



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“INFLUENCIA DEL HIPOCLORITO DE CALCIO SOBRE LOS  
PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE LIXIVIADO DE UN  
RELLENO SANITARIO - REGIÓN LA LIBERTAD”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniería Ambiental**

**Autora:**

Karito Yen Rosas Valverde

**Asesor:**

Ing. Dr. Fernando Ugaz Odar

Trujillo - Perú

2021

## Tabla de contenidos

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS .....	5
ÍNDICE DE FIGURAS .....	6
RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	9
CAPÍTULO II. MÉTODO.....	43
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....	56
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	69
REFERENCIAS .....	80
ANEXOS .....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caracterización de lixiviado	28
Tabla 2. Clasificación de los lixiviados.	35
Tabla 3. Códigos de las nueve (09) muestras tomadas en el Relleno Sanitario	44
Tabla 4. Descripción de los puntos de monitoreo de lixiviados	63
Tabla 5. Resultado del Análisis de Varianza con un factor, análisis ANOVA del parámetro fisicoquímico Aceites y Grasas	62
Tabla 6. Prueba de comparaciones de Tukey para los promedios del parámetro fisicoquímico Aceites y Grasas.	62
Tabla 7. Resultado del Análisis de Varianza con un factor, análisis ANOVA del parámetro fisicoquímico Cianuro Total.	63
Tabla 8. Prueba de comparaciones de Tukey para los promedios del parámetro fisicoquímico Cianuro Total.	63
Tabla 9. Resultado del Análisis de Varianza con un factor, análisis ANOVA del parámetro fisicoquímico Cromo Hexavalente.	64
Tabla 10. Prueba de comparaciones de Tukey para los promedios del parámetro fisicoquímico Cromo Hexavalente.	64
Tabla 11. Resultado del Análisis de Varianza con un factor, análisis ANOVA del parámetro fisicoquímico DBO5.	65
Tabla 12. Prueba de comparaciones de Tukey para los promedios del parámetro fisicoquímico DBO5.	65
Tabla 13. Resultado del Análisis de Varianza con un factor, análisis ANOVA del parámetro fisicoquímico DQO.	66
Tabla 14. Prueba de comparaciones de Tukey para los promedios del parámetro fisicoquímico DQO.	66
Tabla 15. Resultado del Análisis de Varianza con un factor, análisis ANOVA del parámetro fisicoquímico STS.	67
Tabla 16. Prueba de comparaciones de Tukey para los promedios del parámetro fisicoquímico STS.	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen de la Ubicación del Relleno Sanitario.	43
Figura 2. Flow Sheet de los componentes dentro del Relleno Sanitario El Gigante	47
Figura 3. Diagrama del funcionamiento del Relleno Sanitario El Gigante.	47
Figura 4. Esquema del proceso metodológico desarrollado en el estudio	52
Figura 5. Imagen satelital de los puntos donde se tomaron las muestras.	54
Figura 6. Resultados de Aceites y Grasas (mg/L).	56
Figura 7. Resultados de Cianuro total (mg/L).	57
Figura 8. Resultados de Cromo hexavalente (mg/L)	58
Figura 9. Resultados de Demanda Bioquímica de Oxígeno - DBO5 (mg/L)	59
Figura 10. Resultados de Demanda Química de Oxígeno (mgO <sub>2</sub> /L)	60
Figura 11. Resultados de sólidos suspendidos totales (mg/L)	61

## RESUMEN

En un relleno sanitario, los lixiviados son producto de la transferencia de agua a través de los residuos sólidos y de la lixiviación de componentes desde el sólido al líquido.

El objetivo de esta investigación fue determinar la influencia del Hipoclorito de calcio sobre los parámetros fisicoquímicos de lixiviados de un Relleno Sanitario – Región La Libertad.

