

2019

INFORME DE TÍTULO CREACIÓN PULMONES VERDES SOBRE RELLENOS SANITARIOS, REGIÓN DE VALPARAÍSO

VILLEGAS MENA, SAMUEL ANDRES

<https://hdl.handle.net/11673/48804>

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA



UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**INFORME DE TÍTULO CREACIÓN PULMONES VERDES SOBRE RELLENOS
SANITARIOS, REGIÓN DE VALPARAÍSO.**

Trabajo de Titulación para optar al Título
de Técnico Universitario en
CONSTRUCCIÓN

Alumno:
Samuel Andrés Villegas Mena

Profesor Guía:
Sr. Marco Howes

2019

INTRODUCCIÓN	4
ANTECEDENTES GENERALES.	5
OBJETIVOS	5
CAPÍTULO I	6
Relleno sanitario	7
Aporte de un relleno sanitario.	8
Construcción relleno sanitario.	9
Funcionamiento de un relleno sanitario	10
Tipos de rellenos sanitarios.	11
Normativas que regulan los rellenos.	12
Ley de bases del medioambiente	12
Código sanitario	12
Reglamento de rellenos sanitarios	13
CAPITULO II	15
Descripción del proyecto El Molle	16
Consecuencias y Mitigación del proyecto	17
Consecuencias de un relleno.	19
Problemáticas en la construcción de un relleno sanitario	20
Aportes de la reforestación	22
Metodología general de Cierre y sellado del Relleno	23
Control de aguas superficiales	25
Control de Gases	25
Control de líquidos lixiviados.	26
Controles posteriores al cierre de un vertedero.	27
Creación Pulmón Verde	28
Obras Preliminares Parque El Molle.	28
Trazado y niveles.	29

Habilitación terreno.	30
Cierros Provisorios	30
Instalación de Faenas	30
Despeje de Terreno	31
Material Vegetal	31
Sai Wan HO (Hong Kong)	33
Parque Renato Poblete (Santiago)	33
CONCLUSIONES	35
BIBLIOGRAFÍA	36
KEYWORDS	37

Introducción

En una época de revolución del pensamiento, luchamos contra las consecuencias de nuestros errores del pasado. Cada día, existe más conciencia sobre el daño al medio ambiente y sus consecuencias. Sin embargo, este problema detectado tardíamente, ha logrado levantar distintos tipos de soluciones como la optimización de los recursos solares o eólicos (paneles solares, molinos, etc.), baldosas inteligentes, cigarros con semillas y más.

La emisión de CO₂ que produce la combustión con los procesos relacionados con el petróleo son la causa principal del deterioro actual de nuestro planeta. La siguiente investigación responde a la urgente necesidad de encontrar medidas efectivas para reducir el daño producida por la emisión de gases tóxicos, la solución planteada consiste en la construcción de denominados "pulmones" (zona de áreas verdes) que actúan filtrando los contaminantes presentes en el medio sobre rellenos sanitarios.

Además, busca dar a conocer lo que conlleva la construcción de un relleno sanitario, los procesos y trámites legales (normativas y decretos), criterios (de operación, diseño, mantención), ventajas y el efecto que producirá esta ayuda. Presentará también, proyectos mundiales y nacionales, que ya, partieron su carrera contra el calentamiento global. Conoceremos también como se ubica Chile en el mundo contra la lucha de la basura y el avance tecnológico que llevamos como sociedad.

Por último, se presentará una solución al cierre próximo del relleno sanitario "Los Molles" donde se proyecta construir un parque nacional, con la siembra de árboles que requieren poco tiempo y agua para crecer, para dar así, comienzo a una reforestación mediata, antes del colapso del planeta. Entonces, el objetivo general está enfocado al manejo oportuno, inteligente y sustentable de la basura con el propósito de contribuir con un grano de arena, al denominado calentamiento global.

Antecedentes generales.

En este capítulo se explica de forma general los objetivos de la propuesta, para acceder al Título en Técnico Universitario en Construcción, otorgado por esta institución. Este plan se desarrolla en el relleno sanitario los Molles, ciudad de Valparaíso, en proyección para el año 2025.

Objetivos

Objetivos generales.

- Definir concepto de calentamiento global.
- Determinar el proceso de construcción de un relleno sanitario e investigar su contribución al medio ambiente.
- Determinar maquinarias y características de un relleno sanitario.
- Conocer las normas que rigen los rellenos, tratados y alcances que cubren a nivel mundial.
- Revelar algunos ejemplos de rellenos sanitarios y sus efectos en las ciudades donde existen.

Objetivos particulares

- Demostrar que la construcción de un parque sobre el relleno sanitario los Molles es factible y viable para el año 2025.

Capítulo I

Releno Sanitario

Relleno sanitario

En el área de la construcción, un relleno sanitario lo definimos como un espacio destinado a la distribución final de la basura, en el cual se toman múltiples medidas para reducir y evitar los problemas generados por otro método de tratamiento de desechos como son los vertederos o vertederos ilegales. Este método consiste en depositar en el suelo los desechos sólidos, los cuales se esparcen y compactan reduciéndolos al menor volumen posible para que así ocupen un área pequeña. Luego se cubren con una capa de tierra y se compactan nuevamente al terminar el día. Para impedir que se contamine el subsuelo se impermeabiliza el terreno con polietileno de alta densidad u otra sustancia y se coloca arcilla.

El relleno sanitario debe estar lo suficientemente alejado de las fuentes destinadas al abastecimiento de agua. Idealmente, debería estar localizado en un área aislada, de poco valor comercial y bajo potencial de contaminación de aguas superficiales y subterráneas. En otras palabras, debe estar en condiciones de proteger tanto los recursos naturales como la vida animal y vegetal. Este procedimiento fue generado hace más o menos un siglo en EUA; por supuesto a través del tiempo se perfeccionó y modernizó.

Actualmente, un relleno de esta naturaleza, se pone en uso con una instalación especialmente creada y manejada como una obra de saneamiento básico. Los rellenos sanitarios basan su éxito en varios factores como; la correcta selección del sitio donde ubicarlo, el diseño, las dimensiones y el manejo profesional de su operación. (Guía de Educación Ambiental y Residuos, 2016)

Es importante considerar, que el funcionamiento básico de un relleno pone énfasis y desarrolla las siguientes actividades:

- Constar con una buena compactación de los desechos sólidos, antes y después de cubrirlos con tierra.
- Cubrimiento diario de la basura con una capa de tierra o material similar.
- Controlar con drenajes y otras técnicas los líquidos o percolados y los gases que produce el relleno, para mantener las mejores condiciones de operación y proteger el ambiente.
- Evitar por medio de canales y drenajes que el agua de lluvia ingrese al relleno sanitario.
- Una supervisión constante, tanto de los administradores como de las organizaciones comunales.



Fuente: México nueva era

Figura 0. Relleno sanitario ciudad de México

Aporte de un relleno sanitario.

¿Qué pasaría si el servicio de la basura no recogiera los residuos domiciliarios? El servicio de recolección de basuras es el único servicio municipal que llegar a todos los ciudadanos y vecinos de una comuna por igual. La producción de residuos suele ser constante a lo largo de la semana. Los días que no se recogen los residuos, son acumulados para el día siguiente. Los sistemas de transporte están diseñados para recoger ese exceso de residuos que se produce al inicio de la semana, o después de determinados feriados, pero no pueden absorber la basura de más de tres o cuatros días consecutivos.

