

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**ELABORACIÓN DEL MANIFIESTO AMBIENTAL DE
ABANDONO DEL RELLENO SANITARIO DE LA
COMUNIDAD “ EL CINCO ” DE LA CIUDAD DE
BERMEJO**

Por:

JORGE RAFAEL RODRÍGUEZ PADILLA

Tutor:

Ing. JORGE TEJERINA OLLER

Proyecto de grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Química.

Agosto del 2011

TARIJA-BOLIVIA

V°B°

Ing. M. Sc. Ignacio Velásquez s.

Ing. Luis Alberto Yurquina
Decano de la Facultad de
Ciencias y Tecnología

Lic. Gustavo Succi
Vicedecano de la Facultad de
Ciencias y Tecnología

TRIBUNALES:

Ing. Juan Pablo Herbas B.

Ing. René Michel Cortés

Ing. Gustavo Moreno López

El tribunal calificador del presente trabajo no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor

DEDICATORIA:

A toda mi familia y en especial a mis padres por todo el cariño y atención que me dieron en todo momento, por la confianza que depositaron en mí y el esfuerzo que hicieron por sacarme adelante, gracias.....!!

AGRADECIMIENTOS:

Al Ingeniero Jorge Tejerina, Ing. José Ernesto Auad y a todos los docentes que me ayudaron en aclaración de dudas y por el apoyo incondicional que me brindaron en la realización del presente trabajo. A mis compañeros de curso y carrera por su amistad y compañía y que siempre fueron un apoyo a la hora de aprender. Gracias...!!

No debemos olvidar que todo lo es
diseñar y dimensionar grandes
equipos y tecnologías en beneficio
de la sociedad y perjuicio de la
naturaleza sino que debemos
encontrar el equilibrio entre el
bienestar de los dos....

RESUMEN EJECUTIVO

La problemática ambiental de los rellenos sanitarios en el mundo y lo que se hizo en cuanto a su abandono en otros lugares, se describe el relleno sanitario de la comunidad `` El Cinco`` en la ciudad de Bermejo que estaba en condiciones de botadero, su ubicación, descripción de los desechos que se trataron antes de su abandono, especialmente la materia orgánica que es aproximadamente 27 %.

El marco legal del manifiesto ambiental y cuál es el objetivo de su presentación, quienes presentan su contenido y las partes más importantes que lo conforman como el plan de contingencias, la identificación de deficiencias y efectos, el plan de adecuación ambiental y el programa de monitoreo. Se describen las principales características de los rellenos sanitarios y las operaciones que se realizan en él, las entradas que tiene que son los residuos y su diferente composición, las salidas como es la emisión de biogás, los lixiviados y los problemas que conlleva un mal manejo. Se describe el manejo de los residuos a nivel mundial y en Bolivia este manejo se lo hace a través de la gestión de residuos sólidos.

El área circundante al relleno sanitario está descrito según el formato de presentación del manifiesto, como un resumen, de acuerdo al Reglamento de Prevención y Control Ambiental, dicha descripción incluye las poblaciones colindantes al relleno, la descripción de los aspectos bióticos (flora y fauna) y abióticos del lugar (suelos, recursos hídricos y otros), la cantidad de población de Bermejo y la población atendida que son 38000 habitantes, la cantidad de residuos recolectados que son aproximadamente 600 tn/mes. Los insumos y materiales usados para las obras de abandono según el formato. Se presenta el manifiesto con la **identificación de los puntos de generación y emisión** de contaminantes como aguas residuales, lixiviados; las fuentes de emisiones contaminantes como es el biogás, residuos sólidos generados por las obras de abandono.

Se presentan **aspectos abióticos** y se describen las áreas de riesgo directo (<100 m de distancia) e indirecto (>= 1000 m de distancia) del relleno sanitario.

El plan de contingencias del relleno en etapa de abandono diseñado para mitigar cualquier eventualidad que pudiera ocurrir en la etapa de abandono, se hace la descripción de la legislación necesaria para la elaboración del proyecto y el manifiesto, el cual toma como base la CPE de Bolivia y las leyes vigentes de gestión ambiental.