La investigación fue de tipo aplicada de naturaleza experimental, que presenta la manipulación de la variable independiente, mediante este motivo para obtener cambios en la variable dependiente de la investigación. Se caracterizó los parámetros fisicoquímicos de lixiviados del Relleno Sanitario antes del tratamiento con hipoclorito de calcio en el punto de muestreo, RS-01 y después del tratamiento, RS-03, concluyendo que en ambos puntos exceden los límites máximos permisibles en cuatro (04) parámetros fisicoquímicos, Aceites y grasas, DBO5, DQO, Sólidos Suspendidos Totales. Asimismo, se caracterizó los parámetros fisicoquímicos de lixiviados del Relleno Sanitario antes del tratamiento con hipoclorito de calcio en el punto de muestreo, RS-02, concluyendo los valores están dentro de los límites máximos permisibles de los seis (06) parámetros fisicoquímicos, Aceites y grasas, Cianuro Total, Cromo Hexavalente, DBO5, DQO, Sólidos Suspendidos Totales.

**Palabras clave:** Gestión Integral de Residuos Sólidos, Relleno Sanitario, Lixiviados, Generación de lixiviados, Parámetros fisicoquímicos, Hipoclorito de Calcio.

## ABSTRACT

In a sanitary landfill, leachate is the product of the transfer of water through solid waste and the leaching of components from solid to liquid.

The objective of this research was to determine the influence of calcium hypochlorite on the physicochemical parameters of leachates from a Sanitary Landfill - La Libertad Region. The research was of an applied type of an experimental nature, which presents the manipulation of the independent variable, through this motive to obtain changes in the dependent variable of the research. The physicochemical parameters of leachates from the Sanitary Landfill were characterized before the treatment with calcium hypochlorite at the sampling point, RS-01 and after the treatment, RS-03, concluding that in two points they exceed the maximum permissible limits in four (04) physicochemical parameters, Oils and fats, BOD<sub>5</sub>, COD, Total Suspended Solids. Likewise, the physicochemical parameters of leachates from the Sanitary Landfill were characterized before the treatment with calcium hypochlorite at the sampling point, RS-02, concluding the values are within the maximum permissible limits of the six (06) physicochemical parameters, Oils and fats, Total Cyanide, Hexavalent Chromium, BOD<sub>5</sub>, COD, Total Suspended Solids.

**Keywords:** Comprehensive Solid Waste Management, Sanitary Landfill, Leachates, Leachate Generation, Physicochemical Parameters, Calcium Hypochlorite

## **NOTA DE ACCESO**

**No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales**

## REFERENCIAS

- Acevedo, L. (2015). Evaluación de procesos de desinfección (Cloro y UV) en sistemas de tratamiento de aguas servidas descentralizados (Humedales construidos). (Grado para optar al título). UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN, Chile.
- Acquatrom S.A. (s.f.). Desinfección con cloro. Recuperado el 01 de setiembre, de:  
[https://www.acquatrom.com.ar/notastecnicas/desinfeccion\\_con\\_cloro.pdf](https://www.acquatrom.com.ar/notastecnicas/desinfeccion_con_cloro.pdf)
- Alaba Hoyos, L. P. (2013). "Gestión y aprovechamiento de los residuos sólidos en la ciudad de Cajamarca". Tesis, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Cajamarca.  
Recuperado el 21 de Julio de 2017, de  
<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/362/T%20Q70%20A316%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- AMOQUIMICOS (2011) BLOG. Hipoclorito de calcio: usos, características y precauciones.  
Recuperado de: <https://www.amoquimicos.com/usos-y-precauciones-hipoclorito-de-calcio>
- Arbeláez, M., García, Juan. (2010). Estudio de las Tecnologías Empleadas para el Manejo de Lixiviados y su Aplicabilidad en el Medio. Universidad Eafit de Medellín. Escuela De Ingeniería. Departamento De Ingeniería Mecánica.
- Astorga Del Canto, Catalina. (2018). Tratamiento de Lixiviados de un Relleno Sanitario: Propuesta y Evaluación de un Sistema de Humedales Artificiales. Memoria para Optar al Título de Ingeniera Civil Química. Universidad de Chile Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Departamento de Ingeniería Química, Biotecnología y Materiales.
- Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento. (s.f.). Manual de la Cloración.  
Recuperado el 01 de setiembre del 2021, de  
<https://www.asoaeas.com/sites/default/files/Documentos/AEAS.%20Manual%20de%20la%20Cloracion.pdf>

