S4	AG1	AG2	P1	P2	FA1	FA2	F1	F2	PO1	PO2	PO3	T1	T2	E1	E2	S1
Partículas Suspendidas	Gases	Nivel de Ruido	Olores	Permeabilidad	Estabilidad	Grado de Compactación	Calidad de suelo	Calidad del Agua superficial	Calidad del Agua subterránea	Ecosistema	Alteración paisajística	Hábitats	Especies nativas	Cobertura vegetal	Especies Nativas	Salud pública	Involucramiento de población beneficiada	Salud ocupacional	Usos y costumbres territoriales	Flujo vial	Generación de empleo	Actividades económicas	Accidentes
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3	1	1	1	1	4	1	0	4	0	5	5	0
2	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	5
2	1	1	3	4	4	4	4	5	5	4	2	4	4	4	4	1	4	1	1	4	0	0	0

Número de Impactos Generados

Número de Impactos Generados (+)
Número de Impactos Generados (-)
Sin impactos

Etapas de post cierre	Pci1	Mantenimiento de la cobertura final
	Pci2	Monitoreos Ambientales
	Pci3	Control de la contaminación ambiental
Número de interacciones		
Número de impactos generados (+)		
Número de impactos generados (-)		
Sin impactos		

-1	-1	-1	1			1	1			1	1	1		1		1		1	1		1	1	-1
																	1				1	1	-1
1	1		1				1			1	1	1				1	1				1	1	-1
2	2	1	2	0	0	1	2	0	0	2	2	2	0	1	0	2	2	1	1	0	3	3	3
1	1	0	2	0	0	1	2	0	0	2	2	2	0	1	0	2	2	1	1	0	3	3	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
1	1	2	1	3	3	2	1	3	3	1	1	1	3	2	3	1	1	2	2	3	0	0	0

16
4
12
32

12	4	16
3	1	4
11	1	12

CUADRO RESUMEN DE INTERACCIONES

Número de impactos generados (+)
Número de impactos generados (-)
Sin interacciones

2	2	1	3	17	17	18	5	0	0	4	6	4	2	4	3	13	7	1	6	2	42	41	0	200
29	30	34	8	0	4	1	2	5	4	30	31	29	29	20	20	0	0	34	22	19	0	0	41	392
12	11	8	32	26	22	24	36	38	39	9	6	10	12	19	20	30	36	8	15	22	1	2	2	440
																								1032

Leyenda:

	Impactos positivos
	Impactos negativos
	Sin impacto

Tabla 5-5 Matriz de valorización de impactos

			FACTORES AMBIENTALES																							VIA (+) según factores ambientales	VIA (-) según factores ambientales	
			Aire				Suelo				Agua		Paisaje		Fauna		Flora		Población			Territorio		Economía Local				Seguridad
Codificación del Factor			A1	A2	A3	A4	S1	S2	S3	S4	AG1	AG2	P1	P2	FA1	FA2	F1	F2	PO1	PO2	PO3	T1	T2	E1	E2			S1
Actividad del proyecto/Subcomponente ambiental			Partículas Suspendidas	Gases	Nivel de Ruido	Olores	Permeabilidad	Estabilidad	Grado de Compactación	Calidad de suelo	Calidad del Agua superficial	Calidad del Agua subterránea	Ecosistema	Alteración paisajística	Hábitats	Especies nativas	Cobertura vegetal	Especies Nativas	Salud pública	Involucramiento de población beneficiada	Salud ocupacional	Usos y costumbres territoriales	Flujo vial	Generación de empleo	Actividades económicas	Accidentes		
Planificación	P1	Estudio y diseño del proyecto																		2.379		-0.644		1.891			4.27	-0.644
	P2	Información y sensibilización de la opinión pública																	1.84	2.379		2.379					6.598	
VIA (+) según actividades																			1.84	4.758		2.379		1.891				
VIA (-) según actividades																						-0.644						
	TIPO DE IMPACTO		Numero de Impactos Calificados																							Total	%	
7.01	Altamente significativo (<-7)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
-7.00	Significativo (>=-7 y <-4.5))		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
-4.50	Moderado (>=-4.5 y <-2.5)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
-2.50	Despreciable (>=-2.5 y <0)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	16.67%
0.00	Benéfico (>0)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	1	0	0	5	83.33%
																										6	100%	

Construcción	C1	Ocupación del área		-1.62	-	1.671					-1.352	-0.864	-	-	-	-	-1.62	-			-	-	-	2.867	2.379	-1.756	5.246	-21.06					
	C2	Limpieza y desbroce	-	1.976	-	1.891	-	1.976		1.352	1.84	1.84	-1.84	-0.864		1.352	1.352	0.864	0.864	1.183	1.403		1.671	1.891	2.244	2.379	2.379	-0.915	9.79	-19.099			
	C3	Explanación del área	-	1.403	-	1.403	-	1.403		1.403	1.403	1.403				1.403	1.403	1.403	1.403	1.403	1.403		1.403	1.403	1.403	1.403	1.403	-1.403	7.015	-16.836			
	C4	Obras provisionales generales (administrativa y sanitaria)	-	1.891	-		1.403									-	1.403	1.403	1.403	1.403	1.403	1.403		1.403	1.403	1.403	1.403	1.403	-1.403	2.806	-15.433		
	C5	Señalización y letreros de información														-	1.352			1.403	1.352			1.403	1.352	1.352	2.328	-1.352	5.032	-6.862			
	C6	Habilitación vías de acceso internas y externas	-	1.62	-	1.132	-	1.132		1.403	1.403	1.403				-	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352			-	1.132	1.132	1.352	1.84	1.84	-1.84	9.241	-14.48
	C7	Habilitación de caseta de control y vigilancia, infraestructura administrativa y almacenes	-	1.403	-		1.403		1.84	1.84	1.84					-	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352			-	1.352	1.352	1.352			-1.352	5.52	-14.923
	C8	Excavación de trinchera	-	1.891	-	1.891	-	1.891			-1.891					-	1.891	1.891	1.891	1.891	1.891	1.891			-	1.891	1.891	1.891	1.891	1.891	-1.891	3.782	-24.583
	C9	Nivelación y compactación de trincheras	-	1.352	-	1.352	-	1.352		1.403	1.403	1.403				-	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352			-	1.352	1.352	1.352	1.403	1.403	-1.352	7.015	-16.224
	C10	Movimiento de tierras	-	1.352	-	1.352	-	1.352		1.352	1.403	1.403		-0.864	-0.864	-	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352			-	1.352	1.352	1.352	1.403	1.403	-1.352	6.964	-17.952
	C11	Tratamiento e impermeabilización del suelo de soporte			-	0.864	-	0.864		1.352	1.352	1.352	1.352			-	1.304	1.304	0.864	0.864	0.864	0.864			-	1.352	1.352	1.352	1.352	1.352	-1.352	8.112	-13.64
	C12	Habilitación del patio de maniobras	-	0.864	-	0.864	-	0.864		0.864	0.864	0.864				-	0.864	0.864	0.864	0.864	0.864	0.864			-	0.864	0.864	0.864	1.84	1.84	-0.864	6.272	-10.368

			FACTORES AMBIENTALES																							VIA (+) según factores ambientales	VIA (-) según factores ambientales	
Codificación del Factor			Aire				Suelo				Agua		Paisaje		Fauna		Flora		Población			Territorio		Economía Local		Seguridad		
Actividad del proyecto/Subcomponente ambiental			A1	A2	A3	A4	S1	S2	S3	S4	AG1	AG2	P1	P2	FA1	FA2	F1	F2	PO1	PO2	PO3	T1	T2	E1	E2	S1		
			Partículas Suspendidas	Gases	Nivel de Ruido	Olores	Permeabilidad	Estabilidad	Grado de Compactación	Calidad de suelo	Calidad del Agua superficial	Calidad del Agua subterránea	Ecosistema	Alteración paisajística	Hábitats	Especies nativas	Cobertura vegetal	Especies Nativas	Salud pública	Involucramiento de población beneficiada	Salud ocupacional	Usos y costumbres territoriales	Flujo vial	Generación de empleo	Actividades económicas	Accidentes		
	C13	Habilitación de drenes interno y externos de lixiviados	-0.864	-0.864	-0.864			-0.864					-0.864	-0.864	-0.864	-0.864	-0.864	-0.864			-0.864	-0.864	-0.864	1.84	1.84	-0.864	3.68	-11.232
	C14	Construcción de poza de lixiviado	-0.864	-0.864	-0.864		0.864	0.864	0.864				-0.864	-0.864	-0.864	-0.864	-0.864	-0.864			-0.864	-0.864	-0.864			-0.915	2.592	-10.419
	C15	Habilitación del sistema de tratamiento de aguas residuales	-1.352	-1.352	-1.352		1.352	1.352	1.352				-1.352	-1.352	-1.352	-1.352	-1.352	-1.352			-1.352	-1.352	-1.352	1.352	1.352	-1.352	6.76	-16.224
	C16	Habilitación del canal pluvial	-1.352	-1.352	-1.352			-1.352					-1.352	-1.352	-1.352	-1.352	-1.352	-1.352			-1.352	-1.352	-1.352	1.352	1.352	-1.352	2.704	-17.576
	C17	Habilitación de los pozos de monitoreo	-1.352	-1.352	-1.352		1.352	1.352	1.352				-1.352	-1.352	-1.352	-1.352	-1.352	-1.352			-1.352	-1.352	-1.352	1.352	1.352	-1.352	6.76	-16.224
	C18	Construcción y habilitación de la balanza	-0.644	-0.644	-0.644		0.864	0.864	0.864				-0.644	-0.644	-0.644	-0.644	-0.644	-0.644			-0.644	-0.644	-0.644	0.864	0.864	-0.644	4.32	-7.728
	C19	Construcción del cerco perimétrico			-0.864						-0.864		-0.864	-0.864			-0.864	-0.864			-0.864	-0.864		0.864	0.864	-0.864	1.728	-7.776
	C20	Habilitación del cerco vivo								1.352	-1.132		1.84	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84			1.132			1.84	1.84	-1.132	16.072	-3.396
	C21	Generación y transporte de residuos	-1.403	-1.403	-1.403		1.352	1.352	1.352				-1.403	-1.403	-1.403	-1.403	-1.403	-1.403			-1.403	-1.403	-1.403	1.352	1.352	-1.403	6.76	-16.836
VIA (+) según actividades							16.753	17.292	17.292	2.704			1.84	1.84	1.84	1.84	1.84	1.84					2.704	29.949	30.437			
VIA (-) según actividades			-21.58	-20.2	-24.01			-4.107		-1.84	-5.076	-1.728	-23.45	-25.02	-21.71	-21.88	-24.73	-25.08			-25	-25.93	-22.4			-26.71		
	TIPO DE IMPACTO		Numero de Impactos Calificados																							Total	%	
7.01	Altamente significativo (<-7)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
-7.00	Significativo (>=-7 y <-4.5))		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
-4.50	Moderado (>=-4.5 y <-2.5)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
-2.50	Despreciable (>=-2.5 y <0)		16	16	19	0	0	3	0	1	5	2	19	20	18	18	20	20	0	0	20	20	17	0	0	21	255	74.56%
0.00	Benéfico (>0)		0	0	0	0	13	13	13	2	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	2	19	19	0	87	25.44%
																										342	100%	
Etapas de operación y mantenimiento	O1	Flujo vehicular	-2.989	-2.989	-2.989		2.45	2.45	2.45				-2.501	-2.501	-2.501	-2.501						-2.501	-2.501	2.45	2.45	-2.501	12.25	-23.485
	O2	Transporte de residuos	-2.328	-2.328	-2.328	-2.328	2.379	2.379	2.379				-2.328	-2.328	-2.328	-2.328			2.379	2.379	-2.328			2.379	2.379	-2.328	16.653	-20.952
	O3	Descarga y esparcido de residuos	-2.108		-2.108	-2.108							-2.108	-2.108	-2.108	-2.108					-2.108			1.891	1.891	-2.108	3.782	-16.864
	O4	Compactación de residuos	-1.352	-1.352	-1.352	-1.352							-1.352	-1.352	-1.352	-1.352					-1.352			2.379	2.379	-1.352	4.758	-12.168
	O5	Extracción, transporte y vertido del material de cobertura	-2.159	-2.159	-2.159			-1.671	-1.671				-1.62	-1.62	-1.62	-1.62					-1.62			1.84	1.84	-1.62	3.68	-17.38
	O6	Sellado diario de celdas y sellado final	-1.84	-1.84	-1.84								-1.352	-1.352	-1.352	-1.352			1.352		-1.352			2.328	2.328	-1.352	6.008	-11.792
	O7	Rampas de acceso a plataformas	-1.403	-1.403	-1.403								-1.352	-1.352	-1.352	-1.352					-1.352			1.352	1.352	-1.352	2.704	-10.918
	O8	Instalación y uso de Chimeneas	-1.352	-1.352	-1.352	-1.352							-1.352	-1.352	-1.352	-1.352			1.352		-1.352			1.352	1.352	-1.352	4.056	-12.168
	O9	Higienización	-1.84	-1.84	-1.84	-1.84				-1.891			-1.84	-1.84	-1.84	-1.84			1.891		-1.891			1.891	1.891	-1.891	5.673	-18.553

			FACTORES AMBIENTALES																								VIA (+) según factores ambientales	VIA (-) según factores ambientales	
Codificación del Factor			Aire				Suelo				Agua		Paisaje		Fauna		Flora		Población			Territorio		Economía Local		Seguridad			
Actividad del proyecto/Subcomponente ambiental			A1	A2	A3	A4	S1	S2	S3	S4	AG1	AG2	P1	P2	FA1	FA2	F1	F2	PO1	PO2	PO3	T1	T2	E1	E2	S1			
			Partículas Suspendidas	Gases	Nivel de Ruido	Olores	Permeabilidad	Estabilidad	Grado de Compactación	Calidad de suelo	Calidad del Agua superficial	Calidad del Agua subterránea	Ecosistema	Alteración paisajística	Hábitats	Especies nativas	Cobertura vegetal	Especies Nativas	Salud pública	Involucramiento de población beneficiada	Salud ocupacional	Usos y costumbres territoriales	Flujo vial	Generación de empleo	Actividades económicas	Accidentes			
	O10	Captación y recirculación de lixiviados	-	1.891	-	-							-	-	-	-					-1.84			1.84	1.84	-1.84	3.68	-16.917	
	O11	Actividades de mantenimiento	-	2.379	-	-	2.328	2.328	2.328				-1.84	-1.84	-1.84	-1.84	2.328	2.328	2.328						2.867	2.867	-2.328	19.702	-16.825
	O12	Monitoreos Ambientales																		2.989					2.45	2.45	-2.938	7.889	-2.938
VIA (+) según actividades							7.157	7.157	7.157								2.328	2.328	9.302	5.368				25.019	25.019				
VIA (-) según actividades			-19.75	-19.53	-21.64	-13.25		-1.671	-1.671	-			-19.54	-19.54	-19.54	-19.54					-15.2	2.501	2.501			-22.96			
TIPO DE IMPACTO			Numero de Impactos Calificados																								Total	%	
7.01	Altamente significativo (<-7)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
-7.00	Significativo (>=-7 y <-4.5))		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
-4.50	Moderado (>=-4.5 y <-2.5)		1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	11	9.73%
-2.50	Despreciable (>=-2.5 y <0)		9	9	10	7	0	1	1	1	0	0	10	10	10	10	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	10	97	85.84%
0.00	Benéfico (>0)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	1	0	0	0	5	4.42%
																											113	100%	
Etapas de cierre	Ci1	Suministro de material de cobertura para sellado	-	1.352	-	1.352							1.403						1.403		-	1.352	-	1.352	1.352	-1.352	6.862	-6.76	
	Ci2	Compactación final	-	0.864	-	0.864							0.864						0.864		-	0.864	0.864		0.864	0.864	-0.864	4.32	-3.456
	Ci3	Instalación de quemadores		-2.23	-2.23	-2.23													1.84		-1.62	1.84		1.84	1.84	-1.62	7.36	-9.93	
	Ci4	Revegetación	1.403	1.403	1.403	1.403	1.403	1.403	1.403				1.403	1.403	1.403	1.403	1.403	1.403	1.403		-	0.864	1.403		1.403	1.403	-0.864	25.254	-1.728
	Ci5	Monitoreos Ambientales																		1.403					0.864	0.864	-0.695	3.131	-0.695
VIA (+) según actividades			1.403	1.403	1.403	1.403	1.403	1.403	1.403				1.403	3.67	1.403	1.403	1.403	1.403	5.51	1.403		5.459		6.323	6.323				
VIA (-) según actividades			-2.216	-4.446	-4.446	-2.23															-4.7		-	1.352			-5.395		
TIPO DE IMPACTO			Numero de Impactos Calificados																								Total	%	
7.01	Altamente significativo (<-7)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
-7.00	Significativo (>=-7 y <-4.5))		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
-4.50	Moderado (>=-4.5 y <-2.5)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
-2.50	Despreciable (>=-2.5 y <0)		2	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	5	19	35.19%	
0.00	Benéfico (>0)		1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3	1	1	1	1	4	1	0	4	0	5	5	0	35	64.81%	
																											54	100%	
Etapas de post cierre	Pci1	Mantenimiento de la cobertura final	-	0.864	-	0.864	1.403			1.403	1.403		1.403	1.403	1.403		1.403		1.403		1.403	1.403		1.403	1.403	-0.864	16.836	-2.592	
	Pci2	Monitoreos Ambientales																		1.403					1.352	1.352	-1.352	4.107	-1.352
	Pci3	Control de la contaminación ambiental	1.352	1.352		1.352				1.352			1.352	1.352	1.352				1.352	1.352					1.352	1.352	-1.352	14.872	-1.352
VIA (+) según actividades			1.352	1.352		2.755			1.403	2.755			2.755	2.755	2.755		1.403		2.755	2.755	1.403	1.403		4.107	4.107				
VIA (-) según actividades			-	0.864	-	0.864																					-3.568		

		FACTORES AMBIENTALES																								VIA (+) según factores ambientales	VIA (-) según factores ambientales
Codificación del Factor		Aire				Suelo				Agua		Paisaje		Fauna		Flora		Población			Territorio		Economía Local		Seguridad		
		A1	A2	A3	A4	S1	S2	S3	S4	AG1	AG2	P1	P2	FA1	FA2	F1	F2	PO1	PO2	PO3	T1	T2	E1	E2	S1		
Actividad del proyecto/Subcomponente ambiental		Partículas Suspendidas	Gases	Nivel de Ruido	Olores	Permeabilidad	Estabilidad	Grado de Compactación	Calidad de suelo	Calidad del Agua superficial	Calidad del Agua subterránea	Ecosistema	Alteración paisajística	Hábitats	Especies nativas	Cobertura vegetal	Especies Nativas	Salud pública	Involucramiento de población beneficiada	Salud ocupacional	Usos y costumbres territoriales	Flujo vial	Generación de empleo	Actividades económicas	Accidentes		
		Numero de Impactos Calificados																									
	7.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	-7.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	-4.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	-2.50	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		
	0.00	1	1	0	2	0	0	1	2	0	0	2	2	2	0	1	0	2	2	1	1	0	3	3	0		
		Total																								%	
		0																								0.00%	
		0																								0.00%	
		0																								0.00%	
		6																								18.75%	
		26																								81.25%	
		32																								100%	

TIPO DE IMPACTO			Numero de Impactos Calificados																								Total	%	39.41%
Negativo	-7.01	Altamente significativo (<-7)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	-7	Significativo (>=-7 y <-4.5))	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	-4.5	Moderado (>=-4.5 y <-2.5)	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	11			
	-2.5	Despreciable (>=-2.5 y <0)	28	29	33	8	0	4	1	2	5	2	29	30	28	28	20	20	0	0	33	21	18	0	0	39	378		
Positivo	0	Benéfico (>0)	2	2	1	3	14	14	15	5	0	4	6	4	2	3	2	8	7	1	7	2	29	27	0	158	16.01%	16.01%	
Neutro		Sin impacto (no hay interacción)	12	11	8	32	26	22	24	36	38	9	6	10	12	19	20	30	36	8	15	22	1	2	2	440	44.58%	44.58%	
																											987	100.00%	

5.2 Descripción y análisis de los resultados sobre los impactos ambientales

De la aplicación de las matrices puede observarse que se ha evaluado el entorno ambiental en base a factores ambientales, que comprenden subcomponentes. A continuación una breve explicación sobre los factores ambientales:

- Aire, se ha determinado que éste puede verse afectado por emisión de partículas, gases, ruido y olores. La evaluación en conjunto de estos subcomponentes determina la calidad del aire, para los tres primeros se tienen estándares de calidad ambiental y de límites permisibles regulados. Por otra, parte se reconoce a la variable olores como un potencial impacto propio de la descomposición de los residuos sólidos, principalmente al sulfuro de hidrógeno.
- Suelo, se ha considerado necesario evaluar subcomponentes como permeabilidad, estabilidad, grado de compactación y calidad y uso del suelo; la elección se basó en que este será soporte de actividades diversas principalmente de tipo mecánico que de algún modo lo afectarán. Sin embargo, desde la etapa de selección de sitio se ha seleccionado el suelo idóneo a fin que los impactos posibles sean preferentemente intrascendentes o fáciles de revertir.
- Agua, se han descrito dos subcomponentes (1) calidad de agua superficial, y (2) calidad de agua subterránea, a fin de detectar algún impacto que pudiera afectar la posible contaminación del agua. Dado que fuera del límite del área de intervención se ubica un manantial un humedal y una quebrada que va en paralelo al área específica de intervención del proyecto sin embargo en el área de específica de intervención del proyecto no se han identificado fuentes de agua permanentes.
- Paisaje, se han evaluado los ecosistemas como un subcomponente con capacidad de recibir potenciales impactos ambientales, afectando a todos los niveles de vida asentados en el emplazamiento en estudio y que contribuya en la modificación del paisaje; por otra parte se tiene como subcomponente la alteración paisajística persé para resaltar el impacto que en forma directa ocasionan todas las actividades del proyecto como obras antropogénicas que generan un cambio notorio del paisaje original.
- Fauna, se han determinado como subcomponentes a evaluarse: los hábitats y especies nativas; porque pudieran encontrarse en este emplazamiento y serán desplazados por la nueva actividad que se realizará, Es importante mencionar que en el monitoreo puntual desarrollado se han identificado especies que no corresponden a categorías de vulnerabilidad o peligro.
- Flora, comprende como subcomponentes cobertura vegetal y especies nativas; en general la cobertura vegetal se verá impactada notoriamente y con ella se eliminarán las especies nativas existentes. Sin embargo, con el adecuado manejo de la infraestructura se preverá la recuperabilidad de las especies. Se destaca que en el muestreo desarrollado en la línea base se identificaron especies nativas, que

no se encuentran en el listado de especies en peligro o vulnerabilidad, por lo que el impacto puede ser de fácil reversibilidad.

