

# ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

## NAS - JOMÉ

Año 10/ Número 19/Diciembre 2016



**Evaluación de la remoción de pesticidas en aguas residuales aplicando el proceso fenton**

**Importancia de la determinación de nutrientes en suelos.**

**Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos empleando lodos residuales y cepas bacterianas por biopilas.**



## COMITÉ EDITORIAL

Dr. Carlos Manuel García Lara

M.I.M.A Pedro Vera Toledo

## EDICIÓN

Silvia Monserrat Morales Hernández

Angélica Cruz Cruz

Teresa de Jesús Sánchez Sánchez

## COMITÉ REVISOR

M. en C. María Luisa Ballinas Aquino

Dra. Rebeca Isabel Martínez Salinas

M. en C. Carlos Narcía López

Dr. Raúl González Herrera

Dr. Hugo Alejandro Nájera Aguilar

Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez

## **CARTA DE LOS EDITORES**

**B**ienvenidos a una nueva edición de la gaceta Nas Jomé en su XVII número, en donde se da a conocer los trabajos desarrollados por estudiantes y docentes, como parte de las actividades que realiza el Cuerpo Académico de Estudios Ambientales y Riesgos Naturales.

**L**a presente edición cuenta con aportaciones en diversas temáticas como, algas aplicadas al tratamiento de aguas residuales, aportación de la agricultura a la eutrofización, lluvia ácida, entre otros. Lo anterior representa la participación de la comunidad universitaria hacia el fortalecimiento de la Gaceta.

**N**uevamente agradecemos su entusiasta participación, con la invitación permanente para que hagan llegar sus trabajos realizados en su trayectoria académica.

**P**ara cualquier comentario o sugerencia estamos para escuchar-te en los correos que se mencionan en este número.

# Sumario

Eficiencia de la fitorremediación en suelos contaminados por hidrocarburos.

Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos empleando lodos residuales y cepas bacterianas por biopilas.

Evaluación de la remoción de pesticidas en solución acuosa mediante el proceso de Oxidación Anódica.

Cobertura vegetal en asentamientos irregulares, caso Elmar Seltzer.

Escenarios de riesgo en estaciones de carburación y gaseras de Tuxtla Gutiérrez

Importancia de la determinación de nutrientes en suelos.

Fisiología durante la práctica de buceo libre/apnea y scuba, así como leyes físicas subacuáticas.

Evaluación de la remoción de pesticidas en solución acuosa mediante el proceso de Oxidación Anódica.

Proposición para el manejo adecuado de Residuos Sólidos no peligrosos en hospitales.



# "EFICIENCIA DE LA FITORREMEDIACIÓN EN SUELOS CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS"

Autor: Perianza Escobar Iván

Correo: [perianza.ivan23@outlook.com](mailto:perianza.ivan23@outlook.com)

## RESUMEN

Los suelos contienen más carbono que el que se encuentra en la vegetación y dos veces más que el que hay en la atmósfera (FAO, 2004). El manejo sobreexplotado de los hidrocarburos y sus derivados así como la manera en que se transporta ha sido una de las razones por la cual en México y muchos otros países, como respuesta a la creciente contaminación tanto de suelo y agua, generada por derrames accidentales de hidrocarburos del petróleo, se han implementado diversos sistemas biológicos encaminados a la limpieza y recuperación de las áreas impactadas por estos contaminantes orgánicos. La contaminación del suelo y agua ha venido en aumento como resultado de la explotación, refinación, distribución y almacenamiento de petróleo crudo y sus derivados. Hasta el año 2004, el volumen de derrames accidentales de petróleo y sus derivados fue calculado en 1.5 millones de toneladas por año, afectando suelo, agua y atmósfera. La fitorremediación presenta diversas estrategias para limpiar un tipo de suelo según el tipo de contaminante presente en el lugar de este modo se identifican cinco procesos: fitoextracción, fitoestabilización, fitodegradación, fitovolatilización y rizodegradación.

**Palabras claves:** fitorremediación, hidrocarburos, sistemas biológicos.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los rasgos característicos de la sociedad moderna es la creciente emisión al ambiente de sustancias contaminantes, destacando aquellas que proceden de las actividades industriales, mineras, agropecuarias, artesanales y domésticas. Estos compuestos representan una amenaza para los seres vivos, por lo que se han desarrollado una serie de métodos para enmendar el impacto causado. Los métodos convencionales suelen ser costosos y pueden afectar de manera irreversible las propiedades del suelo, agua y de los seres vivos que en ellos habitan (Padmavathiamma, 2007). La fitorremediación utiliza las plantas para remover, reducir, transformar, mineralizar, degradar, volatilizar o estabilizar contaminantes (Kelley et al., 2000; Miretzky et al., 2004; Cherian y Oliveira, 2005; Eapen et al., 2007; Cho et al., 2008). Se han identificado una amplia diversidad de especies que se emplean para este fin. Algunas de ellas, debido a su gran capacidad para acumular metales pesados, reciben el nombre de hiperacumuladoras (Delgadillo et al., 2011; González et al., 2011; Prieto et al., 2011; Villagómez et al., 2011; Acevedo et al., 2011). Es importante mencionar que la fitorremediación es una alternativa amigable con el medio, ¿Qué eficacia tienen las plantas en ese medio?, ¿Qué capacidad de absorción tienen?, ¿Qué agentes contaminantes son capaces de absorber? Son las interrogantes que se hacen en la actualidad. En México como una consecuencia de la extracción, conducción, almacenamiento de petróleo crudo y sus derivados, la

contaminación del suelo ha sido inevitable, por lo que ha tenido impactos negativos en los ecosistemas de Veracruz y Tabasco lugares en el que se encuentran algunas de las plataformas de petróleo de la nación. (Ferrera, 2006)

## MARCO TEÓRICO

### Fitorremediación:

Tiene como objetivo degradar, asimilar, metabolizar o desintoxicar metales pesados, compuestos orgánicos y compuestos radioactivos por medio de la acción combinada de plantas y microorganismos con capacidad fisiológica y bioquímica para absorber, retener, degradar o transformar contaminantes formas menos tóxicas (López, 2012). En general, la meta de cualquier tecnología de remediación, *in situ* o *ex situ*, implica la remoción de los contaminantes (descontaminación o limpieza), o bien, la reducción del riesgo asociado a su presencia limitando la exposición (estabilización) (Vangronsveld et al., 2009).

Así, la fitorremediación de un suelo puede lograrse a través de la acción de uno o varios de los siguientes procesos: fitodegradación, fitoextracción, fitovolatilización, fitoestabilización y/o rizorremediación Figura 1.



**Figura 1.** Principales estrategias implicadas en la fitorremediación de suelos. El sistema suelo-planta-microorganismos, un contaminante orgánico e inorgánico puede ser transformado, metabolizado y/o acumulado en puntos específicos de dicho sistema.

5

El proceso a través del cual una planta actúa sobre un contaminante en particular, depende

del grado de contaminación, de las características fisicoquímicas del contaminante y del sitio contaminado, así como de las propiedades fenotípicas y genotípicas de cada especie vegetal, tales como su grado de tolerancia y su capacidad para captar, absorber, acumular y/o degradar los contaminantes (Meagher 2000; Vangronsveld et al., 2009).

La fitorremediación es una tecnología innovadora y costos-efectiva, siendo una técnica muy barata, sencilla de utilizar y sobre todo, respetuosa con el entorno ya que no introduce alteraciones en el mismo (Manacorda y Cuadros, 2005).

### Contaminación del suelo:

El suelo puede definirse como la materia, no consolidada, compuesta por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprenden la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad (Medina et al., 2001). Un suelo contaminado es aquel donde se encuentran presentes uno o más materiales peligrosos y/o residuos de índole tal que pueden construir un riesgo para el ambiente y la salud (Medina et al., 2001). La contaminación antrópica del suelo aparece cuando una sustancia está presente a concentración superior a sus niveles naturales, y tiene un impacto negativo en alguno o todos los constituyentes del mismo.

### Hidrocarburos:

Compuestos químicos orgánicos, constituidos principalmente por átomos de hidrógeno y carbono (NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012). La estructura molecular consiste en un armazón de átomos de carbono a los que se unen los átomos de hidrógeno. Los alcanos se encuentran en la naturaleza, siendo las fuentes más importantes el petróleo, y el gas natural proveniente de los yacimientos de petróleo y de carbón. (2013). 6

Estos han sido causa de grandes impactos en el ambiente debido a su mal manejo. De manera específica, en los suelos contaminados por hidrocarburos, se impide el intercambio gaseoso con la atmósfera, se inicia una serie de procesos físico-químicos simultáneos como la evaporación y penetración, que dependiendo el tipo de hidrocarburo, temperatura, humedad, textura del suelo y cantidad vertida puede ser más o menos lentos, ocasionando una mayor toxicidad, ade-

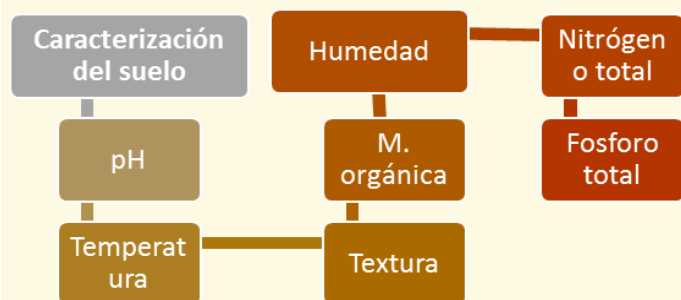
más de tener una moderada, alta o extrema salinidad, dificultando su tratamiento, puesto que altos gradientes de salinidad pueden destruir las estructuras terciarias de las proteínas, desnaturar enzimas y deshidratar células. (Restrepo, 2002)

### Suelo

El suelo se define como un cuerpo formado por sólidos (material mineral y material orgánico), líquidos y gases que hay sobre la superficie de la Tierra, que ocupan un lugar en el espacio y que presentan una o ambas de las siguientes características: horizontes o capas que se diferencian del material inicial como resultado de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia; o por la habilidad de soportar raíces de plantas de un ambiente natural (Soil Survey Staff, 1998).

### METODOLOGÍA

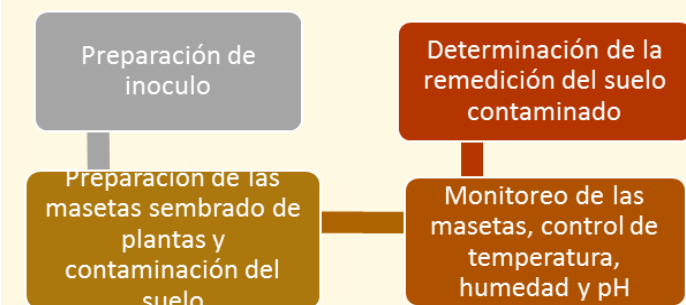
La metodología que emplearemos en el desarrollo de la tesis se esquematiza en la Figura 2.



El desarrollo de la tesis se esquematiza en la Figura 2.

**Figura 2.** Esquema de la metodología a utilizar.

### Muestreo:



Se tomarán distintas muestras de suelos para después ser contaminadas en "in situ" y tener un fácil manejo de las variables a controlarse que

posteriormente serán trasladados al laboratorio de Ingeniería Ambiental en la UNICACH y se les aplicara lo mencionado en la fig.1 en la metodología.

### Caracterización:

Se determinarán los parámetros físico-químicos, tales como: textura, pH, conductividad eléctrica, porcentaje de humedad, temperatura, materia orgánica, nitrógeno total y fosforo total, (ver Tabla 1) de acuerdo con la normatividad aplicable y con la finalidad de conocer las propiedades del suelo problema y observar los cambios después de los tratamientos aplicados.

**Tabla 1.** Normas Mexicanas aplicables para la caracterización de parámetros fisicoquímicos.

| Parámetros fisicoquímicos | Normas Oficiales Mexicanas |
|---------------------------|----------------------------|
| pH                        | NOM -021-SEMARNAT-2000     |
| Nitrógeno total           | NOM-021-RECNAT-2000        |
| Fosforo disponible        | NOM-021-RECNAT-2000        |

### Tratamiento Preliminar:

En este punto se establece como objetivo determinar la concentración óptima de los reactivos realizando pruebas a diferentes concentraciones para posteriormente poder fijar las medidas exactas con las cuales se van a trabajar.

### CONCLUSIÓN

La fitorremediación es sistema biológico muy efectivo y de bajo costo además que su aplicación y su desarrollo no son muy complicados todo se basa en elegir las plantas correctas para el tratamiento y saber que contaminante es el que se quiere erradicar, para tener un mejor funcionamiento o rendimiento es importante recalcar que la fitorremediación trabaja de mejor manera en combinaciones con otros microorganismos que proliferan en la rizosfera haciéndolo aun más efectivo.



## BIBLIOGRAFÍA

*La revolución verde tragedia en dos actos*. **Ceccon, Eliane**. 2008, Ciencias UNAM, pág. 10.

*A review on Fenton and improvements to the Fenton process for wastewater treatment*. **Babuponnusami, Arjunan y Muthukumar, Karuppan**. 2013, Journal of Environmental Chemical Engineering, pág. 16.

**Bolaños N., Cardoza R., García J., Guerrero J., Lira M., et al**. 2007. *Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales*. 2007.

**Domènech, Xavier, Jardim, Wilson F. y Litter, Marta I**. 2012. *Procesos avanzados de oxidación: parte 1: Procesos avanzados de oxidación para la eliminación de contaminantes*. Rosario, Argentina : s.n., 2012.

*Estudio de la contaminación por pesticidas en aguas ambientales de la provincia de Almería*. **Martínez, Vidal J. L., y otros**. 2004. Almería : s.n., Septiembre de 2004, Ecosistemas, revista científica y técnica de ecología y medio ambiente, pág. 9.

*EXPOSICION A PLAGUICIDAS EN NIÑOS DE LA ZONA PLATANERA DEL SOCONUSCO, CHIAPAS*. **Rivero Pérez, Norma Edith, Trejo Acevedo, Antonio y Herrera Portugal, Crispín**. 2014, Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica, pág. 10.

**FAO**. 2002. *Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030. informe resumido*. s.l. : Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2002.

*Fotodegradación de las aguas residuales con pesticida Mertect en la industria bananera empleando Fotocatálisis con Dióxido de Titanio y Lámpara de Luz*

*Ultravioleta*. **Arroyave Rojas, Joan Amir, Garcés Giraldo, Luis Fernando y Cruz Castellanos, Andres Felipe**. 2007. 2007, LASALLISTA de investigación, pág. 7.

**GilPavas, Edison**. 2011. *Procesos avanzados de oxidación para el tratamiento de residuos líquidos peligrosos procedentes de los laboratorios de Ingeniería de Procesos*. Medellín, Antioquia, Colombia : Universidad EAFIT, Septiembre de 2011.

**Herrera, Julian Camilo García**. 2014. *PROCESOS FENTON Y FOTO-FENTON PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LABORATORIO MICROBIOLÓGICO EMPLEANDO Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> SOPORTADO EN NANOTUBOS DE CARBONO*. s.l., Bogotá, Colombia : PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, mayo de 2014.

*PESTICIDE CHEMICAL OXIDATION: STATE OF THE ART*. **Chiron, Serge, y otros**. 2000. España : ELSEVIER SCIENCE, 2000, PERGAMON, págs. 366-377.

*Pesticides and Herbicides: Types of Pesticide*. **Karasali, Helen y Maragou, Niki**. 2015. 2015, Encyclopedia of Food and Health, pág. 7.

**RAPAL**. 2010. *Contaminación y eutrofización de aguas, impactos del modelo de agricultura industrial. Contaminación y eutrofización de aguas, impactos del modelo de agricultura industrial*. [En línea] abril de 2010. [Citado el: 30 de marzo de 2016.] <http://www.rapaluruuguay.org/agrotoxicos/Uruguay/Eutrofizacion.pdf>

**Rodríguez, J.J., y otros**. 2010. *Aplicación del proceso fenton a la depuración de efluentes industriales y contaminantes emergentes. Tecnologías de tratamiento de aguas para su reutilización*. Madrid : Cosolider tragua, 2010, pág. 218.

*Tratamientos de depuración de aguas residuales contaminadas con pesticidas*. **Rodríguez, Cristina Fernán-**





dez. 2007. 2007, Vector plus, pág. 10.

Treatment of a mixture of three pesticides by photo- and electro-Fenton processes. **Abdessalem, Aida Kesraoui, y otros. 2010.** 2010, Desalination, pág. 6.

Use of Fenton's Reagent for Removal of Pesticides from Industrial Wastewater. **K. Barbusinki, K. Filipek. 2001.** 2001, Polish Journal of Environmental Studies, págs. 207-212.

**Zavala, Aída Viridiana Vargas. 2007.** ELECTROGENE-RACIÓN DEL REACTIVO DE FENTON PARA ELTRATA-MIENTO DE AGUAS RESIDUALES. México, Cd. de Méxi-co, México : s.n., 2007.

Basumatary B, Bordoloi S, Sarma HP. Crude Oil-Contaminated Soil Phytoremediation by Using *Cyperus brevifolius* (Rottb.) Hassk. Water Air Soil Poll. 2012a; 223(6): 3373-3383.

Banks MK, Kulakow P, Schwab AP, Chen Z, Rathbone K. Degradation of Crude Oil in the Rhizosphere of *Sorghum bicolor*. Int J Phytorem. 2002. 5: 225-234.

B. Sepúlveda, O. Pavez y M. Tapia, *Fitoextracción de metales pesados desde relaves utilizando plantas de Salicornia sp.* Revista de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Atacama. Chile 28 (2012)20-26.

**G. Ochoa, S. Pérez, J.A. Frías, A. Jarquín y A. Méndez,** Estudio prospectivo de especies arbóreas promisorias para la fitorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos. Gobierno del Estado de Tabasco, Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental, El Colegio de la Frontera Sur y Petróleos Mexicanos, 2011, p 144.

P. Baldwin y D. Butcher, Phytoremediation of arsenic by two hyperaccumulators in a hydroponic environment. Microchemical Journal 85(2007)297-300. Elsevier B.V. EE.UU.

Adams, R., V.I. Domínguez, & L. García, L.1999. Bioremediation potential of oil impacted soil and water in the Mexican Tropics. Terra 117:159-174

12

Poggi-Varaldo H.M., N. Rinderknecht-Seijas & S. Caffarel- Mendez. 2002. Irreversibilidad en el comportamiento adsorbi-vo-desorbi-vo de contaminantes en suelos y sedimentos: evaluación cuantitativa por medio de un coeficiente de histéresis diferencial. Interciencia 27:180-185.