El Plan de Adecuación Ambiental PAA, el cual contempla las acciones a seguir (obras y actividades) para mitigar los efectos ocasionados por las deficiencias del relleno, el tiempo que se tarda en mitigar dicho efecto. Se desarrolla el Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental PASA el cual contempla los recursos humanos, financieros y el cronograma de las obras y actividades propuestas en el plan de adecuación, los parámetros para el cumplimiento del PASA, el plan de muestreo en el relleno.

El análisis de los lixiviados se realizó en el CEANID, cuyos resultados se encuentran en el anexo 7. Se analiza el resultado de cada parámetro analizado y se contrasta con lo que reglamenta la Ley N ° 1333 de Medio Ambiente.

Finalmente se concluye con la elaboración del manifiesto ambiental del relleno sanitario de la comunidad El Cinco y se hacen las recomendaciones respondiendo a los objetivos planteados y en función del análisis de los lixiviados

INTRODUCCIÓN

	Pág.
A.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO: ABANDONO DE RELLENOS SANITARIOS Y SU PROBLEMÁTICA AMBIENTAL	1
A.2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	11
A.3. TIPOS DE DESECHOS TRATADOS EN EL RELLENO SANITARIO DE LA COMUNIDAD EL CINCO	12
A.4. OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS	14
A.4.1. OBJETIVO GENERAL	14
A.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
A.5. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	15

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

	Pág.
1.1. INTRODUCCIÓN	19
1.1.1. El Manifiesto Ambiental	20
1.1.2. Contenido del Manifiesto Ambiental	21
1.1.2.1. Identificación del Impacto Ambiental	23
1.1.2.2. Tipos de Impactos Ambientales	23
1.1.2.2.1. Impactos Clave	23
1.1.2.2.2. Impacto Acumulativo	23

1.1.2.2.3. Impacto Sinérgico	23
1.1.2.2.4. Impacto a Corto, Mediano y Largo Plazo	24
1.1.2.3. Impactos en las Etapas de un Relleno Sanitario	24
1.1.2.3.1. Impactos Ambientales en la Etapa de Habilitación	24
1.1.2.3.2. Impactos ambientales en la Etapa de Operación y Construcción del Relleno	25
1.1.2.3.3. Impactos Ambientales en la Etapa de Clausura, Cierre o Abandono	25
1.1.2.4. Plan de Contingencias	26
1.1.2.5. Identificación de Deficiencias y Efectos	26
1.1.2.6. Plan de Adecuación Ambiental – PAA	28
1.1.2.7. Programa de Monitoreo - PM	29
1.1.3. Alcance del Manifiesto Ambiental	29
1.1.3.1. Obras	30
1.1.3.2. Actividades	30
1.2. RELLENO SANITARIO	31
1.3. TIPOS DE RELLENOS SANITARIOS	37
1.3.1. Relleno Sanitario Tipo Área	37
1.3.2. Relleno Sanitario Tipo Zanja o Trinchera	38
1.3.3. Relleno Sanitario Tipo Combinado o Rampa	39
1.4. GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL MUNDO, EN BOLIVIA Y EN BERMEJO	41
1.4.1. Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en el Mundo (Etapas)	42
1.4.1.1. Etapas de la gestión de RSU	43

1.4.1.1.1. Etapa de Generación de Residuos	44
1.4.1.1.2. Almacenamiento de Residuos	44
1.4.1.1.3. Recolección de Residuos	44
1.4.1.1.4. Transporte de Residuos	44
1.4.1.1.5. Disposición Final de Residuos	45
1.4.1.1.6. Reciclaje de Residuos	45
1.4.1.2. Métodos de Eliminación de RSU y sus Consecuencias	47
1.4.1.2.1. La Incineración	47
1.4.1.2.2. El Reciclaje	48
1.4.1.2.3. El Compostaje	49
1.4.2. Gestión de Residuos Sólidos en Bolivia	51
1.4.2.1. Gestión Negativa	52
1.4.2.2. Gestión Positiva	52

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN FÍSICO-NATURAL DEL ÁREA CIRCUNDANTE DEL RELLENO SANITARIO

	Pág.
2.1. INTRODUCCIÓN	56
2.2. FORMATO DE PRESENTACIÓN DEL MANIFIESTO AMBIENTAL (anexo 5 Reglamento de la Ley 1333)	56
2.3. ASPECTOS ABIÓTICOS	90
2.3.1. Clima	90

