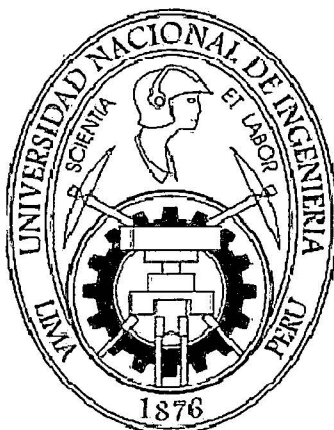


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE
DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁMBITO
MUNICIPAL DE CAJAMARCA, DISTRITO DE JESUS,
PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE
CAJAMARCA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO SANITARIO

PRESENTADO POR:

GUSTAVO ANGEL ROMÁN GUILLÉN

LIMA, PERÚ

2011

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

Dedicatoria:

Esta tesis va dedicada con mucho
caríño a mis padres y hermanos
que me apoyaron en todos los
momentos de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar a Dios todo poderoso por darme la vida para vivir esta experiencia, así mismo quiero hacer un especial agradecimiento a las personas que voy a mencionar, ya que sin su ayuda no hubiera sido posible la recopilación de la información necesaria e importante para la elaboración de la presente tesis, a ellos todo mi cariño y consideración:

- A los profesionales que laboran en el Grupo Ciudad Saludable por la importante información proporcionada.
- A los profesionales que trabajan en la Gerencia de Desarrollo Ambiental de la Municipalidad Provincial de Cajamarca por el apoyo brindado durante mi estancia.
- A mi profesor asesor Ing. Jorge Tello Cebreros por el tiempo dedicado, la paciencia y sabios consejos que dieron cuerpo a esta tesis.

RESUMEN

Con el propósito de evaluar el diseño del relleno sanitario de Cajamarca en base al estudio "Ampliación y mejoramiento de la gestión integral de residuos sólidos en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca" (alternativa Nro.1), se comparó la vida útil para el mismo volumen proyectado con el diseño siguiendo las pautas de la Guía Técnica de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios del Mecanizado del Ministerio del Ambiente (alternativa Nro. 2) y con otro diseño a partir de la guía mencionada pero usando medidas reales determinadas en campo como: cantidad de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos aprovechables, densidad de residuos sólidos compactados en el relleno sanitario y porcentaje de material de cobertura (alternativa Nro. 3).

Se describen las características del contexto del manejo de residuos sólidos en la ciudad de Cajamarca, los principales componentes del relleno sanitario así mismo los parámetros y criterios de la propuesta de diseño de relleno sanitario.

La tesis toma como referencia la Guía Técnica de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios Mecanizado del Ministerio del Ambiente. Bajo este contexto, el enfoque que se ha dado en la presente tesis es el de proponer una alternativa para el diseño de relleno sanitario.

En este estudio se obtuvo una vida útil de 9.80 años, 4.98 años y 6.03 años para el alternativa Nro. 1, alternativa Nro. 2 y alternativa Nro. 3 respectivamente.

Se determinó que la alternativa que se asemeja a la información de campo durante los años 2009 y 2010, es la que presenta la alternativa Nro. 3.

INDICE

RESUMEN	IV
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO 1 GENERALIDADES.....	3
1.1. ANTECEDENTES.....	3
1.2. JUSTIFICACION.....	4
1.3. OBJETIVOS	5
1.4. ASPECTOS GENERALES	7
1.4.1. Contexto del manejo de residuos sólidos	7
1.4.1.1. Aspectos técnicos operativos.....	9
1.4.1.1.1.Recolección y transporte de residuos sólidos.....	10
1.4.1.1.2.Barrido de calles.....	15
1.4.1.1.3.Recuperación de residuos sólidos	19
1.4.1.1.4.Disposición final de residuos sólidos.....	35
1.4.1.2. Aspectos administrativos, económicos y financieros.....	54
1.4.1.3. Aspectos legales de la municipalidad provincial de Cajamarca.....	58
1.4.1.4. Participación de la población	59
1.4.2. Impactos al ambiente por el manejo inadecuado de residuos sólidos	63
1.4.2.1. Contaminación del agua	64
1.4.2.2. Contaminación del suelo.....	64
1.4.2.3. Contaminación del aire	64
1.4.3. Impactos a la salud por el manejo inadecuado de residuos sólidos.	65
1.4.3.1. Focos de infección y proliferación de plagas.....	65
1.4.3.2. Enfermedades	66
1.4.4. Método de disposición final	66
1.4.5. Definición de relleno sanitario.....	67
1.4.5.1. Tipos de rellenos sanitarios	67
CAPITULO 2 ESTUDIOS PREVIOS.....	70
2.1. SELECCIÓN DEL TERRENO.....	70

2.1.1. Aspectos contemplados en la Guía de Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Residuos Sólidos Municipales a Nivel de Perfil	70
2.1.1.1. Condiciones legales.....	70
2.1.1.2. Localización.....	71
2.1.1.3. Restricciones de ubicación	74
2.1.2. Cumplimiento de criterios de selección de terreno.....	76
2.1.3. Descripción del lugar seleccionado	79
2.1.3.1. Área del terreno.....	84
2.1.3.2. Perímetro del terreno.....	84
2.1.3.3. Vías de acceso	85
2.2. ESTUDIO TOPOGRAFICO	85
2.3. CLIMA	86
2.4. ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO	87
2.5. ESTUDIO GEOFISICO DE RESISTIVIDAD.....	88
CAPITULO 3 PARAMETROS DE DISEÑO	89
3.1. ASPECTOS DEMOGRAFICOS	89
3.1.1. Población.....	89
3.1.2. Proyección de la población	89
3.2. COMPOSICION FISICA	90
3.3. DENSIDAD	91
3.4. CARACTERISTICAS DEL TERRENO	94
3.4.1. Aspectos Geográficos	94
3.4.2. Geomorfología.....	95
3.4.2.1. Superficies planas	95
3.4.2.2. Quebradas y sistemas de drenajes.....	95
3.4.3. Análisis hidrológico.....	96
3.4.3.1. Precipitaciones pluviales.....	96
3.4.3.2. Red hidrográfica de aguas superficiales	97
3.4.3.3. Aguas subterráneas y manantiales	97
3.5. MATERIAL DE COBERTURA.....	99
3.6. FRENTE DE TRABAJO	100
3.7. MATERIAL DE COBERTURA FINAL.....	100
CAPITULO 4 METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTO	101

4.1. METODOLOGÍA.....	102
4.1.1. Alternativa Nro. 1.....	102
4.1.2. Alternativa Nro. 2.....	103
4.1.3. Alternativa Nro. 3.....	106
4.2. PROCEDIMIENTO	108
4.2.1. Alternativa Nro. 1. Alternativa en base al estudio “Ampliación y mejoramiento de la gestión integral de residuos sólidos en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca”.....	108
4.2.1.1. Población.....	108
4.2.1.2. Proyección de la población	109
4.2.1.3. Capacidad de la Infraestructura de Disposición final.....	109
4.2.1.4. Cálculo de la vida útil.....	111
4.2.1.5. Diseño de la Celda Diaria	115
4.2.1.6. Generación de Lixiviados.....	116
4.2.1.7. Volumen de Poza de Lixiviado.....	117
4.2.1.8. Área de zanja para el lixiviado	118
4.2.1.9. Drenaje vertical para gases	120
4.2.1.10. Sistema de Drenaje Pluvial	120
4.2.2. Alternativa Nro. 2. Alternativa elaborada a partir de la Guía Técnica de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios Mecanizado del Ministerio del Ambiente.	121
4.2.2.1. Población.....	121
4.2.2.2. Proyección de la población	122
4.2.2.3. Capacidad de la Infraestructura de Disposición final.....	123
4.2.2.4. Cálculo de la vida útil.....	125
4.2.2.5. Diseño de la Celda Diaria	137
4.2.2.6. Generación de lixiviados.....	141
4.2.2.7. Volumen de Poza de lixiviados	143
4.2.2.8. Área de zanja para el lixiviado	145
4.2.2.9. Drenaje vertical para gases	147
4.2.2.10. Sistema de drenaje pluvial.....	148
4.2.3. Alternativa Nro. 3. Alternativa elaborada a partir de la Guía Técnica de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos	

Sanitarios Mecanizado del Ministerio del Ambiente, usando medidas reales determinadas en campo.....	164
4.2.3.1. Población.....	164
4.2.3.2. Proyección de la población.....	165
4.2.3.3. Capacidad de la Infraestructura de Disposición final.....	165
4.2.3.4. Cálculo de la vida útil.....	168
4.2.3.5. Diseño de la Celda Diaria.....	185
4.2.3.6. Generación de lixiviados.....	190
4.2.3.7. Volumen de Poza de Lixiviado.....	193
4.2.3.8. Área de zanja para el lixiviado.....	195
4.2.3.9. Drenaje vertical para gases.....	197
4.2.3.10. Sistema de drenaje pluvial.....	197
CAPITULO 5 ANALISIS Y DISCUSION.....	198
CAPITULO 6 CONCLUSIONES.....	203
CAPITULO 7 RECOMENDACIONES.....	211
CAPITULO 8 FUENTES DE INFORMACION.....	213
CAPITULO 9 ANEXOS.....	215

INDICE DE CUADROS

Cuadro Nro. 1: Capacidad de vehículos recolectores por código y tipo de vehículo.	10
Cuadro Nro. 2: Cantidad de rutas por turno de trabajo.	10
Cuadro Nro. 3: Cantidad de rutas por tipo de residuo.	11
Cuadro Nro. 4: Rutas de recolección y promedio recolectado de residuos sólidos municipales del distrito de Cajamarca durante el año 2009.	14
Cuadro Nro. 5: Demanda del servicio de barrido de calles.	16
Cuadro Nro. 6: Déficit del Servicio de Barrido de Calles.	17
Cuadro Nro. 7: Lugares donde se realiza la Recolección Selectiva por día de recojo.	22
Cuadro Nro. 8: Cantidad promedio mensual de residuos sólidos inorgánicos aprovechables en el distrito de Cajamarca durante el año 2010 de la Empresa de Residuos Sólidos Wilo.	25
Cuadro Nro. 9: Cantidad promedio mensual de residuos sólidos inorgánicos aprovechables en el distrito de Cajamarca durante el año 2010 de la Empresa Recicladora DEKART Cajamarca.	26
Cuadro Nro. 10: Cantidad promedio anual y diaria de residuos sólidos inorgánicos aprovechables por empresa y material durante el año 2010.	27
Cuadro Nro. 11: Pequeños acopiadores de residuos sólidos inorgánicos aprovechables.	29
Cuadro Nro. 12: Ingresos por residuos sólidos inorgánicos aprovechables en el distrito de Cajamarca durante el año 2010.	29
Cuadro Nro. 13: Ingresos por residuos sólidos inorgánicos aprovechables en el distrito de Cajamarca durante el año 2010 con precios del año 2011.	30
Cuadro Nro. 14: Cantidad promedio de residuos sólidos orgánicos aprovechables por día durante el año 2010 en el distrito de Cajamarca.	33
Cuadro Nro. 15: Monto promedio por residuos orgánicos aprovechables en el distrito de Cajamarca durante el año 2010 con precios del año 2011.	34
Cuadro Nro. 16: Cantidad promedio de residuos sólidos aprovechables inorgánicos y orgánicos durante el año 2010.	35
Cuadro Nro. 17: Maquinarias y equipos del relleno sanitario.	49
Cuadro Nro. 18: Personal que labora en el relleno sanitario.	50

Cuadro Nro. 19: Cantidad mensual total y promedio de residuos sólidos municipales dispuestos en el relleno sanitario según origen durante el año 2010, excepto los meses de junio, julio y agosto.	51
Cuadro Nro. 20: Relación de empresas e instituciones que disponen sus residuos sólidos municipales en el relleno sanitario de Cajamarca durante el año 2010.	52
Cuadro Nro. 21: Cantidad promedio diaria de residuos sólidos municipales por mes que ingresan al relleno sanitario durante el 2010.	53
Cuadro Nro. 22: Cantidad promedio diaria de residuos sólidos municipales del distrito de Cajamarca que se disponen en el relleno sanitario según origen durante el año 2010.	54
Cuadro Nro. 23: Ingresos y egresos de Limpieza Pública.	56
Cuadro Nro. 24: Algunos indicadores de gestión de los residuos sólidos municipales del distrito de Cajamarca en el año 2010.	57
Cuadro Nro. 25: Criterios de Selección.	77
Cuadro Nro. 26: Poligonal de lindero perimétrico.	83
Cuadro Nro. 27: El clima en Cajamarca.	86
Cuadro Nro. 28: Población y tasa de crecimiento por distrito.	90
Cuadro Nro. 29: Proyección de la población.	90
Cuadro Nro. 30: Cálculo del promedio de la altura de celda diaria y densidad de residuos compactados del relleno sanitario de la provincia de Cajamarca en los meses de abril y mayo del 2010.	92
Cuadro Nro. 31: Densidad de residuos sólidos según alternativa y estado en el relleno sanitario.	94
Cuadro Nro. 32: Cantidad de habitantes por distrito.	109
Cuadro Nro. 33: Metrado de áreas y volúmenes de la infraestructura para disposición final de residuos sólidos municipales.	110
Cuadro Nro. 34: Generación de residuos sólidos municipales del distrito de Cajamarca.	111
Cuadro Nro. 35: Población obtenida en los censos de 1993 y 2007, y su tasa de crecimiento por distrito.	122
Cuadro Nro. 36: Proyección de la población de los distritos de Cajamarca, Jesús, Llacanora y Los Baños del Inca del año 2009 al 2010.	123
Cuadro Nro. 37: Generación per cápita por distrito.	126

Cuadro Nro. 38: Porcentaje de incremento de la Generación per cápita por distrito.....	127
Cuadro Nro. 39: Generación de Otros Residuos Sólidos Municipales.	127
Cuadro Nro. 40: Porcentaje de incremento de la Generación de Otros Residuos Sólidos Municipales.	128
Cuadro Nro. 41: Cálculo de la Generación de Residuos Sólidos Municipales del distrito de Cajamarca.....	129
Cuadro Nro. 42: Cálculo de la Generación de Residuos Sólidos Municipales del distrito de Jesús.....	129
Cuadro Nro. 43: Cálculo de la Generación de Residuos Sólidos Municipales del distrito de Llacanora.	130
Cuadro Nro. 44: Cálculo de la Generación de Residuos Sólidos Municipales del distrito de Los Baños del Inca.....	130
Cuadro Nro. 45: Cálculo de la Generación Total de Residuos Sólidos Municipales	132
Cuadro Nro. 46: Cálculo del Volumen de Residuos Sólidos y Material de Cobertura.	135
Cuadro Nro. 47: Volumen necesario para el Relleno Sanitario acumulado por año.	136
Cuadro Nro. 48: Generación Total de Residuos Sólidos Municipales por año.	138
Cuadro Nro. 49: Precipitación mensual durante los años 2008, 2009 y 2010. .	142
Cuadro Nro. 50: Precipitación máxima en 24 horas por mes durante los años 2008, 2009 y 2010.....	152
Cuadro Nro. 51: Precipitación diaria durante el mes de febrero (2010).....	153
Cuadro Nro. 52: Precipitación diaria durante el mes de enero (2009).....	154
Cuadro Nro. 53: Cálculo del máximo escurrimiento.	156
Cuadro Nro. 54: Cálculo del tirante y velocidad del Dren 1.....	161
Cuadro Nro. 55: Cálculo del tirante y velocidad del Dren 2.....	162
Cuadro Nro. 56: Cantidad residuos inorgánicos aprovechables.....	171
Cuadro Nro. 57: Cálculo de la Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer del distrito de Cajamarca.....	174
Cuadro Nro. 58: Cálculo de la Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer del distrito de Jesús.....	175

Cuadro Nro. 59: Cálculo de la Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer del distrito de Llacanora.....	176
Cuadro Nro. 60: Cálculo de la Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer del distrito de Los Baños del Inca.	177
Cuadro Nro. 61: Generación Total de Residuos Sólidos Municipales a Disponer.	179
Cuadro Nro. 62: Cálculo del Volumen de Residuos Sólidos y del Material de Cobertura.	183
Cuadro Nro. 63: Volumen del Relleno Sanitario acumulado por año.	184
Cuadro Nro. 64: Generación Total de Residuos Sólidos Municipales a Disponer por año.	187
Cuadro Nro. 65: Alternativa de cálculo de la longitud de avance de trabajo.....	189
Cuadro Nro. 66: Volumen de residuos sólidos y material de cobertura acumulados para disposición final (m ³) por alternativa desarrollado.....	199
Cuadro Nro. 67: Comparación de las dimensiones de la Poza de Lixiviados por alternativa desarrollada.	200
Cuadro Nro. 68: Costos ahorrado por la municipalidad provincial de Cajamarca por aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos durante el año 2010.	201
Cuadro Nro. 69: Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer en el área urbana de la municipalidad distrital de Cajamarca según alternativa durante los años 2009 y 2010 con respecto a la información de campo.	209

INDICE DE TABLAS

Tabla Nro. 1: Taludes recomendado en corte.....	124
Tabla Nro. 2: Rangos de valores estimados de la porosidad del medio granular según Sanders, 1998.....	146
Tabla Nro. 3: Velocidad máxima y mínima permisible según material de canal.	150
Tabla Nro. 4: Valores empíricos para obtener el coeficiente de escurrimiento (k).	155
Tabla Nro. 5: Taludes típicos para zanjas no revestidas según material de excavación.	157
Tabla Nro. 6: Valores del Coeficiente de rugosidad (n).....	159
Tabla Nro. 7: Taludes recomendado en corte.....	166

INDICE DE FIGURAS

Figura Nro. 1: Plano de rutas de recolección de residuos sólidos de la ciudad de Cajamarca.....	13
Figura Nro. 2: Diagrama de barrido de calles.....	17
Figura Nro. 3: Diagrama de barrido - Turno noche.....	18
Figura Nro. 4: Porcentaje recuperado de residuos sólidos inorgánicos aprovechables en el 2010.....	28
Figura Nro. 5: Rumas de compost en el almacén de compostaje.....	34
Figura Nro. 6: Cantidad promedio diaria de residuos sólidos municipales por mes que ingresan al relleno sanitario durante el 2010.....	53
Figura Nro. 7: Esquema de método de zanja.....	68
Figura Nro. 8: Esquema de método de área.....	69
Figura Nro. 9: Esquema de método combinado.....	69
Figura Nro. 10: Mapa de la región Cajamarca.....	80
Figura Nro. 11: Mapa del distrito de Jesús.....	81
Figura Nro. 12: Composición física promedio de los residuos sólidos en el distrito de Cajamarca.....	91
Figura Nro. 13: Ubicación de sondajes eléctricos verticales.....	98
Figura Nro. 14: Cálculo de la longitud del frente de trabajo.....	139
Figura Nro. 15: Esquema para el cálculo del avance diario.....	140
Figura Nro. 16: Configuración de la poza de lixiviados.....	144
Figura Nro. 17: Drenaje pluvial permanente.....	149
Figura Nro. 18: Sección transversal de la zanja.....	157
Figura Nro. 19: Detalle de sección típica del Dren 1.....	163
Figura Nro. 20: Detalle de sección típica del Dren 2.....	163
Figura Nro. 21: Primeros camiones recolectores disponiendo adecuadamente sus residuos sólidos en el relleno sanitario de la Municipalidad Provincial de Cajamarca.....	181
Figura Nro. 22: Extendido y compactación del material de cobertura sobre la primera celda diaria de residuos sólidos.....	182
Figura Nro. 23: Cálculo de la longitud del frente de trabajo.....	188
Figura Nro. 24: Esquema para el cálculo del avance diario.....	190
Figura Nro. 25: Configuración de la poza de lixiviados.....	194

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía Nro. 1: Camiones Recolectores de la ciudad de Cajamarca.	15
Fotografía Nro. 2: Recicladora uniformada de la Asociación de Recicladores Cajamarca Saludable, pegando el sticker del bono celeste.	21
Fotografía Nro. 3: Recicladores saliendo de la I.E. David College.	21
Fotografía Nro. 4: Integrantes de la Asociación de Recicladores Cajamarca Saludable.	22
Fotografía Nro. 5: Capacitación a docentes sobre manejo de residuos sólidos.	60
Fotografía Nro. 6: Capacitación a alumnos de la I.E. Juan Pablo II.	60
Fotografía Nro. 7: Sensibilización casa por casa y entrega de la cartilla para el Bono Celeste.	61
Fotografía Nro. 8: Día Mundial del Ambiente.	62
Fotografía Nro. 9: Campaña Bolsa Sana.	63
Fotografía Nro. 10: Estaciones Meteorológicas del SENAMHI más cercanas al Relleno Sanitario de la Provincia de Cajamarca.	152
Fotografía Nro. 11: Empresa recicladora DEKART Cajamarca.	288
Fotografía Nro. 12: Empresa de residuos sólidos Wilo.	288
Fotografía Nro. 13: Vista lateral izquierda del cierre del botadero de Shudal. ...	289
Fotografía Nro. 14: Vista lateral derecha del cierre del botadero de Shudal. ...	289
Fotografía Nro. 15: Vía de acceso exterior del relleno sanitario.	290
Fotografía Nro. 16: Vía de acceso interior del relleno sanitario.	290
Fotografía Nro. 17: Oficinas en el relleno sanitario.	291
Fotografía Nro. 18: Servicios Higiénicos en el relleno sanitario.	291
Fotografía Nro. 19: Cocina y comedor en el relleno sanitario.	292
Fotografía Nro. 20: Almacén en el relleno sanitario.	292
Fotografía Nro. 21: Almacén de compost.	293
Fotografía Nro. 22: Área de compostaje.	293
Fotografía Nro. 23: Tanques elevados para el abastecimiento de agua.	294
Fotografía Nro. 24: Pozo séptico y pozo de percolación.	294
Fotografía Nro. 25: Infraestructura para control (Caseta de Control y Balanza).	295

Fotografía Nro. 26: Infraestructura para disposición final de residuos sólidos del ámbito de la gestión municipal, diciembre 2010.	296
Fotografía Nro. 27: Poza de almacenamiento de lixiviados para la Infraestructura para la Disposición Final de residuos del Ámbito de la Gestión Municipal.	297
Fotografía Nro. 28: Infraestructura para la disposición final de residuos del ámbito de la gestión no municipal (Residuos Hospitalarios).	297
Fotografía Nro. 29: Poza de almacenamiento de lixiviados para la Infraestructura para la Disposición Final de residuos del Ámbito de la Gestión No Municipal. .	298
Fotografía Nro. 30: Vista panorámica del complejo de residuos sólidos de la municipalidad provincial de Cajamarca.....	299
Fotografía Nro. 31: Control de pesaje.....	300
Fotografía Nro. 32: Acceso al relleno sanitario.	300
Fotografía Nro. 33: Descarga de los residuos sólidos municipales.	301
Fotografía Nro. 34: Extensión y compactación de los residuos sólidos.....	301
Fotografía Nro. 35: Colocación del material de cobertura.	302
Fotografía Nro. 36: .Extension y compactación del material de cobertura.....	302

INTRODUCCION

El crecimiento de la población que ha experimentado en las últimas décadas, ha propiciado una fuerte demanda de los servicios públicos, en ese sentido uno de los servicios que se ve seriamente afectado es el manejo de los residuos sólidos, integrado por: almacenamiento, recolección, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final.

La disposición final es la última etapa del manejo de los residuos sólidos de cualquier ciudad y está íntimamente relacionada con la preservación del ambiente y con la salud de la población, por lo que se debe tratar y controlar mediante un sistema adecuado que minimice los impactos negativos en su entorno.

Esta tesis evalúa el desarrollo del diseño de la infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales para la población urbana de los distritos de Cajamarca, Jesús, Llacanora y Los Baños del Inca.

Al lugar para la disposición final se accede a través de la carretera Cajamarca-Namora, altura del kilómetro 13.8, para luego continuar 534 m a través de una trocha carrozable que se desarrolla en dirección al Centro Poblado Palturo.

Se elaboró, con la finalidad de preservar el ambiente y la salud de la población, en la etapa de disposición final, para ello el diseño se basa en la comparación de las siguientes alternativas:

- Alternativa Nro. 1. Alternativa en base al estudio "Ampliación y mejoramiento de la gestión integral de residuos sólidos en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca", que asume desde el inicio de las operaciones se pueda aprovechar residuos inorgánicos y residuos orgánicos equivalentes en conjunto al 30 % del total de residuos generados.
- Alternativa Nro. 2. Alternativa elaborada a partir de la Guía Técnica de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios Mecanizado del Ministerio del Ambiente. Además se usan los

mismos parámetros de diseño de rellenos sanitarios del “Programa de Desarrollo de Sistemas de Gestión de Residuos Sólidos en Zonas Prioritarias”.

- Alternativa Nro. 3. Alternativa elaborada a partir de la Guía Técnica de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios Mecanizado del Ministerio del Ambiente, usando medidas reales determinadas en campo como: cantidad de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos aprovechables, densidad de residuos sólidos compactados en el relleno sanitario y porcentaje de material de cobertura.

Cabe mencionar que paralelamente al inicio de la construcción del relleno sanitario de Cajamarca se comenzó con la implementación del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos, el cual incluye actividades dentro del distrito de Cajamarca, y comprende lo siguiente:

- Programa de sensibilización en 40 instituciones educativas de niveles inicial y primario, para el cambio de actitudes y la promoción de prácticas para reducir, reusar y reciclar residuos sólidos.
- Programa de sensibilización ambiental “casa por casa” para promover el cambio de actitudes en la población y facilitar la implementación de un programa de recolección selectiva de residuos sólidos en todo el distrito.
- La implementación de un programa de recolección selectiva de residuos sólidos que involucre a segregadores informales.
- Facilitar la participación ciudadana en la gestión de los residuos sólidos.

Con el fortalecimiento de las campañas educativas y la participación de la población se espera según la alternativa Nro. 1 una vida útil de 9.8 años para el relleno sanitario en las dos etapas.

Esta tesis se elaboró en base al estudio de caracterización del año 2004, sin embargo dado la antigüedad y el vacío de una actualización que indique en el reglamento de la ley general de residuos sólidos, se sugiere que para iniciar cualquier estudio de un relleno sanitario se actualice el estudio de caracterización.

CAPITULO 1 GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

La Municipalidad Provincial de Cajamarca, la Asociación Los Andes de Cajamarca y la ONG Ciudad Saludable han logrado consensos importantes para encontrar soluciones en materia ambiental a los problemas del manejo adecuado de los residuos sólidos, donde coordinadamente han trabajado durante los años de 2006, 2007 y 2008 para encontrar soluciones a corto plazo para la gestión de los residuos sólidos de los distritos de Cajamarca, Llacanora, Los Baños del Inca y Jesús. En tal sentido con respecto a la disposición final de residuos sólidos se ha seleccionado el área para la construcción del relleno sanitario de Cajamarca, en el Centro Poblado Palturo, Caserío de San José de Canay en el distrito de Jesús, para desarrollar un proyecto para la construcción y operación de lo que será la Infraestructura para Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos del Ámbito de la Gestión Municipal e Infraestructura para Disposición Final de Residuos Sólidos del Ámbito de la Gestión No Municipal.

La construcción de la primera etapa de estas infraestructuras (cuya vida útil es de 4 años) se inició el 12 de diciembre del 2008, y desde el 13 de julio del 2009 se viene realizando la operación. Al terreno se accede a través de la carretera Cajamarca-Namora, altura del kilómetro 13.8, para luego continuar 534 m a través de una trocha carrozable que se desarrolla en dirección al Centro Poblado Palturo el terreno tiene una superficie de aproximadamente 50.32 hectáreas.

El Relleno Sanitario de la Municipalidad de Cajamarca, según el expediente técnico, otorgará el servicio de disposición final de residuos sólidos municipales que se generan en el área urbana de los distritos de Cajamarca, Llacanora, Los Baños del Inca y Jesús.

La rápida urbanización y crecimiento poblacional de los distritos antes mencionados han causado la preocupación general acerca de su

sustentabilidad y los problemas ambientales resultantes, cuentan actualmente con una población urbana¹ de 194 128 habitantes, de los cuales 175 332 habitantes (90.3%) pertenece al distrito de Cajamarca, 2 520 habitantes (1.3%) pertenece al distrito de Jesús, 703 habitantes (0.4%) pertenece al distrito de Llacanora y 15 573 habitantes (8%) pertenece al distrito de Los Baños del Inca. La cantidad promedio de residuos sólidos municipales² es de 102.3 tn/d (a la fecha sólo realizan la disposición final de residuos sólidos las municipalidades de Cajamarca y Llacanora), y 1.6. tn/día de residuos comunes provenientes de empresas mineras.

1.2. JUSTIFICACION

Existe un conjunto de problemas de tipo ambiental, social, de salud pública y de gestión de servicios urbanos que son consecuencia del manejo inadecuado de los residuos sólidos lo cual, a su vez, ocasiona que la población urbana esté expuesta a los riesgos de contaminación por la presencia de residuos sólidos mal dispuestos.

Debido a que no se contaba con un relleno sanitario, todos los residuos recolectados se disponían en un botadero a cielo abierto dónde se observaba el trabajo de segregadores informales que en condiciones precarias recuperan, clasifican y almacenan residuos aprovechables que luego serán comercializados.

Durante la última década, se ha registrado un notorio crecimiento poblacional debido a las actividades económicas, especialmente la actividad minera que se desarrollan en las cercanías. Este crecimiento poblacional significó paralelamente el notorio incremento de actividades comerciales y de servicios, por lo tanto una mayor cantidad de residuos sólidos generados. Los problemas que se generan con la disposición final inadecuada de los residuos sólidos son entre otros los focos de infección, las enfermedades

¹ Instituto Nacional de estadística e Informática. Según datos de los censos del año 1993 y 2007.

² Sub Gerencia de Limpieza Pública – Municipalidad Provincial de Cajamarca. Según datos registrados de la balanza del relleno sanitario de Cajamarca de los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, setiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2010.

gastrointestinales, respiratorias y micóticas. En el ambiente los efectos que causan son: contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, el deterioro estético y la desvalorización tanto del terreno como de las áreas vecinas, los incendios y humos que reducen la visibilidad y son causa de irritaciones nasales y de la vista, así como de incremento en las afecciones pulmonares, además de las molestias originadas por los malos olores producto de la descomposición de los residuos.

1.3. OBJETIVOS

El objetivo principal es desarrollar y comparar cada una de las tres alternativas planteadas de diseño para la infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales de la ciudad de Cajamarca, la cual presta el servicio de disposición final a los distritos de Cajamarca y Llacanora, y prestará el servicio a los distritos de Jesús y Los Baños del Inca.

- Desarrollar la alternativa Nro. 1. Alternativa en base al estudio “Ampliación y mejoramiento de la gestión integral de residuos sólidos en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca”, que asume desde el inicio de las operaciones se pueda aprovechar residuos inorgánicos y residuos orgánicos equivalentes en conjunto al 30 % del total de residuos generados.
- Desarrollar la alternativa Nro. 2. Alternativa elaborada a partir de la Guía Técnica de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios Mecanizado del Ministerio del Ambiente. Además se usan los mismos parámetros de diseño de rellenos sanitarios del “Programa de Desarrollo de Sistemas de Gestión de Residuos Sólidos en Zonas Prioritarias”.
- Desarrollar la alternativa Nro. 3. Alternativa elaborada a partir de la Guía Técnica de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios Mecanizado del Ministerio del Ambiente, usando medidas reales determinadas en campo como: cantidad de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos aprovechables, densidad de residuos

sólidos compactados en el relleno sanitario, porcentaje de material de cobertura.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- El objetivo del presente trabajo es el de contar con una propuesta de diseño definitivo del relleno sanitario para la ciudad de Cajamarca, que como infraestructura sanitaria moderna, complemente el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de Cajamarca, acción impulsada por la anterior y actual administración municipal, el Fondo Solidaridad de Cajamarca y la ONG Ciudad Saludable, y que busca solucionar esta temática en un corto y mediano plazo, a través de un diseño de acuerdo a parámetros reales propuestos.
- El objetivo de la evaluación es presentar los elementos técnicos más destacados sobre el dimensionamiento para una infraestructura de disposición final, con la intención de contar con los elementos mínimos necesarios para la selección de 3 alternativas concretas para proyectos de disposición final de residuos sólidos municipales.
- Contribuir con nuevos criterios como: generación per cápita, porcentaje anual de incremento de la generación per cápita, generación de otros residuos domésticos, porcentaje anual de incremento de otros residuos domésticos, porcentaje de cobertura de recolección de residuos sólidos, proyección de la cobertura de residuos sólidos, porcentaje de aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos y proyección del porcentaje de aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos. Estos criterios permitirán establecer un diseño adecuado de una infraestructura de disposición final de residuos sólidos municipales. Y proponer técnicamente una alternativa según las condiciones reales que influyen en el dimensionamiento de un relleno sanitario mecanizado.
- Determinar el volumen de residuos sólidos y material de cobertura para una vida útil de 10 años para la alternativa 1, 2 y 3.
- Determinar la vida útil que se obtendrá en la alternativa 2 y 3 considerando el volumen máximo de la infraestructura de disposición final de la alternativa 1.

- Determinar las dimensiones de la celda diaria de residuos sólidos municipales en el relleno sanitario.
- Determinar la cantidad promedio, el porcentaje y el monto que se obtiene de residuos sólidos aprovechables orgánicos e inorgánicos en el distrito de Cajamarca, del año 2010. Además los ahorros obtenidos por recolección, transporte y disposición final.

1.4. ASPECTOS GENERALES

1.4.1. Contexto del manejo de residuos sólidos

Un momento trascendental en la gestión de residuos sólidos es la promulgación de la Ley General de Residuos Sólidos N° 27314 del 20 de julio del 2000. Esta ley establece una serie de lineamientos y conceptos modernos de manejo ambiental de los distintos tipos de residuos sólidos que se generan en el país, y al mismo tiempo precisa las facultades y competencias que poseen las dependencias del gobierno central y gobiernos locales.

A agosto del 2011, se encontraban en funcionamiento ocho rellenos sanitarios reconocidos por la Dirección General de Salud Ambiental, el 50% ubicado en la provincia de Lima y el 50% restante en la sierra, en las provincias de Carhuaz, Huaraz, Concepción y Cajamarca. Sin embargo, en la región selva no existe ninguna infraestructura formal de disposición final o tratamiento de residuos sólidos.³

La disposición final de residuos en rellenos sanitarios en el país es de 30,9% (30,6% en Lima, y 0,3% en el resto del país). Considerando que, de manera formal o informal, se recupera aproximadamente un 14,7%, se concluye que más del 54% de los residuos estarían siendo dispuestos en el ambiente o en botaderos controlados. Se estima también, que hay 108 595 recicladores a nivel

³ Ministerio del Ambiente. Situación de la gestión y manejo de los residuos sólidos en el país. Lima 2010.

nacional; de ellos 4 737 están asociados a 127 organizaciones.⁴

Como un avance a la solución de la problemática, el MINAM, viene llevando a cabo el “Programa de Desarrollo de Sistemas de Gestión de Residuos Sólidos en Zonas Prioritarias”, el cual se enmarca en la estrategia de ecoeficiencia, con una inversión total de S/.261'070,484 (financiamiento JICA-BID es de S/.203'876,500), tiene como objetivo mejorar la calidad ambiental con una eficiente y sostenible gestión de los residuos sólidos en las zonas priorizadas y se pretende resolver el manejo inadecuado de los residuos sólidos de 31 ciudades del país localizadas en las regiones de Tumbes, Piura, Lambayeque, Amazonas, Loreto, Lima, Ancash, Huánuco, Pasco, Junín, San Martín, Ica, Ayacucho, Apurímac, Puno y Puerto Maldonado. Esta población se favorecerá con proyectos de gestión integral de residuos sólidos que comprenden desde la segregación de residuos en la fuente a través de campañas de sensibilización, hasta la disposición final en rellenos sanitarios.

En el distrito de Cajamarca se implementó el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) desde octubre del 2008 hasta julio del 2011, sin embargo aún existen un conjunto de problemas de tipo ambiental, social, de salud pública y de gestión de servicios urbanos que son consecuencia del manejo inadecuado de los residuos sólidos lo cual, a su vez, ocasiona que la población urbana esté expuesta a los riesgos de contaminación por la presencia de residuos sólidos mal dispuestos.

A continuación se presentan los siguientes aspectos sobre la gestión de residuos sólidos agrupados por:

- Aspectos técnicos operativos.
- Aspectos administrativos, económicos y financieros.

⁴ Ciudad Saludable. Por la Ruta del Reciclaje en el Perú. Lima 2010.

- Aspectos legales.
- Participación de la población en el manejo de residuos sólidos.

1.4.1.1. Aspectos técnicos operativos

La generación per cápita o producción per cápita de residuos sólidos varía de una población a otra, de acuerdo al grado de urbanización, tamaño de la localidad, densidad poblacional, nivel de ingreso, patrones de consumo y nivel socioeconómico de la población, del tipo y cantidad de los recursos económicos y tecnológicos con que se cuenta para reciclarlos, tratarlos y/o aprovecharlos, así como de las capacidades de gestión institucional y de su nivel de eficiencia.⁵

La cantidad promedio diaria que ingresa al relleno sanitario durante el 2010 es de 102.3 tn/día de residuos sólidos, correspondiente sólo al distrito de Cajamarca. La producción per cápita de residuos sólidos para el distrito de Cajamarca para el año 2008 es de 0.70 kg/hab/día según la Municipalidad Provincial de Cajamarca.

Según el último estudio de caracterización de residuos sólidos, realizado el 2004, destaca que el mayor porcentaje de residuos sólidos son materia orgánica (56,18%) y, por otro lado, residuos como papel, cartón, plástico, vidrio, metales, jebes y textiles que suman 20.55%.

En la ciudad de Cajamarca, la gestión técnica operativa del manejo de residuos sólidos se divide en los siguientes:

⁵ Organización Panamericana de la Salud. Informe Regional sobre la Evaluación de los Servicios de Manejo de Residuos Sólidos Municipales en la Región de América Latina y el Caribe. Washington 2005.

1.4.1.1.1. Recolección y transporte de residuos sólidos

El servicio de recolección de residuos sólidos utiliza el método convencional, es decir, emplea equipos recolectores conformados por 18 choferes, 42 ayudantes, 09 camiones compactadores y 1 camión baranda. En los siguientes cuadros se muestran la capacidad de los vehículos recolectores y cantidad de rutas por turno y por tipo de residuo:

Cuadro Nro. 1: Capacidad de vehículos recolectores por código y tipo de vehículo.

NRO.	Código MPC	Tipo de vehículo	Año de fabricación	Capacidad (m ³)
1	119	Compactador	Más de 20 años	4
2	120	Compactador	Más de 20 años	4
3	203	Compactador	2000	15
4	204	Compactador	2000	15
5	205	Compactador	2000	15
6	214	Compactador	2001	12
7	228	Camión Baranda	2004	4
8	246	Compactador	2007	12
9	247	Compactador	2007	12
10	248	Compactador	2007	12

Nota: Los camiones que trabajan 2 turnos son: 214, 246 y 247, actualizado al 31-06-11.

MPC: Municipalidad Provincial de Cajamarca

Cuadro Nro. 2: Cantidad de rutas por turno de trabajo.

Turno	Cantidad de rutas
Mañana	4
Tarde	2
Noche	32
Total	38

Cuadro Nro. 3: Cantidad de rutas por tipo de residuo.

Tipo de residuo	Cantidad de rutas
Domiciliario	32
Comercial	2
Comercial e institucional	1
Barrido Noche	1
Volante	2
Total	38

Como puede apreciarse en el Cuadro Nro. 1, la municipalidad cuenta con 3 vehículos compactadores con cuatro años de servicio, 1 vehículo con siete años de servicio, 1 vehículo con diez años de servicio y 3 vehículos con 11 años de servicio. Estos últimos 05 vehículos por no haber recibido servicio de mantenimiento oportuno y adecuado se encuentran en una situación precaria y requiere pronto reemplazo. Además cuenta con 02 vehículos con 20 años de servicio. Son vehículos, comparativamente con la tecnología actual cuyo costo de reparación es elevado, presentan un bajo rendimiento (baja capacidad de recolección de residuos, bajos niveles de compactación), alto consumo de combustible, por las características de combustión de sus motores, generan emisiones que superan los límites permisibles de emisiones y contaminan el ambiente.

La municipalidad presta el servicio sólo en el casco urbano 3 veces por semana en la zonas residenciales y diariamente en el centro histórico y en zonas comerciales. Además, recolecta la maleza de parques, los residuos del servicio de barrido de calles y presta servicio a los mercados.

Mediante la implementación del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la provincia de Cajamarca, se realizó la actualización de las rutas de

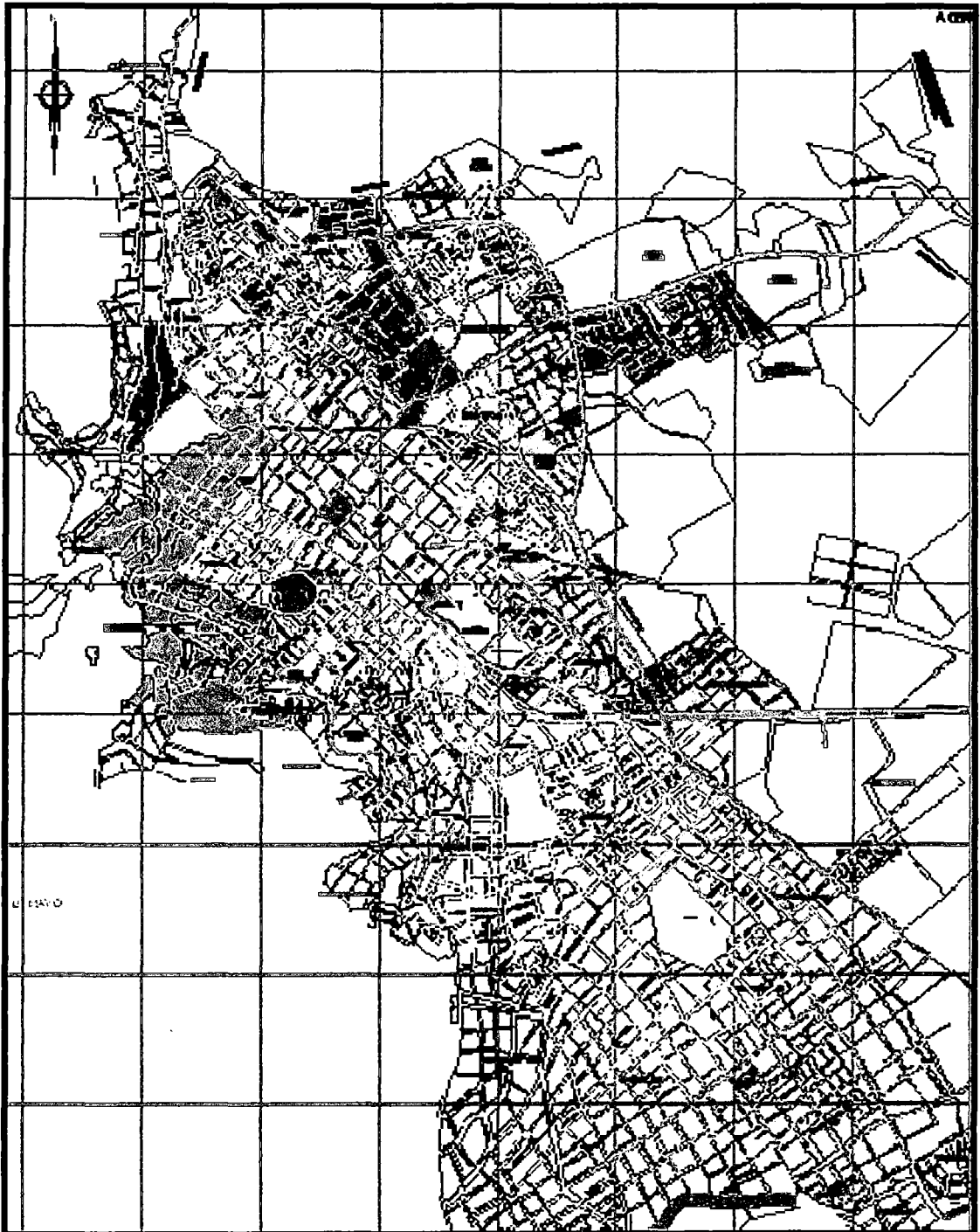
recolección por acuerdo con el Sub Gerente de Limpieza Pública de la Municipalidad Provincial de Cajamarca.

Sectores Actuales de Recolección. Cuentan actualmente definidos los sectores de recolección, se tienen definidas en el distrito 38 rutas, las cuales son atendidas por el municipio, de las cuales:

- 35 rutas son atendidas con una frecuencia interdiaria.
- 2 rutas son atendidas con una frecuencia de lunes a viernes.
- 1 ruta es atendida de lunes a sábado.

Distribución de Personal. La distribución y el horario de trabajo del personal es de 3-4 trabajadores por vehículo recolector y va acorde en la mayoría de los casos con generación de las rutas de recolección.

Figura Nro. 1: Plano de rutas de recolección de residuos sólidos de la ciudad de Cajamarca.



Cuadro Nro. 4: Rutas de recolección y promedio recolectado de residuos sólidos municipales del distrito de Cajamarca durante el año 2009.

Rutas	Días de recojo	Hora	Turno	Capacidad (m ³)	Capacidad (tn)	Vueltas por día	Promedio recolectado por semana (tn)	Estado	Tipo de residuo
1A y 1B	L-M-V	18:00 - 2:00	Noche	12	6	2	36	Nuevo	Domiciliario
2A y 2B	M-J-S	18:00 - 2:00	Noche	15	7.5	2	45	Regular	Domiciliario
3A y 3B	L-M-V	18:00 - 2:00	Noche	12	6	2	36	Nuevo	Domiciliario
4A y 4B	L-M-V	18:00 - 2:00	Noche	15	7.5	2	45	Regular	Domiciliario
5A y 5B	M-J-S	18:00 - 2:00	Noche	15	7.5	2	45	Regular	Domiciliario
6A Y 6B	L-M-V	18:00 - 2:00	Noche	12	6	2	36	Nuevo	Domiciliario
7	L-M-V	18:00 - 2:00	Noche	15	7.5	1	22.5	Regular	Domiciliario
8A Y 8B	M-J-S	18:00 - 2:00	Noche	12	6	2	36	Nuevo	Domiciliario
9A y 9B	M-J-S	18:00 - 2:00	Noche	15	7.5	2	45	Regular	Domiciliario
10	M-J-S	6:00 - 14:00	Mañana	12	6	1	18	Regular	Domiciliario
11	L-M-V	5:00 - 13:00	Mañana	12	6	1	18	Nuevo	Domiciliario
12A y 12B	L-M-V	18:00 - 2:00	Noche	15	7.5	2	45	Regular	Domiciliario
13A y 13B	M-J-S	20:00 - 4:00	Noche-Madrugada	12	6	2	36	Regular	Comercial
14A Y14B	L-M-V	18:00 - 2:00	Noche	4	2	2	12	Malo, en uso	Domiciliario
15A Y 15B	M-J-S	18:00 - 2:00	Noche	4	2	2	12	Malo, en uso	Domiciliario
16	M-J-S	18:00 - 2:00	Noche	4	2	1	6	Malo, en uso	Domiciliario
17	L-M-V	18:00 - 2:00	Noche	4	2	1	6	Malo, en uso	Domiciliario
18A Y 18B	M-J-S	18:00 - 2:00	Noche	12	6	2	36	Nuevo	Domiciliario
19	L-M-V	6:00- 14:00	Mañana	12	6	1	18	Regular	Domiciliario
20A Y 20B	M-J-S	18:00 - 2:00	Noche	12	6	2	36	Nuevo	Domiciliario
21	M-J-S	5:00 - 13:00	Mañana	12	6	1	18	Nuevo	Comercios e instituciones
22	L-M-M-J-V-S	00:00 - 8:00	Madrugada	12	6	1	36	Regular	Barrido noche
23A Y 23B	L-M-M-J-VS-D	10:00 - 12:00 y 14:30 - 18:00	Mañana-Tarde	4	2	2	28	Regular	Solo volante
							672	Por semana (tn)	
							95.9	Por día (tn)	

Nota:

La densidad promedio de la unidad recolectora es de 0.5 tn/m³.

Fotografía Nro. 1: Camiones Recolectores de la ciudad de Cajamarca.



Se puede apreciar que la mayoría de las unidades se usan solo una vez al día, pudiendo ser utilizadas en doble turno para poder así tener una 100% de cobertura de residuos sólidos generados en el casco urbano.

1.4.1.1.2. Barrido de calles

La demanda del servicio de barrido son 485.60 kilómetros lineales por día. En el turno diurno la demanda es 319.61 kilómetros lineales por día; y en el horario nocturno, es 166 kilómetros lineales por día. El servicio es manual y es prestado directamente por la municipalidad. Para esto, se cuenta con 36 trabajadores; 19 en el horario diurno de 7 a 5 p.m.; y 17 en el horario nocturno de 11 p.m. a 6 a.m.

Cuadro Nro. 5: Demanda del servicio de barrido de calles.

Turno día						
Tipos de calles	Tipo de barrido		Frecuencia de barrido (veces por día)	Días de trabajo por semana	Distancia (km)	Distancia por día (km)
	Manual	Mecanizada				
Calles comerciales del centro histórico	X		2	7	12.89	25.77
Calles principales del centro histórico	X		2	7	28.61	57.22
Calles secundarias del centro histórico	X		2	7	18.66	37.32
Calles de zonas residenciales	X		1	6	69.19	59.3
Calles comerciales de la zona periférica	X		1	6	13.27	11.38
Calles principales de la zona periférica	X		1	6	92.83	79.57
Calles secundarias de la zona periférica	X		1	3	114.44	49.05
Total					349.89	319.61
Turno Noche						
Tipos de calles	Tipo de barrido		Frecuencia de barrido (veces por día)	Días de trabajo por semana	Distancia (km)	Distancia por día (km)
	Manual	Mecanizada				
Calles comerciales del centro histórico	X		1	7	12.89	12.89
Calles principales del centro histórico	X		1	7	28.61	28.61
Calles secundarias del centro histórico	X		1	7	18.66	18.66
Calles de zonas residenciales	X		1	7	42.25	42.25
Calles comerciales de la zona periférica	X		1	7	9.66	9.66
Calles principales de la zona periférica	X		1	7	53.92	53.92
Calles secundarias de la zona periférica	X		1		43.97	0.00
Total					209.96	166

Fuente: Gerencia de Desarrollo Ambiental – Municipalidad Provincial de Cajamarca.

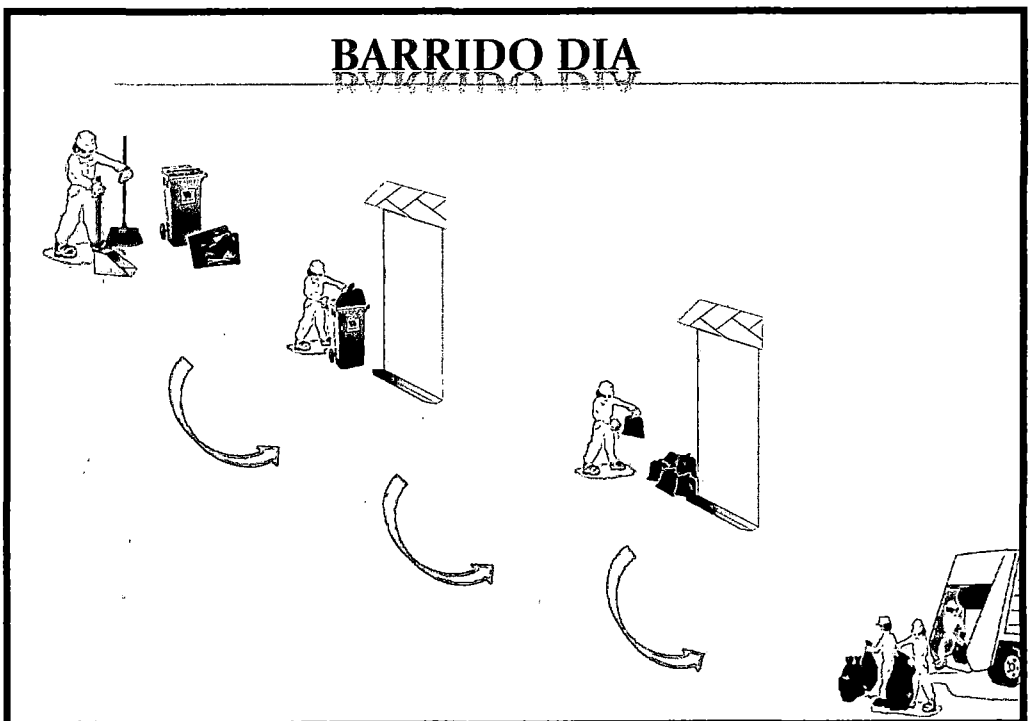
Cuadro Nro. 6: Déficit del Servicio de Barrido de Calles.

Descripción	Unidad	Diurno		Nocturno		Total	
		Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Demanda total diaria de limpieza de calles	Km lineal	320	100	166	100	486	100
Cobertura del servicio de barrido de calles	Km lineal	38	11.89	46	28	84	20
Déficit del barrido de calles	Km lineal	282	88.11	120	72	402	80

Fuente: Gerencia de Desarrollo Ambiental – Municipalidad Provincial de Cajamarca.

El déficit estimado del servicio es el siguiente: en el turno diurno 282 kilómetros lineales (88.11%) y en el turno nocturno 120 (72%) kilómetros lineales. Ver el siguiente cuadro.

En la siguiente figura se muestra las características del servicio de barrido del turno diurno:

Figura Nro. 2: Diagrama de barrido de calles.

En la siguiente figura se muestra las características del servicio de barrido del turno nocturno:

Figura Nro. 3: Diagrama de barrido - Turno noche.



Es de notar que para el almacenamiento y transporte de los residuos recolectados en el servicio de barrido en el turno día, se utilizan contenedores plásticos, sin embargo, en la noche, se utilizan carretones (los mismos que resultan ser inadecuados para el servicio).

El trabajador traslada los residuos hacia puntos de acopio para posteriormente ser recolectados por los vehículos recolectores. Estos puntos de acopio constituyen un problema porque se observa la presencia de perros y de segregadores informales. El personal de barrido carece de herramientas, materiales y uniformes de trabajo.

1.4.1.1.3. Recuperación de residuos sólidos

a) Recuperación de residuos sólidos inorgánicos

El reciclaje se logra de tres maneras, la primera es mediante la separación y acopio de algunos comercios y medianos generadores para venderlos a recicladores informales. Generalmente, este tipo de reciclaje es lucrativo y ecológicamente positivo porque puede realizarse bajo condiciones que protegen la salud del trabajador.

El segundo tipo de segregación es el practicado en los residuos sólidos y consta de dos tipos de intervención, la primera por los segregadores informales en las bolsas o recipientes colocados para su recolección y la segunda en el camión recolector por los trabajadores del servicio. Esta forma de recuperación obviamente no es recomendable porque generalmente pone en riesgo la salud de los segregadores y causa problemas de estética en la ciudad e ineficiencia en los servicios municipales.

El tercer tipo es mediante la recolección de los recicladores formales, mediante el Programa de Recolección Selectiva de Residuos Sólidos en el distrito de Cajamarca.

En general, los mayores beneficiarios son los intermediarios, que venden a las industrias de reciclaje ubicadas en Trujillo, Chimbote y Lima.

Desde octubre del 2008 se cuenta con un Programa de Recolección Selectiva de Residuos Sólidos, la recuperación se realiza formalmente, a través de la Asociación de Recicladores Cajamarca Saludable (única asociación de recicladores de la provincia de Cajamarca), conformado por

aproximadamente 25 recicladores, que recuperan un promedio diario de 700 kg de residuos por día, con 4 triciclos obtenidos a partir de sus propios recursos y 1 moto furgón obtenida con fondos del proyecto de implementación del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la provincia de Cajamarca.

Desde enero del 2009 hasta diciembre del 2010 la Asociación Recicladores Cajamarca Saludable ha recolectado 399 031 kg de residuos sólidos tales como: papel blanco, papel de color, cartón, PET, plástico duro, chatarra, periódico, vidrio, bolsas de plástico y algunos metales.

El Programa de Recolección Selectiva, establece un incentivo llamado Bono Celeste, el cual permite un descuento en el pago de arbitrios de limpieza pública del 15%, siempre que cada predio segregue sus residuos aprovechables y los entregue a los recicladores formalizados, como mínimo una vez por semana (0.5 kg – 1.0 kg), a cambio el reciclador colocará un sticker en la cartilla entregada previamente (la cartilla es entregada por un grupo de sensibilizadores ambientales).

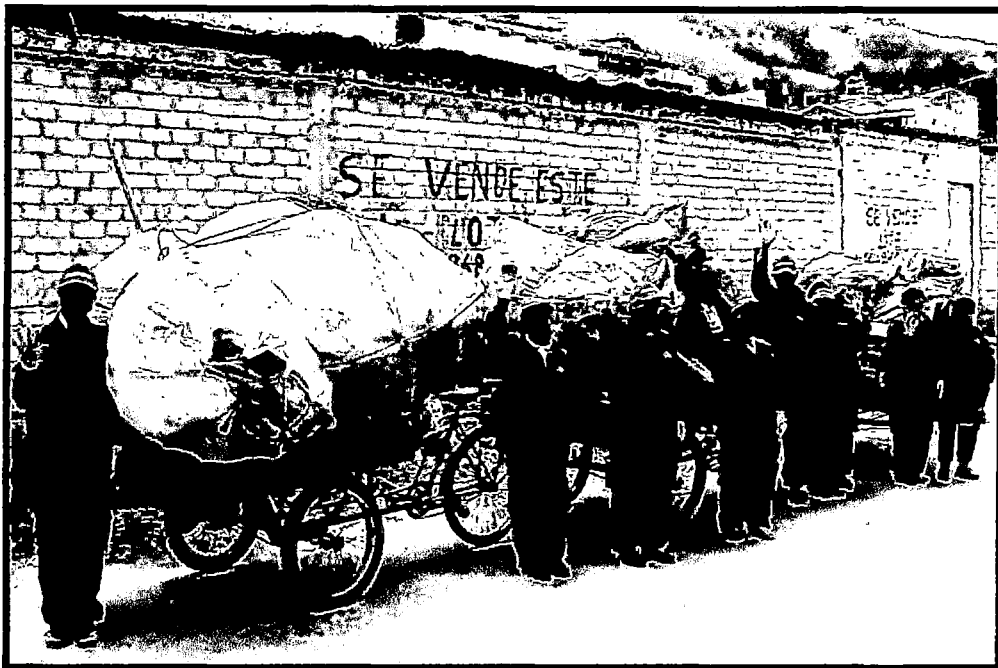
Fotografía Nro. 2: Recicladora uniformada de la Asociación de Recicladores Cajamarca Saludable, pegando el sticker del bono celeste.



Fotografía Nro. 3: Recicladores saliendo de la I.E. David College.



Fotografía Nro. 4: Integrantes de la Asociación de Recicladores Cajamarca Saludable.



La división de lugares del Programa de Recolección Selectiva se muestra a continuación:

Cuadro Nro. 7: Lugares donde se realiza la Recolección Selectiva por día de recojo.

DÍA	LUGAR
LUNES	Ba. San Sebastián y Urb. Ramón Castilla
MARTES	Ba. San José, PP. JJ. José Carlos Mariátegui, PP. JJ. Túpac Amaru, PP. JJ. Cahuide, Urb. José Gálvez, PP. JJ. Simón Bolívar, Urb. Las Margaritas, Ba. Pueblo Libre, Ba. Marcopampa, Urb. Cajamarca, Urb. Villa Universitaria y Asociación Provivienda El Tayo.
MIÉRCOLES	Ba. La Merced, Ba. 2 de Mayo y Ba. La Florida
JUEVES	Urb. Los Pinos, Urb. El Bosque, urb. La Perlita, Lot. Tunaspampa, Urb. Sarita, Urb. Santa Rosa I, Urb. Santa Rosa II, Asociación de Vivienda Mag. Amauta, urb. Los Jazmines, Urb. Las Margaritas, Urb. El Jardín, Urb. José Gálvez, Ba. Aranjuez y Ba. San Martín.
VIERNES	Ba. San Pedro, Ba. Cumbemayo y Ba. Santa Apolonia.

SÁBADO	Urb. El Ingenio, urb. Los rosales, Lot. 22 de Octubre, Lot. La Alameda, Urb. San Carlos, Fonavi II, Urb. San Luis, Lot. Raymina, Urb. Horacio Zevallos, PP. JJ. El Amauta y Ba. La Colmena
--------	--

Sin embargo aún existen recicladores urbanos en la ciudad, los mismos que trabajan informalmente y en condiciones bastante precarias. Se estima que trabajan en la ciudad 75 recicladores informales.

Todos los residuos recuperados por algunos comercios, trabajadores de recolección de residuos sólidos de la municipalidad, Asociación Recicladores Cajamarca Saludable y de los pequeños acopiadores informales son vendidos a las siguientes empresas intermediarias:

- Recuperación de Residuos Sólidos Wilo
- Empresa Recicladora DEKART Cajamarca S.A.C.

La segregación en la fuente genera una cantidad de ventajas que podemos tomar en cuenta:

- Cada vez que separamos los residuos sólidos y los almacenamos convenientemente, se facilita la manipulación de los residuos, se reduce los riesgos de contaminación, la presencia de vectores y, además se pueden obtener mejores resultados: mayor volumen de residuos sólidos recuperados y con mayor valor de cambio en el mercado del reciclaje.
- Cada vez que segregamos disminuye la cantidad de residuos que se disponen en los rellenos sanitarios, lo que permite proteger el suelo, aire y agua e incrementan la vida útil de los rellenos sanitarios.

- Puede generarse nueva materia prima de calidad a menor costo, ahorrar energía y recursos naturales como agua, combustibles, árboles y minerales.

Por otro lado, la recolección selectiva de residuos sólidos permite obtener las siguientes ventajas:

- Posibilita mejorar el manejo de los residuos sólidos, en tanto, se puede recolectar mayores volúmenes de residuos sólidos aprovechables en la fuente y facilitar su reciclaje.
- Con un programa de recolección selectiva disminuye el gasto municipal en el servicio de limpieza pública en la medida que se reducen los costos de barrido, recolección y disposición final.

Complementariamente, la recolección selectiva de residuos sólidos constituye, en nuestro país, una estrategia de inclusión social, en una oportunidad de empleo e ingresos para cientos de familias pobres, quienes de manera informal en la ciudad, con el apoyo de triciclos o a pie, en el día y en la noche, recorren las calles de los distritos en busca de residuos sólidos que acopian y luego los venden a almacenes de compra y venta de material segregado.

A continuación se presentan los siguientes cuadros llenados a partir de una entrevista que se realizó a las dos más grandes empresas comercializadoras de residuos sólidos del distrito de Cajamarca.

Cuadro Nro. 8: Cantidad promedio mensual de residuos sólidos inorgánicos aprovechables en el distrito de Cajamarca durante el año 2010 de la Empresa de Residuos Sólidos Wilo.

Material	Und	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Lata	tn	11.00	10.00	11.00	9.00	9.00	11.00	10.00	10.00	9.00	10.00	7.00	8.00	115.00
Plástico PET	tn	15.00	14.00	15.00	15.00	15.00	13.00	13.00	15.00	14.00	15.00	15.00	13.00	172.00
Plástico duro	tn	10.00	9.00	10.00	9.00	10.00	8.00	9.00	9.00	8.00	10.00	9.00	9.00	110.00
Papel blanco	tn	6.00	8.00	9.00	7.00	8.00	9.00	20.00	20.00	20.00	15.00	10.00	10.00	142.00
Papel color	tn	3.00	3.00	5.00	3.00	4.00	5.00	3.00	5.00	4.00	3.00	3.00	5.00	46.00
Cartón	tn	15.00	12.00	13.00	12.00	13.00	13.00	10.00	3.00	5.00	4.00	6.00	5.00	111.00
Coca lata	tn	0.10	0.05	0.10	0.05	0.10	0.05	0.10	0.10	0.10	0.05	0.05	0.10	0.95
Film	tn	2.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	42.00
Periódico	tn	0.50	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50
Fierro	tn	5.00	5.60	5.00	9.50	9.50	11.00	8.50	9.80	9.50	8.00	8.50	7.00	96.90
Zapato, manguera y jebe	tn	1.00	3.00	4.00	4.00	3.50	3.00	4.00	4.00	3.60	4.00	3.80	4.20	42.10
Bronce	tn	0.05	0.10	0.20	0.10	0.05	0.01	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	0.20	1.41
Plomo	tn	0.05	0.05	0.10	0.00	0.15	0.20	0.10	0.00	0.20	0.18	0.00	0.21	1.24
Aluminio, aluminio chapa y aluminio olla	tn	0.50	0.60	0.50	0.60	1.00	0.90	0.80	0.90	1.00	1.00	1.20	1.10	10.10
Cobre	tn	0.20	0.05	0.05	0.03	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.69
Total mensual	tn	69.40	70.45	77.95	73.28	76.34	77.21	82.74	81.05	77.55	73.37	67.69	66.86	893.89
Promedio diario	tn	2.24	2.52	2.51	2.44	2.46	2.57	2.67	2.61	2.59	2.37	2.26	2.16	2.45

Fuente: Entrevista realizada en enero del 2011 al encargado de la empresa recicladora.

Cuadro Nro. 9: Cantidad promedio mensual de residuos sólidos inorgánicos aprovechables en el distrito de Cajamarca durante el año 2010 de la Empresa Recicladora DEKART Cajamarca.

Material	Und	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Lata	tn	12.00	10.00	15.00	10.00	10.00	12.00	12.00	10.00	8.00	11.00	7.50	9.60	127.10
Plástico PET	tn	35.00	25.00	26.00	20.00	25.00	20.00	25.00	25.00	25.00	22.00	22.00	21.00	291.00
Plástico duro	tn	18.00	15.00	14.00	16.00	15.00	14.00	12.00	12.00	18.00	18.00	20.00	22.00	194.00
Papel blanco	tn	10.00	8.00	9.00	10.00	7.00	7.00	8.50	9.00	5.00	7.00	6.50	7.50	94.50
Papel color	tn	8.00	7.00	6.00	5.00	5.00	6.00	6.00	7.00	7.00	8.00	9.00	10.00	84.00
Cartón	tn	16.00	13.00	15.00	15.00	14.00	18.00	16.00	15.00	18.00	21.00	12.00	15.00	188.00
Coca lata	tn	0.30	0.60	0.80	0.25	0.50	0.20	0.60	0.30	0.40	0.50	0.50	0.60	5.55
Film	tn	4.00	5.00	3.00	5.00	4.00	5.00	6.00	6.00	4.00	4.00	5.00	5.00	56.00
Vidrio	tn	1.50	1.20	1.30	1.00	1.10	1.00	1.00	1.20	1.30	1.20	1.20	1.50	14.50
Periódico	tn	1.00	1.50	0.50	1.00	1.00	1.00	1.30	1.50	1.00	1.50	1.20	1.60	14.10
Fierro	tn	7.00	8.00	9.00	9.00	9.50	9.00	8.50	9.50	10.00	8.50	9.50	9.50	107.00
Zapato, manguera y jebe	tn	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	5.00	5.00	6.00	5.00	5.00	4.00	50.00
Bronce	tn	0.40	0.30	0.40	0.40	0.40	0.30	0.20	0.30	0.20	0.40	0.20	0.30	3.80
Plomo	tn	0.10	0.10	0.15	0.10	0.15	0.15	0.15	0.10	0.20	0.20	0.30	0.20	1.90
Aluminio, aluminio chapa y aluminio olla	tn	1.00	1.00	1.20	0.90	0.80	0.90	0.90	1.00	1.30	1.50	1.20	1.00	12.70
Cobre	tn	0.30	0.20	0.10	0.15	0.20	0.30	0.20	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	2.35
Total mensual	tn	118.60	98.90	104.45	96.80	96.65	98.85	103.35	103.10	105.60	110.00	101.25	108.95	1246.50
Promedio diario	tn	3.83	3.53	3.37	3.23	3.12	3.30	3.33	3.33	3.52	3.55	3.38	3.51	3.42

Fuente: Entrevista realizada en enero del 2011 al encargado de la empresa recicladora.

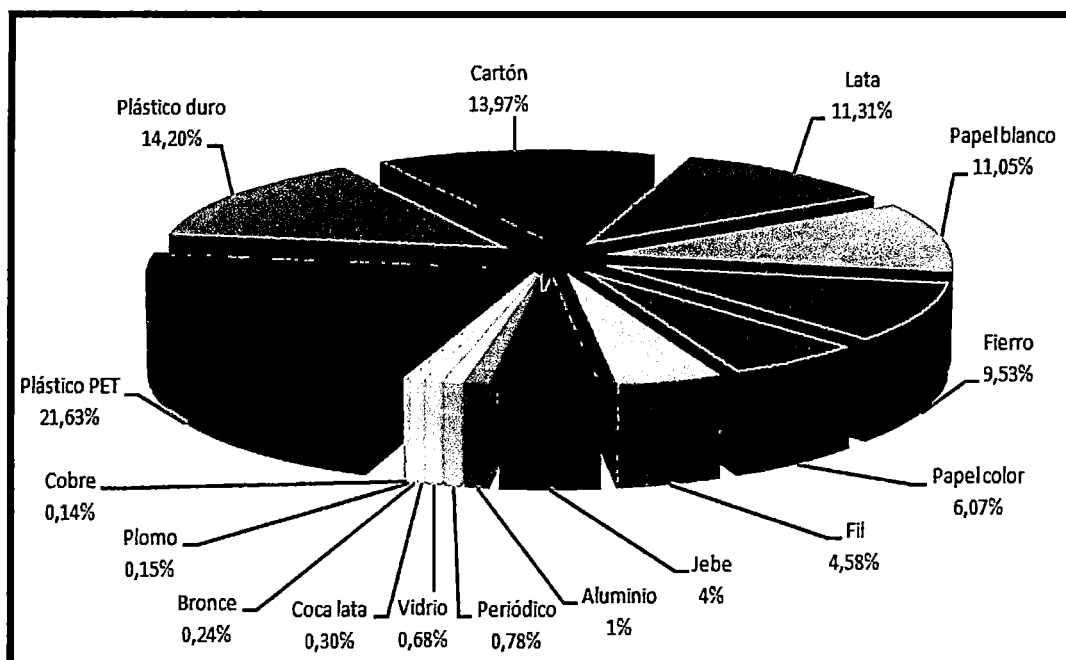
El siguiente cuadro muestra cantidad promedio anual y diaria de residuos sólidos inorgánicos aprovechables por empresa y material en el distrito de Cajamarca. El promedio anual diario de estos residuos asciende a 5.86 tn/día.

Cuadro Nro. 10: Cantidad promedio anual y diaria de residuos sólidos inorgánicos aprovechables por empresa y material durante el año 2010.

Material	Empresa de Residuos Sólidos Wilo (tn/año)	Empresa Recicladora DEKART Cajamarca (tn/año)	Promedio diario (tn/día)
Lata	115.00	127.10	0.66
Plástico PET	172.00	291.00	1.27
Plástico duro	110.00	194.00	0.83
Papel blanco	142.00	94.50	0.65
Papel color	46.00	84.00	0.36
Cartón	111.00	188.00	0.82
Coca lata	0.95	5.55	0.02
Film	42.00	56.00	0.27
Vidrio	0.00	14.50	0.04
Periódico	2.50	14.10	0.05
Fierro	96.90	107.00	0.56
Zapato, manguera y jebe	42.10	50.00	0.25
Bronce	1.41	3.80	0.01
Plomo	1.24	1.90	0.01
Aluminio, aluminio chapa y aluminio olla	10.10	12.70	0.06
Cobre	0.69	2.35	0.01
PROMEDIO ANUAL	893.89	1246.50	2140.39
PROMEDIO DIARIO	2.45	3.42	5.86

La siguiente grafica nos muestra el porcentaje de residuos sólidos inorgánicos aprovechados en el distrito de Cajamarca en el 2010.

Figura Nro. 4: Porcentaje recuperado de residuos sólidos inorgánicos aprovechables en el 2010.



El plástico PET es el material que se recupera en mayor porcentaje (21.63%) comparado con el total de residuos sólidos inorgánicos aprovechables, durante el año 2010.

Cabe mencionar que todos los pequeños acopiadores de residuos sólidos inorgánicos aprovechables del distrito de Cajamarca venden sus materiales a estas dos empresas comercializadoras de residuos sólidos mencionadas en los cuadros anteriores, es por esta razón que se decidió entrevistar sólo a estas dos grandes empresas.

Cuadro Nro. 11: Pequeños acopiadores de residuos sólidos inorgánicos aprovechables.

Propietario	Dirección
Sra. Norma Lulichac Vásquez	Av. Alfonso Ugarte 583
Sra. Nery Zavaleta Rodríguez	Av. Independencia cdra. 15
Sra. Juana Pérez Fernández	Av. Independencia s/n cdra. 16
Sr. Francisco Chilón Chávez	Av. Vía Evitamiento Sur 1400
Sr. Fredy Paulo Ñique Ávila	Av. Vía Evitamiento Norte D9A
Sr. Walter Mestanza Bravo	Av. Vía Evitamiento Sur A-5
Sr. Leoncio Ávila Meza	Jr. Sara Mc Dougal 460
Sr. Juan Eusebio Sánchez	Caserío Aylambo
Asociación de Recicladores Cajamarca Saludable	Frente al Vivero Municipal Venecia

El siguiente cuadro nos muestra el monto recuperado por residuos sólidos inorgánicos aprovechables con costos al 2010.