López-Martínez S., Gallegos-Martínez M. E., Pérez-Flores L. J. y Gutiérrez-Rojas. (2005). Mecanismo de biorremediación de suelos contaminados con moléculas orgánicas xenobioticas.



# **BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS EMPLEANDO LÓDOS RESIDUALES Y CEPAS BACTERIANAS POR**

Autores: Heriberto Cruz Santiago; Miriam Beatriz Martínez Curiel.

[zinha\\_07@hotmail.com](mailto:zinha_07@hotmail.com); [bettymc19@gmail.com](mailto:bettymc19@gmail.com)

## **Introducción.**

El suelo se define en general como la capa superior de la corteza terrestre, situada en el lecho rocoso y la superficie, compuesto por partículas minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos y que constituye la interfaz entre la tierra, aire y el agua. La Comisión Europea (CE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) lo consideran un recurso no renovable debido a la extrema lentitud de los procesos que permiten su formación y regeneración, lo que implica que su pérdida y degradación no son reversibles en el curso de una vida humana [4].

Uno de los problemas ambientales más importantes en la actualidad es la contaminación de ecosistemas terrestres y acuáticos por derrame de hidrocarburos de petróleo y sus derivados. En el caso de sue-

los, la contaminación de sitios por diferentes compuestos, tanto como orgánicos como inorgánicos de origen natural como antropogénico, debida a la industrialización, ha sido evidente en las últimas décadas, ya que el suelo es considerado como uno de los medios receptores de la contaminación más sensibles y vulnerables. Algunas de las principales fuentes de contaminación son

debidas a descargas incontroladas, indiscriminadas y muchas veces inadvertidas, al mal manejo de aguas residuales y de residuos peligrosos, a la inadecuada disposición de desechos, a los accidentes durante el manejo y distribución de sustancias peligrosas, a los derrames de buques, tanques y pipas, así como a la toma clandestina [1].

Diferentes estudios han determinado el efecto de la contaminación con hidrocarburos en la germinación y crecimiento vegetativo en diferentes especies de pasto sometidos a diferentes concentraciones de hidrocarburo,

concluyendo un retraso en el crecimiento de todas las plantas evaluadas. En México, en consecuencia, a las políticas de bajos precios en Petróleos Mexicanos (PEMEX), provocó un uso frecuente del petróleo y por consiguiente un incremento acelerado en la demanda energética, produciendo grandes cantidades de residuos peligrosos difíciles de cuantificar que de acuerdo a cifras publicadas por INEGI en el 2009, los sitios contaminados, ascienden a varios miles de lugares equivalentes a 25,967 km<sup>2</sup> de superficie de suelo degradado.

De acuerdo a la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH), en México en el 2014 se cuantificaron alrededor de 93.32 mbls derramados en agua y suelo, provenientes en su mayoría del lado sur del país. En el Estado de Chiapas en este mismo año se derramaron 17.12 mbls en tierra.



## Justificación.

Los problemas de contaminación nacional e internacional son parte de nuestra vida cotidiana; es preocupante la manera en cómo se han ido degradando los ecosistemas de nuestro planeta. La actividad industrial ha ocasionado uno de los problemas más serios en materia de contaminación de suelos, donde el derrame de hidrocarburos y derivados del petróleo ocupan uno de los primeros lugares.

Hoy en día existen numerosas tecnologías de remediación de suelos contaminados y de acuerdo a Volke y Velasco [10] se pueden agrupar en tres tipos: a) biológicos (biorremediación, bioestimulación, fitorremediación, biolabranza, etc.), en donde las actividades metabólicas de ciertos organismos permiten la degradación, transformación o remoción de los contaminantes a productos metabólicos inocuos; b) físico-químicos (electrorremediación, lavado, solidificación/estabilización, etc.), aquí se toma ventaja de las propiedades físicas y químicas de los contaminantes para destruir, separar o contener la contaminación; y c) térmicos (incineración, vitrificación, desorción térmica, etc.), en los cuales se utiliza calor para promover la volatilización, quemar, descomponer o inmovilizar los contaminantes en un suelo.

Debido a esta problemática el propósito de esta investigación radica en demostrar la eficiencia en porcentaje de recuperación, costo y tiempo de restauración de suelos contaminados por derrame de hidrocarburos mediante la implementación de dos diferentes procesos de biorremediación, lodos residuales y biopilas.

La biorremediación puede emplear organismos autóctonos del sitio contaminado o de otros sitios (exógenos), puede realizarse in situ o ex situ, en condiciones aerobias o anaerobias. Aunque no todos los compuestos orgánicos son susceptibles a la biodegradación, los procesos de biorremediación se han usado con éxito para tratar suelos, lodos y sedimentos contaminados con hidrocarburos del petróleo, solventes, explosivos, clorofenoles, pesticidas, conservadores de madera e hidrocarburos aromáticos policíclicos, en procesos aeróbicos y anaeróbicos [7].

## Marco teórico.

### Suelos.

#### Generalidades.

La palabra suelo se deriva del término latín "Solum" que significa tierra sólida, en donde los primeros estudios científicos del suelo son del siglo XIX en la escuela geográfica rusa, donde se realizó varios estudios, en donde se reconocía por primera vez que los suelos están formados por varias capas, demostrándose posteriormente la relación que existe entre las propiedades de los suelos y los factores ambientales (clima y vegetación).

El recurso suelo constituye el 29% de la superficie del planeta y se define como el medio poroso formado en la superficie terrestre mediante el proceso de meteorización durante largos períodos, aportados por los fenómenos biológicos, geológicos e hidrológicos [9].

Los suelos se consideran según Rodríguez (2011) como como sistemas biogeoquímicos, multicomponentes y abiertos, sometidos a los flujos de masa y energía con la atmósfera, la biósfera y la hidrósfera, su composición es altamente variable, siendo este un sistema dinámico de tres componentes; partículas minerales, detritos y organismos que se alimentan de estos.

La superficie de los gránulos de un suelo constituye el lugar donde se producen la mayoría de las reacciones bioquímicas pertenecientes al ciclo de la materia orgánica, nitrógeno y otros minerales, a la meteorización de las rocas y a la toma de nutrientes por parte de las plantas [1]. Las propiedades físicas y químicas de los suelos influyen en gran manera sobre la aireación, la disponibilidad de nutrientes y la retención de agua y, por lo tanto, en la actividad biológica.

Las propiedades más importantes de las que engloban estos grupos son el tamaño de partícula, la porosidad, la humedad, estado de aireación, composición química, capacidad de intercambio de cationes y fracción orgánica. El tamaño de las partículas afecta a la química de la superficie de los suelos y al tamaño de los poros. La cantidad de poros depende de la textura, estructura y contenido de materia orgánica del suelo. El agua se mueve más rápido a través de poros de gran tamaño y retienen muy poca agua. Es de suma necesidad el agua para el crecimiento de las plantas y microorganismos [6].

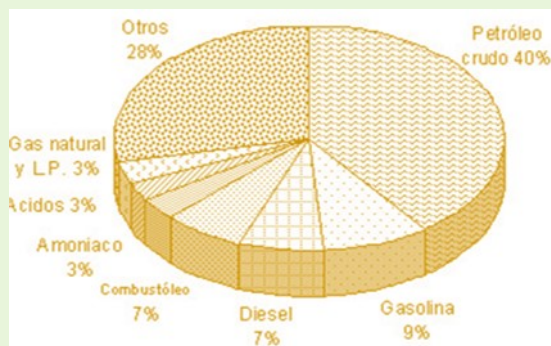
### Contaminación de Suelos

El término contaminación se refiere a la introducción o incremento anormal de sustancias que pueden ejercer un efecto dañino sobre los organismos de los

ecosistemas. a veces, la contaminación es de origen natural, pero en general, está relacionada con la actividad del hombre, que en su búsqueda de supervivencia dispersa sustancias agresivas, algunas de las cuales pueden ser transformadas por organismos vivos (biodegradables) y otras que son persistentes (no biodegradables) [2].

Un suelo contaminado se entiende por aquel cuyas características han sido alteradas negativamente por la presencia de compuestos químicos de carácter peligroso de origen antropogénico, que conlleven a un riesgo inaceptable para la salud humana o el medio ambiente.

Las estimaciones generales de Protección Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) identifican a los principales contaminantes del suelo (Figura 1).



**Figura 1.** Principales sustancias involucradas en emergencias ambientales para suelos.

## Causas

Según Riesgo [8], algunas de las causas para que esté presente un contaminante en el suelo son las siguientes:

### Almacenamiento incorrecto de productos y/o residuos en actividades industriales

Es una de las fuentes de contaminación más usuales y como ejemplo significativo de este tipo de problema se puede mencionar las fugas en tanques de almacenamiento o los vertidos accidentales en superficies sin impermeabilizar.

### Vertidos incontrolados de residuos

A parte del impacto visual que generan, éstos a partir de los lixiviados de determinados residuos pueden provocar la contaminación del suelo, aguas subterráneas y superficiales.

## Escombros Industrial

A causa del abandono de antiguas actividades industriales se generan restos de edificaciones. Muy frecuentemente estos restos de edificaciones están contaminados como consecuencia de los anteriores procesos industriales y pueden provocar la aportación adicional de contaminación al entorno y suponer un riesgo para las personas que pueden estar en contacto.

La gestión del escombros industrial se debe de llevar a cabo con un control adecuado. El desmantelamiento de estos escombros incluye actividades como el vaciado y limpieza de cañerías, tanque y depósitos, la gestión de los posibles residuos almacenados en el emplazamiento, la identificación y retirada controlada de estructuras o instalaciones que contengan material tóxico o peligroso, la demolición y gestión adecuada de los derribos etc.

### Accidentes en el Transporte de Mercancías

De forma accidental puede producirse vertidos en el transporte de mercancías peligrosas que hará falta identificar y solucionar como es la contaminación del suelo o de las aguas.

## Hidrocarburos del Petróleo

### Crudo de petróleo y sus derivados

El crudo de petróleo es la mezcla más compleja de compuestos orgánicos que se produce de forma natural en la Tierra. Estudios con espectrometría de masa de ultra-alta-resolución han permitido identificar más de 17000 componentes químicos distintos [5]. Es un líquido viscoso y heterogéneo, que en su composición predominan los hidrocarburos (50-98%) que a su vez constituyen uno de los principales grupos de contaminantes ambientales, tanto por su abundancia como por su persistencia en distintos compartimentos (Tabla 1).

**Tabla 1.** Composición elemental típica de un crudo de petróleo

| Porcentaje (%) | Composición elemental de un crudo de petróleo |
|----------------|---|
| 84-87          | C   |
| 11-14          | H   |
| 0-8            | S   |
| 0-4            | O, N, metales como Níquel y Vanadio           |



La composición química de los crudos puede presentar gran variabilidad en función de su origen. Los componentes del crudo se separan en cuatro fracciones en función de su solubilidad en disolventes orgánicos: Saturados, Aromáticos, Resinas y Asfáltenos

La fracción saturada (alifática), se encuentra formada por n-alcenos, alcenos de cadena ramificada (isoprenoides), y cicloparafinas o cicloalcenos, incluidos los hopanos.

Los n-alcenos son hidrocarburos de cadena lineal que van desde el metano hasta el C<sub>40</sub>. Entre ellos, los compuestos de 1 a 10 átomos de Carbono (C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>) son volátiles, y por lo tanto susceptibles a pérdidas abióticas por evaporación. Dentro de este grupo, los compuestos de C<sub>10</sub> a C<sub>20</sub> son los más fácilmente degradables. A los Isoprenoides, sus ramificaciones les conceden un alto grado de resistencia a la degradación biológica en comparación a las lineales; los más abundantes son el pristano (2, 6, 10, 14-tetrametilpentadecano) y el fitano (2, 6, 10, 14-tetrametilhexadecano) antiguamente utilizados como indicadores para el grado de degradación de un crudo, actualmente no se usan por su degradación en condiciones naturales.

Los cicloalcenos (naftenos o cicloparafinas), son compuestos de distinto número de anillos (entre 1 y 5), utilizados como marcadores internos para evaluar el grado de biodegradación de residuos de petróleo en muestras ambientales. La fracción aromática de crudo de petróleo está formada por compuestos que poseen uno o más anillos bencénicos en su estructura. Dentro de esta fracción se pueden distinguir los hidrocarburos monoaromáticos, los cuales se forman mediante la sustitución de los átomos de hidrógeno del benceno por grupos alquilo y arilo, dando lugar a los alquilbencenos, polifenilos. El benceno, tolueno,

etilbenceno y los tres isómeros del xileno (BTEX), son de gran importancia ambiental debido a su volatilidad y toxicidad, y por su abundancia en los combustibles fósiles. Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) están formados por dos o más anillos bencénicos fusionados, siendo el representante más simple de esta clase el naftaleno. Los HAPs del petróleo pueden presentar distinto grado de alquilación, predominando en el crudo los compuestos metilados sobre los no alquilados. La proporción de hidrocarburos alquilados en un crudo de petróleo depende del rango de las temperaturas a que se ha formado.

Las fracciones de resinas y asfaltenos, son mezclas complejas integradas por núcleos policíclicos o naftenoaromáticos. Contienen cadenas hidrocarbonadas con heteroátomos de oxígeno, nitrógeno y azufre (compuestos NOS) y a veces están asociadas con pequeñas concentraciones de metales como el vanadio y el níquel. Las resinas y asfaltenos son los compuestos del crudo de petróleo que presentan una mayor resistencia a la degradación biológica. Se trata de agregados de piridinas, quinolinas, carbazoles, tiofenos, sulfóxidos, amidas, HAPs, sulfuros, ácidos nafténicos, ácidos grasos, metaloporfirinas y fenoles polihidratados. Estas fracciones comprenden entre el 10 y el 60% del total del crudo.

## Conclusión.

Cuando los hidrocarburos son introducidos en el medio ambiente, estos pueden estar sujetos a distintos fenómenos físicos, químicos y biológicos, que pueden dar lugar a su transformación, eliminación o transporte a otros compartimientos ambientales.

Los procesos a que se enfrentan estos contaminantes incluyen la evaporación, dilución, precipitación, reacciones abióticas (hidrólisis, fotooxidación, oxidaciones químicas, etc.), biodegradación microbiana, bioacumulación y secuestro. En la mayoría de los ca-





Los estos fenómenos tienen como resultado una redistribución de los contaminantes, siendo la degradación microbiana, catalizada por bacterias, algas, hongos y levaduras, el proceso más importante que interviene en la eliminación total o parcial de los contaminantes mediante su mineralización o transformación. Las tecnologías de biorremediación explotan este potencial degradador de las poblaciones microbianas naturales, que son utilizadas como alternativa, o de forma complementaria, a los tratamientos físico-químicos en la descontaminación de suelos, acuíferos, sedimentos y playas [3].

La degradación de los HAPs que contienen hasta cuatro o cinco anillos fusionados por bacterias y hongos ha sido bien documentada. El proceso que implica la biodegradación es inversamente proporcional al tamaño del anillo de la molécula del HAP. Los HAPs de menor peso se degradan más rápidamente que los HAPs de mayor peso que contienen tres o más anillos fusionados. Normalmente, los HAPs de mayor peso molecular no sirven como sustratos susceptibles de metabolismo microbiano [2].

Dentro de las primeras reacciones de transformación aeróbica de los HAPs, las bacterias inician la oxidación del anillo aromático mediante la incorporación de dos átomos de oxígeno catalizado por una dioxigenasa. A partir de esta reacción se forma un cis-dihidrodiol, a diferencia de los hongos y mamíferos que generan un trans-dihidrodiol, y el anillo pierde la aromaticidad [6].

## Bibliografía

- Alarcón, A. (2013). Biorremediación de suelos y aguas contaminadas con compuestos orgánicos e inorgánicos. México: Trillas.
- Chong, D. M. (2014). Aislamiento e identificación de bacterias del suelo del campo petrolero miguel alemán. Xalapa, Veracruz: Universidad Veracruzana.
- Coyne, M. (2010). Microbiología del suelo. Madrid: paraninfo.
- FAO. (2015). El suelo como un recurso no renovable. Italia: FAO.

Head, M., Jones, D., y Röling, W. (2006). Marine microorganisms make a meal of oil. Inglaterra: Nature Reviews Microbiology.

Hiller, D. (2012). Introducción a la física y microorganismos del suelo. Edimburgo: Oliver & boyd.

Martínez A, Pérez Ma., Pinto J. Gurrola B., Osorio A., (2011). Biorremediación de suelo contaminado con hidrocarburos empleando lodos residuales como fuente alterna de nutrientes. Instituto microbiológico, Barcelona.

Riesco, R. a. (2012). Proyecto de recuperación de suelos contaminados por hidrocarburos. cerdanyola del valle: Universidad Autónoma de Barcelona.

Rodríguez, M. Á. (2011). Determinación y análisis de un proceso de biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos. cuenca: Universidad politécnica salesiana.

Paul, E., y Clark, F. (2009). Microbiología y bioquímica del suelo. Londres: Academia Press.

Volke T. y Velasco J. (2002). Tecnologías de remediación para suelos contaminados. Instituto Nacional de Ecología, México, 64 pp.





# EVALUACIÓN DE LA REMOCIÓN DE PESTICIDAS EN SOLUCIÓN ACUOSA MEDIANTE EL PROCESO DE OXIDACIÓN ANÓDICA

Carolina Alvarado Villar <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Licenciatura en ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Nte. Pte. Número 1150 C.P. 2900 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México

\* caro.alvaradovillar@gmail

## RESUMEN

Los plaguicidas llegan a cuerpos de agua por escurrimiento, infiltración y erosión de los suelos, en lugares donde se han aplicado. El agua problema utilizada en esta investigación proviene de una platanera ubicada en el municipio de Mazatán, Chiapas. Se realizaron tratamientos experimentales para fijar las mejores condiciones de trabajo obteniendo una mayor eficiencia de remoción de Color (95,761%) aplicando una intensidad de corriente de 250mA a pH 3, mientras que al tratamiento con mayor porcentaje de remoción de DQO (91,411%) se le aplicó una intensidad de corriente de 375mA a pH 7.

## INTRODUCCIÓN

Los pesticidas han sido ampliamente usados para mejorar la producción en la agricultura. La organiza-

ción de la agricultura y la alimentación reportó más de 1.2 millones de toneladas métricas de pesticidas solamente del sector agrícola durante la mitad de la década pasada (Özcan *et al.*, 2008).