Diseñar flotas con capacidad para estas contingencias sería muy costoso para el municipio y, por tanto, para el vecino que paga esos servicios a través de los derechos de aseo. Si por diversas razones, no se puede recoger la basura en las frecuencias diseñadas, quedará depositada en la calle, produciéndose problemas sanitarios, con molestias y daños de diversa índole para la comunidad. En el nivel más grave, esta acumulación de residuos puede derivar en un caso de emergencia sanitaria. También, cuando un relleno llega al fin de su vida útil, el proyecto de ingeniería ya considera su cierre y los usos pertinentemente posibles. Tales como: aeropuertos, zonas habitacionales, parques o áreas verdes. (Departamento de Educación a Distancia F.C.E.-U.N.C, 2019)

El impacto ambiental es uno de los puntos fundamentales de cualquier sistema de depósito de residuos, ya que, se trata del efecto que esto genera en el medio ambiente. A pesar, de las diversas campañas que por décadas, desean concienciar a la gente acerca de las consecuencias de nuestros actos en la salud del planeta, la mayoría vive sin preocuparse de estas cuestiones; la razón principal es que los efectos negativos no suelen ser inmediatos o muy evidentes.

Entonces, ¿Cuántas veces nos preguntamos qué ocurre con nuestros residuos, o qué pasa si olvidamos separar los diferentes materiales? Simplemente, no vemos el detrás de escena, ni los problemas que pueden surgir si la organización del personal a cargo del mantenimiento del relleno sanitario no es óptima, por lo cual lo normal es que adoptemos una actitud indiferente al respecto. Por lo tanto, está en nuestras manos colaborar con el sistema a través de la organización responsable de nuestra basura, así como evitar por todos los medios ensuciar la vía pública e informarnos acerca de los proyectos que se vinculan al tema.

Construcción relleno sanitario.

Una forma simple de describir el procedimiento es, primeramente, por medio de la obtención y selección del terreno, el cual debe reunir las condiciones técnicas adecuadas para su utilización. Por ejemplo: topografía, nivel a que se encuentran las aguas subterráneas y disponibilidad de material para cubrir la basura.

De acuerdo con las características del terreno, el relleno sanitario se puede construir bajo los métodos de área, zanja o una combinación de ambos métodos. El método de zanja o trinchera se utiliza generalmente en terrenos planos. Se hace una zanja de 2 o 3 metros de profundidad con un tractor de orugas. Hay experiencias de excavación de trincheras de hasta de 7 metros de profundidad.

En primera instancia, los RS o Residuos Sólidos, se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con la tierra excavada. Se debe tener especial cuidado en periodos de lluvias dado que las aguas pueden inundar las zanjas. De ahí que se deba construir canales perimétricos para captarlas y desviarlas e incluso proveer a las zanjas de drenajes internos. En casos extremos, se puede construir un techo sobre ellas o bien bombear el agua acumulada. Sus taludes o paredes deben estar cortados de acuerdo con el ángulo de reposo del suelo excavado.

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

En cambio, el método de área se puede utilizar tanto en terrenos planos como para rellenar depresiones y en tajos o canteras abandonados. La tierra que se utiliza para

cubrir la basura debe ser traída de otros sitios como laderas o montañas. La basura se deposita directamente en el suelo, en el caso del terreno plano; o de partes más profundas hacia las más altas, en el caso de las depresiones. La basura se esparce, compactada y recubre diariamente con una capa de 10 a 20 cm, de tierra.

Funcionamiento de un relleno sanitario

Los rellenos sanitarios operan mediante la colocación de residuos en un gran agujero. Existen diferentes niveles de capas de residuos para facilitar la descomposición de los materiales, así como para atrapar los gases tóxicos liberados por el proceso. Las capas están hechas de tal manera que la parte inferior tiene el volumen más pequeño y la parte superior toma el volumen más grande para evitar el colapso del terreno.

La primera capa es el sistema de revestimiento. Esta es la capa más baja y la primera utilizada para sentar las bases del relleno sanitario. El proceso conlleva la aplicación de arcilla compacta y bien densa para evitar la filtración dentro o fuera de líquidos. Es por esta razón, que esta arcilla es completamente impermeable.

Este tipo de relleno sanitario modernizado también está equipado con plástico de alta densidad que se aplica sobre la arcilla como refuerzo. El diseño de ingeniería es para asegurarse de que no haya espacio para la penetración de líquidos. Así se evita la contaminación del agua subterránea.

La segunda capa es el sistema de drenaje. El sistema de drenaje se encarga del líquido producido por la descomposición de algunos materiales de desecho. Por la toxicidad de este líquido, no debe filtrarse más allá de la capa de revestimiento. La capa de drenaje ayuda a desaguar este líquido para evitar que se acerque al sistema de revestimiento.

Un dato importante es que tanto la lluvia y la nieve, pueden filtrarse y drenarse desde la superficie superior hasta el relleno sanitario. Estos líquidos pueden contener contaminantes de los materiales de desecho que pueden corroer el sistema de revestimiento, lo cual produce la contaminación del suelo y el agua debajo del relleno sanitario. Para reducir este riesgo, el relleno sanitario se equipa con tuberías perforadas en la parte superior de la capa de revestimiento para recoger todos los líquidos que llegan hasta el fondo del relleno sanitario a través de la lixiviación, por lo que se denomina lixiviado. El sistema de tuberías luego dirige el lixiviado a las plantas de tratamiento para someterse a un tratamiento para su reutilización.

La tercera capa es el sistema de recolección de gas. De la misma manera que se producen los líquidos, los gases también se liberan a través de procesos naturales. El

metano es el más común de estos gases. El metano es un hidrocarburo gaseoso que es muy volátil y tóxico. Cuando se libera a la atmósfera, contribuye al calentamiento global y puede dañar la salud ambiental en general. Por lo tanto, hay tuberías de extracción en esta capa que atrapan el gas metano y lo transportan a las plantas de tratamiento para tratar el gas y, posteriormente, lo utilizan para producir electricidad y alimentar varios procesos.

La cuarta capa contiene la propia basura. Esta es la capa más grande y más alta. Periódicamente, las distintas empresas de recolección de basura introducen la basura de diversas fuentes y la descargan en esta capa. Para evitar ocupar demasiado espacio, la basura eliminada se compacta a diario. En consecuencia, cada capa presenta características propias, que otorga conceptos particulares para su intervención.



Fuente: Clave

Figura 2. Corte relleno sanitario y sus partes

Tipos de rellenos sanitarios.

Existen varios tipos de rellenos sanitarios; diseñados y elegidos dependiendo de la comunidad, el presupuesto, los espacios, el equipo con el que se cuenta, etc. Pero los tipos más destacados y comunes son tres, que a continuación se definen.

El Relleno Mecanizado, se diseña para ciudades grandes que generen de 40 toneladas de basura en adelante. Evidentemente es un proyecto sumamente complejo

que requiere una planeación y operación muy específica. No solo se trata de operar con equipo pesado, sino de tomar en cuenta factores tan importantes como; las dimensiones del terreno, tiempo de operación, diseño y ejecución del relleno, el equipo que se necesita, gastos de operaciones y mantenimiento, la logística para la recepción de la basura y su confinamiento, etc. Este tipo de relleno necesita equipo muy preciso; para el movimiento de tierra, tractores, retroexcavadora, volquete, etc.

El Relleno Semimecanizado, este se usa para comunidades que generen entre 16 y 40 toneladas de desperdicios y residuos sólidos al día. Aquí se recomienda el uso de maquinaria pesada como complemento al trabajo y la operación manual; con el objetivo de hallar una correcta compactación y propiciar una vida útil y extensa.