- Astorga, Elvis (2018). Tratamiento de lixiviados del botadero de residuos sólidos de la ciudad de Puno con surfactantes aniónicos. [Trabajo de Fin de grado, Universidad Nacional del Altiplano].  
[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10647/Astorga\\_Capaja%C3%B1a\\_Elvis.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10647/Astorga_Capaja%C3%B1a_Elvis.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Bernabel, H. y Quispe, M. (2013). Efecto del PH y dosis de Hipoclorito de Calcio, en la degradación oxidativa de efluentes líquidos cianurados y su aplicación en la remoción de metales pesados. (Tesis para el grado de título de ingeniero químico). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
- Calcinor (2020). El óxido de calcio y los productos específicos derivados se obtienen a través de un proceso de calcinación del mineral carbonato cálcico a elevada temperatura. Recuperado el 21 de Julio de 2017, de <https://www.calcinor.com/es/calcinor/tratamiento-de-aguas>
- Calcinor (2020). LAS FUNCIONES QUE REALIZA LA CAL EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS. Recuperado el 18 de agosto del 2021, de <https://www.calcinor.com/es/actualidad/reviews-producto/cal-tratamiento-de-aguas>
- Carrera Miranda, C. A. (2014). "Gestión ambiental de residuos sólidos para la ciudad de Chilete - Cajamarca". Tesis, Universidad nacional de Cajamarca, Cajamarca, Cajamarca. Recuperado el 21 de Julio de 2021, de <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/62/T%20363.728%20C314%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chávez Montes, Wendy. (2011). Tratamiento de lixiviados generados en el relleno sanitario de la Cd. De Chihuahua, Méx. Tesis como requisito para obtener el grado de Maestro en Ciencia y Tecnología Ambiental.
- Chiemchaisri, C.; Xaypanya, P.; Takemura, J.; Seingheng, H. y Tanchuling, M. (2018). Characterization of Landfill Leachates and Sediments in Major Cities of Indochina

- Peninsular Countries - Heavy Metal Partitioning in Municipal Solid Waste Leachate.  
Environments - MDPY, 5(6), 65. <https://www.mdpi.com/2076-3298/5/6/65>
- Cobos, M., y Costa, M. (2011). Lixiviado de residuos sólidos del relleno sanitario manual de Nauta y su genotoxicidad en *Eisenia foetida* lombriz roja. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana].  
[http://repositorio.unapikitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1901/Marianela\\_Tesis\\_Maestria\\_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unapikitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1901/Marianela_Tesis_Maestria_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Correa, M., Montalván, B., Pezo, R., y Verdi, L. (2007). Estudio de impacto ambiental del proyecto de relleno sanitario en la comunidad de Moralillo, propuesto para la ciudad de Iquitos, Loreto-Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 16(2), 137–143.  
<http://revistas.iiap.org.pe/index.php/fofiaamazonica/article/view/287/374>
- CORTEZ S., TEIXEIRA P., OLIVEIRA R. y MOTA M., (2009), Fenton's oxidation as post-treatment of a mature municipal landfill leachate, Journal of World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 57, p. 87-90.
- Cáceres, K.; Milagros, G. y Bedoya, E. (2021). Eficiencia de *Eisenia foetida*, *Eichornia crassipes* e hipoclorito de calcio en la depuración de aguas residuales domésticas en Moquegua, Perú. Recuperado el 01 de setiembre del 2021, de <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v20i1.1692>
- Cruz, A. y Sierra C. (2016). Propuesta de una Alternativa de Tratamiento de Aguas Residuales en la Salsamentaria El Bohemio. Para el grado de título. Fundación Universidad de América, Bogotá.
- Decreto Legislativo N° 1278 – Ministerio del Ambiente, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, de 23 de diciembre del 2016. Congreso de la República del Perú.  
<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-legislativo-que-aprueba-la-ley-de-gestion-integral-d-decreto-legislativo-n-1278-1466666-4/>
- Decreto Supremo N° 014-2017-Ministerio del Ambiente. Aprueban Reglamento del Decreto

Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, de 21 de diciembre del 2017. Congreso de la República del Perú.