- Población, se tiene como subcomponentes a la salud pública, salud laboral y al involucramiento de la población beneficiada, los dos primeros se impactarán por algunas actividades en forma positiva y otras en forma negativa. El implementar un proyecto de esta naturaleza determinará una mejora en la salud de la población beneficiaria principalmente. La operatividad de este proyecto asume un latente riesgo de afectar la salud laboral principalmente ante incumplimiento de procedimientos de trabajo seguros. En lo que corresponde al involucramiento de la población beneficiada se estima que habrá impactos positivos.
- Territorio, al respecto se han evaluado los subcomponentes de usos y costumbres territoriales, y flujo vial; a fin de resaltar potenciales impactos ambientales por la incidencia de los mismos (cambios en usos y costumbres propios del territorio, demarcado flujo vial antes no existente).
- Economía Local, como subcomponentes susceptibles de afectación se ha determinado principalmente la generación de empleo y actividades económicas; mostrados como potenciales impactos positivos.
- Seguridad, con este factor se ha buscado evaluar el nivel de riesgo de afectación de accidentes que pudieran ocurrir al desarrollar cada una de las actividades del proyecto.

Para cada uno de estos factores ambientales con sus debidos subcomponentes se han determinado como potenciales impactos (positivos y negativos), los siguientes:

a. Identificación y evaluación de impactos ambientales para la infraestructura de relleno sanitario

- **En el aire:**

Durante la etapa de construcción este factor ambiental es afectado en forma negativa destacando los impactos **despreciables** en lo que concierne a nivel de ruido derivados de actividades excavación para la terraza (-1.891), explanación de área y Obras provisionales (-1.403) así como la habilitación de caseta de control y vigilancia, Infraestructura administrativa y almacenes (-1.403). También la actividad de limpieza y desbroce y excavación para las terrazas con un impacto **despreciable** por emisión de partículas (-1.976 y -1.891).

Las actividades que no estarían generando impactos son: la señalización y letreros de información y la habilitación del cerco vivo.

Todas las demás actividades de la construcción generan impactos negativos categorizados en **despreciables**. Los valores categorizados están desde -0.644 hasta -1.976.

Durante la etapa de operación las actividades concernientes a partículas suspendidas, nivel de ruido y gases se encuentran en la categoría de impactos **moderados**, se ubica el flujo vehicular con el valor más alto -2.989, mientras que los impactos con valores **despreciables** se encuentran los debidos al transporte de residuos, descarga y esparcido de residuos, extracción, transporte y vertido de material de cobertura y actividades de mantenimiento cuyos valores fluctúan entre -2.108 y -2.328.

En la etapa de cierre se destaca el impacto negativo por emisión de gases influenciado principalmente por la instalación y uso de los quemadores con un impacto jerarquizado como **moderado** (-2.23). Al quemar los gases de la combustión se tendría aportes de CO₂ en la atmosfera.

En lo que concierne a la postclausura o post cierre aún se tendrían impactos negativos jerarquizados como **despreciables** generados por la actividad de mantenimiento de la cobertura final; sin embargo cabe destacar que esta actividad si generaría un impacto positivo.

- **En el suelo:**

Para la etapa de la construcción se han encontrado tres impactos negativos jerarquizados como impactos **despreciables** con valor de -1.891 para la actividad de excavación de la terraza, con valor de -0.864 determinado por la actividad de habilitación de drenes internos y externos de lixiviados. Además, con el valor de -1,352 se tiene el impacto con calificación de **despreciable** por la actividad de habilitación de canal pluvial. Todos ellos afectando la estabilidad del suelo.

El 62% de las actividades de la construcción estarían generando impactos **benéficos** al suelo con valores que oscilan desde 0.864 hasta 1.84; incidiendo en las características de permeabilidad, estabilidad y grado de compactación.

En relación con la etapa de operación el 25% generaría impactos **benéficos** en las características de permeabilidad, estabilidad y grado de compactación. De éstas actividades, un 8% generaría un posible impacto negativo en la calidad del suelo por la actividad de higienización valorado en -1.891, es decir de tipo **despreciable**. Este tipo de impacto básicamente se manifestaría por que las actividades de saneamiento pueden hacer uso de desinfectantes líquidos o polvos que incidirían en la calidad del suelo.

Por otra parte cabe destacar que el 67% restante de actividades no genera impacto.

En la etapa de cierre o clausura, también el 17% de actividades a realizarse generan impactos positivos mientras que el 83% restante no genera impacto.

En lo que concierne al post cierre, de las tres actividades, los monitoreos ambientales no generan impacto, mientras que las actividades de mantenimiento de la cobertura final y control de la contaminación generan impactos benéficos,

principalmente en lo que se refiere a la calidad del suelo, seguido del grado de compactación.

- **En el agua:**

En cuanto a la calidad del agua superficial no se tendrá impacto adverso alguno debido a que el proyecto considera un adecuado manejo de ellas, incluyendo el control y derivación de las aguas superficiales existentes en el área de influencia directa, pero ubicadas fuera del área específica de intervención del proyecto. Cabe mencionar que se han planteado actividades para el control de la calidad de las aguas superficiales más cercanas al área del proyecto en las etapas de operación y mantenimiento, cierre y post cierre (monitoreos ambientales), como se podrá apreciar en el programa de monitoreo ambiental que forma parte del plan de vigilancia ambiental.

Sobre la calidad del agua subterránea, no se tendrán impactos negativos, esto debido al grado de impermeabilización de las actividades que no se interrelacionarán con las aguas subsuperficiales que discurren por debajo del área de ubicación de la celda del relleno. El lixiviado que se obtendrá del procesamiento de los residuos será debidamente canalizado almacenado y tratado a través del sistema de recirculación.

- **En el paisaje:**

Se han evaluado los impactos de la etapa de la construcción que comprende 21 actividades, de los cuales 5% genera impacto positivo y el otro 95% genera impactos negativos a nivel de ecosistema.

A nivel de alteración paisajística genera 5% impacto positivo y el otro 95% genera impactos negativos. Al respecto, ambos serían afectados de manera similar con la misma intensidad de impacto, salvo que el paisaje es afectado en lo que concierne a su alteración paisajista respecto de los ecosistemas.

Los valores de impacto predominante son **despreciables**, alcanzando valores de impacto de -1.403 generado por la actividades de explanación del área y obras provisionales mientras que con -1.352 generado por las actividades de limpieza y desbroce, habilitación de vías internas y externas, y habilitación de caseta de control y vigilancia, entre otros. Los otros impactos negativos de tipo **despreciables** van de 0.644 a -1.132 como por ejemplo la construcción y habilitación de la balanza y ocupación del área. También se ha determinado que la habilitación del cerco vivo sería la única actividad que generaría impactos de tipo **benéfico** a este factor, valorado como 1.84.

En la etapa de operación de las 12 actividades que comprende, el 92% genera impactos negativos y el 8% no genera impactos. Este último caso comprende a la actividad de monitoreos ambientales.

Respecto del 92% de actividades, todas estarían generando impactos adversos valorados de forma similar, comprendiendo impactos jerarquizados como **despreciables**, entre los valores se encuentran -2.501 correspondiente a un

impacto generado por el flujo vehicular y -2.328 generado por transporte de residuos así como -2.108 generado por la descarga y esparcido de residuos.

La etapa de cierre que comprende seis actividades, el 50% de ellas (suministro de material de cobertura para sellado, compactación final y revegetación) generan impactos **benéficos** y el otro 50% no genera impactos.

De la etapa de post cierre que comprende tres actividades: Mantenimiento de la cobertura final, control de la contaminación ambiental y monitoreos ambientales; la primera genera impactos **benéficos** valorados desde 0.864 hasta 1.403 tanto para ecosistemas como para alteración paisajística.

- **En fauna:**

Este factor ambiental es evaluado en dos subcomponentes: hábitats y especies nativas. Los mismos serían impactados de manera negativa el 85.7% de las actividades que se realizan en la etapa de la construcción, tratándose de impactos **despreciables**. El 4.8% de las actividades, se representa por la habilitación del cerco vivo que es la única actividad que genera impacto **benéfico** valorado en 1.84. El 9.5% de las actividades no genera impacto.

La actividad que genera el impacto negativo con mayor valoración es la explanación del área, valorizado en un -1.403.

A nivel de la operación, los impactos más destacados son los impactos **despreciables** valorados con -2.501 determinados por flujo vehicular.

A nivel de cierre, el 16.7% de las actividades que se realizan, representado por la vegetación es la única actividad que genera impacto de tipo **benéfico** valorado en 1.403.

En el post cierre, el 66.7% de las actividades, representado por mantenimiento de la cobertura final y control de la contaminación ambiental generan impactos **benéficos** sobre los hábitats, valorados en 1.403 y 1.352, respectivamente. El otro 33.3% representado por la actividad de monitoreos ambientales no genera impacto.

- **En flora:**

En la etapa de la construcción, el 100% de las actividades que se realizan generan impactos a la flora tanto para el subcomponente de cobertura vegetal como de especies nativas. El 95% de estas actividades generan impactos negativos jerarquizados desde **despreciables** valorados en -1.62, hasta -0.644.

El 5% de las actividades de la etapa de operación representado por las actividades de mantenimiento generan impactos **benéficos** sobre la cobertura vegetal y especies nativas. El 92% restante de las actividades no genera impactos sobre la flora; básicamente porque ésta se ha eliminado en la etapa anterior.

En la etapa de cierre, la actividad representada por la vegetación es la única actividad que genera impacto y de tipo **benéfico** con un valor de 1.403.

A nivel de post cierre, la actividad representada por el mantenimiento de la cobertura final generaría el impacto **benéfico** sobre la cobertura vegetal; el resto de actividades no genera impacto.

- **En población:**

A nivel de población se han evaluado los impactos sobre sus subcomponentes: Salud pública, involucramiento de la población beneficiada y salud ocupacional.

En la etapa de planificación, sus dos primeros subcomponentes están afectados por impactos **benéficos** por el 100% de las actividades (Estudio y diseño del proyecto e información y sensibilización de la opinión pública).

En lo que concierne a la construcción, las actividades que reúne esta etapa no generan impactos para la salud pública ni para el involucramiento de la población. Sin embargo la salud ocupacional si se mostraría afectada negativamente por el 100% de actividades con impactos jerarquizados mayoritariamente como **despreciables**. El 5% de actividades representada por la señalización y letreros de información no genera impactos.

En la etapa de operación, la salud pública está afectada por impactos **benéficos** por el 50% de las actividades con valores desde 1.352 hasta 2.379. Por el otro 50% no hay impactos. Sobre el involucramiento de la población se ha determinado un impacto **benéfico** valorado en 2.379 derivado de los monitoreos ambientales. En lo que concierne a salud ocupacional también predominan los impactos negativos en el orden de **despreciables** generados por el 83% de las actividades. El resto de actividades conformadas por lo denominado por flujo vehicular y monitoreos ambientales se darían por trabajadores externos.

Sobre la etapa de cierre, se determinaron impactos positivos referidos a la salud pública por las actividades de cobertura y revegetación con una valoración de 0.864 a 1.403, generándose para el factor ambiental de salud ocupacional impactos negativos despreciables valorizados desde -0.864 a -1.62.

En el post cierre del proyecto se ha determinado que la salud pública y salud ocupacional se verían afectados por impactos benéficos, la salud pública con valores desde 1.403 (impacto derivado del mantenimiento de cobertura vegetal) y 1.352 (impacto derivado del control de la contaminación ambiental). El involucramiento de la población sería afectado con impactos **benéficos** valorados con 1.403 (impacto derivado de los monitoreos ambientales y control de la contaminación ambiental). El mantenimiento de la cobertura final no genera impacto en el involucramiento de la población.

- **En territorio:**

Este factor ambiental es evaluado en sus subcomponentes: Usos y costumbres territoriales y flujo vial.

Al respecto, en la etapa de Planificación se genera un impacto negativo despreciable en las actividades de estudio y diseño, con una valoración de -0.644 y se identifica impactos positivos de 2.379 en referencia a la información y sensibilización de la opinión pública.

En la etapa de construcción, usos y costumbres territoriales es afectado con impactos negativos con casi la totalidad de las actividades a realizarse en esta etapa; salvo por la actividad de habilitación del cerco vivo que no generaría impacto. La valorización de estos impactos está jerarquizadas como **despreciables** valorizada desde -0.644 causado por la actividad de construcción y habilitación de la balanza hasta -1.89 generadas por la ocupación del área y excavación de trinchera.

Este territorio no tiene un uso definido pero la intervención generará cambio en las costumbres territoriales de las áreas aledañas; Respecto a los posibles impactos de la etapa de operación la actividad de flujo vehicular es la actividad que generará impacto negativo valorada con -2.05.

En la etapa de cierre por las actividades de suministro de material de cobertura, se evidenciaría como un impacto negativo valorado en -1.352 como **despreciable**. Todas las demás actividades no generan interacción ni impactos.

Sobre la etapa de post cierre, de las tres actividades que comprende sólo una de ellas: Mantenimiento de la cobertura final, generaría un impacto **benéfico** sobre uso y costumbres territoriales. El territorio no tendría impactos negativos en esta etapa.

- **En economía local:**

Se ha evaluado el aspecto ambiental sobre la economía local en lo concerniente a generación de empleo y actividades económicas.

En el total de las etapas del proyecto y por la actividad que ellas comprenden; la generación del empleo y actividades económicas muestran potenciales impactos positivos jerarquizados como **benéficos**.

Panorámicamente, la valorización de estos impactos tiene notablemente valores más altos en la etapa de operación ya que los valores alcanzan 2.867, 2.45 y 2.379 entre otros; lo cual es semejante a la valorización de los impactos en la etapa de construcción que en la mayoría de los casos alcanzó 1.403.

En la etapa de planificación sobre la generación del empleo y de las actividades económicas se tienen impactos **benéficos** valorados homogéneamente en 1.891 ya que se brinda trabajo a nivel profesional-técnico y de coordinación que implica gastos temporales.

En la etapa de construcción, sobre la generación del empleo, su impacto es benéfico y por el 100% de las actividades se tendría impactos valorados entre

1.352 y 2.867 lo que se atribuye básicamente por el tiempo de permanencia que implica un puesto de trabajo. En lo que concierne a actividades económicas su impacto también es **benéfico** y por el 95% de actividades se tienen impactos valorados desde 1.352 y 2.867.

Durante la etapa de cierre, la generación de empleo y actividades económicas, a causa del 100% de las actividades tiene impactos **benéficos** con valores de 0.864 hasta 1.352.

En el post cierre, la generación de empleo también se vería impactado en forma **benéfica** con valores entre 1.352 hasta 1.403.

- **En seguridad:**

Se ha evaluado la ocurrencia de accidentes como riesgos con capacidad de manifestarse en el desarrollo de cada una de las actividades del proyecto. En ese sentido, en todas las actividades, salvo en la correspondiente a las actividades de planificación se ha estimado que no se tendría la posibilidad de ocurrencia de accidentes.

En general los accidentes se muestran como impactos negativos muy probables de ocurrir, de allí la necesidad de atenderlos en forma organizada y técnicamente, debiéndose contar con un plan de seguridad ocupacional y un plan de contingencias considerados en el presente estudio.

Tabla 5-6 Matriz de identificación de impactos

Codificación del Factor			FACTORES AMBIENTALES																								Número de Impactos Generados	Número de Impactos Generados (+) Número de Impactos Generados (-) Sin impactos			
			Aire				Suelo				Agua		Paisaje		Fauna		Flora		Población			Territorio		Economía Local		Seguridad					
			A1	A2	A3	A4	S1	S2	S3	S4	AG1	AG2	P1	P2	FA1	FA2	F1	F2	PO1	PO2	PO3	T1	T2	E1	E2	S1					
Actividad del proyecto/Subcomponente ambiental			Partículas Suspensas	Gases	Nivel de Ruido	Olores	Permeabilidad	Estabilidad	Grado de Compactación	Calidad de suelo	Calidad del Agua superficial	Calidad del Agua subterránea	Ecosistema	Alteración paisajística	Hábitats	Especies nativas.	Cobertura vegetal	Especies Nativas	Salud pública	Involucramiento de población beneficiada	Salud ocupacional	Usos y costumbres territoriales	Flujo vial	Generación de empleo	Actividades económicas	Accidentes y Salud Ocupacional					
Planificación	P1	Estudio y diseño del proyecto																									0	0	0	0	
	P2	Información y sensibilización de la opinión pública																		1							1	1	0	1	
																											1				
Número de interacciones			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1				
Número de impactos generados (+)			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0					
Número de impactos generados (-)			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Sin impactos			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2					
Construcción	C1	Habilitación del área de recepción			-1								-1									-1		1	1	-1	6	2	4	6	
	C2	Almacén para compost y almacén de material reciclable											-1									-1		1	1	-1	5	2	3	5	
	C3	Construcción de compostera y del centro de segregación y almacén de reciclables	-1		-1		1	1					-1									-1		1	1	-1	9	4	5	9	
	C4	Sistema de recolección y captación de lixiviados	-1		-1		1	1					-1									-1		1	1	-1	9	4	5	9	
Número de impactos generados			2	0	3	0	2	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	4	4	29				
Número de impactos generados (+)			0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0					
Número de impactos generados (-)			2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4					
Sin impactos			2	4	1	4	2	2	4	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	4	4	0	4	0	0	0					
Etapa de operación y mantenimiento	O1	Pesaje y descarga de residuos	-1	-1	-1																			1	1	-1	6	2	4	6	
	O2	Selección de residuos orgánicos e inorgánicos			-1	-1													1					1	1	-1	6	3	3	6	
	O3	Descarga y esparcido de residuos orgánicos y segregación de residuos inorgánicos	-1		-1	-1							-1	-1										1	1	-1	8	2	6	8	
	O4	Construcción de pilas de compost, y almacen de material reciclable	-1	-1	-1	-1							-1											1	1	-1	8	2	6	8	
	O5	Volteos	-1	-1	-1	-1																		1	1	-1	7	2	5	7	
	O6	Tamizado	-1	-1	-1	-1									-1									1	1	-1	8	2	6	8	
	O7	Control de calidad del compost																	1					1	1	-1	4	3	1	4	
	O8	Apilamiento de compost y almacenamiento de material reciclable	-1	-1	-1	-1								-1	-1									1	1	-1	9	2	7	9	
	O9	Almacenamiento de compost y material comercializable	-1	-1		-1													1					1	1	-1	7	3	4	7	
Número de interacciones			7	6	7	7	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	3	0	0	0	0	9	9	9	63					

Codificación del Factor			FACTORES AMBIENTALES																								Número de Impactos Generados	Número de Impactos Generados (+)	Número de Impactos Generados (-)	Sin impactos
			Aire				Suelo				Agua		Paisaje		Fauna		Flora		Población			Territorio		Economía Local		Seguridad				
			A1	A2	A3	A4	S1	S2	S3	S4	AG1	AG2	P1	P2	FA1	FA2	F1	F2	PO1	PO2	PO3	T1	T2	E1	E2	S1				
Actividad del proyecto/Subcomponente ambiental			Partículas Suspendidas	Gases	Nivel de Ruido	Olores	Permeabilidad	Estabilidad	Grado de Compactación	Calidad de suelo	Calidad del Agua superficial	Calidad del Agua subterránea	Ecosistema	Alteración paisajística	Hábitats	Especies nativas.	Cobertura vegetal	Especies Nativas	Salud pública	Involucramiento de población beneficiada	Salud ocupacional	Usos y costumbres territoriales	Flujo vial	Generación de empleo	Actividades económicas	Accidentes y Salud Ocupacional				
Número de impactos generados (+)			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	9	9	0				
Número de impactos generados (-)			7	6	7	7	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9				
Sin impactos			2	3	2	2	9	9	9	9	9	9	9	6	6	9	9	9	6	9	9	9	9	0	0	0				

Etap a de cierre	Ci1	Desmantelamiento	-1		-1																		1	1	-1	5	2	3	5	
	Ci2	Retiro de material orgánico	-1	-1	-1	-1												1					1	1	-1	8	3	5	8	
																										13				
Número de interacciones			2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	2	2	13			
Número de impactos generados (+)			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	2	0				
Número de impactos generados (-)			2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2				
Sin impactos			0	1	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	0	0	0				

Etap a de post cierre	Pci1	Mantenimiento de la reinserción paisajística	1				1	1		1				1	1		1		1			1		1	1		11	11	0	11
	Pci2	Mantenimiento del canal de pluviales		1		1				1					1				1					1	1		7	7	0	7
																										18				
Número de interacciones			1	1	0	1	1	1	0	2	0	0	0	1	2	0	1	0	2	0	0	1	0	2	2	0	18			
Número de impactos generados (+)			1	1	0	1	1	1	0	2	0	0	0	1	2	0	1	0	2	0	0	1	0	2	2	0				
Número de impactos generados (-)			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Sin impactos			1	1	2	1	1	1	2	0	2	2	2	1	0	2	1	2	0	2	2	1	2	0	0	2				

CUADRO RESUMEN DE INTERACCIONES																													
Número de impactos generados (+)			1	1	0	1	3	3	0	2	0	0	0	1	2	0	1	0	6	1	0	1	0	17	17	0	57		
Número de impactos generados (-)			11	7	12	8	0	0	0	0	0	0	7	3	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	15	67		
Sin interacciones			7	11	7	10	16	16	19	17	19	19	19	11	14	19	18	19	13	18	19	14	19	2	2	4	332		
																											456		