Por otro lado, el relleno Manual, es usado por comunidades muy pequeñas que produzcan menos de 15 toneladas de desechos sólidos al día y que no tengan la posibilidad de adquirir o contar con equipo pesado para el manejo del relleno; debido al costo de operación y cuidado. Al referirnos a método manual estamos hablando de que una cuadrilla de hombres con herramienta lo pueden realizar. En consecuencia, la elección adecuada del relleno, permitirá satisfacer a cabalidad las necesidades de la comunidad.

Normativas que regulan los rellenos.

En nuestro país, las leyes que regulan el funcionamiento de un relleno sanitario son:

- La ley de bases del medioambiente (ley 19.300)
- Código sanitario (artículos 72 al 74)
- Reglamento de rellenos sanitarios (DS 189)

Todas estas leyes están publicadas en la página oficial de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Estos permiten transparentar el uso de recursos y cumplir con las normas internacionales de seguridad y medio ambientales.

Ley de bases del medioambiente

La ley establece un marco general de regulación del 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. Asimismo, regula los instrumentos de gestión ambiental como la Evaluación Ambiental Estratégica, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y el Acceso a la Información Ambiental, la Responsabilidad por Daño Ambiental, la Fiscalización y el Fondo de Protección Ambiental y la institucionalidad ambiental de Chile.

Código sanitario

Artículo 72. El Servicio Nacional de Salud ejercerá la vigilancia sanitaria sobre provisiones o plantas de agua destinadas al uso del hombre, como asimismo de las plantas depuradoras de aguas servidas y de residuos industriales o mineros; podrá sancionar a los responsables de infracciones y en casos calificados, intervenir directamente en la explotación de estos servicios, previo decreto del Presidente de la Republica.

Artículo 73. Prohíbese descargar las aguas servidas y los residuos industriales o mineros en ríos o lagunas, o en cualquiera otra fuente o masa de agua que sirva para proporcionar agua potable a alguna población, para riego o para balneario, sin que antes se proceda a su depuración en la forma que se señale en los reglamentos. Sin perjuicio de lo establecido en el Libro IX de este Código, la autoridad sanitaria podrá ordenar la inmediata suspensión de dichas descargas y exigir la ejecución de sistemas de tratamientos satisfactorios destinados a impedir toda contaminación.

Artículo 74. No se podrá ejecutar labores mineras en sitios donde se han alumbrado aguas subterráneas en terrenos particulares ni en aquellos lugares cuya explotación pueda afectar el caudal o la calidad natural del agua, sin previa autorización del Servicio Nacional de Salud, el que fijara las condiciones de seguridad y el área de protección de la fuente o caudal correspondiente. El Servicio Nacional de Salud podrá ordenar en todo caso la paralización de las obras o faenas cuando ellas puedan afectar el caudal o la calidad del agua.

Reglamento de rellenos sanitarios

Núm. 189.- Santiago, 18 de agosto de 2005.- Vistos: Las facultades que me confiere el artículo 32 Nº 8 de la Constitución Política de la República y lo dispuesto en los artículos 2, 67, 68, 78, 79, 80 y 81 del Código Sanitario, aprobado por decreto con fuerza de ley Nº 725 de 1967, del Ministerio de Salud, en los artículos 4º letra b) y 6º del decreto ley Nº 2.763 de 1979 y en la resolución Nº 520 de 1996, de la Contraloría General de la Republica, 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. Transporte, tratamiento y disposición final de residuos atendiendo el sector clínico, industrial, marítimo y residuos urbanos, con una misión de combinar resultados integrados con la atención para promover la seguridad.



Fuente: Mapas google

Figura 3. Logo de biblioteca

Capitulo II

Relleno Sanitario "El Molle"

La compañía mundial "Stericycle", ofrece soluciones especializadas en la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos atendiendo el sector clínico, industrial, marítimo y residuos urbanos, con una misión de combinar resultados integrados con la atención para promover la seguridad.



Fuente: Mapas google

Figura 4. Logo de la empresa

Descripción del proyecto El Molle

El proyecto se localiza en el Predio El Molle, Sector denominado Quebrada Verde, Cerro Colorado, sector Camino La Pólvara, 33° 04' 59" Latitud Sur y 71° 37' 54" Longitud Oeste, Comuna de Valparaíso, Provincia de Valparaíso, en la V Región. La superficie del predio es de 86,10 hectáreas, las que se encuentran comprendidas en el predio Rol 9320-8. El proyecto corresponde a la habilitación, construcción, operación y cierre de un relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos domiciliarios, asimilables a domicilios y hospitalarios, para las comunas de la Provincia de Valparaíso y otras comunas cercanas.

El proyecto, que tendrá un monto de inversión inicial de US\$ 2.000.000, cuenta con una capacidad de recepción inicial de 1.000 toneladas/día, y tiene una vida útil aproximada de 18 años. El EIA (Evaluación de Impacto medioambiental), considera el uso de alta tecnología, en el que se destacan: un sistema de drenaje y posterior

tratamiento de líquidos lixiviados, cuyo efluente sería utilizado como agua de riego en el área del proyecto; el manejo de biogás; diseño geométrico y de protección antisísmico; un sistema de sello o de impermeabilización, mediante geosintéticos y el uso de compuestos con bentonita, geomembranas, geotextiles y Geomallas.

La cobertura, será con suelos aptos para recuperar el terreno como área recreacional o similar; manejo y control de vectores sanitarios, y una planta de tratamiento de residuos hospitalarios y un sistema mecanizado para reciclaje. Los principales elementos del medio ambiente que se consideran en la línea base son: clima y meteorología; geología, geomorfología y riesgos naturales, hidrología e hidrogeología; suelos; ruido; aguas; calidad del aire; biota terrestre; uso de suelo; paisaje y estética, aspectos arqueológicos; infraestructura vial; infraestructura civil y de servicios y, medio humano. Todos estos compendios, son normados y fiscalizados por normas internacionales y nacionales.

Consecuencias y Mitigación del proyecto

Entre los múltiples efectos de este proyecto consideramos: un potencial aumento de los niveles de material particulado y gases atmosféricos, aumento en el nivel de ruido, cambio del nivel y/o calidad de las aguas subterráneas. Riesgos en el cambio de calidad y/o caudal de las aguas superficiales, alteración de la geomorfología, alteración de la estructura y composición de la vegetación, alteración de la composición y hábitat de la flora y fauna y aumento en el tránsito vehicular.

Ahora bien, como proyecto medioambiental, entre las principales medidas de mitigación, reparación y compensación indicadas en el EIA son: Reforestación de acuerdo a un Plan de Manejo de Bosques, revegetación de las zonas de cierre; implementación de áreas de reserva para proteger la fauna; plan de incorporación e instrucción de mano de obra local y una, pantalla vegetal en armonía con el entorno.

El EIA contiene además un Plan de Seguimiento que considera: monitoreo permanente de los componentes ambientales físicos que pudieran ser impactados (agua y aire), monitoreo permanente del componente ambiental biota (vegetación, flora y fauna) y monitoreo permanente de los componentes ambientales socioeconómicos y culturales. El plan de seguimiento permitirá medir y documentar la evolución de los parámetros ambientales, permitiendo también, comparar los resultados de los monitoreo con los efectos ambientales pronosticados y verificar el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes.

En 2013 la empresa Stericycle materializó los trabajos de construcción del nuevo relleno, de acuerdo al proyecto aprobado por la Secretaria Regional Ministerial de Salud en Valparaíso, junto a las entidades correspondientes. En ese entonces, bajo el mandato del alcalde Jorge Castro y la ministra del medio ambiente, María Ignacia Benítez.

