



INFORME SOBRE BIORREMEDIACIÓN EN LAS SALINAS

DEPARTAMENTO DE DERECHOS HUMANOS
MEDIO AMBIENTE Y BIODIVERSIDAD
COLEGIO MÉDICO REGIONAL VALPARAÍSO

NOVIEMBRE 2020



Presentación

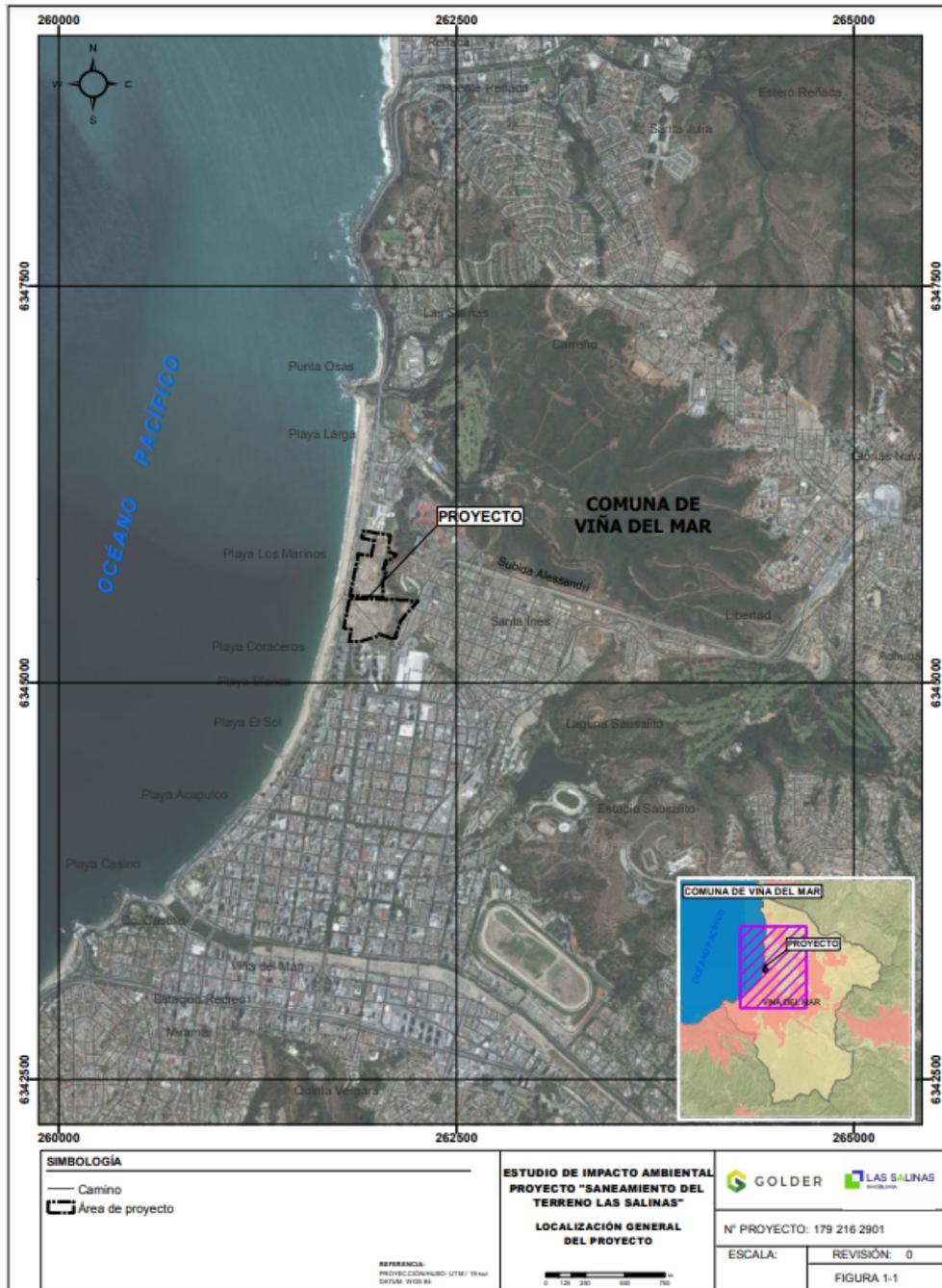
Desde el Departamento de Derechos Humanos, Medio Ambiente y Biodiversidad de nuestro Regional les saludamos y referente a problemática medio ambiental del borde costero de Viña del Mar, "espacio Las Salinas", detallar a continuación:

En primer lugar, que dada la importancia que tiene para la población, principalmente de Viña del Mar, el espacio costero aludido por las implicancias en la Salud y convivencia para quienes la habitamos, se hace necesario contextualizar la situación y desde este departamento poder emitir una opinión y análisis técnico de lo que en las últimas semanas se ha venido discutiendo en distintas instancias y a través de la opinión pública.