2.3.1.1	Pluviometría	90
2.3.1.2	Temperatura	90
2.3.1.3	Vientos	91
2.3.1.4	Humedad relativa	92
2.3.2.	Geológicos y mineralógicos	92
2.3.2.1.	Geología y Topografía por Zonas de Vida	93
2.3.2.2.	Descripción del Mapa Geológico	95
2.3.2.2.1	T.Terciario	95
2.3.2.2.2	K.Cretácico	96
2.3.2.2.3	TR. Triásico	96
2.3.2.2.4	C. Carbonífero	96
2.3.2.2.5	D. Devónico	96
2.3.2.3.	Fisiografía Municipio de Bermejo (Geomorfología y Susceptibilidad de la zona)	97
2.3.2.4.	Mineralógicos	100
2.3.2.4.1	Minerales metálicos	100
2.3.2.4.2	Minerales no metálicos (Geomorfología)	100
2.3.3.	Suelos	102
2.3.3.1.	Clasificación de los Suelos presentes en el Área del Proyecto	102
2.3.3.1.1	Erosión	103
2.3.3.1.2	Causas de la Erosión en la Región de Bermejo	103
2.3.3.2.	Composición del Suelo	106

2.3.3.3. Uso del suelo	106
2.3.4. Recursos Hídricos (rango hasta 5 Km)	108
2.3.4.1. Caudales	108
2.3.4.2. Aguas subterráneas	108
2.4. ASPECTOS BIÓTICOS	108
2.4.1. Flora	109
2.4.1.1. Vegetación predominante	109
2.4.1.2. Vegetación endémica	109
2.4.1.3. Vegetación de Interés Comercial	111
2.4.2. Fauna	112
2.4.2.1. Fauna preponderante	113
2.4.2.2. Fauna endémica de la región	114
2.4.2.3. Especies en peligro de extinción	116
2.4.2.4. Especies de interés comercial	117
2.5. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS – CULTURALES	117
2.5.1. Grupos étnicos	117
2.5.2. Características de la Población y sus Actividades	118
2.5.2.1. Estructura de la Población	118
2.5.2.1.1. Distribución de la Población por Edad y Sexo	118
2.5.2.1.2. Distribución espacial y Base Cultural de la Población	118
2.5.2.1.3. Origen Étnico	119
2.5.2.1.4. Población Económicamente Activa	121

2.5.2.1.5. Dinámica Poblacional: Crecimiento Poblacional: Migraciones	121
2.6. DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DE LA EMPRESA MUNICIPAL DE ASEO URBANO BERMEJO (EMAUB) EN EL RELLENO SANITARIO	122
2.7.1. Datos generales de las operaciones de la actividad	122
2.7.2. Actividad Productiva (Productos principales, secundario y subproductos)	123
2.7.2.1. Caracterización de los Residuos Sólidos	123
2.7.3. Insumos y materiales utilizados	123
2.7. ÁREAS DE RIESGO DIRECTO E INDIRECTO	124

CAPÍTULO III

IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS POR LA GENERACIÓN Y EMISIÓN DE CONTAMINANTES EN LA ETAPA DE ABANDONO

	Pág.
3.1. INTRODUCCIÓN	127
3.2. GENERACIÓN Y EMISIÓN DE CONTAMINANTES	128
3.2.1. Aguas	129
3.2.2. Aire	129
3.2.3. Residuos Sólidos	130
3.2.4. Sustancias, residuos y desechos peligrosos: Identificación	130