En México la superficie agrícola varía entre 20 y 25 millones de hectáreas (CONAGUA 2008). En 2006 el consumo de plaguicidas en México fue de 95 025 toneladas (SENER 2007). Estas sustancias representan un riesgo para la salud humana y el ambiente debido a que pueden contaminar suelos, agua, sedimentos y aire. Los plaguicidas llegan a cuerpos de agua por escurrimiento, infiltración y erosión de los suelos, en lugares donde se han aplicado. También pueden movilizarse por transporte tanto atmosférico como por escurrimiento durante lluvias o riego agrícola y, de esta manera, transportarse hacia cuerpos de agua, tanto superficiales como subterráneos hasta contaminar agua y sedimentos (Hernández *et al.*,



2011).

El plátano es una de las frutas más consumidas en México y en el mundo. De acuerdo a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2014) en nuestro país, en el 2013, la superficie sembrada dedicada a este cultivo alcanzó 75 mil hectáreas, con una producción de 2.1 millones de toneladas. El rendimiento promedio obtenido fue de 29.3 ton/ha. Quince entidades producen plátano, sin embargo, seis de ellas, generan el 90% del volumen nacional, siendo en orden de importancia: Chiapas, Tabasco, Veracruz, Colima, Michoacán y Jalisco.

Los cultivos como el plátano a través del tiempo han enfrentado múltiples plagas y los agricultores para proteger sus siembras, han aplicado diversos plaguicidas de forma individual o como mezclas en las diferentes etapas de los cultivos (Rivero *et al.*, 2014).

Los recientes progresos en la eliminación de pesticidas del agua han llevado al desarrollo de procesos de oxidación avanzada (POA). Estos procesos implican técnicas electroquímicas, químicas o fotoquímicas. La oxidación electroquímica u oxidación anódica (AO) es el método electroquímico más popular para la biorremediación de aguas residuales que contienen contaminantes orgánicos persistentes y con el uso de ánodos de alta sobretensión de la evolución  $O_2$  que generan radical hidroxilo ( $\bullet OH$ ) como intermedio de la oxidación del agua (do Vale *et al.*, 2016).

Éste proceso presenta ventajas, como el tamaño de los equipos y su versatilidad, ya que pueden operar a temperatura ambiente y presiones bajas, con una baja generación de lodos, así como una alta viabilidad a la degradación de diversos compuestos (Chávez *et al.*, 2015).

## Procesos Electroquímicos de Oxidación Avanzada

El tratamiento de aguas residuales por métodos electroquímicos de oxidación avanzada, es un área poco explorada, que presenta algunas ventajas sobre los sistemas de tratamiento convencional, ya que es posible tratar aguas de origen industrial o municipal que contengan sustancias orgánicas, compuestos tóxicos, metales pesados, alta concentración salina, así como elevadas temperaturas, lo que implicaría un problema para los procesos biológicos (Chávez, 2006).

La ventaja de POA's sobre todos los procesos químicos y biológicos es que son totalmente "respetuosos al ambiente", ya que en ninguno hay transferencia de contaminantes de una fase a la otra (como en la precipitación química y adsorción) ni producen grandes cantidades de lodos peligrosos. Los POA's son capaces de degradar a casi todos los tipos de contaminantes orgánicos en productos inocuos y casi todos se basan en la producción del radical (OH) con un potencial redox de 2,8 V. El radical (OH) es la segunda especie más reactiva junto al átomo de flúor, atacan la mayor parte de las moléculas de los contaminantes orgánicos. En estos procesos, los radicales (OH) inician una serie de reacciones de oxidación que conducen a los productos de mineralización últimos de  $CO_2$  y  $H_2O$  (Cheng *et al.*, 2016).

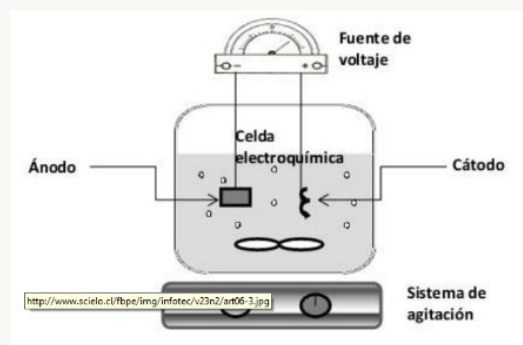


Figura 1: Esquema de una celda electroquímica

## Oxidación Anódica

Entre los métodos electroquímicos mayormente utilizados para el tratamiento de aguas de difícil degradación, se encuentra la oxidación anódica, los radicales OH son producidos por la oxidación del agua en el ánodo (Fernandez *et al.*, 2013) e interactúan con el medio, siendo el componente principal para oxidar la materia orgánica (Ruíz *et al.*, 2010), este medio presente funciona también como conductor en donde ocurre una transferencia electrónica la cual tiene lugar por migración iónica.

La migración iónica involucra, además de una transferencia de electricidad para producir cambios químicos (Díaz, 2008), el transporte de materia de una parte a otra del conductor, es decir del ánodo al cátodo, este fenómeno es llamado electrólisis; donde ocurre una reacción redox no espontánea. En los procesos electroquímicos, la tasa de generación de los radicales (OH) es controlada por la corriente eléctrica (Guivarch *et al.*, 2003).

## METODOLOGÍA

### Ubicación del sitio de estudio y muestreo

El reconocimiento del sitio de estudio se llevó a cabo en el mes de Enero, localizando la platanera en el municipio de Mazatán, Chiapas; posteriormente se realizó el muestreo con las debidas precauciones (uso de guantes, cubre bocas y bata). Se recolectaron 8 litros de agua problema que fueron colocados en frascos de polipropileno adecuados para el tipo de muestra (1L c/u). Se transportaron al laboratorio de Ingeniería Ambiental ubicada en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

### Caracterización de la muestra

Se determinaron los parámetros físico-químicos necesarios de acuerdo a la normatividad vigente (ver tabla 1), para conocer la composición del agua pro-

blema y las concentraciones iniciales de las variables respuesta (variables de seguimiento del proceso).

**Tabla 1:** Parámetros aplicados para la caracterización de la muestra

| Parámetros                  | Normas Mexicanas     |
|-----------------------------|----------------------|
| Alcalinidad                 | NMX-AA-036-SCFI-2001 |
| Color                       | NMX-AA-045-SCFI-2001 |
| Cloruros Totales            | NMX-AA-073-SCFI-2001 |
| DQO-TS                      | NMX-AA-030-SCFI-2001 |
| pH                          | NMX-AA-008-SCFI-2011 |
| Sólidos suspendidos totales | NMX-AA-034-SCFI-2001 |

### Acondicionamiento del agua problema

Para aumentar la eficiencia del tratamiento la muestra se ajustó a un pH 3 agregando H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 10%, así como 50mM de NaSO<sub>4</sub>/L para mantener la fuerza iónica.

### Activación de los electrodos

Los electrodos se polarizaron en 60mL de NaSO<sub>4</sub> al 1M, manteniéndose a una agitación constante de 850rpm. La intensidad de corriente aplicada fue 0.08A durante 10 minutos para cada lado.

### Determinación de los mejores electrodos para la remoción de Color y DQO-TS

Se realizaron pruebas con diferentes electrodos mediante el proceso Electro-Fenton y Oxidación Anódica a diferentes intervalos de tiempo e intensidad de corriente para comparar los resultados obtenidos de Color y DQO-TS (variables respuesta) y con ello determinar los electrodos más eficientes para su remoción.

### Pruebas preliminares bajo el proceso Oxidación Anódica

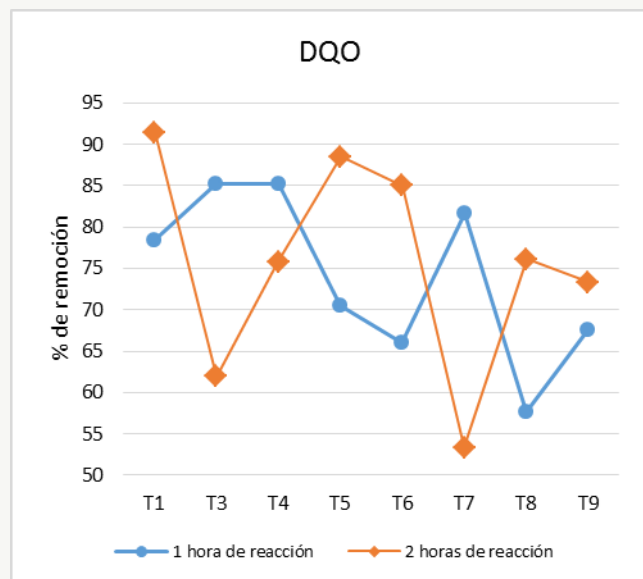


Para esta etapa de la investigación se determinarán las condiciones más eficientes de remoción de Color y DQO-TS de acuerdo a la bibliografía consultada y el diseño experimental establecido.

**Tabla 3:** Diseño experimental para la determinación de las mejores condiciones de tratamiento

| I ( mA) | pH |    |    |
|---------|----|----|----|
|         | 7  | 5  | 3  |
| 375     | T1 | T4 | T7 |
| 250     | T2 | T5 | T8 |
| 125     | T3 | T6 | T9 |

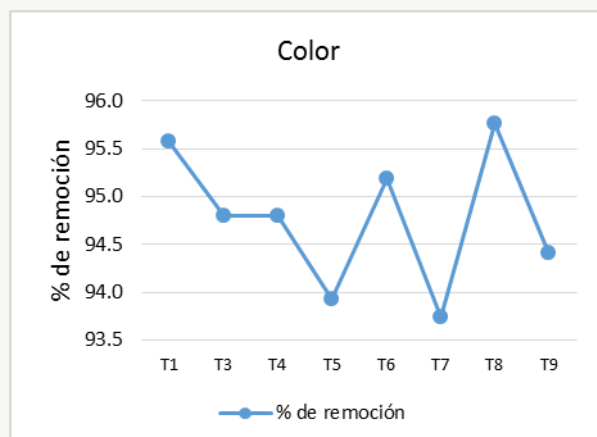
## RESULTADOS



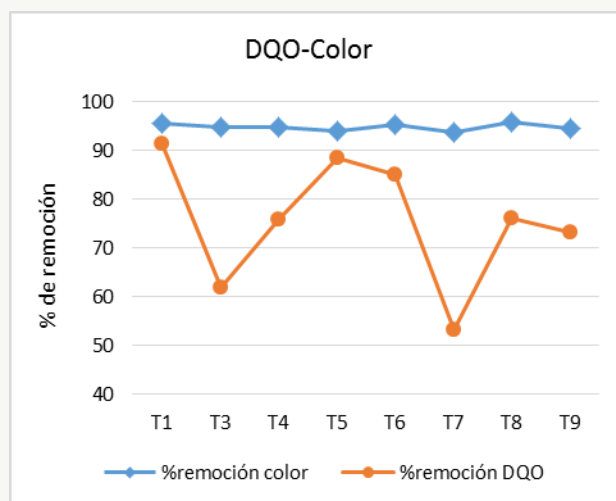
**Gráfica 1:** Porcentaje de remoción de los diferentes tratamientos a una y dos horas de reacción

Como se aprecia en la gráfica anterior el comportamiento de la DQO varía de acuerdo al tiempo de reacción. Podría esperarse que la remoción aumentara a las dos horas, sin embargo en los tratamientos 3, 4 y 7 el comportamiento es diferente existiendo una mayor eficiencia a la primera hora, esto podría deberse a las condiciones aplicadas (pH, I).

En todos los tratamientos se obtuvo una remoción de color arriba del 90%, siendo el más eficiente T8 con 95.761% de remoción.



**Gráfica 2:** Porcentaje de remoción de Color de los diferentes tratamientos



**Gráfica 3:** Comparación de remoción DQO - Color a 2 horas de reacción.

En la gráfica anterior se observa la relación que existe entre la remoción del Color y la DQO, se puede observar que el tratamiento 1 a pesar de no ser el más eficiente para la remoción de color puede decirse que hasta el momento son las mejores condiciones aplicadas al agua problema, ya que en ambas variables de estudio se obtuvo una remoción mayor al 90%.

Es importante mencionar que los resultados presentados es la prueba de 1/3 para obtener las mejores condiciones de trabajo.

## CONCLUSIÓN

De los 9 tratamientos realizados durante esta primera prueba el mejor fue el tratamiento 1 presentando una remoción de color del 95.56% y DQO de 91.41%, aplicando una intensidad de corriente de 375mA a pH 7.

Esto nos indica que las condiciones aplicadas son eficientes para tratar este tipo de aguas residuales.

## REFERENCIAS

HERNÁNDEZ-ANTONIO, Arturo, & HANSEN, Anne M. (2011). Uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de la contaminación de agua y sedimentos. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 27(2), 115-127. Recuperado en 10 de junio de 2016, de

Özcan Ali; Sahin Yucel & Oturan Mehmet A. (2012). Complete removal of the pesticide azinphos-methyl from water by electro-fenton method a kinetic and mechanistic study. Vol (47). Pp 1470–1479. doi:10.1016/j.watres.2012.12.016

Rivero Pérez Norma Edith; Trejo Acevedo Antonio & Herrera Portugal Crispín (2014). Exposición a plaguicidas en niños de la zona platanera del Soconusco, Chiapas. Vol (7), pp 179-188. ISSN 0718-378X

CONAGUA (2008). *Estadísticas del agua en México*. Actualizado al mes de agosto de 2009. Comisión Nacional del Agua. México, D.F.

SENER (2007). *Anuario estadístico de la industria petroquímica*. Secretaría de Energía. México, D.F. 289 pp.

Chávez Eloy Isarain; Ramírez Martínez Saray; Maldonado Vega María; Lambert Juliette & Peralta Hernández Juan M. (2015). Superficie de respuesta aplicada al tratamiento de aguas resi-

duales acoplando DSA y fotocátalisis. Vol. (6), pp 51-67. ISSN 2007-2422

Chávez Guerrero Eloy Isarain (2006). Construcción de dos celdas electroquímicas escala laboratorio para la electrogeneración del reactivo fenton y para oxidación anódica. México, D.F.

Cheng Min; Zeng Guangming; Huang Danlian; Lai Cui; Xu Piao; Zhang Chen & Liu Yang (2016). Hydroxyl radicals based advanced oxidation processes (AOPs) for remediation of soils contaminated with organic compounds: A review. Vol (284), pp 582–598.

do Vale Júnior Edilson; Dosta Sergi; García Cano Irene; Guilemany Josep Maria; García Segura Sergi & Martínez Huitle Carlos Alberto. (2016). Acid blue 29 decolorization and mineralization by anodic oxidation with a cold gas spray synthesized SnCuSb alloy anod. Vol (148), pp 47–54. doi:10.1016/j.chemosphere.2016.01.015

Ruiz E., Arias C., Brillar E., Hernández A., Peralta J., Pliego G., Blasco S., (2010). Tecnologías de tratamiento de aguas para su reutilización. Capítulo I Aplicación del procesos fenton para la depuración de efluentes industriales y contaminantes emergentes. Universidad Autónoma de Madrid.

Secretaría de hacienda y Crédito Público: Panorama del Plátano. (2014). México, D.F. Recuperado [http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Panorama%20PI%C3%A1tano%20\(jul%202014\).pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Panorama%20PI%C3%A1tano%20(jul%202014).pdf)







# Cobertura vegetal en asentamientos irregulares, caso Elmar Seltzer.

Deborah de la Rosa-Martínez  
Matilde González-Hernández  
Verónica Y. Juárez-López  
Carolina del P. Loyde-Velasco

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Facultad de Ingeniería,  
debydelarosa@outlook.com

## Introducción

**E**n México, la población en Marzo de 2015 según el INEGI fue de 19 millones 530 mil 753 habitantes contra los 11 millones 954 mil 660 personas en 2010, en consecuencia, las personas migran a la ciudad dejando su lugar de origen, las causas de esta situación son múltiples y se han generado a lo largo de muchos años. Una causa de primer orden es la formación de asentamientos irregulares, la cual se asocia al crecimiento urbano experimentado por las ciudades mexicanas a partir de la segunda mitad del siglo XX<sup>[1]</sup> que se caracteriza no sólo por una rápida expansión territorial urbana, sino también por un crecimiento desordenado de las ciudades.

Un Asentamiento humano puede definirse como el establecimiento de un conglomerado demográfico, con el conjunto de sistemas de convivencia, en una área físicamente localiza-

da, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que le integren <sup>[2]</sup>. En cambio, la irregularidad o informalidad de un asentamiento humano se define como la ocupación de un conglomerado humano de un suelo o tierra determinada sin autorización y al margen de las leyes y de los planes de desarrollo urbano, lo que genera un problema de carácter urbano por la falta de servicios públicos o por incumplimiento de requisitos mínimos en vialidades y superficies <sup>[1]</sup>. Al asentarse en áreas no permitidas pone en peligro aspectos ambientales tan básicos para la ciudad como su equilibrio climático y ecológico, sin olvidar la importancia de la cubierta vegetal, necesaria para el ciclo hidrológico <sup>[3]</sup>.

Si hablamos de cobertura vegetal, podemos referirnos a la expresión evolutiva del agregado de especies vegetales en un lugar y en un tiempo determinado. Como tal es un elemento indicador del estado o condición que guardan los ecosistemas. Su expresión espacio-temporal es la cobertura vegetal. La cobertura de vegetación y los usos del suelo constituyen la expresión conjunta de las plantas oriundas o introdu-



cidas y la utilización antrópica que se hace del medio biofísico de un área. Es una de las más importantes manifestaciones espaciales de los paisajes naturales y culturales de un territorio [4].

Esto nos lleva a cuestionarnos, ¿Qué efectos tiene un asentamiento irregular? ¿Qué consecuencia trae la falta de cobertura vegetal? ¿Cómo el ayuntamiento puede prevenir o compensar los efectos de un asentamiento irregular?

Este documento pretende dar respuesta a tales cuestionamientos, a partir del análisis de campo en el que se visitó un asentamiento irregular, así calificado por el ayuntamiento [5].

Las laderas naturales de la periferia urbana se ven seriamente afectadas por la falta de vegetación, así como por la proliferación de nuevos asentamientos habitacionales en zonas poco o nada aptas para el crecimiento urbano [2].