Cuadro Nro. 12: Ingresos por residuos sólidos inorgánicos aprovechables en el distrito de Cajamarca durante el año 2010.

Material	Precio en el mercado (S/. / tn)	Promedio recuperado (tn/día)	Monto parcial (S/.)
Plástico PET	900.00	1.268	1141.6
Plástico duro	500.00	0.833	416.4
Cartón	75.00	0.819	61.4
Lata	450.00	0.663	298.5
Papel blanco	650.00	0.648	421.2
Fierro	470.00	0.559	262.6
Papel color	200.00	0.356	71.2
Fil	450.00	0.268	120.8
Zapato, manguera y jebe	400.00	0.252	100.9
Aluminio, aluminio chapa y aluminio olla	3000.00	0.062	187.4
Periódico	33.30	0.045	1.5
Vidrio	50.00	0.040	2.0
Coca lata	1000.00	0.018	17.8
Bronce	7000.00	0.014	99.9
Plomo	2000.00	0.009	17.2
Cobre	13000.00	0.008	108.3
		Total diario (S/.)	3,328.8
		Total anual (S/.)	1,215,015.8

Con la misma cantidad recolectada de residuos sólidos inorgánicos aprovechables durante el año 2010 y con los precios del año 2011, se muestra en el siguiente cuadro los ingresos obtenidos:

Cuadro Nro. 13: Ingresos por residuos sólidos inorgánicos aprovechables en el distrito de Cajamarca durante el año 2010 con precios del año 2011.

Material	Precio en el mercado (S/. / tn)	Promedio recuperado (tn/día)	Monto parcial (S/.)
Plástico PET	2000.00	1.268	2537.0
Plástico duro	1000.00	0.833	832.9
Cartón	370.00	0.819	303.1
Lata	700.00	0.663	464.3
Papel blanco	900.00	0.648	583.2
Fierro	700.00	0.559	391.0
Papel color	300.00	0.356	106.8
Fil	600.00	0.268	161.1
Zapato, manguera y jebe	600.00	0.252	151.4
Aluminio, aluminio chapa y aluminio olla	4000.00	0.062	249.9
Periódico	50.00	0.045	2.3
Vidrio	70.00	0.040	2.8
Coca lata	1500.00	0.018	26.7
Bronce	10000.00	0.014	142.7
Plomo	2000.00	0.009	17.2
Cobre	18000.00	0.008	149.9
Total diario (S/.)			6,122.3
Total anual (S/.)			2,234,635.0

Comparando los dos últimos cuadros, tenemos que si la cantidad promedio recuperada de residuos sólidos inorgánicos aprovechables durante el año 2010 permanece constante, y actualizando los precios de los materiales al año 2011, se tendrá que los ingresos al 2011 son superiores por S/. 1'019,619. Cabe resaltar que no se ha considerado un aumento de la cantidad de residuos sólidos inorgánicos aprovechables, pero entendemos que si aumentan los

precios en el mercado, entonces será un negocio beneficioso y por lo tanto se incrementará el aprovechamiento de estos residuos.

b) Recuperación de residuos sólidos orgánicos.

La municipalidad cuenta con un área y almacenamiento para compostaje en el Complejo de Residuos Sólidos de la Municipalidad Provincial de Cajamarca, se tiene que de diciembre del 2009 a octubre del 2010 se ha realizado el tratamiento de estos residuos provenientes del Mercado Central de Cajamarca mediante compost solo a escala piloto por un alumno de la Universidad Nacional de Cajamarca.

No se tiene registrado de todos los días en que ingresaba los residuos orgánicos para el compost, tampoco se tiene la cantidad de compost producido. Sin embargo en el mes de octubre del 2010 se tiene registrado que produjeron 280kg de compost. Este material ha sido utilizado como mejorador de suelos en los jardines del complejo de residuos sólidos. Estos residuos son tratados en el almacén de compost del complejo de residuos sólidos. Luego de esta pequeña experiencia no se ha realizado hasta el mes de septiembre del 2011, ningún aprovechamiento de estos residuos a mayor escala.

Se observó segregación y recuperación informal de residuos y alimentación de animales, por acopiadores informales denominados chancheros, provistos de camionetas y motos furgón para trasladar estos residuos. Se determinó entre el 6 y 11 de septiembre del 2010 en la ciudad de Cajamarca la cantidad de residuos orgánicos aprovechables que los principales productores como mercados, restaurantes y

hoteles que entregan sus residuos a los recicladores informales de estos residuos de la siguiente manera:

1. En conjunto con tres recicladores informales y 2 ayudantes de recolección de limpieza pública de la Municipalidad Provincial de Cajamarca se realizó una lista de los principales abastecedores de residuos orgánicos aprovechables y los posibles horarios de recolección de estos.
2. Se hizo una recorrido en campo durante 2 días para determinar a ciencia cierta los horarios en que se recolectaban estos residuos
3. Luego de identificar a los principales productores y los horarios de recolección se procedió a realizar un cronograma por horas y pesos recolectados por comercio identificado. Se identificó en el recorrido previo que para almacenar los residuos orgánicos aprovechables usan como recipientes envases de plástico de aceite de 20 litros de capacidad o cilindros de 200 litros de capacidad.
4. Se determinó la cantidad de residuos orgánicos aprovechados durante el 8 y 9 de septiembre. Durante estos días también se determinó que la densidad promedio de los residuos recolectados es de 1 kg/m^3 .

De la determinación anterior se obtuvo que en promedio se recolecta por día 2.84 tn/día de residuos orgánicos aprovechables.

Cuadro Nro. 14: Cantidad promedio de residuos sólidos orgánicos aprovechables por día durante el año 2010 en el distrito de Cajamarca.

Nro.	Nombre de los principales productores	Cantidad de residuos orgánicos aprovechados (tn/día)
1	Mercado Central	0.80
2	Mercado San Sebastián	0.40
3	Mercado San Martín	0.20
4	Hotel Costas del Sol	0.10
5	Restaurant Salas	0.10
6	Pollería la Cena	0.15
7	Gran Hotel Continental	0.08
8	Super Chiken	0.15
9	Chifa Salón China	0.10
10	Restaurant La Fonda	0.10
11	Hotel Continental	0.10
12	Hotel Casa Blanca	0.10
13	Pollería el Fogón Dorado	0.10
14	Chifa central	0.06
15	Restaurant Cascanuez	0.06
16	Restaurant la campiña	0.04
17	Juguería Boom plaza	0.02
18	Restaurant "El Cairo"	0.04
19	Restaurant "la Fonda"	0.04
20	Restaurant "La Chicharronería"	0.04
21	Cebichería Fliper	0.02
22	Cebichería El Pez Marino	0.02
23	Chifa Amigo	0.02
Total (tn/día)		2.84

Fuente: Elaboración propia.

Si consideramos que todo el material recuperado por los recicladores informales de residuos orgánicos aprovechables (2.84 tn/día), se convierte en compost, tenemos en el siguiente cuadro, el ingreso anual obtenido por estos residuos.

Cuadro Nro. 15: Monto promedio por residuos orgánicos aprovechables en el distrito de Cajamarca durante el año 2010 con precios del año 2011.

Material	Precio en el mercado (S/. / tn)	Promedio recuperado (tn/día)	Monto parcial (S/.)
Materia orgánica	600.00*	2.84	1,704.0
		Total diario (S/.)	1,704.0
		Total anual (S/.)	621,960.0

* Centro Experimental de Formación Profesional Cajamarca

Figura Nro. 5: Rumas de compost en el almacén de compostaje.



De los cuadros anteriores tenemos que la cantidad de residuos orgánicos e inorgánicos aprovechables durante el 2010 es de:

Cuadro Nro. 16: Cantidad promedio de residuos sólidos aprovechables inorgánicos y orgánicos durante el año 2010.

Residuos Sólidos Aprovechables	Cantidad promedio (tn/día)
Inorgánicos	5.86
Orgánicos	2.84
Total	8.70

Entonces la cantidad promedio de residuos sólidos aprovechables orgánicos e inorgánicos es de 8.70 tn/día en el año 2010. Realizando las proyecciones correspondientes tenemos que para el 2010 en el distrito de Cajamarca la generación de residuos sólidos es de 120.45 tn/día, entonces se tiene que el 4.87% son residuos sólidos aprovechables inorgánicos y el 2.36% son residuos sólidos aprovechables orgánicos.

1.4.1.1.4. Disposición final de residuos sólidos

En la provincia de Cajamarca hasta julio del 2009 no se contaba con un relleno sanitario y, todos los residuos recolectados se disponían a cielo abierto en el botadero de Shudal ubicado a la altura del kilómetro 6.3 de la Carretera Cajamarca – Chiclayo (margen izquierda). Incluyendo los residuos sólidos hospitalarios.

A partir del 13 de julio del 2009 la municipalidad provincial cuenta con la I Etapa de la Infraestructura para Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos del Ámbito de la Gestión Municipal e Infraestructura para Disposición Final de Residuos Sólidos del Ámbito de la Gestión No Municipal, la cual presenta como componentes principales lo siguiente:

- Vía de acceso exterior y vías internas.
- Infraestructura Administrativa y de servicios (Oficinas, Servicios Higiénicos, Cocina y comedor, Almacén).
- Infraestructura para pesaje y control (Balanza y caseta para pesaje y control).
- Infraestructura para Procesamiento de residuos orgánicos (compostaje).
- Infraestructura Sanitaria (Abastecimiento de agua, y tratamiento de aguas residuales domesticas: Pozo séptico, pozo de percolación y lecho de secado de lodos.
- Infraestructura para disposición Final de residuos sólidos del ámbito de la gestión Municipal (Relleno sanitario Mecanizado), para una vida útil de 4 años.
- Infraestructura para la Disposición Final de residuos del Ámbito de la Gestión No Municipal (Residuos Hospitalarios).

Para la segunda etapa se tendrá los siguientes componentes:

- Infraestructura para Reciclaje de materiales inorgánicos.
- Infraestructura para Parqueo y mantenimiento de maquinarias.
- Infraestructura para Maestranza y lavado de unidades (Infraestructura complementaria).
- Infraestructura para disposición Final de residuos sólidos del ámbito de la gestión Municipal (Relleno sanitario Mecanizado). Se ejecutará en el área contigua al este de la Primera Etapa por el mismo método combinado, con una extensión adicional de 1.275 ha. y una vida útil de 5.8 años, se empalmará a la existente.

Descripción de los componentes principales de la I Etapa de la Infraestructura para el tratamiento y disposición final de residuos sólidos de los ámbitos de las gestiones municipal y no municipal:

Vía de acceso exterior. Comprende la vía externa que se inicia en la carretera Cajamarca – Namora y atraviesa el terreno destinado a la infraestructura de Tratamiento y Disposición final de residuos sólidos. La sección de la trocha actual alcanza una sección de vía a nivel de subrasante igual a 6.00 m, la superficie está provista de una capa de pavimento conformada por material granular de cantera, la misma que en su fase de conformación de la superficie final, deberá considerar un bombeo lateral del 2% a partir del eje de la vía.

Vías de acceso interiores. Permite el acceso de los vehículos de recolección y otros equipos hasta las zonas destinadas a la disposición final de residuos de los ámbitos de las gestiones Municipal y Hospitalario. La superficie de rodadura está mejorada mediante un lastrado usando material proveniente de cantera seleccionada y el sistema de drenaje será mediante cunetas laterales. Adicionalmente a la vía de acceso interior de carácter permanente, a lo largo de la vida útil de la infraestructura es necesario la habilitación de vías internas de carácter temporal, estas vías constituirán parte de los trabajos de operación de la infraestructura.

Modulo administrativo. Constituido por los ambientes destinados a la administración y dirección técnica de la infraestructura de tratamiento y disposición final de residuos sólidos de los ámbitos de las gestiones Municipal y No Municipal.

Vestuarios y servicios higiénicos. Para atender la demanda de ambientes adecuados para el personal masculino y femenino que serán asignados a la operación de la infraestructura, el proyecto considera la construcción de un ambiente adecuado para ser utilizado como servicios higiénicos y vestuarios.

Comedor y cocina. Considerando la distancia de la Infraestructura respecto a los poblados más cercanos, el personal asignado a la infraestructura hará uso de refrigerios en las propias instalaciones, para ello el proyecto ha considerado la habilitación de un ambiente adecuado para ser utilizado como comedor, el mismo que tiene una pequeña cocina.

Almacén para materiales y herramientas. Constituido por un ambiente que estará destinado exclusivamente para mantener en las instalaciones de la infraestructura de tratamiento y disposición final de residuos, de los materiales, herramientas, útiles y todo material que rutinariamente se prevé serán utilizados en la operación de la infraestructura.

Balanza y Caseta para pesaje y control. Este modulo que a la vez constituirá el punto de control para el ingreso de personal y vehículos a la infraestructura de tratamiento y disposición final de residuos de los ámbitos de las gestiones Municipal y No Municipal, es constituido por un ambiente para realizar el registro y pesaje los vehículos, realizar el registro de ingreso y salida del personal asignado a la infraestructura, permanencia para el personal de vigilancia y servicio higiénico respectivamente. La estructura de apoyo para la balanza electrónica, está ubicada en el borde izquierdo de la vía de acceso, la misma que está provista de las transiciones para el normal ingreso y salida de las

unidades de recolección. La caja de concreto armado sobre la que se apoya la estructura metalmecánica de la balanza, se habilitó de acuerdo a las especificaciones indicadas en el plano correspondiente, entre ellas deberá tener una horizontalidad precisa.

Infraestructura para procesamiento de residuos orgánicos. Está constituido por la siguiente infraestructura física:

- Superficie adecuada para la elaboración de compost.
- 01 ambiente para ser utilizado como almacén para el producto resultante del procesamiento de los residuos sólidos orgánicos (compost)
- Área de maniobras y vías de circulación (1720 m²).

Estructuras sanitarias. El abastecimiento de agua potable es a través de una manguera que está conectada a una pileta, es almacenado en 2 tanques elevados de polietileno de 2.5 m³ de capacidad cada uno, desde estos tanques apoyados se distribuye el agua a las instalaciones previstas. El sistema para el tratamiento de las aguas residuales domésticas, está constituido por un pozo séptico, un pozo de percolación y un lecho de secado de lodos.

Infraestructura para Disposición Final de residuos sólidos del ámbito de la gestión municipal (relleno sanitario mecanizado). El relleno sanitario mecanizado está constituido por lo siguiente:

- Infraestructura para la Disposición Final de Residuos sólidos del ámbito de la gestión Municipal, limitada a residuos domésticos, para una vida útil de 4 años (1 etapa). Esta infraestructura cuenta con impermeabilización de la base y taludes, con

geomembrana de 1.5 mm de espesor, protegida con geotextil no tejido en la partes superior. En la primera etapa el área del relleno sanitario es de 16500 m², la profundidad promedio es de 2.5m y su altura al final de los cuatro años será de 19 m, con una capacidad para recibir residuos del orden de los 190 000 m³.

- Infraestructura para manejo de lixiviados, compuesto por los drenes longitudinal y transversales a ser habilitados en la base de la infraestructura.
- Infraestructura para monitoreo y succión de lixiviados.
- Infraestructura para almacenamiento y recirculación de lixiviados, con geomembrana de 2 mm de espesor.
- Infraestructura para el drenaje de gases, compuesto por drenes verticales.
- Canales para escurrimiento pluvial.

Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos del Ámbito de la Gestión No Municipal (Celda de Seguridad). La Infraestructura de Disposición final de residuos sólidos del ámbito de la gestión No Municipal, está constituido por lo siguiente:

- Infraestructura para la Disposición Final de Residuos sólidos del ámbito de la gestión No Municipal, limitada a residuos hospitalarios. Esta infraestructura cuenta con impermeabilización de la base y taludes, con geomembrana de 2 mm de espesor, protegida con geotextil no tejido en la partes superior de la geomembrana y encima de la capa de 0.20 m de suelo granular de la base. El área de la celda de seguridad es de 1750 m², la profundidad promedio es de 4m y su altura al final de su vida útil será de 9.5 m.

- Infraestructura para manejo de lixiviados, compuesto por los drenes longitudinal y transversales a ser habilitados en la base de la infraestructura.
- Infraestructura para monitoreo y succión de lixiviados.
- Infraestructura para almacenamiento y recirculación de lixiviados, con geomembrana de 2 mm de espesor.
- Infraestructura para el drenaje de gases, compuesto por drenes verticales.
- Canales para escurrimiento pluvial.

Descripción de los componentes del plan de operación y mantenimiento.

En base a la dinámica de funcionamiento de la planta de tratamiento se presentan los siguientes componentes que se detallan a continuación:

Registro y control de acceso. El balancero-vigilante responsable anota los datos de cada vehículo que ingresa en el formulario de control e indica a cada unidad el lugar donde descargar los residuos sólidos.

El proceso de recepción, pesaje y registro de cada vehículo recolector de la municipalidad provincial de Cajamarca se realiza en promedio de 8pm a 2am de lunes a sábado. Sin embargo el balancero-vigilante que trabaja las 24 horas del día, recibiendo a diferentes horarios a las unidades de residuos municipales y de residuos hospitalarios.

Para el registro de residuos sólidos municipales y no municipales utilizan en el relleno sanitario un formato denominado: "Movimiento Vehicular", el cual indica el nombre del chofer, hora de ingreso, hora de salida, peso bruto, tara, peso neto y fecha.

Sistema de descarga, esparcimiento y compactación de los residuos sólidos. Consiste en transportar los residuos sólidos a la zona de disposición final, donde serán esparcidos y compactados, haciendo uso para ello de maquinaria pesada (tractor de orugas y cargador frontal). La disposición final de los residuos se realizara fundamentalmente bajo el método combinado, los residuos descargados deben ser acumulados y extendidos sobre el talud que constituye el frente de trabajo, respetando las alturas previstas para formar la capa de residuos, uniformizar la superficie de los residuos y realizar la compactación de los residuos mediante sucesivas pasadas del tractor de orugas, hasta alcanzar una superficie uniforme y estable. La capa de residuos compactados será variable dependiendo de las cotas que se quieran alcanzar. Para facilitar la orientación de los operadores del tractor de orugas, las alturas de la capa de residuos están adecuadamente señalizadas.

La conformación, compactación y cobertura de residuos de la celda se viene realizando de martes a domingo desde las 5 a.m. hasta las 1 p.m.

La cantidad promedio de residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario según los registros de enero a mayo y de septiembre a diciembre del año 2010 es de 104.2 tn/día (incluye residuos sólidos comunes de origen municipal y de empresas mineras). La cantidad dispuesta de residuos sólidos municipales en este periodo es de 28446.3 tn. En el caso de los residuos hospitalarios se tiene que para el mismo periodo una cantidad promedio de 77 kg/día, y la cantidad dispuesta de residuos sólidos hospitalarios en este periodo es de 21.06 tn.

Con respecto a los residuos sólidos municipales tenemos que la altura promedio de la celda diaria es de 1.7m y la densidad promedio de residuos compactados es de 766.4kg/m^3 como se indica en el Cuadro Nro. 30: Cálculo del promedio de la altura de celda diaria y densidad de residuos compactados del relleno sanitario de la provincia de Cajamarca en los meses de abril y mayo del 2010.

Cubierta de residuos sólidos. Este proceso consiste en trasportar y cubrir con tierra los residuos sólidos almacenados y compactados haciendo uso para ello de equipo pesado (tractor de orugas, cargador frontal y volquete). Adicionalmente se debe considerar personal de campo permanente quien recogerá manualmente el material suelto que se genere durante el proceso, así como para recubrir aquellas zonas difíciles de realizar debido a la maniobrabilidad de la maquinaria.

La tierra descargada en la superficie contigua al área que debe ser cubierta, es extendida con el empleo del tractor de orugas y/o eventualmente con el empleo del cargador frontal de neumáticos. El extendido de la tierra debe ser realizada de forma tal que la superficie de los residuos compactados quede totalmente cubierta con una capa de tierra de espesor uniforme, debiendo tener un espesor mínimo de aproximadamente 0.20 m.

El espesor del material de cobertura estará en función de la uniformidad alcanzada en la conformación de las capas compactadas de residuos, en promedio es de 0.20 m. De acuerdo a la legislación vigente, la frecuencia para las actividades de cobertura debe ser diaria, por lo general al final de la jornada diurna, formando las llamadas celdas

diarias (residuos compactados y totalmente cubiertos en los taludes y superficie).

La descarga de los residuos en el frente de trabajo, pueden ser realizadas desde el borde superior de la superficie alcanzada por los residuos y/o al pie del talud, pudiendo realizarse el extendido de los residuos indistintamente de arriba hacia abajo o en sentido inverso, dependiendo de las facilidades para el acceso de los vehículos que transportan los residuos sólidos. La pendiente recomendable para la formación del talud que constituya el frente de trabajo, podrá ser variable, entre 3:1 o 2: 1 (H:V).

Dependiendo del área de la infraestructura de disposición final que se esté ocupando y de corresponder, se procederá a incrementar la altura del dren vertical para gases, procurando mantener la verticalidad de los cilindros metálicos rellenos con piedras de tamaño mediano. El llenado del cilindro con las piedras medianas, se realizara necesariamente antes de realizar la descarga de los residuos en áreas colindantes al cilindro, esto con la finalidad de evitar que la presión lateral de los residuos que vengán siendo procesadas comprima o deformen la sección de los cilindros.

Los drenes verticales para gases, deben necesariamente iniciarse en la base de la infraestructura y prolongarse verticalmente hasta la cota final de la superficie que alcanzarán los residuos sólidos dispuestos. Estos drenes están conectados con los drenes para lixiviados habilitados en la base del relleno sanitario.

Se repite el ciclo, con la descarga de residuos en área contigua.

El personal asignado a la infraestructura de disposición final de residuos municipales, deberá estar permanente capacitados para llevar a cabo las actividades de disposición final de residuos, en estricto cumplimiento con el Plan de Mantenimiento Planta de Tratamiento de residuos sólidos, y acatando las indicaciones que permanentemente serán impartidas por el Ingeniero residente. En resumen, la secuencia a seguirse en los trabajos de disposición final de residuos sólidos domésticos, será la siguiente:

- Delimitación de los frentes de recepción de residuos.
- Descarga de los residuos.
- Protección contra las precipitaciones pluviales (sujetas a las condiciones particulares de la jornada).
- Extendido y conformación de la capa de residuos.
- Compactación de los residuos.
- Suministro de material para cobertura.
- Extendido del material de cobertura.
- Compactación de la superficie cubierta.

Acumulación, conformación y compactación de los residuos sólidos. La acumulación, conformación y compactado de los residuos se realiza con tractor sobre orugas, formando capas sucesivas de alturas variables, siendo la altura máxima recomendada de aproximadamente 3.0 m. En esta actividad el tractor realiza la compactación desplazándose de preferencia de abajo hacia arriba y dando por lo menos 3 pasadas sobre la misma superficie, tanto en el talud como en la superficie horizontal, hasta que los residuos dispuestos alcancen una densidad aproximada de 0.75 tn/m^3 o más.

Cobertura diaria y sellado final de los residuos sólidos dispuestos. Las superficies que sucesivamente se van formando mediante la acumulación y la compactación de los residuos, deben ser cubiertos con una capa de tierra con una frecuencia diaria, con espesores que pueden variar entre 0,15 y 0,30 m. Por el método de disposición final que se empleará, la tierra necesaria para cubrir los residuos serán extraídos de áreas colindantes al frente de trabajo anticipándose a la formación de las celdas. Es decir, la excavación planteada deberá abarcar las superficies a ser habilitadas en etapas posteriores y/o desde los puntos de acopio que se hayan podido generar como producto de la eliminación del material excedente durante los trabajos de excavación masiva de tierra.

La provisión del material de cobertura se realiza con maquinaria pesada como son: un cargador frontal y volquete, para luego ser esparcido y compactado con el tractor de orugas. El sellado final de las plataformas, que consiste en la colocación de una capa adicional de tierra hasta que el espesor final de la cobertura alcance aproximadamente 0.60 m, se realiza a partir de los 60 días de transcurrida la culminación de una plataforma y/o simultáneamente a la cobertura de la última capa de residuos.

Criterios y Especificaciones Técnicas.

Se mencionan las especificaciones técnicas principales a ser cumplidas durante la operación de la Infraestructura para la disposición final de residuos sólidos del ámbito de la gestión Municipal, algunas de las cuales son de cumplimiento estricto para zonas con presencia de fuertes

precipitaciones pluviales, como caracterizan a la zona del presente proyecto.

- Para evitar el incremento innecesario de lixiviados debido a las precipitaciones pluviales, se deberá considerar la descarga, procesamiento, compactación y cobertura de los residuos ocupando la menor superficie posible.
- Las superficies de los residuos compactados y cubiertos con tierra local, deberán tener la inclinación adecuada hacia el exterior de la infraestructura para posibilitar el rápido escurrimiento de las aguas de precipitaciones pluviales hacia el exterior de la infraestructura, con la finalidad de minimizar la infiltración del agua a la masa de residuos.
- La operación de la infraestructura de disposición final de residuos, deberá necesariamente considerar la disponibilidad de mantas plásticas de dimensiones adecuadas para posibilitar cubrir en forma rápida la superficie de residuos que inevitablemente se encontrarán sin procesar en el frente de trabajo y/o el talud de residuos que constituya el frente de trabajo, con la finalidad de evitar la saturación de la masa de residuos y/o el encharcamiento del frente de trabajo.
- Las características limo arcillosas predominantes en el suelo de la zona, dificultarán la circulación de los vehículos en presencia de precipitaciones pluviales o luego de la ocurrencia de estos hechos. Para posibilitar el acceso de las unidades de recolección, se deberá considerar disponer material granular que permita mejorar las superficies de las vías de acceso, así como disponer en la Infraestructura de los cables y accesorios necesarios para remolcar a las unidades que pudieran quedar atascadas en el lodo que inevitablemente se formarán en las superficies con material de cobertura.

- Adicionalmente se dispondrá de tablonces de madera para superar eventuales atascamientos de los vehículos.

Tratamiento de residuos sólidos recuperables (compostificación). La compostificación es el proceso controlado mediante el cual los residuos sólidos orgánicos se convierten en mejoradores del suelo. Los principales pasos para preparar serán los siguientes:

- Separación de la materia orgánica que llegue a la planta.
- Trituración y homogenización.
- Compostificación.
- Tamizado.
- Almacenamiento y distribución.

Procesamiento de los residuos hospitalarios. Los camiones furgón realizan la descarga de los residuos en el área de la Infraestructura de seguridad que indique el personal del relleno sanitario. Cuando se ha realizado la descarga el personal del relleno coloca manualmente las cajas selladas con residuos hospitalarios en el interior de la celda.

Utilizando carretillas el personal del relleno transporta material de cobertura y lo descarga en el interior de la celda para luego cubrir los residuos hospitalarios, el material de cobertura tiene una altura de 40 cm, para asegurar su total cobertura.

Una vez cubiertos los residuos hospitalarios, la celda diaria es compactada manualmente utilizando pisones.

En el procedimiento de disposición final de los residuos, se considera también los trabajos de instalación/ prolongación

vertical de drenes para gases y la habilitación de los drenes para lixiviados (solo cuando se realiza la disposición final de residuos formando la primera capa y en áreas de la Infraestructura donde se hayan considerado dichas infraestructuras).

Control de lixiviados. Los niveles de la poza de almacenamiento y evaporación estarán sujetas a control de entradas y salidas y se deberá evitar que ocurra un rebalse por lo que su monitoreo será tres veces por semana. Implementando las medidas preventivas pertinentes. Así mismo contempla las acciones correctivas en épocas de lluvia que puedan generar contaminación o aumento en el nivel de los lixiviados.

Control de vectores y roedores. Es necesario ejecutar medidas de saneamiento, en casos en los que la presencia de vectores es notoria, se realizará para ello fumigación periódica.

Maquinaria y equipos. El relleno sanitario de Cajamarca cuenta con la siguiente maquinaria:

Cuadro Nro. 17: Maquinarias y equipos del relleno sanitario.

Maquinaria	Cantidad
Cargador frontal sobre llantas de 125HP	01
Tractor de orugas D6	01
Volquete de 15 m ³ de capacidad	01
Equipo	Cantidad
Luminaria industrial	01
Grupo electrógeno	01

Personal. La cantidad de personal por cargo que opera el relleno sanitario se encuentra en el siguiente cuadro:

Cuadro Nro. 18: Personal que labora en el relleno sanitario.

Cargo	Cantidad
Ingeniero responsable	1
Operador de tractor de orugas	1
Operador de cargador frontal	1
Chofer de volquete	1
Obrero de área de disposición final	9
Vigilante y balancero	2
Total	15

Tarifa por disposición final de residuos sólidos. Según la ordenanza municipal Nro. 280-2009 CMPC indica las tarifas por concepto de disposición final de residuos sólidos. En tal sentido se dispuso lo siguiente:

- La tarifa por concepto de disposición final de residuos sólidos municipalidades es de S/.44.48 por tonelada.
- La tarifa por concepto de disposición final de residuos sólidos hospitalarios es de S/.3992.88 por tonelada.

Cuadro Nro. 19: Cantidad mensual total y promedio de residuos sólidos municipales dispuestos en el relleno sanitario según origen durante el año 2010, excepto los meses de junio, julio y agosto.

Mes	Cantidad de residuos sólidos según origen (tn)					Total (tn)
	Unidades Recolectoras MPC	Municipalidad Distrital de Llacanora *	Particulares			
			Distrito Cajamarca	Otros Distrito de Cajamarca *	EPS - RS que disponen residuos sólidos domiciliarios de campamentos mineros.	
Enero	3312.8	5.8	19.8	1.5	30.7	3370.6
Febrero	2947.1	5.2	22.4	8.9	20.4	3004.0
Marzo	3197.0	6.9	23.5	2.9	29.5	3259.8
Abril	3154.7	6.3	22.8	4.7	45.7	3234.2
Mayo	3027.3	6.0	23.4	8.0	19.3	3084.0
Septiembre	2822.1	6.6	17.0	8.4	19.4	2873.5
Octubre	2869.4	9.4	21.6	9.2	129.5	3039.1
Noviembre	2983.9	9.7	29.8	6.2	49.0	3078.6
Diciembre	3356.0	10.0	28.0	12.8	95.8	3502.6
Total (tn)	27670.3	65.8	208.4	62.6	439.4	28446.4
Promedio (tn/dia)	101.4	0.24	0.8	0.2	1.6	104.2

Fuente: Hoja de Movimiento Vehicular de la Sub Gerencia de Limpieza Pública – MPC.

EPS – RS: Empresa prestadora de servicio de residuos sólidos.

MPC: Municipalidad Provincial de Cajamarca

*Disponen sus residuos sólidos sin previo pago por acuerdo con la municipalidad provincial de Cajamarca.

Nota: Durante los meses de junio, julio y agosto del 2010 no se registró ningún peso, debido que la balanza electrónica se encontraba inoperativa.

Cuadro Nro. 20: Relación de empresas e instituciones que disponen sus residuos sólidos municipales en el relleno sanitario de Cajamarca durante el año 2010.

Distrito de Cajamarca	Otros Distrito de Cajamarca *	EPS - RS que disponen residuos sólidos domiciliarios de campamentos mineros.
<ul style="list-style-type: none"> • Empresa de Transporte Acuarios • Empresa de Transporte Catalán • Empresa de Transporte Turismo Directo Asegurado • Posada Puruay • Distribuidora Santa Angela • Transporte Rodríguez Carranza • SENATI Cajamarca • Automotor Toyota • Empresa de Transporte Tarrillo • Automotriz Cajamarca S.A.C. 	<ul style="list-style-type: none"> • Municipalidad Distrital de Llacanora • Gobierno Regional de Cajamarca • Distribuidora BACKUS - Cajamarca • Universidad Nacional de Cajamarca • Dirección Regional de Educación • Ministerio de Agricultura • Camal Municipal de Cajamarca 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de Servicios Ambientales • DISAL • ARAMARK • EMICONSA • Inversiones Generales Cristian • Megapack

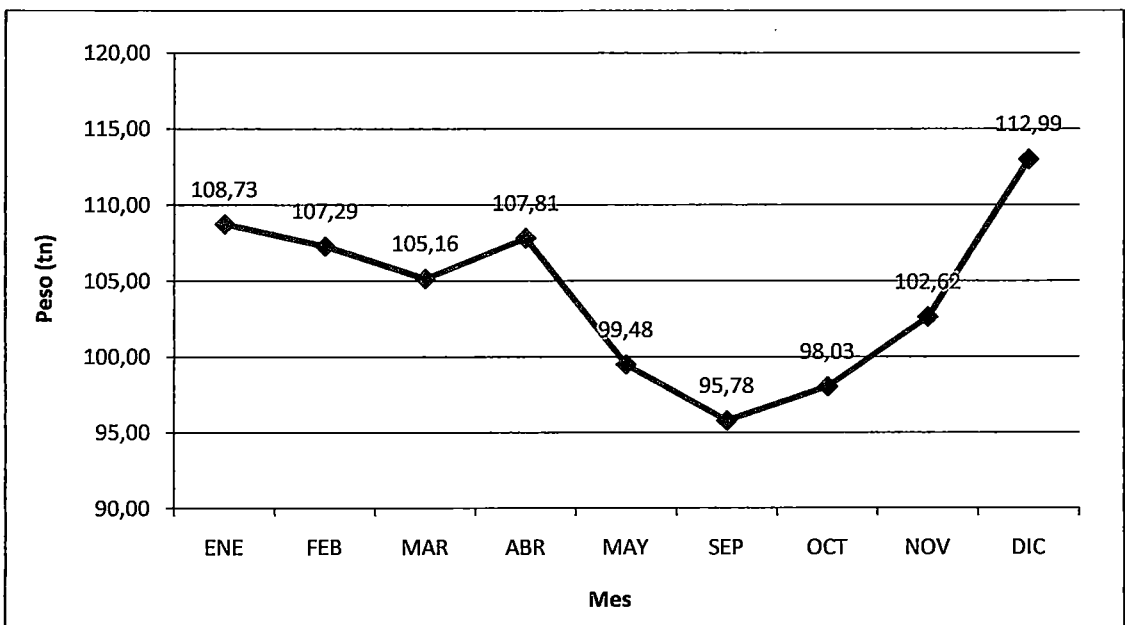
EPS – RS: Empresa prestadora de servicio de residuos sólidos.

*Disponen sus residuos sólidos sin previo pago por acuerdo con la municipalidad provincial de Cajamarca.

Cuadro Nro. 21: Cantidad promedio diaria de residuos sólidos municipales por mes que ingresan al relleno sanitario durante el 2010.

Mes	Cantidad promedio por día			
	Municipales	Municipales particulares	Municipales de Llacanora	Total
Enero	106.86	1.68	0.19	108.73
Febrero	105.25	1.85	0.18	107.29
Marzo	103.13	1.80	0.22	105.16
Abril	105.16	2.44	0.21	107.81
Mayo	97.65	1.64	0.19	99.48
Septiembre	94.07	1.49	0.22	95.78
Octubre	92.56	5.17	0.30	98.03
Noviembre	99.46	2.83	0.32	102.62
Diciembre	108.26	4.41	0.32	112.99
TOTAL	101.38	2.59	0.24	104.21

Figura Nro. 6: Cantidad promedio diaria de residuos sólidos municipales por mes que ingresan al relleno sanitario durante el 2010.



Cuadro Nro. 22: Cantidad promedio diaria de residuos sólidos municipales del distrito de Cajamarca que se disponen en el relleno sanitario según origen durante el año 2010.

Origen de Residuos Municipales	Promedio (tn/día)
Unidades Recolectoras MPC	101.4
Particulares del distrito de Cajamarca	0.8
Otros Distrito de Cajamarca *	0.2
TOTAL	102.3

MPC: Municipalidad Provincial de Cajamarca.

*Disponen sus residuos sólidos sin previo pago por acuerdo con la municipalidad provincial de Cajamarca.

Nota: Esta cantidad promedio es considerando información de todo el año 2010, excepto los meses de junio, julio y agosto.

1.4.1.2. Aspectos administrativos, económicos y financieros

La Municipalidad cuenta con la Gerencia de Desarrollo Ambiental para la planificación, prestación, control y evaluación del servicio de limpieza pública. La unidad encargada de la prestación del servicio público es la Sub Gerencia de Limpieza Pública. Los principales problemas de gestión son los siguientes:

Capacidades del Equipo Técnico Municipal

Se cuenta con responsables de la gestión y manejo del servicio de limpieza pública que en su mayoría son profesionales pero con conocimiento básicos en gestión de residuos sólidos.

Al respecto, reportan una serie de aspectos como sus principales debilidades. A continuación se muestra la forma cómo los funcionarios municipales perciben y ha priorizado sus problemas:

1. Falta capacitación al Personal para mejorar la gestión de los residuos;
2. Falta una mayor motivación del personal;

Sin embargo en el 2009, cinco funcionarios municipales fueron capacitados gratuitamente con el Diplomado en “Especialización de Desafíos y Herramientas para la Gestión Integral de Residuos” promovido por Instituto para la Calidad de la Pontificia Universidad Católica del Perú y Ciudad Saludable. Donde se priorizaron los siguientes temas de capacitación:

1. Tratamiento y disposición final de residuos sólidos;
2. Educación ambiental;
3. Manejo integral de residuos sólidos;
4. Recolección y transporte de residuos sólidos;
5. Reciclaje y comercialización;
6. Participación ciudadana en la gestión ambiental de los residuos;
7. Normatividad municipal.

Actualmente sólo 1 funcionario capacitado se encuentra trabajando en la Municipalidad Provincial de Cajamarca.

Recaudación de arbitrios de limpieza pública

Se cuenta con la Ordenanza Municipal N° 169/MPC que determina el costo y los arbitrios del servicio público y la unidad responsable de la cobranza de arbitrios es el Servicio de Administración Tributaria de Cajamarca – SATCAJ.

Cómo puede apreciarse de la información presentada en la siguiente tabla, en el periodo comprendido del 2001 al 2007, sumados los ingresos y los egresos, los recursos

directamente recaudados representaron 64.29% del total de egresos, la morosidad durante el 2006 y 2007 es de 59%.

Cuadro Nro. 23: Ingresos y egresos de Limpieza Pública.

AÑOS	GENERADO (nuevos soles)	COBRADO (nuevos soles)	RECAUDACIÓN (%)	MOROSIDAD (%)
2001	2,567,527.00	990,417.00	38.57	61.43
2002	1,514,438.76	938,550.92	61.97	38.03
2003	1,431,946.47	759,907.67	53.07	46.93
2004	1,681,409.69	1,977,420.00	117.60	-17.60
2005	1,203,626.00	1,352,637.47	112.38	-12.38
2006	1,239,012.60	507,293.92	40.94	59.06
2007	1,418,124.48	581,222.10	40.99	59.01

Fuente: Servicio de Administración Tributaria de Cajamarca.

Frente a tal situación, el financiamiento del servicio de limpieza pública tiene la siguiente composición: (1) recursos del Fondo de Compensación Municipal (FONCOMUN), utilizado para financiar principalmente gastos corrientes (bienes y servicios, personal y obligaciones sociales), 42%; (2) de otros impuestos municipales, usados para gastos corrientes (personal y obligaciones sociales), 43%; y, (3) Recursos directamente recaudados, para financiar gastos corrientes (personal y obligaciones sociales), 15%.

Como parte del Programa de Recolección Selectiva, el SAT CAJ en coordinación con la Sub Gerencia de Limpieza Pública determinaron en el 2009 otorgar un descuento del 15% en arbitrios de limpieza pública (Bono Celeste) para las viviendas que reciclen y cedan sus residuos sólidos aprovechables a los recicladores formalizados una vez por semana.

Según información de funcionarios del SAT CAJ mencionan que durante el 2009 y 2010 se ha tenido un aumento en el pago de arbitrios.

Indicadores de productividad

En el caso del servicio de limpieza, es necesario tener algunos indicadores que permitan establecer comparaciones en el tiempo del rendimiento y mejoramiento alcanzados en las distintas actividades. En tal sentido, el relleno sanitario, como obra en permanente construcción y operación que es, también debe contar con esta herramienta administrativa, a fin de evaluar rendimientos y costos, y aprovechar al máximo los recursos disponibles.

Cuadro Nro. 24: Algunos indicadores de gestión de los residuos sólidos municipales del distrito de Cajamarca en el año 2010.

Indicador	Unidad	Cantidad
Cobertura del servicio de recolección $= \frac{\text{Población servida (hab)}}{\text{Población total (hab)}} \times 100$	%	80
Generación de residuos sólidos municipales $= \text{Población (hab)} \times \text{Generación per cápita (kg/hab/día)}$	tn/día	120,449
Generación de otros residuos sólidos municipales (mercado maleza y barrido)	tn/día	16,956
Cobertura de disposición final $= \frac{\text{Cantidad dispuesta en el relleno sanitario (tn/día)}}{\text{Cantidad recolectada (tn/día)}} \times 100$	%	93.1
Cantidad de residuos sólidos municipales que reciben diariamente en el relleno sanitario	tn/día	102.3
Costo de disposición final de residuos sólidos municipales	S/. / tn	44.48
Frecuencia de recolección	veces por semana	3
Mantenimiento preventivo de camiones recolectores	veces por año	0

1.4.1.3. Aspectos legales de la municipalidad provincial de Cajamarca

Se elaboraron, aprobaron y difundieron las siguientes ordenanzas municipales:

- La creación del Grupo Técnico en Gestión de Residuos Sólidos de la Provincia de Cajamarca, creada el 6 de diciembre del 2007, mediante Ordenanza Municipal Nro. 164-CMPC.
- Aprobación de la Política Ambiental Local, plan de Acción ambiental y la Agenda Ambiental local de la Provincia de Cajamarca, de fecha 6 de diciembre del 2007, mediante Ordenanza Municipal Nro. 165-CMPC.
- Creación del sistema Local de Gestión Ambiental de la Provincia de Cajamarca, el 8 de febrero del 2008, mediante Ordenanza Municipal Nro. 181-CMPC.
- Aprobación del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la Provincia de Cajamarca, de fecha 21 de febrero del 2008, mediante Ordenanza Municipal Nro. 184-CMPC.
- Se aprueba la Ordenanza para la Gestión Ambiental y Manejo de los Residuos Sólidos en la Provincia de Cajamarca, el 6 de marzo del 2008, con Ordenanza Municipal Nro. 191-CMPC.
- Se determina el área de terreno destinado como reserva para infraestructura de disposición final de residuos sólidos en la provincia de Cajamarca, de fecha 23 de mayo del 2008, mediante Ordenanza Municipal Nro. 201-CMPC.
- El Programa de Recolección Selectiva de Residuos Sólidos y Formalización de Recicladores en Cajamarca, fue aprobada el 07 de Abril del 2009 a través de la

ordenanza N° 264 – CMPC y su reglamento aprobado por Decreto de Alcaldía 09-2009-A-MPC, de fecha 22 de julio del 2009. Actualmente se viene ejecutando el Decreto de Alcaldía con gran aceptación en la población.

- La propuesta del MOF y del ROF concernientes a las actividades del relleno sanitario se presentó a la gerencia de Desarrollo Ambiental con carta N° 017 del día 14 de mayo del 2009 para su trámite respectivo, la modificación del Reglamento de Organización y Funciones de la Gerencia de Desarrollo Ambiental fue aprobada con ordenanza N° 294-CMPC el día 15 de diciembre del 2009.

1.4.1.4. Participación de la población

Programa de sensibilización en 40 instituciones educativas

La Municipalidad Provincial de Cajamarca firmó el Convenio Marco de Cooperación Interinstitucional con la Dirección Regional de Educación Cajamarca, de igual manera se realizó la capacitación a 150 docentes, charlas informativas a padres de familia, alumnos y personal administrativo. Se viene brindando asistencia en la implementación de los planes de manejo de residuos sólidos, formación de los Comités Ambientales Escolares, entrega de 3 contenedores y colocación de gigantografías en 38 instituciones educativas. En esta orientación, la Municipalidad provincial, en coordinación con la Dirección Regional de Educación y el Ministerio del Ambiente, ha iniciado un proceso con 40 instituciones educativas con el propósito de enseñarles a la población escolar prácticas adecuadas de manejo de residuos sólidos.

Fotografía Nro. 5: Capacitación a docentes sobre manejo de residuos sólidos.



Fotografía Nro. 6: Capacitación a alumnos de la I.E. Juan Pablo II.

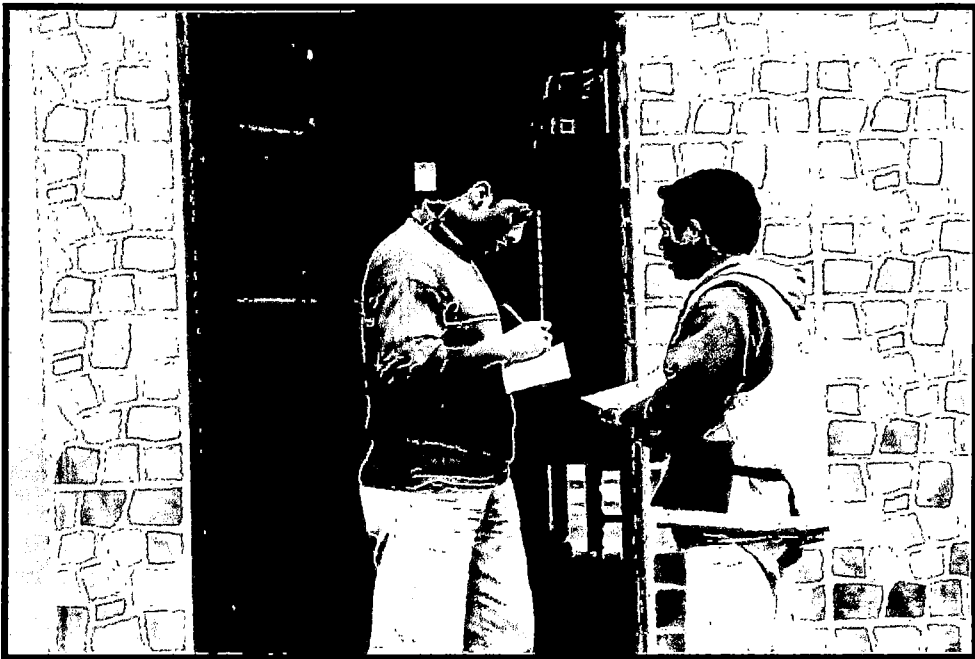


**Programa de sensibilización ambiental “casa por casa”
para la implementación de un programa de recolección
selectiva**

En éste programa se ha involucrado a 14 sectores de la ciudad que significa el 65 % de la población, programa que contó con la participación de jóvenes voluntarios, previamente capacitados.

La población se ha involucrado en el proyecto y felicitan por los avances alcanzados durante el primer año de ejecución, a la fecha se tiene 10,500 familias sensibilizadas.

Fotografía Nro. 7: Sensibilización casa por casa y entrega de la cartilla para el Bono Celeste.



Organización de campañas de sensibilización “Cajamarca, Ciudad Saludable”

Promoción de la Bolsa Sana, se distribuyeron 5,000 trípticos, 1,500 afiches, 10000 bolsas de tela, 6 gigantografías y 8 spots televisivo y radial, así mismo se co-organizaron las siguientes campañas: Corso Carnaval-2009, Día Mundial del Ambiente “Pasacalle Ambiental - Feria Ecológica”, Expoferia Municipal, DÍADESOL y el concurso de murales, así mismo se han colocado gigantografías en barrios principales de la ciudad con mensajes sobre reciclaje.

Fotografía Nro. 8: Día Mundial del Ambiente



Fotografía Nro. 9: Campaña Bolsa Sana



Diseño y desarrollo de campañas de sensibilización tributaria y ambiental

En ésta actividad se elaboraron los siguientes spots radiales y televisivos: Mejora de recolección de residuos sólidos, Campaña de la bolsa sana, Segregación en fuente de los residuos sólidos, Recaudación de arbitrios en Cajamarca, Convocatoria a segregadores, Día Mundial del Ambiente, Inauguración de la Planta de Residuos Sólidos, Recolección Selectiva de residuos sólidos y DIADESOL, además de presentación en emisoras radiales y televisivas.

1.4.2. Impactos al ambiente por el manejo inadecuado de residuos sólidos

El efecto ambiental más obvio, proveniente del manejo inadecuado de los residuos sólidos, es el deterioro estético de las ciudades y paisaje natural.

1.4.2.1. Contaminación del agua

La descarga de los residuos sólidos en las corrientes de agua incrementa la carga orgánica y disminuye el oxígeno disuelto, aumentando los nutrientes y algas que dan lugar a la eutrofización, causando la muerte de los peces, además genera malos olores y deteriora la estética. Debido a esta mala práctica, en muchas ocasiones se ha perdido este recurso, tan importante para el abastecimiento o para la recreación de la población.

La descarga de los residuos sólidos en las corrientes de agua o su abandono en las vías públicas, provocan la disminución de los cauces y canales.

1.4.2.2. Contaminación del suelo

Entre sus efectos se encuentra el deterioro estético y la desvalorización tanto del terreno como de las áreas vecinas, por el abandono y acumulación de los desechos sólidos a cielo abierto. Por otro lado, el suelo se contamina debido a las distintas sustancias depositadas allí sin ningún control, por ejemplo el suelo afectado por el lixiviado generado a partir de los residuos sólidos. Los residuos orgánicos tienen humedad que se desprende conteniendo elementos propios de los residuos y contamina el suelo por infiltración principalmente, derivándose al suelo y/o subsuelo un potencial de microorganismos patógenos y sustancias químicas.

1.4.2.3. Contaminación del aire

Es evidente el impacto negativo causado por los desechos, debido a los incendios y humos que reducen la visibilidad y

son causa de irritaciones nasales y de la vista, así como de incremento en las afecciones pulmonares, además de las molestias originadas por los malos olores, producto de la descomposición de los residuos sólidos. Por otro lado, se tiene el alto riesgo de que al depositarse los residuos sólidos a cielo abierto, los microorganismos que ahí se reproducen sean transportados por el viento.

1.4.3. Impactos a la salud por el manejo inadecuado de residuos sólidos

Los problemas que se generan con la disposición final inadecuada de los residuos sólidos son, entre otros, los focos de infección, la proliferación de plagas y las enfermedades gastrointestinales, respiratorias y micóticas. (generadas por hongos).

1.4.3.1. Focos de infección y proliferación de plagas

La acumulación de residuos sólidos en la escuela, terrenos baldíos, las calles, drenajes y botaderos, trae como resultado sitios insalubres, debido a que los desechos orgánicos e inorgánicos se encuentran mezclados, y en su descomposición proliferan hongos, bacterias y muchos otros microorganismos causantes de enfermedades e infecciones, que si no son atendidas pueden provocar hasta la muerte.

La acumulación de desechos sólidos al aire libre, constituye el ambiente propicio para que animales como ratas, moscas y mosquitos junto con los hongos y bacterias, se desarrollen en grandes cantidades y en periodos de tiempo cortos; como consecuencia, se generan focos de infección, comunes en terrenos baldíos y calles poco transitadas de la ciudad.

1.4.3.2. Enfermedades

Entre las principales enfermedades producidas por la acumulación de residuos sólidos, se encuentran:

- Las enfermedades gastrointestinales, referidas a las infecciones de estómago e intestinos, así como la amibiasis, cólera, diarrea y tifoidea, entre otras.
- El aire transporta millones de microorganismos de los residuos sólidos, que al ser inhalados provocan infecciones en las vías respiratorias, como laringitis y faringitis.
- Las enfermedades micóticas son frecuentes en las personas que habitan en sitios donde existe acumulación de residuos sólidos; ella propicia el desarrollo de hongos y bacterias que al estar en contacto con la piel provocan irritaciones e infecciones.
- La fauna nociva, como los roedores (ratas, ratones) que al consumir cultivos y alimentos almacenados, los contaminan; las pulgas y las moscas son un factor importante en la transmisión de bacterias y virus que causan enfermedades en el ser humano, como la peste bubónica, la rabia, y otras producidas por los hongos, como la tiña.

1.4.4. Método de disposición final

El método de disposición final de los residuos sólidos municipales lo constituye el relleno sanitario. Es el único admisible, ya que no representa peligro alguno ni riesgos para la salud pública. Es el método que minimiza la contaminación y otros impactos negativos en el ambiente. Además es el que se señala en el Reglamento de la ley general de residuos sólidos (D.S. N°057-2004-PCM).

1.4.5. Definición de relleno sanitario

Se denomina como “relleno sanitario” a la técnica para la disposición final de los residuos en el suelo, sin causar perjuicio al medio ambiente y sin causar molestias o peligro para la salud y seguridad pública; método éste que utiliza principios de ingeniería para confinar los residuos en un área menor posible, reduciendo su volumen al mínimo practicable y para cubrir los residuos depositados con una capa de tierra con la frecuencia necesaria.

La expresión relleno sanitario se extiende a la obra y al terreno donde se ejecuta. Como obra de ingeniería, el relleno sanitario debe ser construido mediante un proyecto para lograr un objetivo general. Para este caso el objetivo general es disponer en condiciones técnicas, sanitarias, ambientalmente seguras y a costos viables, los residuos sólidos del ámbito de la gestión municipal (residuos domésticos).

1.4.5.1. Tipos de rellenos sanitarios

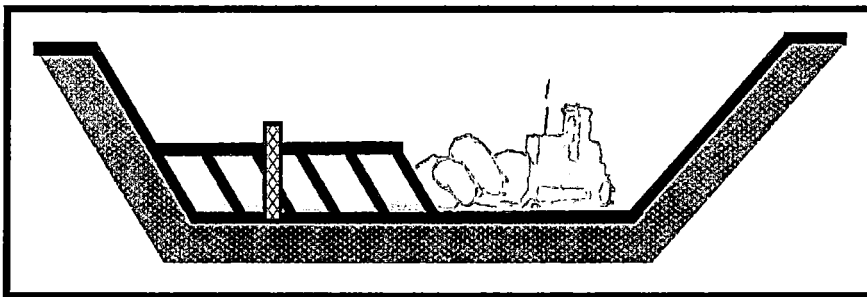
El método constructivo y la secuencia de la operación de un relleno sanitario están determinados principalmente por la topografía del terreno escogido, aunque también dependen de la fuente del material de cobertura y de la profundidad del nivel freático. Existen tres maneras distintas para construir un relleno sanitario las cuales son:

Método de trinchera o zanja. Este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos o tres metros de profundidad, con el apoyo de una retroexcavadora o tractor de oruga. Es de anotar que existen experiencias de excavación de trincheras hasta de 7m de profundidad para relleno sanitario. La tierra que se extrae, se coloca a un lado de la zanja para utilizarla como

material de cobertura. Los desechos sólidos se depositan, acomodan y compactan dentro de la trinchera para luego cubrirlos con la tierra.

La excavación de zanjas exige condiciones favorables tanto en lo que respecta a la profundidad del nivel freático como al tipo de suelo. Los terrenos con nivel freático alto o muy próximo a la superficie del suelo no son apropiados por el riesgo de contaminar el acuífero. Los terrenos rocosos tampoco lo son debido a las dificultades de excavación.

Figura Nro. 7: Esquema de método de zanja.

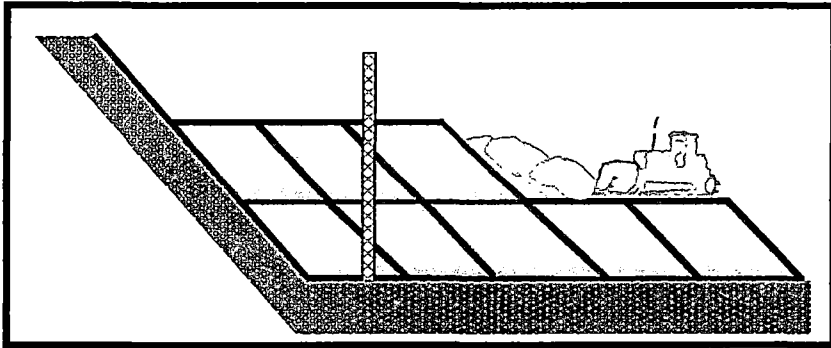


Método de área. En áreas relativamente planas, donde no sea factible excavar fosas o trincheras para enterrar los residuos sólidos, éstas pueden depositarse directamente sobre el suelo original, elevando el nivel algunos metros. En algunos casos, el material de cobertura deberá ser importado de otros sitios o, de ser posible, extraído de la capa superficial. En ambas condiciones, las primeras se construyen estableciendo una pendiente suave para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el relleno.

Se adapta también para rellenar depresiones naturales o canteras abandonadas de algunos metros de profundidad. El material de cobertura se excava de las laderas del terreno, o en su defecto se debe procurar lo más cerca

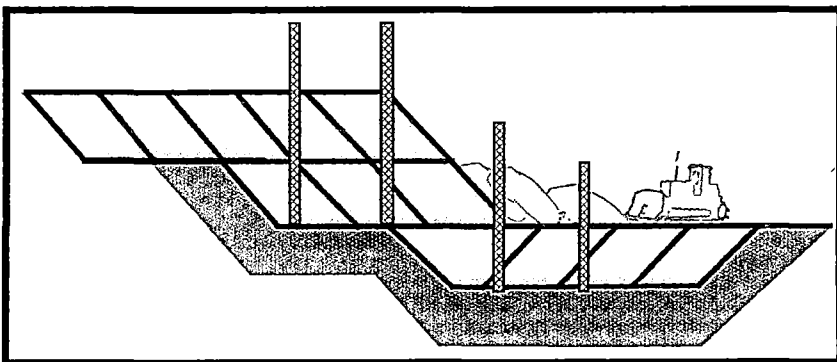
posible para evitar el encarecimiento de los costos de transporte. La operación de descarga y construcción de las celdas debe iniciarse desde el fondo hacia arriba.

Figura Nro. 8: Esquema de método de área.



Método combinado. Es necesario mencionar que, dado que estos dos métodos de construcción de un Relleno Sanitario tienen técnicas similares de operación, pueden combinarse lográndose un mejor aprovechamiento del terreno del material de cobertura y rendimientos en la operación, como es el caso de la Infraestructura para la disposición final de residuos para la ciudad de Cajamarca.

Figura Nro. 9: Esquema de método combinado.



CAPITULO 2 ESTUDIOS PREVIOS

2.1. SELECCIÓN DEL TERRENO

2.1.1. Aspectos contemplados en la Guía de Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Residuos Sólidos Municipales a Nivel de Perfil

2.1.1.1. Condiciones legales

Estas se encuentran contempladas en el Reglamento de la ley general de residuos sólidos (D.S. N°057-2004-PCM, Art. 67° - Criterios para la selección de áreas de infraestructuras).

La municipalidad provincial define y establece los espacios geográficos en su jurisdicción para instalar infraestructuras de transferencia, tratamiento y disposición final de residuos.

Las municipalidades provinciales coordinarán con las municipalidades distritales, la autoridad de salud de la jurisdicción correspondiente y otras autoridades sectoriales competentes, la evaluación e identificación de los espacios geográficos en su jurisdicción que puedan ser utilizados para la ubicación de infraestructura de residuos. Para ello tendrá en cuenta los siguientes criterios:

1. Compatibilización con el uso del suelo y planes de expansión urbana;
2. Compatibilización con el plan de gestión integral de residuos de la provincia;
3. Minimización y prevención de los impactos sociales y ambientales negativos, que se puedan originar por la construcción, operación y cierre;

4. Considerar los factores climáticos, topográficos, geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos, entre otros;
5. Prevención de riesgos sanitarios y ambientales;
6. Preservación del patrimonio arqueológico, cultural y monumental de la zona;
7. Preservación de áreas naturales protegidas por el Estado y conservación de los recursos naturales renovables,
8. Vulnerabilidad del área a desastres naturales; y,
9. Otros criterios.

2.1.1.2. Localización

La ubicación del terreno es un criterio importante para la priorización de los posibles sitios para la ubicación de la infraestructura, ya que la distancia y más aún, el tiempo al centro urbano influirá en el costo de transporte de los residuos sólidos.

Ubicación

Según el inciso 4) del artículo 69° - Requisitos para la presentación de proyectos de infraestructura de residuos, indicado del D.S. N°057-2004-PCM, debe ubicarse a una distancia mayor a 1 000 m de:

- Poblaciones.
- Granjas porcinas, avícolas, entre otras.

Por excepción y de acuerdo a lo que establezca el Estudio de Impacto Ambiental, la Dirección General de Salud Ambiental podrá autorizar distancias menores o exigir distancias mayores, sobre la base de los potenciales riesgos para la salud o la seguridad de la población, que pueda generar el relleno sanitario.

Vías de acceso

El terreno debe estar cerca a una vía principal, para que su acceso sea fácil y resulte más económico el transporte de los residuos

sólidos, así como la construcción de las vías internas para el ingreso de los vehículos. Estas deben permitir el ingreso fácil, seguro y rápido a los vehículos recolectores, madrina, o carretas hasta el frente de trabajo en todas las épocas del año.

Condiciones hidrogeológicas y topográficas

Según el inciso 4) del artículo 67º - Criterios para la selección de áreas de infraestructuras, indicado del D.S. N°057-2004-PCM, se deberá considerar los factores climáticos, topográficos, geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos, entre otros. Tendrán preferencia las zonas donde no existan aguas superficiales y/o subterráneas que podrían ser contaminadas por eventuales flujos de lixiviados. Asimismo, aquellos lugares que presenten condiciones geológicas favorables del subsuelo (estabilidad, permeabilidad, espesor y extensión) para evitar la infiltración de lixiviados. En cuanto a la topografía, se dará preferencia a los lugares con superficies planas o con pendientes moderadas.

Vida útil

Según el inciso 9) del artículo 69º - Requisitos para la presentación de proyectos de infraestructura de residuos, indicado del D.S. N°057-2004-PCM, la vida útil debe justificar los costos de habilitación e instalación de la infraestructura de disposición final y según la normativa nacional del ser no menor de 5 años. Al respecto, se sugiere la mayor cantidad de años posibles y teniendo en consideración el horizonte de evaluación que indica el estudio de perfil, que es 10 años, ese debería ser el tiempo de la vida útil mínima.

Material de cobertura

El inciso 3) del artículo 87° - Operaciones realizadas en el relleno sanitario, indicado del D.S. N°057-2004-PCM, La cobertura diaria de los residuos deberá ser con capas de material apropiado, que permita el correcto confinamiento de los mismos. En tal sentido el terreno debe tener suficiente material de cobertura, ser fácil de extraer y con buen contenido de arcilla (para el caso de zonas de poca lluvia) por su baja permeabilidad y elevada capacidad de absorción de contaminantes, y para zonas lluviosas se recomienda material granular, para permitir el ingreso de los vehículos. Cuando sea escaso en el propio sitio, se debe garantizar su adquisición en forma permanente y suficiente, teniendo en cuenta su disponibilidad en lugares vecinos y los costos de transporte. De no ser así, es preferible desechar el lugar antes del inicio de cualquier trabajo, puesto que se corre el riesgo de convertirlo en un botadero a cielo abierto.

Conservación de los recursos naturales

El relleno sanitario debe estar lo suficientemente alejado de las fuentes destinadas al abastecimiento de agua. Idealmente, debería estar localizado en un área aislada, de poco valor comercial y bajo potencial de contaminación de aguas superficiales y subterráneas. En otras palabras, debe estar en condiciones de proteger tanto los recursos naturales como la vida animal y vegetal.

Condiciones climatológicas

La dirección del viento predominante es importante, debido a las molestias que puede causar tanto en la operación, por el polvo y papeles que se levantan, como por el posible transporte de malos olores a las áreas vecinas. Por tanto, la ubicación del relleno sanitario, en lo posible, deberá estar de tal manera que el viento

circule desde el área urbana hacia él. En caso contrario, deberán preverse algunas medidas para contrarrestar este aspecto, como la siembra de árboles y vegetación espesa en toda la periferia del relleno.

Factibilidad de compra

El inciso 3) del artículo 69º - Requisitos para la presentación de proyectos de infraestructura de residuos, indicado del D.S. N°057-2004-PCM, título de propiedad o documento que autorice el uso del terreno para su operación. Si el terreno propuesto es de propiedad privada, considerar la factibilidad de compra o no, dependerá del presupuesto con que se cuenta o se tendrá que programar su compra, ya que para la instalación de la infraestructura de residuos sólidos este tema ya deberá estar saneado.

2.1.1.3. Restricciones de ubicación⁶

Los rellenos sanitarios no podrán ser ubicados en aquellos lugares que no cumplan las condiciones mínimas indicadas a continuación. En casos excepcionales debidamente justificados, y cuando el responsable garantice que el funcionamiento del relleno no ocasionará problemas a la salud, la seguridad pública y al ambiente, la autoridad competente podrá otorgar la aprobación respectiva.

Seguridad aeroportuaria

El relleno sanitario no deberá estar ubicado a una distancia menor de 3 000 m de los límites de un aeropuerto o pista de aterrizaje.

⁶ Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Proyecto de Normas Técnicas para la Ubicación, Diseño, Construcción, Operación y Monitoreo de Rellenos Sanitarios Mecanizados, Lima-Perú, Abril 1995.

Fallas geológicas, áreas inestables

No se podrán escoger zonas que presenten fallas geológicas, lugares inestables, zonas con posibilidad de deslaves ni propensas a ser inundadas.

Zonas sísmicas

En zonas sísmicas el relleno sanitario no deberá ubicarse en lugares propensos a sufrir agrietamientos, desprendimientos, desplazamientos u otros movimientos de masas que pongan en riesgo la seguridad del personal y/o la operación del relleno.

Infraestructura existente

No se podrán seleccionar zonas que se encuentren dentro de las áreas de influencia de obras de infraestructura tales como embalses, represas, refinerías, obras hidroeléctricas, entre otros.

Plan urbano y proyectos de desarrollo regional o nacional

No se permitirá la ubicación de un relleno sanitario en áreas incompatibles con el plan de desarrollo urbano de la ciudad. Tampoco se podrán utilizar áreas previstas para proyectos de desarrollo regional o nacional (centrales hidroeléctricas, aeropuertos, o represas).

Grado de aceptación respecto a una futura construcción del relleno sanitario⁷

⁷ Ministerio del Ambiente. Guía de Diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de Rellenos Sanitarios Mecanizado. Lima, Enero 2011.

El grado de aceptación de las poblaciones aledañas a las áreas preseleccionadas, es el resultado de una evaluación social.

Incluye como mínimo los siguientes pasos:

1. Se identifica las poblaciones más cercanas a los sitios preseleccionados y que podrían resultar como poblaciones directamente afectadas o indirectamente afectadas tanto en la fase de implementación como en la fase de funcionamiento de la planta de tratamiento de los residuos sólidos.
2. Se determinan las características demográficas de cada una de las poblaciones identificadas.
3. Se requiere conocer tanto las opiniones, creencias y actitudes, así como su interés y posibilidades de participación en el proyecto, donde la recolección de la información a cada uno de estos aspectos.

Sobre la base de los resultados del grado de aceptación de la población se recomienda diseñar y efectuar la campaña de educación e información a través de los medios de comunicación, instituciones del estado como privadas, instituciones educativas y asociaciones sociales, que entre otros objetivos busque aclarar la confusión que existe por parte de la población, originada por la creencia que un relleno sanitario es un botadero a cielo abierto. En todos los pasos es recomendable la participación o supervisión de un profesional en ciencias sociales a fin de minimizar errores en el desarrollo los resultados y conclusiones.

2.1.2. Cumplimiento de criterios de selección de terreno

La evaluación técnica del área seleccionada para la construcción del relleno sanitario de Cajamarca, se realizó con representantes de la Municipalidad Provincial de Cajamarca y de la O.N.G. Ciudad Saludable. Cabe mencionar que no se tuvieron todos los criterios necesarios para realizarla, como se manifiesta en los comentarios del siguiente cuadro:

Cuadro Nro. 25: Criterios de Selección.

Especificaciones	Cumple		Comentarios
	Si	No	
Selección del Área			
Disponibilidad y propiedad del terreno Lugares que no tengan impedimentos legales que pongan en riesgo la continuidad de la operación de la infraestructura		✓	Hasta el inicio de la construcción del relleno se contaba con el terreno de 50.32 ha., sin embargo no se encontraba saneado el acceso exterior al relleno sanitario.
Accesibilidad Prever vías que faciliten el acceso de las unidades de recolección y transporte de los residuos.	✓		La accesibilidad al área del proyecto, es desde la ciudad de Cajamarca, tomando la ruta a la provincia de San Marcos, esta vía es asfaltada hasta la progresiva 13+850 m. y de regular estado de conservación, a partir de este lugar se continua por una trocha carrozable de 3 a 4 metros de sección.
Topografía Se debe preferir lugares con superficies planas o con pendientes moderadas.	✓		La topografía predominante en el área del proyecto, varía de plana a ondulada en la parte central y de moderada a media en la parte inferior (10 a 15%).
Condiciones hidrológicas No debe afectar la calidad del ambiente en su ámbito de influencia y deberán considerar el uso de aquellas zonas donde no existan aguas superficiales a una distancia de un kilómetro del perímetro del relleno sanitario y, aguas subterráneas a una distancia de veinte (20) metros de la base de la infraestructura.		✓	Dentro del área del proyecto hay dos fuentes de agua una dentro del área seleccionada denominada Manantial Chilca, ubicada en la parte alta, y la segunda en la parte baja y hacia el sector suroeste, conocido con el nombre de Capulipampa. Se encuentra también un embalse a 140m aguas arriba del relleno sanitario. Existe una probabilidad de aguas subterráneas a una profundidad de 28m de la base de la infraestructura.
Geología Se tendrá preferencia por aquellos lugares que presenten condiciones geológicas favorables del subsuelo como estabilidad, impermeabilidad, espesor, extensión, entre otros para evitar la infiltración de los lixiviados. El análisis del estudio debe considerar la ejecución de sondajes o prospecciones geofísicas así como pruebas de laboratorio para determinar los espesores de los estratos del subsuelo, la profundidad de la napa freática y las características físicas de los diferentes	✓		Se emplaza en un suelo limo arcilloso inorgánico a orgánico de origen residual, y moderadamente plástico, cuya permeabilidad es del orden de 2×10^{-5} cm/seg, al estado seco, al estado húmedo el suelo es casi inestable. Presencia de acumulación de agua de lluvia que se infiltra en el subsuelo desde una profundidad de 13.6 metros a 41.60 metros de

estratos.			profundidad.
Vida útil La vida útil debe justificar los costos de habilitación e instalación y debe ser compatible con el plan de gestión integral de residuos sólidos de la municipalidad provincial, no permitiéndose un periodo menor de 5 años.	✓		Se tiene más de 10 ha. aprovechables exclusivamente para infraestructura de disposición final de residuos sólidos. Lo que garantiza una vida útil superior a los 5 años.
Material de cobertura El lugar seleccionado debe contar con suficiente material de cobertura de fácil extracción. Se debe preferir materiales arenarcillosos con un coeficiente de permeabilidad (k) no mayor a 10-5 cm/s. Si el material de cobertura es escaso o no existe en la zona seleccionada, se deberá garantizar su adquisición durante la vida útil de la infraestructura.	✓		Esta especificación se aplica en zonas secas. La permeabilidad del área del relleno sanitario es de 2×10^{-5} cm/seg solo se usará en verano. Para el resto del año se deberá recolectar material de cobertura de una cantera fuera del área del relleno sanitario.
Climatología De preferencia la dirección predominante de los vientos debe estar orientada desde el área urbana hacia el lugar del área del relleno sanitario. Cuando no sea posible, se deben tomar medidas tales como la siembra de árboles y vegetación espesa en el perímetro de la infraestructura.		✓	La dirección del viento es noroeste, y se dirige hacia viviendas rurales que se encuentran a más de 2 km de distancia.
Análisis ambiental El estudio determinará la viabilidad ambiental del proyecto. Debe desarrollarse la identificación de los impactos negativos que puedan generarse por la implementación, operación, mantenimiento y cierre del relleno sanitario, para la implementación de un plan de mitigación que minimice o elimine los efectos.	✓		Cuenta con Estudio de Impacto Ambiental.
Restricciones para la ubicación			
Seguridad aeroportuaria El relleno sanitario no deberá estar ubicado a una distancia menor de 3 000 m de los límites de un aeropuerto o pista de aterrizaje.	✓		Esta situado a 13500 m del límite del aeropuerto May. Gral. FAP Armando Revoredo Iglesias.
Seguridad eléctrica La distancia de la proyección de la red primaria debe de estar a más de 9m debajo de la línea eléctrica para cada lado.	✓		La distancia es de 143m del relleno sanitario a la proyección de la línea eléctrica en el terreno.
Integridad de los recursos naturales y bienes culturales El área de la infraestructura de disposición final no debe estar situada en zonas donde vaya generar riesgo de contaminación a recursos hídricos (aguas superficiales y subterráneas, fuentes de aguas termales o medicinales) y dañar la flora, fauna, zonas agrícolas y a otros elementos del paisaje natural. Asimismo, se tendrá en cuenta la no afectación del patrimonio arqueológico, cultural y monumental de la zona,		✓	Dentro del área seleccionada se encuentran dos quebradas de flujo continuo. No existen vestigios de restos arqueológicos.

y de las áreas naturales protegidas por ley.			
Fallas geológicas, aéreas inestables o inundables No se podrán escoger zonas que presenten fallas geológicas, lugares inestables, zonas con posibilidad de deslizamientos ni propensas a ser inundadas.		✓	Se encuentra alrededor de la deflexión Huancabamba. Las quebradas son definidas de regular profundidad que no permiten la inundación de las zonas de emplazamiento de áreas de disposición final de los residuos sólidos. Sin embargo, el suelo al estado húmedo el suelo es casi inestable.
Zonas de riesgo sísmica En zonas sísmicas el relleno sanitario no deberá ubicarse en lugares propensos a sufrir agrietamientos, desprendimientos, desplazamientos u otros movimientos de masas que pongan en riesgo la seguridad del personal y/o la operación del relleno.		✓	De acuerdo al mapa de zonificación sísmica, el área se encuentra en la Zona 3, de sismicidad alta.
Infraestructura existente El área proyectada para implementar y operar el relleno sanitario debe encontrarse fuera de las áreas de influencia de infraestructuras de otros sectores, como embalses, represas, refinerías, hidroeléctricas, entre otras.		✓	Se encuentra un embalse a 140m aguas arriba del relleno sanitario.
Plan urbano y proyectos de desarrollo regional o nacional El lugar donde se implementará el relleno sanitario debe ser compatible con el uso del suelo y los planes de expansión urbana. La distancia a la vivienda más próxima, o granjas porcinas, avícolas, entre otras no podrán ser menor de mil (1000) metros. Asimismo, no debe afectar las áreas previstas para proyectos de desarrollo regional o nacional (hidroeléctricas, aeropuertos, represas, entre otros)		✓	Sólo existe una vivienda cercana a 400m de distancia, la siguiente se encuentra a más de 1000m.