El presente informe se realiza a solicitud del departamento nacional tras la preocupación de parte de la comunidad viñamarina, debido a proyecto de biorremediación con bacterias para suelos contaminados por hidrocarburos en el sector de las Salinas, Viña del Mar.



Contexto Ubicación del proyecto:



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental proyecto Las Salinas, 2018.



Antecedentes

Sobre el terreno donde se desarrolla el proyecto de remediación de suelo contaminado, actualmente hay un remanente de contaminantes de hidrocarburos y sus derivados en el subsuelo y en las aguas subterráneas producto de las actividades industriales históricas de empresas petroleras y petroquímicas que operaron en el área desde el año 1919 al 2003.

En la actualidad, el sitio constituye un pasivo ambiental de la empresa Copec ya que se encuentra en la condición de Área de Riesgo, según el “Plan Regulador Comunal de Viña del Mar, autorizado mediante Resolución de Calificación Ambiental N° 109/2011, del Servicio de Evaluación Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente, Región de Valparaíso”. Dicho de otro modo, el lugar constituye un riesgo potencial para la salud de la población, preexistente a la ejecución y operación del proyecto de saneamiento en base a la biorremediación.

En relación al proyecto, la principal inquietud se debe a la incerteza sobre si existe patogenicidad bacteriológica en los géneros bacterianos a utilizarse en el proceso de remediación de suelos, para dar respuesta al asunto nuestra investigación se basó en la búsqueda de referencias científicas y en la consulta a especialistas en el área de la infectología de la salud. Asimismo, se analizaron documentos y se llevaron a cabo reuniones con distintos actores relacionados al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto en cuestión “Saneamiento del Terreno las Salinas”, desde ahora señalado como el proyecto.

Proyecto de Biorremediación

La biorremediación es el uso de microorganismos, hongos, plantas o enzimas derivadas de ellos, para liberar un ambiente de contaminantes mediante sus procesos catabólicos en donde se biodegradan y simplifican las moléculas de aquellos contaminantes. Sirve para limpiar suelo, agua subterránea o sedimentos que han sido contaminados por una acción del ser humano.

Entre los métodos de biorremediación existentes, el proyecto en las Salinas propone el uso de un sistema de biopila para suelos e inyección de peróxido de calcio para napas freáticas. El primero consiste en excavar en etapas pequeñas y de forma controlada el suelo que se sabe contaminado por estudios previos realizados en el periodo 2016 – 2017, posteriormente se segmenta dicho suelo en tres tipos de sustratos:

- Suelo limpio
- Biopila
- Residuos Peligrosos (Respel)



El suelo limpio que no implicaría un riesgo para la salud de la población, clasificado como Tier 1 y Tier 2 no sería tratado, reservándose en acopios protegidos por una geomembrana. Por otra parte, los suelos con Respel serán llevados por empresas especializadas a puntos de depósito autorizados por la normativa sanitaria vigente, D.S. 148/2003 del Minsal. Por último, el suelo contaminado con hidrocarburos será tratado mediante técnica de biorremediación que utiliza sistema de biopilas activas y tratamiento de aguas subterráneas con peróxido de calcio.

Biopila

La biopila se define como un montículo hermético de arena cubierta por una membrana de polietileno de alta densidad (HDPE), por el cual se ha canalizado un sistema de aireación y otro de humectación, esta arena contaminada con hidrocarburos será mezclada con compost para que le aporta nutrientes. Dichos factores son necesarios para mantener las condiciones ambientales requeridas para que las bacterias del lugar proliferen y cumplan su rol catabólico de biodegradar los contaminantes.