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-reglamento-del-decreto-legislativo-n-1278-decreto-decreto-supremo-n-014-2017-minam-1599663-10/>

Decreto Supremo N° 003-2010 MINAM. Decreto supremo que aprueba límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales. Lima, 17 de marzo de 2010.

Decreto Supremo N° 010-1010-MINAM. Aprueban Límites Máximos Permisibles para la Descarga de Efluentes Líquidos de Actividades Minero-Metalúrgicas. Lima, 21 de agosto de 2010.

Diario El Comercio (2010). Generación de basura en Lima creció en 3.650 toneladas diarias del 2007 a la fecha. Recuperado, de: <https://archivo.elcomercio.pe/sociedad/lima/generacion-basura-lima-crecio-650-toneladas-diarias-2007-fecha-noticia-674943>

Dirección General de Salud Ambiental “DIGESA” (S.F.). Parámetros Organolépticos. Recuperado, de:

[http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes\\_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf)

Di Iaconi C., Rossetti S., Lopez A. and Ried A. (2011). “Effective treatment of stabilized municipal landfill leachates”. Chemical Engineering Journal. Vol. 168, pp. 1085–1092. Amsterdam. Holland.

El boletín de novedades de Jenck (2008). Determinación Automática de Cianuro Libre y Total en Agua y Efluentes. Recuperado el 26 de agosto del 2021, de:

<https://www.notijenck.com.ar/aplicaciones/determinacion-automatica-de-cianuro-libre-y-total-en-agua-y-efluentes>

Elías, X. (2012). Reciclaje de residuos industriales: Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora. Segunda edición. Madrid, España. 175 p.

- FLUENCE NEWS TEAM (2020). ¿Qué es el cromo hexavalente? Recuperado el 26 de agosto del 2021, de: <https://www.fluencecorp.com/es/que-es-el-cromo-hexavalente/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20el%20Cromo%20Hexavalente%3F>
- FOO, K. y HAMEED, B., (2009), An overview of landfill leachate treatment via activated carbon adsorption process, *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 171, p. 54-60.
- Gil, M. (2006). *Depuración de aguas residuales: modernización de procesos de lodos activos*. Consejo superior de investigadores científicas. Madrid, España. 340 p
- Giraldo, E. (s.f). *Tratamiento de Lixiviados de Rellenos Sanitarios: Avances Recientes*. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de Los Andes. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/268121715.pdf>
- Gómez, E. (2018). *Afectaciones Ambientales de los lixiviados generados en los Rellenos Sanitarios sobre el recurso Agua*. (Monografía de grado para optar el título de Especialista en Química Ambiental). Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2018/173184.pdf>
- Herrera, E. (2015). “*Aplicación de la Ley General De Residuos Sólidos y sus Efectos en la Calidad de Vida de la población de Chancay 2014*” (tesis de grado). “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”. Recuperado de [http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/581/TFDCP\\_143.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/581/TFDCP_143.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Industria Química Del Istmo S.A. De C.V.- Planta Coatzacoalcos. (S.F.) *Manual del Cloro*. Recuperado el 01 de setiembre, de: [https://aniq.org.mx/pqta/pdf/Manual%20del%20Cloro%20\(LIT\).pdf](https://aniq.org.mx/pqta/pdf/Manual%20del%20Cloro%20(LIT).pdf)
- Instituto Nacional del Cáncer (2015). *Compuestos de cromo hexavalente*. Recuperado el 26 de agosto del 2021, de: <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias/cromo>