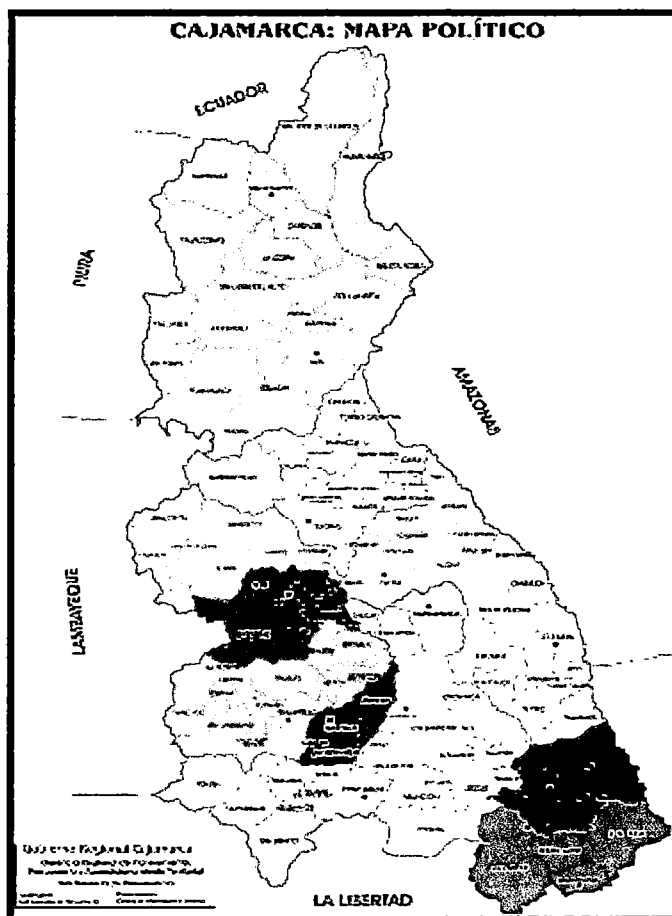
Fuente: Las especificaciones tomadas son del Proyecto de Reglamento para el Diseño, Operación y Mantenimiento de Infraestructuras de Disposición Final de Residuos Sólidos del Ámbito Municipal, Dirección General de Salud Ambiental.

2.1.3. Descripción del lugar seleccionado

La región Cajamarca se ubica en la zona norandina del Perú, entre los paralelos 4° 30' y 7° 45' latitud sur y los meridianos 77° 30' de longitud oeste de Greenwich a una altitud de 2.720 m.s.n.m. Su ámbito geográfico limita al norte con la república de Ecuador, al sur con el departamento de La Libertad, al este con el departamento de Amazonas y al oeste con Piura y Lambayeque.

Cajamarca cuenta con 13 provincias y 127 distritos, siendo su capital la ciudad de Cajamarca. En la figura siguiente se observa el mapa de la región.

Figura Nro. 10: Mapa de la región Cajamarca.



El distrito de Jesús fue creado en las épocas de la independencia, se ubica a una altura de 2564 m.s.n.m., su capital es Jesús y cuenta con 62 centros poblados, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura Nro. 11: Mapa del distrito de Jesús.



El área útil que se dispone para el proyecto es de propiedad de la Municipalidad de Cajamarca, tal como se observa en la escritura pública (anexo 2), donde se da cuenta de la tenencia del terreno. Por otro lado, de acuerdo a la Ordenanza Municipal N° 201 – CMPC (anexo 6) el terreno es compatible para el funcionamiento del complejo integral de tratamiento de residuos sólidos del ámbito municipal y disposición final de residuos sólidos del ámbito municipal y no municipal, lo cual está refrendado por el informe favorable de la Dirección Regional de Salud – Cajamarca (anexo 8).

Asimismo se adjunta el Informe de Zonificación del Predio realizado en el terreno del distrito de Jesús, donde se desarrollará el proyecto y el cual concluye que es factible la instalación de edificaciones (anexo 4).

Aspectos importantes que caracterizan a la superficie destinada a la Infraestructura de Tratamiento y Disposición final de residuos, lo constituye los siguientes aspectos:

- Presencia de quebradas notorias que se desarrollan en dirección Oeste – Este, las mismas que con sus correspondientes áreas de influencia, abarcan aproximadamente el 50 % de la extensión total del terreno destinado a la Infraestructura de Tratamiento y Disposición final de residuos.
- Presencia de una pequeña represa para almacenar agua de las precipitaciones pluviales, ubicada aproximadamente en la parte central del sector Este del terreno, en el cauce de la quebrada que atraviesa longitudinalmente de Este a Oeste el terreno.
- Desde aguas debajo de la represa, se han habilitado acequias para conducir agua que se desarrollan en dirección Nor Oeste, con la finalidad de conducir agua para irrigar zonas aptas para el cultivo que se emplazan en el extremo Norte del terreno adquirido para la habilitación de la Infraestructura.
- En el extremo Nor Este del terreno, hay un afloramiento de agua (manantial) desde donde los comuneros han realizado la captación de parte del flujo de agua, la misma que es conducida mediante tuberías de PVC hacia un reservorio ubicado fuera de los linderos del terreno, ubicado al Sur del extremo Sur Este del terreno.
- Desde dicho reservorio, se distribuye el agua hacia las viviendas cercanas, incluyendo a la única vivienda ubicada dentro de los linderos del terreno destinado a la Infraestructura de Tratamiento y Disposición final de residuos.
- La trocha de acceso que iniciándose a la altura del kilómetro 13 +800 de la carretera Cajamarca – Namora, se desarrolla en dirección al distrito de Jesús, atraviesa el terreno, dividiendo el extremo Sur Oeste del terreno destinado a la habilitación de la Infraestructura de tratamiento y Disposición final de residuos.
- El terreno es atravesado por un camino de herradura, que se desarrolla en dirección Sur – Norte, aproximadamente por la parte central del terreno.

En el cuadro siguiente, se muestran las coordenadas UTM (PSAD 56) de los vértices de la poligonal perimétrica.

Cuadro Nro. 26: Poligonal de lindero perimétrico.

VERTICE	LADO	DISTANCIA	ANG. INTERNO	ESTE (X)	NORTE (Y)
A	A-B	76.93	98°14'46"	788267.7201	9202028.0224
B	B-C	40.16	152°22'44"	788341.1959	9202050.8007
C	C-D	31.54	209°44'14"	788380.6979	9202043.5527
D	D-E	47.65	188°10'54"	788410.4593	9202053.9985
E	E-F	25.25	178°0'58"	788452.7194	9202076.0181
F	F-G	28.49	220°15'7"	788475.5037	9202086.9042
G	G-H	82.56	160°51'49"	788487.1884	9202112.8913
H	H-I	104.91	157°46'49"	788543.8559	9202172.9279
I	I-J	91.17	198°27'47"	788639.3707	9202216.3231
J	J-K	98.8	145°18'51"	788706.1607	9202278.3809
K	K-L	32.16	150°52'29"	788803.9450	9202292.4908
L	L-M	78.18	207°16'52"	788833.9878	9202281.0099
M	M-N	97.49	169°9'50"	788911.6876	9202289.6795
N	N-O	146.7	205°51'12"	789008.8786	9202282.0825
O	O-P	31.75	222°39'17"	789145.4752	9202335.5695
P	P-Q	77.13	161°54'2"	789159.3754	9202364.1181
Q	Q-R	118.78	166°45'9"	789213.0139	9202419.5447
R	R-S	42.1	185°54'12"	789312.9820	9202483.7027
S	S-T	51.84	101°52'47"	789345.8827	9202509.9623
T	T-U	74.66	197°30'36"	789385.8727	9202476.9674
U	U-V	12.62	119°40'43"	789455.0889	9202448.9808
V	V-W	30.86	158°54'11"	789456.7720	9202436.4717
W	W-X	195.23	157°28'9"	789449.6019	9202406.4529
X	X-Y	23.9	153°23'14"	789334.9440	9202248.4347
Y	Y-Z	123.64	142°41'56"	789313.7296	9202237.4276
Z	Z-A1	117.88	205°39'31"	789191.9216	9202258.6394
A1	A1-B1	171.85	284°5'40"	789078.4806	9202226.5814
B1	B1-C1	67.17	105°24'36"	789164.0812	9202077.5632
C1	C1-D1	82.97	200°39'35"	789116.8189	9202029.8296
D1	D1-E1	59.91	191°0'31"	789082.9999	9201954.0701

E1	E1-F1	280.53	153°13'50"	789069.4749	9201895.7066
F1	F1-G1	67.01	190°6'23"	788889.8411	9201680.2319
G1	G1-H1	115.02	187°51'50"	788856.6290	9201622.0296
H1	H1-I1	91.2	79°44'31"	788813.8283	9201515.2717
I1	I1-J1	74.76	169°11'8"	788736.5782	9201563.7392
J1	J1-K1	40.2	220°20'23"	788681.8265	9201614.6513
K1	K1-L1	45.12	150°37'22"	788641.6713	9201616.4601
L1	L1-M1	14.36	213°1'12"	788603.3930	9201640.3384
M1	M1-N1	38.25	226°25'24"	788589.0351	9201640.0719
N1	N1-O1	76.55	134°51'12"	788563.1851	9201611.8743
O1	O1-P1	51.19	154°12'23"	788486.7003	9201608.7483
P1	P1-Q1	9.85	248°36'9"	788439.7373	9201629.1227
Q1	Q1-R1	307.74	83°21'10"	788432.7884	9201622.1374
R1	R1-S1	41.73	161°55'5"	788241.2032	9201862.9735
S1	S1-T1	28.96	158°4'30"	788226.6452	9201902.0766
T1	T1-U1	75.88	150°9'50"	788227.4058	9201931.0302
U1	U1-V1	14.1	195°45'23"	788266.8730	9201995.8382
V1	V1-A	18.84	204°33'44"	788270.6598	9202009.4153
TOTAL		3655.57	8280°00'00"		

2.1.3.1. Área del terreno

El área total del predio donde se ubicará la Infraestructura de Tratamiento y Disposición final de los residuos sólidos de los ámbitos de las gestiones Municipal y no Municipal, es de 50.32 hectáreas.

2.1.3.2. Perímetro del terreno

Longitud del perímetro del área destinada a la Infraestructura de Tratamiento y Disposición Final de los residuos sólidos es de 3 655.57 metros lineales.

2.1.3.3. Vías de acceso

La vía de acceso al área seleccionada, lo constituye la carretera Cajamarca - Namora, hasta la altura del kilómetro 13.8, para luego continuar en dirección Este a través de una trocha carrozable que tiene como destino el Centro Poblado de Palturo en el distrito de Jesús. La sección de la trocha de acceso tenía un ancho promedio aproximado de 4.00 metros, encontrándose actualmente (6.00 m) en regular estado de conservación.

2.2. ESTUDIO TOPOGRAFICO

La topografía predominante en el área del proyecto, varia de plana a ondulada en la parte central y de moderada a medía en la parte inferior (10 a 15%), las márgenes en algunos tramos de las quebradas tienen pendientes del orden de 30 a 70% respectivamente, principalmente en el límite norte donde hay unas cárcavas muy pronunciadas, las cotas del terreno destinado al proyecto varían desde los 2810 a 2910 msnm. **(Ver plano Nro. 02)**

Parte importante de las superficies del terreno que conforman los extremos Sur Este y Sur Oeste, se caracterizan por presentar en la superficie notorios afloramientos rocosos.

De acuerdo al mapa de uso potencial del suelo, el predio se clasifica como suelos de clase VII-VIII, es decir suelos aptos para pastizales o bosques con severas limitaciones al normal desarrollo, y suelos no aptos para cultivos, pasturas ni forestales.

Como parte de uso del suelo es preciso señalar que la presencia de tres quebradas que atraviesan el terreno en dirección Este – Oeste, permiten la rápida evacuación de las aguas de escurrimiento pluvial que llega hasta sus cauces.

2.3. CLIMA

El área destinado al proyecto está comprendido en la zona de vida natural bosque húmedo-Montano Tropical (bh.-MT), encontrándose a una altitud de 2810 a 2910 m.s.n.m.

El clima característico es templado seco y soleado en el día, y frío en las noches; temperatura máxima promedio 21.75 °C y mínima promedio 5.67 °C; asimismo como temperatura máxima 22.00 °C y mínima 3.00 °C; la temperatura del suelo promedio es de 15.7 °C; humedad relativa promedio 72.84 %; radiación solar máxima 1,368 W/m², la velocidad promedio del viento es de 20 m/s (los valores extremos son: mínima 14 m/s y máxima 31 m/s), con dirección predominante N-O.

En el cuadro siguiente, se puede observar la información sobre precipitación pluvial, evaporación y velocidad del viento (Estación Meteorológica Weberbauer).

Cuadro Nro. 27: El clima en Cajamarca.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV
Precipitación [mm]	89	102	126	93	37	13	6	8	34	76	58
Evapotranspiración [mm]	128	106	107	94	95	93	105	117	127	131	137
Días con lluvia	13	17	17	14	9	4	2	2	9	9	8
Temp. Max. (°C)	22	21	21	21	22	22	22	22	22	22	22
Temp. Min. (°C)	8	7	7	7	5	3	3	4	5	7	6
Temp. Med. (°C)	14	14	14	14	14	13	13	14	14	14	14
Hum. rel. med. (%)	71	75	77	78	73	68	62	58	64	68	64
Rad.global (mJ/m²)	17.3	17.4	16.4	15.8	14.4	14.9	16.5	16.9	16.8	18.1	19.9
Horas sol n/n (%)	37	36	33	38	48	50	56	50	40	41	49
Vel. del viento (m/s)	15	15	15	15	15	26	31	31	26	21	15

Fuente: Estación Meteorológica Weberbauer, 7°7'S, 78°27'W, 2621 m.s.n.m. (Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la provincia de Cajamarca, 2007)

Del cuadro anterior se puede deducir que la precipitación pluvial anual es 720 mm, siendo los meses de mayor precipitación entre octubre a abril y los meses de julio y agosto son los meses secos con escasas precipitaciones pluviales.

La evaporación de las aguas superficiales registra un valor anual de 1275 mm/año, mientras que el promedio anual de la humedad relativa es 68.75 %.

2.4. ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO

El área es un suelo limo arcilloso inorgánico a orgánico de origen residual, y moderadamente plástico, cuya permeabilidad es del orden de 2×10^{-5} cm/seg, la capacidad portante del suelo es del orden de 0.59 kg/cm², al estado seco, al estado húmedo el suelo es casi inestable; con tonalidades rojo amarillento, gris, y gris oscuro, y seco, como basamento rocoso la formación geológica sedimentaria Chulec (Ki.Chu) del Cretácico Inferior, conformada por rocas margosas, areniscas calcáreas, lutitas calcáreas, y calizas ligeramente alteradas.

Las principales estructuras geológicas presentes en el área del proyecto son: el eje del plegamiento cuya dirección predominante es N 50° E, y las fracturas principales están controladas por esta estructura, justamente las quebradas Chilca y Buitrón tienen esta orientación predominante, así como los planos de estratificación, constituyen aspectos determinantes en la estabilidad de los taludes a ser involucrados por las obras, así como en la percolación de fluidos dentro del suelo de fundación.

Los fenómenos de geodinámicos externa de probable ocurrencia son los flujos de agua con coloides en temporadas debido a las de fuertes precipitaciones pluviales, en los meses de lluvia, que discurren por las 3 quebradas existentes en el área del proyecto, asimismo por la cuarta quebrada hacia sector sureste.

Substrato ligeramente impermeable que evita la difusión de elementos contaminantes, debido al predominio de suelos finos y la roca madre conformado por margas y lutitas, brecha aglomerádica calcárea, y calizas.

Presencia de acumulación de agua de lluvia que se infiltra en el subsuelo desde una profundidad de 13.6 m a 41.6 m de profundidad.

En casi todos los casos, el riesgo por geodinámica externa guarda estrechamente vinculado a las características hidrológicas del lugar.

El principal aspecto desfavorable lo constituye la presencia de la zona saturada y los flujos definidos de las aguas subterráneas por las estructuras las fracturas, corroborado por la presencia de los 2 manantiales, estas deberán ser protegidas, para preservar la calidad natural de sus aguas.

La capacidad portante del suelo de fundación para el suelo residual es del orden de 0.59 kg/cm².

2.5. ESTUDIO GEOFISICO DE RESISTIVIDAD

Las resistividades más bajas se encuentran por debajo de los 13.60 metros respecto a la cota del terreno, hay una probabilidad de suelo húmedo y con indicios de agua, desde los 13.60 metros hasta una profundidad de 41.60 metros, a manera de una "bolsonada" de agua de 28 metros del sector central del área del relleno, su origen de esta agua es la acumulación y filtración de las aguas de lluvia, aprovecha las zonas planas principalmente que permite la infiltración de las aguas estancadas.

Para nivel de 5 m de profundidad corresponden al material alterado de suelo Residual arcilloso y se concentra en el sector central del área del relleno, mientras que a profundidades de 15 m cambia a material más resistivo en este sector con valores mayores a 340 ohmio-m y corresponden a la roca muy alterada con cierto grado de humedad.

CAPITULO 3 PARAMETROS DE DISEÑO

3.1. ASPECTOS DEMOGRAFICOS

3.1.1. Población

Es necesario conocer el número de habitantes de diseño para definir la generación de residuos sólidos domiciliarios que se han de disponer. En este caso solo se tendrá en cuenta la población urbana de los distritos de Cajamarca, Llacanora, Los Baños del Inca y Jesús. La generación de residuos en la zona urbana es muy notoria y tiende a incrementarse.

Asimismo, al caracterizar dicha población se deben analizar aspectos tales como población total, tasa de crecimiento promedio de los últimos censos y la proyección del crecimiento de la población para el horizonte de planeamiento del estudio.

Dentro del proceso de estudio de la población, es necesario recurrir a fuentes escritas, que permitan disponer de información, para realizar cálculos orientados a dimensionar la demanda; en ese sentido, se recurre a censos.

3.1.2. Proyección de la población

Es importante estimar la población futura que se tendrá en los próximos años, a fin de calcular la generación de residuos sólidos que se deberá disponer diaria y anualmente a lo largo de la vida útil del relleno sanitario. En los siguientes cuadros, se consigna la tasa de crecimiento y la proyección realizada por el método geométrico (método recomendado en la Guía de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario mecanizado) para el crecimiento poblacional, datos obtenidos a partir de la población de los censos de 1993 y 2007.

Cuadro Nro. 28: Población y tasa de crecimiento por distrito.

Distrito	Población urbana (hab.)		Tasa de crecimiento
	Censo 1993	Censo 2007	
Cajamarca	87 390	150 197	3.94%
Llacanora	488	648	2.05%
Los Baños del Inca	5 057	12 129	6.45%
Jesús	1 816	2 343	1.84%

Cuadro Nro. 29: Proyección de la población.

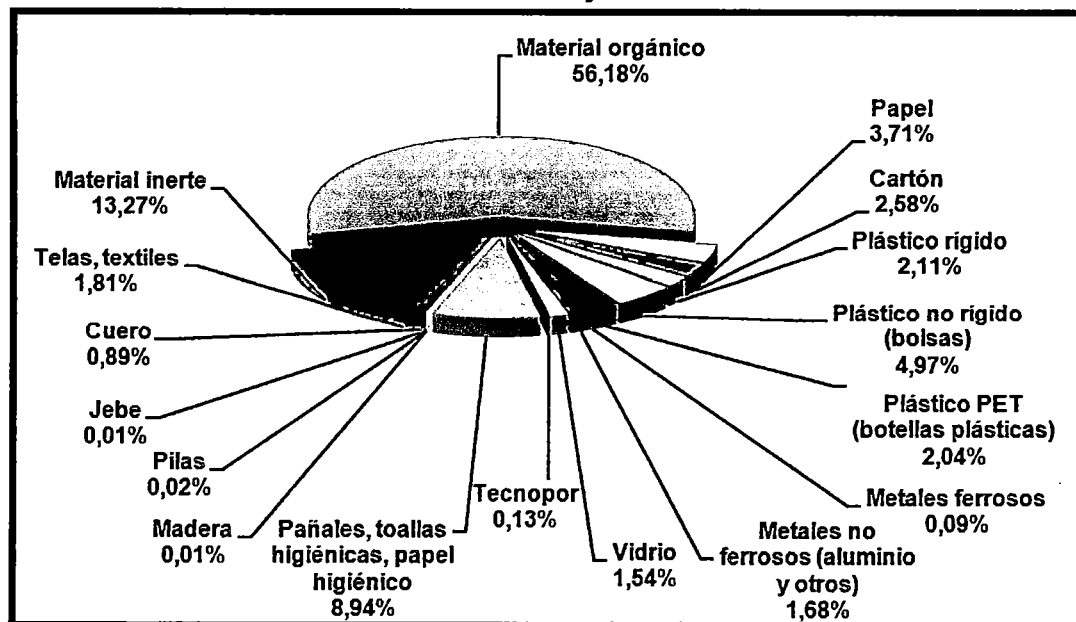
Año	Población (hab.)				Total (hab.)
	Cajamarca	Llacanora	Los Baños del Inca	Jesús	
2009	162 279	675	13 744	2 430	179 127
2010	168 679	689	14 630	2 474	186 472
2011	175 332	703	15 573	2 520	194 128
2012	182 247	717	16 577	2 566	202 108
2013	189 435	732	17 646	2 613	210 427
2014	196 907	747	18 784	2 661	219 099
2015	204 673	762	19 995	2 710	228 141
2016	212 746	778	21 285	2 760	237 568
2017	221 137	793	22 657	2 811	247 398
2018	229 859	810	24 118	2 862	257 649

3.2. COMPOSICION FISICA

La siguiente figura muestra la composición física de los residuos sólidos hallada en el estudio de caracterización realizado el año 2004 en la ciudad de Cajamarca. Los valores porcentuales de residuos sólidos como la materia orgánica (56,18 %) y, por otro lado, residuos como papel, cartón, plástico, vidrio, metales y textiles que suman 20.53%, haciendo un total de 76.71% de residuos potencialmente reciclables.

Se establece esta caracterización para todos los distritos del ámbito del diseño, debido a que las condiciones socioeconómicas son similares, sin embargo una caracterización de residuos sólidos mejoraría el resultado.

Figura Nro. 12: Composición física promedio de los residuos sólidos en el distrito de Cajamarca.



Fuente: Gerencia de Desarrollo Ambiental de la Municipalidad Provincial de Cajamarca.

3.3. DENSIDAD

La densidad de los residuos sólidos es un parámetro importante en el diseño del sistema de disposición final de residuos. Según el estudio de caracterización de residuos sólidos de la ciudad de Cajamarca del 2004 se tiene que la densidad de residuos sólidos sin compactar es de 189.140 Kg/m^3 y compactada es de 223.118 Kg/m^3 .

La densidad de los residuos sólidos depende de su constitución, espesor de capa y humedad, con 4 o 5 pasadas se consigue un aumento adecuado de la densidad y un buen aprovechamiento del equipo.

Los meses de abril y mayo del 2010 en el relleno sanitario se tomaron datos para determinar la altura promedio de la celda diaria y la densidad promedio de residuos sólidos compactados estos datos se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro Nro. 30: Cálculo del promedio de la altura de celda diaria y densidad de residuos compactados del relleno sanitario de la provincia de Cajamarca en los meses de abril y mayo del 2010.

Día	Fecha	Peso cubierto (kg)	Área (m ²)	Altura (m)	Volumen (m ³)	Densidad (kg/m ³)
Jueves	01/04/2010	124,195	106.7	1.6	170.6	727.8
Viernes	02/04/2010	112,465	97.0	1.6	155.2	724.6
Sábado	03/04/2010	112,355	96.5	1.6	154.5	727.4
Domingo	04/04/2010	86,710	74.6	1.6	119.4	726.5
Martes	06/04/2010	195,385	168.6	1.6	269.7	724.5
Miércoles	07/04/2010	130,550	112.6	1.6	180.1	724.9
Jueves	08/04/2010	126,230	108.8	1.6	174.1	725.1
Viernes	09/04/2010	111,380	96.4	1.6	154.2	722.2
Sábado	10/04/2010	129,108	111.2	1.6	178.0	725.4
Domingo	11/04/2010	102,275	88.3	1.6	141.2	724.3
Martes	13/04/2010	191,580	156.2	1.7	265.6	721.3
Miércoles	14/04/2010	141,555	114.8	1.7	195.1	725.4
Jueves	15/04/2010	124,875	101.6	1.7	172.8	722.8
Viernes	16/04/2010	83,121	67.7	1.7	115.1	721.9
Sábado	17/04/2010	101,860	82.5	1.7	140.3	725.9
Domingo	18/04/2010	88,400	72.2	1.7	122.7	720.3
Martes	20/04/2010	178,675	145.1	1.7	246.6	724.6
Miércoles	21/04/2010	140,605	114.0	1.7	193.8	725.4
Jueves	22/04/2010	115,050	93.4	1.7	158.7	724.9
Viernes	23/04/2010	104,770	85.3	1.7	145.0	722.4
Sábado	24/04/2010	119,507	97.4	1.7	165.5	721.9
Domingo	25/04/2010	98,340	79.8	1.7	135.7	724.8
Martes	27/04/2010	180,055	146.6	1.7	249.3	722.3
Miércoles	28/04/2010	120,465	98.2	1.7	167.0	721.5
Jueves	29/04/2010	127,155	103.1	1.7	175.2	725.6
Viernes	30/04/2010	101,725	82.6	1.7	140.4	724.6
Sábado	01/05/2010	109,985	89.2	1.7	151.6	725.5
Domingo	02/05/2010	79,245	64.3	1.7	109.3	725.0
Martes	04/05/2010	183,905	150.1	1.7	255.2	720.6
Miércoles	05/05/2010	119,190	96.8	1.7	164.6	724.1
Jueves	06/05/2010	109,030	88.8	1.7	151.0	722.1
Viernes	07/05/2010	113,135	91.9	1.7	156.2	724.3

Día	Fecha	Peso cubierto (kg)	Área (m ²)	Altura (m)	Volumen (m ³)	Densidad (kg/m ³)
Sábado	08/05/2010	119,765	97.7	1.7	166.1	721.0
Domingo	09/05/2010	93,500	76.0	1.7	129.2	723.7
Martes	11/05/2010	21,815	17.8	1.7	30.3	720.0
		136,765	89.6	1.8	161.2	848.4
Miércoles	12/05/2010	130,370	84.9	1.8	152.8	853.2
Jueves	13/05/2010	115,915	76.0	1.8	136.7	848.0
Viernes	14/05/2010	101,090	65.9	1.8	118.5	853.1
Sábado	15/05/2010	91,092	59.4	1.8	106.9	852.1
Domingo	16/05/2010	99,585	64.9	1.8	116.8	852.6
Martes	18/05/2010	161,665	106.0	1.8	190.7	847.7
Miércoles	19/05/2010	131,878	86.4	1.8	155.6	847.5
Jueves	20/05/2010	107,835	70.6	1.8	127.1	848.4
Viernes	21/05/2010	94,700	62.1	1.8	111.8	847.0
Sábado	22/05/2010	112,105	73.4	1.8	132.1	848.6
Domingo	23/05/2010	90,425	59.2	1.8	106.6	848.3
Martes	25/05/2010	164,050	107.4	1.8	193.3	848.7
Miércoles	26/05/2010	139,300	91.3	1.8	164.3	847.8
Jueves	27/05/2010	117,615	77.0	1.8	138.6	848.6
Viernes	28/05/2010	97,130	63.7	1.8	114.6	847.6
Sábado	29/05/2010	106,390	69.6	1.8	125.4	848.4
Domingo	30/05/2010	87,750	57.5	1.8	103.4	848.6
		PROMEDIO	1.7		766.4	

Fuente: Sub Gerencia de Limpieza Pública - Municipalidad Provincial de Cajamarca.

Del cuadro anterior se obtiene que el promedio de la densidad de compactación de residuos sólidos es de 766.4 kg/m³.

Para calcular las dimensiones de la celda diaria y el volumen del relleno sanitario se utilizarán las siguientes densidades:

Cuadro Nro. 31: Densidad de residuos sólidos según alternativa y estado en el relleno sanitario.

Estado de residuos sólidos en el relleno sanitario	Densidad de residuos sólidos según alternativa (kg/m ³)		
	Nro. 1	Nro. 2	Nro. 3
Compactada	750 ¹	800 ²	766 ³
Estabilizada	-----	----	850 ⁴

Nota:

1. Densidad de los residuos considerados para los cálculos referidos a la disposición final del Estudio "Ampliación y mejoramiento de la gestión integral de residuos sólidos en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca"
2. Densidad que usa el Ministerio del Ambiente para el diseño de rellenos sanitarios mecanizados del "Programa de Desarrollo de Sistemas de Gestión de Residuos Sólidos en Zonas Prioritarias".
3. Cuadro Nro. 30: Cálculo del promedio de la altura de celda diaria y densidad de residuos compactados del relleno sanitario de la provincia de Cajamarca en los meses de abril y mayo del 2010.
4. Residuos Sólidos, Galdames, D. (2000) Ingeniería Ambiental & Medio Ambiente. Chile.

3.4. CARACTERISTICAS DEL TERRENO

3.4.1. Aspectos Geográficos

Dentro del área hay dos fuentes de agua una dentro del área seleccionada denominada Manantial Chilca, ubicada en la parte alta, y la segunda en la parte baja y hacia el sector suroeste, conocido con el nombre de Capulipampa, ambas fuentes son permanentes; de la primera fuente citada actualmente hay un sistema de agua potable de reciente construcción que abastece de agua al Caserío de San José de Canay, cuya línea de conducción se inicia dentro del área seleccionada, y la línea de conducción se desarrolla muy cerca al límite Nor Este del área del proyecto.

Siendo uno de los objetivos del estudio geológico geotécnico, conocer las propiedades físico mecánicas del suelo de fundación, principalmente la posibilidad de realizar excavaciones, se ha determinado que la profundidad promedio del emplazamiento de las rocas varían entre los 2 y 3 metros de profundidad, aspecto este que

debe ser tomado en cuenta durante la planificación para la habilitación de la Infraestructura de Disposición final de los residuos.

3.4.2. Geomorfología

Debe remarcarse que los periodos de estabilidad que determinaron la superficie de erosión fueron prolongadas de tal modo que la acción erosiva posterior destruyó a la precedente, los agentes actuales de erosión son los que modifican todo en conjunto.

En la geomorfología local se pueden distinguir las siguientes unidades geomorfológicas:

3.4.2.1. Superficies planas

Esta forma predominante se emplaza en 3 áreas: la primera de área muy reducida en el límite sur Capulipampa, la segunda en la zona donde se emplaza la única vivienda dentro de los linderos del terreno destinado al proyecto, y la tercera lo constituye la superficie emplazada en las partes altas de la pequeña represa existente, que da una apariencia de 3 plataformas naturales caracterizados por tener pendientes planas, esta característica es la más predominante y abarca aproximadamente el 75% del área del proyecto.

3.4.2.2. Quebradas y sistemas de drenajes

Conformada por una quebrada principal denominada Chilca, que a la vez constituye el límite del terreno destinado a la Infraestructura de Tratamiento y Disposición Final de residuos sólidos. La dirección de la quebrada Chilca es de Norte a Sur Oeste.

Esta quebrada se inicia en las partes altas de los cerros denominados Oritupuquio y Chocta, tiene una longitud aproximada de 2528 metros lineales y una gradiente hidráulica de 9.89%. Se caracteriza por tener un flujo permanente de agua, alimentado desde varios puntos, especialmente del manantial Chilca, que se ubica dentro de los linderos del terreno destinado a la Infraestructura de Tratamiento y disposición final de residuos.

A la quebrada Chilca discurren 3 quebradas pequeñas, que se distribuyen de la siguiente manera:

- La primera quebrada (sin nombre) casi paralela a la principal, se caracteriza por la formación de zanjas profundas y con pendientes muy pronunciadas en las partes altas, mientras que en las partes intermedias y bajas se pueden observar zanjas moderadas.
- La segunda quebrada denominada Buitrón, se caracteriza por la habilitación de una pequeña represa.
- La tercera quebrada, se ubica en el extremo Sur Oeste del terreno, se caracteriza por ser una quebrada casi superficial, debido a que en las partes alta y media atraviesa superficies conformadas por rocas calizas que no han permitido profundizarse.

3.4.3. Análisis hidrológico

3.4.3.1. Precipitaciones pluviales

Los registros de precipitación total mensual para según reportes de la Estación Meteorológica Weberbauer de Cajamarca presentan un régimen pluvial irregular con dos periodos bien definidos, el húmedo que ocurre entre Octubre y Abril, siendo los meses de Febrero y Marzo los meses más

lluvioso con 102 mm. y 126 mm. respectivamente, y los meses secos correspondientes a los meses de Julio y Agosto con una precipitación que varía entre 6 a 13 mm (se observa en el Cuadro Nro. 27).

3.4.3.2. Red hidrográfica de aguas superficiales

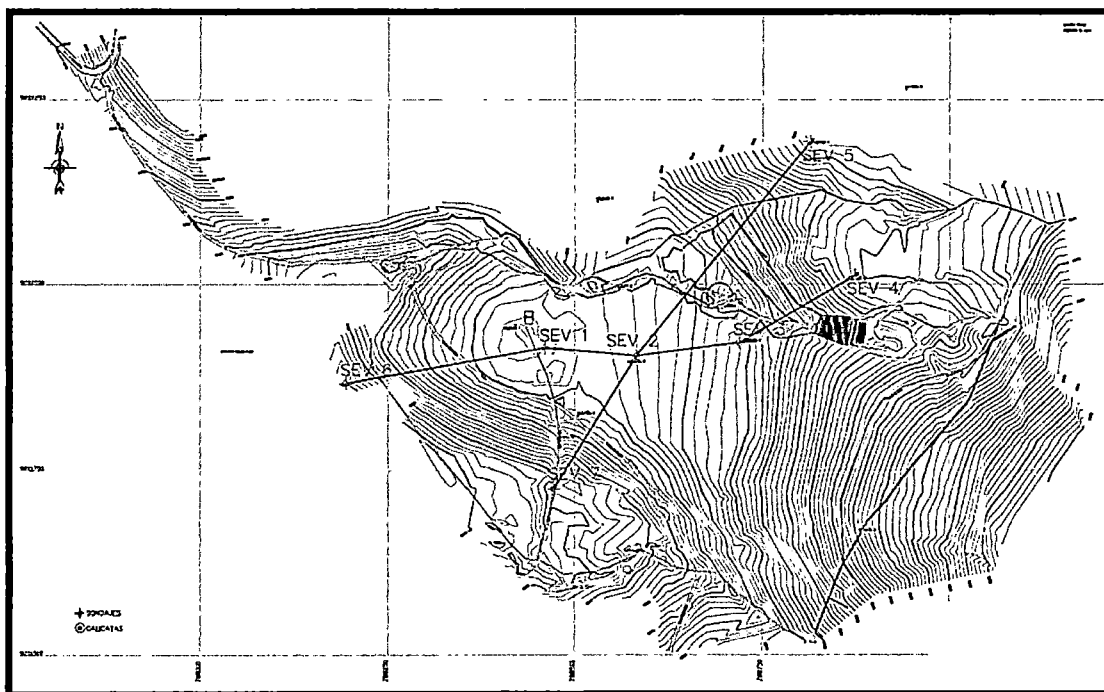
El área de estudio lo conforma la quebrada Chilca con caudal constante del orden de 0.35 l/seg, alimentados por manantiales proveniente de las partes altas y del manantial Chilca, ubicado antes del límite norte, a su vez las quebradas temporales como Buitrón, y del medio sin nombre, y la tercera más al sur también sin nombre, todos estas quebradas drenan hacia el río Cajamarca, de régimen permanente, ubicado a una distancia de 2930 metros lineales.

3.4.3.3. Aguas subterráneas y manantiales

De acuerdo a los reportes del estudio de geofísica, y la evaluación de campo se ha podido corroborar la existencia de 2 manantiales, la primera ubicada hacia el norte y en zona alta denominada manantial Chilca, ubicado en la cota 2873, cuyo caudal es del orden de 0.20 litros por segundo, actualmente hay una estructura de captación nueva del sistema de agua potable para abastecer a parte del Centro Poblado de Palturo. El segundo manantial denominado Capulipampa, aflora en la zona baja y fuera del área del terreno para el relleno sanitario, en esta época de lluvia aflora en varios puntos, en época de estiaje si debe ser puntual, su caudal no se ha podido aforar porque se está mezclando con las aguas recientes de las precipitaciones provenientes de las partes altas.

La presencia de estas fuentes de abastecimiento de agua nos induce a pensar en la presencia de aguas subterráneas, como se puede corroborar de acuerdo el estudio de geofísica, que indica las resistividades más bajas se encuentran por debajo de los 13.60 metros respecto a la cota del terreno, hay una probabilidad de suelo húmedo y con indicios de agua, desde los 13.60 metros hasta una profundidad de 41.60 metros, a manera de una “bolsonada” de agua de 28 metros del SEV 2, su origen de esta agua es la acumulación y filtración de las aguas de lluvia, aprovecha las zonas planas principalmente que permite la infiltración de las aguas estancadas, se puede visualizar la ubicación de los SEV en la siguiente figura.

Figura Nro. 13: Ubicación de sondajes eléctricos verticales.



Fuente: Estudio Geofísico Geoeléctrico del Expediente Técnico “Ampliación y mejoramiento de la gestión integral de residuos sólidos en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca”, 2008.

3.5. MATERIAL DE COBERTURA

El material de cubierta tiene las siguientes funciones: impedir la entrada y salida de fauna nociva, reducir la emisión de biogás, los malos olores y evitar incendios así como también disminuir la entrada de agua.

La aplicación diaria de la cubierta reduce la atracción de los residuos sobre las aves y los roedores en busca de alimento y es esencial para mantener una buena apariencia del relleno sanitario.

Muchos tipos de suelos cuando están debidamente compactados muestran baja permeabilidad, no se contraen y pueden ser usados para controlar el agua que pudiera entrar al relleno e incrementar el volumen de lixiviado.

El control de la emanación de gases es también una función esencial de material de cubierta. Dependiendo de la profundidad planeada para el término recuperado por el relleno, los gases pueden ser bloqueados o ventilados a través del material de cubierta. Un suelo permeable que no retenga mucha agua puede servir como un buen material para ventilar los gases. Arena limpia, grava pequeña o roca quebrada son excelentes cuando se mantienen secas.

El cubrir los residuos también protege contra el fuego. Casi todos los suelos son incombustibles por lo que la cubierta y los taludes de cada una de las celdas del relleno ayudan a confinar el fuego, dentro de ésta.

La celda diaria de residuos sólidos deberá cubrirse con tierra compactada, tanto en la superficie como en los taludes, de tal manera que al final del día no queden residuos sólidos sin cubrir.

3.6. FRENTE DE TRABAJO

La longitud del frente de trabajo corresponderá al ancho de la celda a construirse, por lo tanto, al diseñarse ésta se tendrán en cuenta las exigencias requeridas para un frente de trabajo.

Se denomina frente de trabajo a la dimensión mínima necesaria para que la maquinaria funcione y maniobre adecuadamente para realizar el acomodo y compactación de los residuos sólidos, tomando también en cuenta el número de unidades recolectoras que llegan al relleno sanitario en horas pico. En este punto se determinarán las dimensiones mínimas de las áreas de trabajo diario dentro del relleno sanitario, buscando optimizar los rendimientos de maquinaria para la compactación de los residuos confinados y el material de cobertura diaria, además de agilizar las maniobras de los vehículos que descargan los residuos en el frente operativo.

Para lograr establecer las dimensiones del frente se consideraron dos tipos de usuarios de vehículos; los de carga lenta y los de carga rápida, la diferencia entre ambos es que los primeros no poseen mecanismos de descarga, esto es, se realiza manualmente, y los segundos si cuentan con mecanismo de descarga, mecánico y/o hidráulico.

3.7. MATERIAL DE COBERTURA FINAL

Para el sellado final de las plataformas deberá colocarse una capa de material de cobertura de 30 cm compactado y posteriormente una de tierra con un espesor mínimo de 30 cm y de preferencia rica en materia orgánica.

Se realiza a partir de los 60 días de transcurrida la culminación de una plataforma y/o simultáneamente a la cobertura de la última capa de residuos. La función del sello es evitar los malos olores, completar el confinamiento de los residuos y establecerá las condiciones propicias para la plantación de cubierta vegetal. La conformación final del relleno sanitario será en forma de tronco de pirámide invertido.

CAPITULO 4 METODOLOGIA Y PROCEDIMIENTO

En este capítulo se realizará una descripción del planteamiento del análisis. A partir de ello se desarrollará los cálculos para este diseño, describiendo las tres alternativas diferentes. Los criterios para la segunda y tercera alternativa son similares.

1. La información local necesaria ha sido obtenida a base de datos de estudios locales. Los datos de entrada necesarios para impulsar las alternativas utilizadas se han recogido de estudios aprobados por la autoridad de salud, como son: Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de Cajamarca del 2007 y el estudio "Ampliación y mejoramiento de la gestión integral de residuos sólidos en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca" del 2008.
2. El levantamiento de la información se efectuó mediante salidas de campo en donde se realizaron aplicación de encuestas y/o entrevistas al personal de la Municipalidad Provincial de Cajamarca, e involucrados directamente en la infraestructura de disposición final, en el aprovechamiento de residuos sólidos inorgánicos y en el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.
3. Los datos meteorológicos y climáticos así como geológicos y geotécnicos, han sido tomados de los estudios complementarios para la elaboración del expediente técnico del relleno sanitario.

Esta evaluación del diseño se basa en la comparación de las siguientes alternativas:

Alternativa Nro. 1. Alternativa en base al estudio "Ampliación y mejoramiento de la gestión integral de residuos sólidos en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca", que asume desde el inicio de las operaciones se pueda aprovechar residuos inorgánicos y residuos orgánicos equivalentes en conjunto al 30 % del total de residuos generados, que se mantiene desde el inicio hasta el final del

periodo de diseño, y mantiene la generación de residuos sólidos constante durante el mismo periodo.

Alternativa Nro. 2. Alternativa elaborada a partir de la Guía Técnica de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios Mecanizado del Ministerio del Ambiente. Además se usan los mismos parámetros de diseño de rellenos sanitarios del “Programa de Desarrollo de Sistemas de Gestión de Residuos Sólidos en Zonas Prioritarias” los cuales son: porcentaje de incremento de la generación per cápita, porcentaje de incremento de otros residuos municipales, densidad de residuos sólidos compactados en el relleno sanitario.

Alternativa Nro. 3. Alternativa elaborada a partir de la Guía Técnica de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios Mecanizado del Ministerio del Ambiente, usando medidas reales determinadas en campo como: cantidad de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos aprovechables, densidad de residuos sólidos compactados en el relleno sanitario, porcentaje de material de cobertura.

4.1. METODOLOGÍA

4.1.1. Alternativa Nro. 1

- Resulta de suma importancia estimar la población futura que tendrán la población urbana de los distritos de Cajamarca, Jesús, Llacanora y Los Baños del Inca. En esta alternativa se considera que la cantidad de habitantes en la zona urbana según el estudio “Ampliación y mejoramiento de la gestión integral de residuos sólidos en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca”, permanece constante durante el periodo de diseño.
- Considera como generación de otros residuos municipales sólo la correspondiente a la municipalidad de Cajamarca.
- Asume que se mantiene constante la generación de residuos sólidos municipales durante el periodo de estudio, y toma como generación de

residuos sólidos municipales el valor señalado en el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos.

- Luego se determina la generación de residuos sólidos municipales a disponer, toma como valor el 70% de la generación de residuos sólidos municipales del distrito de Cajamarca.
- El volumen de residuos sólidos compactados es el 85% del volumen real de la infraestructura, es decir el 15% será material de cobertura.
- La vida útil para la alternativa 1 se obtiene dividiendo el volumen útil en toneladas de residuos compactados entre la generación de residuos sólidos municipales a disponer.
- Con respecto a la celda diaria, indica que el ancho mínimo de las celdas o mínimo frente de trabajo, dependerá de la longitud de la cuchilla y del equipo que se emplee en la construcción de las celdas. El talud de compactación será de 1/2 (v/h).
- La determinación del volumen de lixiviado se desarrolla a partir de la adaptación de ecuación del modelo suizo, este método de cálculo para calcular la generación del lixiviado en función de la precipitación de los meses de lluvias y no de todo el año.⁸
- Esta alternativa contempla la habilitación de canales pluviales, que tengan la finalidad de desviar las aguas de escurrimiento superficial fuera del área de la infraestructura.

4.1.2. Alternativa Nro. 2

- El inicio del periodo de diseño para esta alternativa es el 2009, porque en este año se inicia las operaciones del relleno sanitario, esto no afecta el cálculo, debido a que en la alternativa 1 se considera constante la población durante la vida útil.
- Para determinar el tamaño de la población urbana de los distritos de Cajamarca, Jesús, Llacanora y Los Baños del Inca se toma la información de los Censos Nacionales de Población y Vivienda realizados en el país

⁸ Jaramillo Jorge, Zepeda Francisco. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Guía para el Diseño Construcción y Operación de Relleno Sanitario Manual. Programa de Salud Ambiental. 2da.ed. Colombia 2002.

en los años 1993 y 2007. Se consigna realizar la proyección por el método geométrico.

- La generación per cápita del distrito de Cajamarca se obtendrá del Proyecto de Inversión Pública “Ampliación y Mejoramiento de la Gestión Integral de Residuos Sólidos La Ciudad de Cajamarca”. Y la generación per cápita de los distritos de Llacanora, Jesús y Los Baños del Inca se obtendrá del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la Provincia de Cajamarca. Sabiendo que con el desarrollo y el crecimiento urbano y comercial de la población, los índices de producción aumentan, se calculará la producción per cápita total para cada año, con un incremento de entre 0,5 y 1% anual⁹.
- Con base en la generación per-cápita de residuos sólidos y considerando la proyección de la población, se estimó la generación diaria de residuos sólidos domiciliarios generados en los distritos en cuestión.
- Esta alternativa considera la generación de otros residuos municipales de las cuatro municipalidades, información obtenida en el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la Provincia de Cajamarca, estos residuos vienen a ser los generados en mercados, maleza y barrido de calles. El incremento anual de estos residuos será el mismo que la tasa de crecimiento poblacional de cada distrito correspondiente.
- La generación de residuos sólidos municipales está conformada por la generación de residuos sólidos domiciliarios más la generación de otros residuos sólidos municipales de cada año durante el periodo de diseño.
- Esta alternativa considera la generación de residuos sólidos municipales de los cuatro distritos y lo denomina a este conjunto generación total de residuos sólidos municipales.
- El volumen de residuos sólidos compactados se obtiene con el producto de la generación total de residuos sólidos municipales a disponer y la densidad de residuos sólidos compactados en el relleno sanitario.
- El material de cobertura es el 20% del volumen de residuos sólidos compactados.

⁹ Jaramillo Jorge, Zepeda Francisco. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Guía para el Diseño Construcción y Operación de Relleno Sanitario Manual. Programa de Salud Ambiental. 2da.ed. Colombia 2002.

- El volumen que tendrá el relleno sanitario por año se determinara con el volumen de residuos compactados y el material de cobertura.
- Para la determinación de la vida útil se toma como referencia que el volumen máximo de la infraestructura es el que indica en el estudio "Ampliación y mejoramiento de la gestión integral de residuos sólidos en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca".
- Para el dimensionamiento de la celda diaria se considera el promedio de la generación total de residuos sólidos municipales a disponer por día durante la vida útil calculada previamente, además se asume la conformación y el cálculo de la celda similar a la propuesta en la Guía Técnica de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios Mecanizado del Ministerio del Ambiente.
- El volumen de lixiviado se calcula con el método Suizo, la poza de lixiviado está diseñada para almacenar el lixiviado de 1 a 3 días durante el pico de producción máxima.¹⁰
- El sistema de drenaje estará formado por cunetas construidas en la parte superior del relleno. Para determinar la sección transversal de la zanja de drenaje pluvial se tendrá en cuenta los siguientes pasos:
 - Realizar una investigación en el campo.
 - Analizar el plano topográfico, seleccionando la curva de nivel que sea adecuada para colocar la zanja.
 - Determinar la velocidad de diseño en la zanja.
 - Determinar el coeficiente de escurrimiento "k".
 - Analizando los datos meteorológicos del sitio tenemos que la estación meteorológica del SENAMHI más cercana a la ubicación del Relleno Sanitario, es la Estación Convencional Meteorológica Jesús.
 - Luego calcular el tiempo de concentración para una cuenca pequeña sería igual a la combinación más larga del tiempo de escurrimiento sobre el terreno " t_1 " y el tiempo de escurrimiento de la zanja " t_2 ".
 - Luego se debe calcular el máximo escurrimiento en la zanja (Q), en metros cúbicos por segundo.
 - Determinar el tamaño de la sección transversal de la zanja (A2).

¹⁰ Ministerio del Ambiente. Guía de Diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de Rellenos Sanitarios Mecanizado. Lima, Enero 2011.

- Seleccionar la sección transversal de la zanja.

4.1.3. Alternativa Nro. 3

- La alternativa 3 presenta la misma metodología para el cálculo que la alternativa 2, en lo que se refiere a: tamaño de población, proyección de la población, generación per cápita de residuos sólidos, porcentaje de incremento de la generación per cápita de residuos sólidos, generación de otros residuos municipales y porcentaje de incremento de la generación de otros residuos municipales.
- Para determinar la generación de residuos sólidos municipales a disponer la alternativa 3 considera los siguientes parámetros
 - Porcentaje de cobertura de recolección de residuos sólidos real para los años 2009 y 2010 para el distrito de Cajamarca, y asumido para los siguientes años. Para el resto de municipalidades se obtiene este porcentaje para el año 2009, 2010 y 2011 a través de las propias municipalidades, y de los siguientes años se mantendrán en 100%.
 - Cantidad de residuos sólidos orgánicos aprovechables. Se obtiene la cantidad del año 2010 para el distrito de Cajamarca, y luego aumenta progresivamente hasta llegar al año 10 donde la cantidad de residuos orgánicos aprovechables será de 10% de la cantidad de residuos orgánicos. Para los distritos de Jesús, Llacanora y Los Baños del Inca se tiene la información del propio personal de cada municipalidad la cantidad de residuos sólidos orgánicos aprovechables de los años 2009 y 2010.
 - Cantidad de residuos sólidos inorgánicos aprovechables. En el distrito de Cajamarca se obtiene en campo esta cantidad para el año 2010. Para los otros distritos se obtiene del personal de limpieza de las propias municipalidades para el año 2009 y 2010.
 - Proyección de la cantidad de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos aprovechables. En el distrito de Cajamarca se considera un incremento anual del 15% para los residuos sólidos inorgánicos aprovechables. Para los otros distritos se asumen cantidades.

- La generación de residuos sólidos municipales a disponer estará dada por el producto entre la generación de residuos sólidos municipales y el porcentaje de cobertura de recolección, menos la cantidad de residuos sólidos inorgánicos aprovechables y la cantidad de residuos sólidos inorgánicos aprovechables.
- La generación total de residuos sólidos municipales a disponer simplemente es la suma de la generación de residuos sólidos municipales a disponer de cada distrito, esto se determina solo para la alternativa³.
- El volumen de residuos sólidos compactados se obtiene de la misma manera que la alternativa 2, sin embargo se usa la densidad real del relleno sanitario de Cajamarca.
- Considerando que los residuos aumentan su densidad a través del tiempo, debido entre otros factores a la biodegradabilidad de la materia orgánica o la presión recibida por los mismos estratos se tomó el valor de 850 kg/m^3 densidad estabilizada, con este valor se calculó el volumen de residuos estabilizados para el dimensionamiento de las celdas y la vida útil de la infraestructura de disposición final.
- Para determinar el material de cobertura se usa el porcentaje real calculado en el relleno sanitario de Cajamarca.
- Por otro lado para calcular el volumen necesario que tendrá el relleno sanitario se considera el volumen de residuos estabilizados y el material de cobertura obtenido a partir del volumen de residuos compactados.¹¹
- Para la determinación de la vida útil se toma como referencia el volumen máximo de la infraestructura es el que indica en el estudio "Ampliación y mejoramiento de la gestión integral de residuos sólidos en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca".
- La determinación del volumen de lixiviado de la alternativa 3 es similar a la alternativa 1, con las respectivas diferencias:
 - La precipitación máxima mensual se obtiene considerando los datos de precipitación de los años 2008, 2009 y 2010 de la estación

¹¹ Jaramillo Jorge, Zepeda Francisco. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Guía para el Diseño Construcción y Operación de Relleno Sanitario Manual. Programa de Salud Ambiental. 2da.ed. Colombia 2002.

meteorológica Jesús, la cual es la estación más cercana al relleno sanitario de Cajamarca.

- Se consideran 2 meses como el número máximo de meses con lluvia consecutiva.
- La determinación de la sección del canal de drenaje pluvial se realizara de la misma manera que la alternativa 2.

4.2. PROCEDIMIENTO

4.2.1. Alternativa Nro. 1. Alternativa en base al estudio “Ampliación y mejoramiento de la gestión integral de residuos sólidos en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca”.

Se realiza en base al estudio “Ampliación y mejoramiento de la gestión integral de residuos sólidos en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca”. Se asume que se proyecta que desde el inicio de las operaciones se pueda reciclar residuos inorgánicos y utilizar residuos orgánicos equivalentes en conjunto al 30 % del total de residuos generados, además mantiene la generación de residuos sólidos constante durante todo el periodo de diseño.

4.2.1.1. Población

La población considerada de diseño es la considerada para el distrito de Cajamarca, Provincia de Cajamarca, incluyendo los distritos de Los Baños del Inca, Jesús y Llacanora.

El siguiente cuadro muestra la cantidad de habitantes por distrito para el año 2008.

Cuadro Nro. 32: Cantidad de habitantes por distrito.

Número de habitantes (Estimada al 2008)				Total
Cajamarca	Jesús	Llacanora	Los Baños del Inca	
156,121	2,386	661	12,911	172,079

4.2.1.2. Proyección de la población

Esta alternativa considera que la población de los cuatro distritos permanece constante durante el periodo del proyecto.

4.2.1.3. Capacidad de la Infraestructura de Disposición final**Diseño de Taludes**

Considerando la poca profundidad de las excavaciones en el área de la infraestructura, los taludes de corte se han definido en 1:1. Para los taludes que formaran los residuos dispuestos en los terraplenes por encima de la superficie original del terreno, se ha definido una inclinación de 1:2 (V:H).

Capacidad de la trinchera y las plataformas

El área planteada para habilitar la infraestructura de disposición final de los residuos sólidos, está conformada por un cuadrilátero irregular, que abarca una superficie de 29,250 m² (2.925 has.)

El volumen neto total proyectado de la infraestructura de disposición final será calculado en base a las secciones transversales (base o fondo, taludes de corte y taludes de relleno) definidas para el área de la Infraestructura, se encuentra sustentada con la información de las áreas de las secciones transversales y volúmenes calculados de corte y relleno.

Esta información se encuentra sustentada con la información de las áreas de las secciones transversales y volúmenes calculados de corte y relleno, tal como se detalla en el cuadro siguiente:

Cuadro Nro. 33: Metrado de áreas y volúmenes de la infraestructura para disposición final de residuos sólidos municipales.

Progresiva del eje longitudinal	Distancia (m)	Área de Corte (m ²)	Área de Relleno (m ²)	Volumen de Corte (m ³)	Volumen de Relleno (m ³)
47.50	00	00	00	0	0
50	2.50	451.53	102.94	282.0625	64.34
60	10	509.65	522.64	4804.75	3127.90
70	10	401.97	1387.54	4558.10	9550.90
75	5	410.24	1889.38	2030.525	8192.30
80	5	595.00	2176.98	2513.10	10165.90
90	10	594.49	2646.70	5947.45	24118.40
100	10	587.38	3036.44	5909.35	28415.70
110	10	580.66	3043.66	5840.20	30400.50
120	10	574.51	3050.12	5275.85	30468.90
130	10	569.09	3056.48	5218.00	30533.00
140	10	563.51	3058.42	5663.00	30574.50
150	10	556.07	3031.19	5597.90	30448.05
154.20	4.20	556.07	3031.19	2335.494	12730.998
160	5.80	551.31	2823.60	3214.302	16978.891
170	10	547.68	2404.73	5499.95	26141.65
180	10	543.18	1817.07	5454.30	21109.00
190	10	532.67	1127.69	5379.25	14723.80
200	10	522.63	465.96	5276.50	7968.25
202.50	2.50	520.91	461.45	1304.425	1159.2625
Total(m ³)				82104.51	336,872.24
Total m ³ (corte + relleno)					418,976.75 m ³ (418,977 m ³)

El volumen de la infraestructura calculado en base a las secciones transversales (base o fondo, taludes de corte y taludes de relleno), arrojan un volumen total habilitado de 418,977m³.

4.2.1.4. Cálculo de la vida útil

Generación per cápita

En el estudio "Ampliación y mejoramiento de la gestión integral de residuos sólidos en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca", indica que la Generación Per Cápita (G.P.C.) es de 0,70 kg/hab./día según el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la provincia de Cajamarca (2007), sin embargo este instrumento indica 0,51 kg/hab/día. La G.P.C. igual a 0,70 kg/hab/día indica en el PIP "Ampliación y mejora de la gestión integral de residuos sólidos en el distrito de Cajamarca, priorizando su reducción, reuso y reciclaje" (2008) y pone como fuente la Gerencia de Desarrollo Ambiental de la Municipalidad Provincial de Cajamarca.

Generación de Residuos Sólidos Municipales

Para el cálculo de la generación de residuos municipales sólo tomar la generación de residuos sólidos para el distrito de Cajamarca.

Cuadro Nro. 34: Generación de residuos sólidos municipales del distrito de Cajamarca

Distrito	Generación de residuos sólidos domésticos (tn/día)	Generación de otros residuos municipales (tn/día)			Total (tn/día)
		Mercado	Maleza	Barrido	
Cajamarca	91.8	6.0	0.1	9.0	106.9

Fuente: PIGARS Cajamarca 2007.

Por lo tanto:

$$G.R.S.M. = 106.9 \text{ tn/día}$$

Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer

Se estima que desde el inicio de las operaciones se pueda reciclar residuos inorgánicos y utilizar residuos orgánicos equivalentes en conjunto al 30 % del total de residuos generados.

$$G.R.S.M.D. = G.R.S.M. \times \frac{(100-P)}{100}$$

G.R.S.M.D. = Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer (tn/día)

G.R.S.M. = Generación de Residuos Sólidos Municipales (tn/día)

P = Porcentaje de reciclaje de residuos inorgánicos y utilización de residuos orgánicos (Se estima que al inicio de las operaciones se pueda reciclar residuos inorgánicos y utilizar residuos orgánicos equivalentes en conjunto al 30 % del total de residuos generados en la jurisdicción distrital de Cajamarca)

Entonces la generación diaria de residuos sólidos municipales a ser dispuestos (G.D.R.S.M.D.):

$$G.D.R.S.M.D. = 106.9 \text{tn/día} \times \frac{(100-30)}{100} = 74,83 \text{ tn/día}$$

La densidad de los residuos considerados para los cálculos referidos a la disposición final es de 0.75 t/m³.

Volumen de residuos compactados por tonelada

El volumen de residuos compactados por tonelada (V.R.S.C.T.) es la inversa de la densidad estimada promedio que alcanzarán los residuos compactados.

$$\text{V.R.S.C.T.} = \frac{1}{D}$$

Donde:

V.R.S.C.T. = Volumen de residuos compactados por tonelada (m^3/tn)

D = Densidad estimada promedio que alcanzarán los residuos compactados (tn/m^3)

El volumen de residuos compactados por tonelada (V.R.S.C.T.) es:

$$\text{V.R.S.C.T.} = \frac{1}{0.75} = 1.33 \text{ m}^3$$

Material de cobertura

El diseño de la Infraestructura para disposición final de residuos considera utilizar como material para cobertura, el material extraído en los trabajos de habilitación y acumulados en áreas colindantes. Asumimos que el volumen total de la infraestructura ocupado por material de cobertura es 15%. Entonces el material de cobertura se calcula de la siguiente manera:

$$\text{M.C.} = 15 \% \times \text{V.T.I.}$$

Donde:

M.C. = Material de Cobertura (m^3)

V.T.I. = Volumen total de la infraestructura (m^3)

Entonces el volumen de material de cobertura es:

$$\text{M.C.} = 15 \% \times 418,977 = 62,847 \text{ m}^3$$

Volumen de residuos sólidos compactados

El volumen de residuos sólidos compactados es 85% del volumen total de la infraestructura. El volumen de residuos sólidos compactados se calcula de la siguiente manera:

$$V.R.S.C. = V.T.I. \times 85\%$$

Donde:

V.R.S.C. = Volumen de residuos sólidos compactados (m³)

V.T.I. = Volumen total de la infraestructura (m³)

Entonces el volumen neto total proyectado (V.N.) de residuos sólidos es:

$$V.R.S.C. = 418,977 \times \frac{85}{100} = 356,130 \text{ m}^3$$

Vida útil

El volumen útil en toneladas se calcula de la siguiente manera:

$$V.U.T. = \frac{V.R.S.C}{V.R.S.C.T.}$$

Donde:

V.U.T. = Vida útil en toneladas (tn)

V.R.S.C = Volumen de residuos sólidos compactados (m³)

V.R.S.C.T. = Volumen de residuos compactados por tonelada (m³/tn)

El volumen útil en toneladas (V.U.T.) sería:

$$V.U.T. = \frac{V.R.S.C}{V.R.S.C.T.} = \frac{356,130}{1.33} = 267,767 \text{ tn}$$

Se asume que se mantiene constante la generación de residuos sólidos municipales para todos los años en que se calculará su vida útil.

$$V.U.A. = \frac{V.U.T.}{G.R.S.M.D. \times 365}$$

Donde:

V.U.A. = Vida útil en años (años)

V.U.T. = Vida útil en toneladas (tn)

G.R.S.M.D. = Generación de residuos sólidos municipales a disponer (tn/día)

La vida útil en años (V.U.A.) del estudio se calcula así:

$$V.U.A. = \frac{V.U.T.}{G.D.R.S.M.D. \times 365} = \frac{267,767}{74.83 \times 365} = 9.8 \text{ años}$$

4.2.1.5. Diseño de la Celda Diaria

Esta es la mínima superficie a rellenar y su capacidad permite el procesamiento de los residuos sólidos de varios días y su operación deberá realizarse ininterrumpidamente a efectos de proceder a su inmediata cobertura con tierra.

Durante el proceso del relleno de la celda se deberá cubrir diariamente los residuos recibidos, pudiéndose si las condiciones técnicas lo exigen, cubrir los residuos por turno de trabajo.

Para una mejor compactación es preferible descargar los residuos sólidos a nivel de la celda, ya que así comienza su compactación en capas de 0,60 m en forma uniforme, de lo contrario la necesidad de construir una rampa para el desplazamiento de las máquinas impedirá compactar en capas.

El ancho mínimo de las celdas o mínimo frente de trabajo, dependerá de la longitud de la cuchilla y del equipo que se emplee en la construcción de las celdas.

Lo ideal es trabajar en pendiente a efectos de lograr una compactación adecuada, mediante pasadas sucesivas del tractor de orugas (mínimo tres pasadas del tractor por la misma superficie de residuos). El talud de compactación será de 1/2 o de 1/3 (v/h), entre estos valores deberá efectuarse la operación de compactación.

4.2.1.6. Generación de Lixiviados

La estimación del volumen de lixiviados en una Infraestructura de disposición final de residuos, se puede realizar de diversas modalidades, siendo el modelo Suizo, que a continuación se detalla, la forma rápida y sencilla para determinar el caudal de lixiviado.

$$Q = \frac{P \times A \times K}{t}$$

Donde:

Q = Caudal medio de lixiviado o líquido percolado (L/seg)

P = Precipitación media anual (mm/año)

A = Área Superficial del relleno (m²)

t = Número de segundos en un año (31'536,000 seg/año)

K = Coeficiente que depende del grado de compactación de los residuos sólidos

Se puede afirmar que la generación de lixiviado se presenta fundamentalmente durante los periodos de lluvias y unos cuantos días después, y se interrumpe durante los periodos secos. Por tal razón, sería conveniente una adaptación de este método de cálculo para calcular la generación del lixiviado en función de la precipitación de los meses de lluvias y no de todo el año.

Se sigue partir de la ecuación del modelo suizo y de los registros de precipitación de los meses de máxima lluvia (mm/mes), luego se consigue una buena aproximación del caudal generado, a través de la siguiente expresión:

$$Q_m = P_{\max} \times A \times K$$

Donde:

Q_m = Caudal medio de lixiviado generado (m^3 /mes)

P_{\max} = Precipitación máxima mensual (mm/mes)

A = Área superficial del relleno (m^2)

K = Coeficiente que depende del grado de compactación de los residuos.

Tenemos:

P_{\max} = 126 mm/mes (Cuadro Nro. 27: El clima en Cajamarca.)

A = 29250 m^2 (Del Estudio Topográfico)

K = 0,2

Entonces:

$$Q_m = 731.1 \text{ m}^3/\text{mes}$$

4.2.1.7. Volumen de Poza de Lixiviado

La mayor cantidad posible de lixiviado generado se almacenará en zanjas en el interior del relleno sanitario, a manera de falso fondo provisionalmente para luego llevarlas fuera de ellas a una poza de almacenamiento.

El volumen de lixiviado se estima con la siguiente ecuación:

$$V = Q_m \times t$$

Donde:

V = Volumen de lixiviado que será almacenado (m^3)

Q_m = Caudal medio de lixiviado o líquido percolado (m^3/mes)

t = Número máximo de meses con lluvias consecutivas (mes)

Tenemos:

$Q_m = 731.1 m^3/mes$

$t = 1$ mes

Reemplazando en la ecuación anterior:

$$V = 737.1 m^3$$

Para el caso de la infraestructura planteada, se ha considerado la habilitación de 01 pozas de almacenamiento, con las dimensiones y características que se muestran en los planos correspondientes.

La poza se habilitará con la finalidad de realizar el almacenamiento de lixiviados que llegan por succión desde la infraestructura de disposición final de residuos. Desde las pozas de almacenamiento se puede realizar la recirculación.

4.2.1.8. Área de zanja para el lixiviado

Con el caudal obtenido se puede calcular las dimensiones del sistema de zanjas para el almacenamiento de lixiviado, tal como se indica en la siguiente ecuación:

$$L = V/a$$

Donde:

L = Longitud de las zanjas de almacenamiento (m)

V = Volumen de lixiviado que será almacenado durante los periodos de Lluvia. (m^3)

A = Área superficial de la zanja (m^2)

Considerando que los drenes interiores no pueden almacenar la cantidad de lixiviados, se ha considerado su concentración en la parte más baja del relleno sanitario, desde donde se debe realizar la succión y almacenamiento en la poza que para tal fin se cuenta en la parte exterior de la zona de disposición final de residuos. Se proyectarán dos clases de drenes interiores, los cuales son los siguientes:

1.- Dren longitudinal principal

Este dren será de sección trapezoidal y sus medidas son las siguientes:

Base Mayor	= 0.90 m
Base Menor	= 0.30 m
Altura	= 0.30 m

Su longitud de este dren es a lo largo de su dimensión mayor de la plataforma, con una pendiente mínima del 2%.

2.- Dren transversal secundario

Este dren de sección trapezoidal tendrá las mismas dimensiones que el dren longitudinal principal. Sus longitudes son en el lado más corto de la plataforma, transversales al dren principal.

En zonas geográficas con intensas y frecuentes precipitaciones pluviales, como caracteriza al distrito de Cajamarca, el manejo de lixiviados requiere de tratamientos adicionales a la captación y recirculación, debido a que no se podrá almacenar grandes cantidades de lixiviados.

4.2.1.9. Drenaje vertical para gases

Se inician en la base del área a ocuparse y están constituidas por cilindros metálicos con perforaciones laterales y rellenas con piedras de tamaño variable, hasta 0.30 m de diámetro. Los cilindros de 0.60 m de diámetro se van superponiendo verticalmente de acuerdo al crecimiento vertical en la disposición final de los residuos y distribuidos en forma equidistante cada 30 m como máximo.

En el extremo superior del dren vertical, se instala el quemador para posibilitar la combustión controlada de los gases que pudieran emanar. Debido a las características de los residuos que se disponen en las infraestructuras para residuos peligrosos (residuos con ausencia o mínima presencia de materia orgánica) hay la posibilidad de ausencia total o mínima cantidad de gases que puedan emanar a través de los drenes verticales, por lo que no debe descartarse la imposibilidad de realizar la combustión.

4.2.1.10. Sistema de Drenaje Pluvial

Con la finalidad de evitar que las aguas superficiales y las de escurrimiento superficial debido a las intensas precipitaciones pluviales que se registran en la zona, lleguen a la Infraestructura de Tratamiento y Disposición final de residuos, el estudio contempla la habilitación de canales pluviales, que tengan la finalidad de desviar las aguas de escurrimiento superficial fuera del área de la infraestructura. Los canales pluviales serán de carácter permanente y temporales.

Canal pluvial permanente

Se denomina así a los canales pluviales habilitados necesariamente sobre la superficie original del suelo, ubicado fuera de los límites definidos para la habilitación de la infraestructura, tendrán carácter

de permanente, es decir estarán en funcionamiento a lo largo de la vida útil y el tiempo estimado para la clausura y post clausura.

Canal pluvial temporal

Se denomina así a los canales pluviales que para controlar escurrimientos pluviales, serán habilitados en forma temporal en áreas que las circunstancias así lo ameriten. Estos canales podrán ser habilitados sobre superficies originales y/o alteradas.

Para ambos casos los canales pluviales serán de sección trapezoidal y con las dimensiones especificadas en los planos correspondientes.

4.2.2. Alternativa Nro. 2. Alternativa elaborada a partir de la Guía Técnica de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios Mecanizado del Ministerio del Ambiente.

Esta alternativa es elaborada a partir de la Guía Técnica de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios Mecanizado del Ministerio del Ambiente. Además se usan los mismos parámetros de diseño de rellenos sanitarios del “Programa de Desarrollo de Sistemas de Gestión de Residuos Sólidos en Zonas Prioritarias”.

4.2.2.1. Población

Es necesario conocer el número de habitantes de diseño para definir las cantidades de Residuos Sólidos ordinarios que se han de disponer. En este caso se tendrá en cuenta la población urbana de los distritos de Cajamarca, Los Baños del Inca, Jesús y Llacanora.

4.2.2.2. Proyección de la población

Es de suma importancia para estimar la población futura que tendrá la comunidad durante el periodo de diseño, a fin de calcular la cantidad de residuos sólidos municipales que se deberá disponer diaria y anualmente a lo largo de la vida útil del relleno sanitario. El crecimiento poblacional se realizará a partir de la proyección de los censos de los años 1993 y 2007 según método geométrico, utilizando la siguiente ecuación:

$$P = P_o \times (1 + r)^n$$

Donde:

P= población proyectada (hab.)

P_o= población del año base (hab.)

r = tasa de crecimiento intercensal

n = tiempo entre el año de proyección y el año base (años)

En el siguiente cuadro se presenta la población obtenida en los censos de 1993 y 2007, y la respectiva tasa de crecimiento poblacional de cada distrito:

Cuadro Nro. 35: Población obtenida en los censos de 1993 y 2007, y su tasa de crecimiento por distrito.

Distrito	Población urbana		Tasa de crecimiento
	Censo 1993	Censo 2007	
Cajamarca	87,390	150,197	3.94%
Jesús	1,816	2,343	1.84%
Llacanora	488	648	2.05%
Los Baños del Inca	5,057	12,129	6.45%

Nota:

La tasa de crecimiento poblacional se determina con el método geométrico, recomendado en la Guía de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario Mecanizado.

