



UNIVERSIDAD ACADEMIA HUMANISMO CRISTIANO  
ESCUELA DE HISTORIA Y GEOGRAFÍA

**“PROPUESTA DE CIERRE, SELLADO Y REINSERCIÓN AMBIENTAL DEL  
VERTEDERO DEL SECTOR PICHIGUAO, COMUNA DE REQUÍNOA, REGIÓN  
DE OHIGGINS”**



ALUMNOS: Carola Vanessa Parada Brión

Francisco Andrés Meneses Medina

Profesor Guía: Pilar González Quiroz

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO DE EJECUCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL

RANCAGUA, 2013

## Agradecimientos

A nuestros hijos Agustín y Eleonor, porque fueron nuestra inspiración y pilar fundamental para completar esta investigación, con sus 4 y 2 años nos enseñaron lo que es la paciencia y nos entregaron todo su amor para poder concretar esta etapa en nuestras vidas.

A nuestras respectivas familias Papás, hermanos y sobrinos ya que con su apoyo y ayuda nos permitieron poder terminar de manera exitosa esta tarea.

A Dios por ponernos juntos en este camino y entregarnos el amor, la paciencia y perseverancia para seguir adelante.

A nuestra Profesora Guía, Pilar Gonzalez, por su dedicación y entrega.

A nuestro jefe de carrera, Profesor Marcelo Garrido, por guiarnos en este camino, gracias.

Para nuestros amigos y compañeros, gracias.

Con Cariño Carola y Francisco

## Índice Figuras

- Figura N°1: Tasa Anual de Generación de RSM por Habitantes
- Figura N°2: Generación de RS en Chile entre los años 2000-2009
- Figura N°3: Fotos del VIRS sector Pichiguao
- Figura N°4: Fotos del VIRS sector Pichiguao
- Figura N°5: Mapa Sexta Región, ubicación comuna de Requínoa
- Figura N°6: Flujograma N°1
- Figura N°7: Flujograma N°2
- Figura N°8: Flujograma N°3
- Figura N°9: Flujograma N°4
- Figura N°10: Ubicación Arrea de estudio
- Figura N°11: Viviendas cercanas a Sector Pichiguao
- Figura N°12: Bosquejo de cierre perimetral
- Figura N°13: Bosquejo casetas de vigilancia
- Figura N°14: Señalética de no botar basura
- Figura N°15: Señalética de prohibición de ingreso
- Figura N°16: Ubicación de las obras a realizar en el VIRS
- Figura N°17: Bosquejo de Caracterización del Sellado
- Figura N°18: Tubo extracción de Biogás

## Índice Tablas

- Tabla N° 1: Generación de RS en la Región del Libertador B.O
- Tabla N° 2: Tabla coordenadas del área del vertedero
- Tabla N° 3: Requerimiento total de personal para el proyecto
- Tabla N° 4: Equipos y maquinaria requeridos en el cierre del vertedero
- Tabla N° 5: Especies requeridas para cortina cortaviento
- Tabla N° 6: Orientación para la Inspección de Vertederos Clausurados
- Tabla N° 7: Elementos básicos de Plan Post clausura
- Tabla N° 8: Propuesta Económica

## ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes Generales	1
1.2 Planteamiento del problema	6
1.3. Pregunta de Intervención	10
1.4. Objetivos	11
1.4.1. Objetivo General	11
1.4.2. Objetivos Específicos	11
1.5.- Justificación	12
1.6.- Limitantes	12
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO	13
2.1 El concepto y la implicancia ambiental de los Residuos Sólidos.	13
2.2 El contexto actual de la existencia de una Disposición de Residuos Sólidos Municipales	15
2.3 Aproximaciones conceptuales para proponer planes de Cierre, Sellado y Reinserción Ambiental.	16
2.3.1 Sobre el Cierre	17
2.3.2 Sobre el sellado	17
2.3.3 Sobre la Reinserción Ambiental	18
2.4 Experiencias de Cierre, Sellado y Reinserción de Vertederos	19
2.5 Legislación e Institucionalidad de lugares destinados a la Disposición final de Residuos Sólidos Municipales.	21
2.5.1 Legislación vigente	21

2.5.2 Ley sobre bases generales del medio ambiente _____	25
2.5.3 El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental _____	25
2.5.4 Política de gestión integral de residuos sólidos _____	27
2.5.5 Programa Nacional de Residuos Sólidos _____	28
2.5.6 Nueva institucionalidad ambiental _____	30
<b>CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA _____</b>	<b>32</b>
3.1 Tipo de Investigación _____	32
3.2 Ubicación del Área de Estudio _____	33
3.3. Etapas Metodológicas de la Propuesta _____	34
3.3.1.-Primera Etapa: Diagnóstico Ambiental _____	34
3.3.2. Segunda Etapa: Establecer y definir los Elementos Institucionales Municipales asociados a la presencia de vertederos Ilegales _____	37
3.3.3 Tercera Etapa: Desarrollo de una Propuesta de Cierre y Sellado del VIRS _____	38
3.3.4.-Cuarta Etapa: Establecer los múltiples usos que se pudieran desarrollar en el sitio de emplazamiento del Vertedero Ilegal de Residuos Sólidos Municipales del sector de Pichiguao en la comuna de Requínoa, con la finalidad de proponer su re inserción ambiental una vez cerrado y sellado.	40
<b>CAPÍTULO 4 DESARROLLO Y RESULTADOS _____</b>	<b>42</b>
4.1 Ubicación y Acceso. _____	42
4.2 Historia y Situación Actual del Vertedero _____	43
4.2.1. Canales Interceptores de Aguas Lluvia _____	44
4.2.2. Manejo de Biogás _____	45
4.2.3. Manejo de Lixiviados _____	45

4.2.4.- Viviendas más Cercanas _____	45
4.2.5. Pozos de Agua Cercanos _____	46
4.3. Descripción del Sitio De Emplazamiento. _____	46
4.3.1. Antecedentes Geográficos (Pladeco Requínoa 2009-2013) _____	46
4.4. Problemas asociados a los Vertederos Ilegales _____	48
4.4.1. Impactos Ambientales (CONAMA, 2001) _____	48
4.4.3. Impactos Sociales _____	50
4.4.4. Costos para el Municipio _____	50
4.5. Elementos Institucionales Municipales asociados a la presencia de Vertederos Ilegales. _____	51
4.5.1. Normas Municipales relacionadas al medio ambiente _____	52
4.5.2. Rol del Municipio frente a los problemas ambientales de la comuna__	53
4.6 Propuesta de Cierre, Sellado y Reinserción Ambiental. _____	54
4.6.1 Propuesta de Cierre del Vertedero _____	55
4.6.1.1 Colocar Cierre Perimetral _____	56
4.6.1.2 Inhabilitar Rutas de Acceso _____	58
4.6.1.3 Establecer un Sistema de Control y Vigilancia. _____	58
4.6.1.4 Instalar Letreros Prohibiendo el Depósito de Basura. _____	59
4.6.2 Propuesta de Sellado del vertedero Ilegal _____	61
4.6.2.1 Redisposición de los Residuos. _____	61
4.6.2.2 Drenaje de Aguas Superficiales y Subsuperficiales. _____	62
4.6.2.3 Sellado _____	64
4.6.2.4 Red de Drenaje Perimetral _____	69
4.6.3 Análisis de Alternativas de Recuperación _____	71
4.6.3.1 Base de la Cobertura Vegetal _____	72

4.6.3.2 Selección y Aplicación de la Cobertura Final	72
4.6.3.3 Primera cobertura	73
4.6.3.4 Cortinas Cortaviento.	74
4.7 Control y seguimiento de Recuperación	76
4.7.1 Extracción y Control de Gases	77
4.7.2 Extracción y Control de Lixiviados	78
4.7.3 Control de Escorrentía	79
4.7.4 Control de la Erosión.	80
4.7.5 Seguimiento de la Efectividad de la Cubierta Vegetal	80
CAPÍTULO 5 PROPUESTA ECONÓMICA	83
ANEXO N°1: ENTREVISTAS	85
7.- BIBLIOGRAFÍA	88

## **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Antecedentes Generales**

El crecimiento sostenido de la población mundial, su concentración en grandes ciudades y el aumento de su nivel de consumo han traído consigo, entre muchas otras manifestaciones, un aumento progresivo en los niveles de generación de residuos provenientes de la industria y de los hogares, tanto en los sectores urbanos como rurales, la composición de estos residuos ha ido presentando una disminución en su contenido orgánico siendo reemplazado por otros materiales no biodegradables, como el plástico, que para el ecosistema es prácticamente indestructible.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), para estandarizar los requerimientos, análisis y comparación de información que tiene relación con residuos sólidos a nivel internacional, recomiendan una clasificación detallada de las fuentes de generación de residuos en Chile. Estos se clasifican en: residuos sólidos industriales y residuos sólidos municipales. Para los residuos sólidos industriales, corresponde a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) categorizadas según actividades económicas: sector agrícola y silvícola, sector minero y cantera, sector manufacturero, sector producción de energía, sector distribución y purificación de agua, y sector construcción. En el caso de los Residuos Sólidos Municipales (RSM), su origen corresponde a los provenientes de los hogares o residuos sólidos domiciliarios; los asimilables provenientes del comercio, oficinas, y entidades como escuelas y edificios públicos; y finalmente servicios municipales como podas, limpieza de calles y otras.

A lo largo de su historia, Chile ha experimentado un crecimiento poblacional sostenido, el censo de población levantado el 29 de noviembre de 1960 arrojó como resultado censal un total general de 7.374.115 habitantes, donde se producían 0,2 a 0,5 kg/hab/día de residuos sólidos, en el año 2012 la cantidad de habitantes aumentó a los 16.572.475 (censo 2012).

Si tomamos en cuenta que para el año 2009 había una producción de 1,05 kg/hab/día de residuos sólidos (CONAMA, 2010), se puede proyectar que la generación de estos residuos, en relación a las costumbres de cada país región o comunas, están directamente relacionados con el número de habitantes, los productos que ellos consuman y las distintas actividades que cada sector realice, ya que a medida que han pasado los años se ha manifestado un aumento exponencial de la generación de residuos, situación que se puede observar en el siguiente gráfico, que muestra la generación de estos residuos en la región metropolitana entre los años 2000-2009. (Ver Fig. N°1).

Figura N°1: Gráfico de Tasa anual de generación de RSM por habitante

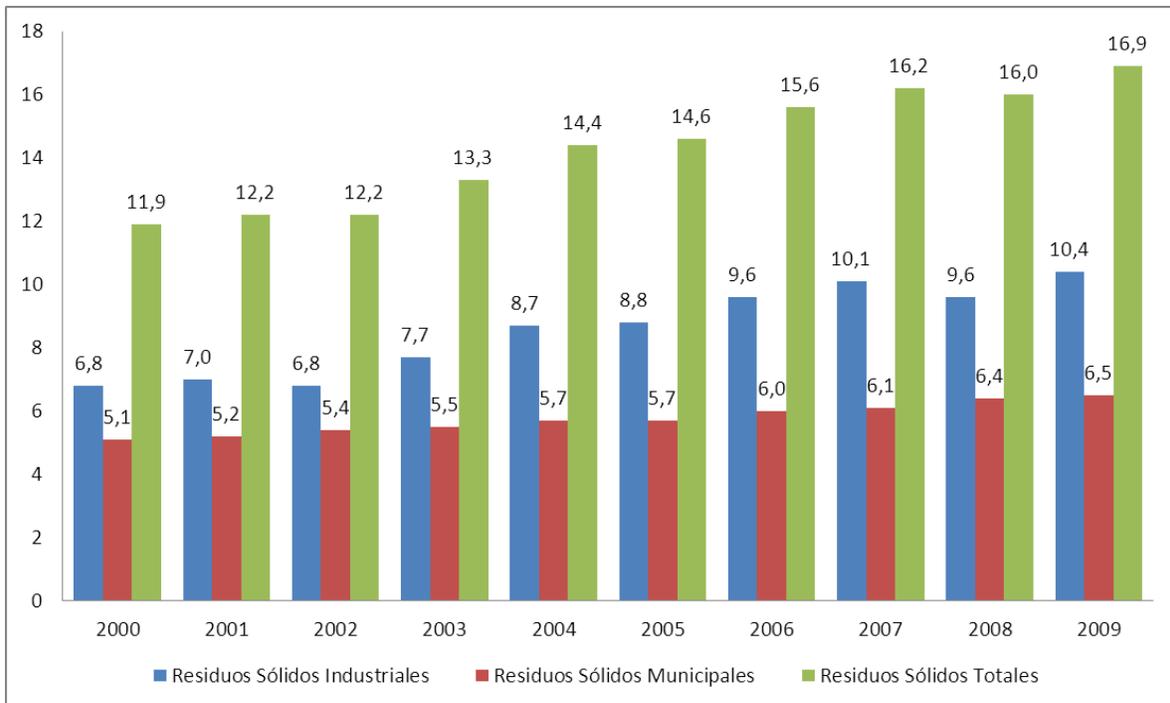


Fuente: Datos Primer reporte de manejo de residuos sólidos en Chile, 2010 (Elaboración propia)

Los problemas ambientales derivados de la generación de residuos han cobrado más fuerza en la actualidad, ya que antiguamente gran parte de estos residuos se reutilizaban o se incorporaban al medio, sin que ello afectara el equilibrio de la naturaleza.

El crecimiento de nuestra población, que va de la mano con el aumento de la actividad económica, ha producido, de una u otra forma, un cambio en algunas de nuestras conductas relacionadas con la generación de residuos, un incremento en el nivel de vida aumenta el consumo lo que se traduce en una mayor generación de residuos, a esto se suma la facilidad para acceder a productos que son desechables y de materiales cada vez más complejos en su degradación. En el siguiente gráfico se puede observar el aumento exponencial en la generación de residuos en nuestro país en un lapso de 9 años.

Figura N°2: Gráfico de Generación de Residuos sólidos Chile años 2000 al 2009



Fuente: Datos, Primer reporte de manejo de residuos sólidos en Chile, 2010(Elaboración propia)

Estos residuos generados en cantidades que van en aumento, deben ser almacenados, recolectados, transportados y deben ser sometidos a procesos de disposición final.

Por otra parte, dentro de los métodos más usados para disponer los residuos sólidos domiciliarios en América Latina, se considera a los rellenos sanitarios como la mejor opción técnica, sanitaria y económica para la disposición final.

En este contexto, es necesario tener en cuenta qué se está entendiendo por relleno sanitario, según el autor Tchobanoglous (1994) lo define como: *“una instalación de ingeniería utilizada exclusivamente para la evacuación de residuos sólidos en el suelo o dentro del manto de la tierra, sin crear incomodidades o peligros para la seguridad o a la salud pública, tales como la producción de ratas e insectos y la contaminación de aguas subterráneas”*. No obstante, todavía se pueden observar conductas de personas que realizan actividades como la de arrojar pequeñas cantidades de residuos por la ventana del automóvil, al caminar, depositar estos residuos, en los cauces de los ríos, en sitios eriazos o en la periferia de los centros poblados, dando lugar a basurales clandestinos y a microbasurales. Los basurales clandestinos son sitios de gran superficie en los que se han depositado grandes cantidades de residuos, por lo que el traslado de sus residuos a un relleno sanitario resulta inconveniente, tanto desde la perspectiva económica como del punto de vista técnico. Por lo general, estos sitios requieren de una serie de obras para completar su cierre y posterior inserción, como por ejemplo, cobertura de los residuos empleando maquinaria pesada. En cambio los microbasurales corresponden a sitios de tamaño pequeño en el que se han depositado pequeñas cantidades de residuos. Sistema Nacional de información Ambiental (SINIA 2001).

Además de todo lo anterior, es necesario señalar que los vertederos de Residuos Sólidos Municipales, que no cuentan con los permisos necesarios para su funcionamiento, también son considerados Vertederos Ilegales de Residuos Sólidos.

El marco normativo actual ha permitido que la disposición de los Residuos Sólidos Municipales (RSM) se realice en lugares apropiados y de manera que asegure que no se producirán efectos adversos al medio ambiente y a la población, sin embargo los lugares en que fueron depositados los residuos, antes de la promulgación del Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental en el año 1997, se han convertido en sitios que deben ser intervenidos y recuperados, con tal de asegurar su incorporación al entorno y transformarlos en sitios seguros desde el punto de vista sanitario, éstas consideraciones favorecerán y propiciarán la salud ambiental y de la población.

Para lo anterior, es posible considerar la gestión de un Cierre de Vertedero, el cual se define como: Finalización de la explotación, realización de faenas de desmantelamiento, limpieza superficial y colocación de cobertura final. Se le llama sellado a la construcción de obras destinadas a mantener los residuos confinados y aislados, minimizando riesgos de contaminación y peligro sanitario, controlando emisiones de Biogás y lixiviados. Preparación de la superficie para realizar futuras obras de reinserción. Se puede definir reinserción como la reincorporación de un relleno sanitario a su entorno, controlando las emisiones de biogás, lixiviados y todo aquello que cause efectos negativos al ambiente y la salud. Además de las actividades descritas se debe determinar la implementación de planes de monitoreo.

Así como también, una participación activa de la comunidad donde permita la colaboración de ellos en denunciar la presencia de sitios y vertidos ilegales, como también emprender actividades de limpieza comunitarias, son ejemplos que podríamos tomar para erradicar en forma paulatina la presencia de estos vertederos ilegales.

## **1.2 Planteamiento del problema**

La comuna de Requínoa está ubicada en la región de O'Higgins, la población bordea los 26.089 habitantes (censo 2012), la población urbana corresponde a un 54,5% y la población rural a un 45.5%. Las condiciones naturales de la comuna hacen que su economía esté fuertemente marcada por la actividad agrícola y vitivinícola, como resultado de estas actividades económicas se produce un gran tránsito de población de distintas zonas del país, los que se ocupan en labores de temporada en distintos sectores de la comuna. (Pladeco Requínoa, 2009-2013).

En la Tabla N°1 podemos observar que la generación de residuos en la comuna de Requínoa en el año 2009, fue de 6.192 (ton/año) que corresponde al 2,58% al compararlo con el total de generación de Residuos de la Región, además si observamos en la figura N°2 del capítulo anterior, Requínoa estaría aportando con un 0.036% de generación de Residuos a nivel nacional.