- Insa, J. (2009). *Estudio de la Cultura como Estrategia para el desarrollo. V 06*. Recuperado de [https://www.zaragoza.es/contenidos/cultura/observatorio/LA\\_CULTURA\\_COMO\\_ESTRATEGIA\\_DE\\_DESARROLLO.pdf](https://www.zaragoza.es/contenidos/cultura/observatorio/LA_CULTURA_COMO_ESTRATEGIA_DE_DESARROLLO.pdf)
- Jiang W., Zhang W., Li B., Duan J., Lv Y., Liu W. y Ying W., (2011), Combined fenton oxidation and biological activated carbon process for recycling of coking plant effluent, *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 189, p. 308-314.
- Kasassi A., Rakimbei P., Karagiannidis A., Zabanitou A., Tsiouvaras K., Nastis A. y Tzafeiropoulou., (2008), Soil contamination by heavy metals: Measurements from a closed unlined landfill, *Bioresourse Technology*, Vol. 99, p. 8578-8584.
- Laboratorios Anderson (2018). ¿Qué es el análisis fisicoquímico? Recuperado el 26 de agosto del 2021, de: [http://laboratoriosanderson.com/blog/que-es-el-analisis-fisicoquimico/#Que\\_es\\_el\\_analisis\\_fisicoquimico](http://laboratoriosanderson.com/blog/que-es-el-analisis-fisicoquimico/#Que_es_el_analisis_fisicoquimico)
- Lapeyre, M. y Pequeño, Juan. (2019). “Efecto de la Oxidación Fenton sobre la Materia Orgánica de los Lixiviados de la Infraestructura y Disposición Final de Residuos Sólidos de Cajamarca, 2019”. (Tesis de Pregrado). Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca, Perú.
- Malavé, J. y Muñoz, D. (2020). Monitoreo de la contaminación por los lixiviados generados en el relleno sanitario de la Empresa Pública EMASA del Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena–Ecuador. *Revista de Ciencias Agropecuarias “ALLPA”*, 3(6). <https://publicacionescd.ulead.edu.ec/index.php/allpa/article/view/63/138>
- Ministerio de Agricultura. Autoridad Nacional del Agua. (2011). *Protocolo Nacional del Monitoreo de la Calidad en cuerpos Naturales de Agua Superficial*.
- Ministerio del Ambiente – Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos (2016). *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (2016-2024)*. Recuperado de: <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/63552>

- Montalvo Quiroz, J. S., y Quispe Becerra, M. (2018). Contaminación del agua superficial por lixiviados de un relleno sanitario [Trabajo de Fin de Grado, Universidad Privada del Norte].
- NAJERA, Hugo. LIXIVIADOS ¿Qué son? ¿cómo se clasifican? (Parte 1) [en línea].  
<[https://www.unicach.mx/\\_/ambiental/descargar/Gaceta4/Lixiviados.pdf](https://www.unicach.mx/_/ambiental/descargar/Gaceta4/Lixiviados.pdf)>
- Naveen, B.; Mahapatra, D.; Sitharam, T.; Sivapullaiah, P. y Ramachandra, T. (2016). Physico-chemical and biological characterization of urban municipal landfill leachate. *Environmental Pollution*, 220 (2017), 1-12  
<https://daneshyari.com/article/preview/5749190.pdf>
- Ninan, K. (2019). Tratamiento de los Lixiviados del Relleno Sanitario de Jaquira por Electrocoagulación [Tesis de Fin de Grado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/4372>
- Noguera K. y Olivero J. (2010). Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: caso colombiano. Recuperado de:  
[https://www.researchgate.net/publication/301799194\\_Los\\_rellenos\\_sanitarios\\_en\\_latinoamerica\\_Caso\\_colombiano](https://www.researchgate.net/publication/301799194_Los_rellenos_sanitarios_en_latinoamerica_Caso_colombiano)
- Pellón, A; López, M; Espinosa, Maria y Gonzales, O. (2015). Propuesta para tratamiento de lixiviados en un vertedero de residuos sólidos urbanos. *INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL*, VOL. XXXVI, No. 2, May-Ago 2015, p. 3-16.
- PENG, Yao. 2017. Perspectives on technology for landfill leachate treatment. *Arabian Journal of Chemistry*.
- Pérez N, Pérez A y Garnica P. (2019). Evaluación del óxido de calcio (estabilical) como estabilizador de suelos. Recuperado el 18 de agosto de 2021, de  
<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt560.pdf>
- Pérez, R. (2017). Plan de cierre y recuperación de áreas degradadas por residuos sólidos municipales en el botadero de San José- Andahuaylas, Apurímac [Tesis de Fin de Grado,

Universidad Nacional Agraria La Molina].