Se muestra la proyección de habitantes de los distritos de Cajamarca, Jesús, Llacanora y Los Baños del Inca del año 2009 al 2018, proyectados con la tasa de crecimiento poblacional respectiva:

Cuadro Nro. 36: Proyección de la población de los distritos de Cajamarca, Jesús, Llacanora y Los Baños del Inca del año 2009 al 2010.

Nro.	Año	Población Del Distrito (hab)				TOTAL (hab)
		Cajamarca	Jesús	Llacanora	Los Baños del Inca	
1	2009	162,279	2,430	675	13,744	179,127
2	2010	168,679	2,474	689	14,630	186,472
3	2011	175,332	2,520	703	15,573	194,128
4	2012	182,247	2,566	717	16,577	202,108
5	2013	189,435	2,613	732	17,646	210,427
6	2014	196,907	2,661	747	18,784	219,099
7	2015	204,673	2,710	762	19,995	228,141
8	2016	212,746	2,760	778	21,285	237,568
9	2017	221,137	2,811	793	22,657	247,398
10	2018	229,859	2,862	810	24,118	257,649

4.2.2.3. Capacidad de la Infraestructura de Disposición final

El área para esta infraestructura está conformada por un cuadrilátero irregular que abarca una superficie de 29 250 m².

Como se indica en el Cuadro Nro. 33 el volumen total habilitado es de 418 977 m³.

El volumen neto total proyectado de la infraestructura de disposición final será calculado en base a las secciones transversales (base o fondo, taludes de corte y taludes de relleno) definidas para el área de la Infraestructura, se encuentra sustentada con la información de las áreas de las secciones transversales y volúmenes calculados de corte y relleno.

Diseño de Taludes

En relación con los taludes de residuos sólidos para la conformación de terraplenes se recomienda un talud de 1/2 ó 1/3 (Jaramillo, 2002).

Tabla Nro. 1: Taludes recomendado en corte.

Tipo de material	Talud recomendable Altura de corte hasta 5m	Observaciones
Arenas limosas y limos compactados	1/2	$K = 10^{-7}$ cm/s. 1:1 la parte superior mas intemperizada, Si son materiales fácilmente erosionables deberá proyectarse talud 1:1
Arenas limosas, limo poco compactado	1/4	$K = 10^{-7}$ cm/s. Contracuneta impermeable. 1,5:1 la parte mas intemperizada.
Arenas limosas y limos muy compactados	1/4	$K = 10^{-7}$ cm/s. Eliminar la parte superior suelta.
Arcillas poco arenosas, firmes y homogéneas	1/2	$K = 10^{-8}$ cm/s. 1:1 la parte intemperizada. Si existe flujo de agua, construir subdrenaje.
Arcillas blandas expansivas	1	$K = 10^{-8}$ cm/s

Fuente: tomado y adaptado de Secretaria de obras públicas, departamento de Antioquia, Colombia.

Para la conformación de terraplenes se establece un talud de 1:2 (V:H). Y para los taludes de corte, que se realizaran en la etapa de trinchera, se constituye un talud de 1:2. Esta inclinación garantiza la estabilidad para los residuos y cobertura adecuadamente compactados.

Consideraciones sobre el balance de movimiento de tierras

Las características limo arcillosas predominantes en el suelo de la zona, dificultarán la circulación de los vehículos en presencia de precipitaciones pluviales o luego de la ocurrencia de estos hechos.

Para posibilitar el acceso de las unidades de recolección, se deberá considerar disponer en la zona de material granular que permita realizar la mejora de las superficies de las vías de acceso, así como disponer en la infraestructura de los cables y accesorios necesarios para remolcar a las unidades que pudieran quedar atascadas en el lodo que inevitablemente se formarán en las superficies con material de cobertura.

Por lo tanto el material de cobertura deberá ser extraído de la cantera más cercana, en tal caso tenemos la cantera Bringas ubicada a 500m del ingreso del relleno sanitario, de donde se extraerá y transportará el material de cobertura necesario.

4.2.2.4. Cálculo de la vida útil

Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios

La generación de residuos sólidos para cada distrito se calculará con la siguiente ecuación:

$$G.R.S.D. = P_n \times GPC$$

Donde:

G.R.S.D. = Generación de residuos sólidos domiciliarios (kg/día)

P_n = Población proyectada en el año "n" (hab.)

GPC = Generación per cápita (kg/hab-día)

La generación per cápita del distrito de Cajamarca se obtendrá del Proyecto de Inversión Pública "Ampliación y Mejoramiento de la Gestión Integral de Residuos Sólidos La Ciudad de Cajamarca", elaborado el 2008. Y la generación per cápita de los distritos de Llacanora, Jesús y Los Baños del Inca se obtendrá del Plan Integral

de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la Provincia de Cajamarca actualizado al año 2007.

El Ministerio del Ambiente recomienda calcular la generación per cápita total futura para cada año proyectado, con incremento de 0.5 a 1% anual (Jaramillo, 2002).

Cuadro Nro. 37: Generación per cápita por distrito.

Distrito	Generación Per Cápita
Cajamarca	0.70
Jesús	0.51
Llacanora	0.51
Los Baños del Inca	1.05

Se determinará la cantidad de residuos sólidos municipales a disponer y la cantidad de material de cobertura para 10 años de operación. La generación per cápita o producción per cápita de residuos sólidos varía de una población a otra, de acuerdo al grado de urbanización, tamaño de la localidad, densidad poblacional, nivel de ingreso, patrones de consumo y nivel socioeconómico de la población, del tipo y cantidad de los recursos económicos y tecnológicos con que se cuente para reciclarlos, tratarlos y/o aprovecharlos, así como de las capacidades de gestión institucional y de su nivel de eficiencia, lo que conduce a un mayor o menor consumo de bienes.¹²

Mientras mayor es la población de la localidad, la tendencia es hacia una mayor tasa de generación, lo cual se explica por la mayor actividad económica característica de los núcleos poblacionales más grandes.

¹² Organización Panamericana de la Salud. Informe Regional sobre la Evaluación de los Servicios de Manejo de Residuos Sólidos Municipales en la Región de América Latina y el Caribe. Washington 2005.

Considerando lo anterior asumiremos un incremento anual de la generación per cápita según la cantidad de población de cada distrito.

Cuadro Nro. 38: Porcentaje de incremento de la Generación per cápita por distrito.

Distrito	% de incremento de GPC
Cajamarca	1
Jesús	0.5
Llacanora	0.5
Los Baños del Inca	0.8

Generación de Otros Residuos Sólidos Municipales

La generación de otros residuos sólidos municipales para cada distrito se obtendrá del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la provincia de Cajamarca, estos residuos vienen a ser los generados en mercados, maleza y barrido de calles.

Cuadro Nro. 39: Generación de Otros Residuos Sólidos Municipales.

Distrito	Mercado (tn/día)	Maleza (tn/día)	Barrido (tn/día)	Total (tn/día)
Cajamarca	6.00	0.10	9.00	15.10
Jesús	0.50	0.04	0	0.54
Llacanora	0	0	0	0
Los Baños del inca	0.95	0.30	0	1.25
				16.89

Fuente: Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la provincia de Cajamarca 2007.

Según el criterio del Ministerio del Ambiente para rellenos mecanizados en los diseños del "Programa de Desarrollo de Sistemas de Gestión de Residuos Sólidos en Zonas Prioritarias", el incremento de otros residuos municipales es igual a la tasa de crecimiento poblacional, en tal sentido el siguiente cuadro muestra estos valores para los distritos que generan estos residuos:

Cuadro Nro. 40: Porcentaje de incremento de la Generación de Otros Residuos Sólidos Municipales.

Distrito	% de incremento de otros residuos sólidos municipales
Cajamarca	3.94
Jesús	1.84
Los Baños del Inca	6.45

Generación de Residuos Sólidos Municipales

Es la cantidad de residuos sólidos municipales, está conformada por la generación de residuos sólidos domiciliarios y la generación de otros residuos sólidos municipales.

$$G.R.S.M. = \frac{G.R.S.D. + G.O.R.S.D.}{1000}$$

Donde:

G.R.S.D. = Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios (kg/día)

G.O.R.S.D. = Generación de Otros Residuos Sólidos Domiciliarios (kg/día)

G.R.S.M. = Generación de Residuos Sólidos Municipales (tn/día)

El cálculo anterior debe de realizarse de igual forma para cada distrito por separado. En los siguientes cuadros se muestra la generación de residuos por distrito, conociendo las ecuaciones para calcular la Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios, Generación de Otros Residuos Sólidos Municipales y Generación de Residuos Sólidos Municipales.

Cuadro Nro. 41: Cálculo de la Generación de Residuos Sólidos Municipales del distrito de Cajamarca.

Nro.	Año	Población (hab)	Generación Per Cápita* (Kg/hab/día)	Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios (Kg/día)	Generación de Otros Residuos Sólidos Municipales** (Kg/día)	Generación de Residuos Sólidos Municipales (tn/día)
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	2009	162,279	0.707	114,731	16,313	131.04
2	2010	168,679	0.714	120,449	16,956	137.40
3	2011	175,332	0.721	126,451	17,624	144.08
4	2012	182,247	0.728	132,753	18,319	151.07
5	2013	189,435	0.736	139,369	19,040	158.41
6	2014	196,907	0.743	146,314	19,790	166.10
7	2015	204,673	0.750	153,606	20,570	174.18
8	2016	212,746	0.758	161,261	21,381	182.64
9	2017	221,137	0.766	169,298	22,223	191.52
10	2018	229,859	0.773	177,735	23,099	200.83

*Se asume un incremento del 1% anual.

** El porcentaje de incremento anual es de 3.94%

(3) = (1) x (2)

(5) = [(3) + (4)] /1000

Cuadro Nro. 42: Cálculo de la Generación de Residuos Sólidos Municipales del distrito de Jesús.

Nro.	Año	Población (hab)	Generación Per Cápita* (Kg/hab/día)	Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios (Kg/día)	Generación de Otros Residuos Sólidos Domiciliarios** (Kg/día)	Generación de Residuos Sólidos Municipales (tn/día)
		(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1	2009	2,430	0.515	1,252	560	1.81
2	2010	2,474	0.518	1,281	570	1.85
3	2011	2,520	0.520	1,311	581	1.89
4	2012	2,566	0.523	1,342	592	1.93
5	2013	2,613	0.525	1,373	602	1.98
6	2014	2,661	0.528	1,406	614	2.02
7	2015	2,710	0.531	1,438	625	2.06
8	2016	2,760	0.533	1,472	636	2.11
9	2017	2,811	0.536	1,507	648	2.15
10	2018	2,862	0.539	1,542	660	2.20

*Se asume un incremento del 0.5 % anual.

** El porcentaje de incremento anual es de 1.84%

(8) = (6) x (7)

(10) = [(8) + (9)] /1000

Cuadro Nro. 43: Cálculo de la Generación de Residuos Sólidos Municipales del distrito de Llacanora.

Nro.	Año	Población (hab)	Generación Per Cápita* (Kg/hab/día)	Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios (Kg/día)	Generación de Otros Residuos Sólidos Domiciliarios (Kg/día)	Generación de Residuos Sólidos Municipales (tn/día)
		(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
1	2009	675	0.515	348	0	0.35
2	2010	689	0.518	356	0	0.36
3	2011	703	0.520	366	0	0.37
4	2012	717	0.523	375	0	0.37
5	2013	732	0.525	385	0	0.38
6	2014	747	0.528	394	0	0.39
7	2015	762	0.531	404	0	0.40
8	2016	778	0.533	415	0	0.41
9	2017	793	0.536	425	0	0.43
10	2018	810	0.539	436	0	0.44

*Se asume un incremento del 0.5 % anual.

$$(13) = (11) \times (12)$$

$$(15) = [(13) + (14)] / 1000$$

Cuadro Nro. 44: Cálculo de la Generación de Residuos Sólidos Municipales del distrito de Los Baños del Inca.

Nro.	Año	Población (hab)	Generación Per Cápita* (Kg/hab/día)	Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios (Kg/día)	Generación de Otros Residuos Sólidos Domiciliarios** (Kg/día)	Generación de Residuos Sólidos Municipales (tn/día)
		(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
1	2009	13,744	1.067	14,663	1,416	16.08
2	2010	14,630	1.075	15,733	1,508	17.24
3	2011	15,573	1.084	16,881	1,605	18.49
4	2012	16,577	1.093	18,114	1,709	19.82
5	2013	17,646	1.101	19,436	1,819	21.25
6	2014	18,784	1.110	20,855	1,936	22.79
7	2015	19,995	1.119	22,377	2,061	24.44
8	2016	21,285	1.128	24,010	2,194	26.20
9	2017	22,657	1.137	25,763	2,335	28.10
10	2018	24,118	1.146	27,644	2,486	30.13

*Se asume un incremento del 0.8 % anual.

** El porcentaje de incremento anual es de 6.45%

$$(18) = (16) \times (17)$$

$$(20) = [(18) + (19)] / 1000$$

Generación de Total de Residuos Sólidos Municipales

Es la cantidad total de residuos sólidos municipales, está conformada por la generación de residuos sólidos municipales de todos los distritos en cuestión.

$$G.T.R.S.M. = G.R.S.M._1 + G.R.S.M._2 + G.R.S.M._3 + G.R.S.M._4$$

Donde:

G.T.R.S.M. = Generación Total de Residuos Sólidos Municipales (tn/día)

G.R.S.M.₁ = Generación de Residuos Sólidos Municipales del distrito de Cajamarca (tn/día)

G.R.S.M.₂ = Generación de Residuos Sólidos Municipales del distrito de Jesús (tn/día)

G.R.S.M.₃ = Generación de Residuos Sólidos Municipales del distrito de Llacanora (tn/día)

G.R.S.M.₄ = Generación de Residuos Sólidos Municipales del distrito de Los Baños del Inca (tn/día)

El siguiente cuadro muestra la generación total de residuos sólidos municipales por año.

Tener en cuenta que solo se considerara los residuos sólidos de los distritos de Jesús y Los Baños del Inca del 2012 hasta el 2018, debido a que a la fecha no disponen sus residuos en el relleno sanitario de Cajamarca, sin embargo a partir del 2012 dispondrán sus residuos en este relleno con la finalidad de que la municipalidad de Cajamarca reciba ingresos provenientes de estos distritos.

Cuadro Nro. 45: Cálculo de la Generación Total de Residuos Sólidos Municipales

Nro.	Año	Generación de Residuos Sólidos Municipales por distrito (tn/día)				Generación Total de Residuos Sólidos Municipales (tn/día)
		Cajamarca	Jesús	Llacanora	Los Baños del Inca	
		(5)	(10)	(15)	(20)	
1	2009	131.04	-----	0.35	-----	131.39
2	2010	137.40	-----	0.36	-----	137.76
3	2011	144.08	-----	0.37	-----	144.44
4	2012	151.07	1.93	0.37	19.82	173.20
5	2013	158.41	1.98	0.38	21.25	182.02
6	2014	166.10	2.02	0.39	22.79	191.31
7	2015	174.18	2.06	0.40	24.44	201.08
8	2016	182.64	2.11	0.41	26.20	211.37
9	2017	191.52	2.15	0.43	28.10	222.20
10	2018	200.83	2.20	0.44	30.13	233.60

$$(21) = (5) + (10) + (15) + (20)$$

$$(23) = (21) \times [(100 - (22)) / 100]$$

Volumen de Residuos Sólidos Compactados

Tenemos que el volumen de residuos sólidos compactados (V.R.S.C.) se calcula de la siguiente manera:

$$V.R.S.C. = G.T.R.S.M.D. \times D.C.$$

Donde:

V.R.S.C. = Volumen de residuos sólidos compactados (m³)

G.T.R.S.M.D. = Generación Total de Residuos Sólidos Municipales a Disponer (tn/año)

D.C. = Densidad de residuos sólidos compactados (tn/m³)

En esta alternativa se usará 0.8 tn/m³ para la densidad de residuos sólidos compactados en el relleno, valor que usa el Ministerio del

Ambiente para rellenos mecanizados en los diseños del “Programa de Desarrollo de Sistemas de Gestión de Residuos Sólidos en Zonas Prioritarias”

Material de cobertura

El material que se extrae, proveniente de la excavación para la infraestructura de disposición final, se coloca a un lado de la zanja para utilizarla como material de cobertura. Los desechos sólidos se depositan, acomodan y compactan dentro de la trinchera para luego cubrirlos con la tierra.

El material de cubierta tiene las siguientes funciones: evitar la proliferación de fauna nociva (como lo son las ratas e insectos), reducir la generación de olores desagradables, evitar la dispersión de los residuos causada por los vientos y conformar una estructura estable y segura de las celdas.

La provisión del material de cobertura se realiza con el concurso de un cargador frontal y volquetes, para luego ser esparcido y compactado con el tractor de orugas.

En esta alternativa el material de cobertura será el 20% del volumen de residuos sólidos compactados en el relleno, valor que usa el Ministerio del Ambiente para rellenos mecanizados en los diseños del “Programa de Desarrollo de Sistemas de Gestión de Residuos Sólidos en Zonas Prioritarias”.

El material de cobertura se calcula de la siguiente manera:

$$M.C. = 20\% \times V.R.S.C.$$

Donde:

M.C. = Material de cobertura (m³)

V.R.S.C. = Volumen de residuos sólidos compactados (m³)

El volumen del material de cubierta requerido depende del área superficial de residuos por cubrir y del espesor de material requerido según el tipo de cubierta. Es deseable establecer configuración geométrica de las celdas que permitan obtener áreas superficiales de residuos a cubrir mínimas.

Volumen de Residuos Sólidos Compactados + Material de cobertura

Como resultado nos muestra el volumen necesario anualmente para el relleno sanitario.

$$V = V.R.S.C. + M.C.$$

Donde:

V = Volumen necesario anualmente del relleno sanitario (m³)

V.R.S.C.:= Volumen de residuos sólidos compactados (m³)

M.C. = Material de cobertura (m³)

El volumen de residuos sólidos y material de cobertura necesario para el diseño de esta alternativa se calcula en el siguiente cuadro.

Cuadro Nro. 46: Cálculo del Volumen de Residuos Sólidos y Material de Cobertura.

Nro.	Año	Generación de Residuos Sólidos			Volumen			
		Generación Total de Residuos Sólidos Municipales a Disponer (tn/día)	Generación Total de Residuos Sólidos Municipales a Disponer (tn/año)	Acumulado (tn)	Residuos Compactados (m ³ /año)	Relleno Sanitario		
						Material de Cobertura (m ³ /año)	Residuos Compactados + Material de Cobertura (m ³ /año)	Acumulado (m ³ /año)
(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)		
1	2009	131.39	47,958	47,958	59,948	11,990	71,937	71,937
2	2010	137.76	50,283	98,241	62,854	12,571	75,424	147,361
3	2011	144.44	52,721	150,962	65,901	13,180	79,081	226,443
4	2012	173.20	63,219	214,181	79,023	15,805	94,828	321,271
5	2013	182.02	66,439	280,619	83,049	16,610	99,658	420,929
6	2014	191.31	69,828	350,447	87,285	17,457	104,742	525,671
7	2015	201.08	73,395	423,842	91,744	18,349	110,092	635,763
8	2016	211.37	77,150	500,992	96,437	19,287	115,725	751,488
9	2017	222.20	81,103	582,095	101,379	20,276	121,654	873,143
10	2018	233.60	85,265	667,360	106,581	21,316	127,897	1,001,039

(22) = (21) x 365

(24) = (22) / 0.80

(25) = (24) * 0.20

(26) = (24) + (25)

Consideraciones:

Densidad de residuos sólidos compactado: 0.80 tn/m³

Volumen (Material de cobertura): 20% del volumen de residuos compactados.

Vida útil

El cálculo de la vida útil se define comparando el volumen total disponible del terreno con los años correspondiente al valor del acumulado de la suma de los volúmenes de residuos sólidos compactados más el material de cobertura hasta encontrar un valor similar o ligeramente mayor. Este cálculo se afina mediante una regla de tres simple. El volumen acumulado de residuos sólidos y material de cobertura en el relleno sanitario se obtiene del Cuadro Nro. 46. La forma de la infraestructura está definida con un área de forma trapezoidal de bases 130 m y 195 m y de largo 180 m, presenta una profundidad promedio de 2.5m y un talud de corte de 1:1, y una altura de 28 m, es decir el volumen de la infraestructura es 418,976.75 m³.

El cálculo de la vida útil se define identificando el volumen de la infraestructura (418,976.75 m³) con el volumen acumulado en el relleno sanitario.

Cuadro Nro. 47: Volumen necesario para el Relleno Sanitario acumulado por año.

Nro.	Año	Volumen necesario para el Relleno Sanitario Acumulado (m³/año)
1	2009	71,937
2	2010	147,361
3	2011	226,443
4	2012	321,271
5	2013	420,929
6	2014	525,671
7	2015	635,763
8	2016	751,488
9	2017	873,143
10	2018	1,001,039

Del cuadro anterior se afirma que el volumen de la infraestructura solo tendrá una vida útil entre 4 y 5 años. Mediante una regla de tres simple hallamos la vida útil más precisa.

Volumen de la infraestructura = 418,976.75 m³

Nº días	Volumen (m ³)
365	420,929 - 321,271 = 99,658 m ³
X	418,976 - 321,271 = 97,706 m ³

Entonces:

$$X = 358 \text{ días} \approx 0.98 \text{ años}$$

En tal sentido según la alternativa Nro. 2 se tiene que la vida útil será de:

$$4 + 0.98 = 4.98 \text{ años}$$

4.2.2.5. Diseño de la Celda Diaria

Se llama celda a la conformación geométrica que se le da a los residuos sólidos y al material de cubierta (tierra), debidamente compactada mediante equipo mecánico.

Los elementos de una celda son: altura, largo, ancho del frente de trabajo, pendiente de los taludes laterales y espesores del material de cubierta diario y del último nivel de celdas.

El ancho mínimo de las celdas o mínimo frente de trabajo, dependerá de la longitud de la cuchilla y del equipo que se emplee en la construcción de las celdas.

Se definen los siguientes parámetros para el cálculo:

Nro. máximo de vehículos que llegan al mismo tiempo (n)	= 3
Distancia entre vehículos (D.V.)	= 2 m
Ancho del vehículo (A.V.)	= 2.5 m
Ancho de maquinaria de compactación (A.M.C.)	= 3 m
Talud de avance de celda (z)	= 1/3
Altura de celda (h)	= 1.7 m
Densidad de residuos sólidos compactado (D)	= 0.5 tn/m ³

Del Cuadro Nro. 46 se extrae la siguiente información:

Cuadro Nro. 48: Generación Total de Residuos Sólidos Municipales por año.

Nro.	Año	Generación Total de Residuos Sólidos Municipales (tn/día)
1	2009	131.39
2	2010	137.76
3	2011	144.44
4	2012	173.20
5	2013	182.02

Nota: Para el cálculo de la celda diaria asumimos solo los 5 primeros años debido a que la vida útil es de 4.98 años, según la alternativa Nro. 2.

Entonces del cuadro anterior tenemos que el promedio de la Generación Total de Residuos Sólidos Municipales a Disponer durante los cinco primeros años será:

Promedio de la Generación Total de Residuos Sólidos Municipales = 153.76 tn/día

Y el volumen a depositar según el promedio de generación total de residuos sólidos municipales y la densidad de compactación es de:

$$V = 192.21 \text{ m}^3/\text{día}$$

Cálculo de la longitud del frente de trabajo

Definido los parámetros anteriores calculamos la longitud del frente de trabajo, entonces tenemos:

$$L.F.T. = A.M.C. + A.V. \times n + D.V. \times (n-1) + 10$$

Donde:

L.F.T. : Longitud del frente de trabajo

A.M.C. : Ancho de maquinaria de compactación

A.V. : Ancho del vehículo

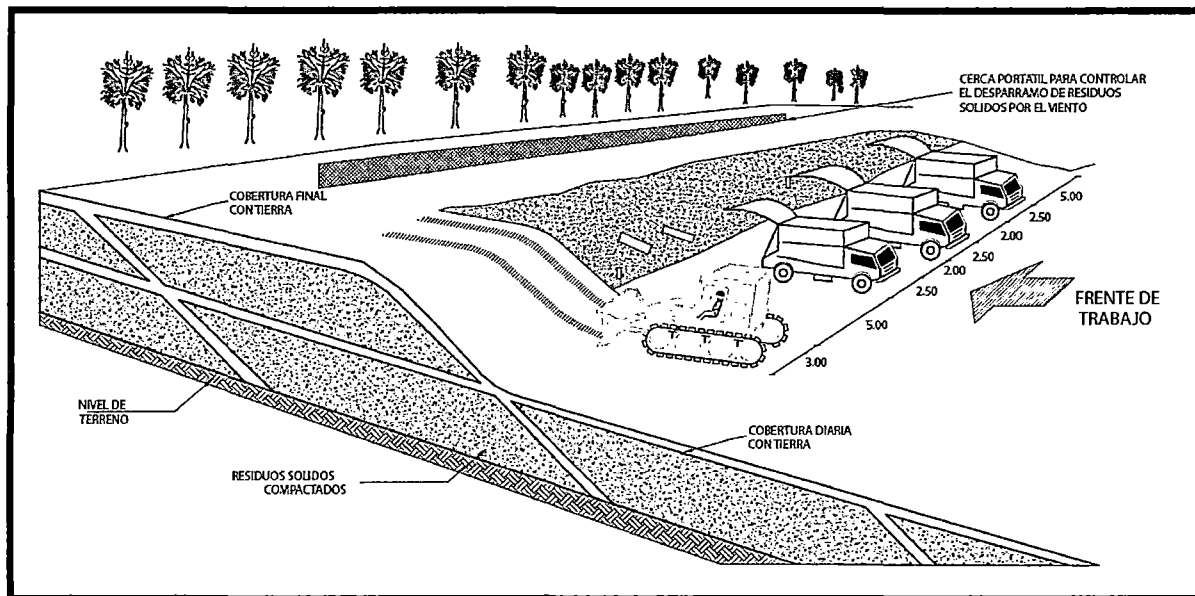
D.V. : Distancia entre vehículos

n : Nro. máximo de vehículos que llegan al mismo tiempo

Reemplazando tenemos:

$$L.F.T. = 24.5 \text{ m} \approx 25 \text{ m}$$

Figura Nro. 14: Cálculo de la longitud del frente de trabajo.



Fuente: Guía de diseño, construcción y operación y mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado del Ministerio del Ambiente.

Cálculo del avance diario

Con la altura de celda ($h=1.7\text{m}$) y el talud de avance de celda ($z=1/3$), se calcula la longitud del talud (L').

$$L' = \frac{h}{z}$$

Entonces:

$$L' = 5.1 \text{ m}$$

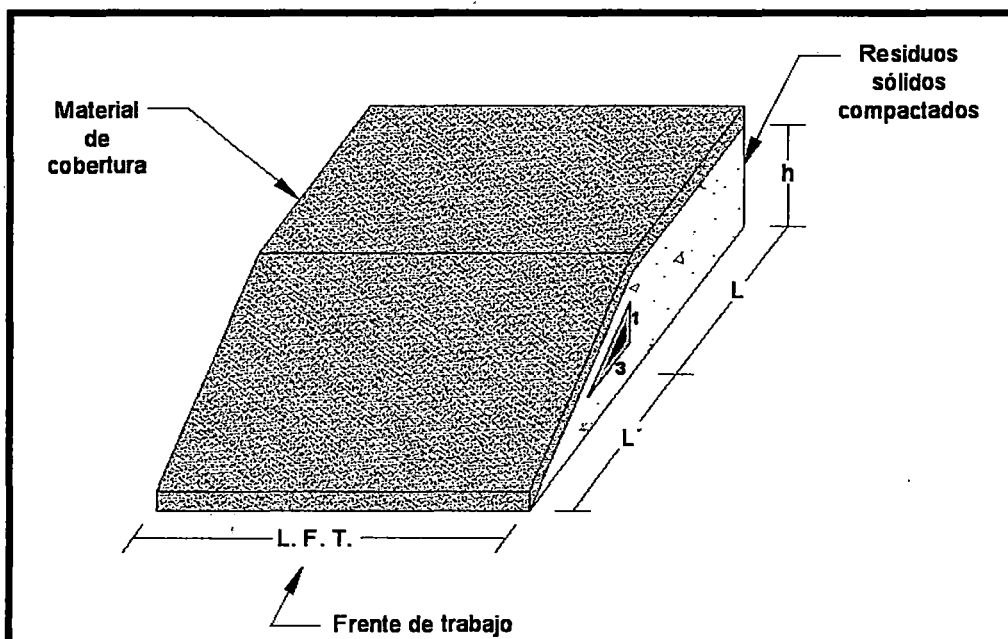
El volumen de la celda diaria será calculado con la siguiente fórmula:

$$V = h \times L \times \text{L.F.T.} + \frac{h \times L' \times \text{L.F.T.}}{2}$$

De la ecuación anterior se reemplaza los datos y obtenemos la longitud de avance (L), entonces:

$$L = 2.1 \text{ m}$$

Figura Nro. 15: Esquema para el cálculo del avance diario.



4.2.2.6. Generación de lixiviados

Los lixiviados de rellenos sanitarios se producen por la disolución de uno o más compuestos de los residuos sólidos urbanos, en contacto con un disolvente líquido (agua) o por la propia dinámica de descomposición de los residuos. Este lixiviado contiene una gran cantidad de sólidos en suspensión y materia orgánica altamente contaminante.

En un Relleno Sanitario en Brasil fueron utilizados diversos ensayos empíricos como Método Suizo, Método Racional o el Método del Balance Hídrico. En época de déficit hídrico los resultados mostraron que el método suizo tuvo un porcentaje de error del 39%, asimismo el método racional 46.5% de porcentaje de error, en comparación al 57.8% de error correspondiente al método de Balance hídrico. Estas discrepancias muy elevadas son debido a que estos métodos no tienen en consideración algunas variables importantes, tales como la unidad, densidad y la capacidad de campo de la cobertura y la capacidad de campo de los residuos. Como se sabe estas variables son fuertemente influenciadas por la succión que por su tiempo y de difícil la obtención en los residuos (Disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos en el Brasil, Jose Fernando Thome Juca).

La Guía Técnica de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios Mecanizado del Ministerio del Ambiente, sugieren cuatro métodos para calcular la generación de lixiviados:

1. Método racional.
2. Método de balance hídrico.
3. Método de HELP (Hydrologic Evaluation of Landfill Performance).
4. Método Suizo.

Esta generación de lixiviado se calculara con el método Suizo. Este método permite estimar de manera rápida y sencilla el caudal de lixiviado mediante la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{P \times A \times K}{t}$$

Donde:

- Q : Caudal medio de lixiviados (l/s).
 P : Precipitación media anual (mm/año).
 A : Área superficial del relleno (m²).
 t : Cantidad de segundos en un año.
 k: Coeficiente respecto al grado de compactación de los residuos sólidos.

k: 0.25 - 0.50 :Si: Dcomp = 0.4 - 0.7 tn/m³

k: 0.15 - 0.25 :Si: Dcomp > 0.7 tn/m³

Datos:

- P = 896.4 mm/año (SENAMHI)
 Asup = 29250 m² (Del Estudio Topográfico)
 K = 0.2
 t = 31536000 seg/año

Cuadro Nro. 49: Precipitación mensual durante los años 2008, 2009 y 2010.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Precipitación media anual
2008	92.9	154.9	147.3	73.8	7.0	16.2	1.9	6.8	32.1	105.4	62.8	S/D	701.1
2009	206.8	97.6	140.4	99.5	43.2	18.6	14.1	13.9	7.9	80.4	72.9	101.1	896.4
2010	70.9	110.4	116.2	45.8	28.4	12.4	10	0.2	25.8	41.2	64	42.1	567.4

S/D: Sin dato.

Fuente: Estación Convencional, Meteorológica Jesús - 000391. Latitud: 7° 14' 14'', Longitud: 78° 23' 22''. Obtenida del SENAMHI.

Reemplazando:

$$Q = 0.17 \text{ l/seg}$$

4.2.2.7. Volumen de Poza de lixiviados

El volumen de lixiviado se estima con la siguiente ecuación:

$$V = Q \times t$$

Donde:

V : Volumen de lixiviado por almacenar (m^3)

Q : Caudal medio de lixiviado (m^3/mes)

t : N° máximo de meses con lluvias consecutivas (meses)

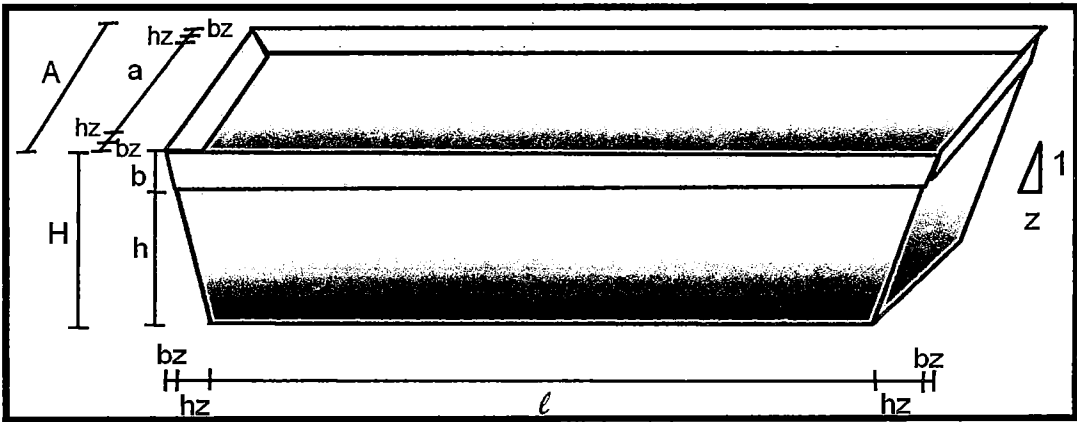
Los tanques de retención están diseñados para almacenar el lixiviado de 1 a 3 días durante el pico de producción máxima. Considerando el caudal anterior y asumiendo que se necesitara una poza para tres días, reemplazando en la ecuación anterior obtenemos:

$$V = 43101 \text{ l} = 43.1 \text{ m}^3$$

Se usan tanto tanques de metal como de plástico para este fin, aunque los tanque de plástico son más resistentes a la corrosión que los de metal no tratado (Guía de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Relleno Sanitario Mecanizado)

Luego de calcular el volumen de lixiviado, asumimos la cantidad de pozas de lixiviado, la profundidad, el borde libre, el talud, el ancho inferior y el largo inferior. Y con esto calculamos las demás dimensiones. Se propone usar la siguiente configuración de la poza de lixiviados:

Figura Nro. 16: Configuración de la poza de lixiviados.



Donde:

Profundidad	:	h
Borde libre	:	b
Profundidad Total	:	H
Talud	:	z
Ancho inferior	:	a
Largo inferior	:	l
Ancho superior	:	$A = a + 2 \times h \times z$
Largo superior	:	$L = l + 2hz$
Ancho superior total	:	$At = a + 2hz + 2bz$
Largo superior total	:	$Lt = l + 2hz + 2bz$
Área inferior de lixiviado	:	$A_i = a \times l$
Área superior de lixiviado	:	$A_s = A \times L$
Numero de pozas de lixiviado	:	N

Volumen Total de lixiviado	:	$V_t = \frac{N \times h}{3} \times (A_i + A_s + \sqrt{A_i \times A_s})$
----------------------------	---	---

El cálculo de las dimensiones se realiza colocando valores diferentes a: la cantidad de pozas de lixiviado, la profundidad, el borde libre, el talud, el ancho inferior y el largo inferior. Por lo tanto para calcular las dimensiones se considera lo siguiente:

Numero de pozas de lixiviado	=	1
Profundidad (h)	=	2.0 m
Borde libre (b)	=	0.5 m
Talud (z)	=	1.0
Ancho inferior (a)	=	2.0 m
Largo inferior (l)	=	3.5 m

El cálculo culmina cuando el volumen total de lixiviado sea mayor o igual al volumen de lixiviado que será almacenado. Entonces tenemos:

Profundidad Total (H = b+h)	=	2.5 m
Ancho superior (A = a+2hz)	=	6.0 m
Largo superior (L = l+2hz)	=	7.5 m
Ancho superior total (At = a+2hz+2bz)	=	7.0 m
Largo superior total (Lt = l+2hz+2bz)	=	8.5 m
Área inferior de lixiviado	=	7.0 m ²
Área superior de lixiviado	=	45.0 m ²
Volumen Total de lixiviado	=	46.0 m ³

El cálculo culmina cuando el volumen total de lixiviado (46.0m³) sea mayor o igual al volumen de lixiviado que será almacenado (43.1m³).

4.2.2.8. Área de zanja para el lixiviado

Para el dimensionamiento de los drenes se utiliza el método de Wilkins, comúnmente utilizado para diseño de canales con medio granular en su interior:

$$V = 52,45 \times P \times Rh^{0.5} \times J^{0.25}$$

Donde:

V: Velocidad media de flujo (cm/s)

P: Porosidad del medio granular

Rh: Radio hidráulico del medio granular (cm)

J: Pendiente del dren 0.02 m/m

Tabla Nro. 2: Rangos de valores estimados de la porosidad del medio granular según Sanders, 1998.

Roca	Porosidad (%)
Arcillas	40 a 60
Limos	35 a 50
Arenas finas, arenas limosas	20 a 50
Arena gruesa o bien clasificada	21 a 50
Grava	25 a 40
Arenisca	5 a 35
Calizas, dolomías no carstificadas	.1 a 25
Calizas, dolomías carstificadas	5 a 50
Rocas ígneas y metamórficas sin fracturar	0.01 a 1
Rocas ígneas y metamórficas fracturadas	1 a 10

Del cuadro anterior se elige para el dimensionamiento, la porosidad de roca tipo grava de porosidad 40%.

El radio hidráulico del medio granular se lo calcula con la siguiente expresión:

$$R_h = (P \times D_s) / (6 (1 - P))$$

Donde:

Ds: Diámetro promedio del material granular (cm)

P: Porosidad del medio granular

El diámetro promedio de material granular (Ds), es de 10 cm, entonces:

$$R_h = (0.40 \times 10) / (6 \times (1 - 0.40))$$

$$R_h = 1.11 \text{ cm}$$

Tenemos:

$$V = 52,45 \times P \times Rh^{0.5} \times J^{0.25}$$

$$V = 53.45 * 0.40 * 1.11^{0.5} * 0.02^{0.25}$$

La velocidad media de flujo será de $V = 8.32 \text{ cm/s}$, ó 0.083 m/s

Ahora, tenemos:

$$Q = A \times V$$

Q : Caudal (m^3/s)

A : Área (m^2)

V : Velocidad media de flujo (cm/s)

Entonces:

$$0.00017 = A \times 0.083$$

$$A = 0.002 \text{ m}^2$$

Este dren resultante es muy pequeño, y constructivamente imposible de realizarlo, por lo que en la práctica es conveniente instalar un dren de mayor sección.

Este drenaje será entonces de las mismas dimensiones que la alternativa 1.

4.2.2.9. Drenaje vertical para gases

De los residuos sólidos a disponerse en el relleno sanitario, el 56.18% corresponde a materia orgánica, la cual por efecto de la descomposición anaerobia producen emisiones gaseosas, las cuales están compuestas por diferentes tipos de gases.

Los gases tienden a acumularse en los espacios vacíos dentro del relleno; aprovechan cualquier fisura del terreno y permeabilidad de la cubierta para salir. Por lo tanto, es necesario llevar a cabo un adecuado control de generación y migración de estos gases.

El gas del relleno se dispersa en el suelo, donde el metano puede dañar a las raíces de las plantas, impidiendo el suministro de oxígeno y aire a las plantas.

Por lo mencionado anteriormente para facilitar la salida de los gases del interior del relleno sanitario, se ha dimensionado la ubicación y geometría de chimeneas conforme las recomendaciones de la bibliografía especializada, como se resume a continuación:

- Se ubicarán en forma de cuadrícula con un espaciamiento de aproximadamente 30 m entre ellas, sobre los drenajes de lixiviados en la base del relleno.
- La sección del dren de gas será cilíndrica de 0.60 m de diámetro. A su interior se colocará piedra bola de 0.05 a 0.30 m de diámetro. Los cilindros se van superponiendo verticalmente de acuerdo al crecimiento vertical en la disposición final de los residuos y distribuidos en forma equidistante cada 30 m como máximo.
- En el extremo superior del dren vertical, se instala el quemador para posibilitar la combustión controlada de los gases que pudieran emanar.

En los planos, se muestra la ubicación de las chimeneas y detalles constructivos de su instalación.

4.2.2.10. Sistema de drenaje pluvial

El sistema de drenaje estará formado por cunetas construidas en la parte superior del relleno es necesario para evitar que llegue a la masa de los residuos más agua que la proveniente por la

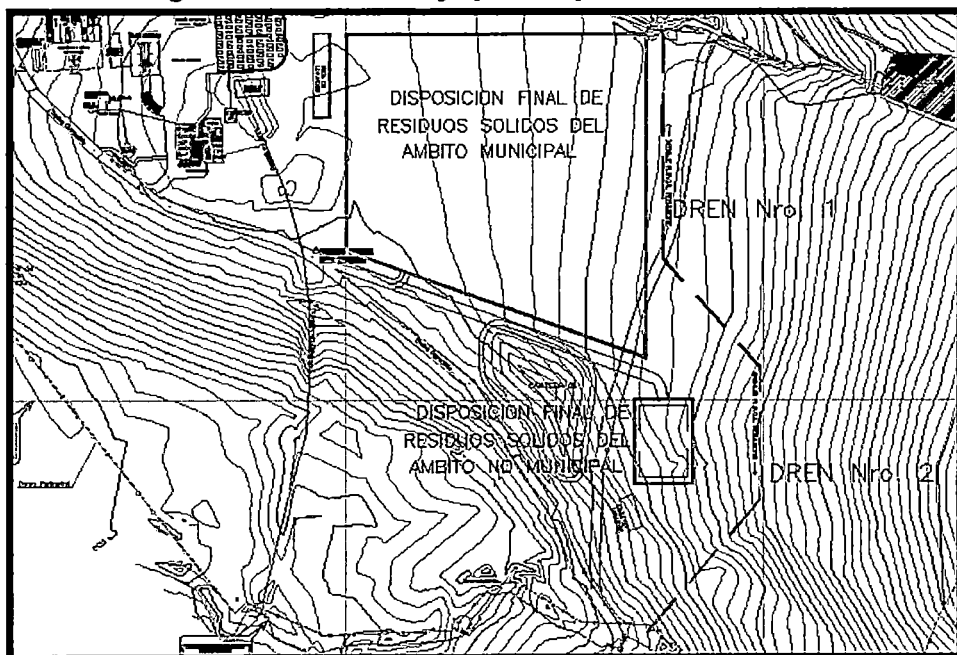
precipitación fluvial, y también al mejoramiento de las condiciones para la operación del relleno. Para que de esta forma darle salida lo más rápido posible para que escurra fuera de las áreas de trabajo.

El procedimiento del diseño del sistema de drenaje pluvial o zanja de interceptación es el siguiente:

1. Realizar una investigación en el campo, analizando la topografía, característica del suelo y vegetación.
2. Analizar el plano topográfico, seleccionando la curva de nivel que sea adecuada para colocar la zanja. La zanja siempre debe ser trasladada en la curva de nivel para garantizar una velocidad máxima que no provoque erosión excesiva.

Se realizarán los cálculos considerando dos drenes, denominado dren 1 y dren 2, como se muestra en la siguiente figura.

Figura Nro. 17: Drenaje pluvial permanente.



3. Determinar la velocidad de diseño en la zanja. Dentro de las limitaciones impuestas por la topografía, la ruta exacta de una zanja queda definida por las pendientes que pueden tolerarse o admitirse. La pendiente excesiva puede producir una velocidad suficiente para causar erosión en la plantilla de la zanja. La velocidad con la cual se iniciará la erosión depende del material del lecho. En el cuadro siguiente se presenta a las velocidades máximas permisibles en zanjas:

Tabla Nro. 3: Velocidad máxima y mínima permisible según material de canal.

Material	Velocidad máxima agua limpia (m/s)	Velocidad máxima agua que transporta limos coloidales (m/s)	Velocidad mínima (m/s)
Arena fina coloidal	0.45	0.75	0.30
Marga arenosa no coloidal	0.50	0.75	0.30
Marga limosa no coloidal	0.60	0.90	0.30
Limos aluviales no coloidales	0.60	1.05	0.30
Marga firme ordinaria	0.75	1.05	0.30
Ceniza volcánica	0.75	1.05	0.30
Arcilla rígida	1.15	1.50	0.30
Limos aluviales coloidales	1.15	1.50	0.30
Esquistos y subsuelos de arcilla dura	1.80	1.80	0.30
Grava fina	0.75	1.50	0.30
Marga graduada a cantos rodados, no coloidales	1.15	1.50	0.30
Limos graduados a cantos rodados coloidales	1.20	1.65	0.30
Grava gruesa no coloidal	1.20	1.80	0.30
Cantos rodados y ripio de cantera	1.50	1.65	0.30
Mampostería junteada	2.50	3.00	0.30
Concreto	3.00	3.50	0.30

Fuente: Normas y Lineamientos Técnicos para las instalaciones de Agua Potable, Agua Tratada, Drenaje Sanitario y Drenaje Pluvial de los Fraccionamientos y Condominios de las Zonas urbanas del Estado de Querétaro. México 2011.

De la tabla Nro. 2. elegimos el material arcilla rígida, las velocidades en la zanja para los 2 drenes serán de:

Velocidad máxima agua limpia = 1.15 m/s

Velocidad máxima agua que transporta limos coloidales = 1.50 m/s

Velocidad mínima = 0.30 m/s

4. Generalmente para calcular la intensidad de lluvia se realiza un análisis de correlación lineal múltiple, mediante la siguiente ecuación¹³:

$$i = \frac{j \times T^h}{d^r}$$

Donde:

i : Intensidad de lluvia (mm/h)

T : Periodo de retorno (años)

d : Duración (minutos)

j,h,r : Características regionales

Esta ecuación es la que genera las conocidas curva intensidad – duración – Periodo de retorno. Estas curvas sirven para obtener intensidades de lluvia para diferentes periodos de retorno y diferentes duraciones.

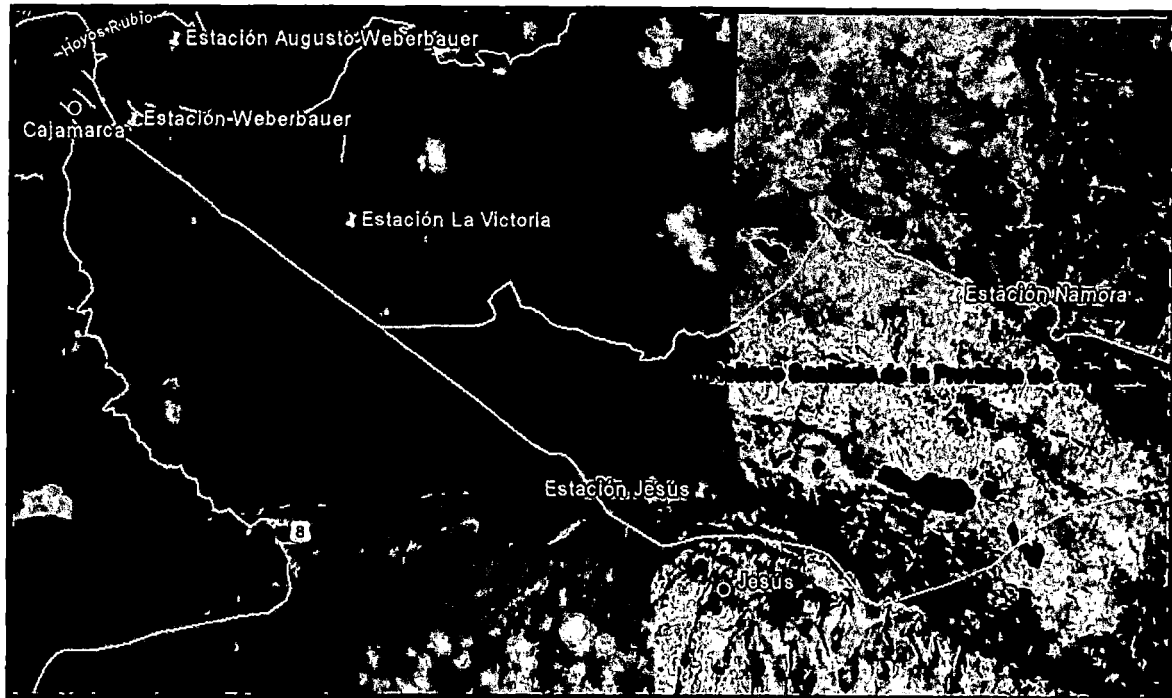
Sin embargo no se cuenta con los datos requeridos, por lo tanto la intensidad de lluvia se obtiene de las precipitaciones de la estación meteorológica más cercana al relleno sanitario, comparando los datos de los años 2008, 2009 y 2010.

Analizando los datos meteorológicos del sitio tenemos que la estación meteorológica del SENAMHI más cercana a la ubicación del

¹³ Aparicio, F. Fundamentos de Hidrología de Superficie. Balderas, México 1997.

Relleno Sanitario, es la Estación Convencional Meteorológica Jesús – 000391, como se muestra en la siguiente fotografía:

Fotografía Nro. 10: Estaciones Meteorológicas del SENAMHI más cercanas al Relleno Sanitario de la Provincia de Cajamarca.



Debido a que las estaciones del SENAMHI no realizan mediciones de intensidades de lluvia, recurrencia o duración de la lluvia.

Identificamos la precipitación durante 24 horas más alta durante los años 2008, 2009 y 2010, mediante el siguiente cuadro:

Cuadro Nro. 50: Precipitación máxima en 24 horas por mes durante los años 2008, 2009 y 2010

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2008	19.8	20.5	23.9	14.1	3.2	7.3	1.7	4.3	11.9	24.8	25.3	S/D
2009	44.6	12.9	22.8	16.9	19.5	14.4	5.4	11.5	2.8	13.6	12.8	25.6
2010	23.9	60.8	24.5	13.2	8.1	5.4	8.9	0.2	7.0	23.0	13.4	7.3

Fuente: Los datos de los años 2008, 2009 y 2010 son de la Estación Convencional, Meteorológica Jesús - 000391. Latitud: 7° 14' 14'', Longitud: 78° 23' 22'', SENAMHI.

Del cuadro anterior se obtuvo la precipitación máxima en 24 horas durante el mes de febrero (60.8 mm).

Ahora hallamos la precipitación en 12 horas durante el mes de febrero del 2010.

Cuadro Nro. 51: Precipitación diaria durante el mes de febrero (2010)

Día	Precipitación (mm)		Precipitación diaria (mm)
	7 horas	19 horas	
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	1.9	13.4
5	11.5	3	13.1
6	10.1	30.5	60.8
7	30.3	2.6	2.6
8	0	0	0
9	0	0	1.6
10	1.6	0	0.2
11	0.2	0	0
12	0	8.6	8.7
13	0.1	2	2
14	0	0	1.2
15	1.2	0	2.1
16	2.1	0.9	0.9
17	0	0.3	0.3
18	0	0	0
19	0	0	0
20	0	0	0
21	0	0	0
22	0	0	0
23	0	3.5	3.5
24	0	0	0
25	0	0	0
26	0	0	0
27	0	0	0
28	0	0	0

Fuente: Datos de la Estación Jesús - SENAMHI.

Del cuadro anterior verifica que el 6 de febrero del 2010 se obtuvo la precipitación máxima durante 24 horas, también se muestra que durante la medición de las 19 horas, se tiene 30.5 mm de precipitación.

Las precipitaciones del año 2008 no se toman en cuenta debido a que ninguna precipitación máxima mensual es mayor o igual a 30.5 mm obtenida en el 2010.

Sin embargo del Cuadro Nro. 50, se muestra que en enero del 2009 se tiene una precipitación de 44.6 mm, por lo tanto verificamos la precipitación en 12 horas durante el mes de enero del 2010, debido a que existe la posibilidad de que los 44.6 mm de precipitación suceda en 12 horas o una precipitación mayor a la que se obtuvo el 6 de febrero del 2010 (30.5 mm).

Cuadro Nro. 52: Precipitación diaria durante el mes de enero (2009)

Día	Precipitación (mm)		Precipitación diaria (mm)
	7 horas	19 horas	
1	0	0.8	0.8
2	0	8.6	10.6
3	2	13	13.1
4	0.1	4.5	4.8
5	0.3	0	0
6	0	0	0.2
7	0.2	1.1	1.1
8	0	2.9	8.5
9	5.6	4.9	4.9
10	0	10.8	13.6
11	2.8	0.1	0.9
12	0.8	0.2	1.3
13	1.1	27.9	44.6
14	16.7	2.4	12
15	9.6	0.3	2.3
16	2	1.2	2.1
17	0.9	2.6	11.3
18	8.7	5.3	7.9
19	2.6	0	0
20	0	0	0
21	0	0	0
22	0	0	5.6
23	5.6	0	0
24	0	0	0.5
25	0.5	3.5	3.5
26	0	0	3.9
27	3.9	0	9
28	9	0	8.6
29	8.6	12.4	15.5
30	3.1	0.1	2.8
31	2.7	6.2	17.4

Fuente: Datos de la Estación Jesús - SENAMHI.

Del cuadro anterior se tiene que el 13 de enero del 2009 se tiene la precipitación máxima, y que durante la medición de las 19 horas se tiene una precipitación de 27.9 mm.

Por lo tanto durante los años 2009 y 2010 se tiene una precipitación máxima durante 12 horas de 30.5 mm, obtenida el 6 de febrero del 2010.

Se va a tomar la intensidad de lluvia del 6 de febrero del 2010, que es de 30,5 mm.

$$i = 30.5 \text{ mm/hora}$$

5. Determinar el coeficiente de escurrimiento "k", usando el siguiente cuadro:

Tabla Nro. 4: Valores empíricos para obtener el coeficiente de escurrimiento (k).

Topografía y vegetación	Tipo de suelo		
	Tierra arenosa	Limo arcilloso	Arcilla pesada
Bosques			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.25	0.35	0.50
Pronunciado	0.30	0.50	0.60
Pradera			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.16	0.36	0.55
Pronunciado	0.22	0.42	0.60
Terrenos de cultivo			
Plano	0.30	0.50	0.60
Ondulado	0.40	0.60	0.70
Pronunciado	0.52	0.72	0.82

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Lima. Junio 2006.

Nota:

Plano : (0-5%) pendiente.

Ondulado : (5-10%) pendiente.

Pronunciado: (>10%) pendiente.

Entonces el coeficiente de escurrimiento para un tipo de suelo limo arcilloso y un terreno de cultivo pronunciado es de:

$$k = 0.72$$

6. Luego se debe calcular el máximo escurrimiento en la zanja (Q), en metros cúbicos por segundo, según la fórmula racional:

$$Q = \frac{k \times i \times A_d}{3.6 \times 10^6}$$

Donde:

k : Coeficiente de escurrimiento

i : Intensidad de la lluvia para una duración igual a tc (mm/hora)

A_d : Área de la cuenca (m²)

Reemplazando el coeficiente de escurrimiento, intensidad de lluvia y área, en la fórmula anterior, se procede a calcular el máximo escurrimiento y el tamaño de la sección transversal.

Cuadro Nro. 53: Cálculo del máximo escurrimiento.

Dren	Coeficiente de escurrimiento "k"	Intensidad de lluvia "i" (mm/hora)	Área "Ad" (m ²)	Máximo escurrimiento "Q _p " (m ³ /s)
1	0.72	30.5	58,399	0.356234
2	0.72	30.5	39,088	0.238437

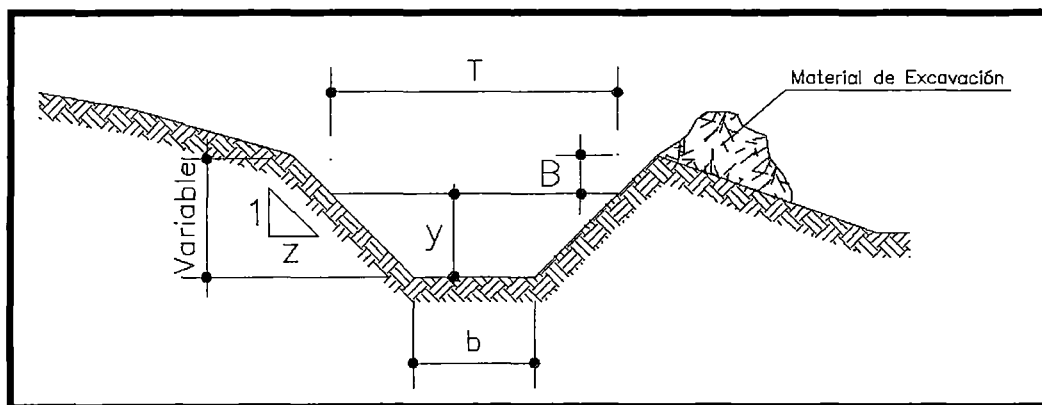
7. Seleccionar la sección transversal de la zanja. Las zanjas de tierra son generalmente trapezoidales. El siguiente cuadro muestra los taludes típicos para zanjas no revestidas, según el material de excavación.

Tabla Nro. 5: Taludes típicos para zanjas no revestidas según material de excavación.

Material de excavación	Talud (horizontal : vertical)
Roca firme	1/4 : 1
Roca fracturada	1/2 : 1
Suelo firme	1 : 1
Migajón gravoso	1 1/2 : 1
Suelo arenoso	2 1/2 : 1

8. Se empleará la siguiente sección típica de forma transversal para el drenaje pluvial:

Figura Nro. 18: Sección transversal de la zanja.



Donde:

T: ancho superficial (m)

y: tirante

b: base del trapecio

z: talud

B: borde libre

Además tenemos que:

- Área superficial:

$$A = (b + z \times y) \times y$$

- Perímetro mojado:

$$P = b + 2 \times y \times \sqrt{1 + z^2}$$

- Radio Hidráulico:

$$R = \frac{(b + z \times y) \times y}{b + 2 \times y \times \sqrt{1 + z^2}}$$

- Ancho superficial:

$$T = b + 2 \times z \times y$$

Para calcular las dimensiones tenemos que calcular la profundidad y que la velocidad se encuentre dentro del rango (0.30 m/s - 1.50 m/s).

Conociendo la ecuación de Manning:

$$\frac{Q \times n}{s^{1/2}} = A \times R^{2/3}$$

- Q : Caudal (m³/s)
 n : Coeficiente de rugosidad
 s : Pendiente en la base del canal (m/m)
 A : Área superficial (m²)
 R : Radio Hidráulico

El coeficiente de rugosidad (n) se obtiene a partir del cuadro siguiente:

Tabla Nro. 6: Valores del Coeficiente de rugosidad (n).

TIPO DE CANAL	MINIMO	NORMAL	MAXIMO
A. CONDUCTO CERRADO CON ESCURRIMIENTO PARCIALMENTE LLENO			
A.1. METÁLICOS			
a. Bronce Pulido	0.009	0.010	0.013
b. Acero			
soldado	0.010	0.012	0.014
con remaches	0.013	0.016	0.017
c. Metal corrugado			
sub - dren	0.017	0.019	0.021
dren para aguas lluvias	0.021	0.024	0.030
A.2 NO METÁLICOS			
a. Concreto			
Tubo recto y libre de residuos	0.010	0.011	0.013
Tubo con curvas, conexiones	0.011	0.013	0.014
Bien terminado	0.011	0.012	0.014
Tubo de alcantarillado con cámaras, entradas	0.013	0.015	0.017
Tubo con moldaje de acero.	0.012	0.013	0.014
Tubo de moldaje madera cepillada	0.012	0.014	0.016
Tubo con moldaje madera en bruto	0.015	0.017	0.020
b. Madera			
Duelas	0.010	0.012	0.014
Laminada y tratada	0.015	0.017	0.020
c. Albañilería de piedra	0.018	0.025	0.030
B. CANALES REVESTIDOS			
B.1 METAL			
a. Acero liso			
sin pintar	0.011	0.012	0.014
pintado	0.012	0.013	0.017
b. Corrugado	0.021	0.025	0.030
B.2 NO METÁLICO			
a. Madera			
Sin tratamiento	0.010	0.012	0.014
Tratada	0.011	0.012	0.015
Planchas	0.012	0.015	0.018
b. Concreto			
afinado con plana	0.011	0.013	0.015
afinado con fondo de grava	0.015	0.017	0.020
sin afinar	0.014	0.017	0.020
excavado en roca de buena calidad	0.017	0.020	
excavado en roca descompuesta	0.022	0.027	
c. Albañilería			
piedra con mortero	0.017	0.025	0.030
piedra sola	0.023	0.032	0.035
C. EXCAVADO			
a. Tierra, recto y uniforme			
nuevo	0.016	0.018	0.020
grava	0.022	0.025	0.030
con algo de vegetación	0.022	0.027	0.033
b. Tierra, sinuoso			
sin vegetación	0.023	0.025	0.030
con malezas y pasto	0.025	0.030	0.033
maleza tupida, plantas	0.030	0.035	0.040

fondo pedregoso - malezas.	0.025	0.035	0.040
c. Roca			
suave y uniforme	0.025	0.035	0.040
irregular	0.035	0.040	0.050
d. Canales sin mantención			
maleza tupida	0.050	0.080	0.120
Fondo limpio, bordes con vegetación	0.040	0.050	0.080
D. CORRIENTES NATURALES			
D.1. CORRIENTES MENORES (ANCHO SUPERF. < 30 m)			
a. Ríos en planicies			
rectos, sin zonas muertas	0.025	0.030	0.033
rectos sin zonas muertas con piedras y malezas	0.030	0.036	0.040
Sinuoso, vegetación y piedras	0.035	0.045	0.050
Sinuoso, vegetación y bastante pedregoso	0.045	0.050	0.060
Abundante vegetación, sinuoso.	0.075	0.100	0.150
b. Torrentes de montaña, sin vegetación, bordes abruptos.			
Árboles y arbustos sumergidos			
Parcialmente en crecidas con piedras y pocas rocas	0.030	0.040	0.050
Grandes rocas y piedras en el fondo.	0.040	0.050	0.07
D.2 PLANICIES DE INUNDACION			
a. con pasto sin arbusto			
pastizales bajos	0.025	0.030	0.035
pastizales altos	0.030	0.035	0.050
b. áreas cultivadas			
sin cultivo	0.020	0.030	0.040
con cultivos	0.030	0.040	0.050
c. Arbustos y Malezas			
escasos	0.040	0.060	0.080
densos	0.070	0.100	0.160
d. Arboles			
sauces	0.110	0.150	0.200
tierra despejada con troncos	0.030	0.040	0.050
D.3 Ríos Principales (ancho superior a 30 m)			
Secciones Regulares	0.025	-	0.060
Secciones Irregulares	0.035	-	0.100

Fuente: Hidráulica de Canales Abiertos, Ven Te Chow, 1983.

El coeficiente de rugosidad del canal es excavado y de tierra sin vegetación, entonces:

$$n = 0.025$$

Debido a que tenemos dos drenes realizamos los cálculos para cada dren.

Cálculos para el Dren 1

Realizamos la aproximación mediante ensayo y error, estableciendo lo siguiente:

$$\begin{aligned} b &= 0.6 \text{ m} \\ n &= 0.025 \\ Q &= 0.35623 \text{ m}^3/\text{s} \\ S &= 0.0004 \text{ m/m} \\ z &= 1.0 \end{aligned}$$

Entonces a partir de los datos establecidos y la parte de la izquierda de la ecuación de Manning tenemos:

$$\frac{Q \times n}{s^{1/2}} = 0.445$$

Luego se asume valores al tirante (y) y se calcula el factor de sección $A \times R^{2/3}$. Se hacen varias iteraciones hasta que el valor calculado de $A \times R^{2/3}$ sea igual a 0.445, luego el valor del tirante supuesto para la iteración más cercana es la profundidad normal. Este cálculo se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro Nro. 54: Cálculo del tirante y velocidad del Dren 1.

y	A	R	$R^{2/3}$	$A \times R^{2/3}$	Velocidad (m/s)
0.40	0.40	0.23	0.38	0.151	0.30
0.45	0.47	0.25	0.40	0.189	0.32
0.50	0.55	0.27	0.42	0.231	0.34
0.55	0.63	0.29	0.44	0.279	0.35
0.60	0.72	0.31	0.46	0.332	0.37
0.65	0.81	0.33	0.48	0.391	0.38
0.66	0.83	0.34	0.48	0.403	0.39
0.69	0.89	0.35	0.50	0.441	0.40
0.70	0.91	0.35	0.50	0.454	0.40
0.71	0.93	0.36	0.50	0.468	0.40

Entonces tenemos para el Dren 1 lo siguiente:

$$y = 0.69 \text{ m}$$

$$v = 0.40 \text{ m/s}$$

$$T = 1.98 \text{ m}$$

Cálculos para el Dren 2

Realizamos la aproximación mediante ensayo y error, estableciendo lo siguiente:

$$\begin{aligned} b &= 0.5 \text{ m} \\ n &= 0.025 \\ Q &= 0.23844 \text{ m}^3/\text{s} \\ S &= 0.0005 \text{ m/m} \\ z &= 1.0 \end{aligned}$$

Entonces a partir de los datos establecidos, tenemos:

$$\frac{Q \times n}{s^{1/2}} = 0.267$$

Luego se asume valores al tirante (y) y se calcula el factor de sección $A \times R^{2/3}$. Se hacen varias iteraciones hasta que el valor calculado de $A \times R^{2/3}$ sea igual a 0.267, luego el valor del tirante supuesto para la iteración más cercana es la profundidad normal. Este cálculo se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro Nro. 55: Cálculo del tirante y velocidad del Dren 2.

y	A	R	$R^{2/3}$	$A \times R^{2/3}$	Velocidad (m/s)
0.25	0.21	0.16	0.30	0.063	0.27
0.30	0.27	0.19	0.33	0.088	0.29
0.35	0.33	0.21	0.35	0.117	0.32
0.40	0.40	0.23	0.38	0.151	0.34
0.45	0.47	0.25	0.40	0.189	0.36

0.50	0.55	0.27	0.42	0.231	0.38
0.53	0.60	0.29	0.43	0.260	0.39
0.54	0.62	0.29	0.44	0.269	0.39
0.55	0.63	0.29	0.44	0.279	0.39
0.56	0.65	0.30	0.45	0.289	0.40

Entonces tenemos para el Dren 2 lo siguiente:

$$y = 0.54 \text{ m}$$

$$v = 0.39 \text{ m/s}$$

$$T = 1.58 \text{ m}$$

Figura Nro. 19: Detalle de sección típica del Dren 1.

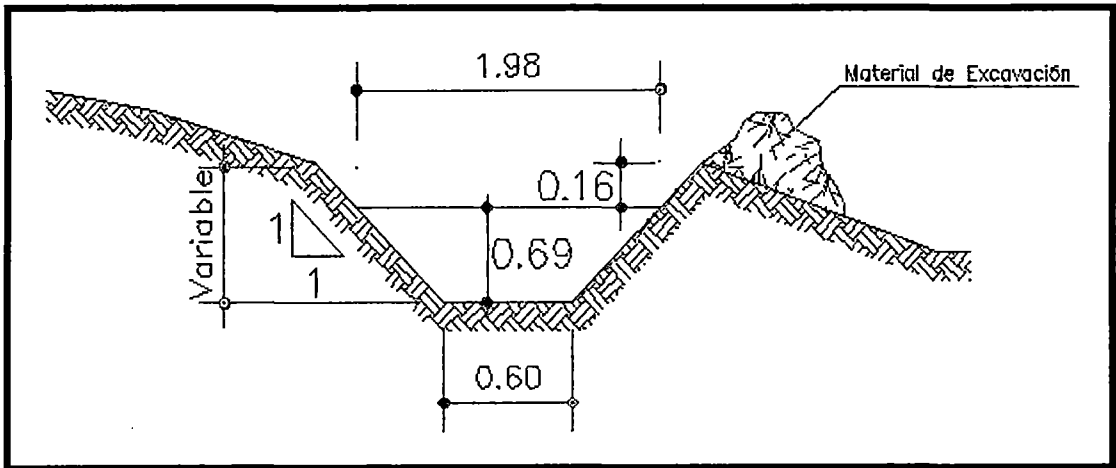
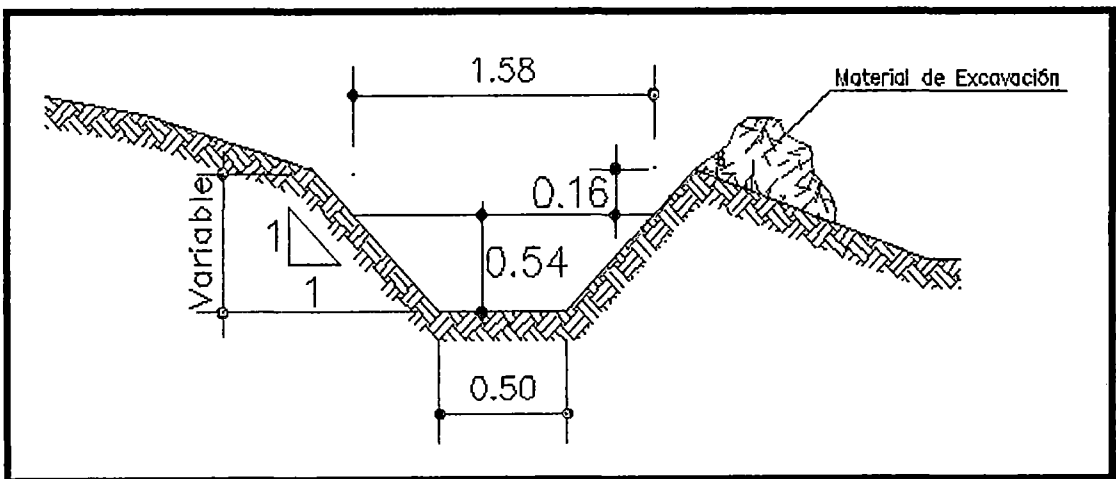


Figura Nro. 20: Detalle de sección típica del Dren 2.



4.2.3. Alternativa Nro. 3. Alternativa elaborada a partir de la Guía Técnica de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios Mecanizado del Ministerio del Ambiente, usando medidas reales determinadas en campo.

Esta alternativa es elaborada a partir de la Guía Técnica de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios Mecanizado del Ministerio del Ambiente, usando medidas reales determinadas en campo como:

- Caracterización de residuos sólidos que indique lo siguiente: Generación per cápita, incremento de la generación per cápita, generación de otros residuos sólidos municipales, como: residuos comerciales, residuos de barrido, residuos de mercados y residuos de maleza, y su incremento.
- Porcentaje de Cobertura de recolección de residuos sólidos.
- Proyección de la cobertura de residuos sólidos.
- Cantidad de residuos sólidos orgánicos aprovechables.
- Cantidad de residuos sólidos inorgánicos aprovechables.
- Proyección de la cantidad de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos aprovechables.
- Densidad real de residuos sólidos compactados en el relleno sanitario de Cajamarca.
- Porcentaje de material de cobertura, calculado en el relleno sanitario de Cajamarca.

4.2.3.1. Población

La población urbana para el estudio comprenderá la de los distritos de Cajamarca, Los Baños del Inca, Jesús y Llacanora.

4.2.3.2. Proyección de la población

Para determinar el crecimiento futuro de la población, se recopilan datos de población en años anteriores, determinadas en los Censos de Población.

Posteriormente, con la información obtenida se realizan las proyecciones del crecimiento anual de la población durante todo el período de la vida útil estimada. El crecimiento poblacional (proyección para los 10 años de la vida útil del estudio) se realizará a partir de la proyección de los censos de los años 1993 y 2007 según método geométrico, utilizando la siguiente ecuación:

$$P = P_o \times (1 + r)^n$$

Donde:

- P : población proyectada (hab.)
- P_o : población del año base (hab.)
- r : tasa de crecimiento intercensal
- n : tiempo entre el año de proyección y el año base (años)

En el Cuadro Nro. 35, se presenta la población obtenida en los censos de 1993 y 2007, y la respectiva tasa de crecimiento poblacional de cada distrito.

La proyección de la población de los distritos de Cajamarca, Jesús, Llacanora y Los Baños del Inca del año 2009 al 2018, se presenta en el Cuadro Nro. 36.

4.2.3.3. Capacidad de la Infraestructura de Disposición final

El relleno sanitario que está en estudio es similar a la alternativa de la Guía Técnica de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios Mecanizado del Ministerio del

Ambiente. Es decir la infraestructura de disposición final de los residuos sólidos, está conformada por un cuadrilátero irregular.

El volumen neto total proyectado de la infraestructura de disposición final será calculado en base a las secciones transversales (base o fondo, taludes de corte y taludes de relleno) definidas para el área de la Infraestructura, se encuentra sustentada con la información de las áreas de las secciones transversales y volúmenes calculados de corte y relleno.

El área para esta infraestructura está conformada por un cuadrilátero irregular que abarca una superficie de 29 250 m² (2925 has.).

Como se indica en el Cuadro Nro. 33, el volumen total habilitado es de 418 977m³.

Diseño de Taludes

Los taludes de residuos sólidos para la conformación de terraplenes se recomienda un talud de 1/2 ó 1/3 (Jaramillo, 2002). Además se puede establecer el talud en corte según el cuadro siguiente:

Tabla Nro. 7: Taludes recomendado en corte.