Se estima que el proyecto tendría una duración aproximada de 5 años, dependiendo de la eficiencia con que actúan los microorganismos, verificable mediante evaluación de muestras periódicas obtenidas de la biopila. Ante un contexto deficiente evaluado en el proceso de biodegradación, se bioaumentará la biopila con bacterias cultivadas en laboratorios especializados.

A continuación, se hará énfasis en los factores que determinan la inocuidad de las bacterias a usar en técnica de biorremediación.

Bioseguridad

Sobre el uso de bacterias en el proceso de biorremediación, de la tabla Biopilas, considerando 4.3 titulado: Partes, obras y acciones que componen el proyecto aprobado mediante Resolución de Calificación Ambiental N° 24, de fecha 04.09.2020, del Servicio de Evaluación Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente, Región de Valparaíso (desde ahora RCA), se desprende que se usarán bacterias que forman parte del mismo suelo para remediar restos de hidrocarburos mediante el uso de biopilas, una mezcla de suelo del lugar que contiene trazas de hidrocarburos, compost y toda la microbiota que forma parte del mismo.

La mezcla se agruparía en pilas sobre base impermeable para evitar lixiviados, cubierta por un sistema de impermeabilización superficial, contando con un sistema de aireación por succión, donde aquellos compuestos orgánicos volátiles (COVs) serán retenidos por filtros de carbono.



El compost sería un material estabilizado, cuyos contenidos biológicos y químicos cumplirán con la categoría tipo A según la Norma Chilena NCh de Compost N° 2880, Considerando 4.3.2 de RCA. El compost propiciará aportes nutricionales y sistema de colchón aireado con retención de humedad, ayudando a la proliferación de las bacterias (bioestimulación), incluyendo aquellas biorremediadoras capaces de utilizar hidrocarburos como insumo de su catabolismo. Conforme al requerimiento, se incorporará más compost para que las bacterias puedan remediar y se logren los parámetros de presencia/ausencia de elementos contaminantes derivados de hidrocarburos.

Los límites cuantitativos que deberá cumplir el suelo saneado, serán aquellos establecidos por la Ley de Medio Ambiente de Italia, DLgs 152/2006, en adelante referido indistintamente como norma italiana.

Dicha Ley corresponde a normativa de calidad de suelos que define los estándares meta basal de descontaminación de suelos. El uso de normativa extranjera se basa en la ausencia de legislación nacional relativa a contaminación de suelos y se justifica por la similitud orográfica y climática entre Italia y Chile, respondiendo a la exigencia del artículo Artículo 11.- Normas de referencia del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental que considera la utilización de las normas de referencia, priorizando aquel Estado que posea similitud en sus componentes ambientales, con la situación nacional y/o local, lo que fue validado técnicamente mediante aprobación de la RCA.

En relación a la bioaumentación, corresponde a una técnica de aumento de las bacterias biorremediadoras mediante inoculación directa de ellas al sistema de la biopila. Ante determinadas circunstancias podría ser requerido adicionar microorganismos cultivados, la dosis a considerar será la suficiente para alcanzar una concentración de 105 UFC/gramo (Unidad Formadora de Colonias) de suelo seco en la respectiva partida de suelo donde se defina la necesidad de bioaumentar, estimándose una provisión de hasta 50 L por mes de concentrado de bacterias, cuyo transporte por parte de proveedores autorizados se ha definido en la Tabla 1-58: “Descripción del transporte de carga diversa Fase de Operación” del EIA (GOLDER, 2019, p.33).

En otras palabras, en caso que en el resultado de los monitoreos para el control de la operación de la biopila se verifique que la densidad microbiana presente en la biopila fuese menor que 105 UFC/gramo de suelo seco, sin obtener una reducción de las concentraciones de hidrocarburos a través de la adición de compost más el ajuste de parámetros ambientales como el contenido de humedad, concentración de nutrientes y pH, se aplicarán microorganismos cultivados, con capacidades degradativas no patogénicas, privilegiando los existentes en el terreno y de suelos similares de la región de Valparaíso (Golder, 2019, p.24).