**Tabla N°1: Generación de Residuos Región del Libertador Bernardo O'Higgins**

Comuna	Generación de Residuos(Ton/año)	Comuna	Generación de Residuos(Ton/año)
Chépica	3.337	Olivar	3.120
Chimbarongo	8.389	Palmilla	2.872
Codegua	2.596	Paredones	1.679
Coínco	2.614	Peralillo	2.595
Coltauco	4.238	Peumo	3.710
Doñihue	4.901	Pichidegua	3.972
Graneros	7.454	Pichilemu	3.612
La Estrella	1.152	Placilla	2.087
Las Cabras	5.683	Pumanque	786
Litueche	1.368	Quinta de Tilcoco	2.576
Lolol	1.615	Rancagua	78.094
Macahí	8.528	Rengo	14.754
Malloa	3.026	Requínoa	6.192
Marchihue	1.882	San Fernando	25.000
Mostazal	6.429	San Vicente	11.240
Nancagua	4.174	Santa Cruz	8.798
Navidad	1.347		

Fuente: exConama, 2010

Se desprende del gráfico anterior que las comunas de la Región de O'Higgins generan un Total de 239.833 (Ton/año) de RSM, número que según todos los pronósticos debiera ir en aumento así como el total de residuos generados a nivel nacional, se suma a esta proyección la problemática de la composición de los mismos y la proliferación de basurales clandestinos y los riesgos para la salud que se asocian a la acumulación de residuos.

A pesar que Requínoa cuenta con un relleno sanitario, ubicado a no más de 5 kilómetros de los principales centros poblados de la comuna, se presentan varios lugares, especialmente en las zonas periféricas, donde es habitual encontrar montones de residuos dispuestos en terrenos eriazos y en la orilla de los canales de regadío, lugares funcionan como lugares de disposición a corto plazo ya que son permanentemente recogidos los residuos depositados, sin embargo en la

parte sur de la comuna podemos encontrar el sector de Pichiguao, un terreno de administración municipal de aproximadamente 4 Hectáreas, el cual fue usado como vertedero comunal hasta el año 1997. No obstante este vertedero sigue siendo usado de manera informal, incluso por el municipio, desde aproximadamente unos 16 años, en el cual se depositan residuos de construcción, podas, muebles, electrodomésticos, neumáticos, entre muchos otros residuos (ver Fig. N°3).

Figura N°3: Fotos Vertedero Ilegal de Residuos sólidos (VIRS) sector Pichiguao



Fuente: Elaboración propia

También debemos considerar, como un agravante de esta situación, que el Vertedero Ilegal de Residuos sólidos (VIRS) es frecuentado por vecinos de las inmediaciones, con el objeto de sacar residuos para posteriormente venderlos o reutilizarlos, al hurgar entre los montículos, las personas que frecuentan el vertedero, inician pequeños focos de fuego, lo que al no contar con control alguno, se disemina produciendo humos tóxicos, contribuyendo a aumentar los niveles de contaminación atmosférica. Esta práctica, hurgar, nace de la necesidad de adquirir materiales que se puedan vender, tal es el caso de los neumáticos, que por su composición de caucho y metal los hacen blanco de quemas para separar los componentes, lo que permite la valorización del acero. Las características de este

vertedero ilegal lo convierten en un problema de mayor interés de abordar, ya que no cuenta con infraestructura adecuada, medidas de control de ingreso, y de disposición de los residuos o de procedimientos normados.

Eventualmente podríamos pensar que este vertedero ilegal, tomando en cuenta lo que dicen autores en estudios científicos, podría estar produciendo distintas afectaciones al entorno. El depositar los residuos en este vertedero ilegal, favorece la contaminación del suelo y de las napas subterráneas, producto de la infiltración de lixiviados. Otro factor importante que se ve alterado por los vertidos de residuos en el lugar, es el paisaje ya que al verse perturbado se contribuye a la pérdida de su valor ambiental, lo que implica también que el sector de Pichiguao pierda plusvalía tanto en las viviendas de las personas que habitan cerca del lugar, como también para algún proyecto que se pretenda realizar en el sector, ya sea de tipo inmobiliario o comercial, ya que estos lugares se asocian a la presencia de indigentes y delincuencia, lo que conlleva un impacto social para el sector, al verse privado del desarrollo comunal que presentan otros sectores de Requínoa.

Igualmente, este vertedero lleva asociado un factor de alto riesgo para la salud de las personas que viven cerca del lugar, pues están expuestos a vectores sanitarios y a emanaciones de humo, por otro lado, las personas que realizan la recuperación de materiales en el terreno del vertedero ilegal están expuestas directamente, ya que al no contar con medidas de seguridad y control sanitario adecuadas entran en contacto con los residuos exponiéndose a diversas fuentes de contaminación (exConama, 2010). Como demuestra la figura N°4 una de las prácticas habituales que se presenta en el sitio es la quema de algunos residuos, lo que contribuye a aumentar los niveles de contaminación atmosférica en una zona declarada Zona-Saturada desde el año 2009.

Figura N°4: Foto VIRS sector Pichiguao



Presencia en el vertedero de humo producto de la quema de basura  
Fuente: Elaboración propia

La vulnerabilidad del sector, al tener de vecino un vertedero ilegal y todos los riesgos asociados que esto conlleva, nos permite realizar la proposición de un plan de cierre, sellado y reinserción del lugar, para contribuir a revertir los impactos negativos originados por la presencia de este vertedero en el sector de Pichiguao.

### 1.3. Pregunta de Intervención

¿Cómo debe ser la propuesta de un diseño de cierre, sellado y reinserción de un vertedero ilegal de residuos sólidos municipales que permita la recuperación ambiental del sitio y del entorno del sector de Pichiguao en la comuna de Requínoa?

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Elaborar una propuesta de cierre, sellado y de reinserción de un vertedero ilegal de residuos sólidos municipales, con la finalidad recuperar ambientalmente el sitio y el entorno del sector de Pichiguao en la comuna de Requínoa.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Elaborar un diagnóstico ambiental del sitio de emplazamiento del vertedero ilegal de Residuos Sólidos Municipales ubicado en el sector de Pichiguao en la comuna de Requínoa.
- Establecer y definir los elementos institucionales municipales que permiten dar solución a problemas ambientales relacionados con el Vertedero Ilegal de Residuos Sólidos Municipales, con la finalidad de contribuir a la disminución de los impactos ambientales y los costos económicos asociados a la presencia de estos sitios.
- Elaborar una propuesta de un plan de cierre y de sellado del sitio de emplazamiento del Vertedero Ilegal de Residuos Sólidos Municipales del sector de Pichiguao en la comuna de Requínoa.
- Establecer los múltiples usos que se pudieran desarrollar en el sitio de emplazamiento del Vertedero Ilegal de Residuos Sólidos Municipales del sector de Pichiguao en la comuna de Requínoa, con la finalidad de proponer su reinserción ambiental una vez cerrado y sellado.

### **1.5.- Justificación**

Es importante la formulación de esta propuesta ya que servirá de directriz a la hora de decidir el cierre, sellado y reinserción ambiental del vertedero de residuos sólidos municipales existente en el sector de Pichiguao comuna de Requínoa o de cualquier otro vertedero ubicado en diferentes localidades, ya que estas instalaciones rápidamente se transforman en focos de contaminación ambiental, lo cual atenta contra la vida y salud de la población y contra el Medio ambiente, por lo que deben ser intervenidos, ya sea legalizándolos y dejándolos en regla o cerrando sus operaciones, confinando los residuos de manera segura y conforme los requerimientos ingenieriles necesarios para asegurar que los impactos ambientales dejen de afectar al medio.

Otro aspecto importante de señalar es que el presente trabajo representa una oportunidad de rescate de un terreno de dimensiones considerables y de interés estratégico para la Municipalidad de Requínoa, lo cual va en beneficio directo de los vecinos del sector de Pichiguao y del paisaje de la entrada sur de la comuna ya que está ubicado a orilla de la carretera 5 sur y la línea férrea, por lo que la primera postal de la comuna es este Vertedero Ilegal de Residuos Sólidos Municipales. Finalmente, con la elaboración de esta investigación se contribuirá a enriquecer el escaso material bibliográfico y práctico respecto de la recuperación de sitios ocupados como Vertederos Ilegales de Residuos Sólidos Municipales.

### **1.6.- Limitantes**

La investigación presenta como limitante la inexistencia de información formal, relacionado a escritos y documentos administrativos sobre la historia del Vertedero Ilegal de Residuos Sólidos Municipales, así como también, no existen registros de

su operatividad y no presenta permiso de ningún tipo, por lo que no existe algún informe asociado que permita conocer la forma en que operaba, si se cumplía o no con los procedimientos establecidos.

## **CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO**

### **2.1 El concepto y la implicancia ambiental de los Residuos Sólidos.**

El aumento en la generación de Residuos Sólidos Municipales (RSM), se ha transformado en un problema para los países en vías de desarrollo, principalmente en las grandes ciudades, donde se encuentra una alta densidad de población urbana con un patrón de consumo creciente y heterogéneo (UN 2001). En estas ciudades, la Gestión de Residuos Sólidos Municipales (GRSM) –entendida como la planificación, organización, dirección, coordinación, control de las diferentes acciones relacionadas con la generación, recolección, transporte y disposición final de los RSM–, enfrenta un doble dilema, por un lado, el gran incremento en la demanda de servicios de gestión de residuos causado por el crecimiento demográfico, y por otra parte, las restricciones de recursos y limitaciones institucionales que presenta el sector público para abordarlo (Buenrostro e Israde 2003, Ahmed y Ali 2006).

La civilización industrial, a diferencia de lo que sucede en la naturaleza, genera un volumen de basura, residuos y desechos que el sistema natural no puede soportar. Esta situación produce un progresivo deterioro del medio natural (Rodríguez, 1995).

La Agencia de Protección Ambiental (EPA, 1989; citado por Szantó, 1996), define textualmente residuo sólido “como cualquier basura, desperdicio, lodo y otros materiales sólidos de desechos resultantes de las actividades industriales, comerciales y de la comunidad. No incluye sólidos o materiales disueltos en las aguas de los canales de descarga de la irrigación, ni otros contaminantes comunes en el agua”. Se desprende de esta definición una pequeña clasificación de origen en la generación de residuos.

Según Domènech (1994), residuo es todo aquello que se genera como consecuencia no deseada de una actividad humana y, en general de cualquier ser vivo. De esta definición se puede inferir que la generación de residuos es inherente al desarrollo de los seres vivos.

Como residuo puede considerarse aquello que resulta de la descomposición o destrucción de algo, así como también el material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación (RAE, 2004).

Se entiende por Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) a aquellos materiales residuales procedentes de viviendas unifamiliares o multifamiliares. Estos materiales incluyen papel, vidrios, cartón, restos de comida, residuos de jardín, aluminio, plásticos entre otros (Lund, 1996). La Comisión Nacional del Medio Ambiente se refiere a los residuos definiéndolos de la siguiente manera: “*se consideraran residuos sólidos domiciliarios a las basuras de carácter doméstico generadas en viviendas y en toda otra fuente cuyos residuos presenten composiciones similares a los de las viviendas*” (exCONAMA, 2005).

Se estima que en el año 2009 nuestro país generó 16,9 millones de toneladas de residuos, de las cuales 6,5 millones de toneladas corresponden a residuos

municipales y 10,4 millones de toneladas a residuos industriales (exCONAMA 2010).

## **2.2 El contexto actual de la existencia de una Disposición de Residuos Sólidos Municipales**

A pesar de los esfuerzos por incrementar el reciclaje e implementar sistemas alternativos a la disposición final, se considera para América Latina a los rellenos sanitarios como la mejor opción técnica, económica y sanitaria a la hora de disponer de los Residuos Sólidos Municipales.

Se puede definir relleno sanitario: como una instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental.

Sin embargo y a pesar que los rellenos sanitarios se han consolidado como los lugares predilectos para disponer los residuos, la falta de sentido común de algunos habitantes, que arrojan sus desperdicios en lugares no habilitados para este propósito, van formando pequeños lugares de disposición de residuos, de preferencia en sitios eriazos, a orillas de canales y/o en las inmediaciones de los centros poblados. Dentro de los sitios ilegales de disposición final de los RSM se pueden apreciar dos tipos: microbasurales y vertederos ilegales de residuos sólidos (VIRS). En el caso de los microbasurales, la información es escasa debido a su proliferación fácil y rápida erradicación, por lo general no hay costos asociados a la disposición final debido a su fácil acceso.

En el caso de VIRS, si bien no cuentan con permisos asociados y las obras ingenieriles son precarias, existe un costo asociado, por lo que su acceso es más restringido, aquí el residuo no se compacta ni se cubre, emanando malos olores, atrayendo moscas y ratones. Cuando llueve, los líquidos producidos por los desperdicios se mezclan con el agua lluvia, acarreando sustancias químicas y gérmenes peligrosos, lo que contamina la tierra, el agua superficial y subterránea de los alrededores (AZA 2005). La presencia de los VIRS afecta la calidad de vida de la población debido a la disminución de los niveles de habitabilidad y al aumento de las enfermedades causadas por los roedores. El costo de la erradicación de un VIRS es variable, dependiendo del método de extracción, del tamaño y de las toneladas de basura depositadas en ellos, se estima un costo promedio de USD\$ 1721.93 por hectárea, sin considerar el costo por cierre perimetral de la zona ni medidas educativas que eviten su reaparición (Rungruangsakorn, 2007).

### **2.3 Aproximaciones conceptuales para proponer planes de Cierre, Sellado y Reinserción Ambiental.**

Todo lugar de disposición final de residuos sólidos, ya sea opere de forma legal o ilegal, presenta, a lo largo y al final de su vida operativa, condiciones ecológicas diferentes al momento previo a su intervención, con características que representan un peligro para el medio ambiente y afectando la calidad de vida de las comunidades aledañas al sitio, principalmente para lograr la recuperación del sitio y proveer a la comunidad de un lugar que propicie y fortalezca el desarrollo comunal. Es por este motivo que se presenta la propuesta para el cierre, sellado y reinserción del lugar de emplazamiento del VIRS de la comuna de Requínoa.

### **2.3.1 Sobre el Cierre**

Se entiende por cierre, la operación que da por finalizada la explotación, se clausura el lugar o la disposición y se realizan faenas principalmente de desmantelamiento de las instalaciones, de limpieza superficial y colocación de una capa de cobertura final. (Espinace y Otros, 1998).

En referencia al VIRS del Sector de Pichiguao la etapa de cierre consistiría básicamente en el cierre del ingreso y la ubicación de letreros que informen sobre la prohibición de ingreso y de depósitos de residuos de cualquier tipo, en este vertedero no existen infraestructuras ligadas a su funcionamiento..

Esta etapa permitiría terminar con la disposición de residuos de manera ilegal en el VIRS del Sector de Pichiguao, mejoraría la superficie que fue impactada producto de la disposición de basuras, ya que esta área constituye actualmente riesgos sanitarios para la salud de la población y un evidente impacto visual del sector, además de constituir un pasivo ambiental más.

### **2.3.2 Sobre el sellado**

Se entiende por sellado, la operación realizada después del cierre en la cual se construyen todas las obras destinadas a mantener los residuos confinados y aislados, minimizando los riesgos de contaminación y peligro sanitario, controlando las emanaciones de biogás y líquidos lixiviados, además de conservar bajo control la escorrentía superficial y los problemas que se puedan producir debido a los asientos del relleno. También se deben considerar las obras destinadas al monitoreo de gases y lixiviados, que es necesario mantener en el largo plazo. Eventualmente también es objetivo preparar la superficie para realizar las futuras obras de reinsertión (Espinace y Otros, 1998).

Una vez realizado el cierre la etapa de sellado nos permite lograr una gestión óptima en relación al problema de la disposición de manera incontrolada de residuos sólidos, una cobertura final evitará principalmente que se produzcan infiltraciones por precipitaciones y evitará la salida no controlada de biogás, importante también a considerar es que una buena cobertura permitiría soportar los posibles usos que se le dé a esta área, ya sean del tipo recreativo, forestal, agrícola, etc. De manera tal que permita la restitución ecológica y paisajística del área en estudio asegurando así la integridad post clausura a largo plazo del vertedero

### **2.3.3 Sobre la Reinserción Ambiental**

Se entiende por reinserción las faenas destinadas a reincorporar el relleno sanitario ya sellado a su entorno, controlando las emisiones de biogás, líquidos lixiviados y los problemas que puedan causar los asentamientos entre otros, de manera que se impida causar impactos negativos al ambiente y la salud. En esta etapa se debe terminar de implementar las instalaciones de monitoreo, emplazadas en la etapa de sellado, que sean necesarias para controlar que el emplazamiento no sea causa de contaminación de aire, suelo o agua. La reinserción, habitualmente tiene alguna de las siguientes alternativas de destino: agrícola, recreacional, y/o apoyo a algún tipo de estructuras (CONAMA/GRS de la PUCV, 2002).

Toda vez realizadas las etapas que aseguren el control de las externalidades ambientales del VIRS, se procederá a la recuperación ambiental y social de sitio de emplazamiento por medio de proyectos de reinserción ambiental, paisajística, de uso público o deportivo.

## 2.4 Experiencias de Cierre, Sellado y Reinserción de Vertederos

En el caso de la situación chilena, se puede señalar que desde los años setenta han existido iniciativas dirigidas al mejoramiento en el manejo de residuos sólidos, sin embargo muchas de estas iniciativas se realizaban de manera inconveniente (Monreal J, 1996).

En lo que respecta a la reinserción de vertederos en Chile, las primeras experiencias en el tema, investigadores de la Universidad Católica de Valparaíso, presentaron trabajos en los Congresos de Ingeniería Sanitaria, de Viña del Mar y Temuco, Chile (Oyarzún, A. Et al., 1979) y (Espinace R., 1983). Luego durante los años 1987 y 1991 se realizó una investigación financiada por Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico de Chile, la cual permitió el desarrollo de experiencias piloto en rehabilitación de rellenos sanitarios en proceso de cierre.

La Feria, ex vertedero de residuos sólidos de la ciudad de Santiago, es una buena experiencia de sellado y reinserción de sitios abandonados, su operación se mantuvo desde abril de 1977 y agosto de 1984 (Bitrán & Asociados, 2003; GRS de la PUCV12). El proyecto de cierre, sellado y reinserción se desarrolló entre los años 1993 y 1997, en donde el Ministerio de Vivienda mediante el Programa de Forestación urbana dieron paso a un parque de 11,7 hectáreas. La construcción del parque se ejecutó en varias etapas dando origen finalmente al Parque André Jarlán. (CEPAL 2012).