Leyenda:		
	Impactos positivos	
	Impactos negativos	
	Sin impacto	

Tabla 5-7 Matriz de valorización de impactos

			FACTORES AMBIENTALES																		SIA (+) según factores ambientales	SIA (-) según factores ambientales	
			Aire				Suelo			Paisaje	Fauna		Flora		Población		Territorio	Economía Local		Seguridad			
Codificación del Factor			A1	A2	A3	A4	S1	S2	S4	P2	FA1	FA2	F1	F2	PO1	PO2	T1	E1	E2	S1			
Actividad del proyecto/Subcomponente ambiental			Partículas Suspendidas	Gases	Nivel de Ruido	Olores	Permeabilidad	Estabilidad	Calidad de suelo	Alteración paisajística	Hábitats	Especies nativas.	Cobertura vegetal	Especies Nativas	Salud pública	Involucramiento de población beneficiada	Usos y costumbres territoriales	Generación de empleo	Actividades económicas	Accidentes y Salud Ocupacional			
Planificación	P1	Estudio y diseño del proyecto																					
	P2	Información y sensibilización de la opinión pública																			4.294		
SIA (+) según actividades																							
SIA (-) según actividades																							
	TIPO DE IMPACTO		Numero de Impactos Calificados																		Total	%	
7.01	Altamente significativo (<-7)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
7.00	Significativo (>=-7 y <-4.5))		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4.50	Moderado (>=-4.5 y <-2.5)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2.50	Despreciable (>=-2.5 y <0)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0.00	Benéfico (>0)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
																					1	100.0%	
Construcción	C1	Habilitación del área de recepción																			5.632	-7.508	
	C2	Almacén para compost y almacén de material reciclable																			5.632	-5.814	
	C3	Construcción de compostera y del centro de segregación y almacén de reciclables																			9.312	-7.508	
	C4	Sistema de recolección y captación de lixiviados																			9.312	-7.508	
SIA (+) según actividades																							
SIA (-) según actividades																							
	TIPO DE IMPACTO		Numero de Impactos Calificados																		Total	%	
7.01	Altamente significativo (<-7)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
7.00	Significativo (>=-7 y <-4.5))		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4.50	Moderado (>=-4.5 y <-2.5)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2.50	Despreciable (>=-2.5 y <0)		2	0	3	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4	4		

Codificación del Factor	
Actividad del proyecto/Subcomponente ambiental	
0.00	Benéfico (>0)

FACTORES AMBIENTALES																	
Aire				Suelo			Paisaje	Fauna		Flora		Población		Territorio	Economía Local		Seguridad
A1	A2	A3	A4	S1	S2	S4	P2	FA1	FA2	F1	F2	PO1	PO2	T1	E1	E2	S1
Partículas Suspendidas	Gases	Nivel de Ruido	Olores	Permeabilidad	Estabilidad	Calidad de suelo	Alteración paisajística	Hábitats	Especies nativas.	Cobertura vegetal	Especies Nativas	Salud pública	Involucramiento de población beneficiada	Usos y costumbres territoriales	Generación de empleo	Actividades económicas	Accidentes y Salud Ocupacional
0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0

SIA (+) según factores ambientales	SIA (-) según factores ambientales
12	41.4%
29	100.0%

Etapas de operación y mantenimiento	O1	Pesaje y descarga de residuos
	O2	Selección de residuos orgánicos e inorgánicos
	O3	Descarga y esparcido de residuos orgánicos y segregación de residuos inorgánicos
	O4	Construcción de pilas de compost, y almacen de material reciclable
	O5	Volteos
	O6	Tamizado
	O7	Control de calidad del compost
	O8	Apilamiento de compost y almacenamiento de material reciclable
	O9	Almacenamiento de compost y material comercializable

-2.06	-2.06	-2.06													2.572	2.572	-2.06
		-2.06	-2.06									2.572			2.572	2.572	-2.06
-2.06		-	-2.06				-2.06	-2.06							2.572	2.572	-2.06
2.111	-2.06	-	-				-2.111								2.572	2.572	-2.06
-	-2.06	-	-												2.572	2.572	-2.06
2.111	-2.06	2.111	2.111												2.572	2.572	-2.06
2.111	-2.06	2.111	-2.06					-2.06							2.572	2.572	-2.06
												2.623			2.572	2.572	-2.06
-2.06	-2.06	-	-2.06				-2.06	-2.06							1.84	1.84	-2.06
-2.06	-2.06		-2.06									1.84			2.572	2.572	-2.06

5.144	-6.18
7.716	-6.18
5.144	-10.436
5.144	-10.453
5.144	-8.342
5.144	-10.351
7.767	-2.06
3.68	-12.411
6.984	-6.18

SIA (+) según actividades
SIA (-) según actividades

												7.035			22.416	22.416	
-	-	-	-				-6.231	-6.18									-18.54
14.57	12.36	14.76	14.52														

	TIPO DE IMPACTO
7.01	Altamente significativo (<-7)
7.00	Significativo (>=-7 y <-4.5))
4.50	Moderado (>=-4.5 y <-2.5)
2.50	Despreciable (>=-2.5 y <0)
0.00	Benéfico (>0)

Numero de Impactos Calificados																	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	6	7	7	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	9	9	0

Total	%
0	0.00%
0	0.00%
0	0.00%
42	66.67%
21	33.33%
63	100%

Etapas de cierre	Ci1	Desmantelamiento
	Ci2	Retiro de material orgánico

-		-													2.206	2.206	-1.694
1.694		1.745													2.206	2.206	-1.694
-	-	-	-									1.474			2.206	2.206	-1.694
1.694	1.694	1.694	1.694														

4.412	-3.439
5.886	-6.776

SIA (+) según actividades
SIA (-) según actividades

												1.474			4.412	4.412	
-	-	-	-														-3.388
3.388	1.694	3.439	1.694														

	TIPO DE IMPACTO
--	-----------------

Numero de Impactos Calificados																	
--------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Total	%
-------	---

Codificación del Factor	
Actividad del proyecto/Subcomponente ambiental	
7.01	Altamente significativo (<-7)
7.00	Significativo (>=-7 y <-4.5))
4.50	Moderado (>=-4.5 y <-2.5)
2.50	Despreciable (>=-2.5 y <0)
0.00	Benéfico (>0)

FACTORES AMBIENTALES																		
Aire				Suelo			Paisaje	Fauna		Flora		Población		Territorio	Economía Local		Seguridad	
A1	A2	A3	A4	S1	S2	S4	P2	FA1	FA2	F1	F2	PO1	PO2	T1	E1	E2	S1	
Partículas Suspendidas	Gases	Nivel de Ruido	Olores	Permeabilidad	Estabilidad	Calidad de suelo	Alteración paisajística	Hábitats	Especies nativas.	Cobertura vegetal	Especies Nativas	Salud pública	Involucramiento de población beneficiada	Usos y costumbres territoriales	Generación de empleo	Actividades económicas	Accidentes y Salud Ocupacional	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	0	

SIA (+) según factores ambientales	SIA (-) según factores ambientales
0	0.00%
0	0.00%
0	0.00%
8	61.54%
5	38.46%
13	100%

Etapas de post-cierre	Pci1	Mantenimiento de la reinserción paisajística
	Pci2	Mantenimiento del canal de pluviales

4.05				5.27	5.27	4.294	4.294	5.514		3.562		5.27		4.294	5.378	5.378	
	2.45		2.45			5.27		5.185				5.27			3.426	3.426	

52.574	
27.477	

SIA (+) según actividades	
SIA (-) según actividades	

4.05	2.45		2.45	5.27	5.27	9.564	4.294	10.699		3.562		10.54		4.294	8.804	8.804	

	TIPO DE IMPACTO
7.01	Altamente significativo (<-7)
7.00	Significativo (>=-7 y <-4.5))
4.50	Moderado (>=-4.5 y <-2.5)
2.50	Despreciable (>=-2.5 y <0)
0.00	Benéfico (>0)

Numero de Impactos Calificados																		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	1	1	2	1	2	0	1	0	2	0	1	2	2	0	0

Total	%
0	0.00%
0	0.00%
0	0.00%
0	0.00%
18	100.00%
18	100%

TIPO DE IMPACTO		
Negativo	7.01	Altamente significativo (<-7)
	-7	Significativo (>=-7 y <-4.5))
	-4.5	Moderado (>=-4.5 y <-2.5)
	-2.5	Despreciable (>=-2.5 y <0)
Positivo	0	Benéfico (>0)
Indeterminado		Sin impacto (no hay interacción)

Numero de Impactos Calificados																		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	7	12	8	0	0	0	7	3	0	0	0	0	0	4	0	0	15	0
1	1	0	1	3	3	2	1	2	0	1	0	6	1	1	17	17	0	0
7	11	7	10	16	16	17	11	14	19	18	19	13	18	14	2	2	4	4

Total	%	
0	0.00%	14.69%
0	0.00%	
0	0.00%	
67	14.69%	
57	12.50%	12.50%
332	72.81%	72.81%
456	100.00%	

b. Identificación y evaluación de impactos ambientales para la planta de tratamiento de residuos orgánicos y planta de separación de residuos inorgánicos reciclables.

• **En el aire**

En la etapa de construcción este factor ambiental es afectado por el 73% de las actividades a realizarse en forma negativa destacando los impactos despreciables en lo que concierne a nivel de ruido y eliminación de partículas en suspensión derivado de la actividad de habilitación del área de recepción, la construcción de la compostera y de la zona de segregación de inorgánicos y el sistema de recolección y captación de lixiviados (-1.69).

Durante la etapa de operación el 80% de las actividades determinan impactos negativos concernientes a partículas suspendidas y olores (ambos valorados en forma casi similar para todas las actividades) que se encuentran en la categoría de impactos moderados con valores que van de -2.11 a -2.06, para el caso de gases también se han determinado impactos negativos despreciables (-2.06) generados por las actividades de pesaje y descarga, construcción de pilas de almacenamiento de materia orgánica y de residuos reciclables segregados, volteos, tamizados, apilamiento y almacenaje de compost y de inorgánicos comercializables. Los niveles de ruido se emitirán pero en niveles despreciables.

En esta etapa, la actividad que no estaría generando impacto sobre el aire es el control de calidad del compost.

En la etapa de cierre el 75% de las actividades generan impactos negativos, la actividad de retiro de material orgánico es la que genera impactos en todos los factores ambientales siendo valoradas como despreciables con -1.69; mientras que la actividad de desmantelamiento genera impactos despreciables, -1.69, y -1.75.

En el post cierre los impactos que se muestran sobre este factor son benéficos (partículas suspendidas, olores y gases), esto debido a la actividad de control de la contaminación ambiental.

- **En el suelo**

En la etapa de la construcción el 50% de las actividades estarían generando impactos benéficos sobre este factor en cuanto a sus características físicas de permeabilidad, estabilidad y grado de compactación, es así que las actividades que se realicen en esta etapa se orientarán a la mejora de las características mencionadas, originando por ello impactos benéficos.

Además, el otro 50% de las actividades no estarían generando impacto alguno sobre este factor.

En la etapa de operación y mantenimiento, cierre y post cierre no se genera interacción con el factor ambiental suelo.

- **En el agua**

Respecto al agua como no se ha identificado fuente de agua superficial ni subterránea en el área específica de trabajo de la planta de tratamiento de residuos sólidos reciclables, además que el flujo del curso de agua tanto del manante, como de las aguas superficiales es en sentido contrario al área de trabajo, el riesgo de impacto sobre este factor es nulo, además con la previsión del tratamiento e impermeabilización y derivación de las aguas pluviales y superficiales del suelo, se ha considerado que no existirá interacción con este factor ambiental.

- **En el paisaje**

El 100% de las actividades de construcción generan impactos negativos en el paisaje que han sido valorizados como despreciables con una valoración de -2.0.

Durante la etapa de operación y mantenimiento se ha identificado que el 40% de las actividades generan impactos negativos los cuales han sido evaluados de forma similar para todas las actividades, así los impactos que se presentan han sido jerarquizados como despreciables (-2.06) las actividades de descarga y esparcido de los residuos orgánicos así como de los residuos reciclables, construcción de pilas y apilamiento de la materia orgánica y de los residuos reciclables segregados, son las actividades que generan impactos negativos despreciables.

En el cierre no se generará interacción entre las actividades y este factor ambiental.

Para el post cierre solo se ha identificado impactos benéficos dado por el control de la contaminación ambiental.

- **En fauna**

En la etapa de construcción solo en las actividades referidas a descarga de materia orgánica y residuos reciclables, y esparcido, tamizado y apilamiento de materia orgánica así como de los materiales reciclables segregados, se generará un impacto negativo despreciable, en referencia al factor de Hábitat, pero valorado como despreciable con -2.06.

En la operación y mantenimiento cierre y post cierre no se produce interacción entre las actividades y el factor ambiental.

- **En flora**

Este factor ambiental no genera interacción con las actividades del proyecto en todas sus etapas.

- En población

Solo en la etapa de planificación se generará una interacción con el factor ambiental, por la actividad de información y sensibilización, generando impactos positivos, por la información y capacitación que se brindará a la población.

- En territorio

En la etapa de construcción el 100% de actividades genera impactos sobre este factor, todos los impactos han sido valorizados como despreciables.

En la etapa de post cierre solo la actividad de mantenimiento de la reinserción paisajística, producirá una interacción con este factor ambiental lo que generará impactos positivos, por el uso que se le dará al espacio.

- En economía

A nivel de este factor ambiental en lo que concierne a generación de empleo y actividades económicas se ha identificado que el 100% de las actividades en cada una de las etapas, desde la planificación hasta la etapa de post cierre, generan impactos benéficos, esto debido principalmente a la generación de empleo, generación de sub productos que si al inicio serán en volumen de mínimo en calidad de piloto, podrán conllevar al ordenamiento del flujo económico de la comercialización de residuos y esto implicará un crecimiento económico de las poblaciones locales que se ubican dentro del área de influencia indirecta.

- En seguridad

El impacto negativo en seguridad se manifestaría como accidentes lo cual es un riesgo latente en toda la actividad del proyecto y se presenta en el 100% de las actividades descritas por cada una de las etapas del proyecto. Al valorarse este tipo de impacto se ha considerado la reversibilidad y la duración, en tal sentido todos los impactos identificados se han valorizado como despreciables alcanzando su máximo valor en la etapa de construcción de -2.06.

5.3 Impactos más destacados (positivos y negativos) por etapas

A fin de destacar los impactos positivos y negativos de manera general por etapas, se tiene:

En la etapa de planificación la actividad que comprende información y sensibilización de población es la que alcanza un valor positivo de 4.294 Esta actividad repercute favorablemente creando la aceptación de la población al proyecto.

En la etapa de la construcción se registran 3 actividades con los valores más altos positivos:

- Habilitación del área de intervención de todos los componentes del proyecto.
- La construcción de las celdas de relleno, composteras, área de reciclaje y el sistema de recolección de lixiviados del relleno sanitario así como de las composteras.
- Las mejoras aunque muy pequeñas de la economía local, es lo que brinda impactos positivos en todas las etapas del proyecto.

Asimismo en esta etapa los valores de impactos negativos más altos que pueden notarse en forma integral se dan con las siguientes actividades:

- Descarga y esparcido de residuos, compactación y cobertura de los residuos, construcción de pilas, volteos, tamizado y apilamiento, almacenamiento y acondicionamiento de los materiales reciclables.
- Todas las etapas de construcción de los componentes del proyecto generan impactos negativos al factor accidentes y salud ocupacional.

En la etapa de cierre las actividades de Desmantelamiento de infraestructuras y retiro de materia orgánica tanto del área de relleno como del área de plantas de compostaje y segregación son las actividades que generan impactos negativos.

Los impactos negativos que destacan en forma total en esta etapa son:

- Descarga y esparcido de residuos.
- Compactación y cobertura.
- Transporte de Residuos.
- Segregación y almacenamiento de materiales reciclables

6 ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL

De acuerdo al Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM (Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental), se establece que los titulares de proyectos de inversión sujetos a la categoría del presente Estudio de Impacto Ambiental, incluirán como parte de sus instrumentos de gestión ambiental una Estrategia de Manejo Ambiental mediante la cual definan las condiciones que tendrán en cuenta para la debida implementación, seguimiento y control interno del Plan de Manejo Ambiental, Plan de Vigilancia Ambiental, Plan de Contingencias, Plan de Relaciones Comunitarias, Plan de Cierre y otros que puedan corresponder de acuerdo a la legislación vigente.

6.1 Plan de Manejo Ambiental

6.1.1 Objetivo

Prevenir, corregir o mitigar los posibles impactos ambientales identificados en la Evaluación de Impactos Ambientales del Proyecto, generados sobre el Área de Influencia directa e indirecta del Proyecto por la ejecución del mismo, a través de la implementación de medidas técnico-ambientales eficientes y del cumplimiento de la normatividad vigente en el país.

6.1.2 Alcance

El alcance del Plan de Manejo Ambiental establece su cumplimiento durante las actividades a ser realizadas en cada una de las etapas del Proyecto, abarcando tanto las instalaciones del Proyecto como el Área de Influencia del Proyecto en su totalidad (directa e indirecta).

6.1.3 Responsabilidades

La implementación del Plan de Manejo Ambiental durante las etapas de planificación y construcción del relleno sanitario, planta de tratamiento de residuos orgánicos y planta de separación de residuos inorgánicos, será responsabilidad de la empresa contratista que se encargue de su construcción.

La implementación durante la etapa de operación será responsabilidad de la Municipalidad Provincial de Andahuaylas como operador de las instalaciones del Proyecto, para lo cual deberá designar al personal necesario que cumplirá las diferentes funciones requeridas para su administración y mantenimiento.

6.2 Desarrollo del Plan de Manejo Ambiental

6.2.1 Objetivo

Establecer las actividades que permiten minimizar y/o evitar los posibles efectos ambientales en el área de influencia directa del proyecto

6.2.2 Medidas de prevención, mitigación, remediación y compensación

En este programa se establecen las medidas que permitirán minimizar y/o evitar los posibles efectos ambientales en el entorno como consecuencia de las actividades de la ejecución del Proyecto en las etapas de planificación, construcción, operación y mantenimiento, y Cierre y Post Cierre.

6.2.3 Medidas generales del programa

Las medidas de carácter general que se deberán tener en cuenta durante la ejecución de las obras son:

- Todo personal involucrado en el Proyecto (“stakeholders”) deberá tener conocimiento del Plan de Manejo Ambiental, ya sea mediante charlas de inducción, talleres, o cualquier otro mecanismo formal para la comunicación de información.
- El personal a cargo de las labores de construcción del Relleno Sanitario deberá cumplir los estándares, requerimientos y procedimientos sobre medio ambiente, salud y seguridad ocupacional.
- Los equipos, maquinarias y materiales que se utilizarán en la ejecución del Proyecto cumplirán con las especificaciones técnicas de control y mantenimiento sugeridas por el fabricante, que incluyen pruebas e inspecciones regulares.
- La empresa contratista encargada de la construcción del Relleno Sanitario contará con un Departamento de Medio Ambiente, Salud, Seguridad y Responsabilidad Social durante la ejecución del Proyecto.
- De acuerdo con la Ley N° 29783 – “Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo”, el personal involucrado en el Proyecto deberá estar capacitado en temas de salud e higiene ocupacional.
- El manejo de los residuos sólidos generados se realizará de acuerdo a lo señalado en la Ley N° 27314 – “Ley General de Residuos Sólidos” y su Reglamento (D.S. 057-2004-PCM).

6.2.4 Medidas específicas de manejo de impactos ambientales potenciales

La descripción de las medidas de mitigación establecidas para los impactos ambientales potenciales identificados para las diversas etapas de la ejecución del Proyecto se detallan en las siguientes tablas: Tabla 6-1: “Medidas de Mitigación Ambiental – Etapa de Planificación y Tabla N° 6-2: “Medidas de Mitigación Ambiental – Etapa de construcción, Operación, mantenimiento, cierre y post cierre”.

Tabla 6-1 Medidas de Mitigación Ambiental – Etapa de planificación

MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL POTENCIAL	LUGAR DE OCURRENCIA	MEDIDAS PROPUESTAS
FISICO	AIRE	Alteración de la calidad del aire y niveles de ruido	Área de Influencia Directa	Los vehículos a ser usados para los estudios preliminares en campo deberán estar en buen estado de funcionamiento. Verificando el cumplimiento oportuno de los mantenimientos periódicos rutinarios como parte del mantenimiento preventivo correctivo.
				La velocidad de los vehículos en el área de trabajo debe ser controlada para evitar el levantamiento de material particulado del suelo.
				Garantizar el uso de equipos con uso mínimo de combustible, preferentemente gasoliner para el desarrollo de los estudios.
	AGUA	Alteración de la calidad del agua	Área de Influencia Directa e Indirecta	Deberá prohibirse el arrojo de residuos sólidos o vertimiento de líquidos en los cuerpos de agua en el área de influencia mediante carteles informativos/prohibitivos.
				La limpieza de los vehículos, equipos y/o maquinarias se deberá realizar sólo en áreas acondicionadas para tal fin, de preferencia fuera del área de trabajo.
				Los vehículos, equipos y maquinarias utilizados deberán ser evaluados antes de ser utilizados y/o deberán tener constancia de recibir mantenimiento periódico para evitar posibles derrames de combustibles, aceites y grasas, que podrían ocasionar contaminación a las aguas superficiales, esto como parte del mantenimiento preventivo/correctivo.