Estas bacterias introducidas corresponden a bacterias nativas ambientales no patogénicas, no representando por tanto un riesgo para la salud de las personas encargadas de ejecutar el proyecto o la comunidad adyacente, como tampoco para el equilibrio ecológico del sitio. Lo anterior basado en que las cepas degradadoras de hidrocarburos a utilizarse pertenecen a los géneros *Rhodococcus*, *Pseudomonas* y *Acinetobacter* (RCA), clasificadas dentro del Grupo 1 en la Clasificación de los Microorganismos por Nivel de Riesgo en el Manual de Normas de Bioseguridad de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile (ANID ex CONICYT), abalando así ausencia de riesgos para la salud asociados a las bacterias.

Biorremediación de napas freáticas

La biorremediación para aguas subterráneas se llevará a cabo mediante bioestimulación a base de inyección de peróxido de calcio (CaH_2), material que reacciona con el agua generando una liberación masiva de oxígeno (O_2), elemento que otorga las condiciones aerobias del ambiente, mejorando el metabolismo de las bacterias, permitiendo que aumenten la eficiencia de sus procesos biodegradativos sobre las sustancias de interés. Se proyecta que el uso de esta sustancia será tratada como residuo peligroso por ser comburente, estando en Clase 5.1 según la NCh 382:2017, sustancias peligrosas, Instituto Nacional de Normalización. Dicho lo anterior, el almacenaje y manipulación del producto deberá cumplir con un protocolo que asegure la seguridad de su uso.

Caso Similar Empresa Geotecnia en Madrid

Se trata de un emplazamiento en el que se había desarrollado durante más de 70 años una intensa actividad industrial. El emplazamiento contaba con un total de 11 tanques de combustible enterrados (fuel oil, aceite hidráulico y diesel) con una capacidad máxima de almacenamiento de unos 300.000 litros. La fuga de combustible de estos depósitos han provocado la contaminación de los suelos y las aguas subterráneas (Herrera, 2010).

Resultados

Se han descontaminado un total de 27.000 m^3 de suelos, mediante la construcción de 15 biopilas en 5 fases de 3 biopilas cada una de 1.800 m^3 de volumen. Se ha conseguido reducir la concentración de hidrocarburos (TPH - C10-C40) de los suelos desde valores medios de 20.000-15.000 mg/Kg hasta 3.000 - 2.000 mg/Kg, muy por debajo del objetivo de limpieza marcado para un uso industrial de la parcela (8.000 mg/Kg) (Herrera, 2010).



Salud Mental y Áreas Verdes

En cuanto al contexto de Viña del Mar en el sector de Las Salinas y velando por la salud psicoemocional de sus ciudadanos, nos parece necesario destinar el área del proyecto a constituir un área verde, concordando con lo que solicita la ciudadanía. Es importante destacar que históricamente en pocas ocasiones se han creado estas áreas considerando la opinión, necesidades y preferencias de sus futuros usuarios.

La OMS recomienda 9 m²/habitante y en Viña del Mar se cuenta con 4 m²/habitante, es decir, alrededor de la mitad de lo que se recomienda internacionalmente. En cuanto a acceso, se recomienda por la OMS una distancia óptima de 900 metros o tiempo de traslado de 15 minutos.

El último catastro del Minvu revela que la región de Valparaíso cuenta solo con 35 espacios de parque o plaza (unidades de más de una hectárea), siendo la segunda región con mayor carga demográfica. Mientras que la región metropolitana cuenta con 272 unidades. Lo cual nos muestra la desproporción existente entre nuestras regiones, considerando crítico la condición de la V región en esta materia.

Es importante señalar que Chile es un país vulnerable al cambio climático declarado por el Ministerio de Medioambiente, el presidente Piñera e instituciones como el IPCC17 y CR2- UChile. Debemos considerar además que la V región se encuentra en la transición entre el clima árido del desierto y el clima mediterráneo con un avance progresivo desde hace miles de años del desierto que se ha acelerado de norte a sur, pudiendo condicionar severos problemas para nuestra ciudadanía.

Crear un parque va en directa vinculación con las estrategias que buscan mitigar el cambio climático y avanzar en función de los Goals de desarrollo sostenible de la Organización Panamericana de la Salud. Recordemos que los organismos vegetales tienen la facultad de aportar oxígeno y disminuir partículas contaminantes, además de fijar CO₂ a largo plazo en su estructura y en el suelo configuran un refugio de fauna local y migratoria, incluyendo polinizadores quienes han visto mermada su población por efectos de agroquímicos y por la misma desertificación en la región, pero debemos destacar que son esenciales en la producción de alimento. También tienen la facultad de absorber humedad atmosférica y entregarla al subsuelo, favoreciendo las fuentes de agua subterráneas.