Este proyecto que contó con una inversión inicial de seis millones de dólares, se emplaza en el sector de Quebrada Verde, 12 km al suroeste del puerto de Valparaíso, en el relleno sanitario "El Molle". Fue el primero en la Quinta Región, prestándole sus servicios a las comunas de Concón, Viña del Mar, Quilpué, Limache y Valparaíso desde su inicio. El Molle opera los 365 días del año, las 24 horas y en promedio entre los años 2013-2018, recibe 900 toneladas por día.

El centro de tratamiento y deposición de desechos fue una solución a las comunas que depositaban sus residuos sobre un vertedero ubicado en la misma zona.

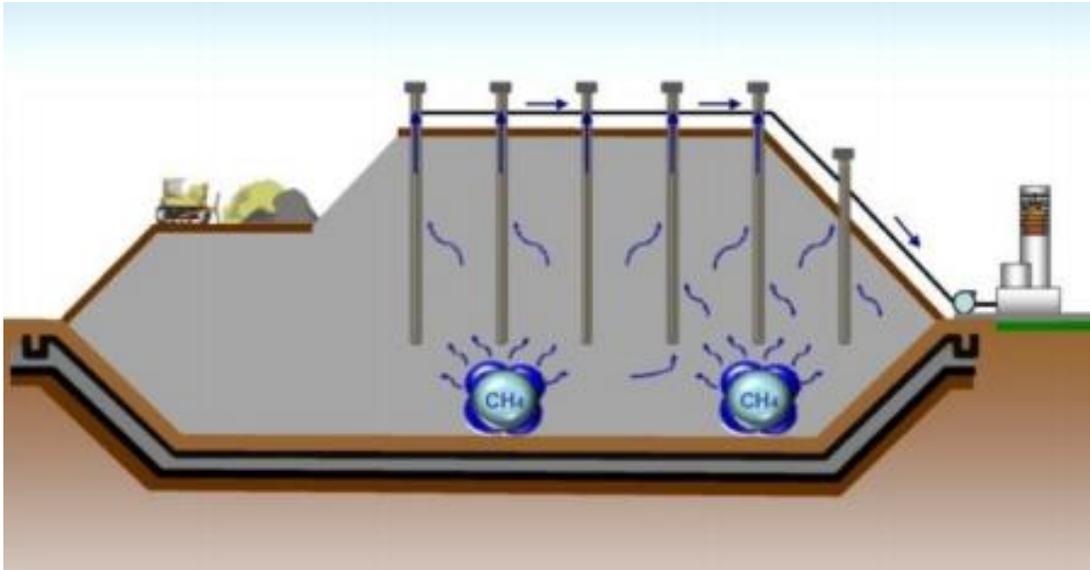


Fuente: Mapas google

Figura 5. Ubicación satelital relleno sanitario El Molle

Stericycle no sólo se encarga del tratamiento de los residuos, sino que también posee un centro de reciclaje, para reducir y reutilizar muchos de los elementos que la comunidad desecha. Además, de esto en el año 2016 la empresa inauguró el proyecto que permitiría generar electricidad a partir del biogás que se genera en la descomposición de los residuos. Así Valparaíso, quedó como pionero a nivel regional en utilizar esta técnica moderna.

El proyecto se encarga de captar todo el biogás que se genera en el relleno. En un principio, se lleva a una planta de filtración donde se ejecuta un pre acondicionamiento, para luego, transportarlo de un grupo de generadores similares a motores de combustión interna, que lo transforma finalmente en energía limpia.



17

Figura 6. Biogás en relleno sanitario

Consecuencias de un relleno.

Marcel Szantó Narea, Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos de Universidad Politécnica de Madrid, España, Master en Contaminación Ambiental de la misma casa de estudios, y docente de la Escuela de Ingeniería en Construcción de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Es experto en temáticas sobre el Manejo y control de lixiviados, manejo de biogás, seguimiento de calidad de aguas superficiales y subterráneas y estabilidad estructural. Como así también, casos de estudio a nivel nacional e internacional expresa que: "Un relleno sanitario es una solución a muy de corto plazo, muy cómoda. Sirve para decir 'tengo resuelto el problema', pero si Chile quiere salir adelante como país desarrollado, ésta no es la vía".

El especialista sostiene que la región debe sumarse a las prácticas de los países europeos o Estados Unidos, donde la solución comienza en casa, separando los residuos familiares por tipo (papel, plástico, vidrio, materias orgánicas, etc.). Es decir, reciclaje. Cita el académico: "Si se quiere instalar un relleno sanitario en una

superficie de 25 hectáreas, por ejemplo, necesito 96 hectáreas en total como superficie de protección, al final la inversión se incrementa en más de 400 por ciento, y si consideramos que después para cerrarlos necesitamos cerca de 150 millones de pesos, ¿por qué mejor no segregar desde un comienzo?". Para ello, Szantó indica que el Estado debe invertir decididamente en educación ambiental.

El facultativo enfatiza: "La solución pasa hoy día por un manejo en el origen, con sistemas de planta de tratamiento, porque el 50 por ciento son envases y embalaje, y el otro 50 por ciento es materia orgánica. Si logro recuperar envases y embalajes, y estabilizo la materia orgánica, la disposición final es mínima", añadió.

El académico de la Universidad Católica de Valparaíso, concluye su análisis y expresa que la Región y el país deben buscar con convicción "las cuatro R": "Reduce, Reutiliza, Recicla y Recicla ". Por consiguiente, el imperativo la adhesión a esta idea de restauración medioambiental desde el Estado.

Problemáticas en la construcción de un relleno sanitario

Al construir un relleno sanitario, nos enfrentamos como constructores a distintos problemas, que se relacionan con el impacto medioambiental que se pueden generar, en el proceso pre, durante y pos al proyecto, como:

- Aumento del ruido
- Emisiones de gases y material particulado
- Alteración del suelo
- Alteración de vegetación y fauna terrestre
- Alteración de patrimonio cultural o arqueológico
- Aumento del flujo vehicular
- Alteración al paisaje

A pesar de que existen los documentos que acreditan la adecuada mantención mensual del relleno por SNIFA (Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental). En abril del presente año, se reveló a través de un estudio, realizado por la Universidad de Playa Ancha en Valparaíso, el estado del relleno sanitario El Molle. Este develó la existencia de niveles de contaminación en las aguas subterráneas de ese sector de la ciudad puerto y que tendría como génesis, el relleno sanitario.

Entonces, se derivó un inspector técnico municipal que realizó una fiscalización al interior del relleno sanitario. Encontró una serie de irregularidades e incumplimientos en el contrato, lo que terminó con denuncias y querellas por los problemas medioambientales que se detectaron. Tal acción, generó la preocupación y reclamo de los vecinos de Laguna Verde, quienes recurrieron a la municipalidad para que su intervención y solución.

Dentro de la investigación, se informó que el agua de las napas estaba 10 veces sobre el nivel de lo permitido para el consumo humano. Los vecinos del sector denunciaban la existencia de un estero cercano al relleno que nunca debió existir, donde el 90% del agua era servida, es decir, agua industrial que aparte de ser suministrada a la región, llega a Santiago desde el camino La Pólvora, cuando se presentan precipitaciones.

El mayor temor es que los habitantes cercanos estén consumiendo estos residuos nocivos, ya que, la mayoría tiene pozos conectados a las napas y no a la red de abastecimiento potable. Esto ocurre, pues, en este lugar existe una cooperativa comunal que vende y nutre con su agua al sector alto de Laguna Verde, lo que impide la contaminación masiva de la población.