MEDIO	COMPONENTE	IMPACTO AMBIENTAL POTENCIAL	LUGAR DE OCURRENCIA	MEDIDAS PROPUESTAS
	SUELO	Alteración de la calidad del suelo	Área de Influencia Directa	<p>Los vehículos, equipos y materiales utilizados en los estudios preliminares deberán ser revisados antes de ser utilizados y/o deberán recibir mantenimiento periódico para evitar posibles derrames de combustibles, aceites y grasas en el suelo, esto como parte del mantenimiento preventivo/correctivo.</p> <p>Realizar el trazo de los caminos de acceso buscando la máxima adaptación al terreno a fin de evitar mayores movimientos de tierra.</p>

Tabla 6-2 Medidas de Mitigación Ambiental – Etapas de construcción, operación y mantenimiento y cierre y postcierre

FACTOR AMBIENTAL	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	CIERRE Y POST CIERRE
SUELO	<ul style="list-style-type: none"> No se realizarán desbroces y cortes de terreno en áreas no destinadas al proyecto, igualmente se disminuirá al máximo la habilitación de vías externa e interna. Exigir al contratista desarrollar sus actividades bajo supervisión y que el personal de trabajo sea calificado para las obras que se va a realizar cumpliendo los procedimientos de trabajo seguro. Los trabajos de nivelación y compactación del terreno sólo se realizarán en el área destinada para la disposición final de residuos domiciliarios, y áreas de construcción de las plantas de residuos orgánicos y de separación de residuos inorgánicos, el mismo que será habilitada en el momento indicado de acuerdo al proyecto. Prioritariamente se reutilizará el material removido de la habilitación de la plataforma para la cobertura diaria previa selección de tamaño. 	<ul style="list-style-type: none"> Se desarrollará un plan de capacitación dirigido a trabajadores, contratistas y población involucrada en temas de clasificación, manejo y minimización de residuos. La vegetación presente dentro y alrededor del relleno sanitario será conservada, a fin de evitar un avance de erosión. Las canteras a ser explotadas deberán tener los taludes adecuados para evitar deslizamientos. Se contratará una Empresa Prestadora de Residuos Sólidos registrada y autorizada para realizar el servicio por la Dirección General de Salud Ambiental, garantizando que se controlará impacto por la disposición de desmontes y escombros generados en la construcción garantizando el destino final de residuos sólidos en forma segura y sanitaria. 	

FACTOR AMBIENTAL	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	CIERRE Y POST CIERRE
	<ul style="list-style-type: none"> La construcción de las plataformas debe considerar la estabilidad adecuada de acuerdo a las propiedades físicas del suelo a ser utilizado como cobertura diaria. 		
AGUA	<ul style="list-style-type: none"> Diseño e implementación del sistema de drenaje de las aguas subsuperficiales que se ubican en el terreno definido para la implementación del relleno sanitario, que garantice la derivación de la totalidad del flujo de agua hacia la quebrada aledaña, potencializar el uso de este recurso aguas abajo. A fin de evitar la eventual contaminación de los cursos de aguas sub superficiales por lixiviados se colocara una capa impermeabilizante que impida la infiltración de los contaminantes hacia los flujos de agua sub superficial. Esta capa impermeabilizante ubicada en el interior del área destinada para la disposición final de residuos, estará conformada por una sub capa de arcilla de espesor 0.40cm y luego de capas de geomembrana, según lo indicado en la ingeniería del proyecto. En el caso de las aguas servidas provenientes de los servicios higiénicos, se implementará un sistema de tratamiento de aguas residuales conformado por un pozo séptico y un pozo percolador, así como su lecho de secado. Construcción de drenes pluviales externos e internos de intercepción de aguas de lluvia, de manera que no tengan acceso a las áreas de las plataformas. 	<ul style="list-style-type: none"> Para el control de la calidad del agua subterránea se llevará a cabo la construcción de pozos de monitoreos, para la toma de muestras y así poder identificar una potencial contaminación a las fuentes de agua próximas. Se verificará la adecuada operación y mantenimiento del sistema de recolección, almacenamiento y recirculación de lixiviados. Cobertura diaria de los residuos con espesores adecuados de material impermeabilizante de material clasificado (arcilla), y garantizar la impermeabilización total al cierre de la terraza con la utilización de material sintético. Reforestación de los sectores ya finalizados en las plataformas, con lo que se consigue un aumento de la evapotranspiración y desvío de las aguas de precipitación. 	

FACTOR AMBIENTAL	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	CIERRE Y POST CIERRE
	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de un sistema de drenaje interno para los líquidos generados en el área de la disposición final. • Construcción de subdrenes para la evaluación de las aguas subsuperficiales presentes en el área de efectiva del proyecto. 		
AIRE	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción continua de drenes verticales (chimeneas) desde el fondo del relleno, para permitir la evacuación del biogás por estos ductos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los vehículos de recolección de caja abierta, deberán estar cubiertos con lonas para evitar la emisión de polvo en el transporte. • Restricción del límite de velocidad, debidamente señalizado, para la circulación de los vehículos recolectores que ingresen al Relleno Sanitario y Planta de Tratamiento de residuos sólidos. • Se incluirá un cerco vivo en el perímetro del predio, disminuyendo así la incidencia del viento sobre el área, levantamiento del polvo, arrastre de elementos livianos contenidos en la basura y propagación de olores. • Entrenamiento a los operarios con el fin de evitar acciones que generen eventuales impactos a la calidad del aire. • Control de los asentamientos diferenciados de las terrazas, con el fin de evitar la emanación de gas por lugares no destinados y la inadecuada quema de estas por los agrietamientos producidos a causa de los asentamientos. • Limpieza diaria en las 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de quemadores de biogás, la quema se realizará cuando los volúmenes y características del biogás sean las adecuadas, acción que se realizará con sumo cuidado y si se considera necesario. • Inspección diaria de los quemadores con el objeto de verificar la quema del biogás. Si tal acción ya se está realizando, se debe verificar su correcta combustión. • Control de la calidad del material de cobertura de las terrazas, con el fin de que no ingrese oxígeno al interior de la masa de residuos ni que se produzcan emanaciones desagradables hacia la atmósfera. • Implementación de un programa de control de terrazas de residuos, el cual incluye el sello de agrietamientos y

FACTOR AMBIENTAL	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	CIERRE Y POST CIERRE
		diferentes áreas de trabajo.	reposición de material en aquellos lugares que resulten erosionados por los agentes ambientales, entre otros.
FLORA Y FAUNA		<ul style="list-style-type: none"> No se realizarán desbroces innecesarios durante la construcción de los accesos, instalaciones auxiliares y plataformas, limitando de esta manera el movimiento de tierras a las áreas estrictamente requeridas. La capa de suelo orgánico será almacenada y regresada a su ubicación original durante el proceso de cierre de las plataformas. 	<ul style="list-style-type: none"> El cierre de las plataformas se efectuará inmediatamente después de culminada la compactación de los residuos sólidos, retornando el material removido durante la construcción, para luego revegetar cada una de las zonas afectadas utilizando las mismas especies que se encontraron originalmente.
TERRITORIO	Se habilitarán zonas de tránsito, adecuadamente señalizadas y con medidas de seguridad para la población que transita por el área cercana al proyecto	El Ingreso y tránsito por el área de trabajo será de uso exclusivo del personal operativo.	En el plan de cierre, a ser evaluado por DIGESA 4 años antes del cierre, se considerará el uso del territorio conforme a normativa
POBLACIÓN	Se implementará el Plan de socialización y comunicación conforme a cada etapa del proyecto		

6.2.5 Presupuesto estimado

Las medidas del Plan de manejo ambiental durante la construcción (habilitación), están incluidas en el presupuesto del expediente de obra y deberá ser ejecutado por el contratista. Las actividades de monitoreo ambiental comprendidas en el plan de manejo ambiental cuentan con su propia partida asignada al plan de vigilancia sanitaria y ambiental; y las demás medidas que se presentan en el plan y que no se cubren con estos montos, serán financiados por la gestión municipal.

La siguiente tabla muestra el presupuesto estimado del plan de manejo ambiental.

Tabla 6-3 Presupuesto estimado del plan de manejo ambiental para 10 años

MEDIDA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO (S/.)	OBSERVACIÓN
Aplicación del Reglamento de Salud y Seguridad en el Trabajo	Sueldo de Ingeniero responsable de planta	Sueldo/mes	4,000	480,000.00*	Es responsabilidad del Ingeniero asignado al relleno sanitario garantizar la aplicación del reglamento. La permanencia de este Ingeniero debe darse durante los 10 años de vida útil.
Desarrollo de monitoreo ambiental basal	Monitoreo ambiental 1 vez/año	1	25,000	25,000.00	Este monitoreo ambiental debe reunir el número mínimo de mediciones de los parámetros requeridos por la norma vigente.
Mantenimiento de chimeneas y quemadores operativos	Contrato de un service cada 2 meses	60	500	30,000.00	Representa el contrato de un service especializado durante la operación, cierre y post cierre del relleno se considera 10 años
Mantenimiento de las pozas de lixiviados	Contrato de un service semestral	20	15,000	225,000.00	Se ha considerado 10 años de mantenimiento semestral de las pozas asumiendo un margen de 5 años después del cierre del relleno.
Cumplimiento de cobertura diaria y sellado final (no menor de 15 cm para el primer caso y 80 cm en el segundo caso)	Ing. Residente	1	4000	520,000	Se ha considerado 11 años de supervisión, un total de 13 728 horas (4 horas/día, 6 días a la semana con un año de 52 semanas).
Cumplimiento de actividades para elaboración de Compost	Responsable	1	2000	240,000	Se ha considerado 10 años de supervisión, un total de 12 480 horas (6 días a la semana con un año de 52 semanas).
Contrato de EPSRS20 y	Servicio de EPSRS	1	8,000	8,000.00	Se considera este servicio por única vez

²⁰ A través de I URS de la Municipalidad.

MEDIDA	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO (S/.)	OBSERVACIÓN
servicio de transporte y disposición final de residuos					en la etapa de la construcción.
Difusión de volantes, carteles para afianzar aceptación pública por la construcción del proyecto	Volantes	10 millar	500	5,000.00	Se considera este servicio por única vez en la etapa de la construcción.
Implementación y mantenimiento de áreas verdes y revegetación	Responsable del mantenimiento de áreas verdes	1	2,500	300,000*	1 persona responsable del desarrollo de las actividades por 10 años
Monitoreos Ambientales durante operatividad del proyecto (a nivel ambiental-salud pública)	Monitoreo ambiental para confrontar con estándares de calidad ambiental	1	15,750	157,500	El periodo en el cual se desarrollarán los monitoreos ambientales será de 10 años, 1 monitoreo por año.
Mantenimiento preventivo y correctivo de flota vehicular	Contrato de un service por año	1	20,000	200,000.00*	Se estima tener el servicio durante toda la vida útil del proyecto.
Suministro de equipos de protección personal	Equipo de protección personal/persona	2	400	8000	Se ha estimado el suministro de botas de seguridad, gafas, casco, guantes, respirador con filtros para polvo y gases y uniforme de trabajo. Todo esto por persona. Y se estima 4 personas trabajando en el total de infraestructura durante 10 años.
Total				2' 198,500	

*Considera toda la vida del proyecto.
Fuente: Consorcio Fichtner Cydep.

Tabla 6-4 Presupuesto de las otras actividades comprendidas en el plan de manejo ambiental con financiamiento de otros componentes del proyecto

MEDIDA	COSTOS S/.
Etapas de Construcción (etapa con duración de 6 meses)	
Monitoreo ambiental basal	25,000
Etapas de Operación (10 años)	
Monitoreo ambiental	15,750
Etapas de cierre (etapa con duración de 5 años, que empieza en el séptimo año de operación y mantenimiento del proyecto)	
Monitoreo ambiental costo unitario	6,000
Etapas de post cierre (etapa con duración de 10 años para el relleno y 5 para la planta de tratamiento)	
Gestión municipal que defina el cierre definitivo y el nuevo uso del área del proyecto en forma oficial	3,000

ACTIVIDADES	MES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mantenimiento de la cobertura final												
Control de la cobertura vegetal												
Reparación de asentamientos diferenciales, recuperando espesores (prevención de acumulación de aguas de precipitación).												
Mantenimiento y operación de los sistemas de drenaje de aguas superficiales, de gases y lixiviados												
Programa de monitoreo ambiental de cierre y post cierre												

6.3 Plan de vigilancia ambiental

La vigilancia sanitaria y ambiental es un instrumento de gestión que se muestra como un plan, con mecanismos de vigilancia e indicadores de desempeño que permiten mostrar el avance y cumplimiento que los administradores del proyecto realizan sobre el Plan de Manejo Ambiental.

6.3.1 Objetivo

Velar por el cumplimiento de la normatividad existente durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, garantizando protección a la salud pública y ambiental.

6.3.2 Alcance

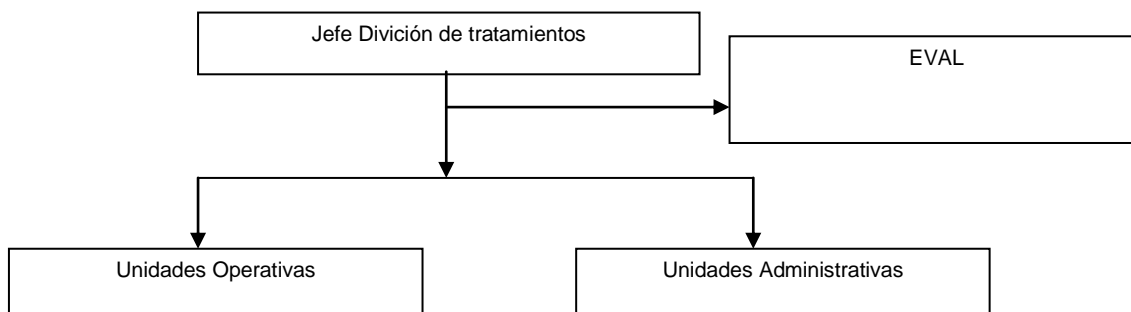
Lo establecido en el presente Plan compromete a autoridades competentes a ejercer la vigilancia en el nivel que le corresponde verificando el grado de cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental.

Servirá como un autocontrol en protección de la salud y el ambiente para el área de influencia directa, y la optimización del servicio ambiental y sostenible para el área de influencia indirecta.

6.3.3 Mecanismos para su implementación

A fin de asegurar el logro de la vigilancia sanitaria y ambiental deberá establecerse un nivel organizativo, encargado del sistema de vigilancia sanitaria y ambiental que facilite la ejecución del plan y garantice su sostenibilidad, incluyendo la conformación del Equipo Técnico de Evaluación Ambiental Local - EVAL que reporte a la CAM. En ese sentido se plantea un nivel básico de organización como el siguiente:

Figura 6-1 Organigrama para el cumplimiento del plan de vigilancia sanitaria y ambiental



Para el ejercicio de la Vigilancia Sanitaria y Ambiental, este Comité asumirá mecanismos de implementación, como son:

- **Supervisión/Inspección**

El personal supervisor debidamente delegado por sus jefes inmediatos vigilarán el cumplimiento de cada una de las medidas establecidas en el Plan de Manejo Ambiental; así como del cumplimiento de todas las normas competentes y de las directivas técnicas operacionales internas (procedimientos de trabajo, análisis de seguridad del trabajo, permisos para trabajos de alto riesgo, planes de seguridad – contingencias, etc.).

El ejercicio de la supervisión generará autoevaluaciones opinadas e inopinadas con sus reportes escritos respectivos u otras metodologías que se consideren necesarias.

• Monitoreos

La División de Tratamientos (División responsable del relleno sanitario y las plantas de reaprovechamiento), será responsable de la gestión y ejecución del desarrollo del Programa de Monitoreo Ambiental y otras acciones de monitoreos técnicos operacionales necesarios (como medición de la cobertura, determinación de densidad de compactación, etc.). Detalles del Programa de Monitoreo Ambiental se describen más adelante. La verificación del cumplimiento de los mencionados monitoreos se hará a través de los informes expedidos por las instituciones competentes.

• Revisión documental

Este mecanismo consiste en la revisión periódica de los documentos que permitan evidenciar el cumplimiento de las medidas del Plan de Manejo Ambiental. Dichos documentos pueden tratarse de: Contratos, informes de monitoreo, certificados de capacitación, reglamentos internos, procedimientos de trabajo, check list desarrollados, informes técnicos, notificaciones, órdenes de compra, registro fotográfico, etc.

A estos mecanismos de implementación debe sumársele la retroalimentación a través de la comunicación efectiva en las reuniones que deben realizarse en el seno del Comité de Vigilancia Sanitaria y Ambiental; a fin de poner en conocimiento en forma transparente, los resultados para evaluarlos y asumir las decisiones correspondientes; orientadas al logro de la mejora continua y la sostenibilidad de la vigilancia. La comunicación efectiva se verificará a través de actas de compromiso debidamente suscritas.

Tabla 6-5 Medidas del Plan de Vigilancia Sanitaria y Ambiental – vigilancia sanitaria

FIN	ACTIVIDAD DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	MECANISMO DE VIGILANCIA	INDICADOR DE DESEMPEÑO
Prevención de la Salud Pública (de los residentes de las casas dentro del área de influencia directa)*	Monitoreos ambientales de aire, y ruido	Monitoreos ambientales (a nivel salud pública)	Nº de monitoreos por año. Nº de puntos monitoreados. Resultados por contaminante monitoreado.
	Eventos de capacitación en temas de salud relacionados con manejo de residuos sólidos	Supervisión	Nº de eventos por año. Nº de pobladores capacitados debidamente certificados.
Prevención de la Salud Laboral	Monitoreos ambientales de aire, y ruido	Monitoreos ambientales (a nivel ocupacional)	Nº de monitoreos por año. Nº de puestos de trabajo monitoreados. Resultados por agente ambiental monitoreado.
	Eventos de capacitación en temas de salud	Supervisión	Nº de eventos por año. Nº de trabajadores

FIN	ACTIVIDAD DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	MECANISMO DE VIGILANCIA	INDICADOR DE DESEMPEÑO
	relacionados con manejo de residuos sólidos en las infraestructuras del proyecto.		capacitados debidamente certificados.

* Se ha considerado 10 viviendas en el área de influencia directa de la zona del proyecto.

Tabla 6-6 Medidas del Plan de Vigilancia Sanitaria y Ambiental – vigilancia ambiental

ETAPA DEL PROYECTO	MEDIDA DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	MECANISMO DE VIGILANCIA	INDICADOR DE DESEMPEÑO
Etapa de Operación y Mantenimiento	Aplicación del Reglamento de Salud y Seguridad en el Trabajo	Revisión documental Supervisión	Contar con el Reglamento de Salud y Seguridad en el trabajo aprobado por Ministerio de Trabajo. Contratación de Ingeniero de Higiene y Seguridad Industrial Nº de procedimientos de trabajo seguro aprobados y difundidos. Un <i>check list</i> que mida el cumplimiento del Reglamento de Salud y Seguridad en el trabajo.
	Mantenimiento de chimeneas y quemadores operativos	Inspección Revisión documental	Nº de chimeneas operativas. Nº de quemadores operativos. Contrato de una empresa de servicios para mantenimiento de chimeneas y quemadores. Informe reporte sobre mantenimiento.
	Mantenimiento de planta de tratamiento de lixiviados	Inspección Revisión documental	Eficiencia del tratamiento de lixiviados. <i>Check list</i> con reporte de estructuras en mal estado. Informe reporte sobre mantenimiento.
	Cumplimiento de cobertura diaria (no menor de 20 cm)	Supervisión Revisión documental	<i>Check list</i> desarrollado sobre cumplimiento de cobertura diaria, indicar frente de trabajo, profundidad, hora, fecha.
	Cumplimiento de actividades para elaboración de	Supervisión Revisión documental	Informe de cumplimiento de procedimientos de trabajo.

ETAPA DEL PROYECTO	MEDIDA DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	MECANISMO DE VIGILANCIA	INDICADOR DE DESEMPEÑO
	Compost		
	Implementación y mantenimiento de áreas verdes	Supervisión Revisión documental	Área verde implementada y con mantenimiento. Registro fotográfico con fechas de las labores de implementación y mantenimiento.
	Monitoreos Ambientales durante operatividad del proyecto (con la finalidad de determinar contaminación del entorno ambiental)	Supervisión Revisión documental	Nº de monitoreos por año. Resultados por contaminante monitoreado.
	Suministro de equipos de protección personal	Supervisión	Nº de trabajadores que usan equipos de protección personal. Nº de equipos en buen estado. Órdenes de compra de equipos de protección personal.
Etapa de Cierre y Post Cierre	Supervisión de cumplimiento de sellado final (no menor de 50 cm)	Supervisión Revisión documental	<i>Check list</i> desarrollado sobre cumplimiento de cobertura diaria, indicar frente de trabajo, profundidad, hora, fecha.
	Implementación y mantenimiento de áreas verdes	Supervisión Revisión documental	Área verde implementada y con mantenimiento. Registro fotográfico con fechas de las labores de implementación y mantenimiento.
	Revegetación	Supervisión Monitoreo	Área revegetada. Calidad de cobertura de revegetación.
	Monitoreos Ambientales durante esta etapa (con la finalidad de determinar contaminación del entorno ambiental)	Supervisión Revisión documental	Nº de monitoreos por año. Resultados por contaminante monitoreado.

7 MONITOREO AMBIENTAL

El presente plan es un instrumento técnico ambiental que forma parte del Plan de seguimiento y control de este proyecto.

Para desarrollar el Plan de Monitoreo Ambiental se tomó como referencia el Monitoreo ambiental basal, sobre dicho análisis se determinó que cada una de las etapas de vida del proyecto necesita ser monitoreada permanentemente a fin de determinar si las distintas actividades practicadas causarán alguna alteración ambiental; en caso ocurra, deben aplicarse medidas correctivas inmediatas.

Se especifica qué parámetros deben ser monitoreados para cada uno de los componentes considerados, bajo el esquema de detectar cualquier indicador de anomalías.

- **Objetivo**

Determinar la calidad de los componentes ambientales en función de los Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles; para cada una de las etapas del proyecto.

- **Alcance**

El plan de monitoreo ambiental se desarrollará en los puntos pre establecidos, coincidentes con el área de influencia directa del proyecto.

- **Componentes Ambientales a ser Monitoreados**

Dada la naturaleza del proyecto se ha determinado que los componentes ambientales a ser monitoreados en las etapas: planificación, operación y mantenimiento, cierre y post cierre son:

- Aire.
- Ruido.

Adicionalmente, para las etapas operación y mantenimiento, cierre y post cierre, se monitoreará:

- Lixiviados.

Se recomienda al administrador del proyecto encargar a la unidad de protección ambiental las gestiones necesarias como el contrato de una empresa especializada en monitoreos ambientales y certificada ante INDECOPI.

- **Monitoreo Ambiental Basal**

Consiste en determinar las condiciones actuales del entorno donde se construirá el proyecto, para ello se han monitoreado los siguientes componentes ambientales.