El ex basural La Cañamera, se encontraba situado en la comuna de Puente Alto, teniendo una extensión aproximada de 13,2 hectáreas. Este basural formó parte de uno de los siete lugares para la disposición final de los residuos sólidos municipales con el que contaban 17 comunas que componían el Área Metropolitana de Santiago. La basura que llegaba a La Cañamera entre 1969 y

1970 era de 922 m<sup>3</sup>/día, producción de una población de 930.000 habitantes a un promedio de 0,3 kg/hab/día. Según Casanueva (1971), en 1996 se encomendó a la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso la elaboración de un estudio, el cual debía servir de antecedente base para la ejecución del proyecto de recuperación del ex-basural La Cañamera. Este proyecto se enmarcó dentro del programa de Forestación Urbana que el Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (CEPAL 2012). En el lugar se levantaría la Villa Estaciones Ferroviarias, lugar de las otrora famosas casas COPEVA.

Otro caso es el del vertedero Lo Errázuriz, ubicado en el antiguo pozo ripiero de Estación Central, El origen del vertedero Lo Errázuriz se remonta a 1984, año en que comenzó a recibir escombros y basuras provenientes de diferentes lugares del Gran Santiago. Durante su vida útil, se convirtió en el vertedero más importante de la Región Metropolitana, alcanzando a recibir el 60% de la totalidad de los desechos. Este relleno, además de los residuos domiciliarios, recibió otros provenientes de la industria alimentaria, supermercados, aeropuerto, entre otros.

En 1995 fue cerrado oficialmente, para lo cual se realizó un plan de cierre. Éste se retrasó aproximadamente cinco años para dar inicio a la ejecución de las obras, lo que implicó serios problemas ambientales si se considera que a meses de su cierre atendió hasta 22 comunas. De acuerdo a datos de la época, en 1994 recepcionó 1.117.764 toneladas de residuos y una extracción de biogás que alcanzaba a 4.500.000 metros cúbicos por mes.

El terreno se dividió en cuatro sectores, el año 2001 concluyó la habilitación del Parque lo Errázuriz, comienza la construcción de otro parque, un terreno es de disposición municipal en el cual se encuentran obras de saneamiento ambiental y el último terreno se encuentra sin intervención luego del sellado.

El vertedero Zona Sur de Santiago o vertedero Lepanto se encuentra localizado en la comuna de San Bernardo, aproximadamente a cuatro km al sur del cruce de la Avenida El Mariscal con el camino Los Morros, El vertedero Lepanto operó por un período de 24 años, y recibió residuos sólidos domiciliarios, provenientes de diferentes comunas de la Región Metropolitana. Cabe mencionar que el vertedero no recibió residuos industriales, mineros o peligrosos. Este se cerró el año 2001 y se encuentran en estudio acciones de reinserción.

La realización del sellado y reinserción de estos vertedero permite eliminar el impacto negativo de estos sectores debido a su condición de ilegal lo que los hace un foco de insalubridad y eje de acciones delictuales, por lo que es importante realizar una adecuada planificación respecto de su localización con tal de no afectar a las poblaciones cercanas a estos sectores.

## **2.5 Legislación e Institucionalidad de lugares destinados a la Disposición final de Residuos Sólidos Municipales.**

### **2.5.1 Legislación vigente**

El marco normativo en Chile asociado a residuos, data desde enero del año 1968 con la dictación del Código Sanitario, el cual rige todos los asuntos relacionados con el fomento, protección y recuperación de la salud de los habitantes, y regula aspectos específicos asociados a higiene y seguridad del ambiente y de los lugares de trabajo.

En 1992 comienza a regir el Decreto Supremo (D.S.) N° 685 en que Chile ratifica el Convenio de Basilea. Sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.

En 1994 entra en vigencia la Ley 19.300 sobre bases generales del medio ambiente, la que establece un marco en el cual se debe desarrollar el actuar del sector público y privado, y un desarrollo jurídico adecuado a la garantía constitucional que asegura a todas las personas el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental.

En 2000 comienza a regir el D.S. N° 594 sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo (proviene del D.S. 745 del año 1993). El presente reglamento establece las condiciones sanitarias y ambientales básicas que deberá cumplir todo lugar de trabajo, sin perjuicio de la reglamentación específica que se haya dictado o se dicte para aquellas faenas que requieren condiciones especiales.

Establece, además, los límites permisibles de exposición ambiental a agentes químicos y agentes físicos, y aquellos límites de tolerancia biológica para trabajadores expuestos a riesgo ocupacional.

En 2005 entra en vigencia el D.S. N° 148, que establece el Reglamento Sanitario sobre manejo de residuos peligrosos. Establece las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a que debe someterse la generación, tenencia, almacenamiento, transporte, tratamiento, reuso, reciclaje, disposición final y otras formas de eliminación de los residuos.

En 2008 entra en vigencia el D.S. N° 189 que regula las condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios, considerando *“la necesidad de contar con una regulación moderna y eficaz para la evaluación y manejo de los rellenos sanitarios del país, sean estos operados por personas de derecho público o privado, la que permita evitar concurrencia de contingencias de carácter sanitario ambiental, siendo eficaz en asegurar la prestación de un servicio de disposición final de residuos sólidos domiciliarios y asimilables con una calidad, constancia y seguridad adecuadas para el normal desarrollo de las actividades de las localidades, comunas o regiones que concurran a disponer tales residuos en estos establecimientos”*. Según este reglamento, se debe indicar todas las actividades a desarrollarse antes, durante y después en el manejo de un relleno sanitario como: descripción del sitio donde se dispondrán los residuos sólidos, el diseño de ingeniería, planes de operación, contingencia, monitoreo y control, cierre, entre otros; donde cada procedimiento es detallado en el mismo reglamento.

En 2007 comienza a regir el D.S. N° 45, el cual establece la norma de emisión para la incineración y co-incineración. Su objetivo, es prevenir los efectos negativos sobre la salud de la población y los recursos naturales, derivados de las emisiones tóxicas provenientes de los procesos de incineración y co-incineración.

En 2010, comienzan a regir dos reglamentos, el D.S. N°4 para el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas. Tiene por objeto regular el manejo de lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas servidas.

Para dicho efecto, establece la clasificación sanitaria de los lodos y las exigencias sanitarias mínimas para su manejo, además de las restricciones, requisitos y condiciones técnicas para la aplicación de lodos en determinados suelos.

Por otro lado el D.S. N°6 sobre el manejo de residuos generados en establecimientos de atención de salud, donde se establece las condiciones sanitarias y de seguridad básicas a las que deberá someterse el manejo de los residuos generados en establecimientos de atención de salud

La Ley N° 18.695 orgánica constitucional de municipalidades, de 1988, establece que las municipalidades tienen la función privativa de prestar el servicio de aseo y ornato de la comuna, función que no está claramente definida y que es aclarada en parte por el Artículo 11 del Código Sanitario, estableciendo la obligación de los municipios de hacerse cargo de recolectar, transportar y eliminar por métodos adecuados las basuras, residuos y desperdicios que se produzcan o depositen en la vía urbana.

Por su parte, la Ley N° 3.063, sobre Rentas Municipales, de 1979, establece una exención del pago para el servicio de aseo para viviendas o unidades habitacionales con un avalúo fiscal igual o inferior a 225 UTM.

## **2.5.2 Ley sobre bases generales del medio ambiente**

La Ley N°19.300 sobre bases generales del medio ambiente confirió a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) la función de administrar el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), de manera que los servicios u organismos del Estado con competencia ambiental evalúan, en un solo proceso e instancia, la pertinencia de otorgar sus correspondientes permisos o pronunciamientos ambientales sectoriales, respecto de un proyecto o actividad.

Asimismo, la ley ha establecido que a los organismos del Estado, que en uso de sus facultades legales participan en el SEIA, les corresponde fiscalizar y velar por el permanente cumplimiento de las normas y condiciones sobre las cuales se aprobaron dichos proyectos o actividades. La competencia para decidir en torno a la imposición de algunas de las sanciones que la ley contempla, se ha entregado a la Dirección Ejecutiva de la CONAMA y a las Comisiones Regionales del Medio Ambiente (COREMA), según corresponda.

Bajo la perspectiva jurídica e institucional, la Ley 20.417 que creó el Ministerio del Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente, introdujo varias reformas que apuntan a lograr una mayor integridad regulatoria, introduciendo la consideración del medio ambiente, y también de la sustentabilidad, en las políticas y regulaciones sectoriales. En ese contexto está el anteproyecto de “Ley general de residuos”.

## **2.5.3 El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental**

Uno de los principales instrumentos para prevenir el deterioro ambiental es el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), que se puso en marcha en Chile en 1998. Este instrumento permite introducir la dimensión ambiental en el

diseño y la ejecución de los proyectos o las actividades que se realicen en Chile. A través de él, se trata de asegurar que las iniciativas, tanto del sector público como del sector privado, sean ambientalmente sustentables y de certificar que ellas cumplan con todos los requisitos ambientales que le sean aplicables.

De igual forma, los proyectos de sitios de disposición final tienen que someterse al SEIA y esto implica que deben presentar condiciones técnicas para minimizar sus efectos negativos sobre el entorno, cumpliendo con la normativa vigente e incorporar desde su inicio, su propuesta de plan de cierre.

Antes que existiese el SEIA, los vertederos se regían por las exigencias del Código Sanitario que por cierto, también contemplan la necesidad de dar un adecuado cese a las actividades. En algunos casos, además, se han sometido al SEIA nuevas iniciativas para asegurar el control de eventuales impactos ambientales y a la vez rehabilitar socialmente estos terrenos.

Según el Artículo 22 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. N° 95 de 2001) para dar aprobación a los proyectos o actividades se dicta una Resolución de Calificación Ambiental (RCA) la cual es un documento emitido por la CONAMA donde hace referencia sobre una vez concluida la evaluación ambiental de un proyecto este contiene un resumen del mismo, presenta los impactos ambientales más relevantes, hace obligatoria determinadas actividades y dicta una guía técnica de la ejecución del mismo.

Para asegurar que se cumplan con las exigencias requeridas en la realización de una propuesta de cierre sellado y re inserción de un VIRS, se debe considerar su evaluación en el SEIA ya que de esta forma se asegura el cumplimiento de las normativas vigentes las que apuntan a minimizar los efectos negativos que se puedan producir sobre estos sitios.

#### 2.5.4 Política de gestión integral de residuos sólidos

Desde enero de 2005, mediante acuerdo N° 265 del Consejo de Ministros de la CONAMA (compuesto por un Comité técnico con representantes del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Ministerio de Salud, Ministerio de Economía, la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administración y la Comisión Nacional del Medio Ambiente), el país cuenta con una política de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) (CONAMA, 2005) y un plan de acción que se extiende hasta el 2010.

Esta política tiene como objetivo “lograr que el manejo de residuos sólidos se realice con el mínimo riesgo para la salud de la población y para el medio ambiente, propiciando una visión integral de los residuos, que asegure un desarrollo sustentable y eficiente del sector”. Para la implementación de la política se crearon secretarías ejecutivas, tanto a nivel nacional como a nivel regional.

Entre los objetivos específicos planteados en la PGIRS, se han definido:

- Crear sistemas de información para la gestión de los residuos sólidos; y
- Minimizar los riesgos sanitarios y ambientales producidos por el mal manejo de residuos sólidos.

La PGIRS orienta a la implementación de la estrategia jerarquizada, promoviendo la prevención de su generación y, si su prevención no es posible, fomentar, en este orden, su reutilización, reciclaje, valorización energética, tratamiento y disposición final, todo ello para efectos de proteger la salud humana y el medio ambiente.

Así mismo, entre las líneas de acción al 2010 de la política, está presente “armonizar y completar el marco regulatorio”.

Una de sus prioridades de acción está centrada en la difusión de la provisión de recursos del Programa de Manejo Sustentable de Residuos Sólidos (Glosa 22 de la Subdere), para mejorar el manejo de los residuos sólidos.

### **2.5.5 Programa Nacional de Residuos Sólidos**

El Gobierno de Chile a través de la Subsecretaría de Desarrollo Regional (SUBDERE), cuenta con un Programa Nacional de Residuos Sólidos (PNRS).

El objetivo general del PNRS es mejorar las condiciones de salubridad y calidad ambiental de centros urbanos y rurales a nivel nacional, a través de la implementación de sistemas integrales y sostenibles para el manejo eficiente de los RSD. El PNRS cuenta con dos créditos internacionales para el financiamiento del mismo, el del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), por 200 millones de dólares, y el del Grupo Bancario KfW de Alemania, por un monto total de 44,9 millones de euros, las cuales apuntan a lograr las metas establecidas en los contratos bancarios mediante el financiamiento de las inversiones elegibles descritas en la guía operativa del programa.

Los créditos bancarios del KfW y el BID, contemplan el financiamiento de proyectos de RSD en todo el país. Los recursos del crédito del KfW están dirigidos a financiar proyectos en las provincias de Valdivia, Llanquihue y Osorno; y los recursos del crédito del BID están dirigidos a financiar proyectos en las provincias y regiones.

Las metas del KfW del PNRS son, entre otros:

- i) creación de tres rellenos sanitarios centrales;
- ii) establecimiento de estaciones de transferencia;

- iii) adquisición de maquinaria y equipos para la operación;
- iv) adquisición de vehículos para el transporte a larga distancia;
- v) adquisición de recolección de los residuos sólidos y demás equipos;
- vi) capacitación y asesoramiento a los departamentos técnicos de las municipalidades.

Las metas del BID del PNRS son:

- i) aumentar el porcentaje de residuos sólidos domiciliarios (RSD) con disposición final en instalaciones sanitarias y ambientalmente adecuadas;
- ii) cerrar instalaciones de disposición final de RSD sin autorización sanitaria o ambiental;
- iii) mejorar la capacidad de planificación regional del manejo de RSD;
- iv) mejorar la gestión financiera municipal de RSD;
- v) fortalecer la capacidad de fiscalización y control sanitario y ambiental del Estado.

Los indicadores de resultados de estas metas están orientados a la medición de cobertura y costo-eficiencia del servicio de disposición final, calidad ambiental y sostenibilidad financiera y ambiental de las inversiones.

A partir de agosto de 2011 el programa se define como un programa de carácter local, por lo que las inversiones se financiarán con aporte fiscal, manteniendo las mismas metas definidas en el crédito BID, y manteniendo solo el crédito alemán.

### 2.5.6 Nueva institucionalidad ambiental

El ingreso de Chile a la OCDE ha significado, desde una perspectiva ambiental, el desarrollo de unas nuevas bases del sistema institucional ambiental, que brindan instituciones modernas de coordinación, ejecución y control, acorde al nuevo *status* de Chile como país OCDE. La concreción de dicha idea, es realizada a través de la Ley 20.417/2010, del 26 de enero, que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. Esta norma plantea una modernización del modelo institucional ambiental, a través de las siguientes ideas centrales: primero, la creación de nuevas instituciones que se constituyen en referentes del nuevo marco ambiental; segundo, introduce importantes modificaciones a la Ley 19.300/1994, sobre bases generales del medio ambiente, que permiten subsanar algunas debilidades del sistema de evaluación de impacto ambiental y resolver los problemas de coordinación entre las competencias sectoriales de los diversos órganos con atribuciones en materia ambiental; y tercero, incluye algunas nociones e instituciones actuales, como el principio ambiental de las “mejores técnicas disponibles” y la “evaluación ambiental estratégica”, entre otros.

Con esta una nueva institucionalidad ambiental constituida por el Ministerio de Medio Ambiente, la Superintendencia de Fiscalización, y el Servicio de Evaluación Ambiental, además del Tribunal Ambiental que está en proceso de gestación, lo cual entrega un escenario diferente respecto al manejo de residuos en Chile.

Con fecha 26 de enero de 2010 se publicó en el Diario Oficial la Ley 20.417, que introdujo modificaciones sustanciales a la orgánica ambiental, rediseñando completamente la institucionalidad ambiental de Chile, lo cual se plasmó en las siguientes nuevas instituciones:

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA);
- Consejo de Ministros para la Sustentabilidad (CMS);
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA);
- Superintendencia del medio ambiente (SMA).

El rediseño institucional se completará con la creación de los tribunales ambientales y el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas.

El Ministerio del Medio Ambiente está encargado de:

- Diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental;
- Protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos, promoviendo el desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y su regulación normativa.

El Consejo de Ministros para la Sustentabilidad es el órgano de deliberación de la política pública y regulación general en materia ambiental y está compuesto por los ministros de medio ambiente (presidente), agricultura, hacienda, salud, economía, fomento y reconstrucción, energía, obras públicas, vivienda y urbanismo, transportes y telecomunicaciones, minería, y planificación.

Las competencias del Servicio de Evaluación Ambiental son:

- Administración del sistema de evaluación de impacto ambiental;
- Administración de un sistema de información sobre permisos, autorizaciones de contenido ambiental y líneas bases de los proyectos sometidos al SEIA;
- uniformar criterios y requisitos de carácter ambiental.

- Proposición de la simplificación de trámites para los procesos de evaluación o autorizaciones ambientales.

Las funciones y atribuciones de la Superintendencia del Medio Ambiente son controlar y fiscalizar el cumplimiento de las Resoluciones de Calificación Ambiental, de las Normas de Calidad Ambiental, de los Planes de Prevención y/o Descontaminación, de los Planes de Manejo cuando corresponda y de todos aquellos otros instrumentos de carácter ambiental que establezca la ley. Las facultades fiscalizadoras y de sanción de la superintendencia están supeditadas a la aprobación del Tribunal Ambiental.

## CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA

### 3.1 Tipo de Investigación

La presente Investigación es de tipo cualitativa, ya que se aplicará la técnica del cuestionario para la recolección de información respecto de datos históricos y actuales, así como del funcionamiento del vertedero ilegal a lo largo de los años, con el propósito de elaborar un relato histórico, parte fundamental en el diagnóstico que se pretende elaborar. Además esta investigación es de tipo descriptiva, puesto que se pretende describir un fenómeno específico para lograr comprender sus características particulares, este estudio busca especificar las propiedades del fenómeno sometido a análisis (Hernández Sampieri, 2004).

La investigación descriptiva según Sampieri, 2004, *tiene como propósito especificar las propiedades, características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a análisis, donde*

*se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para sí describir lo que se investiga. Los estudios descriptivos pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a los que se refieren.* (Hernández Sampieri, 2004 capítulo 4).