Fuente: propia

Figura 7. Fotos del vertedero el molle

En la página oficial de SNIFA (Superintendencia del Medio Ambiente) se puede corroborar que existen las fiscalizaciones y seguimientos ambientales desde el inicio del proyecto.

Rut	nombre razon social	Tamaño	Codigo Ciiu
96964360-K	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS S.A	GRANDE 1	521900

+Fuente: KDM energías.

Figura 8. Menú SINFA

En la imagen se puede observar la existencia de solo una fiscalización, 300 seguimientos ambientales, pero ninguna sanción. El informe es mensual, semestral o trimestral. Generalmente, son datos de auditorías ambientales sobre aguas superficiales, aguas subterráneas, gases, ruidos, suelo, flora, fauna, vegetación terrestre, residuos sólidos etc.

Fecha Informe	RCA Asociada	SubComponente Ambiental	Categoría	Frecuencia	Detalle
23-10-2019	126-2015	Otros	Saneamiento Ambiental	Semestral	Ver detalle
08-10-2019	271-2008	Gases y MP Olores Gases y MP Olores	Saneamiento Ambiental	Mensual	Ver detalle
12-09-2019	271-2008	Otros Otros	Saneamiento Ambiental	Mensual	Ver detalle
12-09-2019	271-2008	Otros Otros	Saneamiento Ambiental	Mensual	Ver detalle
12-09-2019	271-2008	Gases y MP Olores Gases y MP Olores	Saneamiento Ambiental	Mensual	Ver detalle
12-09-2019	271-2008	Aguas superficiales Otros	Saneamiento Ambiental	Trimestral	Ver detalle

Fuente: KDM energías.

Figura 9. Últimos 5 seguimientos ambientales

Aportes de la reforestación

Para abastecer el oxígeno de una sola persona se necesitan 22 árboles en promedio. Una hectárea de árboles plantados apenas abastece de oxígeno a 18 personas al día. Anteriormente se estableció que el objetivo de esta tesis, es proponer una solución ecológica al próximo cierre del relleno sanitario "El Molle". Esta proposición de construcción sobre un relleno, permite dar una solución concreta al ecosistema, pues formula la forestación completa del terreno. Lo que permitirá crear un pulmón verde para nuestro planeta Tierra. Además, otorgará otros beneficios colaterales, como, por ejemplo:

- Producir oxígeno.
- Purificar el aire.
- Formar suelos fértiles.

- Evitar erosión.
- Mantener ríos limpios.
- Captar agua para los acuíferos.
- Servir como refugios para la fauna.
- Reducir la temperatura del suelo.
- Propiciar el establecimiento de otras especies.
- Regenerar los nutrientes del suelo.
- Mejorar el Paisaje

En resumen, la ejecución de este plan, permitirá múltiples beneficios a la riqueza mineral, visual y por supuesto, a la comunidad aledaña al terreno. Por estas razones, la forestación es imprescindible para la viabilidad y aprobación del proyecto. Entre las justificaciones para sembrar, encontramos:

- En grandes masas, funciona como amortiguador de sonido
- Libera vapor de agua que refresca el aire y lo humedece
- Retiene particular de polvo que flotan en el aire
- Fijan el CO2 atmosférico y lo transforma en oxígeno
- Funciona como pequeños ecosistemas donde viven animales e insectos que interactúan entre sí.
- Retienen aguas lluvias permitiendo la filtración a los acuíferos, evitando sequías e inundaciones.
- Protege el suelo evitando su desgaste y erosión.

En consecuencia, la comunidad al percibir estos beneficios, podrá invertir en estos terrenos y promocionar estos proyectos medioambientales de construcción.

Metodología general de Cierre y sellado del Relleno

Cuando un vertedero o relleno sanitario ha completado su vida útil, debe seguir funcionando eficazmente como una unidad para el control ambiental de los residuos, durante un largo período de tiempo. Actualmente, en América Latina se imponen requerimientos más estrictos. Por lo tanto, se requiere la inclusión de un plan de cierre y sellado como parte del proceso de aprobación de un proyecto de re-lleno sanitario, antes de comenzar las operaciones de construcción y vertido de residuos sólidos.

El plan de cierre y sellado debe contemplar todas las características del lugar e identificar las entidades responsables para implantar la clausura de las instalaciones. En un plan de cierre y sellado conviene los siguientes puntos:

- Diseño de la capa de sellado.
- Sistemas de control de las aguas superficiales y de drenaje.

- Control de los gases de vertedero.
- Control y tratamiento de los lixiviados
- Sistemas de monitoreo ambiental.
- Diseño de la capa de sellado

El diseño de la cobertura final, es una parte integral del plan de desarrollo del lugar y debe satisfacer dos funciones principales que se dispone sobre la superficie de un vertedero, después que este ha finalizado su etapa de explotación. Estos objetivos son:

- Asegurar la integridad post-clausura a largo plazo del vertedero con respecto a cualquier contaminación ambiental.
- Soportar los posibles usos posteriores que se dé al área.

Además, todo diseño final, debe cumplir con requisitos básicos de higiene, seguridad, estética y utilización del emplazamiento tras la clausura, junto con obligaciones de ingeniería de permeabilidad, compresibilidad y resistencia. Esto último, principalmente para proporcionar un soporte estructural a la cubierta vegetal y soportar al menos, las cargas impuestas al lugar por el tráfico.

Aclaremos que, la capa superior, capa de soporte vegetal, constituida por tierra franco-arcillosa orgánica es utilizada como soporte de la vegetación, a fin de reducir la erosión, la infiltración de la precipitación y favorecer la evaporación, a la par de cumplir adicionalmente funciones de estética.

A diferencia de la capa de drenaje lateral, que se ubica bajo la de soporte vegetativo y está conformada por gravas de granulometría gruesa, en algunos casos reforzadas con geo mallas. Su objetivo es favorecer el drenaje lateral de cualquier infiltración de agua, a través de pendientes y drenaje o tuberías para recoger el agua.

Debajo de la capa de drenaje lateral hay una o más capas barreras, las que pueden ser del tipo geo membrana, arcillas naturales o materiales mezclados. Por debajo de la capa barrera, puede situarse una capa de recogida de gases utilizada para retirar los gases generados y posteriormente emitirlos a la atmósfera. Esta capa se compone de arena gruesa y grava y puede contar con tuberías.

Así también, la capa inferior en el sistema de cobertura de un vertedero es la capa sub-base que adapta las superficies irregulares e inestables. Esta capa también ayuda a la construcción de una cubierta con las curvas de nivel necesarias para favorecer el drenaje lateral y minimizar la carga hidráulica.

Por lo anterior, los movimientos de tierra que se ejecuten para construir el sistema de cobertura final, deberían mantener la integridad de las chimeneas que constituyen el sistema de ventilación del relleno, si estas existen. Sobre este particular, es

recomendable que se realice en paralelo con los movimientos de tierra, los trabajos destinados a destapar, limpiar y habilitar la salida de las chimeneas que se dejarán como parte integrante del sistema de drenaje de gases.

Control de aguas superficiales

La evacuación de las aguas superficiales, como anteriormente se expresó, tiene como propósito evitar al máximo su infiltración al interior de la masa de residuos compactados y así, evitar principalmente el aumento de líquidos lixiviados y gases.