En Tuxtla Gutiérrez, los últimos años ha sufrido un crecimiento desproporcional, según el Censo de Población y Vivienda 2010, reporta un crecimiento poblacional del 2.3 por ciento, tendencia que es muy acelerada y de continuar ese ritmo para el 2020 habrá en Chiapas 1 millón de personas más que las 4 millones. [6]

En este contexto, se producen asentamientos irregulares más conocidos como invasiones, que muchas veces son el lugar donde se establecen hogares en condiciones paupérrimas que no cuentan con los recursos e información necesaria para llevar una vida estable y sin repercusiones a terceros.

En Chiapas es evidente la falta de planeación urbana, la concentración, producto del crecimiento de la población y de la migración urbana. Un ejemplo de esto es el asentamiento irregular Elmar Seltzer ubicada en las partes altas y muy escarpadas de la ciudad que opta por establecerse en la

periferia, dando como resultado el origen de nuevas colonias, generalmente con deficientes servicios elementales en terrenos correspondientes a taludes, lo que implica un mayor número de personas expuestas a determinado riesgo [6]. Ésta invasión cuenta con suelos delgados sobre laderas de fuerte pendiente (litosoles) que al retirar la capa vegetal queda al descubierto la roca madre, presentando una superficie inestable por condiciones gravitacionales, poniendo en riesgo las construcciones que sobre ellos se asientan [2].

Según un estudio realizado en la meseta de Copoya, Chiapas se menciona que los procesos gravitacionales, son parte del ciclo natural de evolución del relieve terrestre degradativo y dan origen a otras geoformas constructivas del modelado del relieve (abanicos aluviales, derrubios, cárcavas, entre otros), sobre todo los circos de erosión y los escarpes, que crecen gradualmente en sentido horizontal y vertical a causa de estos procesos [7]. Cinthia Reyes Hartmann, representante de la Unión para la Conservación de la Meseta de Copoya explicó que "*Al no haber absorción hídrica, es un área cársica, al no haber absorción de agua el recurso se escasea, cada vez hay menos áreas verdes y hay más derrumbes porque no hay masa verde que retengan el suelo*" [8]. Otro estudio que se realizó en la Universidad Autónoma del Estado de México, donde se pretendió confrontar el uso del suelo se destina al crecimiento de las ciudades y la pérdida de cobertura vegetal; mediante el análisis de los usos actuales del suelo al interior, así como área colindante, de un área específica de la Ciudad de Chetumal, donde se puede apreciar que la vegetación está sometida al uso urbano, y que los instrumentos de regulación del suelo lo etiquetan para reservas de crecimiento susceptibles a ser modificadas [9]. La invasión desmedida en la colonia Elmar Seltzer tiene como una de sus consecuencias, mayor arrastre de material hacia la ciudad por lluvias, ya que los bosques contribuyen al aumento de las precipitaciones a miles de kilómetros de distancia, hay menos capacidad de absorción y filtración de este líquido vital,



y lo convierte en limitante, esto la población no lo asocia, pero es un efecto de la pérdida de áreas verdes. Los suelos de los bosques son húmedos, pero sin la protección de la cubierta arbórea, se secan rápidamente. Los árboles también ayudan a perpetuar el ciclo hidrológico devolviendo el vapor de agua a la atmósfera.

Una variable es la pérdida de fauna y flora lo cual es un impacto más dramático con la pérdida del hábitat de millones de especies. Setenta por ciento de los animales y plantas habitan los bosques de la Tierra y muchos no pueden sobrevivir la deforestación que destruye su medio.

La pérdida de la vegetación pura expone la salud de las comunidades al peligro de diversas enfermedades transmisibles como la falta de agua potable <sup>[10]</sup>. Los mosquitos proliferan en áreas recientemente taladas, debido a que su reproducción tiene lugar en el gran número de cuerpos de agua estancada.

Otra de las consecuencias es la colaboración directa con el calentamiento global. Ello se debe a un aumento en el dióxido de carbono presente en la atmósfera, que ha aumentado un 25% en los últimos 150 años, <sup>[11]</sup>.

En este artículo se hizo una investigación de campo y se analizó los problemas de la falta de cobertura vegetal a partir del asentamiento irregular Elmar Seltzer ubicado en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Comparando el deterioro en la región afectada, antes y después del asentamiento. Analizar la situación socio espacial del asentamiento irregular Elmar-Seltzer al evaluar los problemas que causa a sus habitantes y a las colonias vecinas.



## Metodología

Para conseguir los objetivos perseguidos en este estudio, se utilizó un método hipotético-deductivo, realizando estudios de carácter exploratorio, correlacionales y explicativos.

En la primera etapa se realizó una entrevista semiestructurada a municipio, a las áreas de protección civil y tenencias de la tierra, para comprobar el asentamiento de manera irregular de la ampliación Elmar Seltzer. En la segunda etapa de la investigación, se realizó una entrevista semiestructurada al presidente de esta colonia para obtener datos del asentamiento, se eligió este tipo de entrevista ya que los datos de la ampliación aún no están dentro del registro de Tuxtla Gutiérrez, y la única forma con la que podíamos obtener estos datos, era hablando con las personas que observaron el nacimiento de este asentamiento, el presidente era una de ellas. Posteriormente, se retomaron fotos vía satelital de años anteriores al asentamiento y a inicios de este; Después se recorrió el área de estudio, para la familiarización con ésta, y al mismo tiempo se tomaron fotos de los mismos lugares para comparar el avance del deterioro de la zona, el antes y después.

Para concluir, en la tercera etapa, se realizó encuestas mixtas a la población implicada y alrededores con la finalidad de obtener datos para el análisis de la problemática que tienen los habitantes del asentamiento y los habitantes de las colonias vecinas.

Para determinar la cantidad de personas a encuestar y tener nivel de confianza, se tomó como referencia la Tabla 1. Utilizando una regla de tres, en la que se incluyen 74 familias:

Teniendo el número de población objetivo, que en este caso fueron 54, se pretendió obtener el 90% de nivel de confianza.

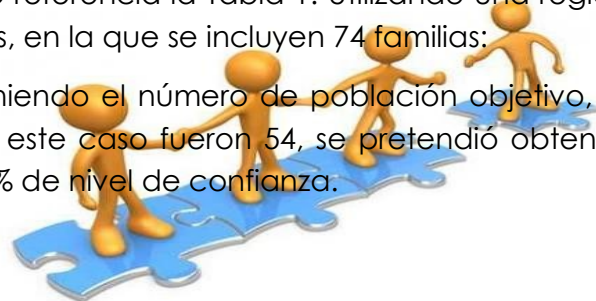




Tabla 1. Tamaño de muestra

| Población   | Margen de error |     |      | Nivel de confianza |      |      |
|-------------|-----------------|-----|------|--------------------|------|------|
|             | 10 %            | 5 % | 1 %  | 90 %               | 95 % | 99 % |
| 100         | 50              | 80  | 99   | 74                 | 80   | 88   |
| 500         | 81              | 21  | 47   | 17                 | 21   | 28   |
| 1,000       | 88              | 27  | 90   | 21                 | 27   | 40   |
| 10,000      | 96              | 37  | 4,90 | 26                 | 37   | 62   |
| 100,000     | 96              | 38  | 8,76 | 27                 | 38   | 66   |
| + 1,000,000 | 97              | 38  | 9,51 | 27                 | 38   | 66   |
|             |                 | 4   | 3    | 1                  | 4    | 4    |

### Resultados y análisis

Se entrevistó al ciudadano Luis A. Ramírez presidente de la colonia para saber si la ampliación Elmar Seltzer siguió los lineamientos de un asentamiento [1] y se obtuvieron los siguientes datos [12] representados en la tabla 2.



Tabla 2. Lineamientos que debe cumplir un asentamiento regular.

| Caso Elmar Seltzer  | Si | En proceso | No |
|---|----|------------|----|
| Lineamientos  |    |            |    |
| Compra de tierra con uso de suelo urbano de acuerdo a los planes y/o programas de desarrollo urbano con la posibilidad de cambio de uso de suelo, pactado con las autoridades.  |    |            | ✘  |
| Obtención de autorizaciones, licencias y permisos para fraccionar y urbanizar el terreno y posteriormente obtener licencias de construcción de viviendas  |    | ✘          |    |
| Urbanización del terreno por parte del fraccionador con el siguiente proceso: terracerías, red de media y alta tensión, red de agua potable, drenaje sanitario y pluvial, vialidades y banquetas, señalización, alumbrado exterior, definición de superficies destinadas a áreas verdes y espacio públicos. |    | ✘          |    |
| Construcción y venta de viviendas.  |    | ✘          |    |



Las siguientes imágenes fueron tomadas vía satelital, retomadas del programa Google Earth. La Figura 1 muestra un mapa de la colonia Elmar Seltzer en el año 2008, se observa que la vegetación de la colonia era abundante y el asentamiento irregular aún no existía; Mientras que en la Figura 2, se muestra el mapa de la colonia en el año 2015, se pudo observar que la vegetación del área cambio de manera muy notoria.



Figura 1. Fotografía vía satelital de la colonia Elmar Seltzer. Tomado de Google Earth 2008.



Figura 2. Fotografía vía satelital de la colonia Elmar Seltzer. Tomado de Google Earth 2015.

Las Figuras 3 y 5 nos muestra algunas partes de la colonia, fue retomada del programa Google Earth del año 2010, mientras que en la Figura 4 y 6 se muestran fotos actuales, tomadas el 15 de mayo del 2016 en el mismo lugar de las primeras figuras, fueron tomadas en el mismo lugar para comparar el cambio sufrido en los últimos año.



Figura 3. Parte del asentamiento irregular Elmar Seltzer. Tomado de Google Earth 2010.



Figura 4. Parte del asentamiento irregular Elmar Seltzer. Fotografía tomada por Hernández 2016.



Figura 5. Entrada al asentamiento irregular Elmar Seltzer, Tomado de Google Earth 2010.



Figura 6. Entrada al asentamiento irregular Elmar Seltzer, Fotografía tomada por Juárez 2016.



Los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas al asentamiento fueron los siguientes, todas las personas que viven en el asentamiento carecen de agua potable y servicio de alcantarillado, sin embargo todos cuentan con luz, ya que cuentan con un generador colectivo, autoconstruyendo su sistema de energía eléctrica ( Véase Figura 7).

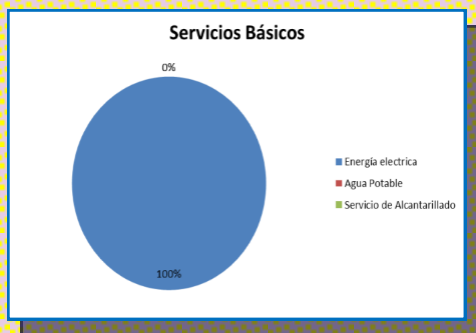


Figura 7. Servicios con los que cuenta el asentamiento irregular Elmar Seltzer.

Las problemáticas que tienen por la construcción de sus viviendas están expresadas en la Figura 8, en la cual se observa que el mayor problema con el que se encuentran es con el viento.

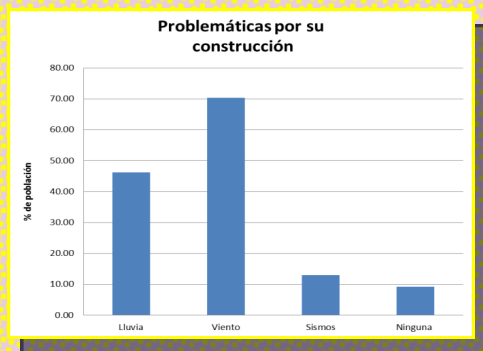


Figura 8. Problemas en cuanto a construcción de viviendas.

Este asentamiento genera problemas ambientales, de los cuales se evaluaron las sequías, cambios bruscos de temperatura e infertilidad de la tierra, ya que estos son consecuencias de la falta de cobertura vegetal. Se observó que las sequías es el mayor problema ambiental que se genera en el asentamiento (Véase Figura 9).

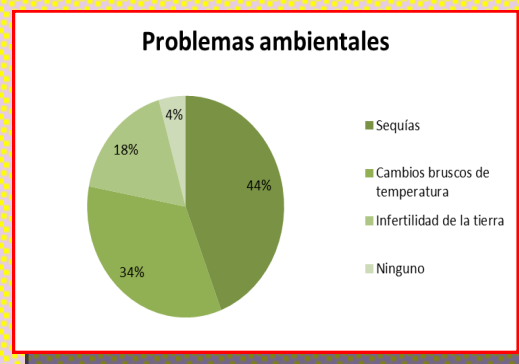


Figura 9. Problemas ambientales

De igual manera se analizó los problemas que los habitantes tienen con la lluvia, con deslaves e inundaciones; El mayor problema con los que cuentan los habitantes cuando llueve es con los deslaves (Véase Figura 10).



Figura 10. Análisis de problemas con la lluvia.

Al entrevistar a las colonias vecinas acerca de la ampliación Elmar Seltzer la mayoría de las personas respondían que ellos invaden por necesidad ya que no tienen donde vivir y uno de los principales factores es la falta de recursos económicos. Desde otro punto de vista lo ven mal ya que ocasionan problemas sociales, ambientales y se han visto casos en las que invaden las tierras para después hacer negocio y venderlas ya que ellos cuentan con terrenos regulares

La mayoría de las personas que habitan alrededor de la ampliación no han tenido problemas sociales con la ampliación Elmar Seltzer salvo algunas que se quejan de vandalismo y esta reacción fue así porque la mayoría de las personas encuestadas son familiares de quienes se asen-

taron ahí. En cuestión de lo ambiental han visto cambios notables, por ejemplo, que ha aumentado la basura, el polvo, los deslaves y la falta de cobertura vegetal.

## Conclusiones

Comprobamos que la invasión Elmar Seltzer es un asentamiento irregular, ya que al entrevistar al presidente de la colonia, nos percatamos que se asentaron invadiendo un área verde; rectificando la información al entrevistar al encargado de Protección Civil y al de Tenencias de la Tierra ya que nos dieron los lineamientos que debe tener un asentamiento regulado y Elmar Seltzer no cuenta con ellos.

Evaluamos los problemas que causa la falta de cobertura vegetal en el Asentamiento Elmar Seltzer siendo estos de carácter ambiental, como lo son los vientos, exposición al polvo, carencias de agua potable lo que conlleva a enfermedades, así como los efectos a las colonias vecinas. Y se llegó a la conclusión que el problema con el viento que tiene la mayoría es debido a la falta de cobertura vegetal, lo que engloba árboles, áreas verdes, entre otras cosas.

Los deslaves ocupan el mayor porcentaje seguido de las inundaciones en cuanto a problemáticas causadas por la lluvia, ya que al no haber cobertura vegetal que retenga el flujo de agua, hay mayores escorrentías.

Al comparar las fotos del antes y después de la región afectada a través de los años se pudo observar la disminución de la cobertura vegetal a causa del asentamiento irregular.

Otras variables que se encontraron son los efectos de índole social, que fueron el vandalismo, inseguridad y violaciones. También observamos contaminación del aire causado por la quema de basura.

Los datos obtenidos en este estudio comprueban los resultados obtenidos por la Universidad Autónoma del estado de México la cual afirma que la pérdida de cobertura vegetal, tiene implicaciones con la vulnerabilidad a desastres, lo que ocurre en el asentamiento irregular Elmar Seltzer. La vulnerabilidad aumenta cuando un sitio es naturalmente peligroso y se modifica para instalar infraestructura urbana poniendo en riesgo la población que lo habita [9].

Así mismo, los resultados obtenidos por Belmonte [12] permiten clarificar el concepto de cobertura vegetal, desde el punto de vista de la erosión del suelo y pérdida de lluvia por interceptación, estos resultados solo aproximan a la dimensión del problema que se plantea cuando se planifican actuaciones de restitución o repoblación forestal. En los resultados que obtuvimos en esta investigación, se puede comprobar una vez más que la falta de cobertura vegetal en el asentamiento irregular de estudio, implica la erosión del suelo y la pérdida de lluvia. Ya que al obtener los resultados, de los problemas ambientales, lo que resaltaba era la infertilidad del suelo, que es una consecuencia de la erosión de este.

Otro estudio que se realizó dice que tener un ordenamiento territorial urbano es de gran importancia, ya que Paz y otros, [7] Realizaron un análisis cartográfico donde señalan que la falta de planeación y ordenamiento territorial, aunado al desconocimiento de la inestabilidad del terreno, propician los daños, afectando tanto a zonas populares, residenciales, instancias de gobierno, sistemas de agua potable y alcantarillado, sistema carretero y empresas, lo que indica que la exposición al riesgo, no es privativo de grupos marginados establecidos en la periferia. Pero esto no quiere decir que estos grupos sean de menor importancia; Volviendo a nuestros resultados sobre los lineamientos no cumplidos en el



asentamiento irregular, podemos relacionarlos con los datos obtenidos en esta investigación, ya que no se tuvo una planeación y un ordenamiento territorial.

## Referencias bibliográficas

1. SEDESOL. Secretaría de desarrollo social, Diagnóstico sobre la falta de certeza jurídica en hogares urbanos en condiciones de pobreza patrimonial en asentamientos irregulares. Diario Oficial de la Federación, 2010.

2. Ley De Desarrollo Urbano Del Estado De Chiapas, Ley publicada en el Periódico Oficial del Estado de Chiapas, el miércoles 3 de diciembre de 1997.

3. Ruíz M, El crecimiento de los asentamientos irregulares en áreas protegidas. La delegación Tlalpan. Invest. Geog no.60. 2006 Consultado en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-46112006000200006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112006000200006). 18/05/2016,

4. Velázquez A. Duran E. Larrazábal F, Medina C., La cobertura vegetal y los cambios de uso del suelo. Libro Tepalcatepec. indb 32. 2010 Consultado en [www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/601/cobertura.pdf](http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/601/cobertura.pdf) 30/05/2016.

5. Dorantes L. Comunicación Personal. Abogado adjunto de la dirección de tenencias de la Tierra. (2016).

6. López I. Acelerado crecimiento poblacional en Chiapas: INEGI. El Heraldo de Chiapas. (2011). Consultado en: <http://www.oem.com.mx/elheraldodechiapas/notas/n2024348.htm>. 17/05/16.

7. Paz Tenorio J. Gómez Ramírez M. González Herrera R. Domínguez Salazar F. Los procesos de remoción en masa; génesis, limitaciones y efectos en el crecimiento urbano de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Revista geográfica de América Central número especial EGAI, Costa Rica II semestre 2011. (2011). pp. 1-18. Consultado en: [www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/download/2587/2471](http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/download/2587/2471). 12/05/16.