Respecto del tipo o enfoque de la investigación la presente corresponde a una investigación “documental” y “de campo”, ya que se utilizará la técnica de consulta bibliográfica y recolección de datos directamente en el lugar respecto del fenómeno en estudio y no se manipularán variables.

### **3.2 Ubicación del Área de Estudio**

El presente estudio se realizó en la Comuna de Requínoa, contenida en la provincia de Cachapoal, región del Libertador General Bernardo O’Higgins, distante 12 kilómetros hacia el sur de Rancagua. La muestra de estudio es el Vertedero Ilegal de Residuos Sólidos Municipales, ubicado en el Sector de Pichiguao, emplazado entre la línea férrea y la Carretera 5 Sur, comuna de Requínoa, Sexta Región Chile. Es en este lugar donde se levantará información que permita elaborar la Propuesta de Cierre, Sellado y Reinserción ambiental.

Figura N°5: Mapa Ubicación área de estudio



Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

### 3.3. Etapas Metodológicas de la Propuesta

#### 3.3.1.-Primera Etapa: Diagnóstico Ambiental

##### Actividad N°1: Entrevistas a actores claves.

Aplicación de entrevistas simples estructuradas a vecinos del sector de Pichigüao y que habitan en los hogares más cercanos al Vertedero, así como también a funcionarios municipales, con la finalidad de recabar información que permita ordenar el diagnóstico ambiental. Se optó por esta técnica ya que no existe documentación en fuentes secundarias respecto del vertedero en cuestión.

**Actividad N°2: Levantamiento de información de fuentes secundarias asociadas a impactos ambientales de vertederos.**

Recopilación bibliográfica de Estudios de impacto ambiental, Declaraciones de impactos ambientales, tesis relacionadas con cierre de vertederos, manejo de residuos municipales, con la finalidad de obtener información respecto de Vertederos Ilegales de Residuos Sólidos Municipales y los impactos asociados a su presencia y funcionamiento.

**Actividad N°3: Levantamiento de información de fuentes secundarias cuyo contenido permita la elaboración de un diagnóstico ambiental,**

Recopilación bibliográfica de material especializado respecto de proyectos que se instalaron o que pretenden instalarse en el sector de Pichiguao o en el área que lo rodea, además de contener información respecto de la Línea Base del sector y que permitan estructurar el diagnóstico ambiental.

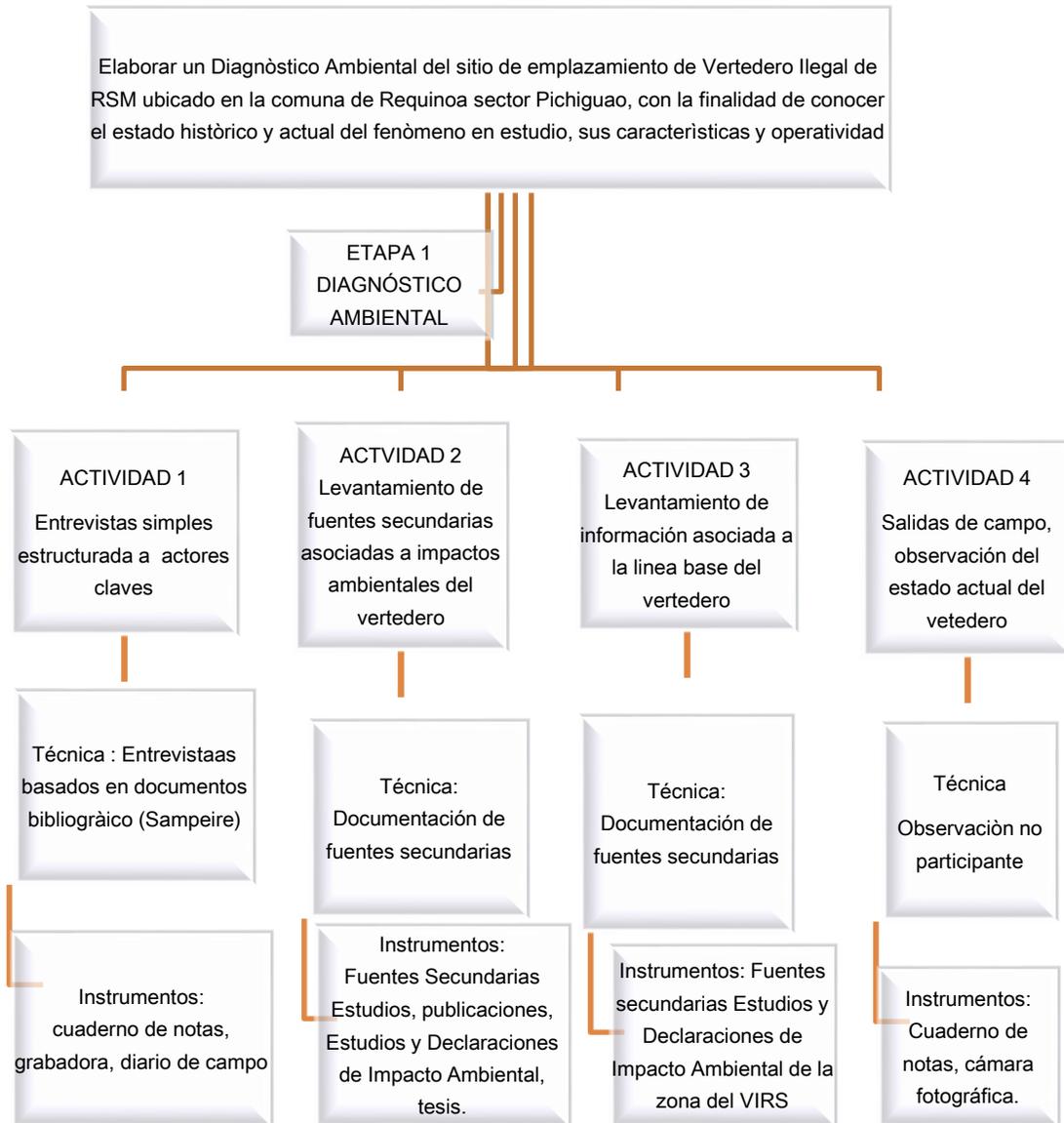
**Actividad N°4: Salidas a terreno al sector del vertedero de Pichiguao**

Se realizarán salidas a terreno con la finalidad de aplicar la técnica de observación en el lugar del fenómeno y que permita recolectar información respecto del sitio del emplazamiento y su situación actual.

La técnica de observación fue utilizada con el propósito de recoger información respecto del estado en que se encuentra el fenómeno en estudio, cuáles son sus características, verificar la existencia o no de mínimas implementaciones técnicas respecto del manejo de gases, lixiviados, lluvias y vectores, entre otras.

Figura N°6: Flujograma Metodológico N°1

Primera Etapa: Diagnóstico Ambiental



Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2. Segunda Etapa: Establecer y definir los Elementos Institucionales Municipales asociados a la presencia de vertederos Ilegales

#### Actividad N°1: Indagación y utilización de fuentes secundarias que estén asociadas al rol municipal sobre la presencia de VIRS

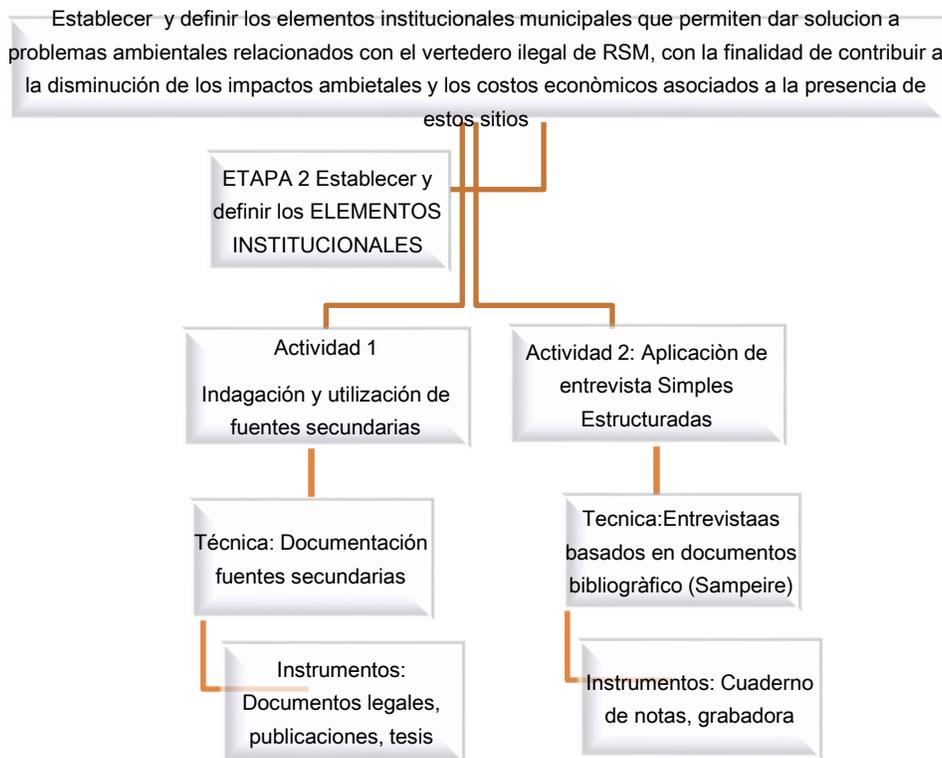
Se realizó consulta bibliográfica relacionada con las Leyes, Normas y Decretos relacionados con el rol municipal en relación a sitios ocupados como Vertederos Ilegales de Residuos Sólidos.

#### Actividad N°2: Aplicación de entrevistas simples estructuradas

Además se realizaron entrevistas simples estructuradas a funcionarios municipales en relación a vertederos en la comuna.

**Figura N°7: Flujograma Metodológico N°2**

**Segunda Etapa:** Establecer y definir los Elementos Institucionales Municipales asociados a la presencia de vertederos ilegales.



Fuente: Elaboración propia

### **3.3.3 Tercera Etapa: Desarrollo de una Propuesta de Cierre y Sellado del VIRS**

#### **Actividad N°1: Indagación y utilización de Estudios fuentes secundarias**

Se realizó consulta bibliográfica respecto de Estudios y Declaraciones de Impacto Ambiental de proyectos de cierre y sellado de Lugares de Disposición Final de RSM. Además, se revisó experiencias de cierre y sellado de VIRS, con la finalidad de replicar en nuestra propuesta estas experiencias que permitan realizar el cierre y sellado de manera que pueda ser utilizado posteriormente para su reinserción.

#### **Actividad N°2: Recopilación de información sobre cierre de VIRS**

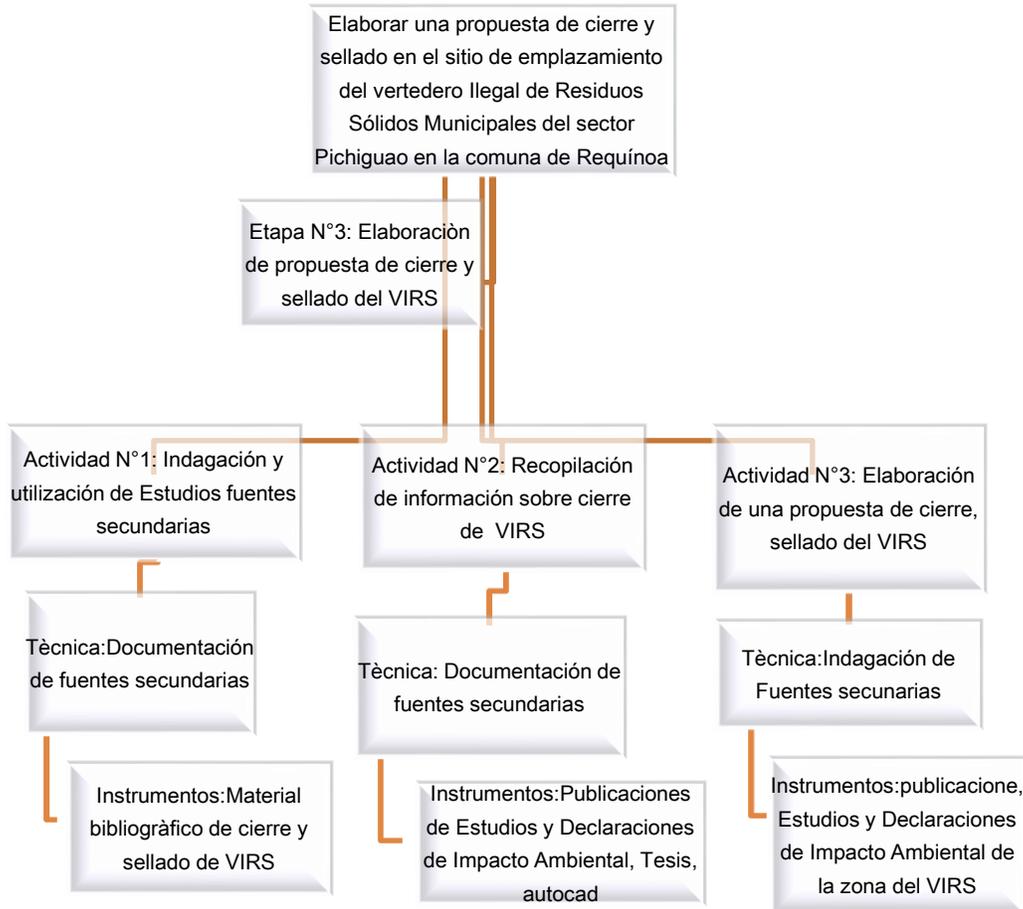
En esta etapa se consultó bibliografía especializada respecto al cierre de sitios ocupados para la disposición final de RSD, con el propósito de elaborar una propuesta que permita realizar el cierre de estos sitios para su posterior sellado y reinserción de este sector y destinarlo a usos diversos.

#### **Actividad N°3: Elaboración de una propuesta de cierre, sellado del VIRS**

Se elaboró una Propuesta de Cierre y Sellado del Vertedero Ilegal de Residuos Sólidos Municipales, con la finalidad de terminar con el depósito de RSM en el sitio, ayudar a disminuir los impactos ambientales que afectan a la población cercana emplazada próximamente al sitio ilegal de disposición final de RSM.

### Figura N°8: Flujograma Metodológico N°3

#### Tercera Etapa: Desarrollo de una Propuesta de Cierre, Sellado.



Fuente: Elaboración propia

**3.3.4.-Cuarta Etapa: Establecer los múltiples usos que se pudieran desarrollar en el sitio de emplazamiento del Vertedero Ilegal de Residuos Sólidos Municipales del sector de Pichiguao en la comuna de Requínoa, con la finalidad de proponer su re inserción ambiental una vez cerrado y sellado.**

Actividad N°1: N°1: Levantamiento de información en fuentes secundarias sobre la recuperación de sitios ocupados como vertederos.

Actividad N°2: Elaborar una propuesta sobre los usos que se pudieran desarrollar en el sito ocupado como VIRS

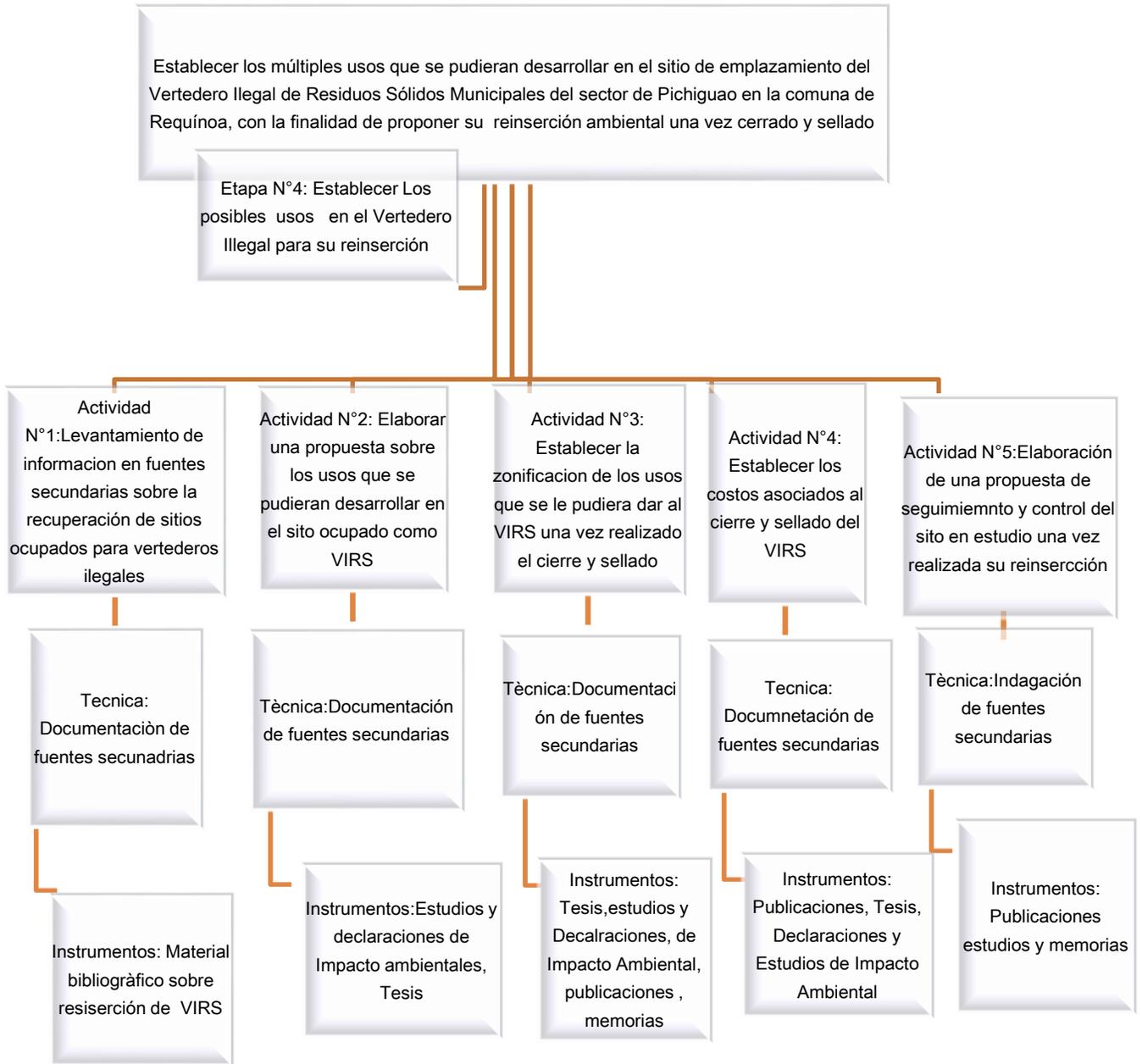
Actividad N°3: Establecer la zonificación de los usos que se le pudieran dar al VIRS una vez realizado el cierre y sellado

Actividad N°4: Elaboración de una propuesta de seguimiento y control del sito en estudio una vez realizada su re inserción

Se elaboró una propuesta de seguimiento y control del sitio una vez recuperado, esta propuesta se basó en el DIA de plan de cierre del vertedero de Loncoche y una asesoría específica en gestión de residuos y eliminación de vertederos clandestinos (Sociedad de ingeniería Ambiental, consultores Ltda. ), recurrimos a este material bibliográfico, ya que las características de los sitios presentados se asemejan a la del vertedero en estudio, los pasos a seguir en las distintas etapas son aplicables a la realidad del vertedero de Pichiguao. Luego de la evaluación de la bibliografía seleccionada se llegó a la conclusión que las mediadas de recuperación ambiental y las etapas de seguimiento y control eran replicables al caso de estudio de esta tesis.