Tipo de material	Talud recomendable Altura de corte hasta 5m	Observaciones
Arenas limosas y limos compactados	1/2	K = 10 ⁻⁷ cm/s. 1:1 la parte superior mas intemperizada, Si son materiales fácilmente erosionables deberá proyectarse talud 1:1
Arenas limosas, limo poco compactado	1/4	K = 10 ⁻⁷ cm/s. Contracuneta impermeable. 1,5:1 la parte mas intemperizada.
Arenas limosas y limos muy compactados	1/4	K = 10 ⁻⁷ cm/s. Eliminar la parte superior suelta.

Arcillas poco arenosas, firmes y homogéneas	$\frac{1}{2}$	$K = 10^{-8}$ cm/s. 1:1 la parte intemperizada. Si existe flujo de agua, construir subdrenaje.
Arcillas blandas expansivas	1	$K = 10^{-8}$ cm/s

Fuente: tomado y adaptado de Secretaria de obras públicas, departamento de Antioquia, Colombia.

Para la conformación de terraplenes se establece un talud de 1:2 (V:H). Y para los taludes de corte, que se realizarán en la etapa de trinchera, se constituye un talud de 1:2. Esta inclinación garantiza la estabilidad para los residuos y cobertura adecuadamente compactados.

Consideraciones sobre el balance de movimiento de tierras

Las características limo arcillosas predominantes en el suelo de la zona, dificultarán la circulación de los vehículos en presencia de precipitaciones pluviales o luego de la ocurrencia de estos hechos.

Para posibilitar el acceso de las unidades de recolección, se deberá considerar disponer en la zona de material granular que permita realizar la mejora de las superficies de las vías de acceso, así como disponer en la infraestructura de los cables y accesorios necesarios para remolcar a las unidades que pudieran quedar atascadas en el lodo que inevitablemente se formarán en las superficies con material de cobertura.

Por lo tanto el material de cobertura deberá ser extraído de la cantera más cercana, en tal caso tenemos la cantera Bringas ubicada a 500m del ingreso del relleno sanitario, de donde se extraerá y transportará el material de cobertura necesario.

4.2.3.4. Cálculo de la vida útil

Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios

La generación de residuos sólidos para cada distrito se calculará con la siguiente ecuación:

$$G.R.S.D. = P_n \times GPC$$

Donde:

G.R.S.D. : Generación de residuos sólidos domiciliarios (kg/día)

P_n : Población proyectada en el año "n" (hab.)

GPC : Generación per cápita (kg/hab-día)

La generación per cápita y su incremento es el que figura en el Cuadro Nro. 37 y Cuadro Nro. 38.

Generación de Otros Residuos Sólidos Domiciliarios

La generación de otros residuos sólidos domiciliarios para cada distrito se obtendrá es la misma que se encuentra en el Cuadro Nro. 39, estos residuos vienen a ser los generados en mercados, maleza y barrido de calles.

En el Cuadro Nro. 40, se presenta el porcentaje de incremento de estos residuos.

Generación de Residuos Sólidos Municipales

La generación de residuos sólidos municipales de los distritos de Cajamarca, Jesús, Llacanora y Los Baños del Inca del año 2009 al 2018, se presenta del Cuadro Nro. 41 al Cuadro Nro. 44 respectivamente.

Porcentaje de cobertura de recolección

El porcentaje de cobertura de recolección (P.C.R.) se podrá hallar mediante alguna de estas opciones:

- A partir de la información del plan de rutas de recolección de la ciudad.
- De entrevistar al Sub Gerente de Limpieza Pública de la municipalidad.
- Documento que se tenga con respecto a esta información, por ejemplo el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos.

Para el caso del distrito de Cajamarca el porcentaje de cobertura de recolección de los años 2009 y 2010 se obtuvo de entrevistar al Sub Gerente de Limpieza Pública de la Municipalidad Provincial de Cajamarca que se realizó en diciembre del 2010. De los demás años se asume un porcentaje de cobertura de recolección de residuos sólidos, que aumentará progresivamente hasta llegar a 95%, al incorporar el servicio a la mayor parte de la zona urbana del distrito de Cajamarca.

Los porcentajes de cobertura de recolección de los años 2009, 2010 y 2011 de las municipalidades de Los Baños del Inca, Jesús y Llacanora son obtenidos de las propias municipalidades, para los siguientes años se asume que mantendrán en 100% la cobertura de recolección residuos sólidos municipales. Cabe mencionar la pequeña población urbana de estos distritos, es decir 15573 habitantes para el distrito de Los Baños del Inca, 2520 habitantes para el distrito de Jesús y 703 habitantes para el distrito de Llacanora, además se encuentran pavimentadas sus principales calles y hacen fácil el acceso a los vehículos recolectores.

Los cuatro distritos en cuestión mejoraran progresivamente o mantendrán en 100% su cobertura de residuos sólidos municipales, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Implementación o mejoramiento del Plan de rutas.
- Mantenimiento preventivo y correctivo de las unidades recolectoras.
- Compra de nuevas unidades recolectores.

Cantidad de residuos sólidos inorgánicos aprovechables

La cantidad de residuos sólidos inorgánicos aprovechables se obtuvo a través de una entrevista que se realizó a los dueños de las dos principales empresas comercializadoras de residuos sólidos, que se encuentran en el distrito de Cajamarca. Se llenó un cuadro que indicaba la cantidad promedio mensual recuperada de residuos sólidos inorgánicos durante todos los meses del año 2010. Estos residuos son los siguientes: lata, plástico PET, plástico duro, papel blanco, papel de color, cartón, coca lata, bolsas de plástico, vidrio, periódico, fierro, jebe, aluminio, bronce, plomo y cobre. No se pudo obtener de años anteriores, debido a que estas empresas son informales y además no cuentan con registro de los años anteriores.

En tal sentido para el caso del distrito de Cajamarca se obtiene que en el año 2010 en promedio 5.86 tn/día. Para los siguientes años se asume un crecimiento del 15% anual. Se asume un incremento anual, debido a lo siguiente:

- Los almacenes informales implementarán más máquinas y contratarán más personal para recolectar una mayor cantidad de residuos inorgánicos aprovechables.
- El Cuadro Nro. 12 y Cuadro Nro. 13 muestra un crecimiento de los precios de los residuos inorgánicos aprovechables. Al aumentar el

precio de los materiales existe más personas que se dedican a la actividad del reciclaje formal e informal.

También por experiencia propia aumenta el número de viviendas y restaurantes que segregan sus residuos y lo venden directamente a almacenes informales.

- Además en el año 2012 se planea construir la segunda etapa de la Infraestructura para Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos del Ámbito de la Gestión Municipal e Infraestructura para Disposición Final de Residuos Sólidos del Ámbito de la Gestión No Municipal, la cual contiene una planta de segregación de residuos inorgánicos.

Según el personal de limpieza pública de los distritos de Jesús, Llacanora y Los Baños del Inca, indican el promedio de la cantidad residuos inorgánicos aprovechables en el siguiente cuadro. Para los siguientes años se asumen las cantidades indicadas en sus respectivos cuadros.

Cuadro Nro. 56: Cantidad residuos inorgánicos aprovechables durante el año 2009 y 2010.

Distrito	Cantidad de residuos inorgánicos aprovechables (tn/día)	
	2009	2010
Jesús	0.10	0.10
Llacanora	0.06	0.06
Los Baños del Inca	0.09	0.10

Cantidad de residuos sólidos orgánicos aprovechables

Del Cuadro Nro. 14, se obtuvo que en el distrito de Cajamarca entre el 6 y 11 de septiembre del 2010 se obtuvo 2.84 tn/día de promedio diario de residuos sólidos orgánicos aprovechables que se recupera de los mercados, hoteles y restaurantes. Para los siguientes años se

asumen cantidades aprovechables hasta llegar al año 10, donde se considera un aprovechamiento del 10% de residuos sólidos orgánicos.

Para el distrito de Jesús y Llacanora se ha recuperado (en los años 2009 y 2010) en promedio 50 kg /día y 20 kg/día de residuos sólidos orgánicos aprovechables respectivamente, obtenidos del mercado, y se planea para los próximos años recolectar mas residuos de los restaurantes y viviendas, según el personal de limpieza pública.

En el distrito de Los Baños del Inca en los año 2009 y 2010 se ha recuperado en promedio 60 kg/día y 70 kg/día para cada año respectivamente y según el ingeniero encargado de la Planta de Tratamiento de Los Baños del Inca planean incrementar la recuperación de residuos sólidos orgánicos aprovechables hasta llegar en el año 2018 a 200 kg/día de estos residuos, así mismo están proyectando para los próximos años implementar otra área para realizar el compost y humus.

Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer

Es la cantidad de residuos sólidos que se dispondrán en la Infraestructura de Disposición Final que está conformada por la generación de residuos sólidos municipales considerando lo siguiente:

- Porcentaje de Cobertura de recolección de residuos sólidos, y su respectivo porcentaje de incremento anual.
- Cantidad de residuos inorgánicos aprovechables y su respectivo incremento anual.
- Cantidad de residuos orgánicos aprovechables y su respectivo incremento anual.

Entonces la expresión para calcular la Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer es:

$$\text{G.R.S.M.D.} = \text{G.R.S.M.} \times \frac{\text{P.C.R.}}{100} - \text{C.R.I.A.} - \text{C.R.O.A.}$$

Donde:

G.R.S.M.D. : Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer (tn/día)

G.R.S.M. : Generación de Residuos Sólidos Municipales (tn/día).

P.C.R. : Porcentaje de cobertura de recolección.

C.R.I.A. : Cantidad de residuos inorgánicos aprovechables (tn/día).

C.R.O.A. : Cantidad de residuos orgánicos aprovechables (tn/día).

El cálculo anterior debe de realizarse de igual forma para cada distrito por separado y se muestra en los siguientes cuadros:

Cuadro Nro. 57: Cálculo de la Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer del distrito de Cajamarca.

Nro.	Año	Población (hab.)	Generación Per Cápita * (Kg/hab/día)	Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios (Kg/día)	Generación de Otros Residuos Sólidos Municipales ** (Kg/día)	Generación de Residuos Sólidos Municipales (tn/día)	Porcentaje de Cobertura de Recolección ***	Cantidad de residuos inorgánicos aprovechables **** (tn/día)	Cantidad de residuos orgánicos aprovechables ***** (tn/día)	Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer (tn/día)
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	2009	162,279	0.707	114,731	16,313	131.0	78.0	5.10	2.50	94.62
2	2010	168,679	0.714	120,449	16,956	137.4	80.0	5.86	2.84	101.22
3	2011	175,332	0.721	126,451	17,624	144.1	82.0	6.74	3.50	107.90
4	2012	182,247	0.728	132,753	18,319	151.1	84.0	7.76	4.50	114.64
5	2013	189,435	0.736	139,369	19,040	158.4	86.0	8.92	5.50	121.81
6	2014	196,907	0.743	146,314	19,790	166.1	88.0	10.26	6.50	129.42
7	2015	204,673	0.750	153,606	20,570	174.2	90.0	11.79	7.50	137.46
8	2016	212,746	0.758	161,261	21,381	182.6	92.0	13.56	9.00	145.47
9	2017	221,137	0.766	169,298	22,223	191.5	94.0	15.60	10.50	153.93
10	2018	229,859	0.773	177,735	23,099	200.8	95.0	17.94	11.28	161.57

$$(3) = (1) \times (2)$$

$$(5) = \frac{(3) + (4)}{1000}$$

$$(9) = (5) \times \frac{(6)}{100} - (7) - (8)$$

Nota:

* Se asume un incremento anual del 1% (El Ministerio del Ambiente usa el rango recomendado por el CEPIS que varía de 0.5% a 1%).

** Se asume un incremento anual del 3.94% (El Ministerio del Ambiente asume que este valor es igual a la tasa de crecimiento poblacional)

*** Los datos del año 2009 y 2010 se ha obtenido del Sub Gerente de Limpieza Pública de la Municipalidad Provincial de Cajamarca, de los siguientes años se asume un porcentaje de cobertura de recolección de residuos sólidos que aumentará progresivamente hasta llegar a 95%.

****La cantidad promedio diaria de residuos inorgánicos y orgánicos en el año 2010 se obtiene en campo y es en promedio 5.86 tn/día para los residuos inorgánicos y de 2.84 tn/día para los residuos orgánicos. Para los siguientes años se asume un crecimiento del 15% anual para los residuos inorgánicos y para los residuos orgánicos aumenta progresivamente hasta llegar al 10% del total de residuos orgánicos en el año 10.

Cuadro Nro. 58: Cálculo de la Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer del distrito de Jesús.

Nro.	Año	Población (hab.)	Generación Per Cápita * (Kg/hab/día)	Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios (Kg/día)	Generación de Otros Residuos Sólidos Municipales ** (Kg/día)	Generación de Residuos Sólidos Municipales (tn/día)	Porcentaje de Cobertura de Recolección***	Cantidad de residuos inorgánicos aprovechables **** (tn/día)	Cantidad de residuos orgánicos aprovechables **** (tn/día)	Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer (tn/día)
		(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
1	2009	2,430	0.515	1,252	560	1.81	100	0.06	0.05	1.70
2	2010	2,474	0.518	1,281	570	1.85	100	0.06	0.05	1.74
3	2011	2,520	0.520	1,311	581	1.89	100	0.08	0.07	1.74
4	2012	2,566	0.523	1,342	592	1.93	100	0.08	0.07	1.78
5	2013	2,613	0.525	1,373	602	1.98	100	0.10	0.07	1.81
6	2014	2,661	0.528	1,406	614	2.02	100	0.10	0.07	1.85
7	2015	2,710	0.531	1,438	625	2.06	100	0.12	0.08	1.86
8	2016	2,760	0.533	1,472	636	2.11	100	0.12	0.08	1.91
9	2017	2,811	0.536	1,507	648	2.15	100	0.14	0.08	1.93
10	2018	2,862	0.539	1,542	660	2.20	100	0.14	0.08	1.98

$$(12) = (10) \times (11)$$

$$(14) = \frac{(12) + (13)}{1000}$$

$$(18) = (14) \times \frac{(15)}{100} - (16) - (17)$$

Nota:

* Se asume un incremento anual del 0.5% (El Ministerio del Ambiente usa el rango recomendado por el CEPIS que varía de 0.5% a 1%).

** Se asume un incremento anual del 1.84% (El Ministerio del Ambiente asume que este valor es igual a la tasa de crecimiento poblacional)

*** Los datos de los años 2009, 2010 y 2011 son obtenidos de la municipalidad distrital de Jesús, para los siguientes años se asume que mantendrán en 100% la cobertura de recolección residuos sólidos municipales.

**** Los datos del 2009 y 2010 son obtenidos del personal de limpieza pública, para los siguientes años se asumen las cantidades indicadas. Los residuos orgánicos recuperados a la fecha provienen del mercado, sin embargo se tiene previsto recolectar más residuos de los restaurantes y viviendas.

Cuadro Nro. 59: Cálculo de la Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer del distrito de Llacanora.

Nro.	Año	Población (hab.)	Generación Per Cápita * (Kg/hab/día)	Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios (Kg/día)	Generación de Otros Residuos Sólidos Municipales (Kg/día)	Generación de Residuos Sólidos Municipales (tn/día)	Porcentaje de Cobertura de Recolección**	Cantidad de residuos inorgánicos aprovechables *** (tn/día)	Cantidad de residuos orgánicos aprovechables *** (tn/día)	Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer (tn/día)
		(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)
1	2009	675	0.515	348	0	0.348	100	0.040	0.020	0.29
2	2010	689	0.518	356	0	0.356	100	0.040	0.020	0.30
3	2011	703	0.520	366	0	0.366	100	0.045	0.025	0.30
4	2012	717	0.523	375	0	0.375	100	0.045	0.025	0.30
5	2013	732	0.525	385	0	0.385	100	0.045	0.025	0.31
6	2014	747	0.528	394	0	0.394	100	0.045	0.025	0.32
7	2015	762	0.531	404	0	0.404	100	0.050	0.030	0.32
8	2016	778	0.533	415	0	0.415	100	0.050	0.030	0.33
9	2017	793	0.536	425	0	0.425	100	0.050	0.030	0.35
10	2018	810	0.539	436	0	0.436	100	0.050	0.030	0.36

$$(21) = (19) \times (20)$$

$$(23) = \frac{(21) + (22)}{1000}$$

$$(27) = (23) \times \frac{(24)}{100} - (25) - (26)$$

Nota:

* Se asume un incremento anual del 0.5% (El Ministerio del Ambiente usa el rango recomendado por el CEPIS que varía de 0.5% a 1%).

** Los datos de los años 2009, 2010 y 2011 son obtenidos de la municipalidad distrital de Llacanora, para los siguientes años se asume que mantendrán en 100% la cobertura de recolección residuos sólidos municipales.

*** Los datos del 2009 y 2010 son obtenidos del personal de limpieza pública, para los siguientes años se asumen las cantidades indicadas. Los residuos orgánicos recuperados a la fecha provienen del mercado, sin embargo se tiene previsto recolectar más residuos de los restaurantes y viviendas.

Cuadro Nro. 60: Cálculo de la Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer del distrito de Los Baños del Inca.

Nro.	Año	Población (hab.)	Generación Per Cápita * (Kg/hab/día)	Generación de Residuos Sólidos Domiciliarios (Kg/día)	Generación de Otros Residuos Sólidos Municipales ** (Kg/día)	Generación de Residuos Sólidos Municipales (tn/día)	Porcentaje de Cobertura de Recolección ***	Cantidad de residuos inorgánicos aprovechables **** (tn/día)	Cantidad de residuos orgánicos aprovechables **** (tn/día)	Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer (tn/día)
		(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)
1	2009	13,744	1.067	14,663	1,416	16.08	100	0.090	0.060	15.93
2	2010	14,630	1.075	15,733	1,508	17.24	100	0.100	0.070	17.07
3	2011	15,573	1.084	16,881	1,605	18.49	100	0.100	0.070	18.32
4	2012	16,577	1.093	18,114	1,709	19.82	100	0.120	0.080	19.62
5	2013	17,646	1.101	19,436	1,819	21.25	100	0.140	0.100	21.01
6	2014	18,784	1.110	20,855	1,936	22.79	100	0.160	0.120	22.51
7	2015	19,995	1.119	22,377	2,061	24.44	100	0.180	0.140	24.12
8	2016	21,285	1.128	24,010	2,194	26.20	100	0.200	0.160	25.84
9	2017	22,657	1.137	25,763	2,335	28.10	100	0.220	0.180	27.70
10	2018	24,118	1.146	27,644	2,486	30.13	100	0.240	0.200	29.69

$$(30) = (28) \times (29)$$

$$(32) = \frac{(30) + (31)}{1000}$$

$$(36) = (32) \times \frac{(33)}{100} - (34) - (35)$$

Nota:

* Se asume un incremento anual del 0.8% (El Ministerio del Ambiente usa el rango recomendado por el CEPIS que varía de 0.5% a 1%).

** Se asume un incremento anual del 6.45% (El Ministerio del Ambiente asume que este valor es igual a la tasa de crecimiento poblacional).

*** Los datos de los años 2009, 2010 y 2011 son obtenidos de la municipalidad distrital de Los Baños del Inca, para los siguientes años se asume que mantendrán en 100% la cobertura de recolección residuos sólidos municipales.

**** Los datos del 2009, 2010 y 2011 son obtenidos del personal de limpieza pública, para los siguientes años se asumen las cantidades indicadas. Los residuos orgánicos recuperados a la fecha provienen del mercado, sin embargo se tiene previsto recolectar más residuos de los restaurantes y viviendas.

Generación Total de Residuos Sólidos Municipales a Disponer

Es la cantidad total de residuos sólidos municipales a disponer, está conformada por la generación de residuos sólidos municipales a disponer de todos los distritos del estudio.

$$G.T.R.S.M.D. = G.R.S.M.D._1 + G.R.S.M.D._2 + G.R.S.M.D._3 + G.R.S.M.D._4$$

Donde:

G.T.R.S.M.D. : Generación Total de Residuos Sólidos Municipales a Disponer (tn/día)

G.R.S.M.D.₁: Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer del distrito de Cajamarca (tn/día).

G.R.S.M.D.₂: Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer del distrito de Jesús (tn/día).

G.R.S.M.D.₃: Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer del distrito de Llacanora (tn/día).

G.R.S.M.D.₄: Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer del distrito de Los Baños del Inca (tn/día).

Tener en cuenta que solo se considerara los residuos sólidos de los distritos de Jesús y Los Baños del Inca del 2012 hasta el 2018, debido a que a la fecha no disponen sus residuos en el relleno sanitario de Cajamarca, sin embargo a partir del 2012 dispondrán sus residuos en este relleno con la finalidad de que la municipalidad de Cajamarca reciba ingresos provenientes de estos distritos.

Cuadro Nro. 61: Generación Total de Residuos Sólidos Municipales a Disponer.

Año	Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer por distrito (tn/día)				Generación Total de Residuos Sólidos Municipales a Disponer (tn/día)
	Cajamarca	Jesús	Llacanora	Los Baños del Inca	
	(9)	(18)	(27)	(36)	
2009	94.62	-----	0.29	-----	94.90
2010	101.22	-----	0.30	-----	101.52
2011	107.90	-----	0.30	-----	108.19
2012	114.64	1.78	0.30	19.62	136.36
2013	121.81	1.81	0.31	21.01	144.95
2014	129.42	1.85	0.32	22.51	154.10
2015	137.46	1.86	0.32	24.12	163.77
2016	145.47	1.91	0.33	25.84	173.55
2017	153.93	1.93	0.35	27.70	183.91
2018	161.57	1.98	0.36	29.69	193.60

Generación Total Anual de Residuos Sólidos Municipales a Disponer

La Generación Total Anual de Residuos Sólidos Municipales a Disponer de la siguiente manera:

$$G.T.A.R.S.M.D. = G.T.R.S.M.D. \times 365$$

Donde:

G.T.A.R.S.M.D. : Generación Total Anual de Residuos Sólidos Municipales a Disponer (tn/año)

G.T.R.S.M.D. : Generación Total de Residuos Sólidos Municipales a Disponer (tn/día)

Volumen de Residuos Sólidos Compactados

Tenemos que el volumen de residuos sólidos compactados (V.R.S.C.) se calcula de la siguiente manera:

$$V.R.S.C. = G.T.A.R.S.M.D. \times D.C.$$

Donde:

V.R.S.C. : Volumen de residuos sólidos compactados ($m^3/año$)

G.T.A.R.S.M.D. : Generación Total Anual de Residuos Sólidos Municipales a Disponer ($tn/año$)

D.C. : Densidad de residuos sólidos compactados (tn/m^3)

Volumen de Residuos Sólidos Estabilizados

Tenemos que el volumen de residuos sólidos estabilizados (V.R.S.E.) se calcula de la siguiente manera:

$$V.R.S.E. = G.T.A.R.S.M.D. \times D.E.$$

Donde:

V.R.S.E. : Volumen de residuos sólidos estabilizados ($m^3/año$)

G.T.A.R.S.M.D. : Generación Total Anual de Residuos Sólidos Municipales a Disponer ($tn/año$)

D.E. : Densidad de residuos sólidos estabilizados (tn/m^3)

Material de cobertura

El material que se extrae, proveniente de la excavación para la infraestructura de disposición final, se coloca a un lado de la zanja para utilizarla como material de cobertura. Los desechos sólidos se depositan, acomodan y compactan dentro de la trinchera para luego cubrirlos con la tierra. La provisión del material de cobertura se realiza con el concurso de un cargador frontal y volquetes, para luego ser esparcido y compactado con el tractor de orugas.

El volumen del material de cubierta requerido depende del área superficial de residuos por cubrir y del espesor de material requerido según el tipo de cubierta. Es deseable establecer configuración geométrica de las celdas que permitan obtener áreas superficiales de residuos a cubrir mínimas.

El material de cobertura se determinó el segundo día de operación del relleno sanitario, el ingreso de los camiones recolectores de la municipalidad provincial de Cajamarca se realizó entre el 13 de julio del 2009 (9:45 pm) y 14 de julio del 2009 (1:30 am) donde se obtuvo un peso acumulado de residuos sólidos de 123.9 tn. Para cubrir la celda conformada y compactada de residuos sólidos (con una altura de 1.60m) es necesario 3 volquetes de 15 m³ cada uno, es decir se requieren 45 m³ de material de cobertura (con una altura de 0.20m).

Ahora si tenemos que la densidad compactada de residuos sólidos en el relleno sanitario es en promedio 0.766 tn/m³, tenemos que el volumen de la celda es de 161.7 m³. Por lo tanto el porcentaje de material de cobertura es de 27.8%.

Figura Nro. 21: Primeros camiones recolectores disponiendo adecuadamente sus residuos sólidos en el relleno sanitario de la Municipalidad Provincial de Cajamarca.

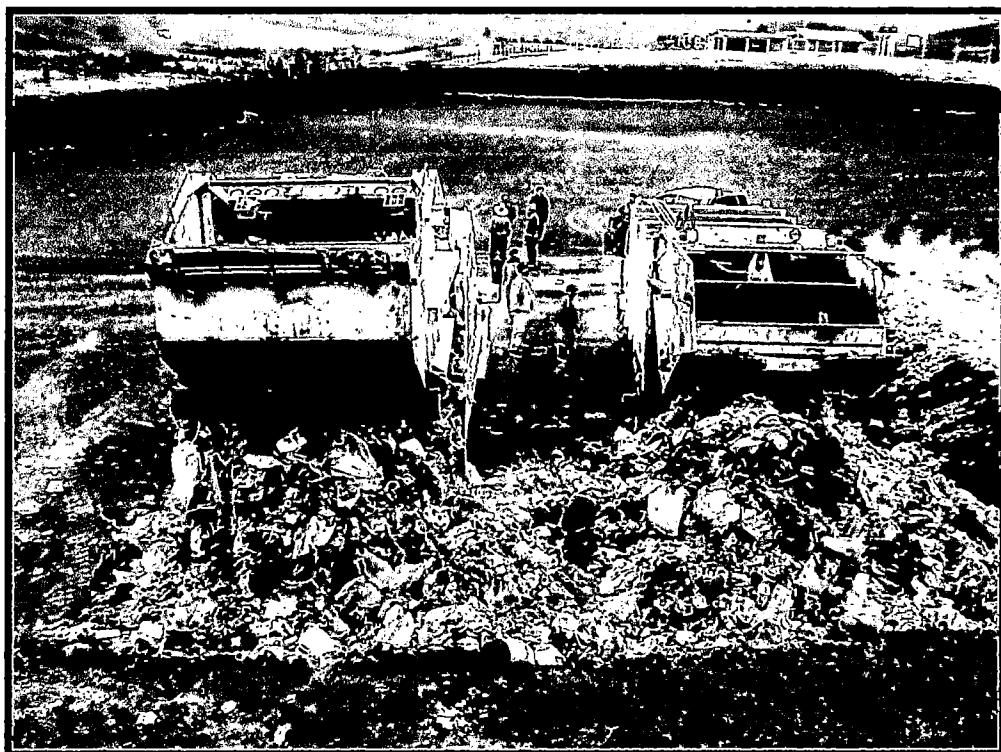
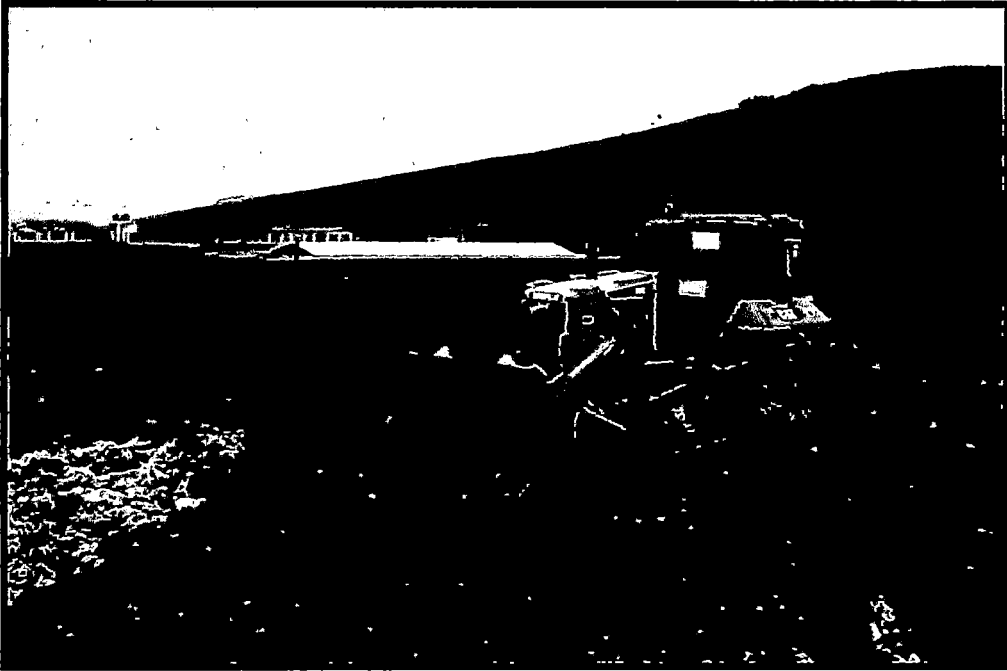


Figura Nro. 22: Extendido y compactación del material de cobertura sobre la primera celda diaria de residuos sólidos.



El material de cobertura se calcula de la siguiente manera:

$$M.C. = 27.8 \% \times V.R.S.C.$$

Donde:

M.C. : Material de cobertura (m³)

V.R.S.C. : Volumen de residuos sólidos compactados (m³)

Volumen de Residuos Sólidos Estabilizados + Material de cobertura

Como resultado nos muestra el volumen necesario anualmente para el relleno sanitario.

$$V = V.R.S.E. + M.C.$$

Donde:

V : Volumen necesario anualmente del relleno sanitario (m³)

V.R.S.E. : Volumen de residuos sólidos estabilizados (m³)

M.C. : Material de cobertura (m³)

Cuadro Nro. 62: Cálculo del Volumen de Residuos Sólidos y del Material de Cobertura.

Nro.	Año	Generación de Residuos Sólidos			Volumen de Residuos Sólidos				
		Generación Total de Residuos Sólidos Municipales a Disponer (tn/día)	Generación Total Anual de Residuos Sólidos Municipales a Disponer (tn/día)	Acumulado (tn)	Compactados * (m ³ /año)	Estabilizados ** (m ³ /año)	Relleno Sanitario		
							Material de Cobertura *** (m ³ /año)	Volumen de Residuos Estabilizados Anual + Material de Cobertura (m ³ /año)	Acumulado (m ³ /año)
(37)	(38)	(39)	(40)	(41)	(42)	(43)	(44)		
1	2009	94.90	34,639.57	34,639.57	45,221.37	40,752.43	12,571.54	53,323.97	53,323.97
2	2010	101.52	37,053.40	71,692.97	48,372.59	43,592.24	13,447.58	57,039.82	110,363.79
3	2011	108.19	39,490.72	111,183.69	51,554.46	46,459.67	14,332.14	60,791.81	171,155.60
4	2012	136.36	49,769.75	160,953.44	64,973.57	58,552.65	18,062.65	76,615.30	247,770.90
5	2013	144.95	52,906.15	213,859.59	69,068.08	62,242.53	19,200.93	81,443.46	329,214.36
6	2014	154.10	56,246.58	270,106.17	73,428.95	66,172.45	20,413.25	86,585.69	415,800.05
7	2015	163.77	59,775.94	329,882.11	78,036.48	70,324.64	21,694.14	92,018.78	507,818.83
8	2016	173.55	63,347.31	393,229.42	82,698.84	74,526.25	22,990.28	97,516.53	605,335.36
9	2017	183.91	67,127.08	460,356.50	87,633.26	78,973.03	24,362.05	103,335.08	708,670.44
10	2018	193.60	70,663.58	531,020.08	92,250.10	83,133.62	25,645.53	108,779.15	817,449.59

(38) = (37) x 365

(42) = (40) x 0.278

(40) = (38) / 0.766

(43) = (41) + (42)

(41) = (38) x 0.85

Nota:

* El volumen de residuos compactados se calcula con la densidad de residuos sólidos recién compactados que es 0.766 tn/m³ (Es el promedio de las densidades de residuos sólidos compactados del Relleno Sanitario de Cajamarca, se obtuvo del Cuadro Nro. 30).

** El volumen de residuos estabilizados se calcula con una densidad de residuos estabilización de 0.85 tn/m³ (Residuos Sólidos, Galdames, D. (2000) Ingeniería Ambiental & Medio Ambiente. Chile).

*** El volumen de material de cobertura requiere el 27.8% del volumen de residuos sólidos compactados (porcentaje calculado en el campo)

Vida útil

Se obtiene la vida útil a partir del volumen de diseño que se ha establecido en base al estudio "Ampliación y mejoramiento de la gestión integral de residuos sólidos en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca". Este tendrá que ser superior o igual al volumen acumulado en el relleno sanitario que se obtiene del Cuadro Nro. 62. La forma de la infraestructura está definida con un área de forma trapezoidal de bases 130 m y 195 m y de largo 180 m, presenta una profundidad promedio de 2.5m y un talud de corte de 1:1, y una altura de 28 m, es decir el volumen de la infraestructura es 418,976.75 m³.

El cálculo de la vida útil se define identificando el volumen de la infraestructura (418,976.75 m³) con el volumen acumulado en el relleno sanitario.

Cuadro Nro. 63: Volumen del Relleno Sanitario acumulado por año.

Nro.	Año	Volumen necesario para el Relleno Sanitario Acumulado (m ³ /año)
1	2009	53,324
2	2010	110,364
3	2011	171,156
4	2012	247,771
5	2013	329,214
6	2014	415,800
7	2015	507,819
8	2016	605,335
9	2017	708,670
10	2018	817,450

Del cuadro anterior se afirma que el volumen de la infraestructura solo tendrá una vida útil entre 6 y 7 años. Mediante una regla de tres simple hallamos la vida útil más precisa.

Volumen de la infraestructura = 418,976.75 m³

Nº días	Volumen (m³)
365	$507,819 - 415,800 = 92,019 \text{ m}^3$
X	$418,976 - 415,800 = 3,177 \text{ m}^3$

Entonces:

$$X = 13 \text{ días} \approx 0.03 \text{ años}$$

En tal sentido según la alternativa Nro. 3 se tiene que la vida útil será de:

$$6 + 0.03 = 6.03 \text{ años}$$

4.2.3.5. Diseño de la Celda Diaria

Celdas de Trabajo Diario

La celda diaria es la conformación de los residuos sólidos dispuestos en un día de trabajo, incluyendo su cobertura con tierra o material del lugar.

La construcción de celdas inicia en la parte más baja del sitio elegido, facilitando así la operación de compactación y cobertura, estas celdas se van yuxtaponiendo diariamente sirviendo de respaldo la primera de la segunda, ésta de la tercera y así sucesivamente.

Se definen los siguientes parámetros para el cálculo:

Nro. máximo de vehículos que llegan al mismo tiempo (n)=	3
Distancia entre vehículos (D.V.)	= 2 m
Ancho del vehículo (A.V.)	= 2.5 m
Ancho de maquinaria de compactación (A.M.C.)	= 3 m
Talud de avance de celda (z)	= 1/2
Altura de celda (h)	= 1.2 m
Densidad de residuos sólidos compactado (D)	= 0.766 tn/m ³

El ancho mínimo de las celdas o mínimo frente de trabajo, dependerá de la longitud de la cuchilla y del equipo que se emplee en la construcción de las celdas.

Con el propósito de facilitar la operación de un relleno sanitario, con base en el volumen de residuos sólidos urbanos que llegan al sitio, debe diseñarse la forma de confinamiento geométrico más adecuada tanto a las características del sitio como a la maquinaria empleada. Dicha conformación geométrica de residuos junto con el material de cubierta (tierra), recibe el nombre de celda.

El tamaño de las celdas cambia según la cantidad de residuos sólidos que llegue al relleno sanitario.

El diseño de la celda diaria se determina en base a la Generación Total de Residuos Sólidos Municipales a Disponer de cada año de operación, iniciando con el año 2009 hasta el 2018, dado que la cantidad de residuos sólidos irán aumentando, las dimensiones de la celda diaria se incrementarán con el transcurrir del tiempo.

El Volumen Total de Residuos Sólidos Municipales a Disponer, se calculará con el promedio de densidad de residuos sólidos compactada en el relleno sanitario, obtenida del Cuadro Nro. 30.

Por otro lado la sección de una celda tiene una forma romboidal como se presenta en la Figura Nro. 23 y Figura Nro. 24.

Del Cuadro Nro. 63: Cálculo del Volumen de Residuos Sólidos y del Material de Cobertura. se extrae la siguiente información:

Cuadro Nro. 64: Generación Total de Residuos Sólidos Municipales a Disponer por año.

Nro.	Año	Generación Total de Residuos Sólidos Municipales a Disponer (tn/día)
1	2009	94.9
2	2010	101.5
3	2011	108.2
4	2012	136.4
5	2013	144.9
6	2014	154.1
7	2015	163.8
8	2016	173.6
9	2017	183.9
10	2018	193.6

Nota: Para el cálculo de la celda diaria asumimos solo los 6 primeros años debido a que la vida útil es de 5.67 años, según la alternativa Nro. 3.

Cálculo de la longitud del frente de trabajo

Definido los parámetros anteriores calculamos la longitud del frente de trabajo, entonces tenemos:

$$L.F.T. = A.M.C. + A.V. \times n + D.V. \times (n-1) + 10$$

Donde:

L.F.T. : Longitud del frente de trabajo

A.M.C. : Ancho de maquinaria de compactación

A.V. : Ancho del vehículo

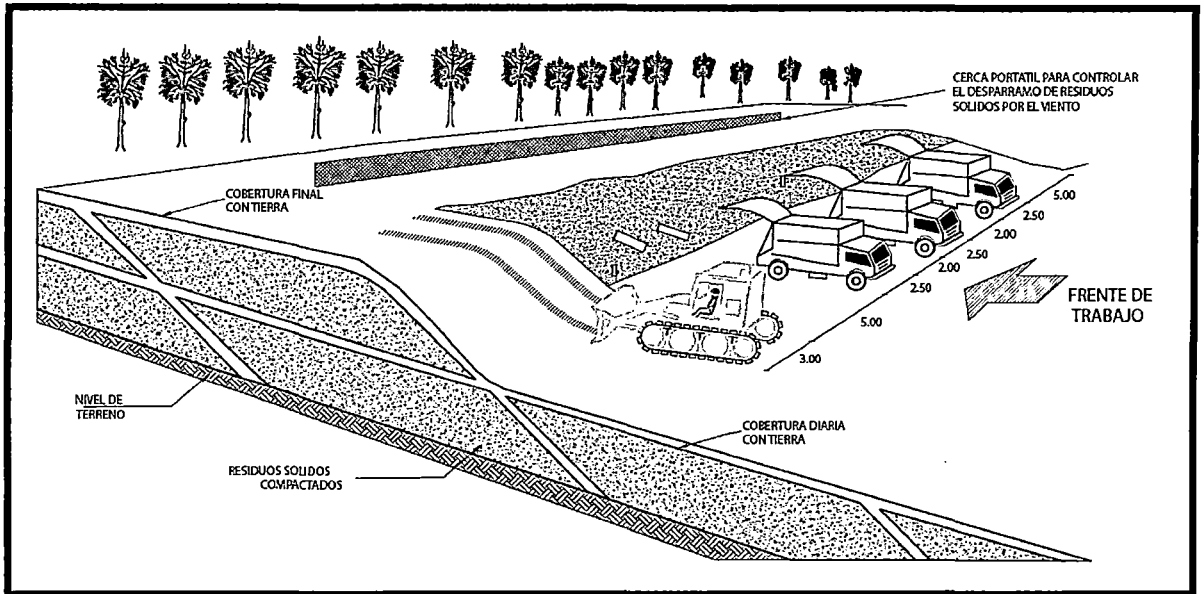
D.V. : Distancia entre vehículos

n : Nro. máximo de vehículos que llegan al mismo tiempo

Reemplazando tenemos:

$$L.F.T. = 24.5 \text{ m} \approx 25 \text{ m}$$

Figura Nro. 23: Cálculo de la longitud del frente de trabajo.



Fuente: Guía de diseño, construcción y operación y mantenimiento y cierre de relleno sanitario mecanizado.

Cálculo del avance diario

Con la altura de celda ($h=1.2\text{m}$) y el talud de avance de celda ($z=1/2$), se calcula la longitud del talud (L').

$$L' = \frac{h}{z}$$

Entonces:

$$L' = 2.4 \text{ m}$$

El volumen de la celda diaria será calculado con la siguiente fórmula:

$$V = h \times L \times \text{L.F.T.} + h \times L' \times \text{L.F.T.}$$

Entonces:

$$L = \frac{V - h \times (h/z) \times \text{L.F.T.}}{h \times \text{L.F.T.}}$$

De la ecuación anterior se reemplaza los datos y obtenemos la longitud de avance (L). Como se indico anteriormente la generación de residuos sólidos municipales a disponer es variable para cada año y manteniendo constante la longitud del frente de trabajo (L.F.T.), la altura (h) y la longitud de la rampa (L'), obtenemos la longitud de avance de cada año, y se realizará a través del siguiente cuadro:

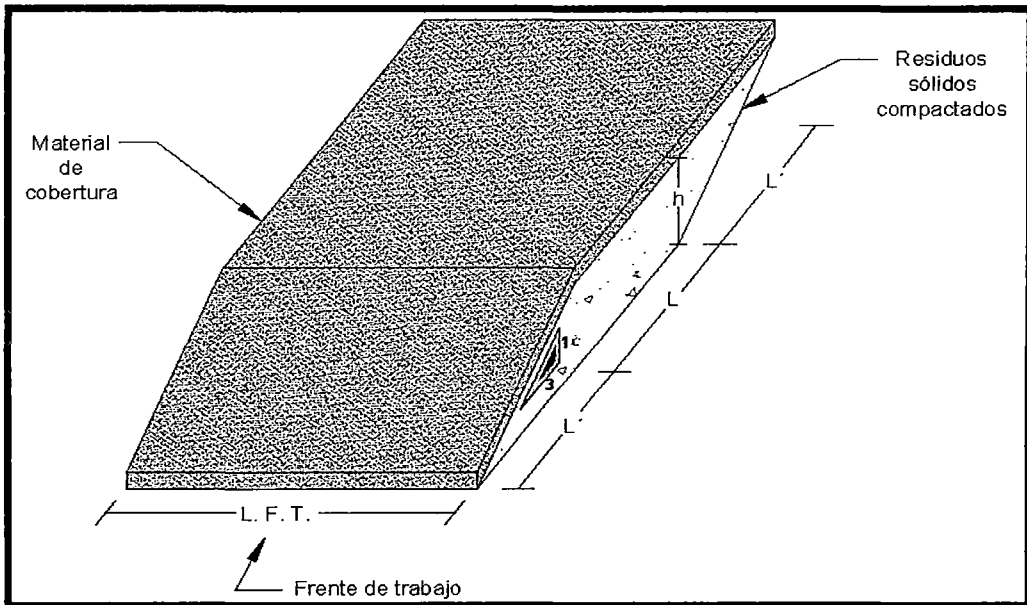
Cuadro Nro. 65: Alternativa de cálculo de la longitud de avance de trabajo.

Año	Generación Total de Residuos Sólidos Municipales a Disponer (tn/día)	Volumen Total de Residuos Sólidos Municipales a Disponer (m ³ /día)	Longitud de frente de trabajo "L.F.T." (m)	Altura "h" (m)	Longitud de rampa "L'" (m)	Longitud de avance de trabajo "L" (m)
	(37)	(45)	(46)	(47)	(48)	(49)
2009	94.9	123.9	25	1.2	2.4	1.7
2010	101.5	132.5	25	1.2	2.4	2.0
2011	108.2	141.2	25	1.2	2.4	2.3
2012	136.4	178.0	25	1.2	2.4	3.5
2013	144.9	189.2	25	1.2	2.4	3.9
2014	154.1	201.2	25	1.2	2.4	4.3
2015	163.8	213.8	25	1.2	2.4	4.7
2016	173.6	226.6	25	1.2	2.4	5.2
2017	183.9	240.1	25	1.2	2.4	5.6
2018	193.6	252.7	25	1.2	2.4	6.0

$$(45) = (37) / 0.766$$

$$(49) = [(45) - (47) \times (47) / 0.5 \times (46)] / (47) \times (46)$$

Figura Nro. 24: Esquema para el cálculo del avance diario.



4.2.3.6. Generación de lixiviados

Los lixiviados de rellenos sanitarios se producen por la disolución de uno o más compuestos de los residuos sólidos urbanos, en contacto con un disolvente líquido (agua) o por la propia dinámica de descomposición de los residuos. Este lixiviado contiene una gran cantidad de sólidos en suspensión y materia orgánica altamente contaminante.

En un Relleno Sanitario en Brasil fueron utilizados diversos ensayos empíricos como Método Suizo, Método Racional o el Método del Balance Hídrico. En época de déficit hídrico los resultados mostraron que el método suizo tuvo un porcentaje de error del 39%, asimismo el método racional 46.5% de porcentaje de error, en comparación al 57.8% de error correspondiente al método de Balance hídrico. Estas discrepancias muy elevadas son debido a que estos métodos no tienen en consideración algunas variables importantes, tales como la unidad, densidad y la capacidad de campo de la cobertura y la capacidad de campo de los residuos. Como se sabe estas variables

son fuertemente influenciadas por la succión que por su tiempo y de difícil la obtención en los residuos (Disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos en el Brasil, José Fernando Thome Juca).

La Guía Técnica de Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios Mecanizado del Ministerio del Ambiente, sugieren cuatro métodos para calcular la generación de lixiviados:

1. Método racional.
2. Método de balance hídrico.
3. Método de HELP (Hydrologic Evaluation of Landfill Performance).
4. Método Suizo.

Esta generación de lixiviado se calculará con el método Suizo. Este método permite estimar de manera rápida y sencilla el caudal de lixiviado mediante la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{P \times A \times K}{t}$$

Donde:

- Q = Caudal medio de lixiviados (l/s)
 P = Precipitación media anual (mm/año)
 A = Área superficial del relleno (m²)
 t = Cantidad de segundos en un año
 K = Coeficiente respecto al grado de compactación de los RRSS
 K: 0.25 - 0.50 : Si: Dcomp = 0.4 - 0.7 tn/m³
 K: 0.15 - 0.25 : Si: Dcomp > 0.7 tn/m³

Se puede afirmar que la generación de lixiviado se presenta fundamentalmente durante los periodos de lluvias y unos cuantos días después, y se interrumpe durante los periodos secos. Por tal razón, sería conveniente una adaptación de este método de cálculo

para calcular la generación del lixiviado en función de la precipitación de los meses de lluvias y no de todo el año. Este criterio es importante a la hora de estimar el almacenamiento de lixiviados para los rellenos sanitarios.¹⁴

Por lo tanto, se siguiere que partiendo de la ecuación anterior y la precipitación mensual máxima (datos de los años 2008, 2009 y 2010 de la Estación Convencional, Meteorológica Jesús - 000391. Latitud: 7° 14' 14'', Longitud: 78° 23' 22''. Obtenida de la Oficina General de Estadística e Informática del SENAMHI), expresados en mm/mes, con lo cual se consiga una buena aproximación del caudal generado, a través de la siguiente expresión:

$$Q_m = P_{\max} \times A \times K$$

Donde:

Q_m = Caudal medio de lixiviado generado (m^3 /mes)

P_{\max} = Precipitación máxima mensual (mm/mes)

A = Área superficial del relleno (m^2)

K = Coeficiente que depende del grado de compactación de los residuos, cuyos valores recomendados son los siguientes:

Tenemos:

P_{\max} = 206.8 mm/mes (Cuadro Nro. 49)

A = 29250 m^2 (Del Estudio Topográfico)

K = 0,2

Entonces:

$$Q_m = 1,209.78 \text{ m}^3/\text{mes}$$

¹⁴ Jaramillo Jorge, Zepeda Francisco. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Guía para el Diseño Construcción y Operación de Relleno Sanitario Manual. Programa de Salud Ambiental. 2da.ed. Colombia 2002.

4.2.3.7. Volumen de Poza de Lixiviado

La mayor cantidad posible de lixiviado generado se almacenará en zanjas en el interior del relleno sanitario, a manera de falso fondo provisionalmente para luego llevarlas fuera de ellas a una poza de almacenamiento.

El volumen de lixiviado se estima con la siguiente ecuación:

$$V = Q \times t$$

Donde:

V = Volumen de lixiviado que será almacenado (m³)

Q = Caudal medio de lixiviado o líquido percolado (m³/mes)

t = Número máximo de meses con lluvias consecutivas (mes)

Considerando:

$$V = Q_m \times t$$

Tenemos:

$$Q_m = 1,209.78 \text{ m}^3/\text{mes}$$

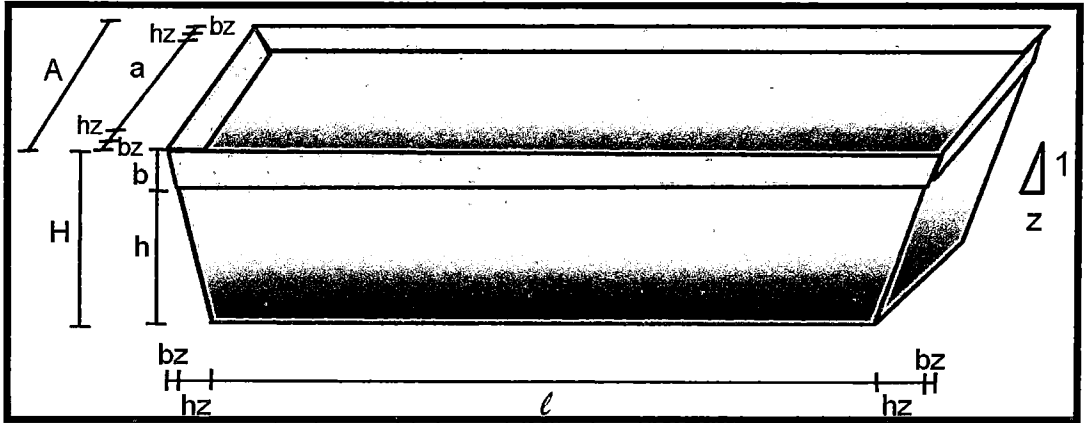
t = 2 mes (Debido a que en promedio los meses de febrero y marzo son los de mayor precipitación).

Reemplazando en la ecuación anterior:

$$V = 2,419.56 \text{ m}^3$$

Luego de calcular el volumen de lixiviado, asumimos la cantidad de pozas de lixiviado, la profundidad, el borde libre, el talud, el ancho inferior y el largo inferior. Y con esto calculamos las demás dimensiones. Se propone usar la siguiente configuración de la poza de lixiviados:

Figura Nro. 25: Configuración de la poza de lixiviados.



Donde:

Profundidad	:	h
Borde libre	:	b
Profundidad Total	:	H
Talud	:	z
Ancho inferior	:	a
Largo inferior	:	l
Ancho superior	:	$A = a + 2 \times h \times z$
Largo superior	:	$L = l + 2hz$
Ancho superior total	:	$At = a + 2hz + 2bz$
Largo superior total	:	$Lt = l + 2hz + 2bz$
Área inferior de lixiviado	:	$A_i = a \times l$
Área superior de lixiviado	:	$A_s = A \times L$
Numero de pozas de lixiviado	:	N
Volumen Total de lixiviado	:	$V_t = \frac{N \times h \times (A_i + A_s + \sqrt{A_i \times A_s})}{3}$

El cálculo de las dimensiones se realiza colocando valores diferentes a: la cantidad de pozas de lixiviado, la profundidad, el borde libre, el talud, el ancho inferior y el largo inferior.

Para calcular las dimensiones se asumen lo siguiente:

Numero de pozas de lixiviado	= 3
Profundidad (h)	= 2.0 m
Borde libre (b)	= 0.5 m
Talud (z)	= 1.0
Ancho inferior (a)	= 6.0 m
Largo inferior (l)	= 49 m

El cálculo culmina cuando el volumen total de lixiviado sea mayor o igual al volumen de lixiviado que será almacenado. Entonces tenemos:

Profundidad Total (H = b+h)	= 2.5 m
Ancho superior (A = a+2hz)	= 10.0 m
Largo superior (L = l+2hz)	= 53.0 m
Ancho superior total (At = a+2hz+2bz)	= 11.0 m
Largo superior total (Lt = l+2hz+2bz)	= 54.0 m
Área inferior de lixiviado	= 294.0 m ²
Área superior de lixiviado	= 530.0 m ²
Volumen Total de lixiviado	= 2437.0 m ³

4.2.3.8. Área de zanja para el lixiviado

Para el dimensionamiento de los drenes se utiliza el método de Wilkins, comúnmente utilizado para diseño de canales con medio granular en su interior:

$$V = 52,45 \times P \times Rh^{0.5} \times J^{0.25}$$

Donde:

V: Velocidad media de flujo (cm/s)

P: Porosidad del medio granular

Rh: Radio hidráulico del medio granular (cm)

J: Pendiente del dren 0.02 m/m

Del cuadro Nro. 50 se elije para el dimensionamiento, la porosidad de roca tipo grava de porosidad 40%.

El radio hidráulico del medio granular se lo calcula con la siguiente expresión:

$$R_h = (P \times D_s) / (6 (1 - P))$$

Donde:

Ds: Diámetro promedio del material granular (cm)

P: Porosidad del medio granular

El diámetro promedio de material granular (Ds), es de 10 cm, entonces:

$$R_h = (0.40 \times 10) / (6 \times (1 - 0.40))$$

$$R_h = 1.11 \text{ cm}$$

Tenemos que la velocidad será:

$$V = 52,45 \times P \times R_h^{0.5} \times J^{0.25}$$

$$V = 53.45 \times 0.40 \times 1.11^{0.5} \times 0.02^{0.25}$$

La velocidad media de flujo será de $V = 8.32 \text{ cm/s}$, ó 0.083 m/s

Ahora, tenemos:

$$Q = A \times V$$

Q : Caudal (m^3/s)

A : Área (m^2)

V : Velocidad media de flujo (cm/s)

Entonces:

$$0.0112 = A \times 0.083$$

$$A = 0.135 \text{ m}^2$$

Este dren resultante es muy pequeño, y constructivamente imposible de realizarlo, por lo que en la práctica es conveniente instalar un dren de mayor sección.

Este drenaje será entonces de las mismas dimensiones que la alternativa 1.

4.2.3.9. Drenaje vertical para gases

Los criterios para ubicar el drenaje vertical para gases son similares a los establecidos en la alternativa 2.

4.2.3.10. Sistema de drenaje pluvial

Los cálculos y resultados para determinar las dimensiones del drenaje pluvial son similares a la alternativa Nro. 2, por lo tanto las dimensiones serán las mismas que presenta la Figura Nro. 19 y Figura Nro. 20.

CAPITULO 5 ANALISIS Y DISCUSION

- En la alternativa 1 se considera que la cantidad de habitantes en la zona urbana según el estudio “Ampliación y mejoramiento de la gestión integral de residuos sólidos en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca”, permanece constante durante el periodo de diseño. Sin embargo esta consideración no toma en cuenta el crecimiento poblacional según los censos de 1993 y del 2007, criterio tomado en la alternativa 2 y 3. Esto influye para la alternativa 1 en que no será representativa la generación de residuos sólidos domiciliarios calculada, debido a que la población en los cuatro distritos presenta un crecimiento poblacional según los últimos dos censos.
- Cabe resaltar que para estimar las proyecciones de generación de residuos sólidos para la alternativa 2 y 3 se considera como inicio del periodo de diseño el correspondiente al año 2009, debido a que en ese año se inicia las operaciones del relleno sanitario de Cajamarca, esto no afecta la determinación de la generación de residuos municipales, debido a que la alternativa 1 considera la misma generación de residuos municipales para cada año durante la vida útil.
- Para el cálculo de otros residuos sólidos domiciliarios de la segunda y tercera alternativa, se tomó en cuenta el Cuadro Nro. 39, por lo tanto no se consideró la cantidad de residuos de comercios para ningún distrito, no se tiene la certidumbre sobre esta generación, de encontrarse mediante un estudio de caracterización la vida útil del relleno sanitario disminuiría. Por otro lado es extraño que en los distritos de Llacanora y Baños del Inca no se tenga residuos de barrido, pudiéndose encontrar visualmente desde el 2008 personal de barrido en dichos distritos.
- El siguiente cuadro compara volumen de residuos sólidos y material de cobertura acumulados para disposición final (m^3) por alternativa calculada.

Cuadro Nro. 66: Volumen de residuos sólidos y material de cobertura acumulados para disposición final (m³) por alternativa desarrollado.

AÑO	AÑO	Volumen de residuos sólidos y material de cobertura acumulado para disposición final (m ³ /tn)		
		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
1	2009	42,844	71,937	53,324
2	2010	85,688	147,361	110,364
3	2011	128,532	226,443	171,156
4	2012	171,375	321,271	247,771
5	2013	214,219	420,929	329,214
6	2014	257,063	525,671	415,800
7	2015	299,907	635,763	507,819
8	2016	342,751	751,488	605,335
9	2017	385,595	873,143	708,670
10	2018	428,438	1,001,039	817,450
Vida útil real (años)		9.80	4.98	6.03

Nota: La alternativa 1 indica que la generación anual de residuos sólidos municipales se mantiene constante, indica que se inicia en el 2008, sin embargo para comparar con las otras alternativas se coloca en el 2009, siendo además este año el inicio de las operaciones.

La vida útil del relleno sanitario si consideramos que la capacidad del relleno es de 418,976.8 m³, entonces según las alternativas 1, 2 y 3 será de 9.8 años, 4.98 años y 6.03 años respectivamente.

- La alternativa 1 en base del estudio “Ampliación y mejoramiento de la gestión integral de residuos sólidos en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca”, indica que el mínimo frente de trabajo dependerá de la longitud de la cuchilla y del equipo que se emplee en la construcción de las celdas. El talud de compactación será de 1/2 (v/h).
- La alternativa 2 presenta como conformación de la celda diaria el recomendado en la Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de Rellenos Sanitarios Mecanizado del Ministerio del Ambiente, calculando un tamaño único para todo el periodo de la vida útil del relleno sanitario. En cambio la configuración de la celda diaria de la alternativa 3, tiene una geometría similar a lo que ocurre en el relleno sanitario de Cajamarca. La generación de residuos sólidos municipales a disponer es variable por lo tanto las dimensiones de la celda diaria tendrán dimensiones diferentes para cada año, se considera que se

mantiene constante la longitud de frente de trabajo, la altura de la celda y la longitud de la rampa, teniendo como variable la longitud de avance de trabajo, la cual variará de 1.7m a 6.0m desde el inicio hasta al final del periodo de diseño. Cabe resaltar que para determinar el volumen de residuos sólidos compactados, se toma la densidad de compactación real del relleno sanitario de Cajamarca.

- Según los resultados obtenidos de las dimensiones de la poza de lixiviado para cada alternativa, se tiene que según las condiciones existentes, no es factible la alternativa 2 tener una poza de lixiviado la cual se llene en 3 días por razones de operación, porque hasta septiembre del 2011 no se tenía energía eléctrica y el personal que se capacitaba rotaba frecuentemente a otra área. No obstante, es factible para la municipalidad de Cajamarca contar con un camión cisterna cada 2 meses para trasladar el efluente de la poza de lixiviados hacia el relleno sanitario, según lo calculado en la alternativa 3.

Cuadro Nro. 67: Comparación de las dimensiones de la Poza de Lixiviados por alternativa desarrollada.

Descripción	ALTERNATIVA		
	1	2	3
Precipitación a considerar	126 mm/mes	896.4 mm/año	208.6 mm/mes
Tiempo máximo de lluvias consecutivas	1 mes	3 días	2 meses
Numero de pozas de lixiviado	1	1	3
Profundidad "h" (m)	2	2	2
Borde libre "b" (m)	0.5	0.5	0.5
Profundidad Total "H" (m)	2.5	2.5	2.5
Talud "z" (m)	1.0	1.0	1.0
Ancho inferior "a" (m)	6.0	2.0	6.0
Largo inferior "l" (m)	46.0	3.5	49.0
Ancho superior "A = a+2hz" (m)	10.0	6.0	10.0
Largo superior "L = l+2hz" (m)	50.0	7.5	53.0
Ancho superior total "At = a+2hz+2bz" (m)	11.0	7.0	11.0
Largo superior total "Lt = l+2hz+2bz" (m)	51.0	8.5	54.0
Área inferior de lixiviado (m ²)	276.0	7.0	294.0
Área superior de lixiviado (m ²)	500.0	45.0	530.0
Volumen Total de lixiviado (m ³)	765.0	46.5	2437.5

- Del cuadro anterior se tiene que para la alternativa 1, la precipitación máxima mensual a considerar es mucho menor que la alternativa 3, debido a que la estación meteorológica Augusto Weberbauer que se presenta para la alternativa 1 está a 13.3 km del relleno sanitario y la estación meteorológica Jesús que se presenta para la alternativa 3 se encuentra a 2.34 km del relleno sanitario. Esto influye directamente en un mayor dimensionamiento de la poza de lixiviados.
- Se debe garantizar la existencia de un mercado consumidor para los materiales, pues ningún sistema de recuperación de residuos tendrá éxito sin una venta asegurada de sus productos. En tal sentido comparando los Cuadros Nro. 12 y 13 tenemos que si la cantidad promedio recuperada de residuos sólidos inorgánicos aprovechables durante el año 2010 permanece constante, y actualizando los precios de los materiales al año 2011, se tendrá que los ingresos al 2011 son superiores por S/. 1'019,619. Cabe resaltar que no se ha considerado un aumento de la cantidad de residuos sólidos inorgánicos aprovechables, pero entendemos que si aumentan los precios en el mercado, entonces será un negocio beneficioso y por lo tanto se incrementará el aprovechamiento de estos residuos.
- Al respecto se indica que durante el año 2010 la municipalidad provincial de Cajamarca ha ahorrado por recolección, transporte y disposición final el monto de S/. 360,937.83.

Cuadro Nro. 68: Costos ahorrado por la municipalidad provincial de Cajamarca por aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos durante el año 2010.

Concepto	Costo por tonelada (S/.)	Residuos sólidos aprovechables orgánicos e inorgánicos (tn/día)	Costo parcial (S/.)
Recolección y transporte	69.13 ¹	8.70	601.71
Disposición final	44.48 ²	8.70	387.16
Costo total por tonelada y por día (S/.)			988.87
Costo total por tonelada y por año (S/.)			360,937.83

Fuente:

¹ Gerencia de Desarrollo Ambiental de la Municipalidad Provincial de Cajamarca determinó que el costo por recolección es de S/. 69.13 por tonelada de residuos sólidos municipales.

² Ordenanza N° 280-CMPC el derecho de pago por Disposición Final de Residuos Sólidos en la Planta de Tratamiento será de S/.44.48 por tonelada de residuos sólidos municipales.

- Si se aprovecha del compostaje y el reciclaje, se disminuye la cantidad de residuos sólidos que será dispuesta en el relleno, lo que extiende su vida útil y, por consecuencia bajan los costos del manejo de residuos sólidos.
- El drenaje pluvial para la alternativa 1 contempla la habilitación de canales pluviales, que tengan la finalidad de desviar las aguas de escurrimiento superficial fuera del área de la infraestructura. El drenaje pluvial presenta un trapecio como sección transversal típica de dimensiones: 0.50 m de base menor, 1.50 m de base mayor y una altura promedio de 0.50 m.
- El drenaje pluvial para la alternativa 2 y 3 se desarrolla de manera similar, siguiendo los criterios de la Guía de diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de Rellenos Sanitarios Mecanizado del Ministerio del Ambiente. También presenta una sección trapezoidal, sin embargo se dimensionan dos drenes continuos. Las dimensiones para el dren Nro. 1 son: 0.60 m de base menor, 1.98 m de base mayor y una altura promedio de 0.69 m. Y las para el dren Nro. 2 son: 0.50 m de base menor, 1.58 m de base mayor y una altura promedio de 0.54 m.

CAPITULO 6 CONCLUSIONES

Conclusiones iniciales:

- Esta tesis presenta tres alternativas de cálculo del volumen de residuos sólidos municipales para el dimensionamiento de una infraestructura de disposición final de residuos sólidos del ámbito de la gestión municipal para los distritos de Cajamarca, los Baños del Inca, Jesús y Llacanora.
- De la composición física promedio de residuos sólidos en el distrito de Cajamarca el valor porcentual de la materia orgánica es de 56.18%, los residuos como papel, cartón, plástico, vidrio, metales y textiles suman 20.53%, haciendo un total de 76.71% de residuos potencialmente reciclables.
- Los residuos sólidos inorgánicos aprovechables son vendidos a intermediarios que los comercializan en plantas procesadoras. Desde octubre del 2008 el distrito de Cajamarca cuenta con un Programa de Recolección Selectiva de Residuos Sólidos recuperando formalmente un promedio diario de 0.70 tn/día. La recolección informal alcanza un promedio de 5.16 tn/día, es decir se recupera en el distrito de Cajamarca un total de 5.86 tn/día, que representa un 3.75% del total generado de residuos sólidos municipales en el 2010.
- El plástico PET es el material que se recupera en mayor porcentaje 21.63%, luego está el plástico duro con un 14.2% y sigue el cartón con 14.0% comparado con el total de residuos sólidos inorgánicos aprovechables, durante el año 2010. Los costos por tonelada de los tres materiales aprovechados anteriormente son de S/.900, S/.500 y S/.75 respectivamente.
- De la evaluación técnica del área seleccionada para la construcción del relleno sanitario de Cajamarca en base al Cuadro Nro. 25 no se cumplió con lo siguiente:
 - Disponibilidad y propiedad del terreno.
 - Condiciones hidrológicas.
 - Climatología.

- Integridad de los recursos naturales y bienes culturales.
 - Fallas geológicas, aéreas inestables o inundables.
 - Zonas de riesgo sísmica.
 - Infraestructura existente.
-
- La disposición final de residuos sólidos del ámbito de la gestión municipal empleado lo constituye el relleno sanitario mecanizado, se establece que para la construcción y operación se utilice el método combinado, para lograr un mejor aprovechamiento del terreno para la obtención de material de cobertura.
 - El volumen de diseño proyectado para los tres alternativas es de 10 años.
 - El volumen del relleno sanitario de la provincia de Cajamarca es de 418,976.75 m³ (Cuadro Nro. 33) y el área es de 29,250 m².
 - Según los pesos registrados en la balanza del relleno sanitario de Cajamarca se tiene un promedio de ingreso de 102.3 tn/día de residuos sólidos municipales del distrito de Cajamarca (según información de los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, setiembre, octubre, noviembre y diciembre del año 2010).
 - Según los pesos registrados en la balanza del relleno sanitario de Cajamarca se tiene un promedio de ingreso de 0.24 tn/día de residuos sólidos municipales del distrito de Llacanora (información de los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, setiembre, octubre, noviembre y diciembre del año 2010).
 - La densidad compactada de los residuos sólidos calculada en el relleno sanitario de Cajamarca durante los meses de abril y mayo del 2010 es de 766.4 kg/m³.
 - En el relleno sanitario de Cajamarca se ha destinado 65.8 tn de residuos sólidos municipales del distrito de Llacanora y 62.6 tn de residuos sólidos de otros particulares del distrito de Cajamarca, asciendo un total de 128.3 tn de residuos sólidos durante los meses de enero a mayo y de setiembre a diciembre del

2010 sin previo pago por concepto de disposición final a la municipalidad provincial de Cajamarca, esto equivale a S/ 5,708.

Conclusiones por alternativas:

Alternativa Nro. 1

- A pesar de que en el proyecto “Ampliación y mejoramiento de la gestión integral de residuos sólidos en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca” establece que el relleno sanitario se diseñará para dar el servicio de disposición final de residuos sólidos a la población urbana de los distritos de Cajamarca, Llacanora, Jesús y Los Baños del Inca, en los cálculos sólo consideran los residuos sólidos municipales del distrito de Cajamarca. Por lo tanto al año 2011, realizando la proyección de residuos sólidos no se dispondrá en el relleno sanitario de Cajamarca 20.36 tn de residuos sólidos municipales de los distritos de Llacanora, Jesús y Los Baños del Inca, equivalente a 15.88% del total generado de los cuatro distritos.
- La generación de residuos sólidos municipales a disponer es de 74.83 tn/día y el volumen de residuos sólidos con el material de cobertura ascienden a 418,976.75 m³ al fin del periodo de diseño (año 2017).
- La generación de residuos domésticos es de 91,8 tn/día indica que se obtiene del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos, sin embargo en este instrumento de gestión indica que la fuente es la Gerencia de Desarrollo Ambiental de la Municipalidad Provincial de Cajamarca, pero no indica cómo se obtuvo ese valor. Se debería haber obtenido como producto de la población de cada año por la generación per cápita de cada distrito.
- Para el volumen máximo del relleno sanitario de Cajamarca, se tiene que según los cálculos realizados se tendrá una vida útil de 9.8 años, como se muestra en el cálculo de la vida útil.

Alternativa Nro. 2

- En el expediente técnico se considera como primer año el 2008, y así se dimensiona el relleno, sin embargo el relleno comenzó sus operaciones el 13 de julio del 2009, es por eso que en las alternativas 2 y 3 se asume el año 2009 como año 1 del proyecto.
- La generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios varía de 0.51 kg/hab/día a 1.05 kg/hab/día en los cuatro distritos y se considera que el incremento de la generación per cápita varíe de 0.5% a 1%. En tal sentido se confirma que el tamaño de las ciudades y el ingreso per cápita son factores determinantes para que la generación por habitante se incremente, estas generaciones e incrementos también se toman en cuenta para la alternativa 3.
- La generación total de residuos sólidos municipales a disponer durante los 10 años de vida útil es de 667,360 tn y el volumen de residuos sólidos con el material de cobertura ascienden a 1'001,039 m³.
- Las dimensiones de la celda diaria será: 1.7m de altura, 2.1m de longitud de avance, 5.1m longitud de la rampa y 25m de frente de trabajo. La celda diaria durante el periodo de diseño presenta las mismas dimensiones debido a que se considera un promedio de las generaciones de residuos sólidos municipales anuales durante la vida útil.
- Para el volumen del relleno sanitario de Cajamarca, se tiene que según los cálculos realizados se tendrá una vida útil de 4.98 años, como se muestra en el cálculo de la vida útil de la alternativa 2. La vida útil es menor comparado con la alternativa 1, debido a que la alternativa 2 considera un incremento poblacional de todos los distritos, el incremento de la generación per cápita, la generación de otros residuos municipales, el incremento de otros residuos municipales, 100% de cobertura de recolección, 800 kg/m³ de densidad de compactación y un 20% de material de cobertura.

Alternativa Nro. 3

- La generación de residuos sólidos municipales a disponer durante los 10 años de vida útil es de 531,020.1 tn y el volumen de residuos sólidos con el material de cobertura ascienden a 817,449.6 m³ al fin del periodo de diseño.
- La cobertura de recolección de residuos sólidos del distrito de Cajamarca es de 82% y de los demás distritos es de 100% al año 2011. La inclusión del porcentaje de cobertura impacta en el cálculo de forma directa, debido a que permite calcular la generación de residuos sólidos municipales incluyendo todos los residuos aprovechables orgánicos e inorgánicos. La ciudad de Cajamarca presenta 9 camiones compactadores y 1 camión baranda. La recolección se realiza en su mayoría en el turno noche según el Cuadro Nro. 2. Además la frecuencia de recolección en las viviendas es de 3 veces por semana. Las zonas de alto y mediano ingreso están bien atendidas pero en las zonas marginales los servicios son esporádicos. Desgraciadamente, se les presta menos atención por la poca capacidad de pago de sus habitantes, por las difíciles condiciones topográficas, por el mal estado de las calles o por el carácter ilegal de los asentamientos.
- La densidad estabilizada de los residuos sólidos en el Relleno Sanitario de Cajamarca mediante la compactación mecánica es de 0.85 tn/m³, permite calcular el volumen de residuos sólidos en el relleno sanitario que se tendrá al término de la vida útil.
- Para el volumen máximo del relleno sanitario de Cajamarca, se tiene que según los cálculos realizados se tendrá una vida útil de 6.03 años, como se muestra en el cálculo de la vida útil de la alternativa 3.
- La vida útil es menor comparado con la alternativa 1, debido a que la alternativa 3 considera un incremento poblacional de todos los distritos, el incremento de la generación per cápita, la generación de otros residuos municipales y el incremento de otros residuos municipales. Además esta alternativa simula el comportamiento actual de los residuos sólidos domiciliarios a partir de datos

reales como:

- Porcentaje de cobertura de recolección de residuos sólidos (78% en el 2009 y 80% en el 2010 para Cajamarca, y 100% para los otros distritos durante el periodo de diseño). Aumentará el porcentaje de Cajamarca hasta 95% y se mantendrá en los otros distritos porque el número de camiones compactadores se incrementará, porque mejorarán el plan de rutas, porque mejorarán el mantenimiento de sus unidades y aumentará el aprovechamiento de residuos sólidos.
 - Cantidad de residuos sólidos orgánicos aprovechables (2.84 tn/día en el 2010), cantidad de residuos sólidos inorgánicos aprovechables (5.86 tn/día en el 2010). El aprovechamiento de estos residuos aumentará debido a que los precios están aumentando y porque las dos mas grandes acopiadores de residuos sólidos mejorarán sus equipos para mejorar el proceso de almacenaje de residuos
 - Densidad real de residuos sólidos compactados en el relleno sanitario de Cajamarca (766 kg/m³).
 - Porcentaje de material de cobertura calculado en el relleno sanitario de Cajamarca (27.8%).
- Del cuadro Nro. 16, se tiene que la cantidad promedio diaria de residuos sólidos aprovechables inorgánicos en el distrito de Cajamarca es de 5.86 tn/día y de residuos sólidos aprovechables orgánicos es de 2.84 tn/día, durante el año 2010. Entonces la cantidad promedio de residuos sólidos aprovechables orgánicos e inorgánicos es de 8.70 tn/día. Entonces se tiene que del total de residuos sólidos generados el 4.87% son residuos sólidos aprovechables inorgánicos y el 2.36% son residuos sólidos aprovechables orgánicos.
 - La conformación de la celda diaria es la que se asemeja a la geometría que se utiliza en el relleno sanitario de Cajamarca. Las dimensiones y volumen de la celda diaria varían anualmente de acuerdo con la cantidad de residuos sólidos que recibe el relleno. Se tiene que una longitud constante del frente de trabajo (25), altura (1.2m) y longitud de rampa (2.4m). En cambio la longitud de avance de trabajo varia anualmente desde 1.7m hasta 6.0m.