La información se detalla en el ítem 3.2.9, véase.

- Calidad del Aire
- Calidad del Ruido Ambiental.
- Calidad de Suelos

• Monitoreo Ambiental por Etapas

Consiste en determinar las condiciones del entorno en un momento específico del proyecto, ayudará a brindar información puntual y actualizada para mantener o mejorar las condiciones ambientales de la zona de modo que sean muy similares o mejores a las condiciones del terreno sin la intervención del proyecto; asimismo servirá para detectar y prevenir la ocurrencia de cualquier accidente o efecto ambiental no deseado.

El Monitoreo Ambiental por Etapas abarca las etapas de operación y mantenimiento, cierre y post cierre, está última considera hasta diez años luego de culminada la vida útil de la infraestructura.

• Aire

Deben ser monitoreados un punto en sotavento y otro en barlovento (se recomienda utilizar los mismos puntos del monitoreo ambiental basal).

En función de las recomendaciones de la DIGESA, se ha previsto una frecuencia de monitoreo semestral (se sugiere los meses de enero y julio).

Deben monitorearse los siguientes parámetros:

- Partículas en suspensión PM_{10} .
- Partículas en suspensión $PM_{2.5}$.
- Hidrógeno sulfurado (H_2S).
- Dióxido de azufre (SO_2).
- Metano (CH_4).
- Óxido de nitrógeno (NO_x).

Los resultados del monitoreo de calidad de aire se deberán registrar y archivar en el siguiente formulario.

Ejemplo Formulario 01: Ficha de reporte de resultados - Monitoreo de calidad de aire

PARÁMETRO	RESULTADO
Partículas en suspensión PM_{10}	
Partículas en suspensión $PM_{2.5}$	
Hidrógeno sulfurado (H_2S)	
Dióxido de azufre (SO_2)	
Metano (CH_4)	
Óxido de nitrógeno (NO_x)	
Fecha:	
Ubicación de punto de monitoreo:	

PARÁMETRO	RESULTADO
Muestreo realizado por:	
Firma:	

El plano que contiene la ubicación de los puntos de monitoreo propuestos se adjunta en el Anexo N° 19: Planos (véase).

• Ruido

Deben ser monitoreados cinco puntos ubicados en el área de influencia directa del proyecto (se recomienda utilizar los mismos puntos del monitoreo ambiental basal). La unidad de medición debe ser dB.

En función de las recomendaciones de la DIGESA, se ha previsto una frecuencia de monitoreo semestral (se sugiere los meses de enero y julio).

Los resultados del monitoreo de calidad de ruido se deberán registrar y archivar en el siguiente formulario.

Ejemplo Formulario 02: Ficha de reporte de resultados - Monitoreo de calidad de ruido

PARÁMETRO	RESULTADO
Ruido 1	
Ruido 2	
Ruido 3	
Ruido 4	
Ruido 5	
Fecha:	
Muestreo realizado por:	
Firma:	

El plano que contiene la ubicación de los puntos de monitoreo propuestos se adjunta en el Anexo N° 19: Planos (véase).

• Suelos

Con respecto a la Calidad Ambiental de Suelos, la normativa nacional contempla valores fisicoquímicos para este tipo de estudio. Estos criterios se basan exclusivamente en el uso que tiene un determinado suelo. En ese sentido se consideró un uso agrícola, debido a los antecedentes del terreno, por lo que se desarrollaron los siguientes análisis:

Fracción de hidrocarburos F1 (C5-C10)

Estas sustancias hacen referencia a la Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contengan entre cinco y diez átomos de carbono (C5 a C10). Los hidrocarburos fracción ligera deben analizarse en los siguientes productos contaminantes: mezcla de

productos desconocidos derivados del petróleo, petróleo crudo, gasavión, gasolvente, gasolinas, gas nafta.

Para el parámetro Fracción de hidrocarburos F1, el valor obtenido en la muestra compuesta a partir de cinco (05) puntos de monitoreo de suelos se encuentra por debajo de la concentración establecida en el ECA para suelos de uso agrícola (D.S. N° 002-2013 MINAM).

Fracción de hidrocarburos F2 (C10-C28)

Estas sustancias hacen referencia a la Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contengan entre diez y veintiocho átomos de carbono (C10 a C28). Los hidrocarburos fracción media deben analizarse en los siguientes productos contaminantes: mezcla de productos desconocidos derivados del petróleo, petróleo crudo, gasóleo, diesel, turbosina, queroseno, mezcla de creosota, gasavión, gasolvente, gasolinas, gas nafta.

Para el parámetro Fracción de hidrocarburos F2, el valor obtenido en la muestra compuesta a partir de cinco (05) puntos de monitoreo de suelos se encuentra por debajo del límite de detección de los equipos de medición. Se encuentra por debajo de la concentración establecida en el ECA para suelos de uso agrícola (D.S. N° 002-2013 MINAM).

Fracción de hidrocarburos F3 (C28-C40)

Estas sustancias hacen referencia a la Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contengan entre veintiocho y cuarenta átomos de carbono (C28 a C40). Los hidrocarburos fracción pesada deben analizarse en los siguientes productos contaminantes: mezcla de productos desconocidos derivados del petróleo, petróleo crudo, combustóleo, parafinas, petrolatos, aceites derivados del petróleo.

Para el parámetro Fracción de hidrocarburos F3, el valor obtenido en la muestra compuesta a partir de cinco (05) puntos de monitoreo de suelos se encuentra por debajo de la concentración establecida en el ECA para suelos de uso agrícola (D.S. N° 002-2013 MINAM).

Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH's)

Naftaleno

El naftaleno es una sustancia que tiene efecto contaminante, el cual se produce principalmente por la quema de maderas y combustibles fósiles. Los vertidos de esta sustancia al suelo se deben fundamentalmente por derrames durante el almacenamiento o el transporte de los combustibles fósiles. El naftaleno es una sustancia muy tóxica para los organismos acuáticos, aunque cuando es vertido en un área local se degrada fácilmente con la luz solar y con determinadas bacterias. Asimismo se adhiere fuertemente a las partículas de suelo o sedimento aunque no es muy persistente en el ambiente y tampoco se acumula en los tejidos de los animales.

Benzo (a) pireno

Esta sustancia tiene la característica de adherirse firmemente a los sedimentos y cualquier otra materia sólida. Cuando ocurren vertimientos a los suelos tiende a unirse muy fuertemente a la fracción coloidal, a pesar de esto, pequeñas cantidades pueden filtrarse a las aguas subterráneas. El Benzo (a) pireno es estable y puede prevalecer en el ambiente por un largo período de tiempo, por lo cual es considerado como un contaminante orgánico persistente.

Para los parámetros Naftaleno y Benzo (a) pireno, los valores obtenidos en la muestra compuesta a partir de cinco (05) puntos de monitoreo de suelos se encuentra por debajo del límite de detección de los equipos de medición. Se encuentra por debajo de la concentración establecida en el ECA para suelos de uso agrícola (D.S. N° 002-2013 MINAM).

Pesticidas

Aldrin

El aldrin es un compuesto insecticida que posee una adsorción moderada en el suelo. Los residuos de aldrin en el suelo y las plantas se volatilizan o se transforman lentamente en dieldrin. Se estima que esta sustancia tiene una biodegradación lenta y no se lixivia. El aldrin está clasificado como un producto moderadamente persistente, lo que significa que su semidesintegración en el suelo varía entre 20 y 100 días, de otro lado se estima que el aldrin experimenta una considerable fotooxidación.

DDT

El DDT es un compuesto insecticida que posee una movilidad nula, debido a que se adsorbe intensamente en el suelo y no se lixivia en las aguas subterráneas. En el suelo, el DDT es biológicamente degradable, variando su semidesintegración entre 2 y más de 15 años. La biodegradación es más rápida en suelos inundados y en condiciones anaerobias. Se ha reportado que este compuesto desaparece del suelo (del 75 al 100%) después de entre 4 a 30 años. Asimismo el DDT experimenta una semidesintegración por hidrólisis aproximadamente después de 12 años.

Endrin

El Endrin es un compuesto insecticida que posee una escasa solubilidad en agua y una fuerte capacidad de adsorción lo que hace que la lixiviación en aguas subterráneas sea poco probable. Se considera que el endrin mantiene una ligera movilidad en el suelo. El endrin parece ser resistente a la biodegradación en la mayoría de los suelos una vez adsorbidos en el mismo, persiste durante períodos de tiempo extremadamente largos. Se han reportado casos de semidesintegración por biodegradación en el suelo de entre 4 a 14 años.

Heptacloro

El Heptacloro es un compuesto insecticida que se adsorbe moderadamente a los suelos y no son excesivamente móviles. El heptacloro es sumamente persistente en el suelo, habiéndose reportado una semidesintegración representativa sobre el terreno de 250 días.

Para los parámetros Aldrin, DDT, Endrin y Heptacloro, los valores obtenidos en la muestra compuesta a partir de cinco (05) puntos de monitoreo de suelos se encuentra por debajo de la concentración establecida en el ECA para suelos de uso agrícola (D.S. N° 002-2013 MINAM).

Metales Totales

Arsénico (As)

En el suelo, las concentraciones de este metal pesado varían de entre 1 a 40 mg/kg, por lo general un promedio de alrededor de 5 mg/kg. Naturalmente niveles elevados de arsénico en los suelos pueden estar asociados con la presencia de minerales de sulfuro en las capas de rocas bajo el suelo. Los suelos fuertemente contaminados por actividades como la minería de oro y arsénico, fundición de metales y la aplicación de productos químicos agrícolas pueden tener concentraciones de arsénico de hasta varios miles de miligramos por kilogramo (mg / kg) o más.

Cadmio (Cd)

El cadmio puede ser adsorbido por minerales de arcilla, carbonatos u óxidos hidratados de hierro y manganeso o pueden ser precipitados como carbonato de cadmio, hidróxido y fosfato. Existe evidencia que sugieren a estos mecanismos de adsorción como la primaria fuente de Cd en los suelos. En suelos y sedimentos contaminados con desechos de metal, el mayor porcentaje del Cadmio total se asoció con la fracción intercambiable. Asimismo en condiciones ácidas la solubilidad del Cd aumenta y se lleva a cabo muy poca adsorción de este metal en los coloides, óxidos hidratados y en la materia orgánica. En valores de pH superiores a 6, el cadmio es adsorbido por la fase coloidal del suelo y se precipita, en ese sentido las concentraciones de las soluciones de cadmio, se reducen en gran medida.

Mercurio (Hg)

La distribución de las especies de mercurio en los suelos, es dependiente del pH del suelo y del potencial redox. Los cationes de mercurio son adsorbidos por arcillas minerales, óxidos y materia orgánica. En ese sentido la adsorción de estos cationes se incrementa a medida que aumenta el pH. Este elemento también se inmoviliza mediante la formación de varios precipitados. Cabe señalar que bajo condiciones de reducción tanto el mercurio ligado orgánicamente como el mercurio inorgánico pueden degradarse a la forma más simple de mercurio y ser fácilmente convertidas en metilo y acetato de mercurio, siendo estas sus formas más tóxicas.

Plomo (Pb)

El plomo soluble en el suelo reacciona con arcillas, fosfatos, sulfatos, carbonatos, hidróxidos, y con la materia orgánica, de tal manera que la solubilidad del Pb se reduce considerablemente. A valores de pH por encima de 6, el plomo experimenta un proceso de separación de la superficie de las arcillas y forma carbonatos de plomo. En ese sentido cabe mencionar que el plomo tiene una fuerte afinidad por ligandos orgánicos, la formación de tales complejos puede aumentar en gran medida la movilidad de Pb en suelo.

Bario (Ba)

El bario es un elemento que posee una movilidad dependiente de las características del suelo y de la solubilidad de los compuestos de bario formados. En ese sentido el bario se precipita fácilmente como sulfatos y carbonatos, además el bario reacciona fácilmente con óxidos e hidróxidos metálicos, siendo posteriormente adsorbidos sobre las partículas del suelo, esta adsorción se da en los minerales arcillosos y suelos estructurados orgánicos y finos. Generalmente la movilidad del bario se ve limitada debido a la formación de sales insolubles en agua y la incapacidad de formar complejos húmico soluble y fúlvicos. Sin embargo, este metal puede pasar al agua subterránea en condiciones ácidas ya que la solubilidad de los compuestos de bario aumenta con la disminución del pH.

Para los parámetros Bario (Ba), Cadmio (Cd), Mercurio (Hg) y Plomo (Pb), los valores obtenidos en la muestra compuesta a partir de cinco (05) puntos de monitoreo de suelos, se encuentra por debajo de las concentraciones establecidas en el ECA para suelos de uso agrícola (D.S. N° 002-2013 MINAM).

Cromo hexavalente (Cr+6)

El Cromo VI (Cr+6) es un metal pesado que en condiciones del suelo se encuentra como iones cromato, predominando así HCrO_4^- a un pH < 6.5, y CrO_4^{2-} a un pH de 6.5. De otro lado los iones dicromato son considerados más peligrosos para la salud humana y el ambiente. Asimismo debido a la naturaleza aniónica de Cr (VI) su asociación con la superficie del suelo se limita a los sitios de intercambio de carga positiva. En ese sentido cabe mencionar que la capacidad de intercambio catiónico, el área superficial y el porcentaje de arcilla n influencia significativa sobre la movilidad en el suelo.

Para el parámetro Cromo VI (Cr+6), los valor obtenido en la muestra compuesta a partir de cinco (05) puntos de monitoreo de suelos, se encuentra por debajo de la concentración establecida en el ECA para suelos de uso agrícola (D.S. N° 002-2013 MINAM).

Cianuro libre

El cianuro es un elemento que a bajas concentraciones se descompone en amoníaco, dióxido de carbono, y nitrógeno ó nitrato bajo condiciones aeróbicas; y en amonio, nitrógeno, tiocianato, y dióxido de carbono en condiciones anaeróbicas. La movilidad

de los compuestos de cianuro en el suelo depende de las características de estabilidad y disociación del compuesto, el tipo de suelo, la permeabilidad del suelo, la química del suelo, y la presencia de microorganismos aeróbicos y anaeróbicos. En ese sentido se ha reportado que los compuestos de cianuro tienden a precipitar formando el compuesto azul de Prusia, sin embargo, a pesar de la formación del azul de Prusia en suelos con $\text{pH} > 4$, algo del compuesto permanece en solución y puede resultar en la contaminación de las aguas subterráneas por cianuro de hierro.

Para el parámetro Cianuro libre, los valor obtenido en la muestra compuesta a partir de cinco (05) puntos de monitoreo de suelos, se encuentra por debajo de la concentración establecida en el ECA para suelos de uso agrícola (D.S. N° 002-2013 MINAM).

El área en estudio cumple con las condiciones de calidad de suelos, debido a que no se identificó ningún elemento contaminante que sobrepase los Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos de uso agrícola. Asimismo, cabe mencionar que un área con estas características presenta una muy baja concentración de contaminantes provenientes de actividades antropogénicas.

• Lixiviados

Deben ser monitoreados los efluentes en la poza de captación de lixiviados.

En función de las recomendaciones de la DIGESA, se ha previsto una frecuencia de monitoreo semestral (se sugiere los meses de enero y julio).

Deben monitorearse los siguientes parámetros:

- pH.
- Temperatura.
- Conductividad eléctrica.
- Sólidos totales.
- Sólidos totales suspendidos.
- Sólidos totales disueltos.
- Nitrógeno – nitrato.
- DBO_5 .
- DQO.
- OD.
- Aceites y grasas.
- Coliformes fecales.
- Coliformes totales.
- Heterótrofos.
- Parásitos y protozoarios patógenos.
- Metales Pesados (Cd, Cr, Pb, Ni, Zn y Hg).
- No metales (N y P).

Los resultados del monitoreo de calidad de lixiviados se deberán registrar y archivar en el siguiente formulario.

Ejemplo Formulario 05: Ficha de reporte de resultados - monitoreo de calidad de lixiviados

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
pH	unidad	
Temperatura	° C	
Conductividad eléctrica	µS/cm	
Sólidos totales	mg/l	
Sólidos totales suspendidos	mg/l	
Sólidos totales disueltos	mg/l	
Nitrógeno - nitrato	mg/l N-NO ₃ ⁻	
DBO ₅	mg/l	
DQO	mg/l	
OD	mg/l	
Aceites y grasas	mg/l	
Coliformes fecales	NMP/100 ml	
Coliformes totales	NMP/100 ml	
Heterótrofos	µfc/ml	
Parásitos y protozoarios patógenos	Determinación/1L	
Metales Pesados		
Cd	mg/l	
Cr	mg/l	
Pb	mg/l	
Ni	mg/l	
Zn	mg/l	
Hg	mg/l	
No metales		
N	mg/l	
P	mg/l	
Fecha:		
Ubicación de punto de monitoreo:		
Tipo de muestra (superficial / subterránea):		
Muestreo realizado por:		
Firma:		

El plano que contiene la ubicación de los puntos de monitoreo propuestos se adjunta en el Anexo N° 19: Planos

• Presupuesto Estimado

El presupuesto de este plan se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 7-1 Presupuesto del plan de monitoreo ambiental

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD DE PUNTOS	CANTIDAD ANUAL	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO PARCIAL (S./Año)
Etapas de operación y mantenimiento				
Aire	2	1	3,500.00	7000.00
Ruido	2	1	250	500.00
Lixiviados	3	1	2,750.00	8250.00
Total anual de la etapa				15,750.00
Cierre				
Aire	2	1	500	1,000.00
Lixiviados	2	1	2500	5,000.00
Total anual de la etapa				6,000.00
Post Cierre				
Aire	1	1	500.00	500.00
Lixiviados	1	1	2,500.00	2,500.00
Total anual de la etapa				3,000.00

Cabe señalar que este tipo de monitoreo ambiental servirá también para cautelar la salud pública.

Tabla 7-2 Cronograma de ejecución y costo del Plan de Vigilancia, incluye monitoreo ambiental

IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN	Años										Costo (S/.)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Monitoreo de aire, agua y ruido a nivel de calidad ambiental/salud pública	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	75,000.00*
Monitoreo de aire, agua, ruido, microorganismos a nivel de salud ocupacional	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14,000.00*
Supervisión de cumplimiento de las medidas del Plan de Manejo Ambiental y revisión documental	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	960,000.00**
Comunicación efectiva de la gestión de la mejora continua	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	24,000.00
Total											1'073,000.00

Nota:

En los 10 años, se tendrán 20 informes de monitoreo ambiental con fines de protección ambiental/salud pública.

Se tendrán 10 informes de monitoreo ambiental a nivel ocupacional.

La supervisión ejercida anualmente contará con informes finales anuales sobre cumplimiento de manejo ambiental con sus respectivas recomendaciones de mejora continua.

Se contará con seis actas por año emitida desde el comité de Vigilancia Sanitaria y Ambiental, que implicará el desarrollo de un archivo anual que comprenda dichas actas como evidencia del desempeño (esto se trabajará en el marco del mecanismo de comunicación efectiva de la gestión de la mejora continua).

Los números que se encuentran en los casilleros de cada año representan los informes anuales. Donde se señala el valor de seis se refiere a la emisión de seis actas producto de reuniones del Comité de Vigilancia Sanitaria y Ambiental cada dos meses.

* Representan los costos de los monitoreos que están también incluidos dentro del plan de manejo ambiental pero que se han considerado en este presupuesto ya que los monitoreos se constituyen en mecanismos de vigilancia sanitaria y ambiental.

** Se ha determinado para valorar la supervisión del cumplimiento del plan de manejo ambiental al pago que recae con el Ingeniero que dirige a los supervisores encargados de verificar el cumplimiento de las actividades propias del plan de manejo ambiental. Este valor también está incluido en el plan de manejo ambiental.

7.1 Plan de compensación

Siendo el terreno destinado para el proyecto de propiedad de la Municipalidad y no habiéndose registrado algún conflicto de interés, más bien contando con opinión favorable de la población; este tipo de plan no aplica para el presente estudio.

7.2 Plan de Contingencia

Se describen una serie de acciones y medidas que se deberán tener en cuenta para contrarrestar y evitar la ocurrencia de emergencias durante la planificación, construcción y operación del relleno sanitario. Así mismo permitirá corregir o restaurar los impactos negativos a que tenga lugar el ambiente y la salud de las personas involucradas en situaciones de emergencia por incidentes relacionados con la instalación del proyecto.

7.2.1 Objetivos

- Disponer de un plan, para acometer en caso que suceda una emergencia en las instalaciones del relleno sanitario y plantas de reaprovechamiento.
- Responder y poner en operación las medidas para el control de la emergencia.
- Mitigar los daños ocasionados como consecuencia de la emergencia.
- Reacondicionar las áreas comprometidas y minimizar el impacto ambiental.

7.2.2 Alcance

El plan de Contingencia, tiene como alcance a todo el personal desde la línea de mando hasta el último personal del proyecto, durante el inicio de una emergencia o incidente destacándose la cadena de mando conforme se dé el avance y la presencia de los responsables de la obra y de los operadores del sitio de disposición final durante el evento.

7.2.3 Plan de respuesta de emergencias

El plan define y describe la responsabilidad de la empresa contratista de la obra en la respuesta para situaciones de emergencia en el área donde se ejecuta la construcción y para el responsable de la operación posterior del proyecto. El plan contiene detalles de las responsabilidades del personal clave y el origen de la emergencia. Los procedimientos son diseñados para cubrir toda situación de emergencia. La efectividad de la respuesta depende de que los individuos estén atentos sobre sus responsabilidades y utilicen su iniciativa dentro del marco suministrado por estos procedimientos.

• Tipos de Emergencias

Una emergencia puede ser resuelta con distintos tipos de recursos, en algunas ocasiones pueden ser controladas en un tiempo breve (en horas) y en otras circunstancias pueden tomar mayor tiempo con gran movilización de recursos, razón por lo cual es imperiosa la necesidad de tipificar las emergencias en distintos niveles, que a su vez especifican un determinado tipo de acción o apoyo.

• Emergencias Naturales

Son todas aquellas situaciones que al ocurrir producen algún grado de conmoción en las personas y que tienen su origen en fenómenos de la naturaleza. Por ejemplo: temporales, tormentas, avalanchas, aluviones, terremotos, etc.