### Figura N°9: Flujograma Metodológico N°4

**Cuarta Etapa:** Establecer los usos que se pudieran dar en el sitio de emplazamiento del VIRS con la finalidad de su reinsertión ambiental



Fuente: Elaboración propia

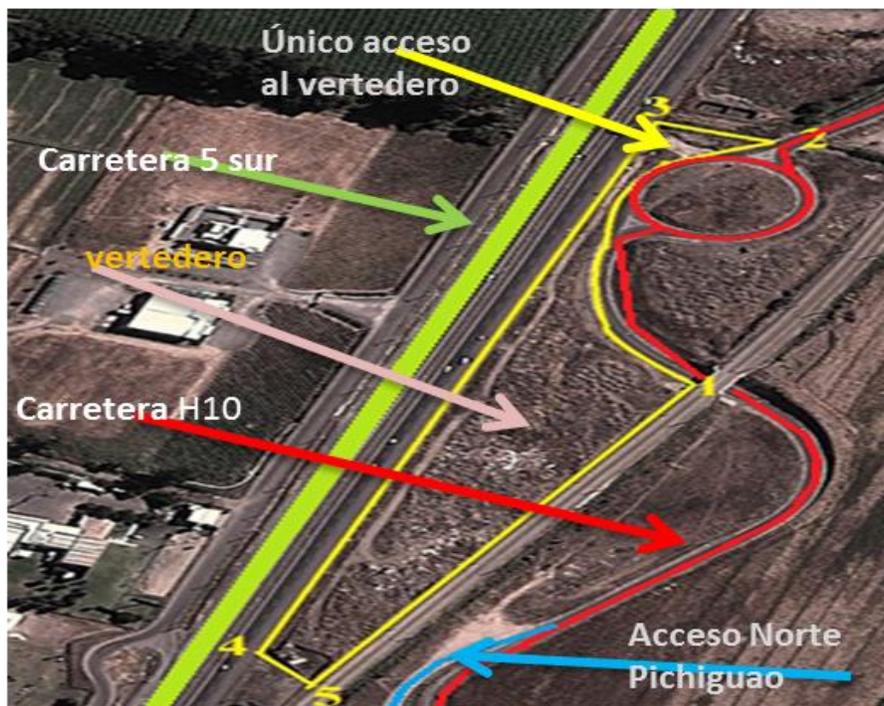
## CAPÍTULO 4 DESARROLLO Y RESULTADOS

La comuna de Requínoa se encuentra ubicada en la región de OHIGGINS, distante a 10 kilómetros de la capital regional la ciudad de Rancagua, la comuna es una de las de mayor superficie a nivel regional, con centros poblados dispersos unos de otros y con alta concentración poblacional.

### 4.1 Ubicación y Acceso.

El vertedero se ubica en la comuna de Requínoa, Provincia de Cachapoal, región del Libertador Bernardo O'Higgins distante a unos 3 kilómetros, en dirección sur, de la Plaza de Armas de la comuna en el sector de Pichiguao a orillas de la Carretera 5 Sur.

Figura N°10: Ubicación área de estudio



Fuente: Google earth

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas que definen el sitio donde está ubicado el Vertedero Ilegal de Residuos Sólidos Municipales ubicado en el sector de Pichiguao.

**Tabla N°2: Coordenadas área de estudio**

<b>Punto</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
1	34°18'47.18"S	70°49'35.09"O
2	34°18'41.41"S	70°49'35.46"O
3	34°18'41.00"S	70°49'36.03"O
4	34°18'54.24"S	70°49'40.47"O
5	34°18'55.06"S	34°18'55.06"S

Fuente: Elaboración propia

#### **4.2 Historia y Situación Actual del Vertedero**

El terreno donde se ubica el Vertedero Ilegal de Residuos Sólidos es de propiedad privada, fue cedido para habilitar un vertedero y ser administrado por la municipalidad). La operación se encuentra detenida, desde que entrara en funcionamiento el Relleno Sanitario la Yesca, desde el año 1997. De acuerdo a los antecedentes recopilados por entrevistas realizadas a funcionarios municipales y pobladores del sector de Pichiguao (Ver anexo N°1 y 2, Entrevista), el vertedero comenzó sus funciones en la década del '60, la municipalidad era la encargada de velar por el buen funcionamiento del vertedero, que las basuras fueran depositadas en forma correcta, controlar el ingreso al vertedero de camiones y vehículos, se preocupaba del confinamiento mediante la aplicación de una cobertura de tierra.(Datos recopilados mediante las entrevistas realizadas,( Anexo N°1)

El predio en toda su extensión posee una superficie total de 3,8 hectáreas, correspondiendo la superficie utilizada con residuos abarca aproximadamente 1.5 hectáreas, vale decir que un tercio de la superficie es y ha sido ocupado como sitio de disposición final de los residuos generados en la comuna.

En relación a la operación actual del vertedero, es posible determinar que la disposición de residuos se realiza de forma ilegal. Históricamente se han depositado cualquier tipo de residuos, así como también se han depositado de cualquier manera, sin ningún protocolo o cumplimiento de norma, así mismo no se ha realizado mantención alguna, excepto el retiro de bolsas de basura domiciliarias y, cada 15 días, limpieza del entorno del sitio, y por último, también hay que considerar que no existe un cerco perimetral que evite el ingreso al sitio, y que la vivienda más cercana se ubica a aproximadamente 95 metros desde el límite sur del vertedero, viéndose alterado con esto el paisaje que rodea a estas viviendas contribuyendo a una externalidad negativa para el sector.

Caracterizar el sitio de emplazamiento del vertedero, permite abarcar todas las aristas para tener una visión más exhaustiva del sector que nos permitirán proponer el cierre de la manera más óptima posible.

#### **4.2.1. Canales Interceptores de Aguas Lluvia**

En el límite poniente del predio se ubica un canal de tierra para regadío de los predios, el cual se encuentra fuera de funciones, lo que no afecta al sitio en estudio con lo que respecta a un aumento en la generación de lixiviados generados. No se presentan obras destinadas a la captación de aguas lluvias en el vertedero.

#### 4.2.2. Manejo de Biogás

Dentro del vertedero no se evidenció la presencia chimeneas de venteo de biogás. La ausencia de esta infraestructura pudiera provocar combustiones internas, generación de malos olores y potenciales explosiones que pudiesen afectar a la población más cercana al sector.

#### 4.2.3. Manejo de Lixiviados

No se observó ningún sistema de manejo de líquidos lixiviados dentro del vertedero que permita recolectar dichos líquidos hacia un punto donde se pueda monitorear su contenido, estado, cantidad, de esta manera evitar contaminación de aguas lluvia y generación de malos olores.

#### 4.2.4.- Viviendas más Cercanas

En los alrededores del vertedero se evidenció la presencia de un conjunto habitacional de 75 casas, llamado Pichiguao, de las cuales 5 casas quedan a menos de 120 metros en línea recta del sitio de emplazamiento del Vertedero Ilegal de Residuos Sólidos Municipales.

Figura N° 11: Viviendas cercanas al vertedero sector Pichiguao



Fuente: Imagen, Google earth

#### **4.2.5. Pozos de Agua Cercanos**

Mediante el cotejo con información disponible en el municipio no se registran pozos de agua cercana al vertedero. Lo que disminuye la posibilidad de ocurrencia de contaminación de aguas subterráneas, producto de la generación de lixiviados en el VIRS ya sea por generación propia de los residuos o del aporte de aguas lluvia.

#### **4.3. Descripción del Sitio De Emplazamiento.**

Este punto tiene como objetivo caracterizar el lugar de emplazamiento del vertedero refiriéndose básicamente a los aspectos del medio natural, el estado actual de las componentes ambientales y los riesgos ambientales identificados.

##### **4.3.1. Antecedentes Geográficos (Pladeco Requínoa 2009-2013)**

- ❖ **Clima:** Se distingue un clima templado cálido con estación seca prolongada (7 a 8 meses), muestra características mediterráneas con veranos cálidos y secos e inviernos lluviosos, frescos y húmedos. También hay 7 meses con precipitación inferior a 40 ms., que van de octubre a abril. La cordillera de la Costa limita el alcance de la influencia marítima, lo que se manifiesta en una menor cantidad de días nublados que en el litoral. En Requínoa caen en promedio 450 ms. Anuales. Los meses lluviosos son mayo, junio, julio y agosto. Las temperaturas promedios durante el día oscilan entre los 7,5 grados Celsius en el mes más frío y 30 grados Celsius, el más cálido, en los meses de verano Enero, Febrero y Marzo.
- ❖ **Hidrografía:** Requínoa se inserta entre la subcuenca del río Cachapoal por el norte, y la cuenca del río claro de Rengo por el sur. La comuna está compuesta por un sistema hídrico importante, el sector del valle es cruzado por numerosos canales y caudales menores.

Predominantemente la superficie de esta comuna la compone el sector cordillerano, por lo cual cuenta con una riqueza de afluentes y ríos numerosos. En este sector además se encuentran cuerpos de agua como: el embalse Cauquenes y la laguna del mismo nombre.

❖ **Flora:** Esta comuna se inscribe dentro de la zona fito geográfica, en la que se distinguen las siguientes formaciones: Matorral arborescente de la cordillera de la Costa, ubicado en la cordillera de La Costa y cerros de la depresión intermedia. Sus especies más representativas son el Litre, Peumo, Espino y Maqui. Estepa de espino, que ocupa sectores planos de la depresión intermedia y de la cordillera de Los Andes asociada con otras especies. Su aspecto es de un matorral de árboles y arbustos bajos y espinudos, la especie predominante es el Espino encontrándose además el Quillay, el Litre, el Boldo y el Maitén. Matorral preandino de hojas lauriformes, ubicado en las pendientes de los primeros cordones cordilleranos, entre sus especies se pueden citar el Peumo, el Quillay, el Litre y el Boldo.

❖ **Fauna:** Los mamíferos con mayor presencia en la zona corresponden a micromamíferos como: zorro culpeo, zorro, conejo, ratón de los espinos, guarén, degú, cururo. En cuanto a las aves más comunes con presencia en la comuna tenemos: chuncho, pequen, picaflor, lechuza, diuca, loica, tordo, garza, pato, peuco, jote, queltehue, aguilucho, entre muchos otros. Con respecto a los reptiles se encuentran las siguientes especies: culebra de cola larga, lagartija oscura. También anfibios como: el sapo de rulo y el sapito de cuatro ojos.

❖ **Suelos:** Desde una escala provincial, podemos definirlos como suelos de origen aluvial ligeramente profundos, de topografía plana, con o sin micro relieves, dentro del abanico aluvial asociado al río

Cachapoal. Son suelos de color pardo grisáceo muy oscuro a pardos, de textura franco arcillo limosa a franco limosa. El drenaje de los suelos es bueno, la permeabilidad es rápida y el escurrimiento superficial lento. La capacidad de uso de suelo predominante en la superficie del valle central de la comuna corresponde a clase III, es decir, tienen aptitud agrícola, y requieren de prácticas moderadas de conservación y manejo.

#### **4.4. Problemas asociados a los Vertederos Ilegales**

La identificación de los problemas asociados a la presencia de sitios ocupados como vertederos conllevan una serie de peligros latentes para la salud humana y ecosistémica, más aun cuando se trata de vertederos ilegales, los cuales no cuentan con el mínimo procedimiento para reducir y controlar los impactos a la salud humana y del ecosistema, a continuación se presenta una recopilación de las distintas afectaciones provocadas por los VIRS.

##### **4.4.1. Impactos Ambientales (CONAMA, 2001)**

Los impactos ambientales asociados a los vertederos ilegales son:

- ❖ Contaminación del Suelo: El vertimiento de residuos de todo tipo, incluidos residuos peligrosos tiene acción directa sobre el suelo, alterando en forma negativa sus características estructurales y químicas originales lo que generalmente es ocasionado por el movimiento de contaminantes desde los residuos hacia el suelo.
- ❖ Contaminación de Aguas superficiales y napas subterráneas: Al no contar con un manejo adecuado de las aguas lluvias ni una protección del suelo, es probable que producto de la lluvia se infiltren contaminantes hacia el subsuelo con la consecuente contaminación de napas subterráneas. Otra situación posible es el arrastre de residuos hacia cursos de agua superficial

naturales como ríos o esteros o de origen antrópico como acequias o canales de regadío.

- ❖ Contaminación del Aire: Este tipo de contaminación se encuentra asociada a la generación de olores, producto de la descomposición de los residuos, a emisiones gaseosas y de material particulado provocadas por quemas de residuos, que es una práctica bastante común para disminuir volumen y recuperar metales o que pueden ser producto de incendios de grandes proporciones.
- ❖ Alteración del Paisaje: Aunque en algunos casos los basurales clandestinos se ubican en zonas de poco valor desde el punto de vista paisajístico, este impacto ambiental no es menor ya que contribuye a la pérdida del valor ambiental del entorno en que se sitúan. (Conama, 2001)

#### **4.4.2. Salud de la Comunidad**

Los riesgos para la salud asociados a los vertederos ilegales pueden ser muy altos en el caso de las personas que viven en estos lugares y de quienes realizan recuperación de materiales, ya que estas personas quedan expuestas directamente a las características físicas y químicas de los residuos, que en algunos casos pueden corresponder a sustancias o materiales peligrosos.

Otras fuentes de riesgo o daño para salud de las personas producto de los basurales clandestinos y microbasurales están relacionadas a la presencia de roedores y otro tipo de vectores sanitarios que van de la mano con la contaminación presente en estos sitios, ya que es sabido que hay un aumento de roedores en zonas cercanas a estos vertederos ilegales.

Por otra parte estudios indican que en sitios en que son depositados neumáticos y existen climas cálidos, aumenta la proliferación de mosquitos los cuales se multiplican 100 veces más rápido en este tipo de ambientes. Algunas enfermedades como dengue, fiebre amarilla o malaria han sido atribuidas a este tipo de mosquitos. Esta situación debería tenerse muy en cuenta en el extremo norte del país.

#### **4.4.3. Impactos Sociales**

En cuanto a aspectos sociales la presencia de vertederos ilegales, afecta el valor de las propiedades vecinas por lo que el sector comienza a ser menos atractivo como es desde el punto de vista comercial y de desarrollo inmobiliario. La existencia de estos sitios se asocia actividades delictuales y por otro lado también puede propiciar la presencia de indigentes.

Además de lo expuesto anteriormente es posible que existan personas que desarrollan de modo informal labores de recuperación y venta de algunos materiales extraídos del vertedero, por lo que es conveniente considerar esta situación al momento del cierre. Como el cierre de este tipo de sitios siempre debe hacerse, es importante señalar que la existencia de estas actividades no debe transformarse en un impedimento a la clausura o eliminación definitiva del vertedero.

#### **4.4.4. Costos para el Municipio**

Debido a la obligación municipal de mantener el aseo de la ciudad, algunos municipios deben realizar continuas limpiezas de basurales clandestinos o microbasurales, lo que sin duda significa un costo adicional dentro de la gestión de residuos.

Por ello la implementación de medidas preventivas, en conjunto a las tareas correctivas, es fundamental para el mantenimiento de sitios ya saneados.

El manejo inadecuado de sitios ocupados como vertederos ilegales se presenta como un problema ya que altera las condiciones naturales del entorno, la mala disposición de los residuos propicia la aparición de vectores lo que pone en riesgo a las personas que habitan en las cercanías del sector, lo que se transforma en un costo extra para el municipio

Otro costo asociado a la presencia del VIRS del sector de Pichiguo son las multas asociadas a la presencia de humos en el sitio, ya que una vez entrada en vigencia el Decreto Supremo N° 100, regula cualquier tipo de quema, el municipio debe hacerse cargo de las quemas ilegales y sus consiguientes sanciones.

#### **4.5. Elementos Institucionales Municipales asociados a la presencia de Vertederos Ilegales.**

En este subcapítulo se pretende finalmente establecer y definir los elementos institucionales municipales que permiten dar solución a problemas ambientales relacionados con el Vertedero Ilegal de Residuos Sólidos Municipales, con la finalidad de contribuir a la disminución de los impactos ambientales y los costos económicos asociados a la presencia de estos sitios. Para ello, se señalan tres apartados relacionados a las normas municipales; rol del municipio y gestión del municipio, desarrolladas a continuación.

#### **4.5.1. Normas Municipales relacionadas al medio ambiente**

Una de las herramientas que un Municipio tiene para regular el ambiente, son las resoluciones, las cuales pueden ser, Ordenanzas Municipales, que son normas generales y obligatorias para la comunidad, se podrá multar a los infractores, con sanciones que no superen las cinco unidades tributarias mensuales (UTM), las que serán dictadas por los juzgados de policía local correspondiente. Los reglamentos municipales, son normas obligatorias y permanentes al interior del Municipio. Los decretos alcaldicios, corresponden a resoluciones en temas específicos, casos particulares. Por último las instrucciones serán directivas impartidas a los subalternos (Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades, 2001).

Las normativas a nivel local, son herramientas que apoyan las estrategias de un Municipio, en el caso del tema ambiental, permiten planificar una estrategia para proteger y conservar el medio ambiente y para darle más potestad en el manejo que se le da al territorio comunal, una comunidad informada sobre las actividades del Municipio, cumplan con su rol como ciudadanos.