- De los alternativas desarrollados en esta tesis, la alternativa 3 es el que presenta una generación de residuos sólidos similar a la obtenida por la subgerencia de limpieza pública de la municipalidad Provincial de Cajamarca en el año 2009 y a los datos obtenidos del relleno sanitario durante el 2010, por lo tanto se propone que se emplee los criterios establecidos en la alternativa 3 para próximos proyectos de relleno sanitario.

Conclusiones finales:

- Tenemos que la tendencia de generación de residuos sólidos a disponer proyectada para las tres alternativas con respecto a la información de campo durante los años 2009 y 2010, es la que presenta la alternativa 3, por lo tanto la alternativa 3 es el que sugiere para calcular la generación de residuos sólidos a disponer, así lo demuestra el siguiente cuadro.

Cuadro Nro. 69: Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer en el área urbana de la municipalidad distrital de Cajamarca según alternativa durante los años 2009 y 2010 con respecto a la información de campo.

AÑO	Generación de Residuos Sólidos Municipales a Disponer por alternativa (tn/día)			Información de campo (tn/día)
	Alternativa Nro. 1	Alternativa Nro. 2	Alternativa Nro. 3	
2009	74.83	131.04	94,62	95,9 ¹
2010	74.83	137.40	101,22	102,3 ²

1 Cuadro Nro. 4: Rutas de recolección y promedio recolectado de residuos sólidos municipales del distrito de Cajamarca durante el año 2009.

2 Cuadro Nro. 22: Cantidad promedio diaria de residuos sólidos municipales del distrito de Cajamarca que se disponen en el relleno sanitario según origen durante el año 2010.

- El cantidad estimada de residuos sólidos que ingresa al relleno sanitario varia debido a:
 - Falta de mantenimiento de los camiones recolectores y maquinarias del relleno sanitario. En tal sentido en Cajamarca no realizan un mantenimiento preventivo, solo hacen el mantenimiento correctivo.
 - Inadecuada gestión de residuos sólidos en la recolección y disposición final. Se tiene que durante el primer año no se tuvo el material adecuado en el

relleno sanitario de Cajamarca para que ingresen al relleno sanitario los camiones recolectores. Además durante el segundo semestre del 2009 se cambiaron dos veces al ingeniero residente del relleno sanitario.

- Falta de personal capacitado en la etapa de recolección y disposición final de residuos sólidos. Debido a que el personal inicialmente es capacitado, es cambiado a otra área de la municipalidad.
- Aumento de los residuos sólidos aprovechables inorgánicos, debido al incremento de los precios durante el año 2010 y 2011 en el mercado de los materiales reciclables.

→
 • Según el Cuadro Nro. 13 (Ingresos por residuos sólidos inorgánicos aprovechables en el distrito de Cajamarca durante el año 2010) se tiene un ingreso promedio diario por estos residuos de S/. 3,328.80, es decir que en el 2010 el valor de estos residuos es de S/. 1'215,015.80. Además ese mismo año la Municipalidad Provincial de Cajamarca ahorro en costo por recolección y transporte de residuos sólidos S/. 219,625.32 y por disposición final de residuos sólidos S/. 141,312.52. Ascendiendo a un ahorro total de S/.360,937.83 durante el año 2010. El ahorro permite aumentar la cobertura de recolección de residuos sólidos y mejorar el mantenimiento de las unidades recolectoras. No incluye el ahorro por los recursos naturales renovables y no renovables.
 →

- La recuperación de residuos sólidos por segregadores formales e informales, no es alta en relación a la cantidad generada, pero constituye para decenas de familias su único modo de sobrevivencia. La cantidad de material recuperado es mayor si se hace participar a los grandes generadores de residuos, si las empresas acopiadoras intervienen promoviendo el proceso, mejorando las condiciones de recolección de segregadores formales y si se realizan campañas de sensibilización.
- Si se aprovecha el compostaje y el reciclaje, se disminuye la cantidad de residuos sólidos que será dispuesta en el relleno, lo que extiende su vida útil y, por consecuencia, bajan los costos del manejo de desechos sólidos.

CAPITULO 7 RECOMENDACIONES

- Para la ubicación del relleno sanitario de Cajamarca se debe hacer uso de mapas temáticos, a través de un sistema de información geográfica, con base a la integración de los criterios de exclusión como son las zonas pobladas, zonas de riesgos de inundación o volcánicos, pendientes excesivas, existencia de cuerpos de agua y distancias de transporte excesivas. Para la selección de sitio se debe convocar la participación de un comité técnico.
- Para el diseño del relleno sanitario de Cajamarca se debe realizar un estudio de caracterización una vez por año, para que de esta manera obtener parámetros actualizados e importantes como: producción per cápita, porcentaje de incremento o disminución de la producción per cápita, composición física promedio de residuos sólidos, cantidad de residuos orgánicos y cantidad de residuos inorgánicos.
- Realizar una caracterización de los residuos orgánicos de comercios, hoteles y restaurantes, para identificar la cantidad de materia orgánica aprovechable y la frecuencia de recolección para estos residuos.
- La densidad de compactación de los residuos sólidos del relleno sanitario de Cajamarca, para los meses de abril y mayo del 2010, es de 766 tn/m^3 , se debe obtener para otros diseños, la densidad de compactación del relleno sanitario más cercano.
- Debido a que en el proyecto original indica que se va a reciclar un 30%, y esto no ocurre en la realidad, entonces la Municipalidad de Cajamarca deberá mejorar el Programa de Recolección Selectiva, o en todo caso deberá de construir en la siguiente etapa la Planta de Reciclaje con una capacidad de 18tn/día de residuos sólidos inorgánicos aprovechables, con la finalidad que no ingresen residuos sólidos aprovechables al relleno sanitario y por ende que la vida útil se asemeje a lo proyectado inicialmente en el estudio.

- Sin el seguimiento, monitoreo y fortalecimiento del Programa de Recolección Selectiva de residuos sólidos aprovechables, existe una gran posibilidad de perder lo avanzado. Esto trae consigo un impacto directo en el relleno sanitario, ya que si en la Ciudad de Cajamarca se deja de reciclar disminuirá la vida útil de esta infraestructura. En tal sentido se debe impulsar la organización de recicladores informales a formales, para que aumente la cantidad de residuos sólidos aprovechables. Así mismo hacer uso de las instalaciones para compostaje en el relleno sanitario, para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.

- Para determinar el volumen de lixiviados que se genera en el relleno sanitario considerar para otros estudios lo siguiente:
 - Agua proveniente de la precipitación.
 - Humedad en los residuos sólidos que ingresan al relleno sanitario.
 - Agua en el material de cobertura que se coloca sobre los residuos sólidos.
 - Capacidad del campo de un relleno sanitario.
 - Agua utilizada en la formación del gas del relleno sanitario.
 - Agua perdida como vapor saturado con el gas del relleno sanitario.
 - Humedad perdida debido a la evapotranspiración.

- Realizar en los distritos en cuestión campañas de sensibilización de gran impacto positivo sobre reducción y reuso de residuos sólidos en la fuente.

CAPITULO 8 FUENTES DE INFORMACION

- Aparicio, F. Fundamentos de Hidrología de Superficie. Balderas, México 1997.
- Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana de la Salud. Diagnostico de la situación del manejo de residuos sólidos en América Latina. y el Caribe. Washington 1997.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Proyecto de Normas Técnicas para la Ubicación, Diseño, Construcción, Operación y Monitoreo de Rellenos Sanitarios Mecanizados, Lima-Perú, Abril 1995.
- Ciudad Saludable. Informe de Evaluación de Resultados de la Implementación del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la ciudad de Cajamarca. Cajamarca, Febrero 2010.
- Ciudad Saludable. Por la Ruta del Reciclaje en el Perú. Lima 2010.
- Consorcio Ambiental y de Servicios S.A. Proyecto Ejecutivo del Relleno Sanitario Metropolitano Poniente "Picachos". Guadalajara, Setiembre 1999.
- Dirección General de Programación Multianual del Sector Público, Ministerio de Economía y Finanzas. Guía de Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Residuos Sólidos Municipales a nivel de Perfil. Lima, 2008.
- Escuela Politécnica del Ejército. Estudio y Diseño Definitivo del Relleno Sanitario del Cantón Pedro. Ecuador, 2007
- Galdames, D. Residuos Sólidos, Ingeniería Ambiental & Medio Ambiente. Chile 2000.
- Jaramillo Jorge, Zepeda Francisco. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Guía para el Diseño Construcción y Operación de Relleno Sanitario Manual. Programa de Salud Ambiental. 2da.ed. Colombia 2002.
- Ministerio del Ambiente. Guía de Diseño, construcción, operación, mantenimiento y cierre de Rellenos Sanitarios Mecanizado. Lima, Enero 2011.
- Ministerio del Ambiente. Situación de la gestión y manejo de los residuos sólidos en el país. Lima 2010.
- Municipalidad Provincial de Cajamarca. Plan de Operación y Mantenimiento de la Planta de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos de la Provincia de Cajamarca. Cajamarca, enero 2010.

- Municipalidad Provincial de Cajamarca, Asociación Los Andes de Cajamarca y Ciudad Saludable. Plan Integral de Residuos Sólidos de la Municipalidad de Cajamarca. Cajamarca 2007.
- Organización Panamericana de la Salud / Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Programa Regional de mejoramiento de los servicios de aseo urbano. Modulo de disposición final de residuos sólidos, 1981.
- Organización Panamericana de la Salud. Informe Regional sobre la Evaluación de los Servicios de Manejo de Residuos Sólidos Municipales en la Región de América Latina y el Caribe. Washington 2005.
- Población de los censos de los años 1993 y 2007 de los distritos de Cajamarca, Jesús, Llacanora y Los Baños del Inca. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Disponible en www.inei.gob.pe
- Precipitaciones mensuales de los años 2008, 2009 y 2010. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. Disponible en <http://www.senamhi.gob.pe/>
- Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México y la Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ). Manual para la supervisión y control de rellenos sanitarios. 3ra.ed. México, enero 2006.
- Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica (DED). Manual de Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales. Loja 2002.

CAPITULO 9 ANEXOS

Anexo 01: Informe sobre selección de terrenos para la implementación de una planta de tratamiento de residuos sólidos.

Anexo 02: Documentos de posesión del terreno.

Anexo 03: Constancia de no afectación de áreas naturales protegidas emitida por el Instituto Nacional de Recursos Naturales.

Anexo 04: Informe de Zonificación del Predio emitido por la municipalidad distrital de Jesús.

Anexo 05: Certificado de inexistencia de restos arqueológicos del Instituto Nacional de Cultura.

Anexo 06: Certificado de Compatibilidad de Uso (Ordenanza Nro. 201-CMPC)

Anexo 07: Constancia de Instituto Nacional de Defensa Civil.

Anexo 08: Informe favorable de la Dirección Regional de Salud – Cajamarca.

Anexo 09: Resolución Directoral de la Dirección General de Salud Ambiental que aprueba el Estudio de Impacto Ambiental.

Anexo 10: Documentos de Opinión Técnica Favorable al Proyecto otorgado por la Dirección General de Salud Ambiental.

Anexo 11: Licencia Municipal para la Planta de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos.

Anexo 12: Modificación del Texto Único de Procedimientos Administrativos, incluyendo el procedimiento de disposición de residuos sólidos en la planta de tratamiento (Ordenanza nro. 280 CMPC-2009)

Anexo 13: Precipitación máxima en 24 horas y precipitación mensual de los años 2008, 2009 y 2010 (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú).

Anexo 14: Fotografías.

Anexo 15: Relación de planos.

**ANEXO 01: INFORME SOBRE SELECCIÓN
DE TERRENOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN
DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
RESIDUOS SÓLIDOS.**

INFORME SOBRE SELECCIÓN DE TERRENOS

Período: Días 09, 10 y 11 de Agosto del 2007.

Labor encomendada: Emitir opinión técnica sobre las características de los terrenos propuestos por la Municipalidad Provincial de Cajamarca, para la implementación de Plantas de Tratamiento de residuos sólidos domésticos

INSPECCION A TERRENOS PROPUESTOS POR LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA.

Durante los días 09 y 10 de Agosto, en compañía del Lic. Telmo Rojas Alcalde, y del Sr. Cesar Zela Fierro, durante el día 10 de Agosto, se realizó un recorrido por los terrenos propuestos por la Municipalidad Provincial de Cajamarca, para la implementación de Plantas de Tratamiento de residuos sólidos, que consideren las actividades de reciclaje de materiales inorgánicos, elaboración de compost y disposición final de los residuos bajo el método de relleno sanitario.

TERRENO 01: SECTOR LA COLLPA

- El terreno viene siendo evaluado por las instancias correspondientes de la Municipalidad Provincial desde hace aproximadamente dos años, habiendo incluso durante el presente año, iniciado las gestiones para su posible adquisición.
- El terreno propuesto por la Municipalidad Provincial, alcanzaría una extensión final de hasta 100 hectáreas, siempre y cuando se logre realizar el saneamiento físico legal y convencer a los propietarios para su venta.
- Parte importante de la extensión del terreno observado se caracteriza por presentar un relieve con pendiente moderada, mientras que los bordes presentan pendientes pronunciadas. Es posible planificar la ocupación de las áreas destinadas a la disposición final de los residuos.
- El tipo de suelo predominante está constituido por material granular con presencia de arcilla. Las excavaciones que se aprecian hacen suponer que el espesor del material característico tiene un espesor de varios metros y se aprecia que es de fácil extracción con el empleo de tractor de orugas y/o cargador frontal.
Se aprecia a simple vista que es posible disponer de suficiente material para cobertura durante una prolongada vida útil, siempre y cuando la ocupación de las áreas sea en forma planificada y ordenada.
- En la fecha de la inspección se observó que el grupo de las viviendas mas cercanas se encuentran a una distancia aproximada a los 1000 metros en línea recta, medido desde aproximadamente la parte central del área propuesta. Sin embargo se ha observado también que miembros de una familia que es propietaria de uno de lo lotes que conforman el área propuesta, se encontraban acopiando adobes para construir una vivienda, la misma que sería la más cercana al área propuesta.
- La distancia del terreno propuesto hasta el centro de la ciudad, siguiendo las vías y trochas existentes es de aproximadamente 14 kilómetros, sin

embargo se tomó conocimiento que la Municipalidad tiene proyectada la consolidación y posible asfaltado de una vía alternativa que reduciría la distancia indicada.

TERRENO 02: SAN JOSE DE CANAY

- El terreno constituido por una depresión moderada y abierta en uno de sus extremos, se encuentra ubicada en la margen derecha de la carretera Cajamarca – San Marcos, distante aproximadamente a 17 kilómetros desde el centro de la ciudad de Cajamarca.
- El acceso desde la ciudad de Cajamarca lo constituye la carretera asfaltada Cajamarca – San Marcos, requiriendo la habilitación de una vía de aproximadamente 1.5 kilómetros hasta la parte central del área propuesta.
- El relieve del terreno varía de ondulada a accidentada, sin embargo la forma de la superficie y la facilidad para la habilitación de accesos a toda la superficie, permite su fácil adecuación para la habilitación de una Infraestructura para la disposición final de residuos.
- El suelo predominante en la zona, se caracteriza por ser suelo granular con abundante presencia de arcilla, con espesores que alcanzan varios metros de profundidad y de fácil extracción con maquinaria pesada.
La potencia o espesor de los materiales de fácil extracción garantizarían la disponibilidad de tierra para labores de cobertura para una prolongada vida útil de la infraestructura.
- Considerando que la infraestructura de tratamiento de residuos debe considerar espacios para las actividades de reciclaje y compostaje, así como la posible habilitación de una Infraestructura para el tratamiento y disposición final de residuos del ámbito de la gestión no Municipal (residuos industriales peligrosos y de establecimientos de atención de salud), en la zona se dispone de superficies suficientes y adecuadas para la habilitación de las infraestructuras indicadas.
- Respecto a la presencia de habitantes y zonas agrícolas, en la zona propuesta e inmediaciones no se aprecia actividad agrícola alguna, observándose en los límites del área solo una vivienda, sin embargo la información de una pobladora mencionó que en todo el sector de San José de Canay serían entre 20 a 30 comuneros (no visibles en la zona propuesta ni entorno de influencia directa).
- Considerando las características climáticas de la zona, caracterizada por la presencia de precipitaciones pluviales intensas durante los meses de Diciembre a Marzo, para la habilitación de las infraestructuras para la disposición final de residuos de los ámbitos Municipal y No Municipal, se ha considerado la impermeabilización de la base y taludes de apoyo, mediante materiales geosintéticos (Geomembrana y Geotextil).
- La impermeabilización con geomembrana de las bases y taludes de las infraestructuras, constituye una total garantía para evitar la contaminación del suelo, cursos de aguas superficiales y aguas subterráneas.
- El manejo de lixiviados planteado para las infraestructuras impermeabilizadas, considera la habilitación de drenes longitudinales y transversales en la base de las infraestructuras, drenes verticales para posibilitar la succión de los lixiviados y pozas para captación también impermeabilizadas con geomembrana para el almacenamiento de lixiviados

y su posterior recirculación o reinyección a la masa de residuos. El dimensionamiento definitivo de la infraestructura para el manejo seguro de los lixiviados, será parte del proyecto de ingeniería de detalle y deberá considerar las características y composición de materia orgánica en los residuos a disponerse, la información sobre precipitaciones pluviales máximas que se registran en la zona, las características del material de cobertura a emplearse, la densidad promedio que se estima alcanzarán los residuos dispuestos, las posibilidades de evaporación de los lixiviados, etc.

OTROS TERRENOS:

Pampa de la Culebra:

- La zona se caracteriza por presentar suelos con relieves llanos a ondulados en grades extensiones, sin embargo se ha observado que parte importante de ellas por tener ligeras depresiones son superficies inundables en temporada de precipitaciones pluviales.
- Respecto a la propiedad se tomó conocimiento que anteriormente pertenecía a la entonces empresa estatal Minero Perú, la misma que habría reservado la zona para almacenar relaves de una mina que por entonces operaban.
- Por constituir la zona una gran meseta, se tiene información visual de haber soportado posibles inundaciones, así como informaciones verbales de periódicas heladas y presencia de fuertes vientos.

Laguna Santa Ursula:

- La zona que se encuentra en las inmediaciones de la Pampa de la Culebra, presenta relieves parecidos a los observados en la Pampa de la Culebra, sin embargo no propensas a ser inundables por el relieve ondulado y laderas tendidas en todo su perímetro que se observa en la mayor parte de la superficie

Liclliconga:

- La zona se caracteriza por presentar suelos con relieves llanos a ondulados en grades extensiones, sin embargo se ha observado que parte importante de la superficie está constituida por una hoyada propensa a ser inundada en temporadas de precipitaciones pluviales.

CONCLUSION:

- Para la definición del área destinada a la Infraestructura de Tratamiento de residuos (Planta de reciclaje, producción de Compost y Disposición final de residuos) del ámbito de la gestión Municipal, además de la posibilidad de la implementación de una Infraestructura para el Tratamiento y Disposición final de residuos del ámbito de la gestión No Municipal (Residuos de los establecimientos de atención de salud y ciertos tipos de residuos industriales en estado sólido), solo se ha considerado realizar la selección

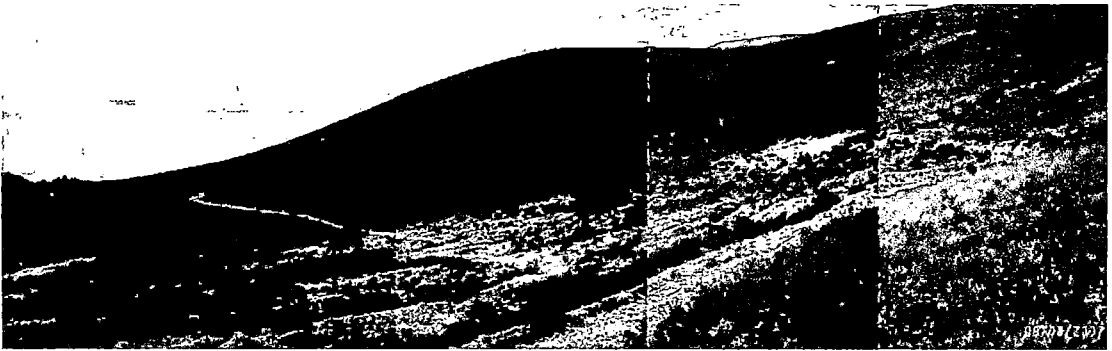
preliminar entre las opciones de los terrenos ubicados en la zona de la **COLLPA y SAN JOSE DE CANAY**.

- De las inspecciones realizadas se llega a la conclusión de que los dos terrenos indicados en el punto anterior cumplen las condiciones de extensión, relieve aparente, suficiente material de material para cobertura a lo largo de una prolongada vida útil, distancia actual a las viviendas mas cercanas, cercanía a la ciudad de Cajamarca, facilidad de acceso, etc. Los dos terrenos satisfacen los requerimientos para la implementación de una Planta de Tratamiento de Residuos.
- Analizando aspectos solo observados y escuchados, respecto a la cercanía de los terrenos a las zonas habitadas y situación legal de la propiedad, así como ventajas relacionadas a la manipulación mal intencionada de los habitantes emplazados en las cercanías, se llega a la conclusión de una ligera ventaja del terreno ubicado en el caserío de SAN JOSE DE CANAY.

RESUMEN FOTOGRAFICO:

TERRENO PROPUESTO EN LA ZONA DENOMINADA LA COLLPA

Vista panorámica parcial de la parte alta del terreno propuesto.



Vista panorámica parcial (sentido longitudinal) de la parte intermedia del terreno propuesto.



Vista panorámica parcial (sentido transversal) de la parte intermedia del terreno propuesto.

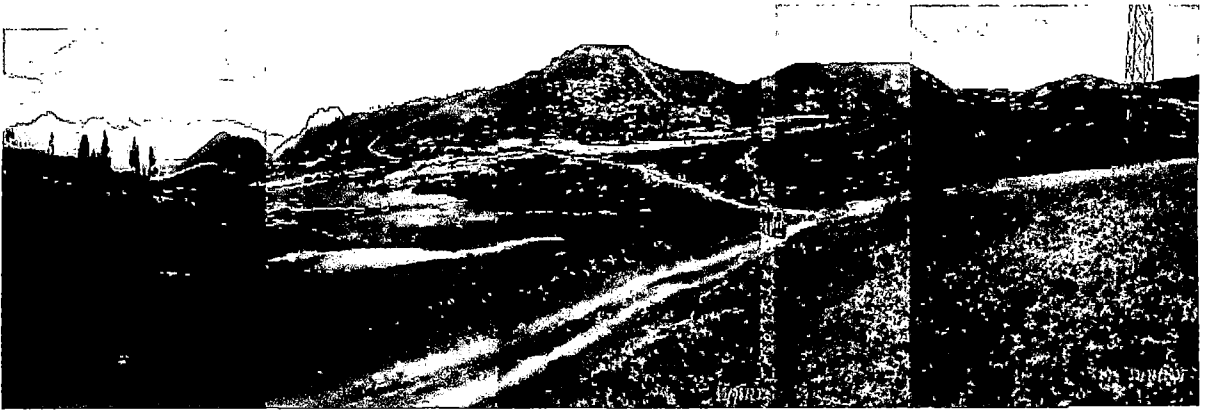


Vista panorámica parcial (sentido transversal) de la parte intermedia del terreno propuesto, tomada desde la parte baja del área.



TERRENO PROPUESTO EN LA ZONA DENOMINADA SAN JOSE DE CANAY

Vista panorámica parcial (sentido longitudinal) del terreno propuesto



**ANEXO 02: DOCUMENTOS DE POSESIÓN
DEL TERRENO.**

DR. MARCO ANTONIO VIGO ROJAS

NOTARIO ABOGADO

TESTIMONIO NOTARIAL

ESCRITURA PÚBLICA NÚMERO DOS MIL SETECIENTOS SESENTA Y TRES

COMPRA VENTA

QUE OTORGA: JOSE MARIA MICHA GUEVARA, MARIA GEORGINA SANCHEZ DE MICHA
A FAVOR DE: ASOCIACION LOS ANDES DE CAJAMARCA

INTRODUCCIÓN: EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, A LOS DIECISIETE (17) DIAS DEL MES DE DICIEMBRE DEL AÑO DOS MIL SIETE (2007) ANTE MI MARCO ANTONIO VIGO ROJAS, NOTARIO PÚBLICO DE ESTE DISTRITO, IDENTIFICADO CON DNI N° 26706339, LIBRETA MILITAR N° 1289516635 Y RUC N° 10267063392, CON DOMICILIO EN JIRÓN JUNÍN N° 636 DE ESTA CIUDAD DE CAJAMARCA, COMPARECEN: EN LA OFICINA DE MI CARGO DE UNA PARTE: EL SEÑOR JOSE MARIA MICHA GUEVARA, IDENTIFICADO CON DOCUMENTO NACIONAL DE IDENTIDAD CON NUMERO N° 26651837, QUIEN ME MANIFESTO SER DE NACIONALIDAD PERUANA, SUFRAGANTE EN LAS ÚLTIMAS ELECCIONES, AGRICULTOR, DE ESTADO CIVIL CASADO CON LA SEÑORA MARIA GEORGINA SANCHEZ DE MICHA, IDENTIFICADA CON DOCUMENTO NACIONAL DE IDENTIDAD CON NUMERO N° 26651717, QUIEN ME MANIFESTO SER DE NACIONALIDAD PERUANA, SUFRAGANTE EN LAS ÚLTIMAS ELECCIONES, HACERES DE SU CASA, DE ESTADO CIVIL CASADA CON EL ANTERIOR, AMBOS CON DOMICILIO EN JR. GRAU N° 350, DISTRITO DE JESUS, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA; QUIENES PROCEDEN POR SU PROPIO DERECHO, A QUIENES EN ADELANTE SE LES DENOMINARÁ "LOS VENDEDORES"; Y DE LA OTRA PARTE, ASOCIACIÓN LOS ANDES DE CAJAMARCA, CON RUC N° 20495602223, CON DOMICILIO EN EL JIRÓN LOS SAUCES N° 470, URBANIZACIÓN EL INGENIO, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, DEBIDAMENTE REPRESENTADA POR SU DIRECTORA EJECUTIVA, LA SEÑORITA VIOLETA ESPERANZA VIGO VARGAS, IDENTIFICADA CON DNI N° 17930941, DE NACIONALIDAD PERUANA, SUFRAGANTE, SOLTERA, ECONOMISTA, SEGÚN PODERES INSCRITOS EN LA PARTIDA ELECTRÓNICA N° 11007498 DEL REGISTRO DE PERSONAS JURÍDICAS DE CAJAMARCA, A QUIEN EN ADELANTE SE LE DENOMINARÁ "LA COMPRADORA". - LOS COMPARECIENTES SON INTELIGENTES EN EL IDIOMA CASTELLANO, QUIENES SE OBLIGAN CON CAPACIDAD, LIBERTAD Y CONOCIMIENTO SUFICIENTE PARA CONTRATAR CONFORME AL EXAMEN QUE LES HE EFECTUADO DE LO QUE DOY FE" Y ME ENTREGAN MINUTA DEBIDAMENTE FIRMADA Y AUTORIZADA POR LETRADO, LA MISMA QUE ARCHIVO EN SU LEGAJOS RESPECTIVO BAJO EL NÚMERO DOS MIL TRESCIENTOS SETENTA Y DOS, Y CUYO TENOR LITERAL ES COMO SIGUE: =====

MINUTA: SEÑOR NOTARIO: SÍRVASE USTED EXTENDER EN SU REGISTRO DE ESCRITURAS PÚBLICAS UNA DE COMPRAVENTA QUE OTORGAN, DE UNA PARTE, JOSÉ MARÍA MICHA GUEVARA, IDENTIFICADO CON DNI N° 26651837, AGRICULTOR Y SU ESPOSA MARÍA GEORGINA SÁNCHEZ DE MICHA, IDENTIFICADA CON DNI N° 26651717, DE HACERES DE SU CASA, AMBOS CON DOMICILIO PARA ESTOS EFECTOS EN JR. GRAU 350, DISTRITO DE JESÚS, PROVINCIA DE CAJAMARCA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, A QUIENES EN ADELANTE SE LES DENOMINARÁ "LOS VENDEDORES"; Y DE LA OTRA PARTE, ASOCIACIÓN LOS ANDES DE CAJAMARCA, CON RUC N° 20495602223, CON DOMICILIO EN EL JIRÓN LOS SAUCES N° 470, URBANIZACIÓN EL INGENIO, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, DEBIDAMENTE REPRESENTADA POR SU DIRECTORA EJECUTIVA, LA SEÑORITA VIOLETA ESPERANZA VIGO VARGAS, IDENTIFICADA CON DNI N° 17930941, SEGÚN PODERES INSCRITOS EN LA PARTIDA ELECTRÓNICA N° 11007498 DEL REGISTRO DE PERSONAS JURÍDICAS DE CAJAMARCA, A QUIEN EN ADELANTE SE LE DENOMINARÁ "LA COMPRADORA", EN LOS TÉRMINOS Y CONDICIONES SIGUIENTES: **PRIMERA:** LOS VENDEDORES DECLARAN SER TITULARES DE LOS SIGUIENTES PREDIOS (EN ADELANTE, LOS "PREDIOS"): - PREDIO IDENTIFICADO CON UNIDAD CATASTRAL N° 36481, DENOMINADA VILCA MARÍA, UBICADA EN EL SECTOR DE PALTURO, DISTRITO DE JESÚS, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA; E INSCRITO EN LA FICHA N° 81731 DEL REGISTRO DE PREDIOS DE CAJAMARCA (EN ADELANTE EL "PREDIO 1"). - PREDIO IDENTIFICADO CON UNIDAD CATASTRAL N° 36483, DENOMINADA VILCA MARÍA, UBICADA EN EL SECTOR DE PALTURO, DISTRITO DE JESÚS, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, E INSCRITO EN LA FICHA N° 81693 DEL REGISTRO DE PREDIOS DE CAJAMARCA (EN ADELANTE EL "PREDIO 2"). EL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE CADA UNO DE LOS PREDIOS APARECEN EN EL PLANO QUE COMO ANEXO A Y DEBIDAMENTE SUSCRITO POR LAS PARTES, FORMA PARTE INTEGRANTE DEL PRESENTE CONTRATO. **SEGUNDA:** POR EL PRESENTE ACTO, LOS VENDEDORES OTORGAN EN VENTA REAL Y ENAJENACIÓN PERPETUA A LA COMPRADORA LOS PREDIOS POR EL PRECIO DE S/322.929.00 (TRESCIENTOS VEINTIDÓS MIL NOVECIENTOS VEINTINUEVE Y 00/100 NUEVOS SOLES), SUMA QUE SERÁ PAGADA POR LA COMPRADORA A LOS VENDEDORES MEDIANTE LA ENTREGA BAJO FE NOTARIAL DE UN CHEQUE DE GERENCIA NO NEGOCIABLE GIRADO A LA ORDEN DEL SEÑOR JOSÉ MARÍA MICHA GUEVARA, A LA FIRMA DE LA ESCRITURA PÚBLICA QUE ESTA MINUTA ORIGINE. ASIMISMO, LOS VENDEDORES Y LA COMPRADORA DECLARAN QUE LA ENTREGA DEL CHEQUE DE GERENCIA NO NEGOCIABLE ANTES MENCIONADO SURTIRÁ LOS EFECTOS CANCELATORIOS DEL PAGO. DEL MISMO MODO, LAS PARTES ACUERDAN EXPRESAMENTE QUE ENTRE EL PRECIO PACTADO Y LOS PREDIOS EXISTE LA MÁS JUSTA Y PERFECTA EQUIVALENCIA, POR LO QUE DE SURGIR

DR. MARCO ANTONIO VIGO ROJAS

NOTARIO ABOGADO

TESTIMONIO NOTARIAL

KARDEX 450

ESCRITURA PÚBLICA NÚMERO TRES MIL CIENTO CUARENTA Y CUATRO

COMPRA VENTA DE UN TERRENO RUSTICO

QUE OTORGA EN CALIDAD DE VENDEDOR : SR. JOSÉ MARÍA MICHÁ GUEVARA Y ESPOSA
Y DE LA OTRA PARTE EN CALIDAD DE COMPRADORA ASOCIACIÓN LOS ANDES DE CAJAMARCA

INTRODUCCIÓN: EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA A LOS OCHO DÍAS DEL MES DE FEBRERO DEL AÑO DOS MIL OCHO (2008) ANTE M. MARCO ANTONIO VIGO ROJAS, NOTARIO - ABOGADO DE ESTA CIUDAD, IDENTIFICADO CON DNI N° 457063339, L.M. NO 1269516635, CON RUC 10297063397, CON ESTUDIO ABIERTO EN EL JR. JUNJI N° 636 DE ESTA CIUDAD - COMPARECE: EN LA CIUDAD DE MI CARGO EL SR. JOSÉ MARÍA MICHÁ GUEVARA, IDENTIFICADO CON DNI N° 26651837, PERUANO, SUFRAGANTE, CASADO, AGRICULTOR Y SU ESPOSA MARIA GEORGINA SÁNCHEZ DE MICHÁ, IDENTIFICADA CON DNI N° 26651717, PERUANA, SUFRAGANTE, DE HACERES DE SU CASA AMBOS CON DOMICILIO PARA ESTOS EFECTOS EN JR. GRAU NO 350 DISTRITO DE JESUS, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, A QUIENES EN ADELANTE SE LES DENOMINARA "LOS VENDEDORES", Y, DE LA OTRA PARTE, ASOCIACIÓN LOS ANDES DE CAJAMARCA, CON RUC N° 2049560223, CON DOMICILIO EN EL JIRÓN LOS SAUCES N° 470, URBANIZACIÓN EL INGENIO, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, DEBIDAMENTE REPRESENTADA POR SU DIRECTORA EJECUTIVA, LA SEÑORITA VIOLETA ESPERANZA VIGO VARGAS, IDENTIFICADA CON DNI N° 17930241, SEGÚN PODERES INSCRITOS EN LA PARTIDA ELECTRÓNICA N° 11007498 DEL REGISTRO DE PERSONAS JURÍDICAS DE CAJAMARCA, A QUIEN EN ADELANTE SE LE DENOMINARA "LA COMPRADORA". - LOS COMPARECENTES - SON INTELIGENTES EN EL IDIOMA CASTELLANO, QUIENES SE OBLIGAN CON CAPACIDAD, LIBERTAD Y CONOCIMIENTO SUFICIENTE PARA CONTRATAR CONFORME AL EXAMEN QUE LE HE EFECTUADO DE LO QUE DOY FE Y HE ENTREGA UNA MINUTA DEBIDAMENTE FIRMADA Y AUTORIZADA POR LETRADO, LA MISMA QUE ARCHIVO EN SU LEGAJO RESPECTIVO BAJO EL NÚMERO DOS MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y DOS, CUYO TENOR LITERAL ES COMO SIGUE: =====
M IN U T A SEÑOR NOTARIO: SIRVASE USTED ENTENDER EN SU REGISTRO DE ESCRITURAS PÚBLICAS UNA DE COMPRAVENTA QUE OTORGAN, DE UNA PARTE, JOSÉ MARÍA MICHÁ GUEVARA, IDENTIFICADO CON DNI N° 26651837, [AGRICULTOR] Y SU ESPOSA MARIA GEORGINA SÁNCHEZ DE MICHÁ, IDENTIFICADA CON DNI N° 26651717, DE HACERES DE SU CASA, AMBOS CON DOMICILIO PARA ESTOS EFECTOS EN JR. GRAU NO 350 DISTRITO DE JESUS, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, A QUIENES EN ADELANTE SE LES DENOMINARA "LOS VENDEDORES"; Y, DE LA OTRA PARTE, ASOCIACIÓN LOS ANDES DE CAJAMARCA, CON RUC N° 2049560223, CON DOMICILIO EN EL JIRÓN LOS SAUCES N° 470, URBANIZACIÓN EL INGENIO, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, DEBIDAMENTE REPRESENTADA POR SU DIRECTORA EJECUTIVA, LA SEÑORITA VIOLETA ESPERANZA VIGO VARGAS, IDENTIFICADA CON DNI N° 17930241, SEGÚN PODERES INSCRITOS EN LA PARTIDA ELECTRÓNICA N° 11007498 DEL REGISTRO DE PERSONAS JURÍDICAS DE CAJAMARCA, A QUIEN EN ADELANTE SE LE DENOMINARA "LA COMPRADORA", EN LOS TÉRMINOS Y CONDICIONES SIGUIENTES: - PRIMERA: LOS VENDEDORES DECLARAN SER TITULARES DEL PREDIO IDENTIFICADO CON UNIDAD CATASTRAL N° 22916, UBICADO EN EL SECTOR DE VALLE DE PALTURO, DISTRITO DE JESUS, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA E INSCRITO EN LA FICHA N° 113695 DEL REGISTRO DE PREDIOS DE CAJAMARCA (EN ADELANTE EL "PREDIO"); EL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DEL PREDIO APARECEN EN EL PLANO QUE COMO ANEXO A Y DEBIDAMENTE SUSCRITO POR LAS PARTES, FORMA PARTE INTEGRANTE DEL PRESENTE CONTRATO SEGUNDA: POR EL PRESENTE ACTO, LOS VENDEDORES OTORGAN EN VENTA REAL Y ENAJENACIÓN PERPETUA A LA COMPRADORA EL PREDIO POR EL PRECIO DE S/123,915.00 (CIENTO VEINTITRES MIL NOVECIENTOS CINQUE Y OCHO NUEVOS SOLES), SUMA QUE SERÁ PAGADA POR LA COMPRADORA A LOS VENDEDORES MEDIANTE LA ENTREGA BAJO FE NOTARIAL DE UN CHEQUE DE GERENCIA NO NEGOCIABLE GIRADO A LA ORDEN DEL SEÑOR JOSÉ MARÍA MICHÁ GUEVARA, A LA FIRMA DE LA ESCRITURA PÚBLICA QUE ESTA MINUTA ORIGINA. ASIMISMO, LOS VENDEDORES Y LA COMPRADORA DECLARAN QUE LA ENTREGA DEL CHEQUE DE GERENCIA NO NEGOCIABLE ANTES MENCIONADO SURTIRÁ LOS EFECTOS CANCELATORIOS DEL PAGO. DEL MISMO MODO, LAS PARTES ACUERDAN EXPRESAMENTE QUE ENTRE EL PRECIO PACTADO Y EL PREDIO EXISTE LA MÁS JUSTA Y PERFECTA EQUIVALENCIA, POR LO QUE DE SURGIR UNA DIFERENCIA POR CUALQUIER CAUSA, SE HACEN DE ELLA MUTUA Y RECÍPROCA DONACIÓN, RENUNCIANDO A CUALQUIER ACCIÓN O EXCEPCIÓN TENDIENTE A INVALIDAR LOS EFECTOS DE LA PRESENTE COMPRAVENTA. TERCERA: LOS VENDEDORES SE OBLIGAN A SUSCRIBIR TODOS LOS DOCUMENTOS PÚBLICOS Y PRIVADOS Y A REALIZAR TODOS LOS TRÁMITES QUE FUERAN NECESARIOS PARA LA FORMALIZACIÓN DE LA PRESENTE MINUTA Y PARA LA INSCRIPCIÓN DE LA COMPRAVENTA MATERIA DE ESTE CONTRATO EN LOS REGISTROS PÚBLICOS. CUARTA: LAS PARTES DECLARAN QUE EN LA CELEBRACIÓN DEL PRESENTE CONTRATO NO HA MEDIADO DOLO, FUERZA, VIOLENCIA NI NINGUNA OTRA CAUSAL QUE LO INVALIDE, ESTANDO AMBAS PARTES DE ACUERDO CON EL PRECIO Y OTRAS CONDICIONES DE VENTA. QUINTA: LA VENTA SE REALIZA AD CORPUS Y COMPRENDE LA TOTALIDAD DEL PREDIO CON TODAS SUS ENTRADAS, SALIDAS, USOS, COSTUMBRES, AIRES, CONSTRUCCIONES Y EN GENERAL TODO CUANTO DE HECHO Y POR DERECHO LE CORRESPONDE, SIN RESERVA NI LIMITACIÓN ALGUNA, CUALQUIERA QUE SEA EL TÍTULO EN VIRTUD DEL CUAL LOS VENDEDORES LOS ADQUIRIERON. SEXTA: LOS VENDEDORES DECLARAN QUE SOBRE EL PREDIO NO PESA NINGUNA CARGA NI GRAVAMEN NI MEDIDA JUDICIAL O EXTRAJUDICIAL QUE LIMITE O IMPIDA SU TRANSFERENCIA, NO OBSTANTE LO CUAL SE OBLIGA A LA EVICCIÓN Y SANEAMIENTO DE LEY. SÉTIMA: ES DE CARGO DE LOS VENDEDORES EL PAGO DEL IMPUESTO PREDIAL POR EL AÑO 2007 Y DE CARGO DE LA COMPRADORA EL PAGO DEL IMPUESTO DE ALCABALA, SI CORRESPONDIERA EL PAGO DE DICHO IMPUESTO DE ACUERDO A LEY. SE DEJA EXPRESA CONSTANCIA EN EL SENTIDO QUE EL PREDIO HA SIDO ADQUIRIDO POR LOS VENDEDORES ANTES DEL PRIMER DÍ DE ENERO DEL AÑO 2004, POR LO QUE NO CORRESPONDE EL PAGO A CUENTA DEL IMPUESTO A LA RENTA ESTABLECIDO EN EL DECRETO LEGISLATIVO N° 948 EN ATENCIÓN A LO DISPUESTO EN EL LÍCISO LITERAL C DEL ARTÍCULO 53-B, INCORPORADO POR EL ARTÍCULO 13 DEL REGLAMENTO DE LA LEY DEL IMPUESTO A LA RENTA, APROBADO POR DECRETO SUPLENDO N° 086-2004-EP. LOS VENDEDORES CUMPLE CON PRESENTAR COPIA CERTIFICADA DE LA FICHA N° 113695 DEL REGISTRO DE PREDIOS DE CAJAMARCA PARA ACREDITAR EL HECHO QUE ADQUIRIERON EL PREDIO CON ANTERIORIDAD AL PRIMER DÍ DE ENERO DE 2004. OCTAVA: LAS PARTES SE SOMETEN A LOS JUECES Y TRIBUNALES DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA RENUNCIANDO AL FUERO DE SUS DOMICILIOS, PARA EL CASO DE SUSCITARSE CUALQUIER CONTROVERSIJA RELATIVA A LA VALIDEZ O EJECUCIÓN DEL PRESENTE CONTRATO. NOVENA: LAS PARTES SEÑALAN COMO SUS DOMICILIOS LOS QUE APARECEN EN LA INTRODUCCIÓN DEL PRESENTE DOCUMENTO, A LOS CUALES SE REMITIRÁN TODAS LAS COMUNICACIONES VINCULADAS AL PRESENTE CONTRATO PARA QUE SURTA EFECTOS CUALQUIER CAMBIO DE DOMICILIO DEBERÁ SER COMUNICADO POR ESCRITO CON UNA ANTECIPACIÓN DE 15 (QUINCE) DÍAS CALENDARIOS, EN CASO CONTRARIO SE TENDRÁ POR VÁLIDA LA COMUNICACIÓN EFECTUADA AL DOMICILIO ANTERIOR. AGREGUE USTED, SEÑOR NOTARIO, LAS CLÁUSULAS E INSERTOS DE LEY, CAJAMARCA, [1], DE FEBRERO DE 2008, FIRMADO JOSÉ MARÍA MICHÁ GUEVARA, MARIA GEORGINA SÁNCHEZ DE MICHÁ (VENDEDORES), VIOLETA ESPERANZA VIGO VARGAS - ASOCIACIÓN LOS ANDES DE CAJAMARCA - AUTORIZADA LA PRESENTE MINUTA POR EL DR. KAMIL PADILLA GUZMÁN - CAL. NO. 37618 - INDICACION NOTARIAL: EL PRESENTE CONTRATO SE ENCUENTRA AFECTO AL PAGO DE ALCABALA, DE CONFORMIDAD CON EL DEC. LEG. N° 652, EL MONTO ES EL 3% DEL VALOR DE TRANSFERENCIA QUE SE CANCELARÁ A LA MUNICIPALIDAD CORRESPONDIENTE, DEBIENDO REALIZARSE DICHO PAGO HASTA EL ÚLTIMO DÍA HÁBIL DEL MES CALENDARIO SIGUIENTE A LA FECHA DE EFECTUADA LA PRESENTE TRANSFERENCIA, HACIENDO PRESENTE QUE EL MONTO DE LA TRANSFERENCIA, NO PODRÁ SER MENOR AL VALOR DEL AUTOVALUO DEL PREDIO, CORRESPONDIENTE AL EJERCICIO EN QUE SE PRODUCE LA TRANSFERENCIA. CAJAMARCA, 8 DE FEBRERO DEL 2008 = INSERTO I - PAGO DE ALCABALA - MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JESUS - CAJAMARCA - UNIDAD DE RENTAS Y ADMINISTRACIÓN TRIBUTARIA - COMPROMISANTE DE INGRESOS - NO. 16612 - NOMBRE . ASOCIACIÓN LOS ANDES DE CAJAMARCA - FECHA 07/02/08 - DESCRIPCIÓN IMPUESTO ALCABALA - FICHA 113695 - VALOR VENTA S/ 123,915.00 N.S. - Afecto S/ 38,915.00 - IMPORTE S/ 2,667.75 - SELLO MUNICIPALIDAD DISTRITAL JESUS - CAJAMARCA - 08 FEB. 2008 TESORERÍA - PAGO DE FE NOTARIAL DE ENTREGA DE DINERO (CHEQUE) - EN ESTE ACTO YO EL NOTARIO DOY FE PREVIA CONFRONTACIÓN Y VERIFICACIÓN CON LAS PARTES, LA ENTREGA DEL CHEQUE N° 40069333 DEL BANCO INTERBANK S.A. CAJAMARCA - PERÚ DE CINCO MIL CINCO CIENTOS CINQUE CIENTO OFICINA: JR. JUNJI 836 - TELFS: N° 36-2330-334-660



DR. MARCO ANTONIO VIGO ROJAS

NOTARIO ABOGADO

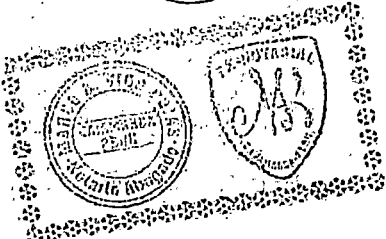
CONFRONTACION Y VERIFICACION CON LAS PARTES, LA ENTREGA DEL CHEQUE N° 0014069334 DEL BANCO INTERBANK, POR LA SUMA DE NOVENTA Y NUEVE MIL NOVENTISEIS CON 00/100 NUEVOS SOLES (S/99,096.00 N.S.), QUE EN ESTE ACTO ENTREGA LA ASOCIACION LOS ANDES DE CAJAMARCA, REPRESENTADA POR LA SRTA VIOLETA ESPERANZA VIGO VARGAS, A FAVOR DEL SR JOSE MARIA MICHA GUEVARA, QUIEN RECIBE DICHO CHEQUE A SU CONFORMIDAD, EN TAL RAZON DECLARA CANCELADO DICHO MONTO, DE TODO LO QUE CERTIFICO EN HONOR A LA VERDAD, CAJAMARCA, 8 DE FEBRERO DEL 2007.

CONCLUSION: FORMALIZADO EL INSTRUMENTO INSTRUI A LOS OTORGANTES DE SU OBJETO Y CONTENIDO, LECTURA DEL QUE TODO, LES HICE, ASIMISMO SE DEJA EXPRESA CONSTANCIA DE CONFORMIDAD CON LA LEY NO. 28194 DE FECHA 25 DE MARZO DEL 2004; AMBAS PARTES DECLARAN QUE RESPECTO AL COMPROBANTE DE PAGO DEL PRECIO, UTILIZADO EN LA CANCELACION DE LA PRESENTE COMPRA VENTA ES TIPO: CHEQUE CODIGO 007, LOS MISMOS QUE SE RATIFICARON NO HACIENDO MODIFICACION O INDICACION ALGUNA, EL MISMO QUE FIRMAN ANTE MI. LA PRESENTE ESCRITURA SE INICIA EN LA FOJA 7170 VTA. Y TERMINA EN LA FOJA 7171 DEL REGISTRO DE ESCRITURAS PUBLICAS, HABIENDOSE CONCLUIDO EL PROCESO DE FIRMAS ANTE MI EL NOTARIO CON FECHA OCHO DE FEBRERO DEL AÑO DOS MIL OCHO, DE TODO LO QUE DOY FE. FIRMADO: JOSE MARIA MICHA GUEVARA, MARIA GEORGINA SANCHEZ DE MICHA (VENEDORES), VIOLETA ESPERANZA VIGO VARGAS - ASOCIACION LOS ANDES DE -CAJAMARCA.

A SOLICITUD DEL Sr. *Jose Maria Michá Guevara*
 EN FIDUCIA DEL Sr. *Jose Maria Michá Guevara*
 LA LEY N° 28194 DE 2004, DEL INSTRUMENTO ORIGINAL DE SU
 REFERENCIA AL CUAL SE TRATA EN EL PRESENTE INSTRUMENTO.
 08 FEB 2008



Marco Antonio Vigo Rojas
 DR. MARCO ANTONIO VIGO ROJAS
 NOTARIO ABOGADO
 CAJAMARCA



DR. MARCO ANTONIO VIGO ROJAS

NOTARIO ABOGADO

TESTIMONIO NOTARIAL

KARDEX 418

ESCRITURA PÚBLICA NÚMERO TRES MIL CIENTO CUARENTA Y OOS (3.142)

COMPRAVENTA DE UN TERRENO RÚSTICO

OTORGA EN CALIDAD DE VENDEDOR SR. JOSÉ MARÍA MICHÁ GUEVARA Y ESPOSA
DE LA OTRA PARTEN EN CALIDAD DE COMPRADORA: ASOCIACIÓN LOS ANDES DE CAJAMARCA

INTRODUCCIÓN. EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA A LOS OCHO DÍAS DEL MES DE FEBRERO DEL AÑO DOS MIL OCHO (2008) ANTE MÍ, MARCO ANTONIO VIGO ROJAS, NOTARIO - ABOGADO DE ESTA CIUDAD, IDENTIFICADO CON ONI N.º 26705339, L.I.A. N.º 1269515635, CON RUC 10267063359, CON ESTUDIO ABIERTO EN EL JR JUNÍN N.º 536 DE ESTA CIUDAD, COMPARECE: EN LA OTRA PARTE DE MI CARGO EL SR. JOSÉ MARÍA MICHÁ GUEVARA, IDENTIFICADO CON ONI N.º 26551837, PERUANO, SUPRAGANTE, CASADO, [AGRICULTOR] Y SU ESPOSA MARÍA GEORGINA SÁNCHEZ DE MICHÁ, IDENTIFICADA CON ONI N.º 26551717, PERUANA, SUPRAGANTE, DE HACERES DE SU CASA, AMBOS CON DOMICILIO PARA ESTOS EFECTOS EN JR GRAU N.º 350 DISTRITO DE JESÚS, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, A QUIENES EN ADELANTE SE LES DENOMINARÁ "LOS VENDEDORES"; Y, DE LA OTRA PARTE, ASOCIACIÓN LOS ANDES DE CAJAMARCA, CON RUC N.º 20495602223, CON DOMICILIO EN EL JIRÓN LOS SALÚCES N.º 470, URBANIZACIÓN EL INGENIO, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, DEBIDAMENTE REPRESENTADA POR SU DIRECTORA EJECUTIVA, LA SEÑORITA VIOLETA ESPERANZA VIGO VARGAS, IDENTIFICADA CON ONI N.º 17930941, SEGÚN PODERES INSCRITOS EN LA PARTIDA ELECTRÓNICA N.º 11007499 DEL REGISTRO DE PERSONAS JURÍDICAS DE CAJAMARCA, A QUIEN EN ADELANTE SE LE DENOMINARÁ "LA COMPRADORA". LOS COMPARECIENTES SON INTELIGENTES EN EL IDIOMA CASTELLANO, QUIENES SE OBLIGAN CON CAPACIDAD, LIBERTAD Y CONOCIMIENTO SUFICIENTE PARA CONTRATAR CONFORME AL EXAMEN QUE LE HE EFECTUADO DE LO QUE DOY FE Y ME ENTREGA UNA MINUTA DEBIDAMENTE FIRMADA Y AUTORIZADA POR LETRADO, LA MISMA QUE ARCHIVO EN SU LEGAJO RESPECTIVO BAJO EL NÚMERO DOS MIL SEISCIENTOS NOVENTA, CUYO TÍTULO LITERAL ES COMO SIGUE: *****

MINUTA SEÑOR NOTARIO: SIRVASE USTED EXTENDER EN SU REGISTRO DE ESCRITURAS PÚBLICAS UNA DE COMPRAVENTA QUE OTORGAN, DE UNA PARTE, JOSÉ MARÍA MICHÁ GUEVARA, IDENTIFICADO CON ONI N.º 26551837, [AGRICULTOR] Y SU ESPOSA MARÍA GEORGINA SÁNCHEZ DE MICHÁ, IDENTIFICADA CON ONI N.º 26551717, DE HACERES DE SU CASA, AMBOS CON DOMICILIO PARA ESTOS EFECTOS EN JR GRAU N.º 350 DISTRITO DE JESÚS, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, A QUIENES EN ADELANTE SE LES DENOMINARÁ "LOS VENDEDORES"; Y, DE LA OTRA PARTE, ASOCIACIÓN LOS ANDES DE CAJAMARCA, CON RUC N.º 20495602223, CON DOMICILIO EN EL JIRÓN LOS SALÚCES N.º 470, URBANIZACIÓN EL INGENIO, DISTRITO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, DEBIDAMENTE REPRESENTADA POR SU DIRECTORA EJECUTIVA, LA SEÑORITA VIOLETA ESPERANZA VIGO VARGAS, IDENTIFICADA CON ONI N.º 17930941, SEGÚN PODERES INSCRITOS EN LA PARTIDA ELECTRÓNICA N.º 11007499 DEL REGISTRO DE PERSONAS JURÍDICAS DE CAJAMARCA, A QUIEN EN ADELANTE SE LE DENOMINARÁ "LA COMPRADORA"; EN LOS TÉRMINOS Y CONDICIONES SIGUIENTES:

PRIMERA: LOS VENDEDORES DECLARAN SER TITULARES DEL PREDIO IDENTIFICADO CON UNIDAD CATASTRAL N.º 22917, UBICADO EN EL SECTOR DE VALLE DE PALTURO, DISTRITO DE JESÚS, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA E INSCRITO EN LA FICHA N.º 120562 DEL REGISTRO DE PREDIOS DE CAJAMARCA (EN ADELANTE EL "PREDIO"), EL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DEL PREDIO APARECEN EN EL PLANO QUE COMO ANEXO A Y DEBIDAMENTE SUSCRITO POR LAS PARTES, FORMA PARTE INTEGRANTE DEL PRESENTE CONTRATO. **SEGUNDA:** POR EL PRESENTE ACTO, LOS VENDEDORES OTORGAN EN VENTA REAL Y ENAJENACIÓN PERPETUA A LA COMPRADORA EL PREDIO POR EL PRECIO DE S/99,096.00 (NOVENTA Y NUEVE MIL NOVENTA Y SEIS Y 000/100 NUEVOS SOLES), SUMA QUE SERÁ PAGADA POR LA COMPRADORA A LOS VENDEDORES MEDIANTE LA ENTREGA BAJO FE NOTARIAL DE UN CHEQUE DE GERENCIA NO NEGOCIABLE GIRADO A LA ORDEN DEL SEÑOR JOSÉ MARÍA MICHÁ GUEVARA, A LA FIRMA DE LA ESCRITURA PÚBLICA QUE ESTÁ MINUTA GRIGINE. ASIMISMO, LOS VENDEDORES Y LA COMPRADORA DECLARAN QUE LA ENTREGA DEL CHEQUE DE GERENCIA NO NEGOCIABLE ANTES MENCIONADO SURTIRÁ LOS EFECTOS CANCELATORIOS DEL PAGO DEL MISMO MODO. LAS PARTES ACUERDAN EXPRESAMENTE QUE ENTRE EL PRECIO PACTADO Y EL PREDIO EXISTE LA MÁS JUSTA Y PERFECTA EQUIVALENCIA, POR LO QUE DE SURGIR UNA DIFERENCIA POR CUALQUIER CAUSA, SE HACEN DE ELLA MUTUA Y RECÍPROCA DONACIÓN, PENUNCIANDO A CUALQUIER ACCIÓN O EXCEPCIÓN TENDIENTE A INVALIDAR LOS EFECTOS DE LA PRESENTE COMPRAVENTA. **TERCERA:** LOS VENDEDORES SE OBLIGAN A SUSCRIBIR TODOS LOS DOCUMENTOS PÚBLICOS Y PRIVADOS Y A REALIZAR TODOS LOS TRÁMITES QUE FUERAN NECESARIOS PARA LA FORMALIZACIÓN DE LA PRESENTE MINUTA Y PARA LA INSCRIPCIÓN DE LA COMPRAVENTA MATERIA DE ESTE CONTRATO EN LOS REGISTROS PÚBLICOS. **CUARTA:** LAS PARTES DECLARAN QUE EN LA CELEBRACIÓN DEL PRESENTE CONTRATO NO HA MEDIADO DOLO, FUERZA, VIOLENCIA NI NINGUNA OTRA CAUSAL QUE LO INVALIDE, ESTANDO AMBAS PARTES DE ACUERDO CON EL PRECIO Y DEMÁS CONDICIONES DE VENTA. **QUINTA:** LA VENTA SE REALIZA AD CORPUS Y COMPRENDE LA TOTALIDAD DEL PREDIO CON TODAS SUS ENTRADAS, SALIDAS, USOS, COSTUMBRES, ÁRBOLES, CONSTRUCCIONES Y EN GENERAL TODO CUANTO DE HECHO Y POR DERECHO LE CORRESPONDE, SIN RESERVA NI LIMITACIÓN ALGUNA, CUALQUIERA QUE SEA EL TÍTULO EN VIRTUD DEL CUAL LOS VENDEDORES LOS ADQUIRIERON. **SEXTA:** LOS VENDEDORES DECLARAN QUE SOBRE EL PREDIO NO PESA NINGUNA CARGA NI GRAVAMEN NI MEDIDA JUDICIAL O EXTRAJUDICIAL QUE LIMITE O IMPIDA SU TRANSFERENCIA, NO OBSTANTE LO CUAL SE OBLIGA A LA EVICCIÓN Y SANEAMIENTO DE LEY. **SÉTIMA:** ES DE CARGO DE LOS VENDEDORES EL PAGO DEL IMPUESTO PREDIAL POR EL AÑO 2007 Y DE CARGO DE LA COMPRADORA EL PAGO DEL IMPUESTO DE ALCABALA, SI CORRESPONDIERA EL PAGO DE DICHO IMPUESTO DE ACUERDO A LEY SE DEJA EXPRESA CONSTANCIA EN EL SENTIDO QUE EL PREDIO HA SIDO ADQUIRIDO POR LOS VENDEDORES ANTES DEL PRIMERO DE ENERO DEL AÑO 2004, POR LO QUE NO CORRESPONDE EL PAGO A CUENTA DEL IMPUESTO A LA RENTA ESTABLECIDO EN EL DECRETO LEGISLATIVO N.º 945 - EN ATENCIÓN A LO DISPUESTO EN EL INCISO LITERAL C DEL ARTÍCULO 53-B, INCORPORADO POR EL ARTÍCULO 13 DEL REGLAMENTO DE LA LEY DEL IMPUESTO A LA RENTA, APROBADO POR DECRETO SUPREMO N.º 026-2004-EP. LOS VENDEDORES CUMPLE CON PRESENTAR COPIA CERTIFICADA DE LA FICHA N.º 120562 DEL REGISTRO DE PREDIOS DE CAJAMARCA PARA ACREDITAR EL HECHO QUE ADQUIRIERON EL PREDIO CON ANTERIORIDAD AL PRIMERO DE ENERO DE 2004. **OCTAVA:** LAS PARTES SE SOMETEN A LOS JUICES Y TRIBUNALES DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA RENUNCIANDO AL FUERO DE SUS DOMICILIOS, PARA EL CASO DE SUSCITARSE CUALQUIER CONTROVERSIJA RELATIVA A LA VALIDEZ O EJECUCIÓN DEL PRESENTE CONTRATO. **NOVENA:** LAS PARTES SEÑALAN COMO SUS DOMICILIOS LOS QUE APARECEN EN LA INTRODUCCIÓN DEL PRESENTE DOCUMENTO, A LOS CUALES SE REMITIRÁN TODAS LAS COMUNICACIONES VINCULADAS AL PRESENTE CONTRATO PARA QUE SURTA EFECTOS CUALQUIER CAMBIO DE DOMICILIO DEBERÁ SER COMUNICADO POR ESCRITO CON UNA ANTECIPACIÓN DE 15 (QUINCE) DÍAS CALENDARIOS, EN CASO CONTRARIO SE TENDRÁ POR VÁLIDA LA COMUNICACIÓN EFECTUADA AL DOMICILIO ANTERIOR. - AGREGUE USTED, SEÑOR NOTARIO, LAS CLAUSULAS E INSERTOS DE LEY CAJAMARCA, 1.º DE FEBRERO DE 2008 FIRMADO JOSÉ MARÍA MICHÁ GUEVARA, MARÍA GEORGINA SÁNCHEZ DE MICHÁ (VENDEDORES), VIOLETA ESPERANZA VIGO VARGAS - ASOCIACIÓN LOS ANDES DE CAJAMARCA - AUTORIZADA LA PRESENTE MINUTA POR EL DR. KAMIL PADILLA GUZMÁN - CAL N.º 37616 INDICACION NOTARIAL. EL PRESENTE CONTRATO SE ENCUENTRA AFECTO AL PAGO DE ALCABALA, DE CONFORMIDAD CON EL DEC. LEG. N.º 952, EL MONTO ES EL 3% DEL VALOR DE TRANSFERENCIA QUE SE CANCELARÁ A LA MUNICIPALIDAD CORRESPONDIENTE, DEBIENDO REALIZARSE DICHO PAGO HASTA EL ÚLTIMO DÍA HÁBIL DEL MES CALENDARIO SIGUIENTE A LA FECHA DE EFECTUADA LA PRESENTE TRANSFERENCIA, HACIENDO PRESENTE QUE EL MONTO DE LA TRANSFERENCIA, NO PODRÁ SER MENOR AL VALOR DEL AUTOVALUO DEL PREDIO, CORRESPONDIENTE AL EJERCICIO EN QUE SE PRODUCE LA TRANSFERENCIA. CAJAMARCA, 8 DE FEBRERO DEL 2008 = INSERTO J - PAGO DE ALCABALA - MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JESÚS - CAJAMARCA - UNIDAD DE RENTAS Y ADMINISTRACIÓN TRIBUTARIA - COMPROBANTE DE INGRESOS - N.º 16612 NOBRE ASOCIACIÓN LOS ANDES DE CAJAMARCA - FECHA 07/02/08 - DESCRIPCIÓN IMPUESTO ALCABALA - FICHA 120562 - VALOR VENTA S/ 99.096.096 S/ - IMPORTE S/ 1.922.88 - SELLO MUNICIPALIDAD DISTRITAL JESÚS - CAJAMARCA - 05 FEB 2008 TESORERÍA - PAGADO - FE NOTARIAL DE ENTREGA DE DINERO (CHEQUE) - EN ESTE ACTO YO EL NOTARIO DOY FE PREVIA OFICINA: JR. JUNÍN 836 - TELFS. N.º 36-2590-36-3500 - CAJAMARCA - PERU

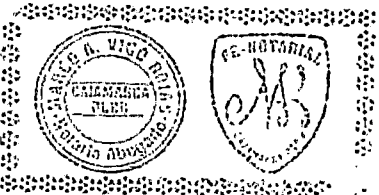
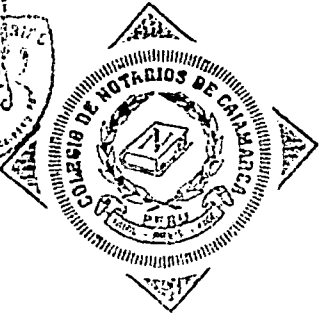
REGISTRO DE ESCRITURAS PÚBLICAS - HABIÉNDOSE CONCLUIDO EL PROCESO DE FIRMAS ANTE MÍ EL NOTARIO C
FECHA DIECISIETE DE DICIEMBRE DEL AÑO DOS MIL SIETE - DE TODO LO QUE DOY FE =====
FIRMADO: VIOLETA VIGO VARGAS - ASOCIACION LOS ANDES DE CAJAMARCA, JOSÉ MARÍA MICHA GUEVARA, MA
GEORGINA SÁNCHEZ DE MICHA - FIRMA DEL DR. MARCO ANTONIO VIGO ROJAS - NOTARIO DE CAJAMARCA. =====

A SON DEVIDA DE *Los Andes de Cajamarca*
EN PRESENCIA DE *Los Andes de Cajamarca* NOTARIO CON EL CUAL SE DE
LA PRESENTE EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA, PERÚ, EL DÍA *17* DE
EL AÑO *2007*

18 FEB 2008



Marco Antonio Vigo Rojas
DR. MARCO ANTONIO VIGO ROJAS
NOTARIO ABOGADO
CAJAMARCA



DR. MARCO ANTONIO VIGO ROJAS**NOTARIO ABOGADO**

UNA DIFERENCIA POR CUALQUIER CAUSA, SE HACEN DE ELLA MUTUA Y RECÍPROCA DONACIÓN, RENUNCIANDO A CUALQUIER ACCIÓN O EXCEPCIÓN TENDIENTE A INVALIDAR LOS EFECTOS DE LA PRESENTE COMPRAVENTA. SE DEJA EXPRESA CONSTANCIA QUE EL VALOR INDIVIDUAL DE CADA UNO DE LOS PREDIOS ES EL SIGUIENTE: SI 147.556,50 (CIENTO CUARENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y SEIS Y 50/100 NUEVOS SOLES) POR EL PREDIO 1. - SI 175.372,50 (CIENTO SETENTA Y CINCO MIL TRESCIENTOS SETENTA Y DOS Y 50/100 NUEVOS SOLES) POR EL PREDIO 2. **TERCERA:** LOS VENEDORES SE OBLIGAN A SUSCRIBIR TODOS LOS DOCUMENTOS PÚBLICOS Y PRIVADOS Y A REALIZAR TODOS LOS TRÁMITES QUE FUERÁN NECESARIOS PARA LA FORMALIZACIÓN DE LA PRESENTE MINUTA Y PARA LA INSCRIPCIÓN DE LA COMPRAVENTA MATERIA DE ESTE CONTRATO EN LOS REGISTROS PÚBLICOS. **CUARTA:** LAS PARTES DECLARAN QUE EN LA CELEBRACIÓN DEL PRESENTE CONTRATO NO HA MEDIADO DOLO, FUERZA, VIOLENCIA NI NINGUNA OTRA CAUSAL QUE LO INVALIDE, ESTANDO AMBAS PARTES DE ACUERDO CON EL PRECIO Y DEMÁS CONDICIONES DE VENTA. **QUINTA:** LA VENTA SE REALIZA AD CORPUS Y COMPRENDE LA TOTALIDAD DE CADA UNO DE LOS PREDIOS CON TODAS SUS ENTRADAS, SALIDAS, USOS, COSTUMBRES, AIRES, CONSTRUCCIONES Y EN GENERAL TODO CUANTO DE HECHO Y POR DERECHO LE CORRESPONDE, SIN RESERVA NI LIMITACIÓN ALGUNA, CUALQUIERA QUE SEA EL TÍTULO EN VIRTUD DEL CUAL LOS VENEDORES LOS ADQUIRIERON. **SEXTA:** LOS VENEDORES DECLARAN QUE SOBRE LOS PREDIOS NO PESAN NINGUNA CARGA NI GRÁVAMEN NI MEDIDA JUDICIAL O EXTRAJUDICIAL QUE LIMITE O IMPIDA SU TRANSFERENCIA, NO OBSTANTE LO CUAL SE OBLIGA A LA EVICCIÓN Y SANEAMIENTO DE LEY. **SÉTIMA:** ES DE CARGO DE LOS VENEDORES EL PAGO DEL IMPUESTO PREDIAL POR EL AÑO 2007 Y DE CARGO DE LA COMPRADORA EL PAGO DEL IMPUESTO DE ALCABALA, SI CORRESPONDIERA EL PAGO DE DICHO IMPUESTO DE ACUERDO A LEY. SE DEJA EXPRESA CONSTANCIA EN EL SENTIDO QUE LOS PREDIOS HAN SIDO ADQUIRIDOS POR LOS VENEDORES ANTES DEL PRIMERO DE ENERO DEL AÑO 2004, POR LO QUE NO CORRESPONDE EL PAGO A CUENTA DEL IMPUESTO A LA RENTA ESTABLECIDO EN EL DECRETO LEGISLATIVO N° 945. EN ATENCIÓN A LO DISPUESTO EN EL INCISO 1 LITERAL C DEL ARTÍCULO 53-B, INCORPORADO EN EL ARTÍCULO 13 DEL REGLAMENTO DE LA LEY DEL IMPUESTO A LA RENTA, APROBADO POR DECRETO SUPREMO N° 086-2004-EF, LOS VENEDORES CUMPLEN CON PRESENTAR COPIA CERTIFICADA DE LA FICHA N° 81731 Y COPIA CERTIFICADA DE LA FICHA N° 81693 DEL REGISTRO DE PREDIOS DE CAJAMARCA, PARA ACREDITAR EL HECHO QUE ADQUIRIERON LOS PREDIOS CON ANTERIORIDAD AL PRIMERO DE ENERO DE 2004. **OCTAVA:** LAS PARTES SE SOMETEN A LOS JUECES Y TRIBUNALES DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA RENUNCIANDO AL FUERO DE SUS DOMICILIOS, PARA EL CASO DE SUSCITARSE CUALQUIER CONTROVERSIJA RELATIVA A LA VALIDEZ O EJECUCIÓN DEL PRESENTE CONTRATO. **NOVENA:** LAS PARTES SEÑALAN COMO SUS DOMICILIOS LOS QUE APARECEN EN LA INTRODUCCIÓN DEL PRESENTE DOCUMENTO, A LOS CUALES SE RÉMITIRÁN TODAS LAS COMUNICACIONES VINCULADAS AL PRESENTE CONTRATO. PARA QUE SURTA EFECTOS CUALQUIER CAMBIO DE DOMICILIO DEBERÁ SER COMUNICADO POR ESCRITO CON UNA ANTICIPACIÓN DE 15 (QUINCE) DÍAS CALENDARIOS. EN CASO CONTRARIO SE TENDRÁ POR VÁLIDA LA COMUNICACIÓN EFECTUADA AL DOMICILIO ANTERIOR. **AGREGUE USTED, SEÑOR NOTARIO, LAS CLÁUSULAS E INSERTOS DE LEY CAJAMARCA, 06 DE DICIEMBRE DE 2007:** FIRMADO: VIOLETA VIGO VARGAS. - ASOCIACION LOS ANDES DE CAJAMARCA; JOSÉ MARÍA MICHA GUEVARA, MARÍA GORGINA SÁNCHEZ DE MICHA. - AUTORIZADA LA PRESENTE MINUTA POR EL DR. KAMIL PADILLA GUZMAN, ABOGADO CON REGISTRO CAL N° 37610. - **INDICACIÓN NOTARIAL:** LA PRESENTE MINUTA SI PAGA IMPUESTO DE ALCABALA DENTRO DEL TÉRMINO QUE FACULTA LA LEY POR SUPERAR EL VALOR DEL PREDIO LAS 10 UNIDADES IMPOSITIVAS TRIBUTARIAS AL QUE SE REFIERE EL ART. 2° DE LA LEY N° 27963, DE FECHA 17 DE MAYO DEL 2003, CONFORME SE APRECIA DEL RECIBO DE PAGO PREDIAL DEL ÚLTIMO PERÍODO, CUYA COPIA SE ADJUNTA A LA MINUTA. - CAJAMARCA, 06 DE DICIEMBRE DEL 2007. - FIRMA Y SELLO DEL DR. MARCO A. VIGO ROJAS, NOTARIO ABOGADO. **FE NOTARIAL DE ENTREGA DE DINERO MEDIANTE CHEQUE DE GERENCIA NO NEGOCIABLE:** EN ESTE ACTO YO EL NOTARIO, DOY FE DE LA ENTREGA DE DINERO QUE EFECTUÓ LA SRTA. VIOLETA ESPERANZA VIGO VARGAS, EN REPRESENTACIÓN DE LA ASOCIACION LOS ANDES DE CAJAMARCA, A LOS VENEDORES, MEDIANTE EL CHEQUE DE GERENCIA NO NEGOCIABLE, A CARGO DEL BANCO INTERBANK, SIGNADO CON EL N°: 04045706 003 702 0400401012 A LA ORDEN DEL SR. JOSÉ MARÍA MICHA GUEVARA, POR EL MONTO DE SI. 322.929,00 (TRESCIENTOS VEINTIDÓS MIL NOVECIENTOS VEINTINUEVE CON 00/100 NUEVOS SOLES). - C31. - CHEQUE DE GERENCIA - CAJAMARCA. - NO NEGOCIABLE. - FIRMA Y SELLO: PATRICIA PASTOR CARDENAS - BACK OFFICE - INTERBANK, LIZZETH ALCANTARA ZELADA - REPRESENTANTE FINANCIERO. - INTERBANK. - **INSERTO III:** CERTIFICO QUE HE TENIDO A LA VISTA EL RECIBO DE PAGO DE IMPUESTO DE ALCABALA QUE HA CONTINUACIÓN TRANSCRIBO: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JESUS - CAJAMARCA. - RUC 20171779660. - UNIDAD DE RENTAS Y ADMINISTRACION TRIBUTARIA. - COMPROBANTE DE INGRESOS. - N° 16235. - NOMBRE: ASOCIACION LOS ANDES DE CAJAMARCA. - FECHA: 14-12-07. - DESCRIPCIÓN: IMPUESTO DE ALCABALA. - P. UNITARIO: 8652,87. - IMPORTE: 8652,87. - TOTAL: SI. 8652,87. - UN SELLO Y FIRMA: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JESUS - CAJAMARCA. - 14 DIC. 2007. - TESORERIA - PAGADO. - **CONCLUSIÓN:** FORMALIZADO EL INSTRUMENTO INSTRUI A LOS OTORGANTES DE SU OBJETO Y CONTENIDO, LECTURA DEL QUE TODO EL LES HICE, ASIMISMO SE DEJA EXPRESA CONSTANCIA DE CONFORMIDAD CON LO DISPUESTO EN LA LEY N° 28194 DEL 25 DE MARZO DEL 2004, Y SU REGLAMENTO MODIFICADO MEDIANTE D.S. N° 147-2004-EF DEL 20 DE OCTUBRE DEL 2004, DE QUE EL TIPO DE MEDIO DE PAGO ES TIPO: **CHEQUE**. - **CÓDIGO 007.** EL MISMO QUE FIRMAN ANTE MÍ DE LO QUE DOY FE. - LA PRESENTE ESCRITURA QUE SE INICIA EN LA FOJA 6667 Y TERMINA EN LA FOJA 6668 DE LA SERIE "B" DEL

NOTARIA



VIGO ROJAS

**ANEXO 03: CONSTANCIA DE NO
AFECTACIÓN DE ÁREAS NATURALES
PROTEGIDAS EMITIDA POR EL INSTITUTO
NACIONAL DE RECURSOS NATURALES.**



MINISTERIO DE AGRICULTURA
 INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
 ADMINISTRACIÓN TÉCNICA FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE - CAJAMARCA
 INRENA - ATFFS - CAJAMARCA



"AÑO DEL DEBER CIUDADANO"

Cajamarca, 18 de Octubre del 2007.