CAPÍTULO IV
IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ACCIONES

	Pág.
4.1. PLAN DE CONTINGENCIAS	132
4.1.1. Objetivos del Plan de Contingencia	132
4.1.2. Alcance del Plan de Contingencia	133
4.1.3. Organización para la Aplicación del Plan de Contingencia	133
4.1.4. Contingencias Identificadas	133
4.2. LEGISLACIÓN APLICABLE	134
4.2.1. Marco Normativo de la Gestión Ambiental en el Sector de Saneamiento Básico	134
4.2.2. Constitución Política del Estado CPE	135
4.2.3. Marco Institucional Para la Gestión Ambiental	136
4.2.3.1. Ley del Poder Ejecutivo y Decreto Reglamentario	136
4.2.4. Normas sobre Gestión Ambiental	137
4.2.4.1. Ley del Medio Ambiente N° 1333, de 1992	137
4.2.4.2. Reglamentación de la Ley del Medio Ambiente - 1995	140
4.2.4.3. Complementaciones y modificaciones al RGGA y RPCA	141
4.2.5. Leyes sobre Organización Territorial y Social	140
4.2.5.1. Ley de Descentralización Administrativa (Ley 1654)	140
4.2.6. Leyes sobre Gestión de otros Recursos Naturales	141
4.2.6.1. Ley Forestal	141

4.2.6.2. Instructivo ICP 00712001 - Permiso de Desmonte	141
4.2.6.3. Ley N° 1715 del Instituto Nacional de Reforma Agraria	141
4.2.6.4. Ley NI 3545 - Modificación de la Ley 1715 Reconducción de la Reforma Agraria	142
4.2.6.5. Ley de Vida Silvestre, Parques Nacionales, Caza y Pesca	142
4.2.6.6. Legislación Referente al Patrimonio Arqueológico	143
4.2.6.7. Norma Boliviana NB-760 Requisitos Para el Diseño, Construcción, Operación y Monitoreo de un Relleno Sanitario	143
4.3. IDENTIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS Y EFECTOS	157
4.3.1. Aspectos de la Identificación y Relevancia	157
4.3.1.1. Aguas	157
4.3.1.2. Aire	158
4.3.1.3. Riesgos	159
4.3.1.4. Suelos y Subsuelos	160

CAPÍTULO V

ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL

	Pág.
5.1. INTRODUCCIÓN	162
5.2. OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL	162
5.3. CONTENIDO DE LA ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL	162
5.4. PLAN DE ADECUACIÓN AMBIENTAL - PAA	162

5.4.1. Contenido del Plan de Adecuación Ambiental	163
5.4.1.1. Referencia a los impactos	163
5.4.1.2. Acciones y/o medidas de Mitigación	163
5.4.1.2.1. Medidas de Mitigación con el aspecto de Agua	164
5.4.1.2.2. Medidas de Mitigación con el aspecto de Aire	165
5.4.1.2.3. Medidas de Mitigación con el aspecto de Riesgos	167
5.4.1.2.4. Medidas de Mitigación con el aspecto de Suelos y Subsuelos	168
5.4.1.3. Prioridad de las medidas de mitigación	169
5.4.1.4. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental - PASA	171
5.4.1.4.1. Objetivo del Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental PASA	171
5.4.1.4.2. Aspectos sobre los cuales se realizará el Seguimiento Ambiental	172
5.4.1.4.3. Puntos y Frecuencia de Muestreo	172
5.4.1.4.4. Personal y los Materiales Requeridos	172
5.4.1.4.5. Obras de infraestructura que deberán efectuarse para la realización del Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental	173
5.4.1.4.6. Estimación del costo y el cronograma en el que se efectuará el PASA	173
5.4.1.4.7. Parámetros de verificación del cumplimiento del PASA	177
5.5. PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL & MANUAL DE PRIMEROS AUXILIOS	178

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS Y RESULTADOS OBTENIDOS

	Pág.
6.1. RESULTADOS OBTENIDOS	179
6.2. ANALISIS DE LOS RESULTADOS	179

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Pág.
6.2.1. CONCLUSIONES	182
6.2.2. RECOMENDACIONES	184
BIBLIOGRAFÍA	187

ANEXOS

Tabla resumen de la Situación del Botadero del Cinco en Transición a Relleno Sanitario Semicontrolado

Anexo A	Identificación de deficiencias y efectos
Anexo B	Plan de Adecuación Ambiental
ANEXO 1	Plan de Contingencias para el Abandono del Relleno Sanitario
ANEXO 2	Plan de Seguridad e Higiene Industrial & Manual de Primeros Auxilios
ANEXO 3	Diseño de Ingeniería de la zanja de coronamiento, canales colectores, muro de contención, piscina de lixiviados y cerco perimetral con malla olímpica
ANEXO 4	Organigrama técnico – administrativo - descripción de las operaciones
ANEXO 5	Mapas de ubicación, planos y vistas panorámicas del Relleno.
ANEXO 6	Índice del formato del Manifiesto Ambiental
ANEXO 7	Plan de Muestreo del Relleno Sanitario El Cinco, punto de muestreo e informe del análisis los lixiviados, informe del clima de Bermejo
ANEXO 8	Estado del relleno sanitario, almacenamiento y recolección de la basura, presencia de personas y animales en el relleno, quema de residuos y fallas en el suelo.

ÍNDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

	Pág.
Tabla A.1. Destino de los Residuos Sólidos en Algunas Regiones y Países Desarrollados	3
Tabla A.2. Composición Física de los Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Bermejo	14

CAPÍTULO I

Tabla 1.1. Composición típica de los Lixiviados Generados en Rellenos Sanitarios	34
Tabla 1.2. Composición del biogás: El metano y el dióxido de carbono, son los principales componentes del biogás de un relleno sanitario.	35
Tabla 1.3. Producción Media Internacional Estimada de Residuos Sólidos	40
Tabla 1.4. Composición promedio del residuo sólido (estimación)	41
Tabla 1.5. Clasificación de los Residuos Sólidos según su Procedencia y Naturaleza	54

CAPÍTULO II

Tabla 2.1. Promedio de Precipitación Anual y Mensual	90
Tabla 2.2. Promedio de temperatura (en °C) anual y mensual	91
Tabla 2.3. Humedad Relativa Media Mensual (%)	92
Tabla 2.4. Superficies de los grandes paisajes en el departamento de Tarija	93
Tabla 2.5. Leyenda del Mapa Geológico	95

Tabla 2.6.	Superficie y Unidades Fisiográficas de Bermejo	98
Tabla 2.7.	Suelos por grandes paisajes y composición de terreno en la provincia Arce, según el sistema de clasificación del Mapa Mundial de Suelos (FAO, 1990)	106
Tabla 2.8.	Vegetación Endémica Bermejo	110
Tabla 2.9.	Especies Maderables de Valor Comercial en Tarija	111
Tabla 2.10.	Especies más importantes y predominantes de la zona y Bermejo	114
Tabla 2.11.	Variedad de Animales Existentes	115
Tabla 2.12.	Existencia de Peces y Reptiles	116
Tabla 2.13.	Municipio de Bermejo: Estructura Ocupacional	121

CAPÍTULO IV

Tabla 3.1.	Identificación de Contingencias en el Relleno Sanitario	134
Tabla 3.2.	Normas Aplicables para el Estudio	135

CAPÍTULO V

Tabla 5.1.	Prioridad de las Medidas de Mitigación	170
Tabla 5.2.	Cronograma de Actividades y Costo Total de todas las Obras para el Relleno Sanitario de la Comunidad El Cinco de acuerdo al Plan de Adecuación Ambiental	174

CAPÍTULO VI

Tabla 6.1	Resultados de los Ensayos	179
-----------	---------------------------	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura A.1. Manejo de Residuos en Europa	3
Figura A.2. Promedio de precios (en Euros) para Relleno Sanitario e Incineración de residuos no peligrosos en países de la Unión Europea (excluyendo impuestos)	4
Figura 1.1. Actividades en un Relleno Sanitario	32
Figura 1.2. Relleno tipo Área	38
Figura 1.3. Relleno tipo Zanja o Trinchera	39
Figura 2.1. Municipio de Bermejo: Estructura de la Población (año 20000)	119
Figura 2.2. Áreas de riesgo Directo e Indirecto del Relleno Sanitario del Cinco	126

ÍNDICE DE IMAGENES

	Pág.
Imagen A.2. Botadero de basura en la ciudad de El Alto	9
Imagen A.2. Relleno Sanitario de la comunidad El Cinco	11

ÍNDICE DE MAPAS

	Pág.
Mapa 2.1. Mapa Geológico	94
Mapa 2.2. Mapa Fisiográfico	99
Mapa 2.3. Mapa de Actividad Sísmica	101
Mapa 2.4. Mapa de Uso de Actual de Suelos	107