En la Municipalidad de Requínoa si existe una Ordenanza Ambiental que regula el tema ambiental en la comuna, también existen directrices que están orientadas hacia una política que permita el desarrollo de la comuna considerando la relación del ciudadano con el medio ambiente, estas se encuentran consideradas en el plan de desarrollo comunal (PLADECO, Requínoa, 2009-2013), además en la Región de O'Higgins, la ciudad de Rancagua cuenta con una Ordenanza Municipal que regula el tema, basada en la política regional ambiental.

#### **4.5.2. Rol del Municipio frente a los problemas ambientales de la comuna**

El Municipio como gobierno local, debe velar por la protección y conservación de los recursos naturales que posee la comuna (Constitución Política de la República de Chile, 1980).

En consideración a la Ley Orgánica Constitucional Municipal (LOCM, 2001), establece que el Municipio, desarrollará funciones relacionadas con la protección del medio ambiente en su territorio, en forma individual o coordinando con otras instituciones del Estado.

La Municipalidad de Requínoa introdujo dentro de su quehacer la protección de la salud de las personas y del medio ambiente, por medio de la incorporación de un Programa de Gestión Ambiental local, el que hace las funciones de coordinación con los aparatos estatales con competencia ambiental y con los departamentos internos entorno a la revisión de proyectos tanto privados como estatales, además funciona como ente coordinador respecto de problemáticas ciudadanas que tienen relación prácticas que atentan contra la salud de la población y la del Medio Ambiente.

El Programa de Gestión Ambiental Municipal cuenta con un presupuesto, el que permite el desarrollo de diferentes actividades asociadas a fomentar el cuidado y protección del medio ambiente, campañas de reciclaje, informativos respecto de la correcta gestión de residuos, contenedores de separación de origen, son algunas de las medidas, además de fiscalizaciones a vehículos encontrados dentro de las instalaciones del vertedero. También desde el año 2011 la comuna cuenta con una Ordenanza Ambiental cuyo objetivo general es crear las herramientas que protejan la salud de la población y la del medio Ambiente, además entrega directrices respecto del manejo de residuos generados en los hogares y su

correcta gestión. También prohíbe y sanciona el manejo inadecuado de los residuos generados en el territorio comunal, prácticas como la de arrojar basura en lugares no habilitados es sancionado con multas, de esta manera se regula la proliferación de microbasurales.

#### **4.6 Propuesta de Cierre, Sellado y Reinserción Ambiental.**

La posibilidad de trasladar los residuos presentes en el Vertedero Ilegal de Residuos Sólidos a un lugar de disposición final autorizado se presenta como una alternativa poco conveniente por factores como el tiempo que demoraría el traslado y la cantidad de dinero que involucra. Otro factor que es determinante a la hora de proponer el confinamiento en el sitio, es que el aporte al Relleno Sanitario sería demasiado alto acortando su vida útil considerablemente tomando en consideración que el proyecto de encuentra en explotación desde hace aproximadamente 2 décadas.

El traslado de la masa de residuos se presenta además como una amenaza y una práctica poco aconsejable, teniendo en cuenta la cantidad de camiones que se necesitarían y la ubicación del relleno sanitario más cercano, en este caso la Yesca, ubicado en la Carretera del Ácido, distante aproximadamente a 35 kilómetros desde el sitio de emplazamiento del vertedero ilegal.

El confinamiento in situ de los residuos requerirá de medidas que aseguren que una vez finalizado el cierre y sellado del vertedero sea posible destinarlo a otros usos y que los residuos contenidos en el lugar dejen de ser una amenaza para la salud de la población.

#### 4.6.1 Propuesta de Cierre del Vertedero

Un VIRS debe ser cerrado de forma de privilegiar la paralización de la operación, en el caso del vertedero de Pichiguao, el cierre busca terminar con el depósito ilegal de residuos. También busca proteger las instalaciones por medio de un cierre perimetral y la colocación de señalética que informa respecto del cese de función y las multas asociadas al vertido de residuos en el sitio o en sus inmediaciones.

La inhabilitación de los caminos de ingreso dificultará el acceso de vehículos, así como la habilitación de control de ingreso, medidas tendientes a la restricción a lo menos, mientras duren las faenas de cierre, sellado y reinserción ambiental. Esta actividad es de vital importancia para detener el depósito de más residuos. El cierre del vertedero contemplaría las siguientes actividades:

- colocar cierre perimetral,
- inhabilitar rutas de acceso secundarias,
- establecer un sistema de control y vigilancia para todo el terreno y para los accesos principales,
- instalar letreros prohibiendo el depósito de basura,
- establecer multas asociadas y,
- erradicación de la población, que para el caso de estudio no aplica.

A continuación se detallan algunas de las acciones destinadas a terminar con el vertido y depósito de residuos en el sitio del vertedero, además las medidas propuestas están pensadas para proteger el terreno en recuperación.

#### 4.6.1.1 Colocar Cierre Perimetral

Para el cierre perimetral existen una diversidad de tipos de cierre: prefabricado de cemento, postes y alambre protector o malla metálica, postes, tablones de madera y malla metálica, para este caso se propone un cierre basado en polines impregnados y malla metálica, ya que no afecta tanto el paisaje como el cierre perimetral de hormigón y económicamente también resulta viable.

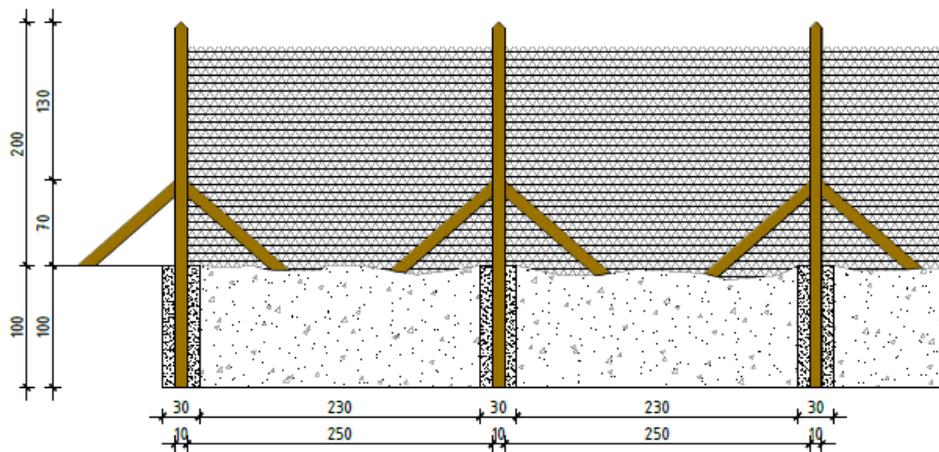
Posteriormente de seleccionado el tipo de límite perimetral debe proceder a construirse éste, para lo cual debe efectuarse un trabajo menor de movimiento de tierra y obras menores. Cabe destacar que de acuerdo a la Ley General de Urbanismo y Construcción son de responsabilidad de los propietarios.

#### **Construcción:**

- **Instalación de Postes y Malla.**
  - a) Se deben realizar agujeros separados 2.5 m máximos. (> tensión).
  - b) Los postes principales deben ir enterrados al menos 1 metro con un pie de apoyo en diagonal al lado izquierdo y derecho del poste.
  - c) Se debe extender la malla entre los postes, se recomienda rollos de 25 metros por su fácil manipulación.
  - d) Se recomienda fijar la malla al primer poste y aplicar tensión entre poste y poste, procurando poner a lo menos 4 grapas distribuidas a lo alto del poste. Esta operación de debe repetir durante todo el proceso del cierre perimetral.
  - e) Se debe considerar la instalación de hebras guías en la parte superior e inferior del cierre las cuales darán mayor apoyo a la malla evitando la pérdida de tensión.

A continuación se presenta un bosquejo de un cierre perimetral propuesto, los materiales que se requieren son de fácil transporte por lo que no se requiere maquinaria pesada para moverlos. Es necesario señalar que el cierre perimetral que se presenta a continuación debe ser realizado con la mayor de las cautelas ya que su eficacia radica en lo sólido que se presente.

Figura N°12: Bosquejo de cierre perimetral.



Fuente: Elaboración propia

El cierre perimetral que se propone cumple con la función de proteger el acceso al vertedero desde distintos lugares, lo que impedirá el ingreso de personas del sector cercano al vertedero y los que acceden al sitio con la finalidad de hurgar entre los residuos, exponiéndose a contaminantes, además son estas personas las que inician focos de fuego con las sabidas emanaciones de humo. Una vez controlado el ingreso por el perímetro del sitio se procederá a evitar el acceso de vehículos de carga.

#### 4.6.1.2 Inhabilitar Rutas de Acceso

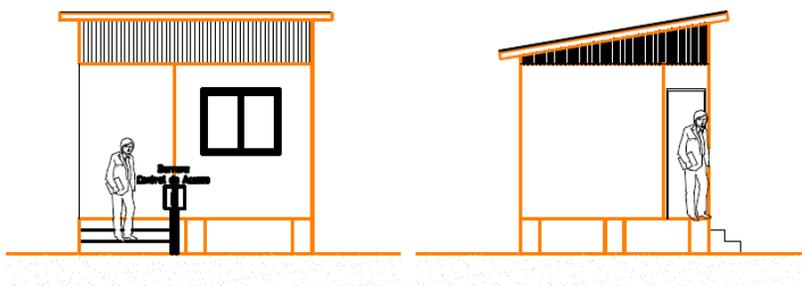
A continuación del cierre perimetral se debe proceder a inhabilitar las rutas de ingreso alternativas al sitio, se recomienda la instalación de barreras de ingreso en el acceso principal, este lugar será el único acceso habilitado al sitio y por donde ingresarán maquinarias y personal para los procesos posteriores. Estas medidas restringirán el ingreso de vehículos de carga a las instalaciones y disminuirán el vertido de residuos.

#### 4.6.1.3 Establecer un Sistema de Control y Vigilancia.

Se recomienda establecer un fuerte sistema de control y fiscalización, de forma de lograr la detención definitiva de disposición de los residuos en forma ilegal. Sin este sistema, puede suceder que a pesar de tener cierres perimetrales, se habiliten nuevos accesos ilegales al vertedero o ingrese cualquier vehículo.

A continuación se presenta el bosquejo de una instalación tipo para el control en el ingreso y para vigilar las instalaciones, la instalación propuesta debe contar con los servicios básicos exigidos en lugares de trabajo. Se recomienda que el personal de seguridad realice rondas periódicas al perímetro con tal de evitar el ingreso de personas no autorizadas.

Figura N°13: Bosquejo caseta de vigilancia



Fuente: Elaboración propia

Toda vez concluida las etapas anteriores, cierre perimetral, inhabilitar rutas de acceso, control de ingreso y vigilancia, se propone la instalación de señalética prohibitiva e informativa, con la finalidad de demarcar el perímetro, alertar a quienes piensen en ingresar a las instalaciones y entregar algunas recomendaciones, con la finalidad de desincentivar el ingreso al vertedero.

#### 4.6.1.4 Instalar Letreros Prohibiendo el Depósito de Basura.

En el caso de las señalizaciones, estas deberán ser adecuadas a los riesgos presentes en los VIRS y generalmente se localizarán en el acceso principal y otros puntos clave.

Las señalizaciones pueden presentar diversos tipos y dimensiones que se deberán adecuar a las características del VIRS, por lo general serán letreros de carácter restrictivo que anuncien:

- Prohibición de depositar basuras
- Prohibición de ingreso

La señalética deberá ir escrita claramente. Es necesario señalar que es importante tener en cuenta la publicación de un número telefónico en donde realizar las denuncias, el cual corresponderá a carabineros o al Inspector Municipal.

A continuación se presentan las imágenes de la señalética propuesta y que se recomienda instalar en: Ingreso al sitio, en el cierre perimetral con una separación de 10 metros una de otra, así mismo se recomienda que, en los caminos internos se deben instalar señaléticas que prohíban el depósito de residuos y una recomendación de velocidad para los vehículos que se desplacen dentro del perímetro.

Estos letreros (figura N°14) serán ubicados en el cierre perimetral, dispuestos hacia fuera del mismo a una distancia aproximada de 20 metros cada uno. El otro letrero figura N°13 será ubicado en la entrada del vertedero, su finalidad es prohibir la entrada a este y que el ingreso sea solo utilizado por personal autorizado, ya sea municipal o de algún otro organismo del estado.

Figura N°14: Señalética de no botar basuras



Fuente: Elaboración propia

FiguraN°15: Señaléticas de prohibición del ingreso



Fuente: Elaboración Propia

#### **4.6.2 Propuesta de Sellado del vertedero ilegal**

Uno de los aspectos por los cuales es necesario el sellado del vertedero es para evitar que el agua proveniente de las precipitaciones tenga contacto con los residuos confinados, manteniendo estable el volumen de lixiviados.

Otro factor a considerar y prevenir es el control del biogás y el peligro que esto representa, tanto en la salud y seguridad de las personas cercanas al vertedero como para la calidad del aire. Se suma a esto la disminución de vectores y perros callejeros.

Para la elaboración de la propuesta de sellado se han consultado diversos estudios y declaraciones de Impacto ambiental, (ver Bibliografía) tomando, a juicio de los investigadores, las mejores obras y actividades, cotejándolas con la evaluación y seguimiento del Servicio de Evaluación Ambiental.

Las actividades propuestas para el sellado del vertedero se detallan a continuación.

##### **4.6.2.1 Redisposición de los Residuos.**

Se propone reubicar los residuos, para conseguir una configuración estable empleando un talud exterior, una vez remodelado el perfil exterior de los residuos, el material de cobertura será debidamente nivelado y compactado, sirviendo como material de asiento para las capas de sellado.

También se propone contemplar dentro de este apartado la recogida de plásticos, elementos volantes, residuos peligrosos dispersos y los neumáticos. Los residuos que por sus características no puedan ser confinados en el

emplazamiento serán llevados a un gestor autorizado, que por su cercanía debe ser el Relleno Sanitario La Yesca, de esta manera se asegura un debido tratamiento.

Se debiera realizar una limpieza superficial del perímetro para la detección y retirada de algunos residuos dispersos que podrían existir en los alrededores. Para esta labor la Municipalidad de Requínoa cuenta con un camión recolector de RSD y personal para realizar esta labor.

#### **4.6.2.2 Drenaje de Aguas Superficiales y Subsuperficiales.**

Para garantizar la estabilidad mecánica de los residuos y reducir el efecto de los vectores que favorecen la dispersión de la contaminación, en especial el agua superficial, se propone habilitar una infraestructura específica de intercepción, desvío y conducción de las aguas de escorrentía en el perímetro del vertedero, para evitar el contacto de las mismas con la masa de residuos.

En la siguiente figura se presenta una demarcación que indica la distribución de captación de aguas superficiales, así como la disposición de la cortina cortaviento, y del cierre perimetral.

Figura N°16 imagen ubicación de las obras a realizar en el VIRS



Fuente Google earth

En la parte superior (aguas arriba) del emplazamiento, se propones construir cunetas de protección para la intercepción y desvío del agua superficial, evitando el arrastre de residuos y la generación de lixiviados.

Por otra parte es inevitable que el agua de lluvia caiga sobre los residuos, por este motivo se construirá otra cuneta que recoja el agua que entra en contacto con los residuos, esta debiera ser conducida mediante pendiente longitudinal al punto de menor cota.

Desde el punto de menor cota, el agua caerá por gravedad a una balsa que también habría que construir (impermeabilizando la zona que entre en contacto con los lixiviados) donde se acumularán los lixiviados hasta que un gestor autorizado los retire, en la región existen empresas especializadas en el tratamiento de lixiviados, según corresponda, se externalizará el servicio de retiro de lixiviados ya que el municipio no cuenta con el personal y la maquinaria necesaria.

Finalmente antes de proceder al sellado, se propone realizar una zanja en el límite del vertedero de menor cota en la dirección del flujo de aguas. Esta zanja se quedará por debajo de la capa de impermeabilización y tiene como fin interceptar los posibles lixiviados que se generen y tener un control de ellos en el periodo post clausura.

#### 4.6.2.3 Sellado

Se conoce con el nombre de cobertura final o capa de sellado, a la capa necesaria para lograr el sellado definitivo del vertedero luego de haber concluido su vida útil, o en este caso terminar con la actividad de vertido de residuos en el terreno. Dicha cobertura tiene como finalidad asegurar que las emanaciones contaminantes del vertedero no afecten al medio, y que sirva de base para una posible reutilización del sector (DIA plan de cierre Dalcahue, 2010)

Se propone que la aplicación de la cobertura final, independiente de cualquiera que sea la zona, exista en capas sucesivas para tratar de cubrir los asentamientos que se produzcan inicialmente.

Se plantea que la etapa de sellado sea contemplada según los siguientes niveles constructivos:

- **Capa de regularización:** Formada por 0.5 metros de suelo tolerable, nivelado y compactado. Está situada inmediatamente sobre los residuos y su función es habilitar las pendientes de evacuación final del sistema de sellado.

- **Capa de impermeabilización mineral de 0.5 metros de espesor:** Capa utilizada cuando el terreno natural no cumple los requisitos mínimos de impermeabilidad requerida para el sellado del vertedero, se procederá a su impermeabilización artificial, mediante la formación de una capa mineral de baja permeabilidad de 0,5

metros de espesor. La función de esta capa es el aislamiento efectivo de la masa de residuos del contacto con el agua.

El material impermeable seleccionado presentará las características específicas y en su puesta en obra se contemplan los siguientes aspectos.

- Acondicionamiento
- Ajuste de humedad
- Eliminación de partículas gruesas
- Aditivos
- Preparación del apoyo
- Compactación.

- **Geomembrana:** Las geomembranas son láminas sintéticas (poliméricas) de muy baja permeabilidad, empleadas como barreras para la difusión de líquidos y gases. El polímero base empleado será polietileno de alta densidad (PEAD), estas geomembranas son la que presentan mayor resistencia a un amplio conjunto de compuestos químicos.

Se propone que la extensión y colocación de la geomembrana se realice de forma continua. Las láminas una vez presentadas se deben soldar cuidando que la temperatura sea la misma para evitar tensiones en las soldaduras.

Los pasos a propuestos son los siguientes:

- Extensión y numeración de los paños.
- Anclaje provisional de los mismos (si fuera necesario)
- Soldadura y numeración de las mismas
- Comprobación de soldaduras
- Anclaje definitivo

Se recomienda expresamente que no se deba permitir el tráfico incontrolado de maquinaria sobre la geomembrana. La labor de control debiera estar a cargo del mismo personal que labora en la obra, además de señalar la expresa prohibición de esta conducta a los trabajadores y personal que transite por la obra.