8. Hernández E. (2016). 14 de marzo del 2016. *Tabasco hoy*. Tomado de [www.tabascohoy.com.mx/nota/302364/danan-invasiones-a-reserva-en-tuxtla](http://www.tabascohoy.com.mx/nota/302364/danan-invasiones-a-reserva-en-tuxtla). 26/04/2016.

9. Alonzo L. y González A. PERDIDA DE COBERTURA VEGETAL COMO EFECTO DE LA URBANIZACIÓN EN CHETUMAL, QUINTANA ROO, REVISTA DE ESTUDIOS URBANOS, REGIONALES, TERRITORIALES, AMBIENTALES Y SOCIALES, 2011, Número 2010-2, Junio-Diciembre ISSN 1405-8626

10. De la Torre A. Conoce los mitos sobre la deforestación en México. (2013). Consultado en: <http://ecoosfera.com/2014/11/conoce-los-mitos-sobre-la-deforestacion-en-mexico/>. 01/05/2016.

11. Esperanzas Verdes, Consecuencias de la deforestación. 2014. Consultado en: <http://esperanzasverdes.org/?p=993>. 01/05/2016.

12. Ramírez L. Comunicación Personal. Presidente de la colonia Elmar Seltzer. 2016.

13. Belmonte F., Romero A., López F. Y Hernández E. Óptimo de cobertura vegetal en relación a las pérdidas de suelo por erosión hídrica y las pérdidas de lluvia por interceptación. Departamento de Geografía Física, Humana y Análisis Regional. Facultad de Letras. Universidad de Murcia. Campus de la Merced MURCIA (España), 1999, 12 Páginas.



# Escenarios de riesgo en estaciones de carburación y gaseras de Tuxtla Gutiérrez.

María de Lourdes Moreno Aguilar

lourdes\_moreno94@hotmail.com

## Resumen

Una de las principales problemáticas que se presentan en la actualidad es la utilización de materiales peligrosos en diversas instalaciones o lugares. En los cuales se pueden llegar a presentar riesgos tanto en el manejo, almacenamiento, o disposición final (INEE, 2012)

El presente artículo expone los diferentes escenarios de riesgo que se puede presentar en una estación de carburación y gasera de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

## Introducción

**M**éxico es uno de los principales consumidores de Gas LP a nivel mundial y una gran parte de este combustible es consumido en los hogares. Se estima que diariamente se efectúan 1,000,000 de entregas de Gas LP ya sea de cilindros portátiles o estaciones de carburación (López et al., 2010).

## Gas LP

Los gases licuados del petróleo, por sus siglas en inglés LPG, se refiere a aquellos productos derivados del petróleo que se componen de variables mixtas de hidrocarburos gaseosos (metano, etano, butano) que en condiciones

ambientales están en un estado de vapor, pero puede licuarse fácilmente (Costin, 2014).

Este gas se obtiene durante la destilación de petróleo crudo en las refinerías o de la destilación de gas natural en los yacimientos de petróleo y luego es licuado bajo presión (Bariha, Mani & Chandra, 2016).

Las características físicas más representativas del Gas LP son:

**Incoloro:** en su estado líquido es transparente.

**Inoloro:** inicialmente no tiene olor, pero se le agrega una sustancia llamada etil-mercaptano para percibirlo y detectar fugas.

**Limpio:** no es tóxico y la combustión es completa. Cuando la

combustión es incompleta se produce monóxido de carbono, el cual sí es tóxico y puede producir asfixia.

**Más pesado que el aire:** en caso de fuga tiende a acumularse en las partes bajas como el piso, sótanos y estacionamientos subterráneos (UNAM, 2009)

Es un líquido altamente inflamable que causa graves peligros cuando se libera en la atmósfera (Bariha, Mani & Chandra, 2016).

Sin embargo, el nivel de peligro depende de la cantidad de materiales en libertad, la proporción entre el gas liberado, las propiedades fisicoquímicas del material

liberado en ese momento, el potencial de ignición, y la toxicidad del medio ambiente (Zengin, Drusun, Icer, Günduz, Mansur, Erbatur, Damar, 2015).

### Riesgo por manejo de Gas LP

De acuerdo al Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, se consideran actividades altamente riesgosas a "la acción o conjunto de acciones, ya sean de origen natural o antropogénico, que estén asociados con el manejo de sustancias con propiedades inflamables, explosivas, tóxicas, reactivas, radioactivas, corrosivas o biológicas, en cantidades tales que, en caso de producirse una liberación, sea por fuga o derrame de las mismas o bien una explosión, ocasionarían una afectación significativa al ambiente a la población o a sus bienes" (SEMARNAT, Segundo listado de actividades altamente riesgosas, 1992).

La cantidad de Gas LP, para que sea considerada una sustancia altamente riesgosa es de 50,000 Kg, de acuerdo al segundo listado de actividades altamente riesgosas y se considera como una sustancia peligrosa es decir que responde a características CRETI (por sus siglas Corrosivas, Reactivas, Explosivas, Tóxicas e **Inflamables**) (SEMARNAT, Listado de actividades altamente riesgosas, 1990).

### Identificación de riesgos

De acuerdo a la **NOM-114-STPS-1994**, sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo. Los riesgos que presentan las sustancias químicas en su manejo se clasificaran de acuerdo con los posibles daños a la salud de los trabajadores, susceptibilidad de las sustancias a arder, a



liberar energía o cualquier otro tipo de problema en:

- ⇒ Riesgo de salud (color azul).
- ⇒ Riesgo de inflamabilidad (color rojo).
- ⇒ Riesgo de reactividad (Color amarillo).
- ⇒ Riesgo especial (color blanco).

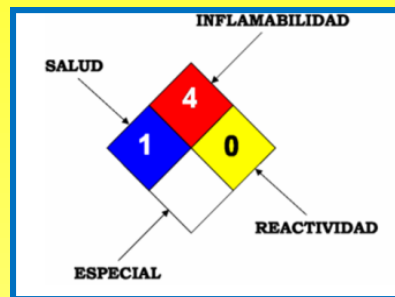


Figura 1. Rombo de clasificación de riesgos Gas LP.

### Situación de emergencia

Cuando el gas licuado se fuga a la atmósfera, vaporiza de inmediato, se mezcla con el aire ambiente y se forman súbitamente nubes inflamables y explosivas, que al exponerse a una fuente de ignición (chispas, flama y calor) producen un incendio o explosión. El múltiple de escape de un motor de combustión interna (435°C) y una nube de vapores de gas licuado, provocarán una explosión. Las conexiones eléctricas domésticas o industriales en malas condiciones (clasificación de áreas eléctricas peligrosas) son las fuentes de ignición más comunes.

### Escenarios de riesgo

La elaboración de escenarios de peligro y de riesgo implica generalmente análisis numéricos de los fenómenos físicos, y en algunos casos también sociales, involucrados en el problema. Se trata siempre de modelos matemáticos relativamente complejos que requieren el empleo de paquetes de cómputo que tienen que procesar grandes cantidades de datos. Las técnicas son propias de cada materia y

requieren la participación de personal especializado (UNAM, 2001). Tipos de escenarios de riesgo por manejo de Gas LP:

- Incendio de Charco (pool fire). Combustión estacionaria con llama de difusión del líquido de un charco de dimensiones conocidas (extensión), que se produce en un recinto descubierto.
- Dardo de fuego (Jet fire). Llama estacionaria y alargada (de gran longitud y poca amplitud) provocada por la ignición de un chorro turbulento de gases o vapores combustibles.
- Llamarada (flash fire). Llama progresiva de difusión, de baja velocidad. No produce ondas de presión significativas. Suele estar asociada a la dispersión de vapores inflamables a ras de suelo.
- BLEVE. Acrónimo de la expresión inglesa Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion. Se producen cuando un tanque que contiene un líquido a presión se calienta, por ejemplo, debido a un incendio. A medida que aumenta la presión, una condición que se alcanza, en la que las paredes del recipiente (cuya temperatura ha ido en aumento, especialmente en la parte superior, donde el líquido no está en contacto con ellos) ya no pueden soportar la presión y las ráfagas de fuego. En el momento del fallo, debido a la despresurización instantánea, la temperatura del líquido será más alta que el líquido será sobrecalentado. Si la temperatura del líquido en el instante de la despresurización es mayor que el "límite de temperatura de sobrecalentamiento" (que es diferente para cada sustancia), una llama violenta e instantánea de una fracción del líquido se producirá y la explosión de vapor del líquido sobrecalentado se llevará a cabo.

El aumento rápido y significativo en el volumen del líquido cuando se vaporiza más la expansión del vapor existente, dará lugar a una onda de presión fuerte, así como a la ruptura del contenedor en varias piezas que se propulsarán a distancias considerables. Además, si la sustancia en cuestión es combustible, la mezcla del líquido / gas liberada por la explosión probablemente encenderá, dando lugar a una bola de fuego turbulento. Debido a la entrada de aire y el calentamiento de la mezcla, toda la masa aumenta de volumen de forma turbulenta, que evoluciona hacia una forma aproximadamente esférica que se eleva, dejando una estela de diámetro considerable. La radiación de una bola de fuego de este tipo es muy intenso y cubre grandes áreas (Planas, 2004)

Lautkaski, (2009) establece que "un BLEVE resulta de la pérdida total de la contención de un gas licuado a presión", y los divide en:

BLEVEs fríos. Cuando la temperatura del líquido es menor que el límite de sobrecalentamiento, el contenido del tanque se quemará como llama a ras de suelo y el aumento de la bola de fuego y la explosión es débil.

BLEVEs. Calientes. Cuando la temperatura del líquido es mayor que el límite de sobrecalentamiento, el contenido del tanque se quema, provocando el aumento de la bola de fuego y la explosión es fuerte.

En la mayoría de los casos, el fenómeno BLEVEs se presenta en la siguiente secuencia:

- a) Un gas licuado a presión (tal como el GLP (gas licuado de petróleo)) fugas y está iluminado por el fuego,
- b) El tanque de almacenamiento se expone a alta temperatura, por exposición al fuego lo que provoca el debilitamiento del tanque,
- c) Se producen grietas por la presión interna. La presión interna cae abruptamente



d) Se genera una despresurización repentina, y la ebullición violenta del GLP sobrecalentado. (Y.W Gong, 2004)

### Manejo de Gas LP en Tuxtla Gutiérrez

En Tuxtla Gutiérrez se encuentran ubicadas 6 estaciones de carburación y una gasera. En la parte sur oriente se localizan 2 estaciones de carburación y una gasera; parte norte están 2 y las ultimas se encuentran ubicadas en la altura sur poniente y libramiento norte poniente. Como se observa en la siguiente imagen.



Figura 1. Estaciones de carburación en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

La manera en la que se conforman las estaciones de servicio, dependerá de la localización, la cantidad almacenada. De manera general se establece la siguiente figura.

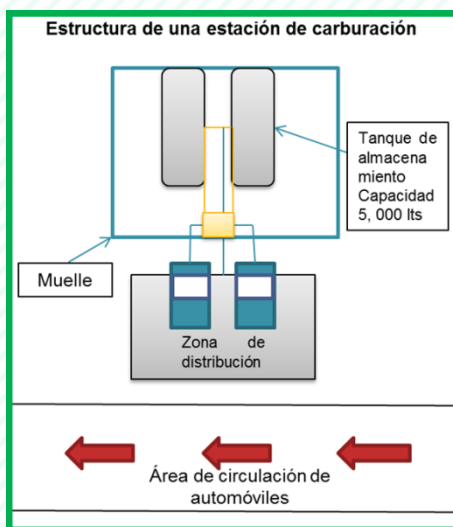


Figura 2. Estructura de una estación de carburación.

Las estaciones de carburación del municipio almacenan 10, 000 lts de Gas LP, y la gasera 50, 000 lts.

Diariamente se reparte dicho material por medio de cilindros portátiles que son llevados a los hogares.

Durante el almacenamiento se puede llegar a presentar fallas tanto por factores antropogénicos, mecánicos o naturales que pueden provocar riesgos a la población. La vulnerabilidad social y ambiental por el manejo de Gas LP es otro de los factores importantes que se deben analizar.

### Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se define en relación con algún tipo de amenaza, sean eventos de origen físico como sequías, terremotos, inundaciones o enfermedades, o amenazas antropogénicas como contaminación, accidentes, hambrunas o pérdida del empleo (Ruiz, 2011).

### Vulnerabilidad ambiental

Para definir la afectación ambiental, la metodología separa la evaluación, de acuerdo con el tipo de eventos definidos. En el caso de los eventos cuyas afectaciones son circulares, se intercepta el área afectada, donde se evalúa el tipo de ecosistema estratégico y el uso del suelo.

### Vulnerabilidad social

El análisis de vulnerabilidad a personas está relacionado con la cuantificación del grado de exposición que tiene un grupo de personas dentro de un área que haya sido delimitada como una zona cuya probabilidad esperada de fatalidad es mayor del 50%, para eventos de radiación térmica y dispersión de nubes tóxicas.

### Conclusión

Muchos factores como la alta densidad de población, el crecimiento esporádico de la ciudad, junto con la asignación no planificada de las industrias, almacenes e instalaciones de

almacenamiento de materiales peligrosos conlleva a analizar los diversos peligros y la vulnerabilidad social y ambiental que se podrían suscitar al manipular dichas sustancias (Arup Das , A.K. Gupta , T.N. Mazumder , 2012). La creciente demanda de Gas LP ha contribuido a incrementar el número de estaciones de servicio en la ciudad por lo que es prescindible establecer una adecuada evaluación del riesgo.

Una de las ventajas que tiene establecer escenarios de riesgo, es que mediante modelos matemáticos se puede simular y encontrar el radio de afectación que se tendría en caso de que ocurriera una catástrofe. Evaluar dicho fenómeno, permite implementar medidas de seguridad al personal operador y a los usuarios que se ven beneficiados por dicho producto. Los escenarios de riesgo pueden ser desarrollados conociendo aspectos técnicos en planta, por lo que sería una herramienta muy eficaz para los tomadores de decisiones y de esta manera establecer medidas preventivas certeras de higiene y seguridad industrial.

### **Bibliografía consultada**

Bariha, Mani & Chandra. (2016). Fire and explosion hazard analysis during surface transport of liquefied petroleum gas (LPG): A case study of LPG truck tanker accident in Kannur, Kerala, India. *Journal of loss prevention in the process industries*, 449-460.

Costin, N. (2014). Numerical simulation of detonation of an explosive atmosphere of liquefied petroleum gas in a confined space. *Defence Technology*, 294-297.

INEE. (2012). La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México. Recuperado el 04 de 04 de 2016, de La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México: <http://publicaciones.inee.edu.mx/buscadorPub/P1/C/227/P1C227.pdf>

Lautkaski, R. (2009). Evaluation of BLEVE risks of

tank wagons carrying flammable liquids. *Journal of loss prevention in the process industries*, 117-123.

Planas, S. C. (2004). Calculating overpressure from BLEVE explosions. *Journal of Loss prevention in the process industries*, 431-436.

Ruiz, N. (2011). La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque normativo. UNAM, 63-74.

SEMARNAT. (28 de 03 de 1990). Listado de actividades altamente riesgosas. Recuperado el 2016 de 04 de 02, de Listado de actividades altamente riesgosas: <http://tramites.semarnat.gob.mx/Doctos/DGGIMAR/Guia/07-008/primerlaar.pdf>

SEMARNAT. (4 de 05 de 1992). Segundo listado de actividades altamente riesgosas. Recuperado el 01 de 05 de 2016, de Segundo listado de actividades altamente riesgosas: <http://tramites.semarnat.gob.mx/Doctos/DGGIMAR/Guia/07-008/segundolaar.pdf>

UNAM. (2001). Diagnóstico de Peligros e identificación de riesgos de desastres en México. México.

Y.W Gong, L. (2004). A simplified model to predict the thermal response of PLG and its influence on BLEVE. *Journal of Hazardous Materials*, 21-26.

Zengin, Drusun, Icer, Günduz, Mansur, Erbatur, Damar. (2015). Fire disaster caused by LPG tanker explosion at Lice in Diyarbakır (Turkey): July 21, 2014. *Burns*, 1347-1352.

Zhang, H.-y. (2014). The Research about Fire Prevention of Vehicle Refuelling Stations . *Science Direct*, 385-389.





# Importancia de la determinación de nutrientes en suelos.

Angélica Cruz Cruz

angelik.crz@gmail.com

## Introducción

El suelo es una mezcla de rocas y minerales erosionados, material vegetal y animal desintegrado (humus y detritos) y organismos vivos pequeños, que incluyen plantas, animales y bacterias. También el suelo contiene agua y aire. En forma típica, un suelo contiene un 95% de minerales y 5% de materia orgánica, si bien los límites de composición varían en forma considerable [7].



El suelo es el elemento principal para la producción agrícola, tiene la capacidad de proporcionar agua y nutrientes a los cultivos, además actúa de soporte físico de la agricultura, recibe sus residuos y ejerce de filtro depurador para proteger de la contaminación especialmente a las aguas subterráneas y a la cadena alimentaria. Este elemento es necesario para la existencia de la vida, interviene en el ciclo del agua y en los ciclos del carbono, nitrógeno y fósforo, y al mismo tiempo, en el tienen lugar gran parte de las transformaciones de la energía y de la materia de los ecosistemas [6].

La degradación del suelo se puede dar al acumularse en él sustancias a niveles tales que repercuten negativamente en el comportamiento de los suelos. A esos niveles de concentración, dichas sustancias se vuelven tóxicas para los organismos del suelo. Lo que resulta es una degradación química que provoca la pérdida parcial o total de la productividad del suelo [7].

La mayoría de los procesos de pérdida y degradación del suelo son originados por la falta de planificación y el descuido de los seres humanos. Las causas más comunes de dichos procesos son: erosión, la acidificación y la contaminación por metales pesados, plaguicidas, contaminantes orgánicos, nitratos, fosfatos, y radionucleidos artificiales, expansión urbana, compactación, pérdidas de materia orgánica debida a prácticas de manejo incorrectas, la salinización y el encharcamiento [4,6].

La contaminación es uno de los aspectos que más influye en la degradación de los suelos puesto que la capacidad para el desarrollo de sus funciones puede verse afectada negativamente [5].