OFICIO N° 647-2007-INRENA-IFFS-ATFFS-CAJ.

Señor:
Lic. TELMO ROJAS ALCALDE
 Gerente de Servicios Públicos
 Municipalidad Provincial de Cajamarca.

ASUNTO: Georeferenciación del área propuesta para disposición de Residuos Sólidos.
 REFERENCIA: a) MEMORANDUM N° 0993-2007-INRENA-IFFS (CIF)
 b) OFICIO N° 090-2007-GSP-MPC.

Tengo el agrado de dirigirme a usted para expresarle mi más cordial saludo y a la vez con respecto al asunto del rubro y a los documentos indicados en la referencia, hacerle llegar adjunto al presente **el mapa y reporte resultado de la Georeferenciación de un área solicitada para complejo de disposición final para Residuos Sólidos**, ubicado en el departamento de Cajamarca.

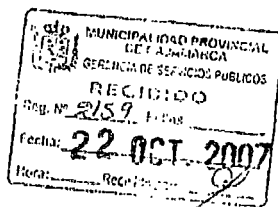
Para su conocimiento y demás fines que estime pertinente.

Sin otro particular, me suscribo de usted, no sin antes expresarle mi mayor consideración y estima.

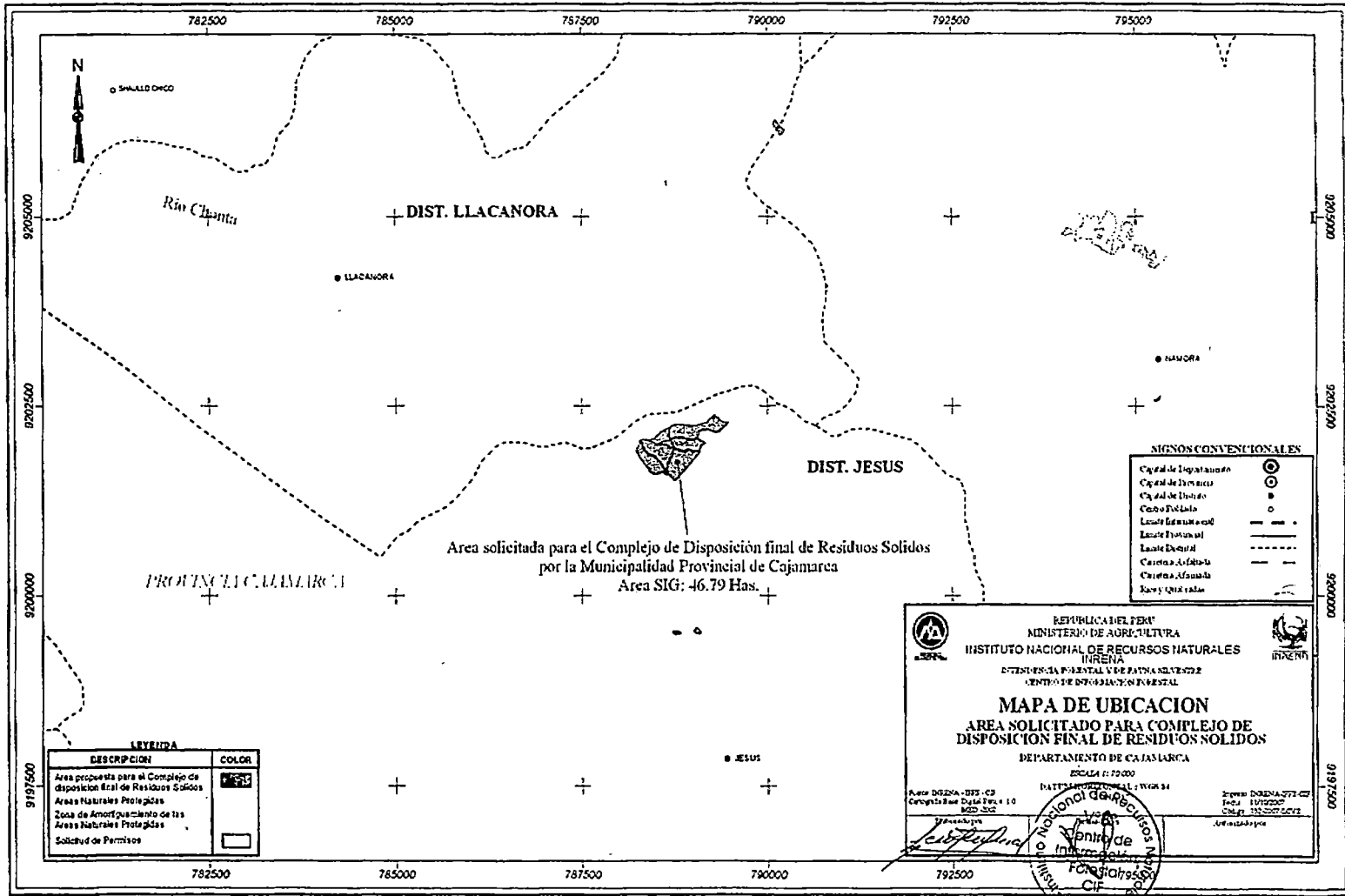
Atentamente,



MINISTERIO DE AGRICULTURA
 INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
 ADMINISTRACIÓN TÉCNICA FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE - CAJAMARCA
 INRENA - ATFFS - CAJAMARCA
 Lic. Andrés Ramírez González
 Gerente de Servicios Públicos



C.c
 Archivo



REPORTE DEL CIF - IFFS

Responsable : Ing. Lenin Cruyff Ventura Santos

Referencia : MEMORANDUM Nº 2291-2007-INRENA-IANP/DPANP
 DEPARTAMENTO : CAJAMARCA
 ATFFS : CAJAMARCA

Hoja: 1

SOLICITANTE	UBICACIÓN POLITICA					SUPERFICIE		OBSERVACIONES
	DISTRITO (SOLIC)	DISTRITO (SIG)	PROVINCIA (SOLIC)	PROVINCIA (SIG)	DPTO (SIG)	AREA SOL (Ha)	AREA SIG (Ha)	
	INFORMACION DEL AREA PARA REGISTRO DE PLANTACIONES FORESTALES							
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA	-	JESUS	-	CAJAMARCA	CAJAMARCA	-	46,79	El Area Solicitada para el Complejo de Disposicion Final de Residuos Solidos, no se superpone con los temas de la base de datos del Centro de Información Forestal (CIF).





 Firma del Responsable

**ANEXO 04: INFORME DE ZONIFICACIÓN
DEL PREDIO EMITIDO POR LA
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JESÚS.**

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JESÚS

ALCALDIA

"Año de las Cumbres Mundiales en el Perú"

Jesús, 11 de Enero del 2008.

Oficio N° 03-2008-MDJ/A.

Señor.

Marco Aurelio La Torre Sánchez.
Alcalde de la Municipalidad Provincial
De Cajamarca.

Presente.-

Asunto : Remito Informe Sobre Inspección Ocular.

Referencia : Oficio NO. 094-2007-GSPJ-MPC.

De mi mayor consideración,

Me es grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente y al mismo tiempo remitirle Informe en el cual se indica el resultado de la Inspección Ocular del terreno donde se ubicara en el futuro el "Complejo para Procesamiento Integral de Residuos Sólidos de la Ciudad de Cajamarca, en el Distrito de Jesús".

Sin otro en particular, me despido de usted no sin antes testimoniarle las muestras de mi especial consideración y estima.

Atentamente,

Cc.
RLLM/Archivo

INFORME N° 2

DEL: Gerente de Desarrollo Integral, Alejandro Angulo Bada.
 AL: Alcalde distrital de Jesús, Marco Antonio Ruiz Ortiz
 ASUNTO: Informe de Zonificación del Predio donde se ubicará el **Complejo de tratamiento y disposición final de residuos sólidos** de la Municipalidad provincial de Cajamarca.
 FECHA: 11 de enero del 2008

En mi condición de ex Jefe de proyecto del Plan de ordenamiento territorial POT del distrito de Jesús (L1C4 130) y habiendo coordinado con el Regidor Nehemias Bazán Gómez, integrante de la comisión de regidores de la Comisión a la cual fue derivada la solicitud del Gerente de Servicios Públicos de la Municipalidad de Cajamarca en la cual solicitan **constancia de zonificación de extensión urbana**, regidor que nos solicitó emitir opinión al respecto, me dirijo a usted para saludarle y brindar información sobre la zonificación del lugar donde estará ubicado el **Complejo de tratamiento y disposición final de residuos sólidos** de la Municipalidad provincial de Cajamarca, terreno ubicado en extremo norte del distrito de Jesús, donde se ubican los caseríos de San José de Canay y Palturo en el mapa actual trabajado por el Proyecto Plan de ordenamiento territorial del distrito de Jesús POT.

Al respecto, el Proyecto que fue co-financiado entre la Municipalidad y el Fondo Contravalor Perú Alemania FPA expresa los detalles siguientes en relación a la zonificación del citado predio:

1. Ubicación del predio (ver mapa de ubicación):

- Ubicación en las coordenadas. Tomando como referencia la copia del mapa de ubicación del citado Complejo que expide el INRENA, en el mapa del POT se ubica entre las coordenadas: perpendiculares 788,000-792,000 y horizontales 9'200,000-9'204,000
- Denominación: Sin denominación en los mapas base, de uso mayor y uso potencial de suelos del POT, pero según uno de los documentos que forma parte de la solicitud emitidos por COFOPRI se denominará VILLA MARIA.
- Localidad: extremo norte del distrito de Jesús, en el caserío de San José de Canay (ver copia del mapa base actual adjunto).
- Caserío: San José de Canay
- Distrito: Jesús
- Provincia: Cajamarca
- Región: Cajamarca

2. Área del terreno

Según copia de mapa de georeferenciación adjunta a la solicitud del INRENA, el predio tiene un área de:

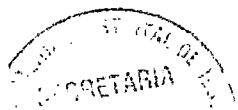
- 46.70 hectáreas.

3. Uso del suelo-zonificación (ver copia de capacidad de uso mayor del suelo)

De acuerdo al POT:

- Mapa de capacidad de uso mayor del suelo, es decir la capacidad para la cual sirve o se puede utilizarse el terreno, el predio destinado al **Complejo de tratamiento y disposición final de residuos sólidos** se clasifica como suelos F-X suelos de producción forestal-protección¹.

¹ Plan de ordenamiento territorial, Municipalidad de Jesús, Página 58 del POT, 2007



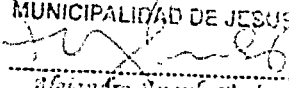
- Mapa de uso potencial del suelo, el predio en mención se clasifica como suelos de clase VII-VIII, es decir suelos aptos para pastizales o bosques con severas limitaciones al normal desarrollo, y suelos no aptos para cultivos, pasturas ni forestales².

4. Vocación del suelo del predio según el Plan de Ordenamiento Territorial (POT).

En base a los estudios realizados por el POT, se concluye que la vocación del uso del suelo correspondiente al predio Villa María es *no agrícola*. Por tanto, se cataloga al terreno del citado predio como *zona de expansión urbana* del caserío de Chuco, es decir factible de instalar edificaciones y viviendas o servicios y por tanto recomendada para asentamientos humanos. Por tanto la zonificación recomendada es no agrícola, sino otros usos. Y como tal es apta para cualquier tipo de edificación y sus respectivos servicios.

Es cuanto tengo que informar a usted.

Atentamente,

MUNICIPALIDAD DE JESUS


Alejandro Angulo Bad.

**ANEXO 05: CERTIFICADO DE
INEXISTENCIA DE RESTOS
ARQUEOLÓGICOS DEL INSTITUTO
NACIONAL DE CULTURA.**


Instituto Nacional de Cultura

1 de 7

CIRA Nº 2009- 0138

CERTIFICADO DE INEXISTENCIA DE RESTOS ARQUEOLÓGICOS
DE LA SOLICITUD

Nº DE EXPEDIENTE : 0199
 FECHA : 28 de Enero del 2009.
 RECURRENTE : Asociación Los Andes de Cajamarca.

UBICACIÓN:

DISTRITO : Jesús.
 PROVINCIA : Cajamarca.
 DEPARTAMENTO : CAJAMARCA.

PLANOS PRESENTADOS

NUMERO DE PLANO : Plano U-01 de "Ubicación General"
 Plano T-01 "Topográfico".
 ESCALA Y FECHA : Plano U-01 (1/ 250,000 de Enero del 2008)
 Plano C-1 (1/ 1,500 de Enero del 2008)
 FIRMADO POR : Gersón A. Díaz Alcalde, C.I.P Nº 57617.

ÁREA EVALUADA:

PROYECTO : "RECUPERACIÓN, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CAJAMARCA".

COLINDANCIAS:

- Por el Norte, con terrenos eriazos (Cerro sin nombre).
- Por el Sur, con Río Checras.
- Por el Este, con Río Checras.
- Por el Oeste, con terrenos eriazos (Cerro sin nombre).

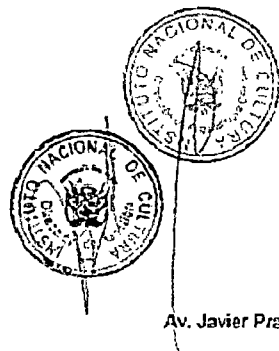
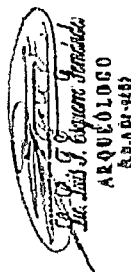
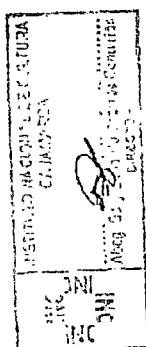
VÉRTICES UTM:

COORDENADAS UTM.		
Nº DE VÉRTICE	PSAD - 56	
	ESTE	NORTE
1	788,290.08	9202,055.61
2	788,303.10	9202,059.02
3	788,321.83	9202,057.72
4	788,339.54	9202,052.98
5	788,351.76	9202,067.06
6	788,366.12	9202,087.30
7	788,378.90	9202,062.26
8	788,394.10	9202,062.46

Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa

Av. Javier Prado Este Nº 2465, San Borja, Lima 41 - Perú. Telef. (511) 476-9895 / 476-9874-3579

Página web: www.inc.gob.pe

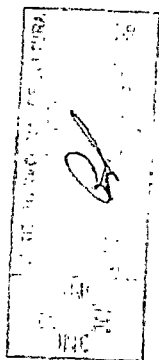




Instituto Nacional de Cultura

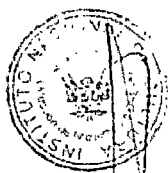
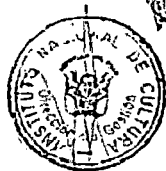
2 de 7

CIRA N° 2009-0188

9	788,404.12	9202,054.30
10	788,428.34	9202,058.88
11	788,435.09	9202,060.25
12	788,437.44	9202,063.41
13	788,444.10	9202,06722
16	788,473.44	9202,071.28
17	788,480.14	9202,075.79
18	788,489.96	9202,073.57
19	788,504.28	9202,083.20
20	788,508.16	9202,092.27
21	788,512.84	9202,099.42
22	788,519.67	9202,107.18
23	788,524.50	9202,112.47
24	788,533.58	9202,121.10
25	788,542.53	9202,129.94
26	788,551.69	9202,135.69
27	788,561.53	9202,141.93
28	788,569.00	9202,145.50
29	788,576.89	9202,151.60
30	788,584.57	9202,158.20
31	788,592.98	9202,158.63
32	788,604.09	9202,156.52
33	788,613.56	9202,162.30
34	788,621.09	9202,164.47
35	788,627.23	9202,163.14
36	788,637.31	9202,166.40
37	788,645.12	9202,171.19
38	788,653.34	9202,175.63
39	788,661.01	9202,181.78
40	788,668.52	9202,183.75
41	788,675.50	9202,185.79
42	788,685.44	9202,187.03
43	788,692.96	9202,189.54
44	788,701.57	9202,194.72
45	788,705.78	9202,202.03
46	788,710.88	9202,203.66
47	788,716.19	9202,209.36
48	788,727.30	9202,224.60
49	788,736.91	9202,227.89
50	788,748.99	9202,233.25
51	788,760.65	9202,238.56
52	788,770.17	9202,237.67
53	788,782.29	9202,238.03
54	788,792.90	9202,238.01
55	788,805.44	9202,242.26
56	788,817.30	9202,240.21
57	788,827.70	9202,241.18
58	788,841.57	9202,238.67




 R. J. Espinoza Jimenez
 AROQUEÓLOGO
 R.H.A. DE 0837



Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa

Av. Javier Prado Este N° 2465, San Borja, Lima 41 - Perú. Telf. (511) 476-6895 / 476-9874-3579

Página web: www.inc.gob.pe

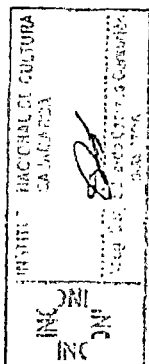


Instituto Nacional de Cultura

3 de 7

CIRA N° 2009- 0138

58	788,841.57	9202,238.67
59	788,859.45	9202,238.10
60	788,870.31	9202,235.99
61	788,882.66	9202,230.65
62	788,887.47	9202,222.31
63	788,901.03	9202,224.36
64	788,911.02	9202,225.73
65	788,923.35	9202,221.09
66	788,933.87	9202,219.63
67	788,945.53	9202,223.55
68	788,956.93	9202,222.21
69	788,965.60	9202,219.43
70	788,971.44	9202,210.93
71	788,981.77	9202,205.68
72	788,991.12	9202,202.33
73	789,003.13	9202,203.78
74	789,015.15	9202,206.94
75	789,025.17	9202,210.18
76	789,033.59	9202,202.37
77	789,046.40	9202,202.03
78	789,060.61	9202,197.58
79	789,073.91	9202,199.07
80	789,087.18	9202,203.79
81	789,098.70	9202,203.96
82	789,110.78	9202,205.57
83	789,116.35	9202,212.81
84	789,131.59	9202,212.83
85	789,141.03	9202,218.40
86	789,162.97	9202,219.95
87	789,177.32	9202,226.90
88	789,187.92	9202,228.83
89	789,203.60	9202,230.33
90	789,212.73	9202,245.33
91	789,221.56	9202,256.52
92	789,257.15	9202,281.81
93	789,266.59	9202,286.08
94	789,276.42	9202,294.69
95	789,282.78	9202,303.43
96	789,298.57	9202,306.68
97	789,315.50	9202,315.02
98	789,321.81	9202,319.53
99	789,336.58	9202,326.40
100	789,346.05	9202,329.91
101	789,357.01	9202,340.95
102	789,371.22	9202,347.64
103	789,391.12	9202,352.14
104	789,405.53	9202,358.72
105	789,417.78	9202,363.14



ARQUEÓLOGO
R.M.A.P.F-443



Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa

Av. Javier Prado Este N° 2465, San Borja, Lima 41 - Perú. Teléf. (511) 478-9895 / 476-9874-3579

Página web: www.inc.gob.pe

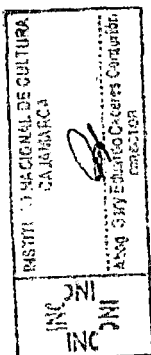


Instituto Nacional de Cultura

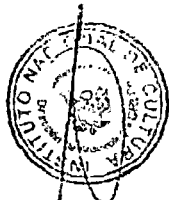
4 de 7

CIRA Nº 2009- 0188

106	789,427.53	9202,373.26
107	789,434.97	9202,363.82
108	789,444.14	9202,356.60
109	789,451.25	9202,344.59
110	789,462.22	9202,334.73
111	789,517.29	9202,308.32
112	789,526.55	9202,296.84
113	789,526.37	9202,284.22
114	789,521.33	9202,277.86
115	789,518.62	9202,269.79
116	789,514.85	9202,255.59
117	789,478.68	9202,212.00
118	789,476.35	9202,209.46
119	789,468.92	9202,198.09
120	789,457.99	9202,191.81
121	789,423.87	9202,153.04
122	789,415.46	9202,145.24
123	789,406.01	9202,133.56
124	789,395.82	9202,127.78
125	789,385.96	9202,123.55
126	789,378.14	9202,116.21
127	789,371.44	9202,111.31
128	789,365.15	9202,108.45
129	789,355.54	9202,108.45
130	789,341.49	9202,115.09
131	789,325.10	9202,117.47
132	789,310.65	9202,125.47
133	789,297.98	9202,130.22
134	789,285.64	9202,134.43
135	789,275.72	9202,137.20
136	799,262.09	9202,142.41
137	789,250.03	9202,144.85
138	789,238.19	9202,147.40
139	789,197.03	9202,142.16
140	789,185.97	9202,143.76
141	789,174.17	9202,135.97
142	789,164.67	9202,137.06
143	789,155.70	9202,135.64
144	789,148.01	9202,135.94
145	789,137.64	9202,136.37
146	789,127.00	9202,133.05
147	789,121.26	9202,132.42
148	789,125.06	9202,120.46
149	789,130.53	9202,103.92
150	789,136.40	9202,087.82
151	789,142.91	9202,069.44
152	789,152.60	9202,041.42
153	789,163.54	9202,013.48



Javier Prado Este
ARQUEÓLOGO
 R.H. 091-0819



Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa

Av. Javier Prado Este Nº 2465, San Borja, Lima 41 – Perú. Teléf. (511) 476-9895 / 470-9874-3579

Página web: www.inc.gob.pe



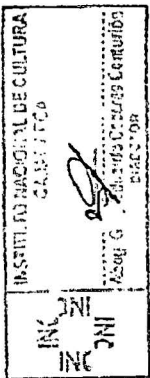
Instituto Nacional de Cultura


5 de 7

CIRA N° 2009-

0188

154	789,176.38	9201,987.36
155	789,183.95	9201,972.41
156	789,162.77	9201,956.75
157	789,140.78	9201,942.09
158	789,130.16	9201,932.16
159	789,114.33	9201,910.90
160	789,103.30	9201,894.57
161	789,085.54	9201,862.22
162	789,078.59	9201,842.06
163	789,075.60	9201,833.06
164	789,063.56	9201,806.49
165	789,039.25	9201,780.92
166	789,011.77	9201,759.23
167	788,982.49	9201,733.13
168	788,967.59	9201,720.25
169	788,952.19	9201,707.02
170	788,924.02	9201,684.06
171	788,904.94	9201,665.45
172	788,882.04	9201,642.19
173	788,854.11	9201,619.86
174	788,841.34	9201,604.02
175	788,828.57	9201,586.63
176	788,812.67	9201,567.20
177	788,797.25	9201,542.39
178	788,786.62	9201,523.70
179	788,783.89	9201,519.01
180	788,774.75	9201,503.84
181	788,760.11	9201,479.11
182	788,754.60	9201,467.92
183	788,740.19	9201,475.57
184	788,729.42	9201,483.62
185	788,720.86	9201,490.86
186	788,712.20	9201,499.19
187	788,702.56	9201,511.10
188	788,685.34	9201,527.25
189	788,678.20	9201,543.50
190	788,667.01	9201,555.16
191	788,647.11	9201,576.96
192	788,638.70	9201,585.68
193	788,620.26	9201,589.38
194	788,599.25	9201,593.39
195	788,585.72	9201,601.61
196	788,574.14	9201,612.16
197	788,564.91	9201,622.65
198	788,550.67	9201,624.51
199	788,530.39	9201,614.37
200	788,520.94	9201,600.43
201	788,497.52	9201,599.72




 Dr. César J. Espinoza Fernández
 ARQUEÓLOGO
 R.H.A. DE-0052



Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa

Av. Javier Prado Este N° 2465, San Borja, Lima 41 - Perú. Teléf. (511) 476-9895 / 476-9874-3579

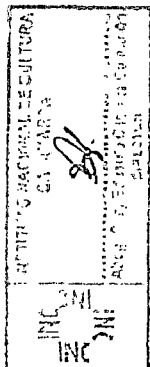
Página web: www.inc.gob.pe



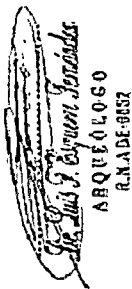
Instituto Nacional de Cultura

6 de 7

CIRA N° 2009- 0188



202	788,491.23	9201,602.53
203	788,472.67	9201,606.99
204	788,457.22	9201,610.53
205	788,444.83	9201,608.62
206	788,434.00	9201,613.43
207	788,417.12	9201,630.41
208	788,401.39	9201,635.70
209	788,393.49	9201,629.81
210	788,384.91	9201,643.41
211	788,372.19	9201,668.76
212	788,354.85	9201,698.32
213	788,341.09	9201,721.76
214	788,332.15	9201,738.58
215	788,316.95	9201,759.27
216	788,302.88	9201,782.55
217	788,290.70	9201,800.67
218	788,279.32	9201,820.70
219	788,267.26	9201,841.75
220	788,252.60	9201,867.40
221	788,239.51	9201,896.27
222	788,232.37	9201,021.46
223	788,230.88	9201,937.09
224	788,232.91	9201,948.87
225	788,235.91	9201,965.62
226	788,248.36	9201,980.81
227	788,255.60	9201,992.51
228	788,273.42	9202,009.36
229	788,284.50	9202,023.90
230	788,290.25	9201,036.77



ÁREA TOTAL : 503,246.75 m2 (50.32 ha).

PERÍMETRO : 3710.39 ml.

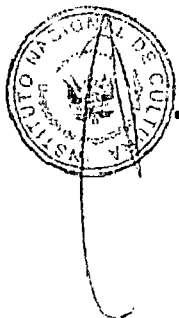
DE LA EVALUACIÓN.

- El Informe N° 220-2008-INC-C/OF.ARQL del 25.08.2008, de la Lic. Diana Rojas Monar, con RNA N° AR-0821 Arqueóloga del área de Arqueología del Instituto Nacional de Cultura de Cajamarca, de la Supervisión de Campo al Proyecto de Evaluación Arqueológica de Reconocimiento en superficie para la "RECUPERACIÓN, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CAJAMARCA".
- INFORME FINAL DEL PROYECTO DE EVALUACIÓN ARQUEOLÓGICA DE RECONOCIMIENTO EN SUPERFICIE PARA LA "RECUPERACIÓN, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CAJAMARCA" dirigido por la Lic. Milagros Benilde ECHEVARRIA JARA, con RNA CE-0239, aprobado por la COMISIÓN NACIONAL TÉCNICA DE ARQUEOLOGÍA, mediante Acuerdo N° 948 del 05 de diciembre del 2008, emitiéndose la Resolución Directoral N° 043/INC del 15 de Enero del 2009.

"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"

Av. Javier Prado Este N° 2465, San Borja, Lima 41 - Perú. Teléf. (511) 476-9895 / 476-9874-3579

Página web: www.inc.gob.pe





Instituto Nacional de Cultura

7 de 7

CIRA N° 2000- 0188

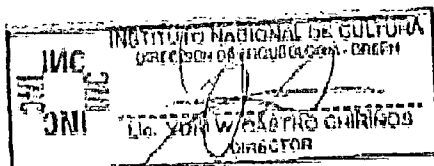
DE LA APLICACION DE LOS ARTICULOS 22° y 30° DE LA LEY GENERAL DEL PATRIMONIO CULTURAL DE LA NACION - LEY 28296.

COLINDA CON ZONA ARQUEOLOGICA: NO EXISTE COLINDANCIA.

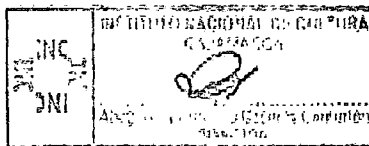
SE CONCLUYE: NO EXISTEN VESTIGIOS ARQUEOLÓGICOS EN SUPERFICIE: en un área total de 503,246.75 m² (50.32 ha) y un perímetro total de 3,710.39 ml, correspondiente al PROYECTO DE EVALUACIÓN ARQUEOLÓGICA DE RECONOCIMIENTO EN SUPERFICIE PARA LA "RECUPERACIÓN, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CAJAMARCA", ubicado en el distrito de Josué, provincia de Cajamarca, departamento de Cajamarca.

OBSERVACIONES:

- En caso de hallarse evidencias arqueológicas durante los trabajos de remoción del terreno, se estará en la obligación legal de paralizar las obras y comunicar inmediatamente al Instituto Nacional de Cultura a fin de evaluar el caso, toda vez que de producirse la afectación al patrimonio arqueológico, por el incumplimiento de dicha observación, se procederá con la aplicación de las sanciones administrativas y penales estipuladas por la Ley N° 28296.
- La Municipalidad Provincial de Cajamarca, Fondo de las Américas, Asociación los Andes y/o los responsables de la ejecución de la obra de Ingeniería, deberán realizar labores de monitoreo arqueológico durante las obras que impliquen remoción del terreno. Para tal efecto, deberán asumir y presentar al Instituto Nacional de Cultura el respectivo plan de monitoreo arqueológico, a cargo de un licenciado en arqueología, para su aprobación correspondiente.



07 ABR 2009



IMPORTANTE: EL PRESENTE CERTIFICADO CARECE DE VALOR SI NO SE ACOMPAÑA CON LA COPIA DEL PLANO FIRMADO POR LOS FUNCIONARIOS RESPONSABLES EN ORIGINAL.

**ANEXO 06: CERTIFICADO DE
COMPATIBILIDAD DE USO
(ORDENANZA NRO. 201-CMPC)**



Municipalidad de Cajamarca

ORDENANZA MUNICIPAL No. 201-OMPE

Cajamarca, 25 de mayo del 2001

EL ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA

POR CUANTO:

El Concejo Municipal de Cajamarca, en sesión pública,

HISTO:

En Sesión Ordinaria de Consejo de fecha 21 de mayo de 2000, el Informe No. 0168-2000-S02/HC-001/MPD de la Independencia de Decanato Urbano y Provincial Informe No. 195-2000-001-001/MPD de Accesor Local de la Gerencia de Desarrollo Territorial (GDT) y No. 23 2000-001/MPD del Comité de Desarrollo Urbano y Accesor de la Gerencia de Desarrollo Territorial, en conjunto con el Informe de la Gerencia de Discriminación de Uso de Terreno del mismo Comité, respecto a los usos de suelo para el desarrollo de la Zona de Desarrollo y Provisión de Agua No. 01-8-2000 y

CONSIDERANDO:

Que los gobiernos locales gozan de autonomía política, económica, administrativa en los asuntos de su competencia, conforme lo establece el Artículo 154º de la Constitución Política del Perú, así como en la Ley de Reforma Constitucional No. 27580, en concordancia con el Artículo II de Título Preliminar de la Ley Orgánica de Municipalidades No. 27972.

Que la estructura orgánica del Poder Ejecutivo para las Intendencias Municipales en la forma de gerencias de gobierno, administrativas y de administración, con susjeción al ordenamiento jurídico.

Que el artículo 11 de la Ley No. 27972, Ley Orgánica de Municipalidades establece que es función exclusiva de las municipalidades provinciales regular y controlar el proceso de exportación de desechos sólidos, líquidos y voluminosos industriales en el ámbito provincial.

Que el Reglamento de la Ley No. 27314 - Ley General de Residuos Sólidos, aprobado mediante D.S. No. 047-2000-PCM, señala en su Art. 10º que, con respecto a las municipalidades provinciales en coordinación con las municipalidades distritales la evaluación e identificación de los sectores geográficos de su jurisdicción que pueden ser utilizados para la construcción de estructuras de residuos.

Que, teniéndose en cuenta la preocupación de esta Corporación Edil, respecto a la protección del derecho de todos los ciudadanos del distrito a gozar de un ambiente saludable, conforme lo consagra el artículo 22 de la Constitución Política del Estado, es necesario determinar con precisión el área que va a ser destinada para la infraestructura de residuos.

Que, por Artículo IV del Título Preliminar de la Ley No. 27972 los gobiernos locales representan al vecindario, promueven la adecuada prestación de los servicios públicos locales y el desarrollo local sustentable y armónico de su jurisdicción.



Municipalidad de Cajamarca

Que, por lo dispuesto en los incisos 7 y 8 del Artículo 5º de la Ley No 27972 - Ley Orgánica de Municipalidades, con atribuciones del Concejo Municipal: "Aprobar el Sistema de Gestión Ambiental Local y sus instrumentos, en concordancia con el Sistema de Gestión Ambiental Nacional y Regional" así como "Aprobar, modificar o derogar las Ordenanzas y dejar sin efecto los Acuerdos".

Que, según lo dispuesto en el Artículo 45º de la Ley Orgánica de Municipalidades No 27972, y, con el voto unánime de los señores regidores, se aprueba la siguiente:

ORDENANZA QUE DETERMINA EL AREA DE TERRENO DESTINADO COMO RESERVA PARA INFRAESTRUCTURA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE CAJAMARCA



ARTÍCULO PRIMERO. - La presente Ordenanza tiene por OBJETO determinar el área de terreno destinado como reserva para infraestructura de residuos sólidos en la provincia de Cajamarca.



ARTÍCULO SEGUNDO. - DETERMINAR, la ubicación del terreno destinado como reserva para infraestructura de residuos sólidos de acuerdo a la memoria descriptiva y planos que van como anexos y que forman parte integrante de la presente Ordenanza Municipal.



ARTÍCULO TERCERO. - ENCARGAR, a la Gerencia de Desarrollo Territorial y Gerencia de Desarrollo Ambiental, el cumplimiento de la presente Ordenanza.

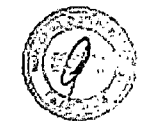
DISPOSICION FINAL

Esta Ordenanza entra en vigencia el día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de los Avisos provinciales y en la Página Web de la Municipalidad Provincial de Cajamarca, encargándose a la Oficina de Comunicaciones y Relaciones Institucionales y a la Oficina Gerencia de Intervención y Sistemas, según su competencia.



POR LO TANTO

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, CÚMPLASE Y ARCHÍVESE



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA

 María Emilia La Torre Ancha
 ALCALDE PROVINCIAL

**ANEXO 07: CONSTANCIA DE INSTITUTO
NACIONAL DE DEFENSA CIVIL.**



**GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
OFICINA DEFENSA NACIONAL**

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA

“Año de las Cumbres Mundiales en el Perú”

Cajamarca, 25 de marzo de 2008.

OFICIO N° 161 - 2008/GR.CAJ./ ODN

**SEÑOR
JUAN MOLINA HUERTAS
Gerente de Desarrollo Ambiental
Municipalidad Provincial de Cajamarca
Jr. Mariano Melgar N° 331 – Colmena Baja.**

PRESENTE.-

ASUNTO: REMITE EVALUACIÓN DE RIESGO: “COMPLEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE CAJAMARCA”.

**REF. : a. OFICIO N° 08-2008-GDA-MPC.
b. INFORME N° 008-2008-GR-CAJ/ ODN.**

Mediante el presente me dirijo a usted por especial encargo del Sr. Presidente Regional y el mío en particular, a la vez adjunto al presente el informe realizado por el Ing. Walter Antonio Torres Aguirre, concerniente a la Evaluación de Riesgo: “Complejo de Residuos Sólidos de Cajamarca”, para los fines pertinentes.

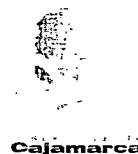
Sin otro particular, hago propicia la ocasión para manifestarle las muestras de mi especial consideración y estima.

Atentamente,

ODN/ MAAC
WATA/Aecg.



**GOBIERNO REGIONAL
CAJAMARCA
OFICINA DE DEFENSA NACIONAL**



INFORME N° 008 - 2008-GR-CAJ.ODN

AL : Cap. E.P @Miguel Angel ALVA CARDENAS
DIRECTOR OFICINA DEFENSA NACIONAL

ASUNTO : Evaluación de Riesgo : “ Complejo de Residuos Sólidos de
Cajamarca”

REFERENCIA : Oficio N° 08-2008-GDA-MPC

FECHA : Cajamarca, 24 Marzo de 2008


Tengo el agrado de dirigirme a Ud., para expresarle mi cordial saludo y hacerle llegar a la vez la Evaluación de Riesgo del “ Complejo de Residuos Sólidos de Cajamarca”, solicitada por la Gerencia de Desarrollo Ambiental de la Municipalidad Provincial de Cajamarca.

Es todo cuanto informo para su conocimiento y fines.

Atentamente,

Cc.
Arch.

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA


Ing. Walter Torres Aguirre
OFICINA DE DEFENSA NACIONAL

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCIÓN DE DEFENSA CIVIL

" Año de las Cumbres Mundiales en el Perú "



I. OBJETIVO

El objetivo principal de la presente Evaluación de Riesgos, es la de identificar y estratificar los peligros, el análisis de vulnerabilidades y evaluar los riesgos a los que se encuentran expuesto El Terreno donde se construirá el " **COMPLEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CAJAMARCA**", de la ciudad de Cajamarca; con el fin de determinar las condiciones de seguridad y habitabilidad de la infraestructura y así recomendar medidas y acciones dirigidas a definir los parámetros estructurales y arquitectónicos, y de reducción de la vulnerabilidad de la población trabajadora e infraestructura, es decir evaluar las condiciones de seguridad estructurales y no estructurales.

II. SITUACIÓN GENERAL

La situación general es importante para tener un conocimiento más amplio de la zona de riesgo, en donde vamos a identificarlos peligros que afectan a la infraestructura, así como el reconocimiento de sus vulnerabilidades. Con los datos obtenidos, nos permite conseguir la información básica destinada a definir acciones estructurales y no estructurales que van a permitir salvaguardar la población y el medio ambiente, por lo que hemos determinado las siguientes consideraciones:

a. Ubicación Política y Geográfica.

REGIÓN	:	Cajamarca.
PROVINCIA	:	Cajamarca
DISTRITO	:	Jesús
CASERIO	:	Palturo
LUGAR	:	Predio Villa María

Coordenadas geográficas

ALTITUD	:	2,900.00 m.s.n.m.
LONGITUD	:	Entre 788,000-792,000 E
LATITUD	:	Entre 9°00'000-9°204,000 N

b. Descripción Física de la Zona.

El terreno se ubicado en el lugar denominado Villa Maria , Sector Palturo a una distancia aproximada de 16 kms. De la ciudad de Cajamarca y a 4Kms de la localidad de Llacanora, es un terreno ubicada a media ladera con pendiente moderada, por lo que al realizar los cortes al terreno, para evitar la inestabilidad de estos y evitar en el tiempo la ocurrencia de fenómenos de geodinámica externa por cuanto el terreno es arcilloso limoso.

No se visualizan viviendas a los alrededores, con excepción de la vivienda que se encuentra ubicada dentro del terreno.

Las aguas de las precipitaciones pluviales son contribuyentes del río Cajamarquino

La superficie del predio es de 46.4910 hás., dentro de las cuales 15 hás. Van ha ser destinadas para las instalaciones de la Planta de tratamiento y de relleno sanitario.

La topografía del terreno se muestra moderada, con pendientes regulares.

En cuanto al equipamiento e infraestructura solamente tenemos la carretera Cajamarca- San Marcos distante a unos 500 metros

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

Ing. Walter Torres Aguirre
OFICINA DE DEFENSA NACIONAL

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCIÓN DE DEFENSA CIVIL

" Año de las Cumbres Mundiales en el Perú"



Infraestructura: Consta de viviendas aisladas de material predominando el adobe y tapial en un 100% , las viviendas antiguas tienen una antigüedad de 20 a 30 años

Para mejor aprovechamiento del agua de lluvia, el ex propietario del terreno ha construido un pequeño reservorio de aproximadamente 500 metros cúbicos de capacidad

Servicios Básicos: A la actualidad, el predio es un terreno seco no cuenta con agua, desagüe, energía eléctrica, y teléfono público

Salud: El Centro de Salud más cercano es el de Llacanora, el que cuenta con personal asistencial: médico, enfermeras, obstétricas, Técnicos en Enfermería atendiendo a un promedio de 150 pacientes mensuales no solamente de la ciudad de Llacanora sino también de varias comunidades aledañas.

En cuanto al clima, éste tiene un clima frío, la temperatura promedio anual es de aproximadamente 13 °C, presenta altas precipitaciones pluviales durante los meses de octubre a Abril

La geomorfología local se encuentra expuesta a precipitaciones pluviales muy fuertes, el suelo es arcilloso con alto contenido de calcáreos , esta zona se caracteriza por presentar áreas planas (2 a 3 hás) que representan un 10% del total del área , y comprende a la formación capas rojas conformada por areniscas ferruginosas. Sobre la roca originaria la que se encuentra por debajo de los dos metros de profundidad. Es esta la única área donde se realiza agricultura al seco y que le servía de subsistencia al ex propietario.

c. Características Generales del Caserío

Los Pobladores de la comunidad tienen una cultura que viene influenciada por los avances de la humanidad y más que todo a la identidad que tienen con sus costumbres ancestrales que han sido heredadas a través del tiempo.

En cuanto al aspecto social y cultural, la población con sus autoridades se encuentra predispuesta e integrada para la gestión y realización de acciones de desarrollo, así mismo de coordinación directa con la capital de la provincia y la región, donde las relaciones con las Instituciones comprometidas en brindar apoyo son buenas.

d. Características Ambientales del Área.

En cuanto a características ambientales no se tiene mucha alteración de mismo, ya que en dicha localidad no existen proyectos, ni infraestructura industrial que disturben este medio, pero si es necesario que los pobladores agrupados y organizados planten una política ambiental interna.

Contemplándose dentro de las características ambientales, en el Medio Físico, en el *Aire* no existe presencia de partículas por fuertes vientos, ni contaminación atmosférica ni sonora; en cuanto al *Suelo y Geología*, se observan procesos de erosión por agentes externos en la ribera del río Cajamarquino.

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

Ing. Walter Torres Aguirre
OFICINA DE DEFENSA CIVIL



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCIÓN DE DEFENSA CIVIL



" Año de las Cumbres Mundiales en el Perú"

En el Medio Acuático, se tiene que tener cuidado con las aguas de lluvia y las aguas del río Cajamarquino en la zona de contacto con la base del macizo.

Infraestructura y Saneamiento, la basura que se dispondrá en la zona tendrá que realizarse con todos los requisitos medioambientales.

III. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

La identificación de los peligros que afectan principalmente a la localidad de Palturo, se han determinado y evaluado insitu, es decir en base a la observación e inspección.

a. Peligros Naturales y Tecnológicos.

Se ha logrado identificar los peligros principales y que causaría gran daño en la comunidad de Palturo zona esta que por la calidad de suelo, los peligros identificados que se presentarían son, **CONTAMINACIÓN AMBIENTAL** y Sismo clasificación corresponde a un Peligro como consecuencia de un Fenómeno Tecnológico y el otro como es un peligro de geodinámica interno

Los daños que ocasionaría el peligro identificado es pánico, zozobra colapso de infraestructura por construir

1. **Frecuencia:** La ocurrencia del peligro identificado se presenta generalmente en forma permanente
2. **Extensión:** La áreas de afectación si es que no se toman las previsiones que amerita el caso en materia del medioambiente comprometería alas ciudades de Namora, Matara, Llacanora, Jesús y la ciudad de Cajamarca.
3. **Duración:** La contaminación ambiental se da cuando nos son controlados los parámetros medioambientales y los sismos son impredecibles y se pueden presentar en cualquier momento, los que generar deslizamientos o derrumbes
4. **Estacionalidad:** El Peligro descrito tiene un estacionalidad y presencia al momento de hacer la inspección de permanente en el caso de la contaminación ambiental y en el caso de sismo impredecible(en cualquier momento).
5. **Severidad:** Como se puede indicar, la presencia potencial del peligro, se encontrará presente desde el primer momento que se empiece a recibir los residuos sólidos, esperando la presencia de algunos elementos favorables para intensificarse lo cual puede generarse con una fuerza y severidad, de tal forma que los afectados pueden ser un buen porcentaje de población que en ese momento se encuentran dentro del área de influencia de dicho peligro.
6. **Escala de Interpretación:** Cuando el peligro tecnológico y el peligro geodinámica interna intensifique su presencia, este tiene las características de enmarcarse en una escala alta, debido a las consecuencias que puede ocasionar por encontrarse su origen en la parte superior de la ciudad

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
 Ing. Walter Torres Aguirre
 Oficina de Defensa Civil

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCIÓN DE DEFENSA CIVIL



" Año de las Cumbres Mundiales en el Perú"

7. **Características:** La generación del fenómeno puede ser rápida o lenta según la presencia de los parámetros que vengán dando en el interior del suelo, en el que se encuentra ubicado.
8. **Peligros y Efectos Secundarios:** Entre los efectos secundarios que suelen presentarse en este tipo fenómenos esta los asentamientos diferenciales, la inestabilidad de los suelos por el exceso de agua, inestabilidad de la infraestructura que se construirá.
- b. **Antecedentes históricos sobre daños por el impacto de peligros naturales.**

El peligro de contaminación ambiental lo tenemos latente en la carretera Cajamarca. Ciudad de Dios a solamente 7 kms de la ciudad de Cajamarca , lo que queremos evitar es que no se repita dicha situación , en tal sentido las autoridades comprometidas con la construcción del Complejo de tratamiento de Residuos Sólidos, contemplará en la elaboración del Expediente Técnico todos los requisitos necesarios y suficientes de acuerdo a la normatividad vigente para evitar que se vuelva a repetir los ocurrido en le botadero anterior

c. Descripción del Peligro.

Como ya se indicaba anteriormente, la ubicación de la zona en estudio se encuentra en riesgo si es que no se toman las consideraciones que amerita el caso, por cuanto los daños que ocasionaría a las poblaciones comprometidas y al medioambiente serian irreparables, con respecto al peligro de sismo (geodinámica interna)que cuando este fenómeno encuentra los parámetros favorables aceleran su presencia en forma muy rápida y con consecuencias que cuando no se han tomado las previsiones del caso son catastróficas .

En resumen, según lo indicado en la identificación y descripción del peligro, el cual se grafica en el Mapa de Peligros, vamos a estratificar la magnitud de los mismos en el caso de que no se tomen las consideraciones correspondientes, según una proyección y apreciación que se ha podido determinar en gabinete de las condiciones observadas en campo:

PELIGRO	DESCRIPCIÓN
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	PELIGRO MEDIO (PM)
SISMO	PELIGRO MEDIO (PM)

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
Ing. Walter Torres Aguirre
OFICINA DE DEFENSA NACIONAL

IV. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

En este análisis, vamos a determinar cuantitativamente la infraestructura y población que pueden ser afectados por Los Peligros descritos

Contaminación Ambiental : es un peligro que se viene pronunciando en los últimos años debido a que perjudican la salud pública y el medio ambiente

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCIÓN DE DEFENSA CIVIL



" Año de las Cumbres Mundiales en el Perú "

Las fuerzas telúricas: en nuestro país son producidas por la subducción de placas, las que están en constante movimiento y pueden generar en cualquier momento movimientos sísmicos que a la vez pueden traer como consecuencia deslizamientos y derrumbes los que pueden contaminar el medio ambiente

El estudio del escenario consta de dos partes fundamentales; la descripción física de la zona expuesta (Vulnerabilidad Estructural) así como el estudio (Vulnerabilidad Socio – Económica), del cual la población que circula por dicho zona estaría expuesto al peligro; pero además vamos a establecer los otros tipos de vulnerabilidad , que también influyen en la determinación total del mismo, y que a continuación procedemos a analizar:

a. **VULNERABILIDAD NATURAL.**

La población que transitara por el área de influencia donde estará ubicado este Botadero de Residuos Sólidos son muy pocas las que se incrementarían con la construcción e implementación de la Planta de Tratamiento debido a que el peligro que presentaría es Alto, por cuanto afectaría a la naturaleza, infraestructura pública, por lo que se tiene que trabajar para tener una mayor capacidad de respuesta ante la posible ocurrencia del evento previsto. Por lo tanto, la Vulnerabilidad Natural es **MEDIA(VM)**.

a. **VULNERABILIDAD FÍSICA**

* **Estructural**

Según lo descrito anteriormente y de acuerdo a los peligros identificados tenemos que manifestar que la falta de dirección técnica en la construcción de las pocas viviendas, identificación del tipo de suelo, se considera como una vulnerabilidad media

Localización

A partir del año 2005 se acentuado el peligro de geodinámica interna (sismo) en la región Cajamarca, pero debido al tipo de material con que han sido construidas las pocas viviendas, y tener cuidado para las infraestructuras que se construyan en el futuro. La vulnerabilidad se considera como baja Media 45%)

Calidad Constructiva

Para los dos casos tenemos que por la calidad constructiva y la falta de planeamiento y control rural, así como por la falta de previsión en desastres.

* **Determinación general de la vulnerabilidad física**

VARIABLES	VB	VM	VA	VMA	TOTAL
Estructural		45			45
Localización		45			45
Calid const.			55		55
				Total	145

VF = 48.33 % Vulnerabilidad Media

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
 Ing. Walter Torres Aguirre
 OFICINA DE DEFENSA NACIONAL

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCIÓN DE DEFENSA CIVIL

" Año de las Cumbres Mundiales en el Perú"



b. VULNERABILIDAD SOCIAL, ECONOMICA, CULTURAL Y ECOLÓGICA

En la comunidad de El Palturo no muestra signos de pobreza extrema por cuanto viven de la agricultura y la crianza de animales menores.

La zona en análisis no tienen servicios básicos : agua, desagüe y electricidad, solamente cuentan con una vía con tratamiento bicapa

No tiene instituciones educativas, la población escolar tiene que ir a los distritos de Llacanora, Namora y Jesús , sus productos sirven para el comercio interior y el excedente se lo sacan al mercado de la ciudad de Cajamarca.

En cuanto a la composición de la calidad del aire y agua, esta zona por encontrarse a 16 kms de la ciudad de Cajamarca aparentemente se encuentra libre de contaminación del agua no así del aire.

Para el caso tenemos que por condición social, económica, cultural y ecológica , se presenta una vulnerabilidad media que alcanza el 50 %

c. VULNERABILIDAD TOTAL

$$VT = 0.7 \times VF + 0.3 \times VS$$

$$VT = 0.7 \times 1.93 + 0.3 \times 2.00 = 1.95$$

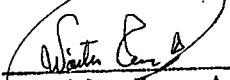
$$VT = 1.95 \text{ Vulnerabilidad Baja}$$

V. CALCULO DEL RIESGO

a. Determinación de los Niveles de Riesgo

1. La topografía del terreno se presenta favorable para que se produzca deslizamientos en caso de que no se tengan los cuidados en la construcción de la infraestructura para el Botadero de Residuos Sólidos
2. La crianza de animales domésticos y falta de mantenimiento de una adecuada cultura de salud y saneamiento , pueden generar plagas de insectos, roedores y parásitos así como epidemias de males estomacales, broncopulmonares y de la piel.
3. La zona de predio Villa María perteneciente al Caserío de Palturo, distrito de Jesús, provincia de Cajamarca comprende dos tipos de suelos Rendzinas en un 9% y Luvisol crónico en un 10 %
4. En Suelos Luvisol crónico la agricultura es muy limitada por las condiciones de falta de agua, muy baja fertilidad y textura arcillosa extrema los que hace que los agricultores muy bajas producciones, en los suelos de Rendzina, no aptos para agricultura

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA


 Ing. Walter Torres Aguirre
 OFICINA DE DEFENSA NACIONAL



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCIÓN DE DEFENSA CIVIL



" Año de las Cumbres Mundiales en el Perú "

Peligro Muy Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta

LEYENDA:



Riesgo Bajo (< de 25 %)



Riesgo Medio (26 % al 50%)



Riesgo Alto (51% al 75%)



Riesgo Muy Alto (76% al 100%)

Analizando el riesgo según este gráfico se deduce lo siguiente:

Peligro de Contaminación ambiental PM x VM = Riesgo Medio

Peligro de Sismo PM x VM = Riesgo Medio

Considerando el análisis planteado, se observa que la situación de riesgo menor se produce por el peligro de contaminación debido a que mayormente el análisis que se ha realizado solamente en un terreno en seco y que las posibilidades de contaminación están presentes dependiendo mucho del manejo que realicen en la infraestructura que construyan, así como las obras complementarias

b. Cuantificación del Riesgo y el Impacto Medio ambiental, Económico.

Después de determinar el riesgo, vamos a proceder a cuantificarlo y determinar el impacto económico que este produciría en caso de presentarse.

Según la información anteriormente indicada, correspondiente al número de personas contaminadas, así como la contaminación al medio ambiente

Elaboración del Mapa de Riesgos.

El mapa de riesgos, se elaborará, teniendo en consideración la información de campo procesada e indicada anteriormente, y el área de impacto del peligro,

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

Walter Torres Aguirre
Ing. Walter Torres Aguirre
 OFICINA DE DEFENSA NACIONAL



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCIÓN DE DEFENSA CIVIL



" Año de las Cumbres Mundiales en el Perú "

indicado en el Mapa de Peligros; lo que nos va a permitir calcular, bajo criterios cualitativos de las vulnerabilidades existentes en la zona, el riesgo que se va a presentar, el cual se presenta a continuación en el Mapa de Riesgos.

VI. CONCLUSIONES

De la evaluación de riesgos realizada podemos concluir que:

1. El predio de Villa María, Caserío de Palturo , en las condiciones actuales por encontrarse ante un evento que puede presentarse y teniendo en consideración que la población tiene poca capacidad de respuesta por la falta de conocimientos ante un fenómeno tecnológico se ha determinado que por carecer de un adecuado control ni planeamiento rural se encuentra en **RIESGO MEDIO**, frente al peligro de **CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Y SISMO**.
2. La autoridad local y la población deberán tomar acciones mediatas e inmediatas a través del mismo Comité Provincial de Defensa Civil y con el apoyo de Instituciones públicas y privadas, para prevenir y minimizar el riesgo luego de la construcción del Botadero de Residuos Sólidos

VII. RECOMENDACIONES

Entre las medidas preventivas, la autoridad responsable y/o la población deberán realizar las siguientes acciones para su protección:

* De Orden Estructural:

1. Implementar una Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos para reducir la contaminación del medio ambiente, mejorar las condiciones de salud pública y, sobre todo, hacer de la basura una fuente de ingresos económicos para la municipalidad.
2. Tener bastante cuidado con las precipitaciones pluviales, las cuales dificultan el manejo de dichos residuos por un lado y por otro la obra de infraestructura debe ser protegida con un sistema de drenaje integral.

* De Orden No Estructural:

1. Conformar su Comité del caserío de Defensa Civil, para que nos permita informarnos de las anomalías o reiteraciones de los fenómenos naturales y tecnológicos que se puedan presentar en la jurisdicción.

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

Walter Torres Aguirre
Ing. Walter Torres Aguirre
OFICINA DE DEFENSA NACIONAL



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCIÓN DE DEFENSA CIVIL



"Año de las Cumbres Mundiales en el Perú"

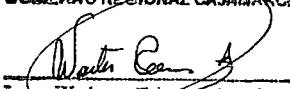
2. El Comité Provincial de Defensa Civil de Cajamarca tendrá la responsabilidad de monitorear las posibles presencia de estos fenómenos y en forma paralela capacitar a la población para que conozca el tipo de peligros con los que se tenga que convivir, trabajando la minimización de las vulnerabilidades para reducir el riesgo de tal forma que se logre una capacidad de respuesta inmediata y oportuna
3. Informar de cualquier evento diferente a los identificados, los que pueden ser asentamientos diferenciales, deslizamientos derrumbes u otros.
4. Implementar un Proyecto Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos., el que debe incluir
 - a. Programa de sensibilización a las juntas vecinales
 - b. Modernización del servicio de recolección y transporte de residuos sólidos
 - c. Implementación de la planta de tratamiento de residuos sólidos.
 - d. Comercialización de residuos inorgánicos reciclables (plásticos, vidrios, latas, etc.)

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Página web del INDECI (www.indeci.gob.pe)
- Página web de igp (www.igp.gob.pe)
- Pagina web de ingemmet(www.ingemmet.gob.pe)
- Ultimo Manual Básico para la Estimación del Riesgo
- Google earth 2007, Software Referenciado para visualización de fotografías satelitales

IX. ANEXOS

- a. Plano de Ubicación y Accesibilidad.

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

 Ing. Walter Torres Aguirre
 OFICINA DE DEFENSA NACIONAL

**ANEXO 08: INFORME FAVORABLE DE LA
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD –
CAJAMARCA.**

"AÑO DEL DEBER CIUDADANO"

INFORME N° 25 2007 GR.CAJ-DRS/DESA-USB

A : ALFONSO MORALES PERALTA.
 Director ejecutivo de Salud Ambiental.

DE : BACH, ALFONSO SALAZAR VIGO
 Asistente Recursos Naturales I

ASUNTO : Inspección de terreno.

REFERENCIA: OFICIO N° 089-2007-GSP-MPC.

FECHA : Cajamarca, 24 de septiembre del 2007.

MARCO LEGAL:

Reglamento de la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, Decreto supremo N° 057-2004-PCM, Título V, Capítulo I, Artículos 67 y 69.

Por el presente, tengo a bien informar sobre inspección de terreno en donde se ubicaría el "COMPLEJO DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS" de la localidad de Cajamarca, esta se realizó el día 20 de septiembre del año en curso; con participación del Licenciado en sociología Sr. Telmo Ramón Rojas Alcalde, Gerente de Servicios Públicos de la Municipalidad Provincial de Cajamarca y el Sr. José María Michá Guevara propietario del predio Villamaría de aproximadamente 46 Ha.

Ubicación

El terreno se ubica en el caserío San José de Cangy comprensión al distrito de Jesús al este del distrito de Llacanora a una altitud aproximada de 2800 msnm y a una distancia de 17 Km. Desde Cajamarca.

Vías de acceso

La única vía de acceso es la carretera asfaltada que une Cajamarca con Namora

Actividades:

Con las personas autorizadas se realizó inspección de terreno que se está considerando para la compra por parte de la Municipalidad Provincial de Cajamarca para la posible instalación del relleno sanitario.

En el lugar, observamos con el uso de una fisiofrontera que presenta el terreno es ligeramente llano en su mayoría, el suelo presenta una textura arenosa a franco arenosa, por este atraviesa 2 quebrantos que durante las lluvias en esta época, en la parte baja de este terreno se ubica el manantial que abastece a la zona del cual se abastece en muchos moradores para su uso doméstico. La casa manantial se ubica a una altura aproximadamente a 800 metros.

Al finalizar el recorrido se realizó un grabado del lugar y al Gerente Gobernador del caserío San José de Cangy, Sr. Telmo Rojas Alcalde Gerente de Servicios Públicos de la Municipalidad Provincial de Cajamarca la propuesta del proyecto de disposición final de residuos sólidos, donde se comprometieron su conformidad con la instalación de este relleno en la localidad, siempre y cuando se garantice la no

**ANEXO 09: RESOLUCIÓN DIRECTORAL DE
LA DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD
AMBIENTAL QUE APRUEBA EL ESTUDIO
DE IMPACTO AMBIENTAL.**

MINISTERIO DE SALUD

No. 0911-2009/DIGESA/SA



26 FEB 2009

Resolución Directoral

26 Febrero 2009

Lima, de..... del.....

Vista, la solicitud presentada por la **MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA**, identificada con R.U.C. N° 20143623042 y con domicilio en Jirón Cruz de Piedra N° 613, distrito, provincia y departamento de Cajamarca; sobre Aprobación de Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Recuperación, Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos en Cajamarca";(Expediente N° 10556-2008 EIA);

CONSIDERANDO:

Que, con fecha 15 de julio del 2008, el administrado solicitó a la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA, la Aprobación del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Recuperación, Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos en Cajamarca", ubicado en el distrito de Jesús, provincia y departamento de Cajamarca;

Que, el Informe N° 0298-2009/DSB/DIGESA de la Dirección de Saneamiento Básico, de fecha 16 de febrero del 2009, concluye que la solicitante ha cumplido con los requisitos estipulados en el Procedimiento N° 21 del Texto Único de Procedimientos Administrativos - TUPA, aprobado por Decreto Supremo N° 017-2005-SA, subsanando las observaciones formuladas al Estudio de Impacto Ambiental (EIA), por lo que resulta procedente otorgar administrativamente la aprobación solicitada;

Con la visación del Asesor Legal de la Dirección de Saneamiento Básico, del Director de Saneamiento Básico y del Director General de Salud Ambiental; y,

De conformidad con lo establecido en la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, Ley 27446; Ley General de Residuos Sólidos, Ley N° 27314; Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos, aprobado por Decreto Supremo N° 057-2004 PCM; Ley del Ministerio de Salud, Ley N° 27657; Ley General de Salud, Ley 26842; Ley General del Ambiente, Ley N° 28611, y Texto Único de Procedimientos Administrativos, aprobado por Decreto Supremo N° 017-2005-SA;

SE RESUELVE:

ARTICULO 1°.- APROBAR el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto "Recuperación, Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos en Cajamarca", ubicado en el distrito de Jesús, provincia y departamento de Cajamarca, a favor de la **MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA** a construirse en un área de 9,95 Ha. y cuyo terreno se encuentra localizado en las siguientes coordenadas UTM Sistema PSAD56:



Vértices	Coordenadas UTM	
	EAST	NORTE
A'	788708.0100	9201969.9100
B'	788773.0500	9201674.3300
C'	788684.1100	9201610.0400
D'	788646.9900	9201621.9300
E'	788507.4800	9201793.9600
F'	788297.0800	9201914.9200
G'	788320.9600	9202011.5000
H'	788504.2100	9201982.3300

ARTICULO 2°.- La **MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA** debe cumplir con implementar las medidas de prevención, control y mitigación de los impactos ambientales que se pudieran generar por la construcción, operación y cierre del relleno sanitario y planta de reaprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos e informar los resultados del Programa de Monitoreo Ambiental a la Dirección Regional de Salud de Cajamarca, con copia a la DIGESA, según cronograma aprobado en el EIA, gestionar la autorización sanitaria del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas y del taller de maestranza y lavado de vehículos.

ARTICULO 3°.- La **MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA** debe presentar dentro de los 30 días siguientes de la emisión de la presente resolución directoral los resultados del análisis de la calidad del agua de la quebrada Buitrón, aguas arriba y aguas abajo, correspondiente al área de influencia directa del proyecto, por un laboratorio acreditado ante el Indecopi.

ARTICULO 4°.- La **MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA** debe cumplir con lo señalado en el Informe N°298-2009/DSB/DIGESA, de fecha 16 de febrero del 2009, el cual forma parte de la presente resolución directoral.

ARTICULO 5°.- Remítase una copia de la presente Resolución Directoral a la Dirección Regional de Salud de Cajamarca, para su conocimiento y fines pertinentes.

Regístrese y comuníquese



MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
DIGESA
Ing. Javier E. Hernández Campanella
DIRECTOR GENERAL

MINISTERIO DE SALUD
Señala que en presencia de los señores Jueces de Paz y Promotores
de Justicia de la zona de influencia del proyecto se ha realizado una
visita de campo el día 26 FEB 2009

Sr. Enrique Showing Denegri
FEDATARIO - DIGESA
R.M. N° 226-2007 - MINS.A DEL 13/03/2007

**ANEXO 10: DOCUMENTOS DE OPINIÓN
TÉCNICA FAVORABLE AL PROYECTO
OTORGADO POR LA DIRECCIÓN
GENERAL DE SALUD AMBIENTAL.**



PERÚ

Ministerio
de SaludDirección General
de Salud Ambiental"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"

Lima, 24 JUN 2009

OFICIO N° 2355- 2009/DG/DIGESA

Señor
EDUARDO QUIROZ ROJAS
 Alcalde
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA
 Calle De La Cruz de Piedra N° 613
 Cajamarca.-

Asunto : Opinión Técnica Favorable del proyecto de Infraestructura de Tratamiento y Relleno Sanitario de Cajamarca, presentado por la Municipalidad Provincial de Cajamarca.

Referencia:

- a) Expediente N° 6646-2009 S2 del 02.03.2009
- b) Auto Directoral N° 137-2009/DSB/DIGESA/SA del 25.03.2009
Informe N° 00476-2009/DSB/DIGESA del 20.03.2009
- c) N° de anexo 6646-2009-S2-001 del 23.04.2009
- d) Auto Directoral N° 199-2009/DSB/DIGESA/SA del 05.05.2009
Informe N° 00567-2009/DSB/DIGESA del 04.05.2009
- e) N° de anexo 6646-2009-S2-002 del 08.05.2009
- f) N° de anexo 6646-2009-S2-003 del 14.05.2009
- g) N° de anexo 6646-2009-S2-004 del 27.05.2009

De mi consideración:

Me dirijo a usted en atención al expediente de la referencia para hacerle llegar el Informe N° 00839-2009/DSB/DIGESA elaborado por la Dirección de Saneamiento Básico de esta Dirección General, el mismo que concluye que su representada ha cumplido con presentar los requisitos establecidos en el procedimiento N° 27 del Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA) del Ministerio de Salud y ha levantado las observaciones formuladas al Expediente N° 6646-2009 S2.

Por lo cual, esta Dirección General otorga Opinión Técnica Favorable del proyecto de Infraestructura de Tratamiento y Relleno Sanitario de Cajamarca, a ubicarse en el distrito de Jesús, provincia y departamento de Cajamarca.

Atentamente,



MINISTERIO DE SALUD
 Dirección General de Salud Ambiental
 DIGESA
 Ing. Javier E. Hernández Campanella
 DIRECTOR GENERAL

JHC/MSB/MBK/ST
 Cc: DSB
 Adjunto: Informe N° 00839-2009/DSB/DIGESA

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.gob.pe

Calle Las Américas N° 350
 Urb. San Eugenio, Lima - Lima 24, Perú
 T (511) 4428353, 4428356 / F (511) 4226404



PERÚ

Ministerio
de SaludDirección General
de Salud Ambiental"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"**INFORME N° 00839-2009/DSB/DIGESA**

Para : Ing. MAGALY GUEVARA HUARHUACHI
Directora Ejecutiva de Saneamiento Básico

Asunto : Opinión Técnica Favorable del proyecto de Infraestructura de Tratamiento y Relleno Sanitario de Cajamarca, presentado por la Municipalidad Provincial de Cajamarca.

Referencia : a) Expediente N° 6546-2009 S2 del 02.03.2009
b) Auto Directoral N° 137-2009/DSB/DIGESA/SA del 25.03.2009
Informe N° 00476-2009/DSB/DIGESA del 20.03.2009
c) N° de anexo 6646-2009-S2-001 del 23.04.2009
d) Auto Directoral N° 199-2009/DSB/DIGESA/SA del 05.05.2009
Informe N° 00667-2009/DSB/DIGESA del 04.05.2009
e) N° de anexo 6646-2009-S2-002 del 08.05.2009
f) N° de anexo 6646-2009-S2-003 del 14.05.2009
g) N° de anexo 6646-2009-S2-004 del 27.05.2009

Fecha : Lima, 09 de Junio del 2009

1.0 ANTECEDENTES

- 1.1 La Municipalidad Provincial de Cajamarca, mediante la referencia a), en fecha 02.03.09, presenta a la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), solicitud para Opinión Técnica Favorable del proyecto "Recuperación, tratamiento y disposición final de residuos sólidos en Cajamarca".
- 1.2 Mediante Auto Directoral N° 137-2009/DSB/DIGESA/SA de fecha 25 de marzo del 2009, se remite al interesado el informe N° 476-2009/DSB/DIGESA, mediante el cual se formularon observaciones al expediente.
- 1.3 En fecha 23.04.2009, mediante la referencia c), el interesado presenta a la DIGESA, información como levantamiento de observaciones formuladas mediante el precitado informe.
- 1.4 Mediante Auto Directoral N° 0199-2009/DSB/DIGESA/SA de fecha 05 de mayo del 2009, se remite al interesado el Informe N° 0657-2009/DSB/DIGESA, a través del cual se reiteran las observaciones no levantadas por la Municipalidad Provincial de Cajamarca.
- 1.5 En fecha 08.05.2009, mediante la referencia e), la Municipalidad Provincial de Cajamarca presenta a la DIGESA información complementaria.
- 1.6 En fecha 14.05.2009, mediante la referencia f), la Municipalidad Provincial de Cajamarca presenta a la DIGESA, información como levantamiento de observaciones.
- 1.7 En fecha 27.05.2009, mediante la referencia g), la interesada presenta a la DIGESA, información complementaria.

2.0 MARCO LEGAL

- 2.1 Ley General de Salud, Ley N° 26842.
- 2.2 Ley del Ministerio de Salud, Ley N° 27657.
- 2.3 Ley General del Ambiente, Ley N° 28611.
- 2.4 Reglamento de la Ley del Ministerio de Salud, aprobado por D. S. N° 013-2002-S.A.
- 2.5 Ley General de Residuos Sólidos, Ley N° 27314.
- 2.6 D. L. N° 1055, que modifica la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos.
- 2.7 Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos, aprobado por D. S. N° 057-2004-PCM.
- 2.8 Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA) del MINSA, aprobado por D. S. N° 017-2005-S.A.

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa_2d.pe

Calle Las Américas N° 358
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
T (511) 4426153, 4426356 / F (511) 4226100



PERÚ Ministerio de Salud

Dirección General de Salud Ambiental

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"

Página N° 2 de 9 de Informe N° 830-2009/DSP/DIGESA

3.0 EVALUACIÓN DEL PROYECTO DEL RELLENO SANITARIO

3.1 ASPECTOS GENERALES

3.1.1. Ubicación del proyecto

El área del proyecto "Recuperación, tratamiento y disposición final de residuos sólidos en Cajamarca" se encuentra en el distrito de Jesús, provincia y departamento Cajamarca, a una altura de 2 800 m.s.n.m. aproximadamente. Las coordenadas UTM (sistema PSAD 56), de los vértices del polígono del área del proyecto de relleno sanitario son las siguientes:

Vértices	Coordenadas UTM	
	ESTE (E)	NORTE (N)
A'	786706.0100	9201969.8100
B'	788773.0500	9201674.3300
C'	786634.1100	9201610.0400
D'	786545.0900	9201621.9300
E'	786507.4800	9201793.5600
F'	786297.0800	9201914.5200
G'	788320.9600	9202011.5000
H'	786534.2100	9201992.3300

Área: 8.85 Ha

Perímetro: 1 404.77 m

3.1.2. Administración y proponente del proyecto

El proyecto de Infraestructura fue presentado a la DIGESA por la Municipalidad Provincial de Cajamarca, el mismo que se desarrolló con el apoyo de Minera Yanacocha a través de la Comisión Técnica de Coordinación en el marco del "Programa Minero de Solidaridad con el Pueblo de Cajamarca (PMSC)", siendo la Agente Administradora la Asociación Los Andes de Cajamarca. Dicha Asociación una vez concluida la construcción de la primera etapa, transferirá a la Municipalidad Provincial de Cajamarca en calidad de donación la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos que incluye el terreno, infraestructura y la maquinaria financiada con recursos del PMSC, quien será la responsable de su administración y operación.