• Emergencias Técnicas

Son aquellas provocadas fundamentalmente por el accionar del hombre y su entorno. Por ejemplo: incendios, explosiones, derrames, etc.

• Emergencias Sociales

Son aquellas cuyo origen está en las conductas de los individuos ante ciertas presiones e influencias sociales o ideológicas. Por ejemplo: atentados terroristas, huelgas, enfrentamientos, sabotaje, interrupción al proyecto.

Si bien se han definido tres tipos de emergencias, en este plan se contemplan los procedimientos de cómo actuar en caso de emergencias naturales y de emergencias técnicas, potencialmente de mayor ocurrencia en las actividades.

7.2.4 Niveles de emergencias

La identificación y clasificación de los niveles de Emergencia detallados en el presente Plan, tienen como objetivo describir los riesgos potenciales de ocurrencia durante el desarrollo del proyecto, en diferentes niveles y grados de afectación a las operaciones

que se pondrán en marcha en todas las etapas del Proyecto (Planificación, Construcción, Operación y Mantenimiento).

Para cada tipo de evento (incidente y/o accidente) según su magnitud de impacto, se ha dispuesto un nivel de respuesta, responsabilidad y aplicación del presente Plan.

Tabla 7-3 Niveles de emergencia

NIVEL	DESCRIPCIÓN
Nivel I	<p><u>Al Personal</u> No hay daños personales en los trabajadores o personal de obra, pero pudieron existir leves circunstancias que afectasen ligeramente la integridad o salud del personal.</p> <p><u>Al Ambiente</u> No hay daño al ambiente circundante al proyecto así como tampoco en el interior del área de trabajo e instalaciones del personal, pero pudo existir daño leve de no ser controlado.</p> <p><u>A la Propiedad e Instalaciones</u> No hay daño a la propiedad o instalaciones, pero pudo haber de no ser controlado.</p>
Nivel II	<p><u>Al Personal</u> Daños personales leves en el personal del proyecto, pero pudo existir circunstancias que afectasen en mayor grado la salud del personal no hay daños temporales o permanentes (heridas, cortes, desmayos, caídas leves, contusiones leves, mareos, dolores de cabeza, fiebre, etc.).</p> <p><u>Al Medio Ambiente</u> Ligera afectación al medio ambiente circundante al proyecto o al interior del área de trabajo e instalaciones del personal, pero pudo existir mayor afectación de no ser controlado</p> <p><u>A la Propiedad e Instalaciones</u> Leve daño a la propiedad o instalaciones, pero pudo haber mayor afectación de no ser controlado (choques leves entre vehículos, ruptura de una herramienta, desperfecto causado en una maquinaria, desperfecto o fallas en las instalaciones de la obra (Luz, Teléfono, Agua), amago de Incendio en equipos, vehículos e instalaciones). Es una emergencia de nivel moderada. Se debe llamar al Equipo de Respuesta de la Emergencia, por si fuera necesaria su intervención. Este equipo es puesto en alerta pero sin activarlo.</p>

NIVEL	DESCRIPCIÓN
Nivel III	<p><u>Al Personal</u> Daños personales en los trabajadores o personal de obra de moderada afectación, pueden causar incapacidad temporal o posible lesión permanente a menos que se preste atención médica inmediata (heridas punzo cortantes, luxaciones, quemaduras de 1er. y 2do. Grado en menos del 15 % del cuerpo fracturas internas sin mayor compromiso, procesos fisiológicos intempestivos, apendicitis, fiebres altas).</p> <p><u>Al Medio Ambiente</u> Daño al medio ambiente circundante de la obra u proyecto o en el interior del área de trabajo e instalaciones del personal, de moderada afectación pero pudo existir mayores niveles de afectación de no ser controlado</p> <p><u>A la Propiedad e Instalaciones</u> Daño a la propiedad o instalaciones, pero pudo haber mayores consecuencias de no ser controlado (accidentes vehiculares con heridos leves, pérdida de maquinarias y equipos por daños generados, caída de parte de instalaciones, fractura de elementos de montaje, incendio en tableros eléctricos, vehículos, o instalaciones que requieran para su extinción líneas de agua.)</p>

Fuente: Consorcio Fichtner - Cydep – Febrero del 2014

7.2.5 Eventos que pueden generar emergencias en el área del proyecto.

Entre los acontecimientos o eventos no deseados, que podrían causar emergencias, tenemos los siguientes:

- Accidentes/eventos Ambientales
 - Incendios
 - Explosiones por emanación de gas
 - Derrame de sustancias peligrosas
 - Fugas de biogás
 - Emanación de olores molestos
 - Derrames de lixiviados
 - Falla en la poza de lixiviados
 - Proliferación de vectores sanitarios
 - Imposibilidades de acceso al frente de trabajo
 - Accidente vehicular
 - Accidentes personales: Caída a distinto nivel de los trabajadores, apretado contra (por), golpeado contra (por), atrapado en/bajo/entre, resbalón o caída al mismo nivel.
- Fenómenos Naturales
 - Sismos
 - Tormenta eléctrica
 - Deslizamientos
 - Lluvias torrenciales

- Políticos y/o Laborales
 - Paros
 - Robos
 - Conmoción civil
- Comunicaciones
 - Problemas con Autoridades locales
 - Problemas con población beneficiada
 - Problemas con instituciones No Gubernamentales (ONG, empresas, otros)

Tabla 7-4 Identificación de eventos que pueden ocurrir en el marco del proyecto según su nivel de emergencia

NIVEL	ACCIDENTES	FENÓMENOS NATURALES	POLÍTICOS Y/O LABORALES	COMUNICACIONES
I	Caídas personales (sin consecuencia grave) Lesiones, malestares leves que se pueden atender con el uso de botiquín de Primeros Auxilios. Incendio localizado en un área aislada, sin la presencia de sustancias inflamables (el fuego se apagará sólo cuando el combustible se haya quemado. Puede ser apagado fácilmente con el uso de un extintor manual) Derrame de productos químicos (pinturas, combustible, etc.) que un trabajador puede controlar, absorber, neutralizar o extinguir.	Temblores ligeros (sin consecuencias mayores, se mueven estantes, armarios, etc) Ligeras lluvias	Actos sociales que transitan en ruta a las instalaciones del proyecto pero no lo afectan. Robos ocasionales de equipos de campo o de oficinas, suministros, u otras piezas de equipos menores.	Comentarios negativos de instituciones públicas y/o privadas
II	Lesiones, malestares que no se pueden atender con el uso de botiquín de Primeros Auxilios y que requiere los servicios de una enfermera Emanación de olores molestos Accidentes vehiculares sin consecuencias graves	Terremoto de regular intensidad. Desprendimiento Tormenta eléctrica Lluvias torrenciales	Paros Conmoción social. Robos múltiples de equipos de campo o de oficinas, suministros, u otras piezas de equipos menores, que causan interrupciones breves del trabajo.	Animadversión de algunas autoridades locales y población organizada Declaraciones negativas de cierto sector contra el proyecto.

NIVEL	ACCIDENTES	FENÓMENOS NATURALES	POLÍTICOS Y/O LABORALES	COMUNICACIONES
III	Falla en la poza de lixiviados Derrames desde la Poza de Lixiviados Filtración de Lixiviados Derrames de Sustancias Peligrosas Explosiones por emanación de gas Incendio que no puede ser controlado. Imposibilidades de acceso al frente de trabajo Todo accidente personal con consecuencia grave	Situación similar al nivel 2, diferenciándose únicamente en intensidad, alcance, etc. Terremoto de gran intensidad Derrumbes Tormenta eléctrica Es necesario el cierre y probable evacuación de las instalaciones.	Actos violentos por parte de los trabajadores o terceros. Secuestros o toma de rehenes Robos múltiples de equipos de campo o de oficinas, suministros, u otras piezas de equipos menores, que pudieran interferir con las operaciones. Reportes confirmados que el Proyecto es el objetivo de un acto criminal planificado.	Campaña pública ilegal. Prohibiciones o inhabilitaciones para continuar las actividades.

Fuente: Consorcio Fichtner Cydep – Febrero del 2014

7.2.6 Identificación de emergencias en las etapas del proyecto

En el cuadro siguiente, se identifican las posibles emergencias que podrían suscitarse en las etapas del Proyecto.

Tabla 7-5 Emergencia según etapas del proyecto

ETAPA \ EMERGENCIA	PLANIFICACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	CIERRE Y POST CIERRE
ACCIDENTES/EMERGENCIAS AMBIENTALES				
Incendios	X	X	X	X
Explosiones por emanación de gas			X	X
Derrames de Sustancias Peligrosas		X	X	
Fugas de biogás			X	X
Emanación de olores molestos			X	
Derrames de Lixiviados			X	X
Falla en la poza de lixiviados			X	X
Imposibilidad de acceso a los frentes de trabajo			X	
Accidentes vehiculares	X	X	X	X
Accidentes personales	X	X	X	X
FENÓMENOS NATURALES				
Sismos	X	X	X	X
Tormentas eléctricas		X	X	X
Deslizamientos	X	X	X	X
Lluvias torrenciales	X	X	X	X
POLÍTICOS O LABORALES				
Paros		X	X	
Robos	X	X	X	X
Conmoción civil		X	X	
COMUNICACIONES				
Problemas con autoridades locales		X	X	X
Problemas con población beneficiada		X	X	
Problemas con instituciones	X	X	X	X

Fuente: Consorcio Fichtner - Cydep – Febrero del 2015

7.2.7 Acciones de respuesta a emergencias

Las medidas para el control de accidentes tienen por finalidad permitir la intervención eficaz en los sucesos que alteren el desarrollo normal de un proyecto o actividad, en tanto puedan causar daños a la vida, a la salud humana o al medio ambiente.

A continuación se describen las medidas de control de accidentes ante la ocurrencia de éstos, en las etapas de construcción y operación del relleno sanitario.

• En caso de sismos

Si un evento sísmico ocurre, todo el personal tiene que saber cómo evacuar de forma segura la instalación y cómo protegerse de los efectos de un temblor. Dependiendo del nivel sísmico, el Jefe decidirá si las actividades constructivas deben parar momentáneamente y si se deben iniciar las medidas necesarias para que prosiga de la forma más rápida posible.

Tabla 7-6 Acciones de respuesta en caso de sismos

EVENTO: SISMO
Aplicación: Sinistro que genera pánico a personal.
Acciones
Antes: <ul style="list-style-type: none"> Participación del brigadista evacuación/rescate a todas las actividades previas a la ocurrencia del evento. Desarrollo de simulacros de sismo. Mantenimiento de señales referidas a protección en caso de sismo. Definir rutas de escape y asegurarse que estén libres de objetos y/o maquinarias que retarden y/o dificulten la pronta salida del personal. Las construcciones serán sismo resistentes y de acuerdo a normas de diseño Verificar que las puertas y ventanas sean de fácil apertura (se abran hacia fuera de los ambientes).
Durante: <ul style="list-style-type: none"> Si el sismo ocurriese durante la noche, se deberá utilizar linternas, nunca fósforos, velas o encendedores. De ser posible, disponer la evacuación de todo personal hacia zonas de seguridad y fuera de zonas de trabajo. Paralización de toda maniobra, en el uso de maquinarias y/o equipos; a fin de evitar accidentes.
Después: <ul style="list-style-type: none"> El Jefe de seguridad debe informar sobre el evento Retiro de la zona de trabajo, de toda maquinaria y/o equipo que pudiera haber sido averiado y/o afectado. Ordenar y disponer que el personal, mantenga la calma, por las posibles réplicas del movimiento telúrico. Mantener al personal, en las zonas de seguridad previamente establecidas, por un tiempo prudencial, hasta el cese de las réplicas del movimiento sísmico.

EVENTO: SISMO
Requerimientos: <ul style="list-style-type: none"> • Botiquín de primeros auxilios • Equipos de comunicación • Ambulancia • Vehículo de apoyo • Camillas • Dispositivos de señalización • Directorio telefónico de instituciones de emergencia • Otros que se consideren necesarios.

Fuente: Consorcio Fichtner –Cydep – Febrero del 2015

• En caso de lluvias torrenciales

- Evacuar el área de trabajo hacia las zonas de refugio.
- Buscar abrigo o protegerse con ropa especial para lluvias (impermeable)
- Ubicarse en partes altas, colinas, montañas
- Alejarse de cuerpos de agua: ríos, quebradas, cochas, etc.

• Deslizamientos

En caso de deslizamientos se deberá:

- Evacuar el área de trabajo hacia las zonas de refugio.
- Alejarse de las estructuras o zonas afectadas
- No tocar o mover cables eléctricos.
- Ubicarse en partes altas, colinas, montañas.

• En Caso de Incendios

Durante las obras civiles, la presencia de combustibles, conexiones eléctricas y material inflamable, puede originar incendios. En caso de incendio se deberá:

Tabla 7-7 Acciones de respuesta en caso de incendio

EVENTO: INCENDIO
Aplicación: Incendios en el área de trabajo, incendio en el vehículo o equipos, incendio en el campamento u oficinas.
Acciones
Antes: <ul style="list-style-type: none"> • Participación del brigadista a todas las actividades previas a la ocurrencia del evento. • Señalética: Prohibido fumar y/o generar puntos de ignición. • Mantenimiento preventivo de equipos. • Inspección de seguridad industrial.

EVENTO: INCENDIO
Durante: <ul style="list-style-type: none"> • Comunicar el evento. • Usar los extintores adecuados para el tipo o clase de fuego. De ser posible usar arena o tierra. • De no poder controlar el incendio, solicitar apoyo.
Después: <ul style="list-style-type: none"> • Ordenar y limpiar la zona afectada que evite el reinicio del fuego. • El jefe de brigada elaborará el informe correspondiente, proponiendo las medidas correctivas para evitar la misma ocurrencia de evento.
Requerimientos: <ul style="list-style-type: none"> • Extintor para cada tipo de fuego. • Elementos de señalización. • Equipos específicos para combatir el fuego. • Equipos de comunicación. • Vehículo de apoyo. • Directorio telefónico de instituciones de emergencia. • Otros que se consideren necesarios.

Fuente: Consorcio Fichtner –Cydep – Febrero del 2015

• En caso de derrame de sustancias peligrosas

Se denomina derrame de sustancias peligrosas a la salida descontrolada de un producto fuera de su envase y que puede causar lesiones a las personas, daño a las instalaciones o un impacto negativo al medio ambiente y salud pública.

Se considera como sustancia peligrosa aquella que por sus características puede ser nociva para el organismo, por su efecto puede causar gran daño o que al combinarse con otras sustancias reaccionen súbitamente.

Entre ellas tenemos los, Líquidos Inflamables, Productos Químicos, Radiactivos y Corrosivos.

Antes de responder a un incidente de materiales peligrosos debe proceder de la siguiente manera:

- Colocarse a favor del viento, no se acercarse al lugar, tomar una distancia de protección.
- Reportar de inmediato la situación, identificarse, brindar información acerca del lugar del incidente, tipo y cantidad del producto, si hay víctimas, alertar sobre posible contaminación de otras fuentes, condición atmosférica de la zona, hora del evento.
- Tratar de Identificar de que producto se trata, cuál es su estado físico, cantidad comprometida, observar si hay víctimas en el área, no tratar de retirarlas si no se tiene la protección adecuada.
- Señalizar el área con conos u otro medio de tal manera que se restrinja el tránsito de persona o vehículos por el área impactada o hasta que no se esté seguro de

- que no existe riesgo para las personas.
- Eliminar las posibles fuentes de ignición del área o impedir que se generen.
- Si el producto es líquido, construir una berma de seguridad con arena o tierra seca, colocar barreras o fabricar zanjas de tal manera que se contenga el producto, sellar las tapas de canaletas, buzones, etc.
- Si el derrame sucede en una pendiente desviar el curso del producto de tal manera que no llegue a quebradas o fuentes de agua.
- Si el producto es tipo polvo, cubrirlo con arena o tierra seca, no agregarle agua hasta no saber las propiedades de la sustancia.
- Si se trata de la pérdida de producto o fuga durante el transporte, de inmediato se deberá hacer detener el vehículo, tratar de desconectar la batería y alejarse del lugar.
- Antes de iniciar la limpieza o recuperación se deberán tener todos los equipos de protección, información, neutralización y/o remediación para la sustancia derramada.
- Todo elemento que se use para la limpieza deberá ser desechado en un contenedor especial; el material recuperado de la misma manera deberá ser colocado en envases adecuados y certificados para su disposición adecuada.

• En caso de fugas de biogás

En caso de ocurrencia de fugas del biogás se tomarán las siguientes acciones de respuesta:

Tabla 7-8 Acciones de respuesta en caso de fugas de biogás

EVENTO: FUGA DE BIOGÁS	
Aplicación:	<ul style="list-style-type: none"> • Fuga de biogás detectada por fisuras en el terreno. • Fugas por chimeneas detectadas por su alta concentración en el entorno o avería de chimeneas.
Acciones	
Antes:	<ul style="list-style-type: none"> • Participación del brigadista ambiental en todas las actividades previas a la ocurrencia del evento. • Inspeccionar el relleno sanitario a fin de evitar a tiempo toda posible fuga detectando fisuras en el suelo. • Programas de auditoría y fiscalización de las operaciones e instalaciones.
Durante:	<ul style="list-style-type: none"> • Impermeabilizar la zona afectada por la fuga utilizando el suelo fino (prácticamente impermeable al ser compactado). • Medición de gas metano en el aire (hay riesgo de explosión si su concentración alcanza valores entre el 5 al 15% en volumen).
Después:	El jefe de brigada de emergencia elaborará el informe correspondiente, proponiendo las medidas correctivas para evitar la misma ocurrencia de evento.

EVENTO: FUGA DE BIOGÁS
Requerimientos: <ul style="list-style-type: none"> • Elementos de señalización. • Equipos de comunicación. • Vehículo de apoyo. • Directorio telefónico de instituciones de emergencia. • Otros que se consideren necesarios.

Fuente: Consorcio Fichtner –Cydep – Febrero del 2015

• En caso de derrame de lixiviados

La probabilidad de ocurrencia de una infiltración de lixiviados es muy baja, debido al sistema de impermeabilización (geomembrana) del suelo de soporte de fondo de la terraza y del sistema de captación y drenaje de los lixiviados, así como la adecuada disposición de los residuos sólidos, considerados en los diseños de ingeniería, lo que minimiza la ocurrencia de este riesgo.

En principio, la filtración de lixiviados hacia el suelo podría producirse por una falla o rotura en el sistema de impermeabilización, en el caso de ocurrencia de una infiltración, ésta podrá ser detectada por medio de los análisis de calidad de suelos que se desarrollarán de manera complementaria en el caso de ocurrir la fuga o derrame de lixiviado, y será puntual en la zona de incidencia.

Las acciones y medidas a seguir en el caso de detectarse contaminación del suelo por lixiviados, se detallan a continuación:

Tabla 7-9 Acciones de respuesta en caso de derrame de lixiviados

EVENTO: DERRAME DE LIXIVIADOS
Aplicación: <ul style="list-style-type: none"> • Derrame de lixiviados de la poza de lixiviados • Caídas de colectores conteniendo lixiviados.
Acciones
Antes: <ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar toda la instalación del relleno sanitario a fin de evitar derrames de lixiviados. • Mantenimiento del sistema de captación y drenaje cuyo diseño debe conducir gravitacionalmente al 100% los líquidos percolados hacia las pozas de lixiviados.
Durante: <ul style="list-style-type: none"> • Delimitar la zona de derrame. • Colectar el lixiviado para llevarlo a las pozas de lixiviados. • Una alternativa a aplicar puede ser la recirculación de los líquidos percolados a la superficie del relleno sanitario y recubrir con tierra.

EVENTO: DERRAME DE LIXIVIADOS
Después: El jefe de brigada elaborará el informe correspondiente, proponiendo las medidas correctivas para evitar la misma ocurrencia de evento.
Requerimientos: <ul style="list-style-type: none"> • Elementos de señalización. • Equipos de comunicación. • Vehículo de apoyo. • Directorio telefónico de instituciones de emergencia. • Otros que se consideren necesarios.

Fuente: Consorcio Fichtner –Cydep – Agosto 2015

7.2.8 Medidas de contingencia en caso de posibles fugas

La probabilidad de ocurrencia de fugas o derrames desde la poza de lixiviados es baja, debido al sistema de impermeabilización (geomembrana), éstas permiten acumular los líquidos generados por la descomposición de los residuos sólidos, considerando las condiciones meteorológicas de la zona.

Tabla 7-10 Acciones de respuesta en caso de falla en la poza de lixiviados

EVENTO: FALLA EN LA POZA DE LIXIVIADOS
Aplicación: Averías, roturas, deficiencia del proceso, etc.
Acciones
Antes: Inspecciones preventivas para detección de condiciones inseguras.
Durante: <ul style="list-style-type: none"> • Comunicar la falla al jefe de área y de seguridad. • Delimitar con señales: Sistema en alto, Uso solo a personal autorizado. • Evaluar la falla para su reparación. • Disponer la necesidad de parar la operación del sistema de manejo de lixiviados (recirculación) con la determinación del jefe de seguridad. • Corregir la falla. • Cerciorarse que se ha eliminado toda condición insegura para garantizar la continuidad de su operación.
Después: <ul style="list-style-type: none"> • El responsable del relleno sanitario generará un informe de reporte de falla incluyendo recomendaciones que eviten la ocurrencia de la falla. • El jefe de brigada elaborará su reporte sobre el estado encontrado durante la falla y de las medidas tomadas para levantar las fallas. • Seguir los procedimientos contemplados en el Programa de Manejo de Residuos en la Etapa de Operación – Manejo de Lixiviados.
Requerimientos: <ul style="list-style-type: none"> • Equipo de mantenimiento que revise el sistema de recirculación. • Directorio telefónico de instituciones de emergencia. • Otros que se consideren necesarios.

• En caso de explosiones por emanación de gas

Los gases generados por la descomposición anaerobia de los residuos sólidos, posee propiedades combustibles y explosivas, en tal sentido el relleno sanitario requiere contar con sistemas adecuados para su evacuación (chimeneas), puesto que de no ser así el gas se acumularía en el interior de la masa de residuos, incrementando la presión interna, pudiendo generar situaciones de alto riesgo, que pueden derivar en la explosión del área del relleno, la migración del gas fuera del área y/o incendio de las celdas de residuos sólidos.