La contaminación del suelo consiste en la introducción de elementos extraños al sistema suelo o la existencia de un nivel inusual de uno propio que, por sí mismo o por su efecto sobre los restantes componentes, genera un efecto nocivo para los organismos del suelo, sus consumidores, o es susceptible de transmitirse a otros sistemas [8]. El suelo contiene un número elevado de elementos químicos, motivo por el cual es difícil establecer la concentración a partir de la cual un mismo elemento pasa de ser beneficioso a catalogarse como contaminante [6].

González [5] dice que la contaminación por fertilizantes se produce cuando éstos se utilizan en mayor cantidad de la que pueden absorber los cultivos, o cuando se eliminan por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de que puedan ser absorbidos.



Los fertilizantes químicos, los abonos orgánicos y mejoradores de suelo mal utilizados impactan en mayor o menor grado el medio ambiente y, en no pocos casos, también la salud animal y humana. Los daños al medio ambiente incluyen: ensilitramiento de los suelos, pérdida de la fertilidad natural, lixiviación de nutrimentos más allá de la zona radical de los cultivos, emisión de gases efecto invernadero y, contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneos [2].

Para optimizar el uso de los suelos es necesario conocer sus características particulares, así como la del clima, las que determinarán si ese terreno es apto o no para el cultivo que se quiere sembrar o si es necesario aplicar nutrientes o alguna enmienda [3].

Las características físico-químicas del suelo, deben ser conocidas por el productor agrícola, ya que el crecimiento y desarrollo de los cultivos así como la cantidad y calidad de las cosechas, están en relación directa con la disponibilidad de los nutrientes y las características de los suelos. El rendimiento de un cultivo es afectado por diversos factores, entre los que ocupa un lugar importante esta la disponibilidad de los nutrientes esenciales para las plantas en el suelo; cuando estos no están en cantidades adecuadas, hay necesidad de adicionar fertilizantes minerales o enmiendas para suplir las necesidades y corregir las condiciones adversas. Desde este punto de vista, el análisis químico del suelo puede suministrar información muy valiosa para su manejo [1].

El análisis de suelos es una herramienta fundamental para evaluar la fertilidad del suelo, su capacidad productiva y es la base para definir la dosis de nutrientes a aplicar. Para que el dato analítico reportado por el laboratorio sea útil, es imprescindible realizar un adecuado muestreo de suelos, ya que en esta etapa es donde se define la exactitud de los resultados del análisis de suelos [10].



Es por ello que en este artículo se presentan los principales beneficios del análisis de suelos y los pasos para realizar un adecuado muestreo de suelos para el diagnóstico de fertilidad.

### Metodología

Se realizó una investigación documental sobre la contaminación de suelos por fertilizantes para con ello establecer:

- La importancia de realizar un análisis químico previo al cultivo.



- Y la de cómo realizar un adecuado muestreo de suelo.

## Resultados

El análisis químico del suelo constituye una de las técnicas más utilizadas para la recomendación de fertilizantes, debido a que se trata de una fuente de información vital para el manejo de suelos y cultivos; puesto que predice: las probabilidades de obtener respuesta positiva a la aplicación de elementos nutritivos, ayudar en la evaluación de la fertilidad del suelo, determinar las condiciones específicas del suelo que pueden ser mejoradas y realizar recomendaciones sobre fertilización para situaciones específicas. Se ha demostrado que dichos análisis constituyen una excelente guía para el uso racional de los fertilizantes. Sin embargo, no debe olvidarse que en la producción de cultivos, interviene un conjunto de factores de gran importancia como: clima, variedades, control fitosanitario, manejo agronómico y otras, que podrían limitar el desarrollo adecuado de una planta si no se encuentra en el grado óptimo requerido. De todas maneras, la eliminación de las deficiencias nutricionales se considera la más decisiva ya que se obtienen incrementos de más del 50 % en el rendimiento [1].

¿Cuál es la utilidad de los análisis de suelos en el diagnóstico de fertilidad de suelos?

Los análisis de suelos, en especial los análisis químicos, constituyen la herramienta más eficiente para conocer cuál es la disponibilidad de nutrientes del suelo o propiedades edáficas variables en el tiempo y en el espacio. También son elementos complementarios interesantes y útiles de estudios de aptitud productiva del suelo, donde, además de las características variables mencionadas, interesa conocer las propiedades permanentes, que permiten definir la capacidad de uso, información central para la planificación de los cultivos y las rotaciones. A continuación se mencionan algunas de las principales contribu-

ciones de los análisis de suelos al manejo de la fertilidad de suelos y fertilización de cultivos:

- Determinación de disponibilidad de los nutrientes en el suelo y la probabilidad de respuesta a la fertilización.
- Definición de dosis de nutriente a aplicar en modelos de fertilización.
- Estimación de dosis de enmienda para corrección de suelos (e.g. aplicación de yeso en suelos sódicos, aplicación de calcita o dolomita en suelos ácidos o acidificados).
- Monitoreo de variables de fertilidad (e.g. salinidad-sodicidad en lotes regados, mapeo de nutrientes para manejo sitio-específico, etc.).
- Caracterización y/o delimitación de ambientes para el manejo diferenciado de insumos, como complemento de la descripción y clasificación de los suelos a través de calicatas, pozos de observación y otras herramientas como las imágenes satelitales y mapas de rendimiento<sup>[3]</sup>.

El resultado del análisis de suelos indica la probabilidad de obtener una respuesta adicional con el fertilizante que se ha incorporado. En general, mientras más elevado sea el contenido de nutrientes en el suelo, menor será la probabilidad de obtener una respuesta a la aplicación de fertilizantes. El uso del análisis químico del suelo como guía para la adición de fertilizantes, involucra dos etapas: la interpretación de los resultados y la recomendación. La interpretación se refiere a la estimación de obtener respuesta mediante el empleo de fertilizantes y la recomendación busca aplicar la interpretación en la producción comercial de cultivos. Para la recomendación de fertilización hay que responder a las siguientes preguntas:

- ¿Que aplicar? Fuente
- ¿Cuánto aplicar? Dosis
- ¿Cómo aplicar? Forma
- ¿Cuándo aplicar? Época



- ¿Cuánto cuesta? costo

Fuente: Alaluna [1].

## TOMA DE MUESTRA.

1.- Delimitación del terreno: Se debe recorrer el terreno para identificar los diferentes tipos de suelo en la finca, luego delimitarlos en base a los cambios de topografía y vegetación, ya que cada tipo de suelo se considera un lote homogéneo e independiente que debe ser identificado y donde se tomará una muestra.

2.- Según el cultivo: Se deben tomar muestras a diferentes profundidades en donde haya mayor desarrollo de las raíces activas (Tabla 1).

Tabla1. Diferentes profundidades para la toma de muestras de suelo de acuerdo al tipo de cultivo.

| Cultivo                                     | Rangos de profundidad de la toma de muestras |
|---|--|
| Hortalizas                                  | 0-20   |
| Cereales (maíz, sorgo)                      |  |
| Leguminosas (caraota, frijol, soya)         |  |
| Pastos, caña de azúcar                      |  |
| Café  | 0-20   |
| Cacao                                       | 20-40  |
| Frutales varios (aguacate, mango, cítricos) | 40-60  |
| Parchita                                    | 0-20   |
| Cambur, plátano                             | 20-40  |

Fuente: Ormeño *et al* [9].

## 3.- Cuándo tomar las muestras:

- ✓ Cultivos de ciclo corto: Se deben tomar 02 meses antes de la siembra.
- ✓ Suelos no sembrados: Se deben tomar muestras de 02 a 03 meses antes de sembrar, para que los resultados le indiquen que tipo de suelos se tienen y si éstos sirven o no para el cultivo que se quiere sembrar.
- ✓ Frutales: Antes de la floración.

## 4.- ¿Cuántas muestras tomar?: Las muestras dependerán de:

- Del tamaño (superficie) de la parcela.
- De la variación del suelo (color, pendiente, tipo de vegetación).
- Del tipo de estudio: mientras más detalles se quieran, se deben tomar más muestras, una por cada variación del terreno. Si el suelo se comporta similar (igual pendiente, el desarrollo de los cultivos que crecen en él no presentan grandes variaciones y el suelo no tiene colores muy diferentes) se puede tomar una muestra cada una (01) a dos (02) hectáreas como máximo. Si hay variaciones bruscas en el color del suelo, de pendiente o de comportamiento de los cultivos, se recomienda una muestra (compuesta de varias submuestras) por cada variación.

5.- Época del muestreo: Se recomienda de 2 – 3 meses antes de la siembra o trasplante. En cultivos perennes debe realizarse cada 2 a 3 años y en cultivos altamente tecnificados o anuales 1 – 2 años.

6.- Herramientas utilizadas para muestrear: Estas varían de acuerdo al tipo de suelo, utilizándose; barrenos, tubos toma muestras de suelo, chicurón o palas para extraer las submuestras. Además, debe contarse con un envase o cubeta para colocar el suelo recolectado, bolsas plásticas, machete, lápiz y etiquetas.

### **PASOS A SEGUIR EN LA TOMA DE MUESTRAS.**

Para cada lote con características particulares se debe tomar una muestra compuesta. Cada muestra compuesta está constituida por 10 a 20 submuestras, dependiendo del tamaño del lote. Cada submuestra se toma de la siguiente forma:

- ✓ Se debe limpiar el suelo de vegetación, rastrojos y restos de cultivo antes de tomar la muestra.
- ✓ Tomar con un palín, pala o barreno la submuestra, a la profundidad requerida. No se deben mezclar las muestras de diferentes profundidades porque eso alteraría los resultados, en especial, los contenidos de materia orgánica, la textura y la disponibilidad de nutrientes.
- ✓ Si la profundidad es de 0 a 20 cm, tome la muestra de 0 a 20 cm e introdúzcala en un tubo, mezcle bien, desmenuce los terrones grandes y elimine las piedras y pedazos de troncos y raíces. Repita el procedimiento para completar las 10 a 20 submuestras. Tome aproximadamente 1,5 Kg de esa mezcla y esa será la muestra compuesta que se llevará al laboratorio.
- ✓ Si también desea tomar muestras a mayor profundidad, una vez tomada la muestra de 0 a 20 cm, en el mismo punto tome la muestra de 20 a 40 cm de profundidad y colóquela en un recipiente aparte y repita los pasos anteriores.

- ✓ Las submuestras se toman en zigzag, al azar y bien distribuidas en toda la parcela.
- ✓ La muestra final (1,5 Kg de suelo) divídala en dos (02) muestras, una de 01 Kg que se llevará al laboratorio de fertilidad de suelos y la otra de ½ Kg para el laboratorio de fitopatología, en este laboratorio usted podrá saber si su suelo está sano o no, le indicarán si tiene hongos, bacterias u otros microorganismos dañinos para su suelo.
- ✓ Coloque cada muestra en una bolsa plástica para ser llevada al laboratorio. Colóquela la etiqueta de identificación, con todos los datos. Si el suelo está muy húmedo deje secar la muestra al aire y colóquela en una bolsa plástica al llevarla al laboratorio.
- ✓ Si se quiere recomendaciones de fertilización, no se deben tomar muestras en el área afectada por fertilizantes (banda de fertilización) y no se deben mezclar con muestras de otras áreas.

### **IDENTIFICACIÓN (ETIQUETADO) DE LAS MUESTRAS.**

Una vez tomada la muestra del suelo se debe identificar de acuerdo con los lotes de muestreo que se hayan establecido, para que al obtener los resultados, pueda aplicar las recomendaciones precisas de fertilización en cada uno de los lotes. Además, también evita que la muestra se pierda en el laboratorio y pueda orientar a los técnicos.

### **¿QUÉ NO SE DEBE HACER?**

- Guardar las muestras en bolsas de fertilizantes o agroquímicos (que pueden contaminar las muestras).
- Dejar las muestras expuestas al sol (e.g. en la caja de la camioneta). Cuando se evalúa nitratos es necesario mantener las muestras refrigeradas y enviarlas al



laboratorio con envases como los utilizados para vacunas.

- Colocar los rótulos en contacto con el suelo. Si se humedecen o ensucian, dificulta la identificación de las muestras.
- Utilizar en los rótulos frases que luego no recordamos a qué se referían. Se recomienda siempre utilizar el número o nombre del lote y la profundidad a la que se tomó la muestra, como mínimo de información. Luego agregar datos que faciliten la interpretación del reporte del laboratorio [10].
- Realizar muestreos inmediatamente después de realizar la aplicación de los fertilizantes.
- No envíe muestras demasiado grande, ni demasiado pequeñas. La cantidad de muestra ideal debe ser 1 a 1,5 Kg.
- No fume durante la recolección de las muestras para evitar contaminación con cenizas del tabaco [3].

## Conclusión

Sobre la base de la investigación bibliográfica se concluye que, para obtener un buen dato analítico es imprescindible realizar un adecuado muestreo de suelos ya que con ello se definirá la exactitud de los resultados del análisis de suelos. Para con ello poder evaluar la fertilidad del suelo, determinar su capacidad productiva, y definir la dosis de nutrientes a aplicar, y de esa forma disminuir la potencia de contaminación por fertilizantes.

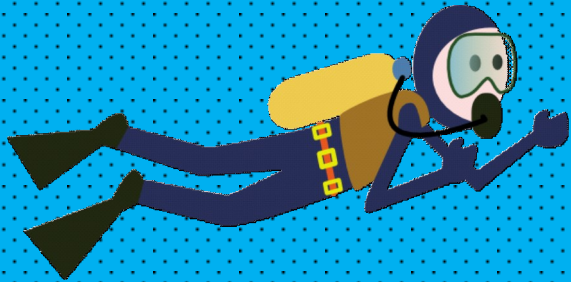
## Referencias

1. Alaluna G. Edgardo, 2012. Importancia del análisis de suelos para mejorar la producción agrícola (I parte). Gerencia Técnica de Agroasesoras.
2. Cueto W. José Antonio, Figueroa V. Uriel 2012. INIFAP. Impacto ambiental de la fertilización y recomendaciones para mejorar la eficiencia en el uso de nutrimentos, Querétaro.

3. Florio de R. Sunshine; R. Francisco; MSc. Florio Jazmín y Tec. Agr. Florio Gustavo 2011. Importancia del análisis de suelos en las unidades de producción agrícola y/o pecuaria,
4. García de M. A. 2005, Causas y consecuencias de la degradación de suelos.
5. González H. Fernando S. 2011. Contaminación por fertilizantes: "Un serio problema ambiental.
6. LifeSinergia 2006. Producción respetuosa en viticultura, impactos ambientales en agricultura.
7. Mackenzie L.D. 2005. "Ingeniería y ciencias ambientales", 1ª Edición, Editorial MacGraw-Hill, pag.77.
8. Martínez S. María J., Pérez S. Carmen 2005. "Contaminación de suelos" Grupo de investigación E08-48, Universidad de Murcia.
9. Ormeño D., M. A., C. Garnica y R. Varela. 2008. Recomendaciones para la toma de muestras de suelo con fines de diagnóstico de fertilidad y condición sanitaria. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Maracay, Venezuela. p. 11.
10. Torres D. Martín, 2010. Análisis de suelos: una herramienta clave para el diagnóstico de fertilidad de suelos y la fertilización de cultivos.



# Fisiología durante la práctica de buceo libre/apnea y scuba, así como leyes físicas subacuáticas



Carolina del Pilar Loyde Velasco

Carolinaloide@hotmail.com

## Resumen

El siguiente artículo, nos da a conocer la física aplicada al practicar buceo libre/apnea y scuba así como lo que sucede con el organismo humano a realizar inmersiones en un cuerpo hídrico, ya que es de suma importancia conocer estos parámetros para evitar tener lesiones durante su práctica.

**Palabra claves:** Fisiología, Apnea, Scuba, inmersión.

## Introducción

De las diversas formas de vida en la tierra, el ser humano siempre se ha sentido atraído por las profundidades del mar, una atracción proveniente quizá de la herencia recibida de nuestras anteriores formas de vida; o de la simple curiosidad por lo que se puede observar en estos fondos, y de los deseos por explotar las riquezas del mar (Mar del Plata Diver's, S/a), aventurando su organismo a sitios para los que la naturaleza no nos preparó.

El buceo es un deporte deslumbrante, podrás ver una cantidad increíble de flora y fauna marina, con colores hermosos, que te harán sentir como si estuvieras en un universo diferente (Aquaword, 2015). Aprendiendo algunas nociones básicas, teniendo buena forma física y el equipo adecuado, se puede disfrutar a lo grande debajo del agua, pero sobre todo, se

debe tener en cuenta que el buceo es un deporte de riesgo.

Esto nos lleva a cuestionar, ¿Qué sucede al exponer a mi organismo a un medio hídrico?, ¿Por qué conocer las leyes físicas que se experimentan?, ¿Existe normativa para la práctica de éste deporte?

Por lo tanto, es importante brindar especial atención al entrenamiento y contar con un buen equipo, también con la preparación y precaución necesarias, incluso quienes padezcan de enfermedades crónicas como diabetes mellitus o asma bronquial pueden practicar el buceo.

Para bucear, no solo es importante aprender las técnicas adecuadas, también es básico conocer las leyes fundamentales de la física. Si se conoce el proceso por el que pasa el cuerpo y la extraordinaria carga que supone para el organismo, pueden evitarse riesgos innecesarios (Onmeda, 2016).

También existen normas generales de seguridad internacionalmente aceptadas y regulaciones para buceo. Muchas de estas reglas vienen de las normas y procedimientos que las organizaciones de buceo usan y aplican para sus miembros para asegurarse un buceo disfrutable y seguro.

### **Planteamiento del problema**

El buceo, como cualquier actividad que el hombre desarrolla en un medio que no es el suyo natural, es arriesgado y sobre todo para aquellos que se lanzan a practicarlo sin tener en cuenta sus riesgos, por lo tanto, antes de dejar la atmósfera, deberá conocer perfectamente los problemas que existen bajo el agua, cómo reconocerlos y qué hacer cuando se presenten. Los problemas suelen ir precedidos de síntomas o de avisos que permiten prevenir un peligro, por lo que no hace falta decir, puede salvar en alguna ocasión la vida de un buceador (Galeón, s/a).

De esta manera, es importante dar a conocer lo que sucede al organismo al ponerse en otro ambiente y conocer los peligros, que todo buceador debe conocer para evitar situaciones de peligro innecesarias, como lo es la presión bajo el agua durante la inmersión (Scuba Diving Fan Club, 2014).

### **Justificación**

El buceo puede ser razonablemente seguro si se siguen unas normas elementales, ya que debe estar capacitado física y mentalmente, aunado a esto, ser conocedor de los peligros potenciales y de sus propias limitaciones.