Las pendientes al interior del vertedero cerrado, quedarán definidas por el diseño, pero se deberán asegurar las mínimas que permitan el escurrimiento de las aguas superficiales desde el interior del relleno hacia los puntos de evacuación que se hayan proyectado o fuera de la superficie del vertedero, en la menor distancia posible. Las pendientes mínimas se obtendrán mediante movimientos de tierra que combinen las necesidades de cobertura, las necesidades de escurrimiento del agua y las condiciones topográficas adecuadas para el uso del terreno.

Control de Gases

El biogás de un relleno sanitario generalmente está compuesto entre un 40% a 60% en volumen por metano, y entre un 60% a 40% en volumen por dióxido de carbono. Otros gases solamente están presentes en pequeñas cantidades. El nitrógeno y el oxígeno, se presentan en porcentajes elevados en las fases iniciales de producción de biogás, cuando la producción de metano y dióxido de carbono se encuentra en niveles bajos. Luego al aumentar los porcentajes de metano y dióxido de carbono, tanto el oxígeno como el nitrógeno tienden a valores cercanos a cero. Finalmente, cuando los procesos de degradación de la materia orgánica provocan el descenso de la generación de metano y dióxido de carbono, nuevamente aumenta la presencia de nitrógeno y oxígeno.

Por esto, después de cerrar un vertedero, hay que controlar los gases durante todo el tiempo que dure su generación. La responsabilidad del control de gases en la etapa posterior al cierre no suele estar definida en la normativa vigente. Sin embargo, se debe asignar esta responsabilidad a quien explote el gas generado o al responsable del relleno sanitario. Verificar que cuenta con la autorización sanitaria, en caso que la concesión de explotación llegue a su fin, o no se comercialice el biogás extraído.

Ahora bien, los contratos deben considerar, en el caso de la explotación privada, la responsabilidad de los costos de manejo de gas en la pos clausura. Corresponderá al Servicio de Salud la labor de fiscalizar que se efectúe un manejo adecuado del

biogás en esta etapa. Los sistemas típicos para controlar el gas de vertedero incluyen: pozos de extracción, tuberías de recogida y transmisión e instalaciones de antorchas y/o incineración.

Generalmente, el sistema utilizado para controlar el gas de vertedero durante su etapa de explotación, se usa para controlar los gases después del cierre. Los pasos de diseño más importantes son: la selección de materiales, la ubicación y tipo de chimeneas de drenaje, la selección y colocación de válvulas y de tuberías de recogida en la cobertura final.

Un vertedero que es bien explotado y posteriormente bien sellado para reinsertión, debe provocar mínimos olores, pero en vertederos perfectamente diseñados se han detectado olores a más de 8 km. (James et, al 1985). Esto porque es difícil eliminarlos totalmente a menos que el biogás generado se queme. La eficiencia máxima se logra combustionando el metano presente junto a las trazas de óxidos, sulfuros y nitrógeno.

Sin embargo, una buena cobertura para la recuperación o restauración del vertedero resuelve el problema en una gran parte, al ser absorbidos por éste (Rovers et, al 1978). Así, para efectuar una desodorización del olor provocado por el biogás del vertedero, se puede recurrir a métodos de oxidación térmica (Frechen 1989), filtros de carbón activado (Affoyon et. al. 1979) y biofiltración (Tabasaran, 1982 y Frechen 1989).



Fuente: KDM energías.

Figura 10. Pozos colectores relleno El Molle

Control de líquidos lixiviados.

En cuanto al manejo de los lixiviados, se debe recordar que estos líquidos son formados por la interacción de un líquido, principalmente agua, sobre un residuo

sólido o efluentes líquidos que se generan por la propia dinámica de descomposición del residuo. El agua toma contacto con el residuo y forma lixiviados por los caminos siguientes:

- Agua infiltrada a través del material de recubrimiento.
- Agua que se incorpora al relleno por elevación de los niveles freáticos subyacentes.
- Agua que circulando horizontalmente penetra por los lados del vertedero.
- Agua existente en la zona de vertidos o caída durante las operaciones del vertido.
- Agua incorporada por infiltraciones de redes de alcantarillado que incorporan el líquido al vertedero.

Siempre y cuando la pluviometría de la zona sea baja, la técnica de confinar el líquido es el sistema de más bajo costo de todos los utilizados. El sistema está relacionado directamente con la permeabilidad de las zonas de circulación de lixiviados. Se basa en fenómenos de filtración y absorción de contaminantes por materiales de grano fino, disoluciones, cambios iónicos, biodegradación en el contacto lixiviado-agua subterránea, que producen una auténtica concentración con una potencial autodepuración del lixiviado. En zonas impermeables, se produce una aceptable reducción de los sólidos di-sueltos del lixiviado en cortas distancias y una gran reducción cuando el tiempo de residencia del lixiviado es grande. Para áreas permeables, el fenómeno de confinamiento es idéntico, existiendo siempre el riesgo de saturación, por lo que es necesario reducir la infiltración o recoger parte del lixiviado producido

Controles posteriores al cierre de un vertedero.

Para garantizar su cumplimiento deberían estar establecidas dentro de un marco legal y reglamentario, aprobados por la autoridad competente y encargarse la fiscalización a entidades capacitadas. Para ello, contamos con los Servicios de Salud. Las recomendaciones más significativas están las relacionadas con:

- Orientaciones relativas al control del biogás generado en el relleno.
- Sugerencias para implementar sistemas de monitoreo de gases y lixiviados.
- Lineamientos generales relacionados con el manejo del agua en la superficie del relleno.
- Metodología para registrar el comportamiento deformacional del relleno.

Normalmente en la etapa de sellado se habilitan los sistemas para el control de las emanaciones del biogás y lixiviados que se generan en la masa de residuos, así como, problemas causados por asentamientos del relleno y eventuales emergencias. Estos sistemas tienen el propósito de evitar riesgos sanitarios y ambientales que se podrían producir en el relleno sanitario.

Creación Pulmón Verde

En este proyecto se ve contemplado la construcción de la primera etapa de un parque botánico en parte de la celda 2 del Relleno El Molle.

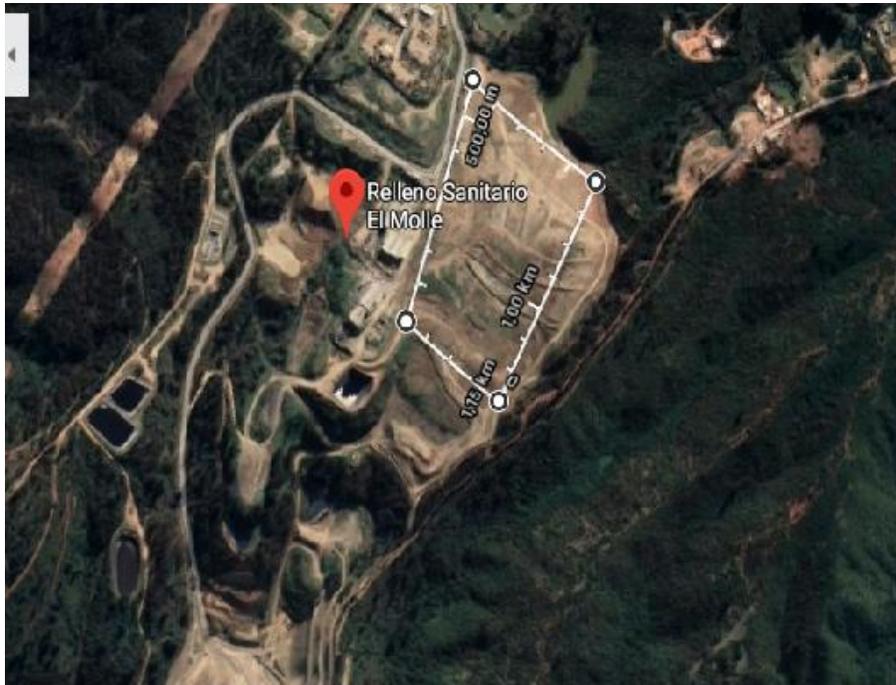


Fuente: SNIFA

Figura 11. Áreas relleno El Molle

Obras Preliminares Parque El Molle.