En este sentido, la probabilidad de ocurrencia de un incendio o una explosión por emanación de gases en el relleno sanitario, es baja, debido al sistema de captación de gases mediante chimeneas, el estrato de drenaje en toda la superficie superior del relleno sanitario, y el sistema de succión e incineración en una antorcha diseñada para tales fines (quemador).

Aparte de lo anterior, no están previstas instalaciones subterráneas donde se podrían acumular gases por efecto de migraciones (salvo las cámaras de captación de líquidos percolados que, por concepto de seguridad, deben estar debidamente selladas) y se considerarán obras complementarias como la oficina administrativa y servicios higiénicos en distancias adecuadas de los lugares de manejo de gas.

Entre las principales medidas y acciones para la prevención de emisiones de gases podemos mencionar las siguientes:

Tabla 7-11 Acciones de respuesta en caso de explosiones por emanación de gas

EVENTO: EXPLOSIONES POR EMANACIONES DE GAS	
Aplicación:	Explosión en frentes de trabajo.
Acciones	
Antes:	<ul style="list-style-type: none"> • Señal: Prohibido fumar y/o generar puntos de ignición, recepción de residuos inflamables o explosivos. • Mantenimiento preventivo del sistema de captación de gases y quemadores. • Cumplimiento de cobertura diaria en forma correcta. • Vías y áreas de evacuación definidas. • Inspección de seguridad industrial.
Durante:	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicar el evento según su nivel de emergencia. • Proceder a evacuar al personal por los lugares establecidos asegurando que todo esté libre de riesgo.

EVENTO: EXPLOSIONES POR EMANACIONES DE GAS
Después: El jefe de brigada elaborará el informe correspondiente, proponiendo las medidas correctivas para evitar la misma ocurrencia de evento.
Requerimientos: <ul style="list-style-type: none"> • Elementos de señalización. • Equipos de comunicación. • Vehículo de apoyo. • Directorio telefónico de instituciones de emergencia. • Otros que se consideren necesarios.

Fuente: Consorcio Fichtner - Cydep – Febrero del 2015

• En caso de proliferación de vectores sanitarios

Para evitar la proliferación de diversos agentes denominados vectores sanitarios, que pueden transmitir enfermedades, se prevé una serie de medidas que se mencionan a continuación:

- Se compactarán los residuos sólidos y se construirán en forma adecuada las terrazas.
- Se realizará la cobertura diaria del 100% de los residuos dispuestos, respetando los espesores de recubrimiento indicados para la celda (manual de operación y mantenimiento).
- Se verificará la calidad de la cobertura a través del tiempo, revisando la presencia de grietas, disminución del espesor de cobertura, etc. En caso de detectarse deterioro de la cobertura, se procederá a la reparación de ésta, sellando grietas y agregando material para recuperar los espesores iniciales.
- Se realizará un correcto manejo de las aguas residuales, a través del cumplimiento de las especificaciones técnicas del “Reglamento para el Diseño de Tanques Sépticos – Normas de Diseño y Principios Básicos”
- Se realizará la limpieza diaria del frente de trabajo y zona adyacente, retirando de éste cualquier desecho que pueda haber quedado descubierto (manual de operación y mantenimiento).
- Se hará limpieza diaria de todas las áreas, en especial de aquellas donde se manipularán alimentos (comedor de empleados). Se realizará el retiro diario de todos los residuos generados en estos sectores.
- Desinsectación y desratización de todas las dependencias. En caso de ser necesario y previa aprobación del programa por parte de la Autoridad Sanitaria, se realizará la fumigación del área.
- Implementación del Programa de Manejo de Residuos en la Etapa de Operación - Control de Roedores

• En caso de imposibilidad de acceso a los frentes de trabajo

Se tomarán las siguientes acciones de respuesta:

Tabla 7-12 Acciones de respuesta en caso de imposibilidad de acceso a los frentes de trabajo

EVENTO: IMPOSIBILIDAD DE ACCESO AL FRENTE DE TRABAJO
Aplicación: <ul style="list-style-type: none"> • Atascamiento de vehículos. • Incumplimiento de procedimiento de trabajo en el frente. • Circunstancias inseguras fortuitas.
Acciones
Antes: <ul style="list-style-type: none"> • Personal de seguridad supervisando cumplimiento de procedimientos de trabajo seguro • Inspecciones de seguridad para detectar condiciones inseguras a fin de eliminarlas.
Durante: <ul style="list-style-type: none"> • Comunicar el evento. • Delimitar zona afectada. • Evaluar la situación y disponer de un Plan para eliminar todas las condiciones inseguras y lograr la accesibilidad al frente de trabajo. • Cerciorarse de que la zona afectada esté en orden y limpia y sin peligro para restablecer el acceso al frente de trabajo garantizando su uso.
Después: El jefe de brigada elaborará su reporte sobre el estado encontrado durante la falla y de las medidas tomadas para levantar las fallas.
Requerimientos: <ul style="list-style-type: none"> • Elementos de señalización. • Equipos de comunicación. • Vehículo de apoyo. • Directorio telefónico de instituciones de emergencia. • Otros que se consideren necesarios.

Fuente: Consorcio Fichtner - Cydep – Febrero del 2015

• En caso de emanación de olores molestos

Se tomarán las siguientes acciones de respuesta:

Tabla 7-13 Acciones de respuesta en caso de emanación de olores molestos

EVENTO: EMANACIONES DE OLORES MOLESTOS
Aplicación: Descomposición de residuos orgánicos sin cobertura o con cobertura inadecuada
Acciones

EVENTO: EMANACIONES DE OLORES MOLESTOS
Antes: <ul style="list-style-type: none"> Participación del brigadista ambiental a todas las actividades previas a la ocurrencia del evento Inspecciones de seguridad para detectar condiciones inseguras que generen el evento Supervisión del cumplimiento de los procedimientos de trabajo.
Durante: <ul style="list-style-type: none"> Disponer de cobertura y sellar cumpliendo con la cobertura reglamentaria (diaria), tal como se considera en el Programa de Manejo de Residuos en la Etapa de Operación – Control de Plagas. Mantener los quemadores de gases prendidos Hacer exhaustiva la limpieza y orden en todas las instalaciones del emplazamiento del proyecto.
Después: <ul style="list-style-type: none"> Informar de las quejas que reportan olores molestos El jefe de brigada elaborará su reporte de seguimiento a las actividades realizadas a fin de eliminar este evento.
Requerimientos: <ul style="list-style-type: none"> Procedimientos de trabajo disponible, difundidos y cumplidos al 100%. Directorio telefónico de instituciones de emergencia Otros que se consideren necesarios.

Fuente: Consorcio Fichtner - Cydep – Febrero del 2015

• En caso de accidente vehicular

Se tomaran las siguientes acciones de respuesta:

Tabla 7-14 Acciones de respuesta en caso de accidente vehicular

EVENTO: ACCIDENTE VEHICULAR
Aplicación: Atropello de transeúnte o trabajador de la empresa.
Acciones
Antes: <ul style="list-style-type: none"> Participar en las capacitaciones en seguridad vial Mantenimiento de señales viales Supervisión de cumplimiento de seguridad vial.
Durante: <ul style="list-style-type: none"> Prestar los primeros auxilios a la víctima Solicitar apoyo Informar de inmediato al Director de Emergencia Señalizar el lugar del accidente Informar a la estación policial de la jurisdicción donde ocurrió el evento Si la lesión es leve y la víctima decide retirarse del lugar del evento, deberá conminarse a esperar a la policía.

EVENTO: ACCIDENTE VEHICULAR
Después: <ul style="list-style-type: none"> El Jefe de brigada debe informar sobre el evento Incidir con charlas viales.
Requerimientos: <ul style="list-style-type: none"> Botiquín de primeros auxilios Equipos de comunicación Ambulancia Vehículo de apoyo Camillas Dispositivos de señalización Datos personales y antecedentes del accidentado Directorio telefónico de instituciones de emergencia Otros que se consideren necesarios.

Fuente: Consorcio Fichtner - Cydep – Febrero del 2015

• En caso de accidente personales

Se tomaran las siguientes acciones de respuesta:

Tabla 7-15 Acciones de respuesta en caso de accidente personales

EVENTO: ACCIDENTE PERSONAL
Aplicación: <ul style="list-style-type: none"> Lesión que requiera asistencia médica urgente Lesiones múltiples graves Accidente fatal.
Acciones
Antes: <ul style="list-style-type: none"> Participación del brigadista de primeros auxilios a todas las actividades previas a la ocurrencia del evento Inspecciones de seguridad para detectar condiciones inseguras que generen el evento.
Durante: <ul style="list-style-type: none"> Atender al accidentado, dándole los primeros auxilios, dentro de las posibilidades del caso. Solicitar atención médica de urgencia. Solicitar apoyo de una ambulancia o asistencia de unidad de rescate, si amerita el caso. Señalizar y cercar el lugar donde ocurrió el accidente. Reportar inmediatamente el accidente a la Gerencia. Llamar a la Autoridad Policial o Fiscal, si justifica la gravedad del caso. Sólo se responderá a las preguntas de la policía y fiscalía. Solo el funcionario representante del proyecto deberá atender y declarar a la prensa.

EVENTO: ACCIDENTE PERSONAL
Después: <ul style="list-style-type: none"> El Jefe de brigada debe informar sobre el evento Incidir en charlas de seguridad ocupacional.
Requerimientos: <ul style="list-style-type: none"> Botiquín de primeros auxilios. Equipos de comunicación. Ambulancia. Vehículo de apoyo. Camillas. Dispositivos de señalización. Dinero en efectivo. Datos personales y antecedentes del accidentado. Directorio telefónico de instituciones de emergencia. Otros que se consideren necesarios.

Fuente: Consorcio Fichtner - Cydep – Febrero del 2015

• En caso de problemas con la población beneficiaria

Se tomaran las siguientes acciones de respuesta:

Tabla 7-16 Acciones de respuesta en caso de problemas con la población beneficiaria

EVENTO: PROBLEMAS CON POBLACIÓN BENEFICIADA
Aplicación: <ul style="list-style-type: none"> Queja de población con Autoridades locales Queja de población ante la administración del proyecto.
Acciones
Antes: <ul style="list-style-type: none"> Mantener activos el Plan de Participación Ciudadana y el de Relaciones Comunitarias Mantener actualizados las listas de los representantes de las organizaciones vivas de la población al entorno.
Durante: <ul style="list-style-type: none"> Recepcionar y registrar las quejas Establecer un espacio de diálogo con la población descontenta Plantear las medidas de respuesta y socializarlas De persistir la queja, asumir la cordialidad y establecer un plan operativo que progresivamente minimice la queja resolviendo su solicitud conforme corresponde.
Después: <ul style="list-style-type: none"> El Jefe de Brigadas informará sobre las acciones realizadas en el proceso de tratamiento de las quejas. Difundir los avances y los logros. Promover a que los descontentos formen parte de los mecanismos de vigilancia de las actividades del emplazamiento del proyecto.

EVENTO: PROBLEMAS CON POBLACIÓN BENEFICIADA
Requerimientos: <ul style="list-style-type: none"> • Mantener activos los canales de coordinación • De ser necesario vehículo y equipo disponible para apoyo • Tener un espacio de reuniones difundándose los acuerdos establecidos en actas

Fuente: Consorcio Fichtner - Cydep – Febrero del 2015

7.3 Plan de Cierre

A medida que se vaya alcanzando la cota de coronamiento de cada terraza, se procederá a realizar la cobertura final de ellas y las obras de recuperación del área. Esta recuperación tiene dos propósitos, el primero es proteger la cobertura final de las celdas de disposición, las que podrían ser deterioradas por efecto del viento y de las precipitaciones, dejando los residuos sólidos descubiertos. El segundo responde a la necesidad de recuperar el paisaje inicial, manteniendo el equilibrio con la naturaleza, para lo cual se plantea el uso de especies propias de la zona.

El fundamento del Plan, se basa en el mantenimiento de un estricto control sobre aquellos componentes ambientales que puedan verse afectados con posterioridad a la vida útil del Relleno Sanitario. Mediante él se establecen los requisitos mínimos que se deben tener en cuenta para asegurar a la autoridad sanitaria y a la población, que se mantendrá una estrecha vigilancia ambiental y un control sanitario en el lugar donde operó el relleno sanitario y planta de tratamiento de residuos orgánicos y planta de separación de residuos inorgánicos residuos sólidos de la provincia de Andahuaylas.

Los aspectos más relevantes que involucran el Plan de cierre, se refieren principalmente a:

- Medidas de control de la contaminación (gases y lixiviados).
- Trabajos de saneamiento
- Programa de Mantenimiento (áreas verdes, drenes pluviales, cerco perimétrico, limpieza de áreas)
- Cierre del Relleno Sanitario y reducción del impacto paisajístico.
- Recuperación del terreno utilizado, integrándolo perfectamente al ambiente natural.

En este tipo de proyecto siempre se debe tener en cuenta la forma de integrarlo perfectamente al ambiente natural. No solo el acceso y el entorno de las obras ejecutadas sino que también la superficie del relleno serán consideradas en el impacto paisajístico.

Mediante la presencia de las parcelas de compostaje y la reforestación del terreno con especies nativas de la zona, se realizará una reducción del impacto paisajístico, entre otras importantes funciones que se mencionan a continuación:

7.3.1 Recuperación del área:

Mediante la reforestación se logra la inserción del área del relleno sanitario en el paisaje natural. Además, permite proteger la cobertura final de la erosión causada principalmente por las precipitaciones y el viento. También permite lograr una serie de otras funciones dentro del ecosistema, asociadas a la reforestación y a la recuperación del área, tales como:

- Evitar y controlar la erosión
- Mejorar el clima local.
- Regular la infiltración de las aguas
- Mejorar la calidad de los suelos
- Crear un hábitat para insectos y microorganismos
- Retener la humedad del suelo

Además de los indicados anteriormente, los objetivos de la recuperación del área son básicamente dos:

- Proteger la cobertura final del área de relleno, la cual podría verse dañada por efecto del viento y las precipitaciones.
- Mejorar considerablemente el paisaje original, incluyendo áreas verdes e integrando el relleno al paisaje natural.

Para lograr los objetivos señalados, el proyecto considera la confección de una carpeta adecuada, inicialmente de arcilla y luego un estrato orgánico que permita plantar especies existente en la zona, densificándolas y además, en la medida que sea factible, incorporando nuevas especies que protejan el suelo de los agentes erosivos (lluvia, vientos), poniendo especial atención en los taludes, debido a que mientras mayor es la pendiente, mayor es la posibilidad que se produzca erosión en el manto.

La selección de la vegetación dará prioridad a las especies autóctonas, de forma que se genere el menor impacto sobre el medio.

La cobertura final mínima requerida según el reglamento de residuos sólidos es de 60 cm de espesor compactado y sobre ella se instalará una capa de suelo vegetal. Este material corresponderá en su mayor parte al obtenido durante el desencape de las distintas áreas del proyecto. En la instalación de esta cubierta vegetal se deberán respetar las nivelaciones de terreno, con el fin de mantener las pendientes de evacuación de las aguas de precipitación.

La plantación de especies utilizará especies de raíces poco profundas, debido a que el relleno aún se encuentra generando biogás en forma discontinua.

La reforestación del sitio comenzará a realizarse una vez finalizada la recepción y disposición de los residuos y consecuentemente con ello, finalizada la construcción de la cobertura final.

Debido al riesgo de crecimiento ya señalado que presenta la vegetación, el proyecto contempla un programa de mantenimiento de las especies plantadas, el cual consistirá en riego y reposición de especies dañadas, de acuerdo a las necesidades que se presenten.

7.3.2 Acciones a desarrollar

El cierre del relleno sanitario y plantas de tratamiento de residuos está supeditado a la finalización de la vida útil de las instalaciones o algún otro factor que determine su cierre anticipado.

En el caso de un cierre definitivo y retiro de las instalaciones del relleno sanitario, las acciones a seguir son:

Tabla 7-17 Acciones del plan de cierre

ASPECTO DE INGENIERÍA BÁSICA	ACCIÓN A DESARROLLAR
Diseño de la cobertura final	El proyecto de diseño detalla las características específicas para su adopción, estableciendo una capa de 80 cm de material impermeable.
Control de gases	Las chimeneas debidamente instaladas desde su base contarán con sus quemadores cuya operatividad garantizará el control de la emisión de gases.
Programa de Monitoreo Ambiental	Se realizarán los monitoreos ambientales referidos a: <ul style="list-style-type: none"> ○ Gases emitidos desde las chimeneas ○ Lixiviados (poza) ○ Calidad de agua superficial ○ Calidad de aire y ruido ○ Los parámetros a evaluar para cada uno de estos aspectos ambientales se han detallado en el Programa de Monitoreo Ambiental descrito como parte del Plan de Seguimiento y Control.
Monitoreo y control de la cobertura final	En el post cierre es de suma importancia este tipo de monitoreo, proponiéndose: <ul style="list-style-type: none"> ○ Verificar la calidad de la cobertura revisando la existencia de grietas y la disminución del espesor. ○ Mantención de la cobertura final con fines de evitar la erosión de la cubierta vegetal que se podría ver afectada por los factores climáticos. ○ Reparación de los asentamientos diferenciales, recuperando espesores, dando las pendientes adecuadas a fin de impedir la acumulación de aguas de precipitación.
Medidas de Contingencia	Se aplicará el Plan de contingencia.

ASPECTO DE INGENIERÍA BÁSICA	ACCIÓN A DESARROLLAR
Medidas de cierre progresivo o parcial, final y post cierre	Se destacarán las principales medidas de cierre según niveles: <ul style="list-style-type: none"> ○ Cierre parcial: Sellado final de las celdas de acuerdo a su avance verificando la calidad de la cobertura para soportar las inclemencias del clima, erosión y los fenómenos de asentamientos. ○ Cierre final: Implementación del sellado final conforme su diseño proyectado que incluya las consideraciones ya mencionadas respecto a diseño de cobertura final. ○ Post cierre: Implementar la arborización con especies identificadas que ayude a minimizar el efecto de las emisiones y contribuya a estabilizar los taludes. Deberá asimismo contar con un programa de monitoreo ambiental y de cobertura en forma permanente.
Desmontaje de instalaciones	Mediante un plan de operaciones del operador de esta infraestructura se desmontará toda construcción presente, esta acción contribuirá a mejorar la imagen paisajística alterada por esta intervención antropogénica.
Evaluación social y ambiental de las medidas de cierre final y post cierre	De las acciones que se realizarán en conjunto con la población organizada mediante los mecanismos de participación ciudadana podrá contarse con indicadores de respuesta a nivel social. Asimismo de los resultados del programa de monitoreo ambiental se determinarán los niveles de riesgo presentes en estas etapas.
Cronograma mensualizado de ejecución de las medidas de cierre final y post cierre	El cronograma adjunto al presente Plan muestra los detalles de las medidas propias para el cierre y post cierre.
Usos potenciales del área después de su cierre	Uso como área verde y de recreación.
Estudios que solicite la Autoridad	Se resolverán conforme indique la Autoridad Competente.

Fuente: Consorcio Fichtner - Cydep – Febrero del 2015

El operador de la infraestructura deberá realizar la actualización del Plan que debe ser planteado y presentado para su aprobación por la Autoridad de Salud de la jurisdicción, como mínimo 4 años antes del límite del tiempo de vida útil del proyecto de infraestructura, de acuerdo a lo establecido en el literal g) del artículo 8º del Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos – Decreto Supremo N° 057-2004-PCM.

Sobre el cronograma mensualizado de ejecución de medidas de cierre y post cierre (tomando como base un año), debe tenerse presente que estas etapas demandan más de un año. La temporalidad definitiva se describirá en el plan actualizado a ser presentado.

Tabla 7-18 Cronograma de las medidas de cierre y post cierre (base 1 año)

MEDIDAS DE CIERRE Y POST CIERRE	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparación del sellado final para los últimos módulos/celdas												
Control topográfico												
Desmontaje de las instalaciones												
Restricción y/o eliminación de servicios												
Mantenimiento y limpieza de las cunetas												
Mantenimiento y estrategia de cierre progresivo de planta de tratamiento de efluentes y lixiviados												
Monitoreo ambiental												
Control de fisuras, asentamientos, caídas o erosión en la capa final												
Arborización final												
Mantenimiento y control del estado de las plantas												
Auditorías ambientales												
Gestión de la transferencia de la infraestructura ante la autoridad competente para su nuevo uso												

Fuente: Consorcio Fichtner - Cydep – Febrero del 2015

Se considera en diez años el periodo de cierre para la infraestructura de disposición final.

Tabla 7-19 Presupuesto del cierre de la infraestructura

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO A PRECIOS SOCIALES (S/.)
Total				1.194.122,41
I. Cobertura final				1.151.795,41
Cobertura con material de la zona e= 0.40 m con esponjamiento 20%	m ³	122.704	2,07	253.997,20
Corte en área habilitada	m ³	122.704	2,91	357.068,52
Carguío	m ³	122.704	4,14	507.994,39
Esparcido y conformación	m ²	21.970	1,49	32.735,30
II. Instalación de quemadores				9.372,00
Instalación quemadores de gas	Unid.	150	62,48	9.372,00
III. Vegetación				32.955,00
Vegetación (sombrio de arbustos)	m ²	21.970	1,50	32.955,00

Fuente: PIP N° 71948

7.4 Cronograma de ejecución y presupuesto

Los cronogramas y presupuestos de cada uno de los planes que forman parte de la estrategia ambiental, han sido descritos en cada uno de sus ítems correspondientes.

7.5 Resumen de los compromisos ambientales

La ciudad de Andahuaylas, presenta en la actualidad una serie de inconvenientes en el manejo de los residuos sólidos de origen municipal generados diariamente, principalmente en las etapas de recolección, transporte y disposición final; en esta última se presenta la mayor cantidad de inconvenientes pues no se cuenta con un relleno sanitario creándose problemas de contaminación ambiental, el proyecto contempla la construcción de una infraestructura para el tratamiento y disposición final de residuos sólidos del ámbito de la gestión municipal (residuos domésticos y de limpieza de espacios públicos).