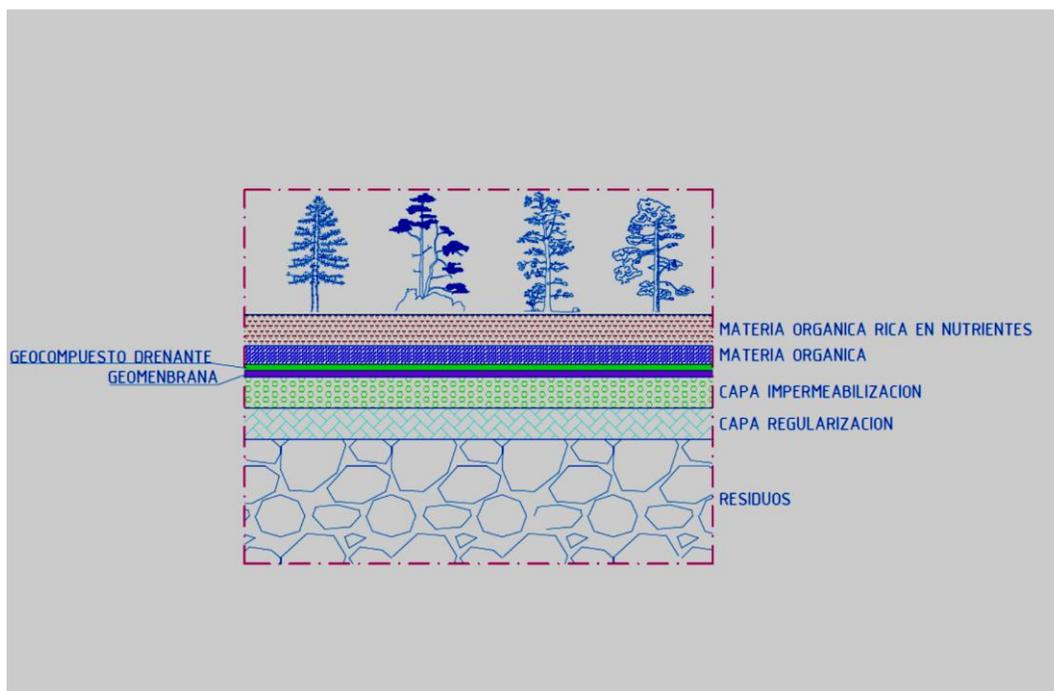
- **Geocompuesto drenante:** se recomienda que sobre la Geomembrana se instale un geocompuesto drenante, que actúa como sistema de detección de fugas, para captar y evacuar las aguas que infiltren a través de la tierra vegetal y la tierra soporte.

En la parte inferior se debe colocar de forma que vierta las aguas captadas en la cuneta inferior o en la zanja de intercepción de los lixiviados. Este Geocompuesto presenta la ventaja de ser un elemento de protección activo, permitiendo la evacuación de lixiviados.

Los Geocompuestos drenantes idealmente se deben colocar de forma continua e inmediatamente instalado se debe instalar el material que le siga para evitar su desplazamiento por el viento.

- **Capa de tierra vegetal de 0.3 metros de espesor:** La función de esta capa es facilitar las labores de restauración vegetal del vertedero. En este caso se divide en dos capas, una capa soporte de 0,5 metros de espesor en la parte de abajo y una superior formada por tierra vegetal, enriquecida en materia orgánica.

Figura N 17: Bosquejo de Caracterización del Sellado



Fuente: Elaboración propia

- **Control de gases (biogás) y olores:** Los objetivos principales de una instalación de un sistema de control y tratamiento de biogás son:

- Eliminar la migración incontrolada de gas al exterior del vertedero.
- Estimular la desgasificación del vertedero, reduciendo así la producción de lixiviados, al emplearse el agua existente en los residuos en la producción de biogás.

En la desgasificación del vertedero de Pichiguao se propone un *sistema de desgasificación pasivo*.

En los sistemas de control pasivo, se controla el movimiento del biogás en el relleno, mediante el uso de chimeneas y zanjas, proporcionando caminos de más alta permeabilidad para guiar el flujo de gas en la dirección deseada, mientras se

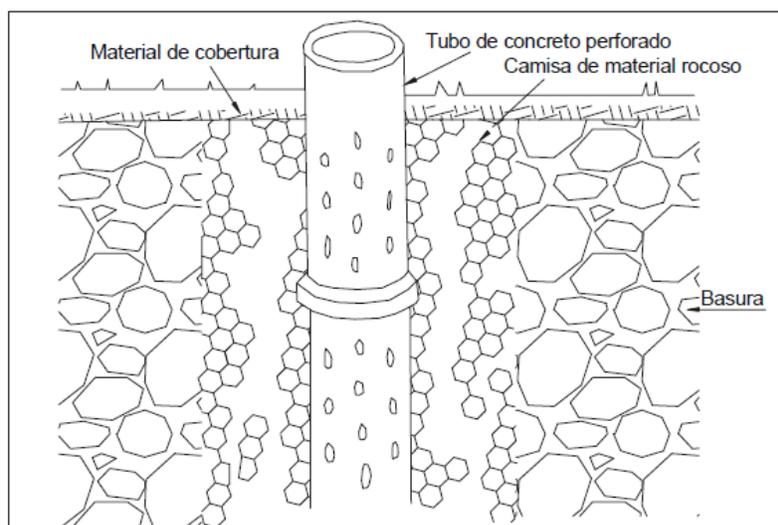
está produciendo el metano y el dióxido de carbono a altas tasas. El gas extraído se quema para controlar las emisiones de metano o los compuestos orgánicos volátiles o se utiliza para producir energía, en este caso se ha considerado que dada la cantidad menor de producción de biogás no es necesaria la quema de este.

Una vez concluido el sellado final de los residuos, se propone perforar los pozos de 40 a 60 cm de diámetro hasta que alcancen por lo menos 75% del espesor de los residuos dispuestos. Luego se deben colocar tubos de PVC o de concreto de 10 cm como mínimo con perforaciones laterales y rellenas con grava. En el extremo superior de estos drenes y como mínimo a 1,5 m sobre el nivel de la cobertura final, se debe instalar una estructura de protección en caso de caída de agua. En la figura N<sup>o</sup> 16 se demarcan la posible ubicación y distribución de las chimeneas de manejo de biogás.

La separación de los drenes verticales estará en función del área que abarcan los residuos dispuestos y su profundidad o altura respecto al suelo original; dichas separaciones lineales pueden variar de 10 hasta 40 m.

A continuación se presenta una imagen en la que se muestra la ubicación de los tubos que guiará en biogás generado hacia la superficie.

Figura 18: Tubo extracción de Biogás



Fuente: DIA propuesta cierre Dalcahue 2010

#### 4.6.2.4 Red de Drenaje Perimetral

Las obras de drenaje se diseñan con el fin de recoger y evacuar de la manera más eficaz y rápida posible el agua de lluvia, minimizando de este modo la infiltración y evitando que el agua entre en contacto con la masa de residuos.

Todas estas obras requieren de personal capacitados (ver tabla N°3) y equipos específicos (ver tabla N°4) para poder llevar a ejecución el proyecto.

A continuación se presenta un estimado de la mano de obra necesaria para realizar las tareas de cierre y sellado del vertedero, además de los costos mensuales asociados a remuneraciones el personal.

**Tabla N°3: Requerimiento total de personal para el proyecto**

<b>CARGO</b>	<b>Nº DE PERSONAS</b>	<b>HORARIO</b>	<b>Costo Personal</b>
Jefe de Obra	1	08:00 a 18:00 horas	\$450.000
Choferes	6	08:00 a 18:00 horas	\$280.000
Topógrafo	1	08:00 a 18:00 horas	\$800.000
Jornales	4	08:00 a 18:00 horas	\$205.000
Operadores de maquinaria	2	08:00 a 18:00 horas	\$300.000
<b>Total</b>	<b>14</b>		<b>\$4.530.000</b>

FUENTE: Elaboración Propia.

**Tabla N°4: Equipos y maquinaria requeridos en el cierre del vertedero**

<b>Equipo/Maquinaria</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Uso</b>	<b>H-MAQ</b>	<b>Costo por equipo/maquinaria H</b>
Bulldozer	1	Nivelación general y colocación de material de cobertura	300	\$25.000
Rodillo compactador	1	Compactación material de cobertura	300	\$14.500
Camión Aljibe	1	Riego sobre material de cobertura y control de material particulado	600	\$6.500
Camión Tolva	5	Traslado de material de cobertura	7800	\$8.500
Cargador Frontal	1	Carga material al camión tolva	300	\$9.500

FUENTE: Elaboración propia

Todos los trabajadores tendrán una jornada laboral de lunes a viernes en horario diurno. Durante los primeros meses luego del cierre y sellado se recomienda que durante la noche y los fines de semana se disponga de personal para el cuidado de las instalaciones y evitar que las personas que están desinformadas respecto del cierre, sellado y reinserción del vertedero ingresen al sitio con la finalidad de arrojar residuos.

### 4.6.3 Análisis de Alternativas de Recuperación

Una vez concluidas las etapas de cierre y sellado del sitio de emplazamiento del vertedero de Pichiguao, se recomienda proceder a su reinserción. En esta etapa se realizan trabajos destinados a reincorporar el vertedero a su entorno, poniendo especial cuidado en el control de las emisiones de biogás, líquidos lixiviados, entre otros.

La reinserción de un sitio ya cerrado y sellado, generalmente presenta las siguientes alternativas de destino: agrícola, recreacional, y/o apoyo a algún tipo de estructuras.

La recuperación de sitios que han sido utilizados como vertederos tienen como fin predilecto el empleo como terrenos agrícolas, dado que no requieren grandes y complejas planificaciones e inversiones considerablemente menores a otras alternativas. Otro de los factores a considerar en esta opción de recuperación, es que la cobertura de vegetal propuesta protegerá las capas inferiores de los efectos de la erosión. El espesor de esta capa dependerá del material disponible del uso final que se pretenda dar al sitio, se recomienda una capa de 50 centímetros como mínimo, se debe tener precaución en que las raíces de los ejemplares escogidos no toquen la geomembrana y finalmente es necesario señalar que la cobertura final aporta significativamente a la recuperación paisajística de la comuna, esto tomando en cuenta las características de los lugares aledaños.

En el caso del vertedero en estudio, ubicado en el sector de Pichiguao, las alternativas de reinserción son limitadas, ya que por las características del sitio, su emplazamiento, vías de acceso y dimensión, hacen que las posibilidades de recuperación y reinserción sean exclusivamente de tipo paisajístico, la conformación de otras infraestructuras, como canchas de fútbol, plazas, sitios de

uso público, son poco asertivas, ya que el principal impedimento radica en que el ingreso y la ubicación del vertedero hace imposible habilitar una entrada formal, además el sitio está ubicado entre la línea férrea, por el lado oriente y la carretera 5 sur por el lado poniente, lo que restringe aún más el precario ingreso, se suma a esto las características viales en que está ubicada la entrada, específicamente una rotonda lo que dificulta el ingreso y lo hacen potencialmente peligroso.

La alternativa que se presenta, a juicio de los investigadores, se plantea como la más factible y apunta a la mejora y recuperación paisajística de la entrada sur a la comuna de Requínoa, así como la recuperación del sitio de emplazamiento, mejoraría además la calidad de vida de los habitantes del sector.

#### **4.6.3.1 Base de la Cobertura Vegetal**

Una de las principales dificultades que presenta esta etapa es la disponibilidad de material para la cobertura final, en el caso particular del vertedero en estudio, se considerará la adquisición de material franco arcillo limosa, presente en gran parte de la comuna, para mezclarlo posteriormente con arena, el cual será traslado desde su lugar de origen en camiones para la disposición en el sitio de emplazamiento,

#### **4.6.3.2 Selección y Aplicación de la Cobertura Final**

Para seleccionar y aplicar la cobertura final de un vertedero se requiere la aplicación de técnicas de ingeniería que harán posible el buen funcionamiento de las obras y sellado del vertedero, para esto se debe escoger una planta resistente, que se adapte a las condiciones del medio y que requiera poco mantenimiento.

Para lograr que las obras realizadas perduren en el tiempo y sean finalmente beneficiosas para el entorno y la comunidad, se propone tener en cuenta los siguientes criterios:

- Seleccionar especies que resulten un real aporte a la estructura y composición del suelo.
- Elegir especies presentes en los alrededores del vertedero.
- Seleccionar especies con disponibilidad y fácil establecimiento.
- Priorizar la elección de vegetación nativa de la zona.
- Adaptabilidad a la composición del suelo de relleno.

Al considerar los criterios anteriores, se propone la implementación de 2 tipos de cobertura, pradera y arbustiva, este tipo de cobertura permite la proliferación de especies que cuyas semillas ya se encuentran en el vertedero y otras introducidas, se recomienda que la colonización sea de carácter natural y la proliferación de los ejemplares se produzca naturalmente, la densidad estará dada naturalmente conforme los ejemplares colonizadores ocupen cada vez más espacio.

#### **4.6.3.3 Primera cobertura**

Una de las etapas más importantes es la habilitación de cobertura, ya que esta protegerá la superficie de los efectos del viento y de los episodios de lluvia, también propiciará la colonización de insectos contribuyendo a la biodiversidad del sitio, de esta manera el lugar de recuperación será más resistente.

- Cobertura de pradera: Como cobertura inicial se recomienda establecer una pradera que ayude a sustentar de manera más rápida el suelo de relleno. Para este fin se aconseja 2 posibles especies. Se propone establecer una pradera combinada de pasto Ovillo (*Dactylis glomerata*), se desarrolla bien

en un alto espectro de suelos y presenta un sistema radicular de denso, por lo que es altamente utilizada para recuperación de suelo, estas características la hacen apropiada para establecer como pradera de larga duración.

Como segunda especie se recomienda una leguminosa perenne, específicamente Trébol Blanco (*trifolium repens*), especie con crecimiento erecto a semi-postrado, que igualmente se adapta a una amplia gama de suelos y climas. Presenta un establecimiento rápido, gracias a un alto vigor de sus plántulas. Se espera además una paulatina colonización de las especies cuyas semillas se encuentren en la tierra incorporada y que corresponden a plantas de la zona.

A esta cobertura de pradera se propone la instalación de árboles, como es el boldo, quillay, peumo, huingán y espino, los cuales están presentes en gran parte de la zona y se trata de especies vulnerables, además se trata de especies melíferas. Se recomienda un radio de distancia de 6 metros entre cada ejemplar.

#### **4.6.3.4 Cortinas Cortaviento.**

Se propone el establecimiento de una cortina de especies mixtas las que cumplirán la función de cortaviento, disminuyendo los efectos de la erosión sobre el terreno sellado, además los ejemplares arbóreos dispuestos contribuirán mejorar el valor paisajístico del lugar (ver figura N° 16)

Es necesario tener en consideración que las especies seleccionadas deberán ser plantadas en lugares donde no exista capas de sellado, por lo que la disposición de los árboles seleccionados, deberá estar circunscrita al perímetro del vertedero.

Se recomienda el establecimiento de una línea única de árboles con una distancia media de 3 metros entre cada ejemplar.

Las líneas de árboles serán establecidas con especies mixtas, con el fin de tener una barrera adecuada contra vientos, al incorporar especies específicas para ello, como por ejemplo liquidámbar (Liquidámbaar styraciflua), se establecerán de forma alternada con una especie nativa como Nothofagus Oblicua (Roble), especie que tendría el fin de evitar el impacto nocivo que tienen las especies introducidas sobre el paisaje. En la tabla N°5 se muestra la cantidad de especies requeridas para realizar la cortina de corta viento para el sitio a recuperar.

Las cantidades de árboles necesarias para el establecer la cortina corta viento se detalla a continuación.

**Tabla N°5: Especies requeridas para cortina cortaviento.**

Especies	Longitud a cubrir.	Plantas totales requeridas.	Costo por especie.	
Liquidámbaar	474 ml	158	\$14.500	\$2.291.000
Roble	474 ml	158	\$9.500	\$1.501.000
Total cortina cortaviento				\$3.792.000

Fuente: Elaboración propia.

Es necesario tener en cuenta algunas consideraciones respecto del establecimiento de la cortina corta viento que se propone para el perímetro del vertedero.

- Se recomienda escoger especies de tamaños superiores a 5 metros, ya que no será necesario un tutor de apoyo, puesto que dada la edad para alcanzar la altura señalada conlleva un diámetro apropiado del tronco.

- Se recomienda que la instalación de los ejemplares se realice antes de la segunda quincena de agosto, ya que la humedad y la temperatura son las adecuadas para el trasplante de ejemplares arbóreos.
- Los valores que se presentan son referencias y pueden sufrir variaciones. Puesto que al momento de inicio de las obras los valores pueden variar dada la época del año, la demanda o por otras circunstancias, lo que afectaría, positiva o negativamente, el presupuesto final.

#### **4.7 Control y seguimiento de Recuperación**

Una vez realizada la clausura definitiva de un vertedero, es necesario mantener las instalaciones de control mientras éste se encuentre generando productos de descomposición. Como la velocidad de esta descomposición no es uniforme, por efecto de la temperatura, humedad u otros factores, es que se pueden presentar variaciones extremas sobre el período de tiempo durante el cual sería necesario el mantenimiento de un vertedero clausurado.

Los objetivos básicos del plan de vigilancia y control son:

- Mantenimiento de la capa de sellado.
- Operación y conservación del sistema de evacuación y tratamiento de gases.
- Mantenimiento y reposición de cunetas de desvío de pluviales para un correcto drenaje.
- Retirada y transporte de lixiviados al gestor autorizado.
- Conservación, mantenimiento de taludes y bermas.

- Conservación y mantenimiento de plantaciones.
- Medición periódica del biogás en las chimeneas.

Los parámetros que se enumeran en los párrafos anteriores permitirán verificar el funcionamiento de las obras necesarias en las etapas descritas anteriormente.

#### **4.7.1 Extracción y Control de Gases**

Se propone realizar el control y valoración de la eficacia de las medidas adoptadas en los que respecta a la extracción y control de gases. Se debe realizar además un seguimiento a la composición del biogás producido en el interior del vertedero.

Se debe realizar un control de los puntos de emisión de los gases, tomándose las medidas adecuadas para controlar la generación, acumulación y migración de los gases de fermentación.