El predio de construcción consta con un área de 75.278,66 m² y un perímetro de 1,15 kilómetros. En el terreno se proyecta un parque botánico, con un mirador y una gran forestación de distintos tipos de especies de árboles, que se adecuan al cambio climático al necesitar poca agua y poco tiempo en crecer.



Fuente: Google Earth

Figura 12. Área nuevo Parque relleno El Molle

Ya transcurrido el sellado del vertedero se comienza la construcción del pulmón verde adaptado al medio social y arquitectónico del lugar. Su único objetivo, es dar mejor calidad de vida a los vecinos del sector y al país, incluyendo el turismo que puede nacer al adoptar y ejecutar este plan. Este estándar técnico complementa las exigencias establecidas en la normativa vigente, contenida en la Ley General de Urbanismo y Construcciones, que se establece en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

Trazado y niveles.

Son variados los requerimientos sobre este tópico, para cumplir con los trámites legales y burocráticos que imponen los municipios y leyes. Entre ellas:

- Se deben retirar los excedentes propios del terreno, ya sea construcciones existentes, escombros u otro elemento que interfiera los procesos constructivos del proyecto.
- Los puntos principales deben ser representados en terreno mediante estacas indeformables con una demarcación visible, ya sea de madera (sección mínima 2"x2") o metálicas. Deben ser de una sola pieza, enterradas en el suelo natural al menos a 50 cm, o en su defecto, asegurar su fijación de forma tal que no presente movimientos o alabeos.
- La representación de ejes en terreno debe ser marcada con lienza, de forma que no se produzcan curvaturas ni desviaciones en su extensión.

- Todas las herramientas y equipos utilizados para la ejecución de los trazados y niveles, deberán estar en perfectas condiciones, sin presentar desviaciones ni alteración en sus mediciones. Se deberán presentar los certificados de calibración, según corresponda.

Habilitación terreno.

De ser necesarias obras de habilitación, se deberán realizar los proyectos para el mejoramiento estructural del suelo, rellenos estructurales compactados, muros de contención, estabilización de taludes, canalización de quebradas, evacuación de aguas lluvias, entre otros. Lo anterior debe quedar debidamente establecido por el profesional competente y debe ser aprobado por el Serviu, PMS u organismo público correspondiente.

- Se recomienda considerar lo indicado en NCh 349 "Construcción. Disposiciones de Seguridad en Excavación".
- En estabilización de taludes, se debe proveer de los ensayos especiales de mecánica de suelos que justifiquen el diseño propuesto (presión no confinada, corte directo, entre otros).

Cierros Provisorios

Se dispone que:

- El cierre provisorio deberá edificarse en base a un material resistente, a fin de brindar la seguridad requerida, buscando la alternativa que sea más funcional al proyecto, lo que será evaluado por el Serviu
- Se recomienda considerar lo indicado en NCh 348 "Cierros Provisionales – Requisitos Generales de Seguridad".

Instalación de Faenas

Sobre esta disposición se solicita:

- Considerar todas las construcciones e instalaciones provisionales para el correcto desarrollo de los trabajos proyectados. La superficie y cantidad de estos recintos serán concordantes con la envergadura y localización geográfica de la obra.
- En general, las instalaciones se adaptarán a las situaciones del lugar, debiendo en todo caso asegurar la comodidad del personal, seguridad de la obra y seguridad de terceros. Ningún recinto o elemento de la instalación de faena podrán interrumpir la ruta accesible
- La instalación de faena estará provista de energía eléctrica de acuerdo a NCh 350

“Instalaciones Eléctricas provisionales en la construcción” y NCh 712 “Arquitectura y Urbanismo – símbolos eléctricos para planos”, así como también de agua para el consumo humano, servicios higiénicos, dispositivos para la acumulación de residuos domésticos e industriales; además contarán con el equipamiento necesario para prevenir y controlar los riesgos asociados.

- Se debe evitar la afectación de circulaciones, sitios que alberguen flora y/o fauna, sitios de interés arqueológico o histórico y terrenos con procesos erosivos, con riesgo de alteraciones geofísicas o riesgos de inundación.
- Se deberá implementar un sistema de recolección de los residuos provenientes de los trabajos de mantenimiento mecánico de maquinarias, como también los que resulten del desarme de las mismas.

Despeje de Terreno

Sobre esto:

- Se deberá despejar toda el área a trabajar, eliminando cualquier tipo de elemento que impida la ejecución del proyecto, contemplando en caso de ser necesario, la demolición de elementos menores existentes en el área a intervenir.
- Considerar el posterior traslado de los desechos a vertederos autorizados.
- Para lograr los niveles de terminación indicados en el proyecto, considerar los movimientos de tierra necesarios.
- Se deberá aplicar un herbicida para impedir el crecimiento de cualquier maleza con posterioridad

Material Vegetal

Los materiales dispuestos, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Al menos el 60% de las especies consideradas en el proyecto deberán ser nativas o naturalizadas, adaptadas a las condiciones climáticas, de suelo y de disponibilidad de agua. Deberán ser de bajo consumo hídrico y que provengan de viveros establecidos que cuenten con registro del SAG.
- Se deberá evitar la extracción de especies vegetales existentes.
- Las especies vegetales no deberán interferir la ruta accesible, así como tampoco las señalizaciones, mobiliarios, ciclo vías, etc.
- En caso de suelos salinos, y en general en aquellos no aptos para plantar vegetación, es necesario evaluar la posibilidad de mejorar su calidad, de acuerdo a indicaciones de un profesional especialista y aprobadas por el Serviu, PMS u organismo público correspondiente.
- En los casos de presencia de suelos salinos, se deberán implantar especies vegetales adecuadas a estas condiciones de sustrato, con un régimen de riego ajustado a los requerimientos hídricos específicos de la especie.

- Se deberán utilizar especies locales adaptadas a las condiciones climáticas donde se emplacen.
- Se recomienda que las especies provengan de viveros de la zona.
- En las zonas cercanas a pavimentos no se podrán utilizar especies arbóreas con raíces superficiales que puedan levantar el suelo o pavimento. La plantación de arbolado en estas zonas deberá considerar un distanciamiento adecuado a las áreas pavimentadas, de acuerdo al desarrollo radicular previsto para la especie.
- En todos los árboles se deberá controlar que las ramas bajas dejen un espacio libre de 2,10 m mínimo bajo su copa.
- En zonas costeras o de suelos salinos las ahoyaduras de los árboles serán de al menos 1,20 m de diámetro y 1,20 m de profundidad. Las ahoyaduras de los arbustos serán de al menos 0,60 m de diámetro y 0,60 m de profundidad. Para cubrir suelos se recomienda una profundidad de plantación de 0,30 m.
- Se recomienda colocar señalización en cada especie o agrupaciones de especies con información educativa, tal como nombre científico y nombre común.

La principal idea del proyecto, es sembrar y trasplantar árboles en el entorno del predio elegido y sobre la cobertura de material pétreo. Estos árboles corresponden a la categoría nativos del país que son el Peumo y el Quillay. Estudios del ingeniero forestal Pablo Vergara, estos producen beneficios como sombra y microclima requiriendo poca agua y menos cuidados. Otro árbol que presenta características positivas es el belloto, que estéticamente es muy apreciado.