3.1.3. Propiedad del terreno

El administrador presenta los siguientes documentos:

1. Copia del Testimonio Notarial de escritura pública número dos mil setecientos sesenta y tres, de compra y venta que otorga José María Micha Guevara y María Georgina Sánchez de Micha, a favor de Asociación Los Andes de Cajamarca de los predios identificados con unidades catastrales N° 36481 y N° 36483, inscritos en las ficha N° 81731 y N° 81693 del registro de predios de Cajamarca respectivamente, de las zonas denominadas Vilca María, ubicada en el sector de Palturo, distrito de Jesús, provincia y departamento Cajamarca.
2. Copia del Testimonio Notarial de escritura pública número tres mil ciento cuarenta y dos, de compra y venta que otorga José María Micha Guevara y María Georgina Sánchez de Micha, a favor de Asociación Los Andes de Cajamarca, del predio identificado con unidad catastral N° 22917 ubicado en el sector de Valle de Palturo, distrito de Jesús, provincia y departamento Cajamarca, inscrito en la ficha N° 120582.
3. Copia la ficha N° 81693, N° 120582, N° 113695 y N° 81731 de la oficina registral de Cajamarca.
4. Copia de la inscripción de sección especial de predios rurales CN9202216/CE769068 Ubic. Rur. Sector Palturo/ Predio Villa María Código predio 7_7859200_36483 Área Ha. 11.6900 U.C. 36483 Jesús, a favor de la Asociación Los Andes de Cajamarca.
5. Copia de la inscripción de sección especial de predios rurales CN9201817/CE789497 Ubic. Rur. Sector Palturo/ Predio Villa María Código predio 7_7859200_22916 Área Ha. 8.2611 U.C. 22916 Jesús, a favor de la Asociación Los Andes de Cajamarca.

www.digesa.mirca.gob.pe
www.digesa.ud.pe

Calle Las Armaptes N° 350
Urb. San Eugenio, Unico - Lima 14, Perú
T (512) 4428353, 4428356 / F (511) 4226404





PERÚ

Ministerio
de SaludDirección General
de Salud Ambiental"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"

Página N° 3 de 9 de Informe N°839-2009/DGSA/DIRGESA

6. Carta PMSC-ST/2009-368 de la Asociación Los Andes de Cajamarca suscrita por la Directora Ejecutiva, la Sra. Violeta Vigo Vargas en la que se señala que una vez concluida la construcción de la primera etapa, en cumplimiento a los acuerdos tomado por la Comisión Técnica de Coordinación, transferirá a la Municipalidad Provincial de Cajamarca en calidad de donación la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos que incluye el terreno, infraestructura y la maquinaria financiada con recursos del Programa Minero de Solidaridad con el Pueblo de Cajamarca.

3.1.4. Beneficiarios del proyecto

Los beneficiarios directos serán 172 000 pobladores del distrito de Cajamarca.

3.1.5. Vía de acceso

La accesibilidad al área del proyecto es por la carretera Cajamarca-Namora a la altura del kilómetro 13.8, siguiendo en dirección este por una vía carrozable hacia los centros poblados Palturo y Canay hasta el área del proyecto.

3.1.6. Clima

El clima de la zona del proyecto es Bosque Húmedo – Montano Tropical (bh – MT), se registra temperaturas máximas promedio de 21.75° C y la mínima 5.67° C; asimismo, se reporta valbres de precipitación promedio de 940mm/año, siendo los meses de mayor precipitación octubre a abril, la humedad relativa promedio es 72.84%.

3.1.7. Velocidad y dirección predominante del viento

La velocidad promedio del viento es 20.0 m/s (7.2km/h). Siendo la dirección predominante del viento en sentido Noroeste en la zona del proyecto, la cual se dirige en sentido contrario a la población asentada en el área de influencia indirecta del proyecto.

3.1.8. Distancia a la población más cercana

Por el sureste del proyecto a 1.9 km de distancia se encuentra la Hacienda Palturo; asimismo, a 1.9 km de distancia se ubica el centro poblado Atumpampa. En un área de influencia indirecta se encuentra el centro poblado Laguna Seca a 2.5 km y a 2.6 km el centro poblado Capullpampa.

3.1.9. Presencia de aguas superficiales

Los cuerpos superficiales de agua próximos al área del proyecto son las quebradas Chilca con caudal de 0.35 l/s, alimentado por manantiales provenientes de las partes altas y del manantial Chilca, ubicado antes del límite norte del proyecto, asimismo las quebradas temporales como Buitrón, una segunda en el medio y una tercera al sur sin nombres. Para lo cual se ha propuesto en el expediente del EIA (folios 438 y 439) el reforzamiento de la ladera correspondiente al margen izquierdo de la quebrada principal con enrocado a lo largo de 50 m lineales aproximadamente, tramo comprendido entre el camino de herradura que cruza la quebrada y el vértice Nor Este de la infraestructura para disposición final de residuos. Cabe precisar la existencia de dos manantiales, la primera ubicada hacia el norte del límite del proyecto y en zona alla denominada manantial Chilca, ubicada en la cota 2873. El segundo manantial denominado Capullpampa a 2 km aproximadamente del área del proyecto.

3.1.10. Profundidad de la capa freática

Según el estudio geofísico de resistividad, se ejecutaron siete (7) sondajes eléctricos verticales (SEV) en la zona del proyecto, con profundidades de 35.2m hasta 55.8m; las resistividades mas baja se encuentra por debajo de los 13.60 m respecto a la cota del terreno, hay una probabilidad de suelo húmedo y con indicios de agua, desde los 13.60 m hasta una profundidad de 41.60 m, a manera de una bolsanada de agua de 28 m del SEV 2.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto presentado por la municipalidad provincial de Cajamarca comprende la implementación de una infraestructura de tratamiento de residuos sólidos por el método de compostaje y un relleno sanitario.



www.dgspa.minsa.gob.pe
www.dirgesa.gob.pe

Calle Las Arroyolas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
T (51) 4428353, 4428355 / F (51) 4226404



PERÚ

Ministerio
de SaludDirección General
de Salud Ambiental"Decenio de las Personas con Discapacidades en el Perú"
"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"

Página N° 4 de 9 de Informe N° 829-2009/DSB/DIGESA

3.2.1. Generación de residuos sólidos

El distrito de Cajamarca tiene una población de 172 000 habitantes, siendo la generación per cápita de residuos sólidos es 0.70kg/hab/día, generando un total 120 Tn/día de origen doméstico y de origen comercial, mercados y similares 76Tn/día, siendo el 25% de residuos reaprovechables; por lo que, se dispondrá en el relleno sanitario 147Tn/día.

3.2.2. Vida útil

De acuerdo a lo descrito y sustentado en el proyecto de infraestructura la vida útil del relleno sanitario y la operación de la planta de compostaje será de 10 años.

3.2.3. Capacidad de operación

La disposición diaria de residuos sólidos en el relleno sanitario será 147Tn/día, disponiendo al año 53680 toneladas aproximadamente

3.2.4. Método de Operación y tipo de Infraestructura

El método de operación del relleno sanitario mecanizado será mixto (Trinchera y área) conformado por tres plataformas la primera conformada por una trinchera de sección superficial 180.0 m base mayor x 130.0m base menor y los lados 180.0m y 191.35m. De acuerdo a los planos 14, 15 y 16 Relleno Sanitario (primera etapa); Planta para perfil longitudinal y secciones transversales.

3.2.5. Instalaciones principales del proyecto

El proyecto cuenta con las siguientes áreas: Zona 3: Infraestructura administrativa y de servicios; la misma que abarca un área de 7 011.45 m² y un perímetro de 353.87 m. Zona 4: Relleno Sanitario, considerando un área de 29 250.00 m² y un perímetro de 696.38 m. Zona 5: Área de disposición de residuos peligrosos, comprende una superficie de 6 650.00 m² y un perímetro de 330.00. Zona 6: Área de clasificación de residuos inorgánicos, elaboración de compostaje y almacenes, comprende un área de 4 975.67 m² con un perímetro de 309.12 m. Zona 7: Infraestructura de matestranza y lavado de vehículos, abarca un área de 1 854.30 m² y perímetro 174.29. Las áreas antes señaladas se visualizan en la lámina 04A.

3.3. RELLENO SANITARIO

3.3.1. Impermeabilización de base y taludes

Para la Impermeabilización de la base y taludes de la infraestructura para la disposición final de residuos del ámbito municipal se colocará geomembrana de 1.5 mm de espesor sobre una base de 0.20 m de tierra compactada, luego se dispondrá geotextil no tejido de 300 gr/m², finalmente sólo para el caso de la base se cubrirá con suelo granular de 0.20 m de espesor. Con el fin de asegurar los materiales geosintéticos (geomembrana y geotextil), en los bordes de la superficie a ser impermeabilizada se realizará la excavación manual de las zanjas perimetrales para fijar y confinar dichos materiales. De acuerdo al plano 17 Relleno Sanitario (primera etapa) Impermeabilización de la base, sección típica y detalles.

3.3.2. Sistema de manejo de lixiviados

Para el manejo de los lixiviados la infraestructura de disposición final de residuos sólidos del ámbito municipal estará provista de un sistema de drenaje, poza de captación y succión, bomba de succión, poza de almacenamiento y recirculación de lixiviados.

a) Drenaje de lixiviados

El sistema de drenaje de los lixiviados estará conformado por un dren colector principal y drenes transversales secundarios. El dren longitudinal principal estará ubicado a lo largo de la base de la infraestructura, en su longitud mayor, con la finalidad de derivar los lixiviados hacia la poza de captación. Los drenes transversales secundarios tendrán la finalidad de drenar los lixiviados hacia el dren longitudinal principal, formando la espina de pescado. Estos drenes serán de forma trapezoidal con base mayor de 0.90m, base menor de 0.30m y altura de 0.30m. Los drenes serán habilitados por debajo de la cota de la base y estarán provista de geomembrana y geotextil de protección, siendo relleno con piedra mediana de 3" y 4" de diámetro hasta alcanzar la superficie de la base para luego ser cubierta con





PERÚ

Ministerio
de SaludDirección General
de Salud Ambiental"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"

Página N° 4 de 8 de Informe N° 838-2009/DGA/DIGESA

geotextil no tejido, para evitar la obstrucción del dren debido a su mezcla con la tierra de cobertura o residuos dispuestos.

b) Poza de captación y succión de lixiviados

Los lixiviados acumulados en la poza de captación serán monitoreados permanentemente para que de acuerdo al tirante de lixiviados acumulado, estos tengan que ser succionados para ser derivados a la poza de almacenamiento.

c) Poza de almacenamiento de lixiviados

La poza de almacenamiento de lixiviados estará cubierta en la base y taludes con geomembrana lisa de 1.00 mm de espesor, la cual estará fijada en la zanja de enclaje habilitada en todo el perímetro de la poza de almacenamiento. En el plano 20 Relleno sanitario (primera etapa); Poza para almacenamiento de lixiviados, planta e impermeabilización, se visualiza las dimensiones, corte, detalle, impermeabilización de talud y fijación de geosintéticos.

3.3.3. Sistemas de manejo de gases

Para el manejo y control de gases la Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos contará con drenes conformado por cilindros metálicos de 0.60 m de diámetro con perforaciones laterales en la superficie del cilindro en seis hilos verticales espaciadas aproximadamente cada 0.31 m y seis fileres horizontales espaciadas aproximadamente cada 0.15 m, construidas con soporte de madera y malla metálica y llenado con piedras de 10" a 15" pulgadas de diámetro, su construcción será de manera vertical conforme las celdas ascendan culminando en un cilindro metálico de 220 litros de capacidad para la quema del biogás que estará a 1.5 m sobre la superficie final del relleno. La distancia de separación de chimeneas es 30 m entre sí. En los planos 21 y 22 Relleno sanitario (primera etapa) Drenaje vertical para gases sección típica y detalles se visualiza la instalación de las chimeneas.

3.3.4. Celda de seguridad para residuos biocontaminados de establecimientos de atención de salud

Dentro del área del proyecto se implementará una celda para la disposición final de residuos biocontaminados procedentes de los establecimientos de atención de salud, donde la cobertura se realizará inmediatamente se haya concluido la descarga.

Para la impermeabilización de la base y taludes de la celda se colocará geomembrana de 2.0 mm de espesor sobre una base de 0.20 m de tierra compactada, luego se dispondrá geotextil no tejido de 300 g/m², finalmente solo para el caso de la base se cubrirá con material granular de 0.20 m de espesor. Con el fin de asegurar los materiales geosintéticos (geomembrana y geotextil), en los bordes de la superficie a ser impermeabilizada se realizará la excavación manual de las zanjas perimetrales para fijar y confinar dichos materiales. De acuerdo al plano 17 Celda de seguridad (primera etapa) impermeabilización de la base, sección típica y detalles.

Asimismo contempla un sistema de drenaje, poza de captación y succión, bomba de succión, poza de almacenamiento de lixiviados y recirculación. Según planos: N° 18 Celda de seguridad (primera etapa) drenaje e infraestructura para manejo de lixiviados, N° 19 Celda de seguridad (primera etapa), detalle dren longitudinal y captación de lixiviados y N° 20 Celda de seguridad (primera etapa) poza para almacenamiento de lixiviados, planta e impermeabilización. Así como, la instalación de drenes y chimeneas de evacuación y control de gases según plano N° 21 Celda de seguridad (primera etapa) drenaje vertical para gases.

3.4. PLANTA DE COMPOSTAJE

El proyecto contempla la implementación de una planta de compostaje con los residuos orgánicos previamente seleccionados que llegaran a la planta producto de la recolección selectiva

3.4.1. Descripción de la planta de compostaje

Para el compostaje tratamiento se construirán lechos para la compostera en un área de 2926 m². Donde el refino del compost será mediante tamizado. Asimismo, según lo descrito en el Estudio de Impacto Ambiental el proceso de compostaje tendrá un periodo de tres (3) meses, el cual consiste en la acumulación de 0.20 a 0.30 m de residuos en el área de

www.dgspa.minsa.gob.pe
www.digesa.dgpa

Calle Las Ampollas N° 350
Urb. San Eugenio, Lima - Lima 14, Perú.
T (511) 4422351, 4428956 / F (511) 4726404





PERÚ Ministerio de Salud

Dirección General de Salud Ambiental

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"

Página N° 6 de 8 de Informe N° 839-2009/DGSA/DGSA

compostaje, en donde se desarrollará el proceso de fermentación aeróbica a través de la humificación, para finalmente proceder al tamizado mediante una malla de 10mm.

Se controlará la calidad del compost con análisis en laboratorio de los siguientes parámetros: Nitrogeno (N), fósforo (P), potasio (K), materia orgánica, Ph, conductividad eléctrica, relación carbono /nitrogeno (C/N).

3.4.2. Sistema de ventilación y control de gases

El proceso de compost es aeróbico, por lo que, se procederá al riego ordenado y volteo a fin de facilitar la aireación; asimismo, para el control de gases se colocará un tubo perforado de 4" a 6" con orificios, a lo largo del área de compostaje. El proceso de fermentación considera un periodo de tres (3) meses, para lo cual se realizará seis (6) volteos el primer mes, tres volteos (3) el segundo mes y dos (2) volteos el último mes.

3.4.3. Herramientas y equipos de protocolo

Las herramientas con las que contará los trabajadores asignados a la producción de compost, son: carretilla de construcción, lampas de punta recta, tamping del tipo cuchara, trinche, zaranda con malla de alambre galvanizado, tubería de PVC SAL de 4" de 1.50m de longitud, costallitas de empaque de 25 a 30 kg. Así también los trabajadores contarán con equipos de protección personal como respirador o mascarilla, guantes de cuero, casco protector, botas de seguridad y mameluco.

3.5. SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE PRECIPITACION PLUVIAL

El proyecto contempla la habilitación de canales pluviales, con la finalidad de desviar las aguas de escurrimiento superficial fuera del área de la infraestructura. Los canales pluviales serán de carácter permanente, los cuales estarán en funcionamiento a lo largo de la vida útil y el tiempo estimado para la clausura y post clausura, asimismo se contará con canales pluviales temporales de forma trapezoidal, de acuerdo al Plano 59 Drenaje Pluvial Permanente Ubicación y Corte Típico.

Asimismo, según lo indicado en el EIA para el diseño del canal de coronación se ha considerado coeficiente de escurrimiento (0.3), intensidad máxima de precipitación pluvial (3.99 cm/hora), área drenada en hectáreas (5 ha), siendo el resultado 164.7 l/seg; sin embargo, por cuestiones constructivas el canal de coronación se ha diseñado para una sección transversal de 0.5m². El destino final de las aguas pluviales serán las quebradas ubicadas en el lado norte y sur del área del proyecto.

3.6. CERCO PERIMÉTRICO Y BARRERA SANITARIA

El cerco considerado para el proyecto será habilitado en toda la longitud del lindero perimetral. El material a ser empleado serán palos de eucaliptos anclados en el suelo mediante zapatas de concreto, y la colocación de cuatro hileras de alambre de púas en forma paralela a la superficie del suelo. Al ingreso de la infraestructura se habilitará una tranquera, de acuerdo al plano N° 56 Cerco Perimetral, letreros, ubicación y detalle.

Se plantearán árboles de *Eucalyptus globulus* en todo el perímetro del área de la infraestructura como barrera sanitaria, asegurando un sistema de riego para su mantenimiento.

3.7. SISTEMA DE MONITOREO AMBIENTAL

Según lo dispuesto en el Estudio de Impacto Ambiental el programa de monitoreo ambiental se desarrollará en forma anual durante la vida útil de la infraestructura y por un periodo de cinco (5) años después del cierre, considerando los siguientes parámetros:

- Agua superficial:** pH, T°, Conductividad Eléctrica, Coliformes Focales y Totales, Dureza Total, ST, STS, STD, N-NO₃, DBO₅, DQO, OD, A y G, Heterótrofo, metales pesados, parásitos y protozoarios. Los puntos de muestreo según coordenadas UTM PSAD 56 son: 9 201 976N, 788 689E y 9 202 046N, 788 594E (Quebrada Buitón).
- Agua subterránea:** pH, T°, Conductividad Eléctrica, Coliformes Focales y Totales, Dureza Total, ST, STS, STD, N-NO₃, DBO₅, DQO, OD, A y G, Heterótrofo, metales pesados, parásitos y protozoarios; Los puntos de muestreo según coordenadas UTM PSAD 56 son: 9201918N, 788 109E y 9201732N, 788241E.

www.dgssa.minsa.gob.pe
www.dgssa.gob.pe

Calle Las Américas N° 150
Urb. San Eugenio, Urce - Lima 10, Perú
T(511) 4428353, 4428355 / F(511) 4226104





PERÚ

Ministerio
de SaludDirección General
de Salud Ambiental"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"

Página N° 7 de 9 de Informe N° 030-2009/CSB/DIGESA

Las mediciones serán de forma trimestral para el caso del monitoreo de los cuerpos de agua.

- c) **Aire y Ruido ambiental:** PM10, NOX, SO2, H2S, CO2, CH4, y nivel de ruido. Los puntos de monitoreo según coordenadas UTM PSAD 56: 9201566N, 788192E y 9202175N, 789175E.
- d) **Lixiviados:** pH, T°, CE, ST, STS, STD, N-NO3, aceites y grasas, DBO5, DQO, OD, Coliformes Fecales, Coliformes Totales, Metales Pesados, No Metales, Heterótrofos. Asimismo, la frecuencia de muestreo será trimestral. Los puntos de monitoreo se visualizan en el plano N° 03 denominado "Monitoreo Ambiental Etapa de Operación, Clausura y Post clausura".

3.8. INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

En el área del proyecto se construirá oficinas administrativas, área de control-pesaje y servicios higiénicos, área de almacenamiento de residuos inorgánicos, taller de maestranza y lavado de unidades.

El área de control y pesaje se implementará con una balanza electrónica. Asimismo contará con los ambientes de guardiana, control de personal y servicios higiénicos. De acuerdo al plano N° 41 Casetas de pesaje y control instalaciones sanitarias red de agua potable y desagüe tanques apoyados.

3.9. SISTEMA DE PESAJE, REGISTRO Y SEÑALIZACION

La organización y supervisión de las labores para lograr un adecuado control de la operación del relleno sanitario contempla un sistema de pesaje conformado por una balanza con sistema de registro e impresión de los comprobantes de pesaje, caseta de control y pesaje. asimismo la balanza que se utilizará tendrá una capacidad de pesaje de 60 toneladas y las dimensiones de la plataforma de pesaje serán de 12 m de longitud y 3 m de ancho.

Además hacia la zona de disposición final se implementará una adecuada señalización, la misma que incluirá sentido del tráfico, velocidad máxima permitida, desvíos con los caminos programados y los frentes de trabajo.

3.10. OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO

La operación del Relleno Sanitario considerará los siguientes procedimientos:

1. Delimitación de los frentes de recepción de residuos, previos de áreas diferenciadas de descarga de camiones baranda, volquete y camiones compactadores.
2. Descarga de los residuos en las áreas establecidas, en forma ordenada y respetando los frentes de trabajo.
3. Protección contra las precipitaciones pluviales, sujeta a las condiciones particulares de la jornada).
4. Extendido y conformación de capa de los residuos
5. Compactación de los residuos mediante el tractor sobre oruga, dando por lo menos 3 pasadas sobre la misma superficie, tanto en el talud como en la superficie horizontal, hasta que los residuos alcancen una densidad aproximada de 0.75 ton/m³.
6. Cobertura diaria de los residuos con material extraído de áreas colindantes al frente de trabajo anticipándose a la formación de la celda.
7. Compactación de la superficie cubierta, donde la compactación diaria de la celda será en capas de un espesor no menor a 0.20 m.

3.10.1. Personal requerido y maquinarias

Para la operación de la infraestructura de disposición final de residuos se contará con el siguiente personal: Ingeniero Responsable de la infraestructura, inspector, balancero, operadores de maquinaria pesada, ayudantes, servicios de vigilancia. Complementariamente la infraestructura contará con personal propio para las actividades de la planta de tratamiento. Las maquinarias básicas a utilizar serán las siguientes: Tractor de oruga D6 O equivalente, cargador frontal 950 o equivalente y volquete de 10m³.





PERÚ

Ministerio
de SaludDirección General
de Salud Ambiental"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Unión Nacional Frente a la Crisis Externa"

Página N° 8 de 9 de Informe N° 00839-2009/DSB/DIGESA

3.10.2. Indumentaria, herramientas y horario de trabajo

Los operarios emplearán equipos de protección personal (EPP) tales como: mameluco, botas, guantes reforzados, casco, mascarilla con respirador, capa impermeable (época de lluvia), siendo la jornada laboral de lunes a sábado de ocho horas diarias. Emplearán las siguientes herramientas: rodillo compactador, picos, zapa, palas, rastrillo y carretilla, entre otros.

3.10.3. Manejo y disposición adecuada de las aguas residuales

Las aguas residuales provenientes de los servicios domésticos del proyecto se tratarán mediante un sistema comprendido por tanque séptico, pozo de percolación y lecho de secado de lodos.

4.0. CONCLUSION

- 4.1. La Municipalidad Provincial de Cajamarca ha cumplido con presentar los requisitos establecidos del procedimiento N° 27 del Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA) del Ministerio de Salud y ha levantado las observaciones técnicas formuladas al expediente 6646-2009 S2, por lo que se opina es procedente otorgar la Opinión Técnica Favorable del proyecto de Infraestructura de Tratamiento y Relleno Sanitario de Cajamarca.
- 4.2. La Municipalidad Provincial de Cajamarca debe habilitar dos pozos de monitoreo de lixiviados, tanto para el relleno sanitario como para la celda de seguridad, en la parte colindante al área de las plataformas de residuos sólidos, a la altura de la bomba de succión, a fin de contar con un sistema de control del mismo, dichos pozos de monitoreo deben tener la misma profundidad de las trincheras.
- 4.3. Asimismo el proyecto contempla la construcción de una celda de seguridad para la disposición final de residuos sólidos biocontaminados provenientes de establecimientos de atención de salud, por lo que previo a la operación debe lograr la aprobación por la DIGESA.
- 4.4. Para formalizar la disposición de las aguas residuales generadas en la infraestructura, la empresa debe solicitar a la DIGESA la Autorización Sanitaria del sistema de tratamiento de aguas residuales, según procedimiento N° 15 del Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA) del MINSAL.
- 4.5. Para iniciar la operación de la Infraestructura de Tratamiento y Disposición debe contar con la licencia de funcionamiento otorgado por la Municipalidad Provincial.

Atentamente,

Kerina R. Gómez Tineo
Ingeniera Sanitaria
C.I.P. N° 87501

PROVEIDO N° 372-2009/AGRS/DSB/DIGESA/SA

Lima, 23 JUN 2009

Visto el Informe N° 00839-2009/DSB/DIGESA que antecede, la suscrita lo hace suyo en todos sus extremos, por lo que se remite a DIRECCIÓN DE SANEAMIENTO BASICO, para su atención correspondiente.

Inq. Marisol Eguzaba Brandan
CIP N° 80384
Coordinadora Nacional
Área de Gestión en Residuos Sólidos

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.gob.pe

Calle Las Arzapobas N° 350
Urb. San Eugenio, Lima - Umo 14, Perú
T (511) 4428353, 4428356 / F (511) 4226404

**ANEXO 11: LICENCIA MUNICIPAL PARA LA
PLANTA DE TRATAMIENTO Y
DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS
SÓLIDOS.**



LICENCIA DE APERTURA DE ESTABLECIMIENTO

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL
DE CAJAMARCA

AÑO 2009

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA

LICENCIA N° : LO04382009

MOTIVO : APERTURA DE ESTABLECIMIENTO

NOMBRE COMERCIAL : PLANTA DE TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS

RUC : 20143623042

REP. LEGAL / PROPIETARIO : LA TORRE SANCHEZ MARCO AURELIO

DOCUMENTO DE IDENTIDAD : 26625060

TIPO DE ESTABLECIMIENTO : PRINCIPAL

DIRECCION DEL ESTAB. : -- KM 13.8 - CAS. SAN JOSE DE CANAY

EXPEDIENTE : 18045-2009

COMPROBANTE DE PAGO N° : 691081701

VALIDO HASTA : 31/07/2019

RESUMEN DE ACT. COM :

OBSERVACIONES : CUENTA CON RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0911-2009/DIGESA/SA. DE APROBACIÓN DE ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL.
CUENTA CON DE OPINIÓN TÉCNICA FAVORABLE DE DIGESA (OFICIO N° 2355-2009-DG/DIGESA).
CUENTA CON OPINIÓN TÉCNICA FAVORABLE DE LA DIRECCIÓN REGIONAL DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO (INFORME N° 23-2007-DRVCS/WCHR/CBE).
CUENTA CON OPINION FAVORABLE DEL FISCALIZADOR CHILON JULCAMORO SANTIAGO, CON INFORME N° 0278-UF-SCHJ-SGCyL-MPC

GIRO(S) DEL NEGOCIO :

CIU	ACTIVIDAD ECONOMICA
0000 - 01	PLANTA DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS

De conformidad con la Ley N° 27972 Ley Organica de las Municipalidades concordante con la Ley 28976, se expide la presente Licencia de Apertura del Establecimiento para los fines pertinentes.

Cajamarca, 31 de Julio de 2009

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA
SUB GERENCIA DE COMERCIALIZACION
Y LICENCIAS

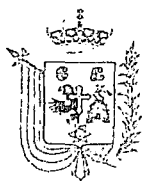
Gerardo Fernando Paredes Saenz

SUB GERENTE



195815L004382009

**ANEXO 12: MODIFICACIÓN DEL TEXTO
ÚNICO DE PROCEDIMIENTOS
ADMINISTRATIVOS, INCLUYENDO EL
PROCEDIMIENTO DE DISPOSICIÓN DE
RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLANTA DE
TRATAMIENTO (ORDENANZA NRO. 280
CMPC-2009)**



Municipalidad de Cajamarca

ORDENANZA MUNICIPAL No 280-CMPC

Cajamarca, 07 de setiembre de 2009.

EL ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA

POR CUANTO:

EL CONCEJO MUNICIPAL PROVINCIAL DE CAJAMARCA

VISTO:

En Sesión Ordinaria de Concejo de fecha 02 de setiembre de 2009, el Informe No 619-2009-GDA-MPC de la Gerencia de Desarrollo Ambiental sobre la modificación del Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA) de la Municipalidad Provincial de Cajamarca; Informe Legal No 0420-2009-OAJ-MPC, de la Oficina de Asesoría Jurídica; Informe No 067-2009-UR-OPP-MPC; Oficio No 13-2009-CRRNNMAyPC-MPC, de la Comisión de Recursos Naturales, Medio Ambiente y Participación Ciudadana, adjuntando Dictamen No 009, referente a la inclusión del Procedimiento Administrativo "Disposición de Residuos Sólidos en la Planta de Tratamiento" y Proveído de Alcaldía No 2041-2009.

CONSIDERANDO:

Que, la Constitución Política del Perú en su Artículo 194º concordante con el Artículo II del Título Preliminar de la Ley Orgánica de Municipalidades No 27972, establece que las municipalidades tienen autonomía política, administrativa y económica en los asuntos de su competencia.

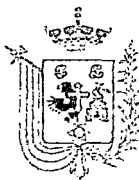
Que, mediante Ley No 27444 "Ley del Procedimiento Administrativo General" se regula las actuaciones de la función administrativa del Estado y procedimiento administrativo común desarrollados en las entidades, establece el régimen jurídico aplicable para que la actuación de la Administración Pública sirva a la protección de interés general, garantizando los derechos e intereses de los administrados y con sujeción al ordenamiento constitucional y jurídico en general.

Que, el Artículo 37º de la Ley del Procedimiento Administrativo General indica que todas las entidades elaboran y aprueban o gestionan la aprobación, según el caso, su Texto Único de Procedimientos Administrativos; así mismo, el Artículo 38º del mismo cuerpo legal, en el inciso 38.5 prescribe que las modificaciones que implican la creación de nuevos procedimientos, incremento de derechos de tramitación o requisitos al Texto Único de Procedimientos Administrativos, es aprobado por Ordenanza Municipal.

Que, a la fecha se encuentra próximo el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos en la Provincia de Cajamarca; por lo que se hace necesaria la indicación de los procedimientos a efectos de normar el funcionamiento de la referida planta; así como señalar el monto a cancelar a los usuarios de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos.

Estando a lo acordado y con las atribuciones conferidas por los Artículos 39º y 40º de la Ley Orgánica de Municipalidades N° 27972, con el voto UNANIME del Pleno del Concejo, se aprobó la siguiente:





Municipalidad de Cajamarca

ORDENANZA

Artículo 1.- APROBAR, las modificaciones al Texto Unico de Procedimientos Administrativos (TUPA) de la Municipalidad Provincial de Cajamarca, incluyendo el procedimiento denominado Disposición de Residuos Sólidos en la Planta de Tratamiento, según el anexo que forma parte integrante de la presente Ordenanza.

Artículo 2.- DEJAR SIN EFECTO las disposiciones que se opongan a la presente Ordenanza.

Artículo 3.- PRECISAR, que la presente Ordenanza tendrá vigencia a partir del siguiente día de su publicación, en el Diario encargado de los avisos judiciales de la provincia.

Artículo 4.- ENCARGAR, a la Gerencia de Desarrollo Ambiental de la Municipalidad Provincial de Cajamarca, el cumplimiento de la presente Ordenanza.

Artículo 5.- ENCARGAR, a la Oficina de Comunicaciones y Relaciones Institucionales, la difusión de la presente Ordenanza por los diferentes medios de comunicación hablados y escritos de la provincia, sin perjuicio de las publicaciones en el Diario de Avisos Judiciales de la Provincia que realice la Municipalidad Provincial de Cajamarca.

POR TANTO:

MANDO SE REGISTRE, COMUNIQUE Y PUBLIQUE



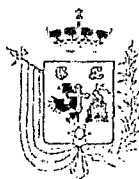
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA

 Carlos Sánchez La Torre Sánchez
 ALCALDE PROVINCIAL

mv.

C.c:

- Alcaldía 1
- Comisión RRNNMAYPC. 1
- Gerencia Municipal 1
- Oficina de Planeamiento 1
- Oficina de Administración 1
- Oficina de Comunicaciones 1
- Oficina de Informática 1
- Gerencia Des. Ambiental 1
- Archivo 2



Municipalidad de Cajamarca

ANEXO DE LA ORDENANZA N° 280-CMPC

TEXTO ÚNICO DE PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS (TUPA)

N° de Orden	Denominación del Procedimiento	Requisitos	Derecho de Pago (Nuevos Soles)	Calificación		Dependencia donde se inicia el trámite	Autoridad que aprueba el trámite	Autoridad que resuelve el recurso impugnatorio	Base Legal/ Fecha de Publicac. en El Peruano	
				Autom.	Evaluación Previa					
					Positivo					Negativo
I.	Disposición de Residuos Sólidos en la Planta de Tratamiento. BASE LEGAL Ley Orgánica de Municipalidades Ley 27972. Ley General del Ambiente Ley 28611 Ley General de Residuos Sólidos Ley 27312 y su Reglamento.	1. Presentar solicitud dirigida al Gerente de Desarrollo Ambiental. 2. Declaración Jurada que los Residuos Sólidos a disponer son de naturaleza Municipal u hospitalarios. 3. Pago de derechos de disposición (*)	S/. 44.48 Residuos Municipales S/3,992.88 Residuos Hospitalarios			7 días hábiles.	Oficina de Mesa de Trámite	Gerente de Desarrollo Ambiental	Reconsideración Gerente de Desarrollo Ambiental Apelación Alcalde Provincial de Cajamarca	

(*) El pago se realizará en los lugares en donde determine la Municipalidad Provincial de Cajamarca



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA

 Carlos Antonio La Parra Sánchez
 ALCALDE PROVINCIAL

**ANEXO 13: PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN
24 HORAS Y PRECIPITACIÓN MENSUAL
DE LOS AÑOS 2008, 2009 Y 2010
(SERVICIO NACIONAL DE
METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL
PERÚ)**

SENAMHI
Oficina General de Estadística e Informática



OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA

ESTACION 000391 / JESUS TUNEL/DRE-03 LONG : 78° 23' "W" DPTO. : CAJAMARCA
LAT : 07° 14'1 "S" PROV. : CAJAMARCA
ALT : 2640 msnm DIST. : JESUS

PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2008	19.8	20.5	23.9	14.1	3.2	7.3	1.7	4.3	11.9	24.8	25.3	S/D
2009	44.6	12.9	22.8	16.9	19.5	14.4	5.4	11.5	2.8	13.6	12.8	25.6
2010	23.9	60.8	24.5	13.2	8.1	5.4	8.9	0.2	7.0	23.0	13.4	7.3

PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2008	92.9	154.9	147.3	73.8	7.0	16.2	1.9	6.8	32.1	105.4	62.8	S/D
2009	206.8	97.6	140.4	99.5	43.2	18.6	14.1	13.9	7.9	80.4	72.9	101.1
2010	70.9	110.4	116.2	45.8	28.4	12.4	10.0	0.2	25.8	41.2	64.0	42.1

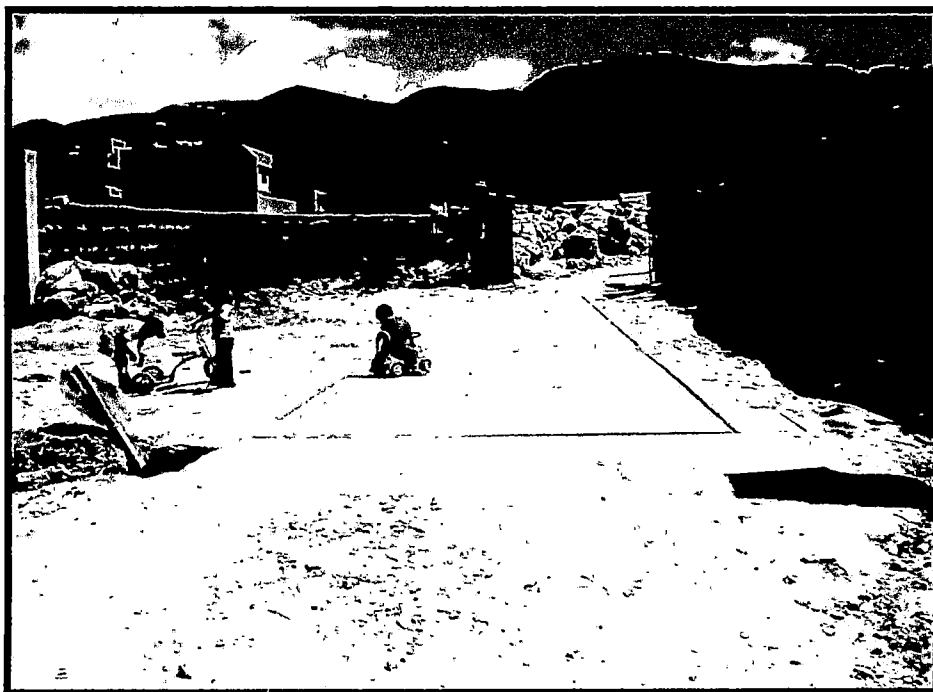
S/D = Sin Data

INFORMACION PREPARADA PARA GUSTAVO ANGEL ROMAN GUILLEN
LIMA, 23 DE JUNIO DE 2011

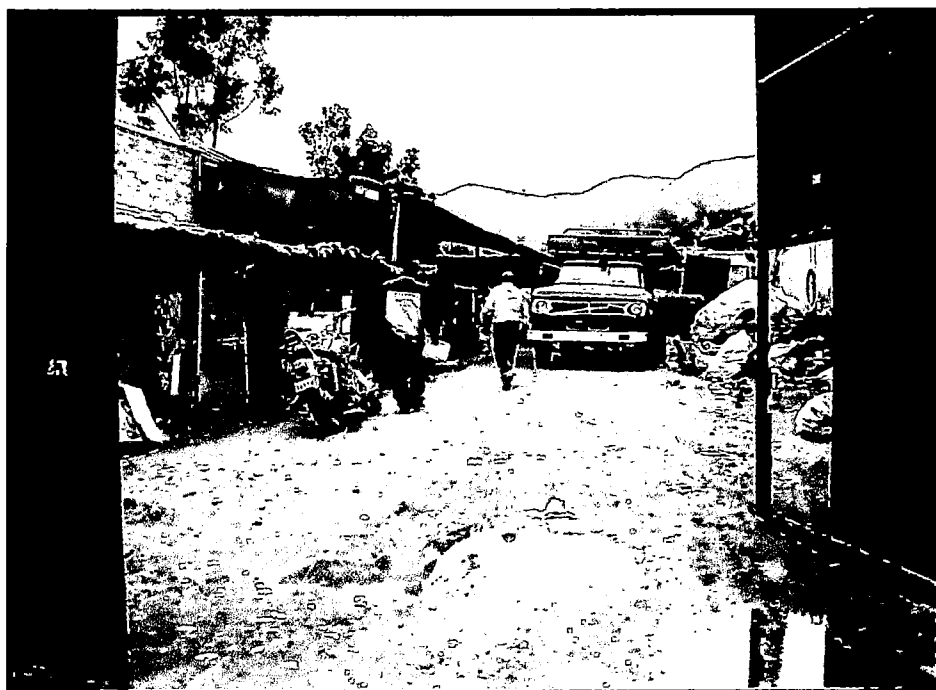
PROHIBIDA SU REPRODUCCION
PARCIAL O TOTAL

ANEXO 14: FOTOGRAFÍAS

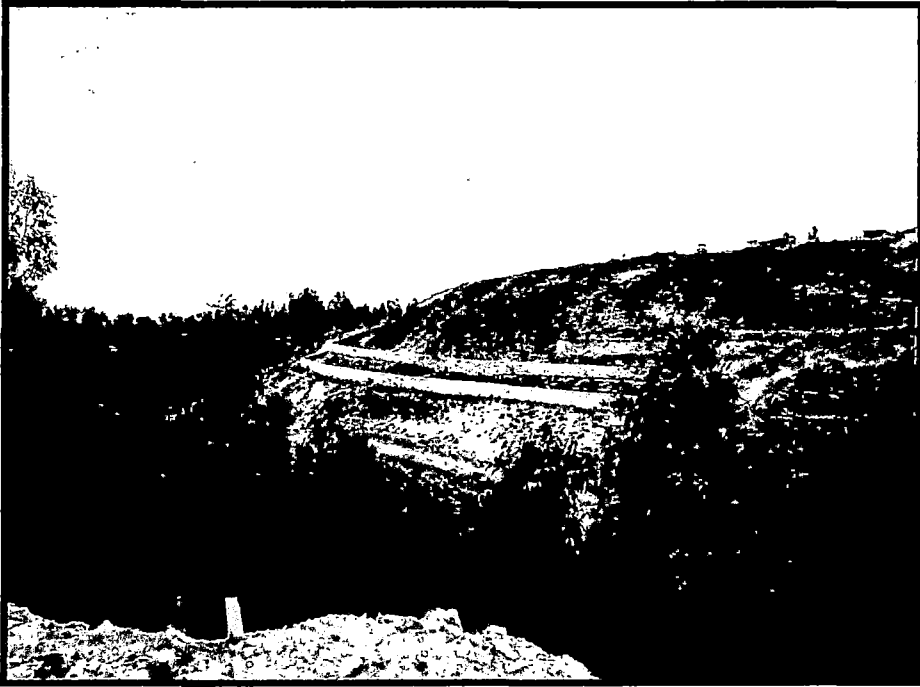
Fotografía Nro. 11: Empresa recicladora DEKART Cajamarca.



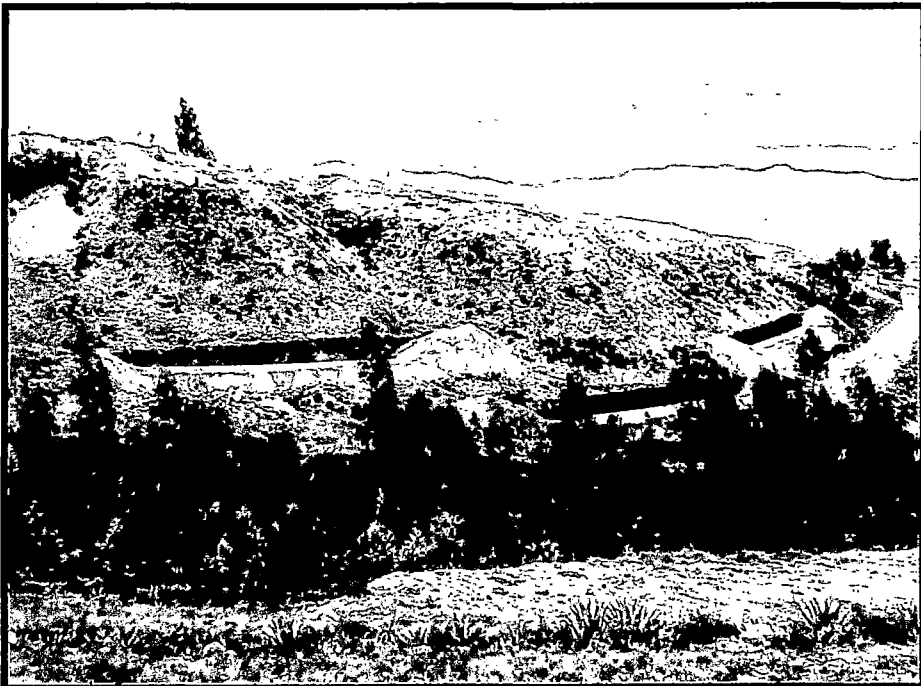
Fotografía Nro. 12: Empresa de residuos sólidos Wilo.



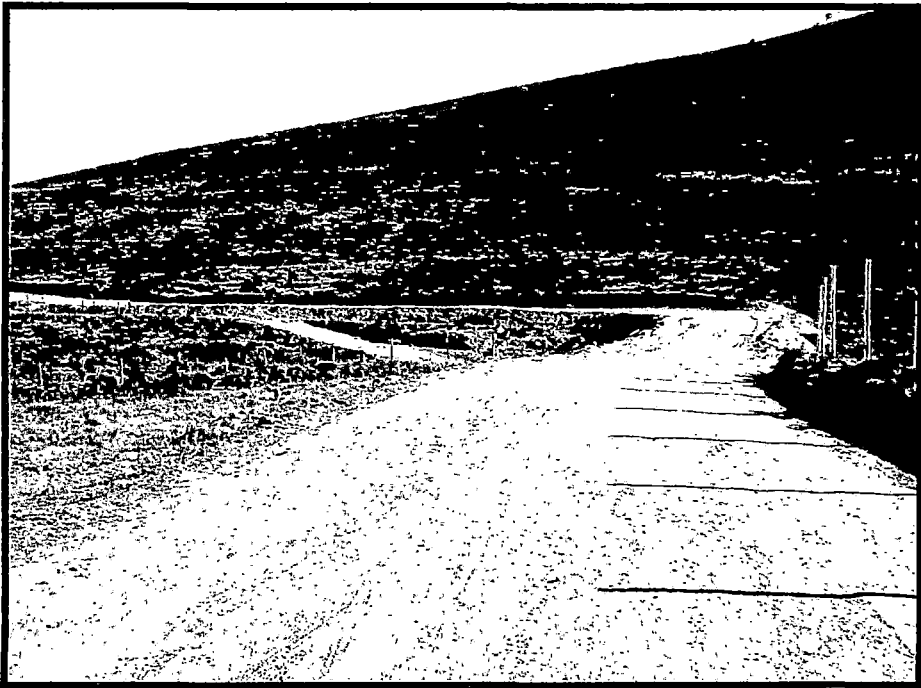
Fotografía Nro. 13: Vista lateral izquierda del cierre del botadero de Shudal.



Fotografía Nro. 14: Vista lateral derecha del cierre del botadero de Shudal.



Fotografía Nro. 15: Vía de acceso exterior del relleno sanitario.



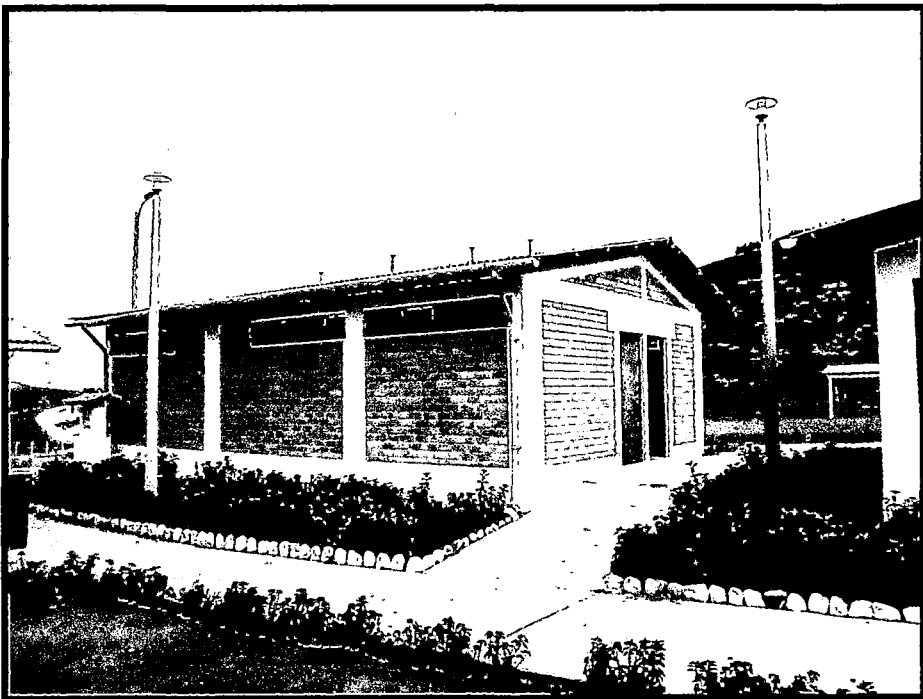
Fotografía Nro. 16: Vía de acceso interior del relleno sanitario.



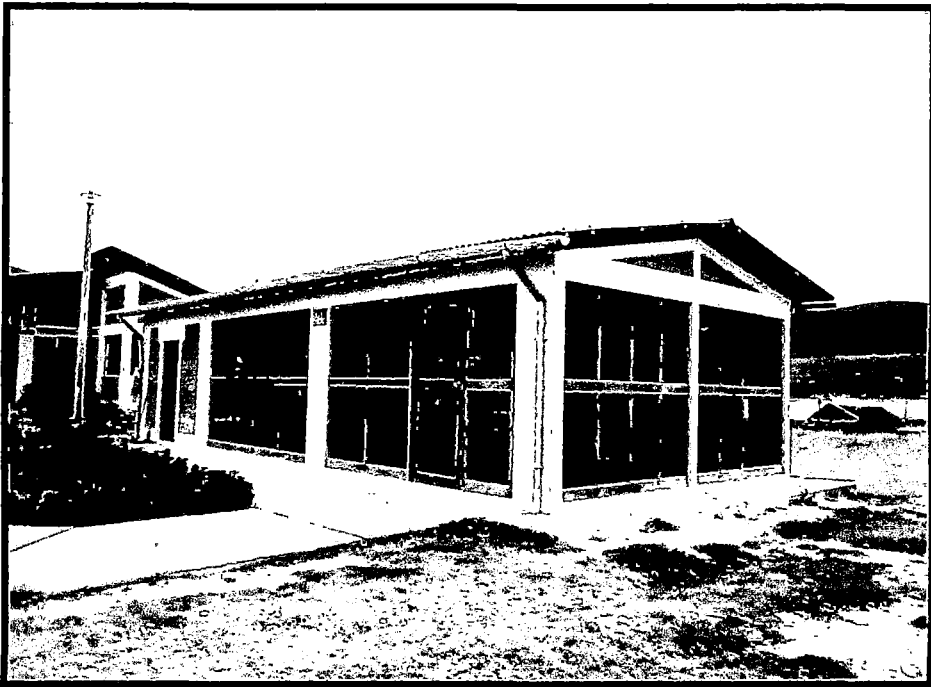
Fotografía Nro. 17: Oficinas en el relleno sanitario.



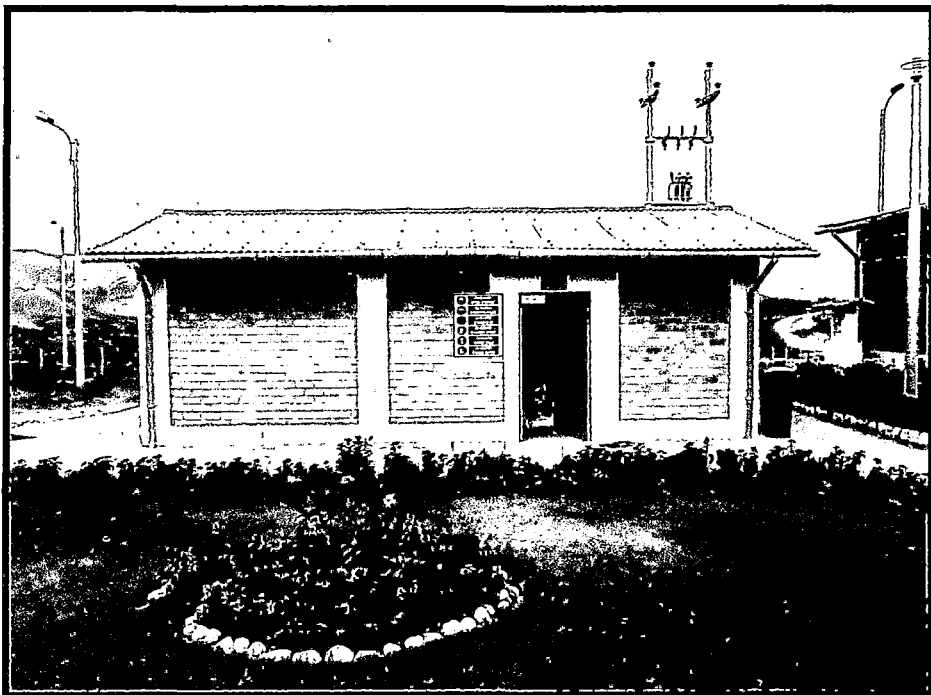
Fotografía Nro. 18: Servicios Higiénicos en el relleno sanitario.



Fotografía Nro. 19: Cocina y comedor en el relleno sanitario.



Fotografía Nro. 20: Almacén en el relleno sanitario.



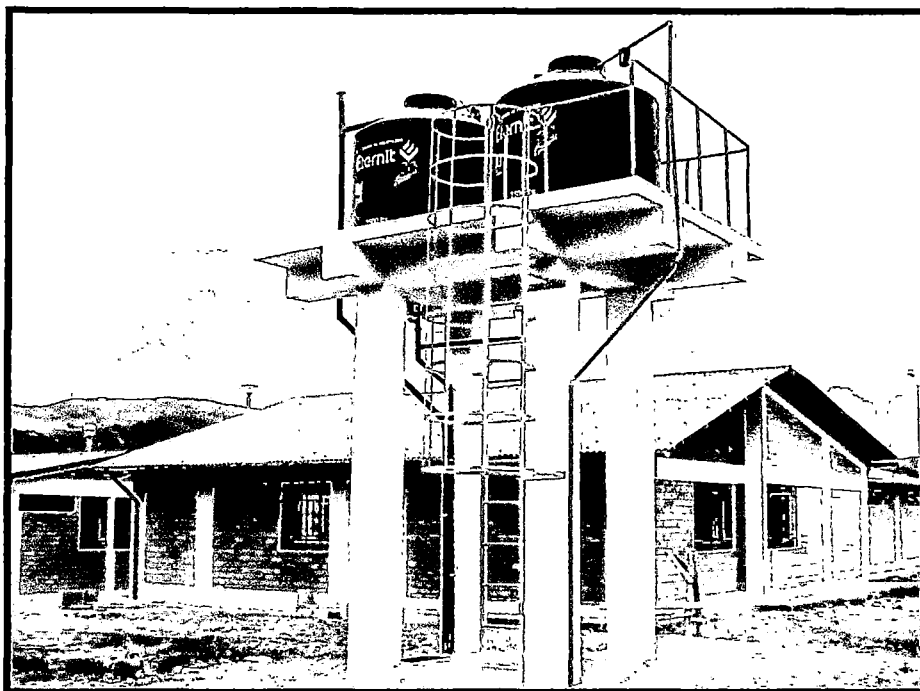
Fotografía Nro. 21: Almacén de compost.



Fotografía Nro. 22: Área de compostaje.



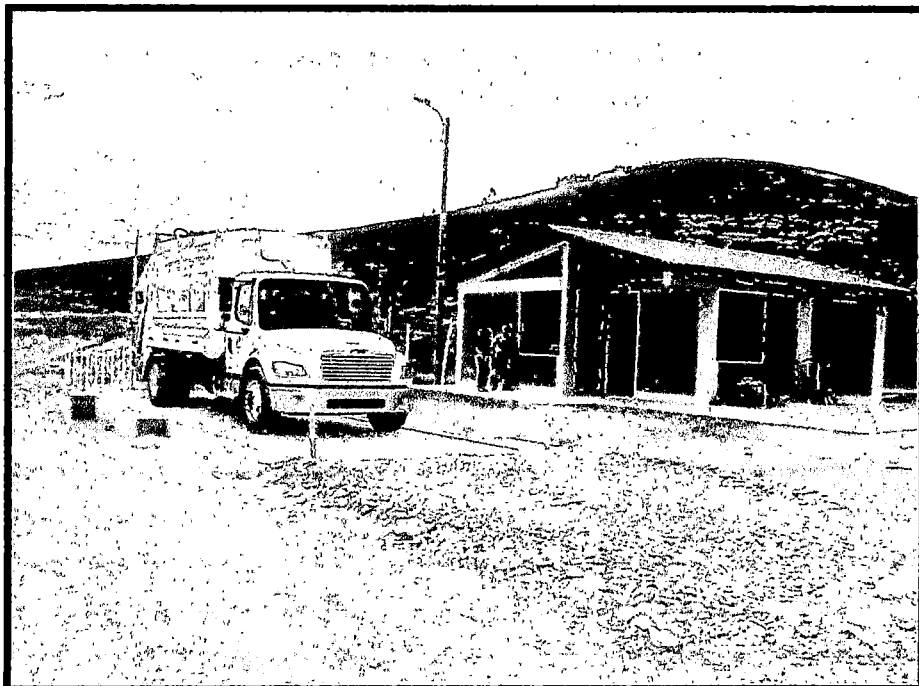
Fotografía Nro. 23: Tanques elevados para el abastecimiento de agua.



Fotografía Nro. 24: Pozo séptico y pozo de percolación.



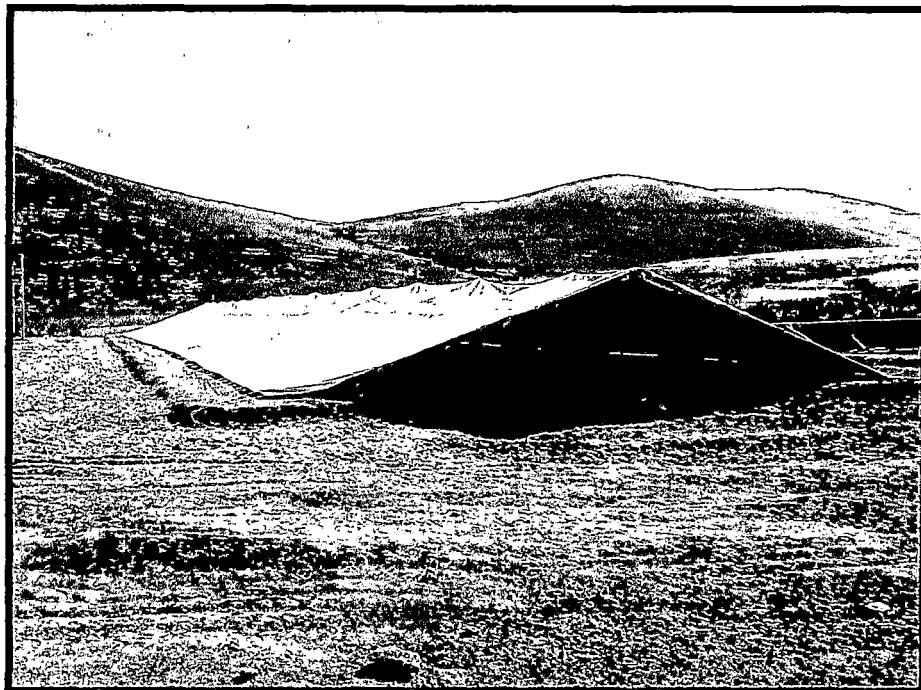
Fotografía Nro. 25: Infraestructura para control (Caseta de Control y Balanza).



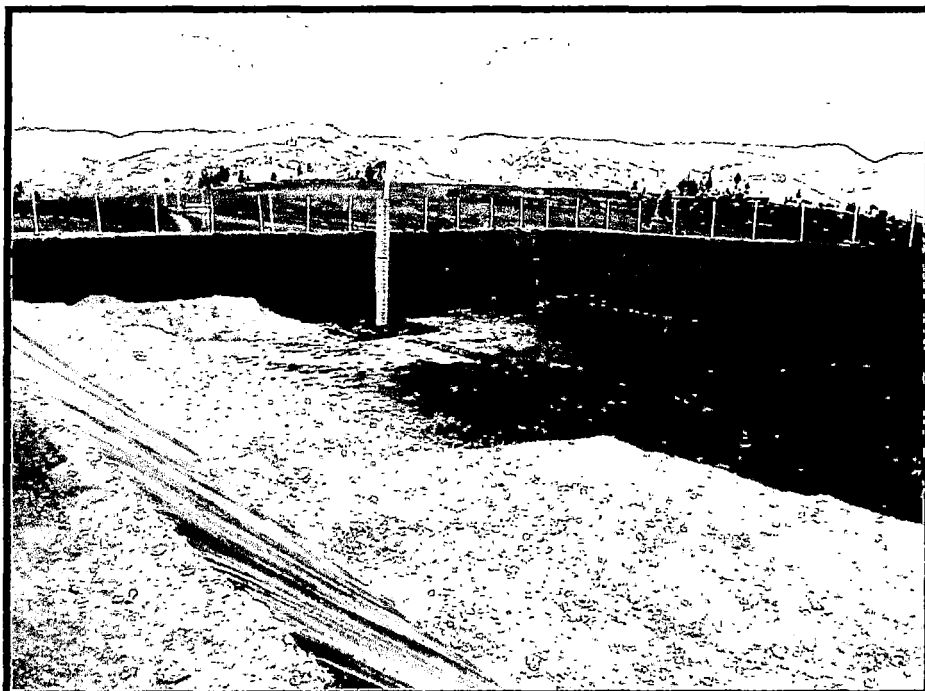
Fotografía Nro. 26: Infraestructura para disposición final de residuos sólidos del ámbito de la gestión municipal, diciembre 2010.



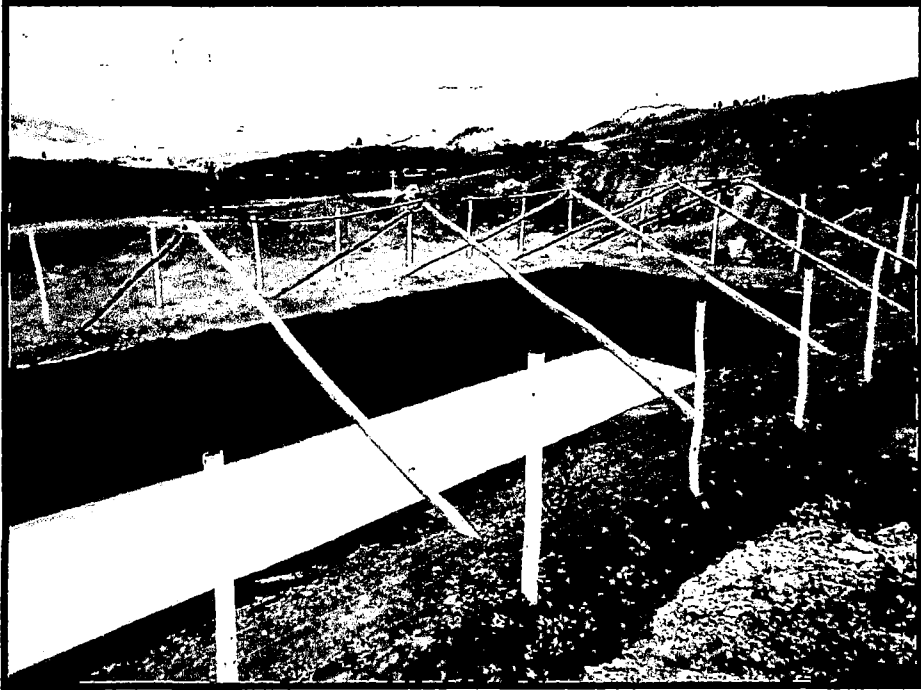
Fotografía Nro. 27: Poza de almacenamiento de lixiviados para la Infraestructura para la Disposición Final de residuos del Ámbito de la Gestión Municipal.



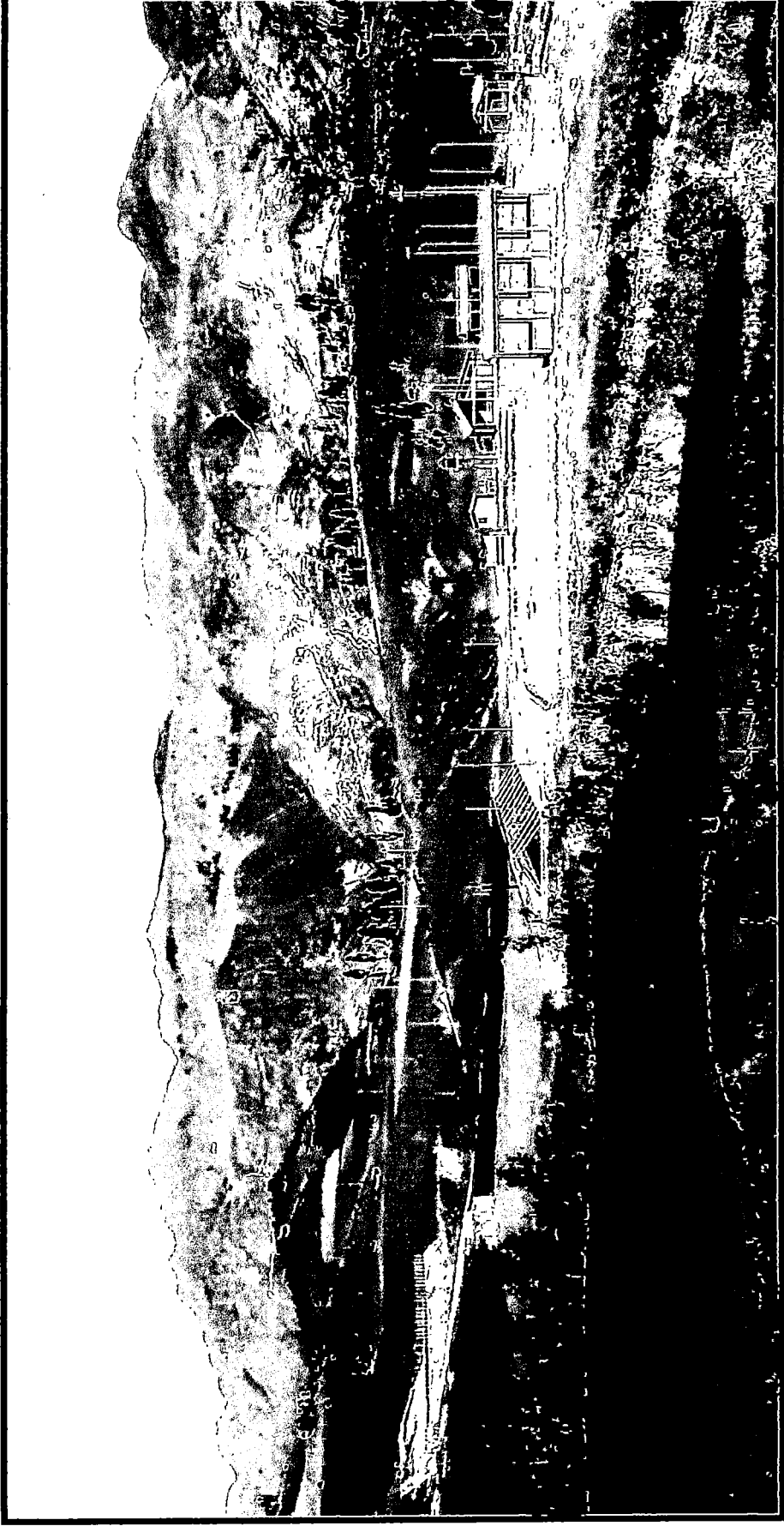
Fotografía Nro. 28: Infraestructura para la disposición final de residuos del ámbito de la gestión no municipal (Residuos Hospitalarios).



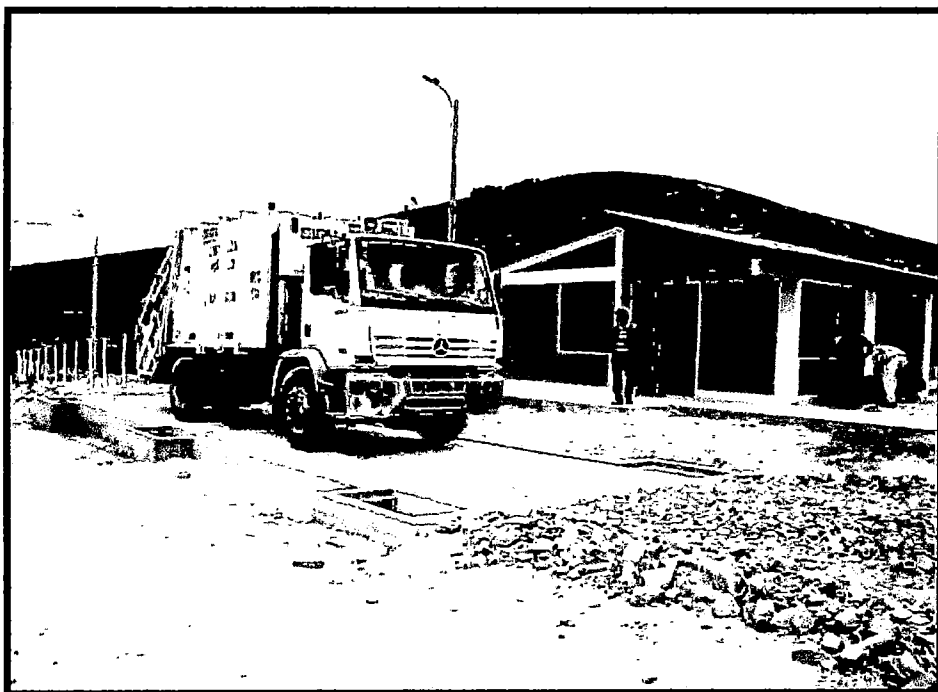
Fotografía Nro. 29: Poza de almacenamiento de lixiviados para la Infraestructura para la Disposición Final de residuos del Ámbito de la Gestión No Municipal.



Fotografía Nro. 30: Vista panorámica del complejo de residuos sólidos de la municipalidad provincial de Cajamarca.



Fotografía Nro. 31: Control de pesaje.



Fotografía Nro. 32: Acceso al relleno sanitario.



Fotografía Nro. 33: Descarga de los residuos sólidos municipales.



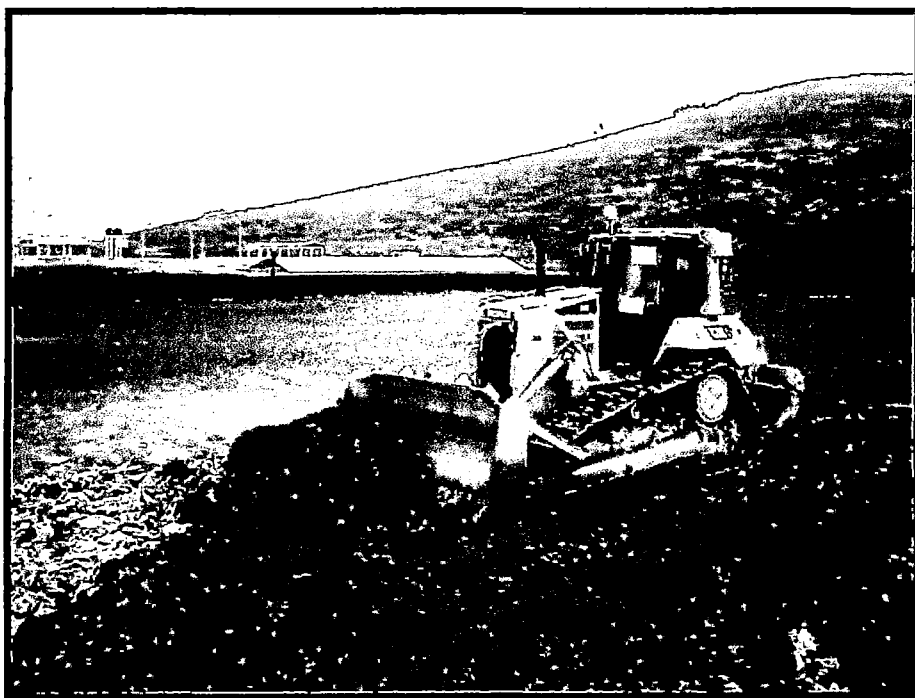
Fotografía Nro. 34: Extensión y compactación de los residuos sólidos.



Fotografía Nro. 35: Colocación del material de cobertura.



Fotografía Nro. 36: .Extension y compactación del material de cobertura.



ANEXO 15: PLANOS

RELACIÓN DE PLANOS

1. Plano Nro. 01: Ubicación
2. Plano Nro. 02: Topográfico, poligonales de apoyo y de linderos
3. Plano Nro. 03: Distribución general
4. Plano Nro. 04: Relleno sanitario. Planta para perfil longitudinal y secciones transversales.
5. Plano Nro. 05: Relleno sanitario. Perfil longitudinal y secciones transversales.
6. Plano Nro. 06: Relleno sanitario. Perfil longitudinal y secciones transversales.
7. Plano Nro. 07: Relleno sanitario. Impermeabilización de la base, sección típica y detalles.
8. Plano Nro. 08: Relleno sanitario. Drenaje e infraestructura para manejo de lixiviados.
9. Plano Nro. 09: Relleno sanitario. Poza para almacenamiento de lixiviados, Planta e impermeabilización.
10. Plano Nro. 10: Relleno sanitario. Drenaje vertical para gases.
11. Plano Nro. 11: Relleno sanitario. Drenaje vertical para gases sección típica y detalles.
12. Plano Nro. 12: Drenaje Pluvial Permanente – Ubicación y Corte Típico