Para practicar este deporte, se debe conocer y superar las situaciones peligrosas. Tiene que usar

con propiedad los aparatos en su óptima condición, según el estudio realizado en Universidad Federal de Pernambuco, Recife – Brasil, 2011, los riesgos percibidos y sus tipologías en la práctica de buceo, los individuos tienen miedo que algo pueda perjudicar su integridad física, teniendo incluso el temor de que los equipamientos no desempeñen la función esperada.

Un adecuado conocimiento de estas adaptaciones y de las particularidades anatomofisiológicas minimizará los riesgos asociados a la práctica del buceo ya que se pueden presentar situaciones de emergencia, y la Asociación Española de Pediatría, 2015, señala que el buceo ha tenido un gran auge en su práctica recreativa, en los últimos años, incluyendo a los niños, comporta riesgos y la posibilidad de accidentes. Mientras que las normativas, los requisitos y los riesgos del buceo en adultos están bien fundamentados, la evidencia científica en niños y adolescentes es escasa. Asimismo, las guías y recomendaciones existentes dirigidas a los adultos no pueden ser aplicadas directamente a los niños.



Por ello se requieren varias reglas y precauciones, afortunadamente diferentes agencias y líderes de agencias de buceo han llegado a ciertos acuerdos y estándares (Cortés, 2012).

Objetivo general: Analizar las leyes físicas durante la práctica buceo libre/apnea y scuba así como lo que le sucede al cuerpo.



## Objetivos específicos:

Conocer las leyes fundamentales de la física al practicar el buceo.

Explicar lo que sucede al organismo humano al sumergirse en un cuerpo hídrico.

## Metodología

El análisis adoptó un abordaje cualitativo de carácter descriptivo-explicativo.

Hipótesis. Conocer la vital importancia que tiene la física en la práctica del buceo, lo que sucede al cuerpo humano cuando se expone al ambiente acuático, así como sus consecuencias y parámetros que rigen su práctica.

## Variables

Los tres pilares de la física del buceo son el principio de Arquímedes, las leyes de presiones y las leyes de los gases (Martín, 2011). El primero explica el fenómeno de flotabilidad, el segundo la variación de la presión con la profundidad y la transmisión de la presión y el último el comportamiento de los gases al variar la presión, el volumen y la temperatura.

Los problemas relacionados con la presión que pueden sobrevenir a medida que el buceador desciende, podrán manifestarse en una o más de esas cavidades aéreas naturales. También pueden presentarse en relación con espacios de aire formados entre ciertas partes del equipo y el cuerpo del buceador que no pueden ser equilibrados. Los espacios aéreos naturales están comunicados con el exterior de manera que pueden equilibrar su presión con normalidad.

## Técnicas de comprobación

La visión subacuática

Bajo el agua, deberemos mantener los ojos en contacto con el aire, mediante el uso de la máscara de buceo, interponiendo un espacio de aire entre nuestros ojos y el agua.

De los rayos de luz que llegan a la superficie del agua, hay una parte que se refleja en ella, mientras que otra penetra en la misma. A lo primero se le llama reflexión, mientras que el segundo fenómeno se conoce como refracción. **(Ver Figura 1).**

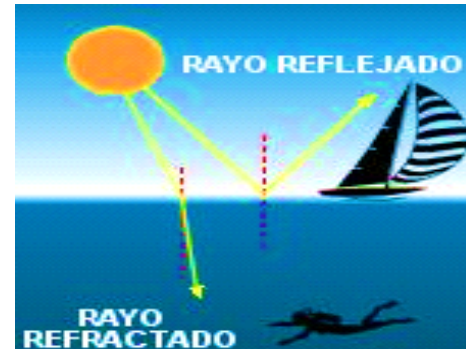


Figura 1. Reflexión.

Los sonidos en el agua los sonidos se propagan mucho mejor y a mayor velocidad que en el aire, a una velocidad aproximadamente cinco veces superior.

La flotabilidad, se rige según el Principio de Arquímedes: "Un cuerpo sumergido total o parcialmente en un líquido experimenta una fuerza ascendente igual al peso del líquido desplazado".

El cuerpo humano, de promedio por cada kilogramo de peso desplaza un litro de agua, que también pesa 1 Kg. Aceptaremos que al estar sumergido, ni se hunde ni flota. Un buceador sumergido estará prácticamente equilibrado, diremos que tiene flotabilidad neutra. **(Ver Figura 2).**



Figura 2. Flotabilidad.



## Presión y volumen

Los gases, al ser incapaces de mantener una forma o volumen, se reparten uniformemente por todo el volumen de su contenedor, siendo la densidad de un gas muchísimo menor que la de cualquier líquido o sólido. Existen diferentes gases, si bien a efectos de buceo los que nos interesan son los que componen el aire atmosférico: 79% de Nitrógeno, 20'97% de Oxígeno y 0'03% de Anhídrido Carbónico, principalmente.

Se define presión como la fuerza dividida por la superficie ( $P=F/S$ ). Como unidad de presión utilizamos la atmósfera, que es la que ejerce el aire que nos rodea a nivel del mar. El valor de 1 atmósfera es la presión resultante de efectuar una fuerza de 1 Kg. en una superficie de 1 cm<sup>2</sup> y aproximadamente equivale a un bar (1,03 bares = 1 atm.)

Ley de Boyle-Mariotte. Relación entre la presión y el volumen de un gas.

A temperatura constante, el volumen de un gas es inversamente proporcional a la presión a la que es sometido.

De acuerdo con esta ley, si denominamos  $V_1$  al volumen de un gas al someterlo a una presión  $P_1$ , y  $V_2$  al volumen del mismo gas al someterlo a otra presión  $P_2$ , se enuncia:

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

Si queremos hallar la relación entre el volumen de un gas al nivel del mar y el que tendrá a una determinada profundidad, deberemos aplicar esta fórmula junto con la anterior que relaciona presión y profundidad. **(Ver Figura 3).**

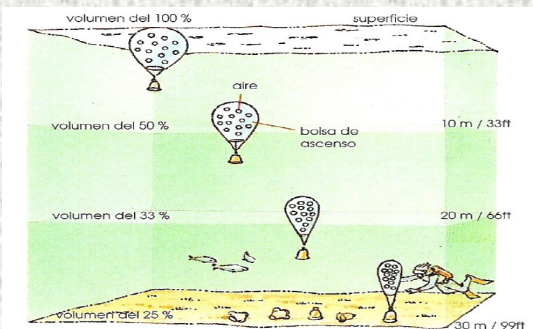


Figura 3. Ley de Boyle-Mariotte.

Ley de Dalton. Presiones parciales en mezclas gaseosas.

La presión total ejercida por una mezcla de gases es la suma de las presiones parciales de los gases que componen dicha mezcla.

Dicho de otra forma: a temperatura constante, la presión de una mezcla de gases es igual a la suma de las presiones a que estaría cada uno de los gases que la componen si ocupasen el volumen total de la mezcla.

$$P. \text{ Absoluta} = P. \text{ Parcial (1)} + P. \text{ Parcial (2)} + P. \text{ Parcial (3)} + \dots\dots$$

Dependiendo de la presión a que se someta un gas concreto, este afectará a nuestro organismo de una u otra forma. La Ley de Dalton nos permite conocer, cuando se efectúa una inmersión con aire, a qué profundidad cada gas contenido en el aire puede producir efectos nocivos para nuestro cuerpo. **(Ver Figura 4)**

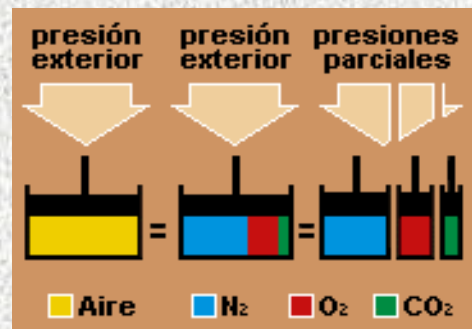


Figura 4. Presiones.

Ley de Henry. Disolución de un gas a diferentes presiones.

A temperatura constante, la cantidad de un gas que es absorbido por un líquido con el que se encuentra en contacto, es directamente proporcional a la presión.

Cuando a una temperatura constante, un gas entra en contacto con un líquido, se disuelve en él hasta el momento en que la presión exterior e interior alcancen el punto de equilibrio. **(Ver Figura 5).**





Figura 5. Ley de Henry.

#### Principio de Pascal

Cuando una presión actúa sobre un volumen cerrado, la presión en su interior es igual en todas partes, y actúa perpendicularmente sobre las paredes de su contenedor.

#### Ley de Charles

A volumen constante, la presión de un gas varía de forma directamente proporcional a la temperatura.

#### Efectos de la presión sobre el cuerpo humano

Los tejidos del cuerpo pueden soportar presiones altas. La mayor parte del cuerpo humano está compuesto por líquidos prácticamente incompresibles, lo que permite que las presiones externas se transmitan por todos los tejidos.

Si el aire es suministrado a la misma presión a la que se encuentra sometido el buceador, los espacios naturales del cuerpo, los pulmones, el oído medio, los senos, y a veces, el estómago y los intestinos, estarán en equilibrio de presiones con los tejidos del cuerpo y el exterior.

Los pulmones se ventilan con la respiración, el oído medio y los senos están conectados mediante conductos aéreos con la garganta y

la nariz. Si estos conductos fuesen bloqueados por congestión nasal o de los senos, por ejemplo, el aire contenido en estas cavidades no podría ser equilibrado a medida que el buceador desciende.

#### Compresión de gases en oídos

El oído externo está abierto al medio ambiente y por ello no representa un riesgo con la presión. Pero, el oído medio tiene un espacio de aire atrapado en su interior. Sin embargo, si la presión aquí se mantiene igual provocará un daño durante el descenso.

El conducto del oído medio a la nasofaringe debe de ser abierto para igualar la presión. Tapando la nariz y tratando de exhalar por ella con la boca cerrada se va a empujar el aire al oído medio y senos (compensar). Los oídos deben igualarse continuamente a intervalos durante el descenso. Si el buzo no logra presurizar sus oídos el tímpano se romperá. De esta manera entrará agua fría al oído medio y entrará el fluido del oído interno alterando las funciones del equilibrio. Una vez que sucedió esto deberá sujetarse de alguien hasta que el mareo y la náusea cedan, entonces deberá ascender y hacerse revisar por su médico a la brevedad posible.

#### Compresión de gases en senos nasales

Los senos son las cavidades que se encuentran en la estructura ósea del cráneo y están conectados por los conductos permanentemente abiertos a la nariz, en el buceador sano.

Durante el descenso no habrá problemas a menos que el conducto este bloqueado por un tapón de mucosidad. El tejido que reviste el seno sangrará llenando la cavidad de sangre y mitigando el problema. Si se siente algún dolor en los senos durante el buceo se debe suspender la buceada. Bucear con un fuerte resfriado o con fiebre causará inflamación en los tejidos de los conductos nasales, respiratorios y en las trompas de Eustaquio, además, habrá

secreción de mucosidad que puede causar bloqueo de imposibilidad de presurizar oídos y senos.

### Compresión de gases en pulmones

Cuando el buceador desciende, el aumento de presión provoca una disminución del volumen de aire de sus pulmones. Hacia los 30 metros de profundidad, en la figura 6 se observa que el volumen de aire se habrá reducido al equivalente al volumen residual.

### Compresión de gases (dientes)

Es raro que existan espacios de aire en los dientes sin embargo, estos pueden existir cuando hay un diente o muela careada; este espacio está sujeto a problemas de compresión durante el descenso y expansión en el ascenso, lo que causa dolor. Recuerde que el dentista es un aliado para el buceador.

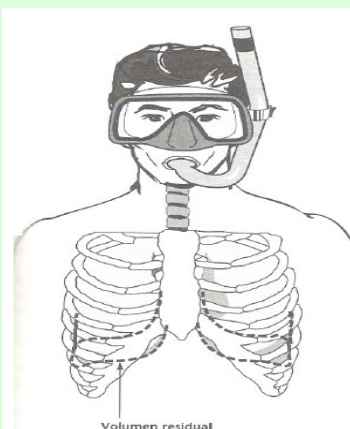


Figura 6

### Compresión de gases en el visor

Como el espacio de aire que llena el interior del visor sufre los efectos de la presión, hay que conseguir que esta sea idéntica a la presión ambiental, para lo cual durante el descenso hay que aspirar aire por la nariz dentro del visor. **(Ver Figura 7).**



Figura 7. Gases en el visor.

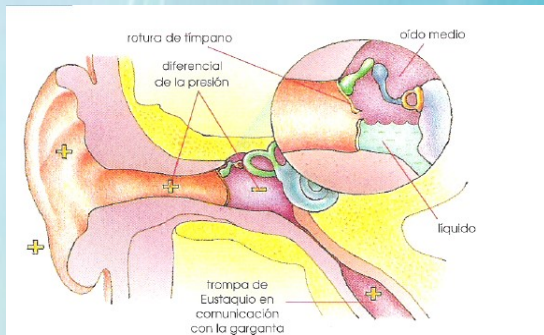
### Conclusiones

En este trabajo se dieron a conocer las leyes fundamentales de la física, aplicadas al buceo, actividad recreativa ya que es de vital importancia conocer las limitaciones de su equipo el prestar atención a los requerimientos específicos y sus limitantes en diferentes condiciones ambientales. Cuando se cumplen las normas de seguridad establecidas, el medio acuático raramente suele ser peligroso para el buceador que está adiestrado adecuadamente y en forma física, de lo contrario, traerá consecuencias en la salud (Galeón, S/a).

### Recomendaciones

Aprender a bucear y sumergirse bajo las aguas para observar todo los misterios que encierra, puede ser una experiencia mágica, especialmente cuando se realiza utilizando un equipo de buceo, ya que éste facilita, en gran manera, el poder realizar esta actividad única en su tipo, es de suma importancia saber muy bien cómo utilizarlo, ya que de esto depende no lesionarnos. Las lesiones son básicamente, ocasionadas en diferentes partes del cuerpo, como lo son los barotraumas, uno de ellos es la rotura de tímpano, como se observa en la Figura 7, por esto es necesario estar informado de la sucede al organismo humano al realizar actividades subacuáticas y saber cómo prevenir lesiones al momento de realizar éste deporte tan divertido, debido a ello existen parámetros que rigen el bucear y se debe tener el conocimiento necesario para tener un buceo seguro.





**Figura 7. Ruptura de tímpano.**

Este deporte tiene grandes aplicaciones en ingeniería ambiental, como lo es la caracterización de residuos en cuerpos hídricos, rescate de ecosistemas costeros, identificación de derrames petroleros, construcción de facilidades marinas, como lo son los muelles para el sector petroquímico, plataformas de recibo, construcción e instalación de boyas de amarre así como sistemas de anclaje submarinos, (Buzca S.A., 2015), Y qué mejor que vincular un deporte tan divertido con la ingeniería, de esto se hablará en la siguiente edición.

### Literatura Citada

Aquaword, (2015). 10 Razones Por Las Que Deberías Aprender A Bucear. Consultado en: <https://aquaworld.com.mx/10-razones-por-las-que-deberias-aprender-a-bucear/> Consultado el 09/05/16.

Buceo Donosti, (S/a). Física del buceo y sus leyes. Consultado en: <http://www.buceodonosti.com/buceodonosti/de/fisica-del-buceo-y-sus-leyes.asp?cod=2162&nombre=2162>. 10/05/16.

Buzca, (2015). Buzca, soluciones en Ingeniería. Consultado en: <http://www.buzca.com/servicios.htm>. 23/05/16.

Galeón, S/a. Problemas del buceo. Consultado en: <http://www.galeon.com/buceadores/tema3.htm>. 10/05/16.

Mar del Plata Diver's, (S/a). Breve Historia del buceo. Consultado en: <http://www.buceomardelplata.com.ar/brevehb.htm>. 09/05/16.

Martín J., 2011. Un poco de física para comprender mejor el buceo. Consultado en: <http://quesabesdebuceo.blogspot.mx/2011/06/un-poco-de-fisica-para-comprender-mejor.html>. 09/05/16.

Marques R., Kovacs M., Barbosa M., Siqueira G., Aguiar E., (2011). Riesgos percibidos en la práctica del buceo Scuba, La perspectiva del consumidor, Universidad Federal de Pernambuco, Recife – Brasil.

Onmeda, (2016). El buceo, una experiencia bajo el agua. Consultado en: <http://www.onmeda.es/deporte/buceo.html>. 10/05/16.

Scuba Diving Fan Club, (2014). Riesgos Del Buceo. Consultado en: [http://www.scubadivingfanclub.com/Riesgos\\_del\\_Buceo.html#sthash.x7pRPsNJ.dpbs](http://www.scubadivingfanclub.com/Riesgos_del_Buceo.html#sthash.x7pRPsNJ.dpbs). 09/05/16.

### Literatura base:

Dirección General De Ciencia Y Tecnología Del Mar, 2009. Módulo V: GUÍA DE BUCEO DEPORTIVO.



# EVALUACIÓN DE LA REMOCIÓN DE PESTICIDAS EN AGUAS RESIDUALES APLICANDO EL PROCESO FENTON

Alejandra Coutiño Bach\*

Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.  
alexalizeth\_bach@hotmail.com

## Resumen

Se investigó la oxidación catalítica de agua residual con pesticidas utilizando el proceso Fenton a escala laboratorio. Los valores de la DQO inicial del agua problema se encuentran en 722 mg/L y 512.5mg/L. Se evaluó el efecto de la concentración del  $H_2O_2$  al 30% y el tiempo de agitación óptimo para la reacción. Obteniendo hasta el momento una remoción del 44% y 69% respectivamente, por lo que se establece que el mejor tratamiento resulta con las condiciones de pH 3  $\pm 0.1$ , 100mg/L de  $Fe^{2+}$  y 500mg/L de  $H_2O_2$ . Este estudio aún se encuentra en pruebas preliminares.

**Palabras clave** Oxidación, Reacción Fenton, Plaguicidas.

## Introducción

Según la FAO (2002) la agricultura representa la mayor proporción de uso de la tierra por el hombre. El estado de Chiapas se caracteriza por ser eminentemente agropecuario ya que el 60% de la superficie estatal se ocupa en alguna actividad productiva (Rivero et al., 2014). Debido a la gran demanda de agroquímicos que ejerce la agricultura a gran escala de hoy, se han producido daños significativos tales como, esterilización el suelo, además de haber provocado la contaminación de las aguas subterráneas y el enriquecimiento de las aguas superficiales, tanto continentales como costeras (Ceccon, 2008), lo que representa uno de los problemas más significativos en casi todos los países desarrollados y cada vez más, en países en desarrollo (FAO, 2002).