En la planificación se propone dentro del relleno, la existencia, cada 20 metros, "chimeneas" que liberan gas desde las profundidades del relleno gas acumulado. Así se previene todo tipo de acumulación y posible explosión del gas. Por lo tanto, estas chimeneas permiten el manejo seguro del biogás, pues tendrán 15 centímetros de diámetro y una altura aproximadamente de 2 metros, permitiendo una liberación segura para la población.



Fuente: Google Earth

Figura 13. Parque relleno El Molle vista 3d

En el sector norte del predio, se da el espacio necesario para proyectar un mirador con vista hacia la costa. Además de una cancha de fútbol profesional y paseos con plazas recreativas. Esta técnica exclusiva del constructor de transformar “sucios” vertederos en parques nacionales o pulmones verdes, es un plus de la carrera y que son evidenciados con diversos ejemplos mundiales, los cuales inspiraron y proyecta esta tesis.

Sai Wan HO (Hong Kong)

Un ejemplo de inspiración, se originó a sesenta metros de altura; nivel que alcanzó la montaña de basura en este vertedero de Sai Wan, China. El cual fue sellado en la década de los 80. Años más tarde, en 2004, se inauguró como el primer centro recreativo de Hong Kong construido sobre un basural, lo que marcó un hito en el movimiento medioambiental del país. Además, de ser un parque recreativo es ecológico, ya que, incluye turbinas eólicas, paneles solares y alfombras de goma reciclada en la zona de juegos.



Fuente: Google Earth

Figura 14. Parque sobre relleno en Hong Kong

Parque Renato Poblete (Santiago)

También en Chile, encontramos el Parque “Renato Poblete” que se extiende en 20 hectáreas y se compone de dos macro zonas. Una primera zona de 7 hectáreas ubicada en el cauce existente, consistente en una secuencia de 3 presas inflables de 40 metros de ancho y altura de 2,5 metros (espejos de agua) emplazadas junto a un

paseo inundable "Paseo en El Cauce". Una segunda zona del parque de 13 hectáreas, que se genera a partir de un desvío controlado del Río Mapocho de aproximadamente 500 metros de longitud.

Aquí nos encontramos un sector de aguas calmas, rodeado de áreas verdes y equipamiento, también conocido como "Parque Brazo del Río". asimismo, se considera, entre otros equipamientos, dos canchas de futbolito; camarines; un tramo importante de ciclo vías de la ruta 42 K que cruza varias comunas de Santiago; estacionamientos, explanada principal, juegos de agua, anfiteatro al aire libre, sector juegos infantiles y baños públicos. Beneficiará a más de 750 mil vecinos de las comunas de Quinta Normal, Santiago, Renca, Independencia y Cerro Navia.



Fuente: emol

Figura 15. Parque Renato Poblete sobre relleno

El cambio climático es una problemática del "hoy", con efectos poco visibles en el "ahora" e inminentes en el "mañana". De forma urgente, es importante considerar estos datos que funcionan como un efecto dominó y afectan al bienestar de la salud, social y económico de una nación. De este modo, el emprendimiento "eco-constructor", permitirá dar solución a las múltiples necesidades de la ciudadanía, otorgando entre otras, una mejor y digna calidad de vida, donde el conjunto de productos: Biogás, reforestación, ciclovías, etc. Lograrán la rehabilitación ambiental para nuestro país y planeta.

Conclusiones

Inicialmente, se planteó que el objetivo principal de la tesis está enfocado al manejo oportuno, inteligente y sustentable de la basura con el propósito de contribuir con un grano de arena, al denominado "calentamiento global". Ante esta necesidad, se presentó la propuesta de crear un lugar ecológico autosustentable, ejecutando un parque sobre un relleno sanitario. Se presentaron diversos argumentos técnicos para evidenciar la viabilidad de la propuesta, tomando en cuenta la experiencia de otros países y el propio.

En la sociedad actual, el consumismo se ha apoderado de una moralidad colectiva de destrucción inconsciente, donde el promedio de producción de basura es un kilo por persona al día, es decir cinco veces tu propio tamaño al año (OSME). Como resultado Chile lidera el ranking de países el mayor producción de basura en América. Estos pulmones verdes aparte de apoyar con la ganancia de oxígeno, también aportan acercando la cultura y entretenimiento dentro de la comunidad de forma gratuita y completamente inclusiva.

Esta misma propuesta, lleva a replantear otras interrogantes y desafíos, sobre cómo lograr que este parque sea autosustentable, inclusivo y abierto para toda la comunidad. En el área de la construcción, replantea la mirada hacia cómo construir sin alterar el entorno natural, social y cultural. Además de producir edificaciones para la gente y no para el modelo socio económico imperante y, por ende, lograr que el gobierno de turno o particulares inviertan en proyectos de estas características.

Por añadidura, este proyecto propone vincular el arte de construir con el ambiente cercano en el cual nos movilizamos y aprovechar estos terrenos que se enmarcan en cada región de nuestro país; promoviendo también, el cumplimiento a las normas legales que rigen la construcción de estos lugares

Como conclusión, un parque verde cercano a la gente puede otorgar dignidad a las personas, con una misión futura de acercarnos a los espacios de nueve metros cuadrados verdes por persona, que aconseja la OMS. Así, la gente no sentirá que vivir cerca de un parque es un privilegio, sino un derecho.

En la actualidad, a nivel cultural no existe una educación sobre el manejo oportuno de los residuos. Por ejemplo, algunos países europeos como Finlandia, donde ya no existen vertederos. Pues, invirtieron en educar a las generaciones actuales en reciclaje y forestación, comprendiendo que somos ciudadanos de la Tierra. Dicho de otro modo y utilizando la tesis del Doctor Szanto, la solución parte por la casa. Implementando el uso y práctica consciente del sistema de las "cuatro R": Reduce, Reutiliza, Recicla, Recupera.

Bibliografía

Departamento de Educación a Distancia F.C.E.-U.N.C. (01 de Noviembre de 2019). *Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales e Impacto Ambiental*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/E/fulltext/distancia/modulo3.pdf>

Guía de Educación Ambiental y Residuos. (octubre de 2016). Obtenido de <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-de-Educacion-Ambiental-y-Residuos.pdf>

Recuperado de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=30667&idParte=>

Recuperado de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=5595>

Recuperado de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=268137>

Recuperado de <https://www.emol.com/noticias/nacional/2015/01/21/700284/minvu-abrio-parque-fluvial-renato-poblete-en-quinta-normal.html>

Recuperado de <https://www.eldefinido.cl/actualidad/mundo/5318/De-sapos-a-principes-azules-7-ex-vertederos-que-hoy-son-espectaculares-parques/>

Recuperado de <https://csustentable.minvu.gob.cl>

Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org>

Keywords

Material vegetal: Todas las especies de origen vegetal que contribuyen a organizar el espacio público, además de aportar interés estético y ambiental.

OGUC: Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

Parques, plazas y áreas verdes: Parques urbanos y periurbanos, plazas, jardines en plazas, paseos peatonales, rotondas y bandejones, alineaciones de árboles en aceras y paseos, así como los elementos de jardinería instalados en las vías públicas.

ITO: Inspección técnica de obras

Minvu: Ministerio de Vivienda y Urbanismo

NCH: Norma Chilena

Osme: Obra social de economía

SAG: Servicio Agrícola Ganadero

Seremi: Secretaría Regional Ministerial de Vivienda

Serviu: Servicio de Vivienda y Urbanización