Se han descrito beneficios en salud de la asociación de un área verde con su comunidad, en este caso la población viñamarina podríamos hablar de beneficios en cuanto a: reducir el estrés, mejorar el sueño, reducir ansiedad y depresión, mayor calidad de vida o satisfacción, reducción de síntomas de TDAH, disminución de la agresividad, favorece la socialización interpersonal.



En cuanto a la gestación e infancia se relaciona con mejores resultados al nacer y mejor desarrollo psicomotor. También se asocia a beneficios clínicos en personas con enfermedades crónicas no transmisibles como hipertensión arterial, insuficiencia cardiaca congestiva, obesidad, diabetes, se asocia a mejor recuperación post operatoria, mejor control del dolor, mejor salud visual, beneficios en pacientes con asma y alergias, menor mortalidad y mejor salud global en población adulta, infantil y sobrevivientes de cáncer. Menor uso de medicamentos y posiblemente un menor gasto en salud, constituyendo un beneficio o no-perjuicio para las personas y para el sistema de salud en cuanto a lo económico.

Un parque tiene capacidad de regular la temperatura lo que es beneficioso y parece incluso necesario dado los aumentos de temperatura globales, olas de calor y los cambios asociados tanto en tierra como en océanos que proyectan un aumento en la carga de enfermedad a nivel global importante de manera multifactorial. Más áreas verdes recuperadas contribuyen a la reducción de las islas de calor y los efectos de la contaminación por emisiones y ruido, aquellos factores contribuyen en aumentar la mortalidad global y a la descompensación de enfermedades crónicas preexistentes en población vulnerable (Ej: Población infantil, adulta mayor, embarazadas).

Un parque favorece la cohesión social, a través de la creación de espacios para la convivencia ciudadana, hemos visto como un parque desarrolla cultura de voluntariado, (Ej. Vive tus Parques de INJUV) moviliza y educa entorno al cuidado del espacio recuperado y brinda un espacio inclusivo.

Conclusiones

La preocupación de la comunidad se basa en las incertezas generadas en base a la falta de información asociada al uso de tecnologías desconocidas por ellos. Sobre lo señalado, se considera necesario mejorar los mecanismos de participación ciudadana y de acceso a la información de primera fuente, a objeto de generar las confianzas para la ejecución del proyecto.

Sobre la preocupación ciudadana relacionada con la seguridad del uso de bacterias para sanear el suelo contaminado, dado los antecedentes evaluados es posible afirmar que las bacterias no presentan un riesgo de bioseguridad para la comunidad adyacente así como tampoco para los trabajadores asociados al proyecto, esto basado en la clasificación de los Microorganismos por nivel de riesgo en el Manual de Normas de Bioseguridad de la ANID.



En cuanto al contexto de Viña del Mar en el sector de Las Salinas y velando por la salud psicoemocional de sus ciudadanos, nos parece necesario relevar la crítica situación en la que se encuentra la comuna por déficit de áreas verdes de recreación. Dicho lo anterior, sería de gran impacto transformar una zona que significó un riesgo para la salud durante décadas, en un parque que invite a los ciudadanos a convivir con la naturaleza y crecer en un ambiente sano y libre de contaminación, derecho consagrado en el art. 19° de la vigente Constitución Política de Chile. Cabe señalar que dicho derecho fue vulnerado durante casi 80 años en que las empresas contaminaban no sólo el suelo, sino también el aire con COVs que eran liberados al medio y respirados por la población aledaña sin medida de protección alguna, exponiendo a las personas a daño hepático, renal, sistema nervioso y cánceres, según la evidencia científica internacional.

Finalmente, es menester señalar que actualmente Chile no presenta normativa asociada a la contaminación de suelos, hecho que dificulta establecer exigencias que aseguren ausencia de contaminación en los suelos y sistemas freáticos de áreas usadas con fines industriales, evitando así la exposición a riesgos y externalidades negativas para el medio ambiente.