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4173/perez-ccahuana-roger-antonio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Primo, E. (2007). Química orgánica básica y aplicada: de la molécula a la industria. Volumen 2. 930 p. Lima, Perú.

QARANI S., ABDUL H., SUFFIANI M., BASHIR M. y UMAR M., (2010), Leachate characterization in semi-aerobic and anaerobic sanitary landfills: A comparative study, Journal of Environmental Management.

QuimiNet.com (2011). Principales características del hipoclorito de calcio. Recuperado de: <https://www.quiminet.com/articulos/principales-caracteristicas-del-hipoclorito-de-calcio-57341.htm>

RENOU S., GIVAUDAN J., POULAIN S., DIRASSOUYAN F. y MOULIN P., (2008), Landfill leachate treatment: Review and opportunity, Journal of hazardous materials, Vol. 150, p. 468-493.

Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. Aprueban el "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales". Publicado el 13 de enero 2016.

Reyes J., Ramirez J., Lazaro O., Carreon C. y Martin M., (2008), Assessment of groundwater contamination by landfill leachate: A case in México, Waste Management, Vol. 28, p. S33-S39.

Sánchez, A. (2011). Conceptos básicos de gestión ambiental y desarrollo sustentable. Instituto Nacional de Ecología- SEMARNAT. México. 330 p

Secretaría de Comunicaciones y Transportes Instituto Mexicano del Transporte (2019). Evaluación del óxido de calcio como estabilizador de suelos. Recuperado el 18 de agosto de, <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt560.pdf>

SHOULIANG H., BEIDOU X., HAICHAN Y., LIANSHENG H., SHILEI F. y HONGLIANG L.,

(2008), Characteristics of dissolved organic matter (DOM) in leachate with different landfill ages, *Journal of Environmental Sciences*, Vol. 20, p. 492-498.

Soluciones. Unidades de Concentración. (S.F.). Recuperado el 20 de agosto de:

<https://ibero.mx/campus/publicaciones/quimanal/pdf/2soluciones.pdf>

Universidad de Costa Rica (13 de noviembre 2018). *Rellenos sanitarios: ¿una bomba de tiempo para el ambiente? Malas prácticas en el manejo de residuos y poco control los convierten en una amenaza*. Recuperado, de: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2018/11/13/rellenos-sanitarios-una-bomba-de-tiempo-para-el-ambiente.html>

Vital (2019). Óxido de Calcio: Propiedades y aplicaciones. Recuperado el 18 de agosto de,

<https://www.vitaldeecuador.com/oxido-de-calcio-propiedades-y-aplicaciones/>

Ziegler-Rodriguez, K. (2015). Evaluación ambiental por medio del Análisis de Ciclo de Vida del relleno sanitario del distrito de Nauta, en Loreto [Tesis de Fin de Grado, Pontificia Universidad Católica del Perú].

[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13847/ZIEGLER\\_RODRIGUEZ\\_KURT\\_EVALUACION\\_AMBIENTAL\\_MEDIO\\_ANALISIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13847/ZIEGLER_RODRIGUEZ_KURT_EVALUACION_AMBIENTAL_MEDIO_ANALISIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ZIYANG L., YOUCAI Z., TAO Y., YU S., HUILI C., NANWEN Z. y RENHUA H., (2009),

Natural attenuation and characterization of contaminants composition in landfill leachate under different disposing ages, *Since of the total environment*, Vol. 407, p. 3385-3391.