Los beneficios que se desprenden de la puesta en marcha del proyecto repercutirán en los aspectos ambientales, económicos y sociales del ámbito local, he aquí un análisis en el sistema de manejo de residuos sólidos:

Tabla 7-20 Cuadro resumen de los compromisos ambientales

IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL	COMPROMISOS AMBIENTALES	RESPONSABLE	COSTOS (S/)
Plan de Manejo Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Velar por la limpieza y orden de ambas infraestructuras. - Aplicar el riego para sedimentar las partículas de polvo. - Velocidad controlada de vehículo de transporte y maquinaria. - Capacitación vial donde se eduque al transportista de evitar el uso de bocinas y adaptar una cultura solidaria con los vecinos al entorno - Uso de equipos de protección personal. - Desarrollar los monitoreos ambientales cumpliendo con la normativa vigente. - Durante la etapa constructiva, la calidad del suelo puede verse alterada por depósito de desmontes y escombros, ante ello se debe garantizar el adecuado manejo y disposición final (Empresa Prestadora de Residuos Sólidos registrada y autorizada). - Los carteles y señalizaciones que se empleen para limitar la zona deben incluir mensajes disuasivos para captar la aceptabilidad del público. - Durante la operación en el área verde disponible deberá asegurarse su conservación adecuada y previendo que se albergue especies nativas. - Desarrollar monitoreos ambientales en cumplimiento al Plan establecido. - En la etapa de operación el titular del proyecto debe contar con un área de prevención de accidentes. Para estos fines es importante registrarse al Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo - Decreto Supremo 009-2005-TR (incluyendo su modificatoria) y Norma Básica de Ergonomía - Resolución Ministerial-375-2008.-TR. 	Operador del proyecto	34,865.00
Plan de Vigilancia Sanitaria y Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación del Reglamento de Salud y Seguridad en el Trabajo. - Mantenimiento de chimeneas y quemadores operativos. - Mantenimiento de planta de tratamiento de lixiviados. - Cumplimiento de cobertura diaria (no menor de 20 cm). - Cumplimiento de actividades para elaboración de Compost. - Riego periódico. - Cumplimiento de límites de velocidad y de prácticas de transporte seguras y sanitarias. - Capacitación vial a transportistas. - Difusión de volantes, carteles para afianzar aceptación 		13,000.00

IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL	COMPROMISOS AMBIENTALES	RESPONSABLE	COSTOS (S/)
	<p>pública por la construcción del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Implementación y mantenimiento de áreas verdes. - Monitoreos Ambientales durante operatividad del proyecto (con la finalidad de determinar contaminación del entorno ambiental). - Aplicación de un Plan de capacitación por prevención a la salud. - Gestión de coordinación entre la MPH, Policía y titular del proyecto para mejorar el flujo vial evitando tráfico y accidentes. - Suministro de equipos de protección personal. - Capacitación y entrenamiento en seguridad ocupacional. - Supervisión de cumplimiento de sellado final (no menor de 50 cm). - Implementación y mantenimiento de áreas verdes. - Revegetación. - Monitoreos Ambientales durante esta etapa (con la finalidad de determinar contaminación del entorno ambiental). - Aplicación de un Plan de capacitación por prevención a la salud. 		
Plan de Compensación	No aplica		-
Plan de Relaciones Comunitarias	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitaciones en seguridad vial, industrial e higiene y protección ambiental. - Reglamento de Relaciones Comunitarias. - Realización de obras de proyección social (un árbol por casa). - Facilitador de visitas a población estudiantil (dación de conferencias durante etapa de cierre parcial). <p>Empleo (se solicitará para desmontaje de instalaciones y para arborización).</p>		12,200.00
Plan de Contingencias	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitación a 6 brigadas (mínimo 2 sesiones por brigadas en el año). - Simulacros (2 simulacros al año). - Adquisición de Equipamiento. - Mantenimiento de equipamiento. 		7,000.00
Plan de Cierre	<ul style="list-style-type: none"> - El proyecto de diseño detalla las características específicas para su adopción; sin embargo cabe destacar que este diseño debe incluir como mínimo: Capa impermeable de espesor: 0,5 m. - Las chimeneas debidamente instaladas desde su base contarán con sus quemadores cuya operatividad garantizará el control de la emisión de gases. - Se realizarán los monitoreos ambientales referidos a: Gases emitidos desde las chimeneas, lixiviados (pozo y afloramientos), calidad del agua subterránea para 		1.194.122,41

IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL	COMPROMISOS AMBIENTALES	RESPONSABLE	COSTOS (S/)
	<p>detectar posible contaminación con lixiviados, calidad del agua superficial, calidad de aire y ruido.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mediante un plan de operaciones del operador de esta infraestructura se desmontará toda construcción presente, esta acción en algo contribuirá a mejorar la imagen paisajística alterada por esta intervención antropogénica. - Uso como área verde y de recreación. 		
Total			1'261187,41

*Este es el presupuesto del plan de manejo ambiental omitiéndosele los costos de monitoreo ambiental, ocupacional y del costo de contar con un ingeniero responsable del cumplimiento del plan. Prefiriendo mostrar estos costos como parte del plan de vigilancia sanitaria y ambiental.

8 VALORIZACIÓN ECONÓMICA DEL IMPACTO AMBIENTAL

La evaluación ambiental permite identificar y cuantificar los impactos de los proyectos y otros eventos naturales y suministra la información necesaria para profundizar el análisis económico. De esta manera, el análisis socioeconómico incluye un mayor rango de beneficios y costos por cada acción analizada y determina si los beneficios (incluyendo los beneficios ambientales) superan esos costos (incluyendo los costos ambientales), o sucede lo contrario.

La evaluación ambiental tiene también un papel crítico en el establecimiento de prioridades regionales, sectoriales y nacionales. El establecimiento de prioridades se basa en los resultados de la evaluación ambiental y el análisis económico, pero permite reconocer que los problemas a tratar son numerosos y los recursos financieros y humano-institucionales, limitados.

Por lo tanto, es esencial identificar que problemas ambientales son los más severos y requieren una atención urgente, como también que intervenciones son las más efectivas y económicamente más favorables. Esta información, a su vez, ayuda a los gobiernos a desarrollar mejores políticas de manejo del medio ambiente y de los recursos naturales.

Para poder realizar un análisis económico más amplio y más completo de los recursos naturales y el ambiente, se debe considerar los postulados de la economía del bienestar y el trabajo multidisciplinario. Ninguna persona puede, sola, evaluar apropiadamente ambos (los efectos “económicos” y “ambientales” de cada proyecto o evento natural), lo que implica la formación de grupos compuestos por diferentes expertos que puedan analizar tanto los aspectos físico-naturales (indicadores físicos), como los aspectos socio-económicos (indicadores económicos-ambientales).

8.1.1 Valoración económica por valor de uso

Se considera que el proyecto debe valorarse como valor de uso indirecto, porque beneficia a la sociedad indirectamente tanto en su economía para el servicio de limpieza pública, como en la calidad del ambiente.

• Impactos Identificados

○ Etapa de Construcción

- Alteración de la calidad del aire por emisión de gases y material particulado: Como se describe en el ítem caracterización del impacto ambiental, el impacto ambiental, la alteración sólo podría generarse por el nivel de ruido, seguido de la emisión de partículas principalmente derivados del trabajo de excavación de trincheras, en vista que no se altera significativamente a ningún individuo externo del perímetro del relleno sanitario, no se puede establecer pérdidas de beneficio o justiprecios. Este

impacto no alcanza las condiciones para ser valorado.

- Incremento del nivel de ruido y vibraciones: Las actividades que generasen alteración de la calidad de aire serían las mismas que generarán el incremento de niveles de ruido y vibraciones, es decir, la movilización de la maquinaria en la etapa de construcción en las actividades de movimiento de tierra donde se evalúa las principales fuentes de ruido que son cargador frontal y camiones. Este impacto no será valorado considerando que en la zona no existen poblaciones ni viviendas, dado que es una zona eriaza, que puede ser perturbado por ruidos temporales.
 - Riesgos de contaminación de suelo: No contemplan una certeza sino más bien una probabilidad de ocurrencia y en el caso de la contaminación de suelo es condicional a factores con un grado de incertidumbre muy alto porque este será impermeabilizado. La probabilidad de ocurrencia condicional de este impacto dificulta evaluarlo correctamente, por lo que este impacto no será valorado, siendo necesaria una tasación en caso que el derrame de lixiviados ocurra en el área administrativa o afín.
 - Incremento del tráfico vehicular: El incremento del tráfico vehicular no alterará los bienes o servicios ambientales o particulares, tampoco se prevé afectar activos ambientales. Desde el punto de vista antropocéntrico este impacto no podrá ser valorado.
 - Generación temporal de empleo: La generación temporal de empleo posee efectos secundarios como posible reinversión local, posible aumento de la dinámica económica local, posible incremento del poder adquisitivo y demanda de nuevos bienes y servicios. Sin embargo, no se puede estimar el grado de certeza en cualquiera de estos efectos secundarios. El número de empleados locales y el incremento de ingresos mensuales en promedio con el universo distrital al que representa es irrelevante. Por ello la generación de impactos no es valorado por no ser un bien o servicio que se incrementará sino una interacción de servicios prestados como mano de obra.
 - Riesgo de accidentes de trabajo: Los riesgos de accidentes de trabajo al igual que toda condición a una probabilidad de ocurrencia, no puede ser valorado sin adicionar con ello un valor subjetivo y carente de certeza. Por otro lado, la valoración económica de impactos no pretende darle un valor económico al accidente de un individuo.
- **Etapas de Operación y Mantenimiento**
- Alteración de la calidad del aire por emisión de gases: Sobre la base de las medidas planteadas para controlar la emisión de gases en función del monitoreo ambiental basal, se cumpliría con lo establecido en la norma, encontrándose todos los parámetros dentro de los ECA de aire. Siendo el área de influencia directa y parte del área de influencia indirecta zona eriaza y rural, se puede inferir que no existen casas o viviendas de

pobladores que sean afectados por el incremento de gases. Al no ser afectados los pobladores, ni bienes o servicios ambientales que puedan ser percibidos, se concluye que el impacto no posee un valor de impacto calculable.

- Incremento del nivel de ruido y vibraciones: Los niveles de ruidos generados por las actividades de operación del proyecto no tendrán repercusiones sobre poblaciones ni viviendas, dado que el proyecto se constituye en un área alejada, por tanto no se evalúa este impacto.
- **Bienes y Servicios de los Aspectos Ambientales**

Los bienes y servicios ambientales están asociados a la percepción pragmática de individuos que infieren un valor en función de la satisfacción directa o indirecta que un componente ambiental les proporcione, dicho valor es referencial debido a la interrelación que se establece entre las preferencias y otras variables dependientes aunque con una dinámica de otra naturaleza. Estas variables estarán sujetas a características impropias de un mercado perfecto: el monopolio, oligopolio u otros, siendo estos impropios, sin embargo, están implícitos en las interrelaciones de los componentes ambientales.

En el área de influencia directa del proyecto, los bienes y servicios de los aspectos ambientales afectados, restringidos o alterados tendrán una restauración al finalizar el tiempo de vida útil del proyecto, devolviendo a su estado original otorgando los mismos bienes y servicios ambientales que brindaban antes del desarrollo de las actividades del proyecto.

- Agua: El agua tiene un servicio de oportunidad, es decir brinda la posibilidad de usar dicha agua en algún futuro en el que sea necesaria. No pierde su valor más sí su precio al no brindar un bien o servicio directo o indirecto, este es el caso de los recursos con valor de no uso.
- En el proyecto no se impacta este componente, considerando que no se usarán aguas subterráneas ni superficiales. Las aguas que podrían demandarse en la etapa de construcción serán adquiridas de terceros.
- Suelo: El suelo no posee un valor de productividad ya que no se cultiva ninguna especie, encontrándose dentro del área eriaza. Sin embargo, dentro de sus funciones sistémicas tiene el servicio ambiental de protección de la geología y geomorfología, así se valorará por un servicio a otro bien.
- Calidad del Aire: La calidad del aire es importante para cubrir los estándares necesarios de una vida saludable, los servicios que presenta se determinan a través de costos hedónicos, gastos defensivos, encuestas o preferencias declaradas y transferencia de beneficios. Si bien es cierto, la calidad de aire puede ser alterada por los gases de combustión de la celda y vehículos recolectores, éstos no afectaría significativamente al medio, debido a la dinámica convectiva y adventiva de las masas de aire presentes (véase rosa de vientos). La alteración en la calidad del aire no será percibida por la población dado que la zona se localiza a más de 2 km de la

ciudad, por ello es importante mencionar que no alterará el valor de sus casas, ni mucho menos afectará a la salud de ningún ciudadano de la ciudad de Andahuaylas o pobladores de los centros poblados beneficiados, ni mucho menos dentro del área de influencia del proyecto.

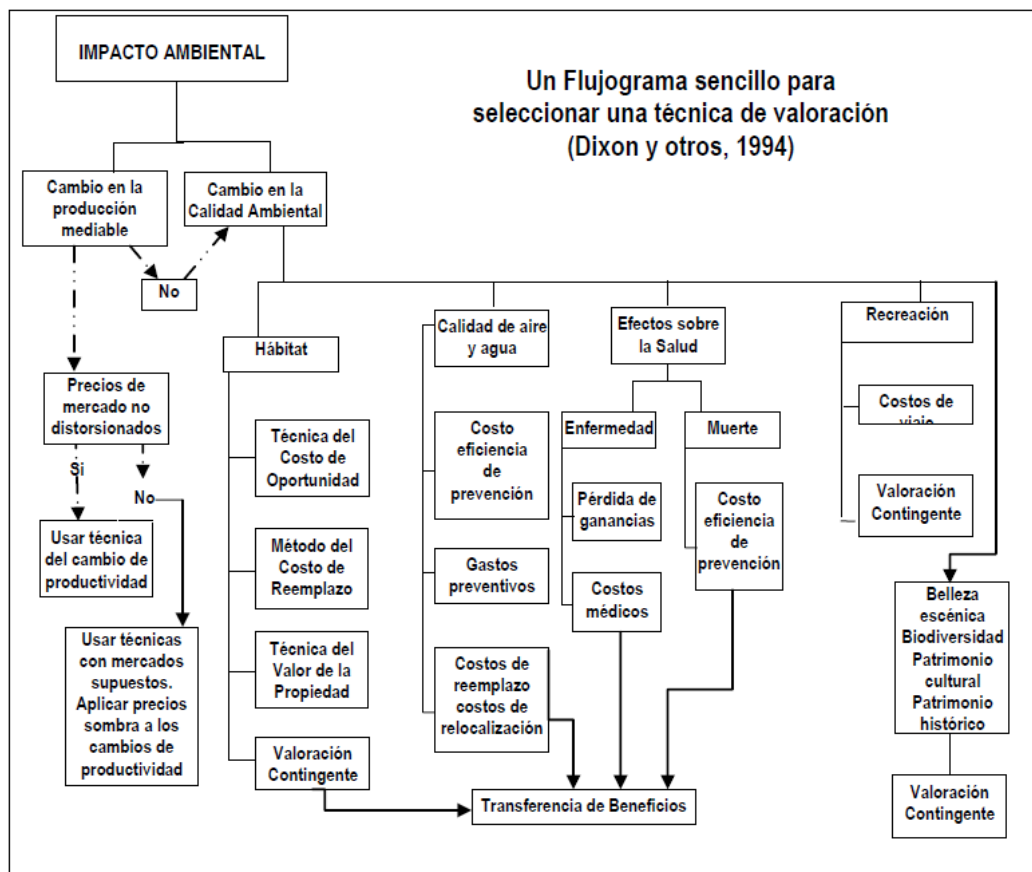
- Ruido: Al igual que en el aire, el ruido es un componente que será valuado de forma antropocéntrica, es importante señalar que no existen pobladores que residan cerca al área de influencia del proyecto. Del mismo modo, aun cuando el ruido pueda sobrepasar los límites, no serán afectados debido a que la atenuación por el cerco vivo y el cerco perimétrico alargará la onda de expansión de modo que sea difícil de percibir a cualquier frecuencia. La presencia de cerros ayuda a atenuar el ruido que se pueda generar.
- Paisaje Natural: Los servicios ambientales que otorga el paisaje son directos e indirectos, sin embargo, el paisaje requiere complementarse con otros servicios ambientales como el ruido, la calidad de aire y otros dependiendo sí será evaluado por su fisiografía, cobertura vegetal o diversidad.

• Metodología

Para determinar el valor de los beneficios indirectos de los componentes y los impactos ambientales en las áreas de intervención donde se requiera, se utilizó el método de transferencia de beneficios.

El diagrama de Dixon y otros (1994), sirvió para determinar la mejor técnica a aplicar en los distintos componentes ambientales valorados.

Figura 8-1 Flujograma de valoración



Fuente: Dixon y otros, 1994.

8.1.2 Valoración económica de impactos

El valor económico de los impactos se realiza en función al marco conceptual presentado, donde se indican los impactos ambientales de los principales componentes del proyecto y logísticos, así como los bienes o servicios ambientales que brindan los recursos ambientales del área de estudio.

• Medio Físico

Valor de uso Indirecto: Geología y Geomorfología: En el documento “Proyecto GCP/PER/035 NET – Apoyo a la Estrategia Nacional para el Desarrollo Forestal” del INRENA (Setiembre, 2001), se ha estimado un valor por la pérdida (factor ambiental representativo del componente), que es de US\$ 165,9321 (S/. 464,94) por hectárea/año.

• Resultados

²¹ Tipo de cambio 2.802

- **Medio Físico**

- Valor de uso Indirecto: Geología y Geomorfología: Como se expuso el movimiento de tierras será la principal actividad que generará posibles afectaciones de erosión o compactación. En total será un área máxima de 6.05 ha.

El valor de la geología y geomorfología perdido por el proyecto es US\$ 165.93 por ha, considerando las 6.05 ha de suelo destinado para el proyecto por un tiempo de vida útil de 10 años, resulta US\$ 10,038.765 ó S/. 33,027.54

Valor Económico Total (VET): El VET de los impactos ambientales del proyecto en sus diferentes etapas asciende a S/. 33,027.54 corresponde al impacto por uso del suelo para el proyecto.

- **Valor Económico Total**

- El VET de los impactos ambientales del proyecto en sus diferentes etapas asciende a S/. 33,027.54 corresponde al impacto por uso del suelo para el proyecto.

9 NOMBRE DE LA EMPRESA CONSULTORA, NOMBRES Y FIRMA DE LOS PROFESIONALES QUE INTERVINIERON EN LA ELABORACIÓN DEL EIA SD

10 ANEXOS

11 SIGLAS

- Se recomienda escribir las siglas con mayúsculas fijas hasta máximo 3 letras, o 4 si justamente es el cliente o tema central del informe (p.ej MINAM, PIGARS).
- Las siglas se escriben sin punto entre las letras que las componen. Ejemplo: CAM, y no C.A.M.
- Las siglas no tienen plural. Si se pretende pluralizarlas este accidente lo sufre el artículo que las acompaña. Ejemplo: las ONG de educación.

Para que queden bien organizadas, las vamos llevando en un archivo aparte que está en el servidor y como tabla las pasamos al documento, usando una tabla sin bordes ordenada alfabéticamente:

BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CAM	Comisión Ambiental Municipal
CAP	Conocimientos, Actitudes y Prácticas
CAS	Contrato Administrativo de Servicio
CEOS	Instituciones educativas de formación ocupacional
Conam	Consejo Nacional del Ambiente
Digesa	Dirección General de Salud Ambiental

11.1 Unidades-símbolos

Las unidades están asociadas a medidas de masa, longitud, etc. Sus símbolos no llevan punto, son universales y siempre están acompañados de la respectiva cifra. Los más usadas en GIRS son:

T	Toneladas (NO es ton. que es abreviatura y lleva punto)
Kg	kilogramo (con 'k' minúscula)
L	Litro
Km	Kilómetro (con 'k' minúscula)
m ³	Metro cúbico (el 3 como superíndice)
Ha	hectárea
H	hora
D	Día
S/.	Nuevo Sol
USD	Dólar estadounidense

Ver: <http://www.sic.gov.co/sistema-internacional-de-unidades>

Documento completo en: <http://www.cem.es/sites/default/files/siu8edes.pdf>

11.2 Abreviaturas

- Las abreviaturas deben omitirse, hasta donde sea posible, en el cuerpo de un informe.
- Su uso más frecuente se presenta en las citas bibliográficas y en las tablas y gráficas.
- Si la abreviatura contiene la sílaba tildada de la palabra completa, debe tildarse la abreviatura. Ejemplos: *Ibíd.*, por *ibídem*; *pág.*, por *página*; *admón.*, por *administración*.
- Toda abreviatura termina con punto. No es aconsejable escribir una abreviatura al final de una oración. Excepto en listas que terminan con etc.

11.3 Glosario

Bibliografía: lista alfabética de fuentes documentales, registradas en cualquier soporte, consultadas por el investigador para sustentar sus escritos.

Cita: pasaje, párrafo proposición o ideas que se extraen de la obra de un autor para corroborar o contrastar lo expresado.

Cita de cita: cita que se hace de un autor que, a su vez, la ha tomado de otro.

Cita directa o textual: cita en la cual se hace transcripción de las palabras textuales de un autor.

Cita indirecta: cita que hace mención de las ideas de un autor, con las palabras de quien escribe.

Espacio: distancia horizontal entre dos caracteres, generalmente del tamaño de un carácter.

Ibíd.: abreviatura tomada de la palabra *ibídem*, cuyo significado es “en el mismo lugar”.

Op. cit.: abreviaturas tomadas de las palabras latinas *opus citato*, cuyo significado es “en la obra citada”.

Referencia bibliográfica: conjunto de elementos suficientemente precisos y ordenados que facilitan la identificación de una fuente documental o de parte de ella.

Renglón: serie de palabras o caracteres escritos o impresos en línea horizontal.

Superíndice: número arábigo consecutivo, colocado un poco alzado del renglón, antes o después de una palabra o frase.

(Ver NTC 1487)