**Departamento de Derechos Humanos
Medio Ambiente y Biodiversidad
Colegio Médico Valparaíso**



BIBLIOGRAFÍA

1. Perfil, actividades y grado de satisfacción de los usuarios en parques urbanos. Estudio en tres parques urbanos, Santiago, Chile. Tesis para optar al grado de magíster en gestión y planificación ambiental Andrés Felipe Madrid peralta. Santiago, Chile. 2010. Universidad de Chile Facultad de ciencias forestales y conservación de la naturaleza Magíster en gestión y planificación ambiental programa interfacultades.
2. Cabe considerar que la OMS (Organización mundial de la salud) fija como óptimo 15m² de área verde por habitante y un mínimo de 9m²,
3. http://observatoriourbano.minvu.cl/indurb/wp_indicadores.asp
4. <https://www.latercera.com/nacional/noticia/vitacura-recoleta-lideran-ranking-areas-verdes-habitante-chile/628679/#>
5. <http://www.chiledesarrollosustentable.cl/noticias/noticia-pais/estudio-parques-urbanos-llegan-a-550-en-chile-y-zonas-extremas-muestran-deficit/> 11 Febrero 2014
6. John Goodwin, CEO Fundación LEGO, citando investigación de DIG en el World Economic Forum, Davos 2018
7. Howard Frumkin, et al 2017. Nature Contact and Human Health: A Research Agenda- Environmental Health Perspectives 125:7 CID: 075001
8. Bowler, D.E., Buyung-Ali, L.M., Knight, T.M. et al. A systematic review of evidence for the added benefits to health of exposure to natural environments. BMC Public Health 10, 456 (2010)
9. Sudipto Roy, Jason Byrne, Catherine Pickering. 2012 A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. Urban Forestry & Urban Greening.
10. Margalit Younger, Heather R. Morrow-Almeida, Stephen M. Vindigni, Andrew L. Dannenberg, 2008. The Built Environment, Climate Change, and Health: Opportunities for Co-Benefits, American Journal of Preventive Medicine, Volume 35, Issue 5.
11. Myers, Samuel S, 2017. Planetary health: protecting human health on a rapidly changing planet. The Lancet, Volume 390, Issue 10114, 2860 – 2868
12. Bram Oosterbroek, Joop de Kraker, Maud M.T.E. Huynen, Pim Martens. Assessing ecosystem impacts on health: A tool review, Ecosystem Services, Volume 17, 2016, Pages 237-254,
13. McMichael AJ, Lindgren E (The Australian National University, Canberra, Australia; and Karolinska Institute, Stockholm, Sweden). Climate change: present and future risks to health, and necessary responses (Review). J Intern Med 2011



14. Mora, C., Dousset, B., Caldwell, I. et al. Global risk of deadly heat. *Nature Clim Change* 7, 501–506 (2017)
15. Biodiversidad de Chile : patrimonio y desafíos. Chile. 2da ED. Comisión Nacional del Medio Ambiente 2008.
16. Chile es un país vulnerable al cambio climático-
<https://cambioclimatico.mma.gob.cl/>
17. PCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
18. Winfree, R., Aguilar, R., Vázquez, D.P., LeBuhn, G. and Aizen, M.A. (2009), A meta-analysis of bees' responses to anthropogenic disturbance. *Ecology*, 90: 2068-2076
19. Heat Islands. Environmental Protection Agency USA. -
<https://www.epa.gov/heatislands/learn-about-heat-islands>
20. <https://www.t13.cl/noticia/politica/nacional/fact-checking-uc-t13-es-chile-uno-paises-mas-vulnerables-cambio-climatico>
21. <https://www.paho.org/salud-en-las-americas-2017/?tag=sustainable-development-goals>
22. Herrera, F., 2010. Descontaminación De Suelos Y Aguas Subterráneas Contaminadas Por Hidrocarburos Mediante Biopilas Activas. *Geotecnia*. Disponible en: <<http://geotecnia2000.com/Descargas/>> [Accessed 7 September 2020].
23. Herrera, F., 2010. Remediación de Suelos Contaminados por Hidrocarburos Mediante Biopilas Aireadas. *Geotecnia*. Disponible en: <<http://geotecnia2000.com/Descargas/>> [Accessed 7 septiembre 2020].
24. Resolución de Calificación Ambiental N° 109/2011, del Servicio de Evaluación Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente, Región de Valparaíso”.
25. <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/volatile-organic-compounds-impact-indoor-air-quality>
26. <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-para-Docentes-Sobre-Calidad-del-Aire-003.pdf>