El control de la emisión de gases debe realizarse en las chimeneas del sistema de desgasificación (ver figura N° 16).

Se debe realizar una inspección y mantenimiento del sistema de drenaje de gases, para comprobar que no se encuentra obstruido. Principalmente se debe analizar la concentración de metano (CH<sub>4</sub>), Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Acido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) y Sulfuro (S<sub>2</sub>), ya que estos son los principales gases presentes en lugares de disposición de residuos se debe tener presente la concentración, los umbrales serán los dispuestos en la norma respectiva.

Se recomienda que el control de gases se realice a lo menos dos veces en el año. Lo que permitirá medir y obtener parámetros bajo circunstancias y

condiciones diametralmente opuestas, exceso de frío o de calor, alta y baja humedad, débil o fuerte viento, por ejemplo.

#### **4.7.2 Extracción y Control de Lixiviados**

Se recomienda realizar una inspección a la captación de lixiviados y a las obras realizadas para sus extracción, se debe comprobar el estado de las obras de control de lixiviados.

Se debe realizar una inspección del sistema de captación de los lixiviados, para comprobar que no se encuentra obstruido. Dado las características del trabajo de inspección este lo debe realizar personal capacitado, ya sea del aparato municipal o de no contar con dicho personal la municipalidad debe externalizar los servicios.

Se recomienda comprobar el estado de los pozos de control de la zanja de captación de lixiviados. Se debe evacuar el lixiviado siempre que sea necesario, para que nunca esté en peligro de desbordamiento, también se recomienda realizar un análisis del lixiviado de los pozos de control. El muestreo se debe realizar en la zanja de captación de lixiviados.

A las aguas procedentes de los pozos de control de lixiviados se le deben realizar los siguientes parámetros: Parámetros biológicos: Demanda bioquímica de oxígeno (DBO), coliformes. Parámetros orgánicos: Demanda química de oxígeno (DQO), carbono orgánico total (COT), nitrógeno orgánico. Parámetros inorgánicos: Sólidos totales en suspensión, sólidos totales disueltos, fósforo total, cloruros, sulfatos, amonio, sodio (Na), potasio (K), metales pesados y cianuros. Estos muestreos arrojarán datos respecto de la composición de los residuos confinados.

Se eliminará cualquier elemento que se localice en los sistemas de captación de lixiviados y que pueda estar obturándolos. El control de lixiviados debe realizarse mensualmente.

Se debe evacuar el lixiviado de los pozos siempre que sea necesario para que nunca esté en peligro de desbordarse, siendo lo normal el evacuarlo una vez al mes, por lo menos al principio, ya que la tendencia es a que desaparezcan los lixiviados.

La lógica nos indica que una vez va transcurriendo el tiempo, la cantidad de lixiviados también va disminuyendo, con lo cual el muestreo y análisis de lixiviados se realizará cada seis meses.

#### **4.7.3 Control de Escorrentía**

Este punto se refiere a la comprobación de las medidas adoptadas para el control de escorrentía superficial.

Se recomienda realizar una inspección del sistema de drenaje de las aguas pluviales, comprobando que no se encuentra atascado, además de corroborar que no se produzcan encharcamientos o acumulaciones de agua indeseados. Se recomienda que el control se realice a la salida del sistema de drenaje y los parámetros a medir son: pH, conductividad, turbidez, color, temperatura y olor.

El control se debe realizar cada tres meses o luego de algún episodio de precipitaciones, los análisis deben realizarse cada seis meses.

Si ocurriera algún daño o se atascara algún residuo, como por ejemplo un trozo de tela o un juguete, en los sistemas de drenaje, se debe proceder a la limpieza y/o reparación.

#### **4.7.4 Control de la Erosión.**

Se verificará el estado de la capa de sellado así como del perímetro plantado del sitio, poniendo especial cuidado en la formación de pozas de agua y en la formación de montículos de tierra o cualquier otro material. Esta inspección se debe realizar por lo menos dos veces al año, y luego de episodios de precipitaciones o la ocurrencia de episodios de vientos fuertes, esto con la finalidad de comprobar la presencia de estancamientos de agua, reblandecimiento del suelo, producto de exceso de agua, debilitamiento en la compactación del suelo en el perímetro de los árboles producto del viento y/o del agua.

En caso de detectarse anomalías se debe proceder a la sustitución y colocación de nuevas soluciones a la erosión.

De forma previa, se deben analizar las anomalías y si fuera necesario se debe ir modificando las técnicas y materiales empleados.

#### **4.7.5 Seguimiento de la Efectividad de la Cubierta Vegetal**

Se deben determinar los resultados de la implantación de las especies vegetales utilizadas para la recuperación del sitio, la efectividad y el grado de cumplimiento de los objetivos asociados a la forestación.

Se debe comprobar la eficacia de las medidas adoptadas para el sellado superficial y para la integración y recuperación paisajística.

Se deben evaluar los resultados contemplando:

- Siembras: Grado de cobertura de los terrenos, presencia de especies colonizadoras espontáneas, erosión en los taludes y necesidades de resiembras.
- Plantaciones: Porcentaje de plantas muertas, presencia de especies colonizadoras espontáneas, grado de cobertura del terreno.
- Resultados globales: Grado de integración paisajística y protección frente a la erosión.
- Se realizará un desbroce superficial anualmente para evitar una posible aparición de fuego accidentalmente.
- Se realizarán riegos durante el primer año en la época de estiaje.

El control del asentamiento del terreno y de la capa de sellado se debe realizar semestralmente.

En caso de detectarse una cobertura inadecuada en siembras, o unos altos porcentajes de marras en plantaciones, se debe proceder a realizar resiembras y reposiciones de ejemplares muertos.

Se deben analizar las posibles causas de los malos resultados obtenidos modificando, si fuera preciso, las especies que se deben reponer.

A continuación se muestra una tabla que oriente la realización de una inspección a los vertederos clausurados.

**Tabla N°6: Orientaciones para la Inspección de Vertederos Clausurados**

<b>Revisión</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Aspectos a observar</b>
Cobertura Final	2 veces al año y después de periodos de lluvia	Erosión, asentamientos, variación del espesor de recubrimiento, etc.
Revegetación	2 veces al año, después de invierno y comienzo del verano	Muertes de especies, signos de toxicidad, decoloración de hojas
Pendiente	2 veces al año, después de lluvia y viento	Continuidad y variación, estancamientos de aguas
Drenaje agua superficial	2 veces al año antes y después de periodos de lluvias	Limpieza, mantenimiento, fallas estructurales
Biogás * Sistema de captación y drenaje	2 veces al año	Condiciones del sistema, no obstrucción del drenaje, producción de biogás, sistema de manejo y control
Lixiviados	3 veces al año	Condiciones del sistema de drenaje y sistema de biogás, producción de lixiviados etc.
Aguas subterráneas	Se acuerda frecuencia con las autoridades correspondientes	Revisión y comparación de pozos ubicados en: salida vertedero, aguas arriba y aguas abajo.
Obras civiles(para vertederos cerrados)	1 vez al año	Estado de obras: daño estructural, en exteriores, terminaciones etc.
*en caso que corresponda sus residuos vertidos		

FUENTE: Asesoría "Propuesta de recuperación de las zonas afectadas por VIRS" (Capítulo 5)

**Tabla N°7: Elementos básicos de Plan Post Clausura**

<b>ELEMENTO</b>	<b>ACTIVIDAD TÍPICA</b>
Utilización del terreno postclausura	Designación y adopción
Tiempos de inspecciones rutinarias	Ver tabla 6
Mantenimiento de infraestructura	Preparación de una descripción de los programas para la cobertura final, cobertura de vegetación, pendiente final, sistema de drenaje, sistema de recogida y tratamiento de lixiviados, sistema de supervisión y control de gases, sistema de supervisión de aguas subterráneas
Sistema de supervisión ambiental	Fijar tareas y tiempo definido
Información	Identificación de los informes requerido, el tiempo y el formato
Cambios de instalaciones	Preparación de descripción de los sistemas actuales de supervisión, recogida y tratamiento
Plan de emergencias	Preparación y entrega

FUENTE: Asesoría "Propuesta de recuperación de las zonas afectadas por VIRS" (Capítulo 5)

## CAPÍTULO 5 PROPUESTA ECONÓMICA

La presente etapa corresponde a la presentación de una propuesta económica para las tareas de cierre, sellado y re inserción del Vertedero de Residuos Sólidos Municipales ubicado en el sector de Pichiguao.

La Municipalidad, como ente responsable del VIRS puede acceder a diferentes instancias de co-financiamiento para acceder a recursos que permitan concretar las obras propuestas, Fondos de Protección Ambiental, proyectos de rescate de sitios eriazos, proyectos de habilitación de espacios, etc.

**Tabla N°8: Propuesta Económica**

Actividad	Concepto	Medición	Precio\$	Costo \$
<b>Redisposición de los Residuos</b>				
	Residuos reubicado o remodelado	12.000 m2	1000 m2	12.000.000
	Compactado de residuo	40Horas	2000	80.000
	Limpieza superficial del voluminosos	16 Horas	3500	56.000
	Levantamiento topográfico	2 Días	45.000	90.000
	Procesamiento de datos	2 Días	300.000	600.000
Total				12.826.000

FUENTE: Elaboración Propia

## CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Diferentes estudios sobre el análisis de la presencia de vertederos ilegales de residuos sólidos, y la disposición de estos en el suelo, establecen que provocan un impacto directo e inmediato sobre el sistema edáfico, ya que una capa importante del suelo es reemplazado por residuos compactados.

La elaboración del Diagnóstico Ambiental permitió conocer las características del vertedero, su ubicación y la forma en que operó a través de los años. Mediante la información recopilada se pudieron establecer las diferentes afectaciones que este tipo de lugares provoca en el medio en que están insertos.

Mediante las visitas a terreno se pudo conocer su estado actual, el lugar donde está inserto y la percepción de la comunidad frente a la presencia de este vertedero, se indagó frente a la percepción municipal y el rol que le compete a esta respecto de este tipo de sitios y la manera en que se afronta este tipo de problemas.

El cierre y sellado de este tipo de lugares, específicamente el del sector de Pichigauo permitirá mejorar el entorno correspondiente a la entrada sur de la comuna.

La reinserción que se plantea, además de contribuir a la mejora paisajística del sector contribuirá como pulmón verde, punto importante al estar inmerso el vertedero en un lugar de una comuna declarada Zona Saturada.

Finalmente la presente investigación permitió conocer los problemas asociados a la mala gestión de residuos sólidos municipales y a dejar en manifiesto la importancia que radica el cierre y sellado de este tipo de instalaciones y la necesidad de recuperar estos sitios.

## ANEXO N°1: ENTREVISTAS

### Entrevista N°1

Nombre Entrevistado: SR. Julio Gómez

Cargo o Función: Jefe del Departamento de Transito

Antigüedad en el Municipio: Comienza su trabajo en la Municipalidad en el año 1978

#### **1.- ¿Cómo y en qué año comienza la operación del Vertedero del Sector Pichiguao?**

Cuando ingresa al municipio en el año 1978 el vertedero ya estaba funcionando, no hay un registro formal del año en que se comienza su operación

#### **2.- ¿Quién es el propietario y responsable de su administración?**

El dueño del terreno es un particular que cedió este lugar para que la municipalidad lo administrara para el vertido de basuras de la comuna y otros sectores cercanos a la comuna de Requínoa.

#### **3.- ¿Cuáles fueron los criterios que se utilizaron para decidir la creación de un vertedero en el sector de Pichiguao?**

Por parte de funcionario no hay clara visión de esto ya que cuando el ingresa este ya estaba en funcionamiento.

#### **4.- ¿Existían medidas de control respecto del ingreso y la manera de disponer los residuos?**

Si existía un control y mantención respecto al vertido de las basuras ya que la municipalidad se preocupaba del ingreso de camiones y vehículos a este sector, además cada cierto tiempo se realizaban actividades aplicación de cubierta superficial de las basuras para que no se generara emanaciones peligrosas en el sector.

### **5.- ¿Cuándo deja de operar el vertedero del sector Pichiguao?**

El vertedero deja de funcionar en el año 1997, cuando se hace operativo el relleno sanitario La Yesca.

### **Entrevista N°2**

Nombre Entrevistado: Sra. Ana Rojas, Presidenta de Junta de vecinos sector Pichiguao comuna de Requínoa

#### **1.- ¿En qué año comienza la operación del Vertedero del Sector Pichiguao?**

Aproximadamente desde el año 1662 comienza la operatividad del vertedero

#### **2.- ¿Quién es el propietario y responsable de su administración?**

El dueño del terreno es un particular que cedió este lugar para que la municipalidad lo administrara para el vertido de basuras de la comuna y otros sectores cercanos a la comuna de Requínoa.

#### **3.- ¿Cuáles fueron los problemas que se les presentan a la comunidad del sector con la presencia de este vertedero?**

Los vecinos encuentran perjudicial la presencia de este vertedero, ya que conlleva a focos de contaminación, por la aparición de plagas de roedores, moscas todo el año. Este sitio hace un par de años está siendo utilizado para votar principalmente escombros, existen además personas que realizan quemas en el sector lo que conlleva a un riesgo ya que a un costado de este vertedero se encuentra la carretera 5 Sur y el humo producido por estas quemas dificulta la visibilidad de los automovilistas lo que puede provocar accidentes importantes.

**4.- ¿Cuáles son las medidas que se están tomando a nivel vecinal con respecto a este vertedero?**

Antiguamente este sector era conocido por la ruta de la basura, donde toda la gente de la comuna botaba sus desechos, con lo cual los vecinos del sector están luchando para revertir esto realizando reuniones con el municipio y otras autoridades para dar una buena solución a este conflicto.

**5.- ¿Cuándo deja de operar el vertedero del sector Pichiguao?**

Oficialmente deja de funcionar cuando entra en vigencia el funcionamiento del Relleno sanitario La Yesca, pero clandestinamente todavía existen personas que realizan vertido de basura y quemas en el sector.

## 7.- BIBLIOGRAFÍA

- Buenrostro e Israde, Ahmed y Ali, (2006).La producción de Residuos sólidos Municipales y sus Implicancias Ambientales.
- Bitrán & Asociados (2003) “Estudio de casos de aprovechamiento energético de biogás de rellenos sanitarios en Chile: Los rellenos sanitarios La Feria, Lo Errázuriz y Lepanto en Santiago y El Molle en Valparaíso”, proyecto Banco Mundial/ESMAP/CIDA: Energía del biogás de rellenos sanitarios para la región LAC - Buenas prácticas, difusión y programa futuro, Santiago de Chile.
- Casanueva, Ruperto (1971), “Informe sobre pre factibilidad técnico económica de la disposición final de las basuras producidas por las cinco comunas el sur de Santiago”, Santiago, Chile.
- CEPIS/OPS. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y El Caribe.
- CONAMA, (2001). Guía Eliminación de Vertederos Ilegales.
- CONAMA, (2005). Política de Gestión Integral de Residuos. Santiago
- CONAMA, (2010a). Primer reporte del manejo de residuos sólidos en Chile
- CONAMA/GRS de La PUCV (Comisión Nacional del Medio Ambiente/Grupo de Residuos Sólidos de La Pontificia Universidad Católica de Chile) (2002), “Estudio de caracterización de Residuos sólidos de La Región Metropolitana”, informe final.
- DIA de plan de cierre y sellado vertedero Viñita Azul de Copiapó, 2008
- DIA de plan de cierre Dalcahue, 2010
- DIA de plan de vertedero Frutillares de Tome
- DIA de plan de cierre del vertedero de Loncoche
- Espinace, R.(1983) "Compresibilidad de Vertederos Sanitarios" y "El Vertedero Sanitario y su Empleo como Suelo de Fundación", V Congreso Chileno de Ingeniería Sanitaria y del Ambiente, celebrado en Temuco
- Espinace A. y otros (1998), “Recuperación de áreas utilizadas como vertederos controlados de residuos sólidos urbanos. Experiencias y

proposiciones, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), agosto.

- Rondón, E y Szantó M, (2012). *Ecoeficiencia y desarrollo de infraestructura urbana sostenible en Asia y América Latina: Residuos y reducción de gases de efecto invernadero: el caso de Chile*. Chile: CEPAL
- 
- Hernández, E. (2006). *Cómo escribir una tesis*. Escuela Nacional de Salud Pública
- Hernández Sampieri, Fernández Collado, C; Baptista Lucio, P. (1997). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill,
- Hernández M. Edelsys (2006), *Cómo escribir una tesis*. Recuperado [5 de marzo 2013], de [http://biblioteca.ucv.cl/site/servicios/documentos/como\\_escribir\\_tesis.pdf](http://biblioteca.ucv.cl/site/servicios/documentos/como_escribir_tesis.pdf)
- OCDE, 2005. *Evaluaciones de desempeño ambiental, Chile*. Paris, Francia.
- Oyarzun, A., y Rojas, L., (1979). "El Relleno Sanitario y la Posibilidad de Recuperación y Utilización de un Suelo". Síntesis título U.C.V., Chile.
- Pladeco, Requínoa. (2009-2013)
- Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Gobierno de Chile, Conama Santiago de Chile 2005.
- Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental, 1997.
- República de Chile. (1997). *Ley de Bases del Medio Ambiente*. Santiago: Comisión Nacional de Medio Ambiente.
- SINIA, 2001. *Eliminación de vertederos ilegales*. Gobierno de Chile.
- Sociedad de Ingeniería Ambiental. Consultores Ltda. (2005). *Asesoría específica en gestión de residuos y eliminación de vertederos*. Capítulo VI
- SZANTO, M. 1996. *Guía para la Identificación de proyectos y formulación de estudios de prefactibilidad para el manejo de residuos sólidos urbanos*. De Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES). Valparaíso, Chile. 284p.

- TCHOBANOGLIOUS, G., y THIESEN, H (1994) Gestión integral de los residuos sólidos. Buenos Aires: Editorial Mc Graw Hill.
- VASCONI, P. (2004). Residuos Sólidos Domiciliarios en Chile: Análisis y Propuestas. Santiago: Terram.
- Vásquez, Oscar. (2005).Modelo de simulación de Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios en la Región Metropolitana de Chile.
- XII Congreso Chileno, de Ingeniería Sanitaria y ambiental, Copiapó. CHILE, Octubre de 1997

#### Sitios Web

- [www.e-seia.cl](http://www.e-seia.cl)
- [www.conama.cl](http://www.conama.cl)
- [www.sinia.cl](http://www.sinia.cl)