Las principales fuentes de contaminación de pesticidas son las aguas residuales de las industrias agrícolas y plantas de formulación o fabricación de plaguicidas (Chiron et al, 2000). Diversos informes de las Naciones Unidas han indicado que menos del 1% de todos los pesticidas utilizados en la agricultura son incorporados a los cultivos, el resto termina contaminando suelo, aire y principalmente el agua (Rodríguez, 2007). Así, considerando que los pesticidas están constituidos por moléculas prácticamente biorecalcitrantes, los procesos fisicoquímicos se convierten en una de las primeras opciones de tratamiento (Herrera, 2014). Por ello, el presente estudio tiene como objetivo el evaluar la remoción de pesticidas en aguas residuales aplicando el proceso Fenton, el cual resulta ser uno de los métodos más eficaces de oxidación de contaminantes orgánicos, los cuales son degradados por los radicales hidroxilo generados a partir de  $H_2O_2$  en presencia de  $Fe^{2+}$  como catalizador (K. Barbusinski, 2001) este método presenta una serie de ventajas frente a otro tipo de tratamientos debido a la abundancia y bajo costo del hierro



y, por otro lado, la facilidad de manejo del H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y su descomposición en productos inocuos para el ambiente (Rodríguez et al., 2010).

## Metodología

La estructura del trabajo se puede observar en la Figura 1. Se realizó el reconocimiento del sitio de estudio, el muestreo, caracterización y tratamientos preliminares. Posteriormente se aplicará el proceso Fenton haciendo análisis de la concentración de pesticidas respecto a la remoción de la materia orgánica medida como DQO y se determinará el color verdadero del efluente.

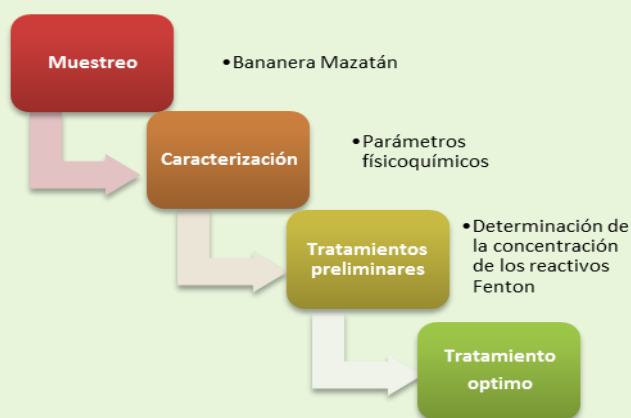


Figura 1 : Esquema de la metodología a utilizar

**Muestreo:** se realizó en una de las plataneras ubicada en el municipio de Mazatán, Chiapas, en el mes de enero de 2016, se recolectó suficiente muestra para realizar la caracterización y tratamientos preliminares, éstas fueron colocadas en recipientes de polipropileno, previamente acondicionados para muestreo, posteriormente se transportaron al laboratorio de Ingeniería Ambiental en la UNICACH y se mantienen a 4°C.

**Caracterización:** se determinaron los parámetros físico-químicos, tales como: pH, color verdadero,

alcalinidad, sólidos suspendidos totales y demanda química de oxígeno de acuerdo a la normatividad aplicable (ver tabla 3) y con la finalidad de conocer las propiedades del agua problema y observar los cambios después de los tratamientos aplicados. Dichos parámetros se realizaron por triplicado para obtener datos estadísticos significativos y confiables.

Tabla 3 Normas Mexicanas aplicables para la caracterización de parámetros fisicoquímicos.

| Parámetros físicoquímicos - Normas Mexicanas |                      |
|--|----------------------|
| pH   | NMX-AA-008-SCFI-2011 |
| Color  | NMX-AA-045-SCFI-2001 |
| Alcalinidad                                  | NMX-AA-036-SCFI-2001 |
| Sólidos suspendidos totales                  | NMX-AA-034-SCFI-2001 |
| DQO-TS                                       | NMX-AA-030-SCFI-2001 |

**Tratamientos preliminares:** en este punto se establece como objetivo determinar la concentración óptima del reactivo peróxido de hidrógeno y Fe<sup>2+</sup> realizando pruebas a diferentes concentraciones (ver tabla 4), primero variando la concentración del H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y manteniendo fija la adición de Fe<sup>2+</sup>, posteriormente haciendo variaciones en la concentración de Fe<sup>2+</sup> y fijando la del H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, el tiempo de reacción se estableció de 2 horas de acuerdo con la bibliografía consultada, 200 rpm en la mezcla rápida y 30 rpm mezcla lenta, tomándose alícuotas cada 15 minutos y analizando la disminución de la DQO para poder establecer el tiempo de reacción final.

Tabla 4 Diseño experimental (pruebas preliminares)

| pH                               | 3 T1    | 3T2     | 3T3     |
|----------------------------------|---------|---------|---------|
| [H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] | 100mg/L | 300mg/L | 500mg/L |
| [Fe <sup>2+</sup> ]              | 100mg/L | 100mg/L | 100mg/L |

## Resultados y discusión

En este apartado se muestran los resultados de la etapa experimental.

Sin embargo, cabe mencionar que el estudio aún continúa en pruebas.

Se realizó una prueba preliminar para determinar si efectivamente el proceso Fenton lograba remover o bien disminuir la DQO del agua residual con pesticidas. En la figura 1 se observa que el comportamiento de la DQO respecto al tiempo la cual va disminuyendo significativamente teniendo la mayor eficiencia a partir de la primer hora de reacción con un 50.77% de remoción (350 mg/L de DQO), es decir, el método es efectivo pero se necesita realizar mayor número de pruebas para mejores resultados

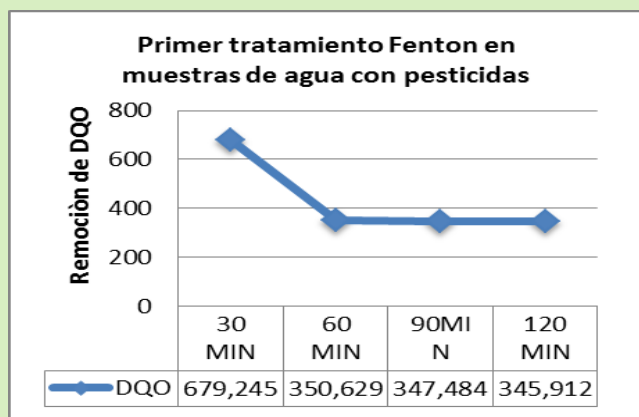


Fig.1- Primer tratamiento Fenton, con concentración de 20mg/L de Fe<sup>2+</sup> y 500mg/L de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

Posteriormente, se realizaron 3 tratamientos a diferentes concentraciones del reactivo Fenton (Fe<sup>2+</sup>/ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ver tabla 4), en la figura 2 se observa el comportamiento de la DQO a través de los 3 tratamientos aplicados, en el cual se aprecia que el tratamiento 1 y 3 han sido hasta el momento los más aceptables teniendo una valor de DQO inicial de 721.7 para ambos y una DQO final de 469.6 y 405.6 respectivamente.

Sin embargo el tratamiento 2 no ha presentado eficiencias.

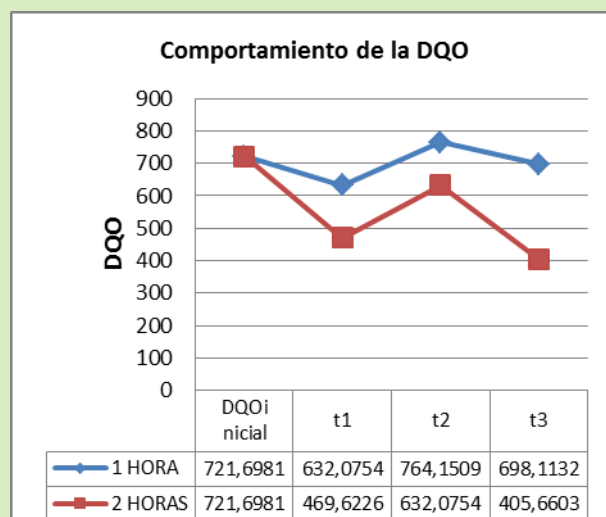


Fig. 2. Comportamiento de la DQO en los tres tratamientos Fenton.

Finalmente se aprecia el tratamiento con mayor eficiencia en la fig. 3 en el cual el tratamiento 3 arrojó un 44% de remoción. Esto puede ser debido a que se utiliza mayor dosis de peróxido de hidrogeno siendo este el agente oxidante mediante el cual se forman los radicales hidroxilo, especies altamente oxidantes, los cuales van a degradar a la materia orgánica.

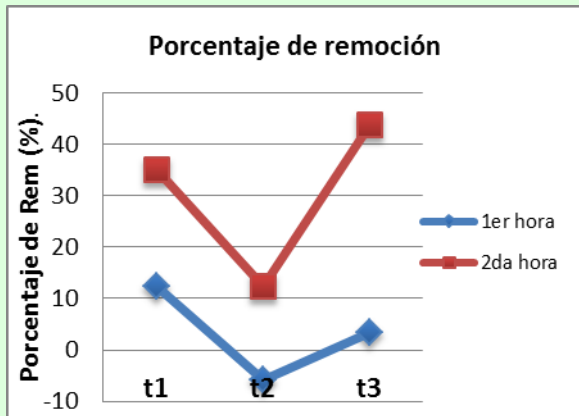


Fig. 3. porcentaje de remoción de la DQO

Para la muestra con valor de DQO de 512.5 mg/L se encontró que el T3 tuvo mayor eficiencia presentando un 69% de remoción de la materia orgánica medida como DQO (Ver fig. 4)

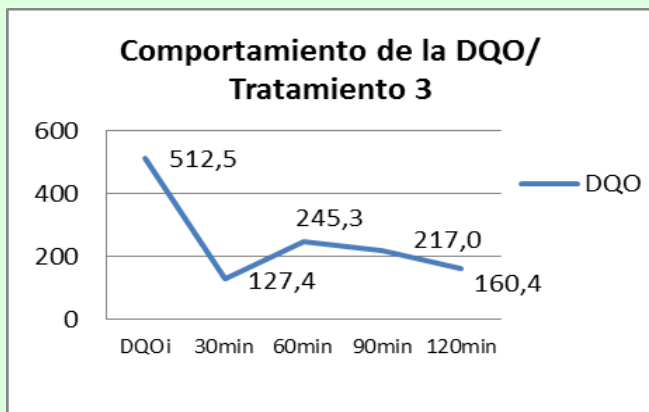


Fig. 3 Comportamiento de la DQO en el tratamiento 3

Autores como (Li, Yang, Cheng, Zeng, Yu, & Guo, 2009), Wang y Col. (2015) reportan que la eficiencia en la remoción de la DQO en aguas con pesticidas está estrictamente influenciada a la relación  $Fe^{2+}/H_2O_2$  que se aplique, al valor del pH con el que se trabaje y al tiempo de reacción que aplique.

Lo que se puede observar en las figuras anteriores es que la DQO empieza a variar a partir de la primer hora de reacción. Lo cual significa que una hora puede ser suficiente para

el tratamiento, mas es importante seguir realizando pruebas para corroborar dicha hipótesis.

### Conclusión

Se ha encontrado que los procesos avanzados de oxidación son métodos técnica y ambientalmente factibles para la degradación de compuestos refractarios como los pesticidas. El proceso Fenton representa uno de los POAs más eficientes en la degradación de compuestos orgánicos refractarios, este método es útil como pretratamiento de compuestos no biodegradables (Domènech et al., 2012).

En conclusión, se ha encontrado hasta el momento dos tratamientos aceptables; El tratamiento 1 con una concentración de 100mg/L de  $Fe^{2+}$  y 100mg/L de  $H_2O_2$  y un valor de DQO final de 469.6 mg/L, y el tratamiento 3 con una concentración de 100mg/L de  $Fe^{2+}$  y 500mg/L de  $H_2O_2$  teniendo una DQO final de 405.6 mg/L. sin embargo, sería más aceptable optar por el tratamiento uno ya que se utilizó menos reactivo y se obtuvo una remoción similar al tratamiento 3

### Bibliografía

- Ceccon, E. (2008). La revolución verde tragedia en dos actos. *Ciencias UNAM*, 10.
- Chiron, S., Fernández, A. A., Rodríguez, A., & García, C. E. (2000). PESTICIDE CHEMICAL OXIDATION: STATE OF THE ART. *PERGAMON*, 366-377.
- Domènech, X., Jardim, W., & Litter, M. (2012). Procesos avanzados de oxidación: parte 1: Procesos avanzados de oxidación para la eliminación de contaminantes. Rosario, Argentina.



FAO. (2002). *Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030. informe resumido*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Herrera, J. C. (mayo de 2014). PROCESOS FENTON Y FOTO-FENTON PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LABORATORIO MICROBIOLÓGICO EMPLEANDO  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  SOPORTADO EN NANOTUBOS DE CARBONO. Bogotá, Colombia: PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA.

K. Barbusinski, K. F. (2001). Use of Fenton's Reagent for Removal of Pesticides from Industrial Wastewater. *Polish Journal of Environmental Studies*, 207-212.

Li, R., Yang, C., Cheng, H., Zeng, H., Yu, G., & Guo, J. (2009). Removal of Triazophos pesticide from wastewater with Fenton reagent. *Journal of Hazardous Materials*, 5.

Rivero Pérez, N., Trejo Acevedo, A., & Herrera Portugal, C. (2014). exposición a plaguicidas en niños de la zona platanera del Soconusco, Chiapas. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*, 10.

Rodríguez, C. F. (2007). Tratamientos de depuración de aguas residuales contaminadas con pesticidas. *Vector plus*, 10.

Wang, N., Zheng, T., Zhang, G., & Wang, P. (2015). A review on Fenton-like processes for organic wastewater treatment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 26.

Zavala, A. V. (2007). electrogeneración del reactivo de fenton para el tratamiento de aguas residuales. México, Cd. de México, México.





# Proposición para el manejo adecuado de Residuos Sólidos no peligrosos en hospitales

Ángel de Jesús Olivares López

Escuela de Ingeniería Ambiental

## Introducción

Los Residuos Sólidos Hospitalarios (RSH) son manejados de manera incorrecta en la mayoría de instituciones médicas, depositando todos los residuos generados en un contenedor sin darle la separación adecuada para su disposición en el almacén temporal.

El objetivo es proponer un plan de manejo de RSH para hospitales, buscando la reducción de gastos por disposición final y ganancia de los residuos al separarlos, para ello se tendrá que imponer una metodología que sea adaptable al ambiente de trabajo de acuerdo a las normas y cumpliendo con ellas sea según la etapa en la que se aplique, siendo este el plan de manejo de residuos de manejo especial que define la NOM-161-SEMARNAT-2011<sup>[4]</sup> de acuerdo a la cantidad generada y el primer plan de manejo en el estado de Chiapas.



Figura 1. Área de ultrasonido.

## Metodología



Durante el estudio se espera obtener la cantidad de áreas en las que se recolectarán los residuos sólidos por cada piso con la que el hospital cuenta.

Así mismo durante la identificación de las áreas tomar nota de la cantidad de contenedores con la que cuenta el hospital.

Se determinarán los grupos de trabajo y la organización de los mismos.

Proponiendo la hora de recolección para su respectiva caracterización de acuerdo a las siguientes normas:

- NMX-AA-015-1985<sup>[6]</sup>
- NMX-AA-022-1985<sup>[5]</sup>
- NMX-AA-61-1985<sup>[4]</sup>



## Conclusiones

Para elaborar el plan de trabajo se espera la colaboración y accesibilidad del personal y el apoyo por los alumnos, para hacer un estudio eficiente y lo más exacto posible.

Para la caracterización se espera obtener la cantidad generada de cada residuo, el peso obtenido tanto por horario y día. Saber si alguno tiene valorización y su ingreso en el mercado.

## Referencias

1. [www.semarnat.gob.mx/temas/residuos-sólidos-urbanos](http://www.semarnat.gob.mx/temas/residuos-sólidos-urbanos)
2. Norma oficial mexicana nom-161-semarnat-2011, que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.
3. <http://www.estadistica.mat.uson.mx/Material/elmuestreo.pdf>
4. NORMA MEXICANA NMX-AA-61-1985, PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION DEL SUELO-RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES-DETERMINACION DE LA GENERACION
5. NORMA MEXICANA NMX-AA-22-1985. PROTECCIÓN AL AMBIENTE - CONTAMINACIÓN DEL SUELO - RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES - SELECCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SUBPRODUCTOS
6. NORMA MEXICANA NMX-AA-15-1985. PROTECCIÓN AL AMBIENTE - CONTAMINACIÓN DEL SUELO - RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES - MUESTREO - MÉTODO DE CUARTEO



# ¿Sabías que 1 centímetro de suelo puede tardar en formarse entre 100 y 1.000 años?

Los suelos son un recurso no renovable, su conservación es esencial para la seguridad alimentaria, el mantenimiento de los ecosistemas y un futuro sostenible. Para comprobar los vulnerables que resultan, vamos a utilizar un símil. Supongamos que el planeta Tierra es una manzana. La cortamos en cuartos y tiramos tres. El cuarto que queda representa la tierra firme. El 50% de ella son desiertos, tierras polares o montañas, donde la temperatura es demasiado alta o demasiado baja y la altura excesiva para la agricultura y la ganadería. Cortemos el cuarto restante por la mitad. El 40% de lo que queda es suelo demasiado rocoso, escarpado, bajo, pobre o húmedo para sustentar la producción de alimentos.

Si cortamos esta parte, lo que nos queda es un trozo de manzana muy pequeño. Observemos por un momento su piel, que cubre y protege la superficie. Esta fina capa representa la cubierta superficial de la Tierra. Si la pelamos, nos haremos una idea de lo escasa que es la tierra fértil de la que dependemos para alimentar a toda nuestra población. Además, debe 'competir' con edificios, carreteras y vertederos y, por si esto fuera poco, es vulnerable a la contaminación y a los efectos del cambio climático. A menudo, el suelo sale perdiendo.

**Gaceta realizada**

**por el cuerpo académico:**

**Estudios Ambientales y Riesgos Naturales.**

**Escuela de Ingeniería Ambiental**