



KUXULKAB'

ISSN 1665-0514

REVISTA DE
DIVULGACIÓN
División Académica de Ciencias Biológicas

• Volumen XIV • Número 26 • Enero - Junio 2008 •

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco



KUXULKAB'

ISSN 1665-0514

REVISTA DE DIVULGACIÓN

División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Kuxulkab' Voz chontal - tierra viva, naturaleza

CONSEJO EDITORIAL

Dra. Lilia Gama
Editor en jefe

Dr. Randy Howard Adams Schroeder
Dr. José Luis Martínez Sánchez
Editores Adjuntos

Biol. Ma. Leandra Salvadores Baledón
Editor Asistente

COMITÉ EDITORIAL EXTERNO

Dra. Silvia del Amo
Universidad Veracruzana
Dra. Carmen Infante
Servicios Tecnológicos de Gestión Avanzada
Venezuela

Dr. Bernardo Urbani
Universidad de Illinois
Dr. Guillermo R. Giannico
Fisheries and Wildlife Department,
Oregon State University
Dr. Joel Zavala Cruz
Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Israel López Gama
Apoyo editorial

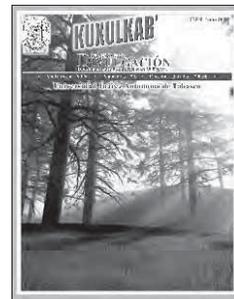
Publicación citada en:

- El índice bibliográfico PERIÓDICA., índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias. Disponible en <http://www.dgbiblio.unam.mx>
- E-mail: publicaciones@cicea.ujat.mx
- <http://www.ujat.mx/publicacion>

KUXULKAB' Revista de Divulgación de la División Académica de Ciencias Biológicas, publicación semestral de junio 2001. Número de Certificado de Reserva otorgado por Derechos: 04-2003-031911280100-102. Número de Certificado de Licitud de Título: (11843). Número de Certificado de Licitud de Contenido: (8443). Domicilio de la publicación: Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Tabasco. Tel. y fax (93) 54 43 08. Imprenta: Imagen Gráfica, Morelos y Pavón No. 211. Col Miguel Hidalgo C. P. 86150 Villahermosa, Tabasco. Distribuidor: División Académica de Ciencias Biológicas Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Tabasco.

Nuestra Portada:

Diseñada por:
Liliana López Gama
Estudiante de diseño y
comunicación visual
FES Cuautitlán



Estimados lectores de Kuxulkab´.

Este primer semestre del 2008 ha puesto a nuestro estado en un proceso de reconstrucción con un alto compromiso y mayor conciencia de los impactos que ocasionamos al ambiente y que seguramente se magnifican dada la vulnerabilidad geográfica de nuestro estado. Los esfuerzos hoy están dirigidos a generar tanto estrategias de mitigación como de adaptación a fenómenos extremos que se presenten en nuestro estado.

El número que ahora se presenta agrupa una interesante variación que incluye varios artículos relacionados con los servicios ambientales. En ellos se presentan resultados de investigaciones de tesis vinculadas a proyectos de investigación que se llevan a cabo en nuestra escuela por académicos y estudiantes. Los doce artículos incluidos en este número destacan la importancia tanto de estudios básicos como aplicados en una amplia gama de temas como son alternativas sustentables, y captura de carbono, incluyendo datos del conocimiento tradicional de las plantas y aspectos relacionados con los parásitos de peces. Se presenta a su vez información resultante de investigaciones relacionadas con la gestión en el área ambiental.

Como siempre, los invitamos a enviarnos sus manuscritos y esperamos que esta invitación cada vez más sea aprovechada en especial por nuestros estudiantes, no sólo aquellos que han terminado o se encuentran realizando sus proyectos de tesis cuyos resultados de sus investigaciones quieran compartir, sino también a aquellos estudiantes que mediante notas informativas que desarrollen durante sus cursos quieran compartir con nuestros lectores los temas que consideren serán de interés general o de utilidad a sus compañeros. Agradecemos el interés de los colaboradores de otras instituciones interesadas en la divulgación de la ciencia que comparten con nosotros temas de interés general así como los resultados de sus proyectos y los exhortamos a continuar haciéndolo. Reiteramos nuestro sincero continuo agradecimiento a los colegas que desinteresadamente colaboran en el arbitraje que nos permite mantener la calidad de los trabajos.

Lilia Gama
Editor en Jefe

Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
Director

División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco



Restauración de suelos contaminados con hidrocarburos mediante la utilización de cal viva

Ing. Mayra Janet Méndez López
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias Biológicas
Carr. Villahermosa-Cárdenas km 0.5 entronque con Bosques de Saloya
Villahermosa Tabasco 94250
mayra9898@gmail.com

Resumen

En este trabajo se presenta la tecnología de estabilización-solidificación como una alternativa para la restauración de suelos contaminados con hidrocarburos mediante la utilización de cal viva. Se describen los objetivos de esta tecnología, las características principales, las técnicas utilizadas para lograr la estabilización-solidificación, las reacciones que ocurren entre la cal y el suelo contaminado.

Introducción

La Estabilización-Solidificación (E/S) data desde los años 70, es una tecnología que ha evolucionado a partir de la estabilización de suelos dentro de la industria de la construcción, el tratamiento de residuos nucleares radioactivos, y la estabilización de escorias o relleno de minas. La U.S. EPA designa a los sistemas E/S como tecnologías aceptadas para el tratamiento de residuos y como mejor tecnología disponible y demostrada para 44 residuos listados en EPA bajo las restricciones de disposición en terrenos. La E/S es una tecnología utilizada para la restauración sitios contaminados con hidrocarburos.

Proceso de Estabilización-Solidificación

El proceso E/S se basa en la adición de uno ó más agentes aglomerantes para convertir al residuo en un sólido con integridad estructural y evitando la migración de contaminantes. Los aglomerantes que existen son:

- Aglomerantes orgánicas: incluyen a los polímeros orgánicos, poliéster, asfalto.
- glomerantes inorgánicos: incluyen al cemento, cal, puzolanos, yeso (Freeman, 1988).

El nombre de esta técnica describe las dos etapas fundamentales en la que esta basada:

La **Estabilización** se realiza a través de la adición de reactivos que mejoran el manejo y las características físicas del residuo, disminuyen la superficie a través de la cual puede tener lugar la transferencia o pérdida de contaminantes.

La **Solidificación** se describe como el proceso en el que se añade cantidad suficiente de material solidificante, incluidos sólidos, a los materiales peligrosos para originar una masa solidificada. La solidificación de la masa se realiza mediante la adición de reactivos que aumentan la resistencia, disminuyen la compresibilidad y permeabilidad del residuo (La Greca *et al.*, 1996).

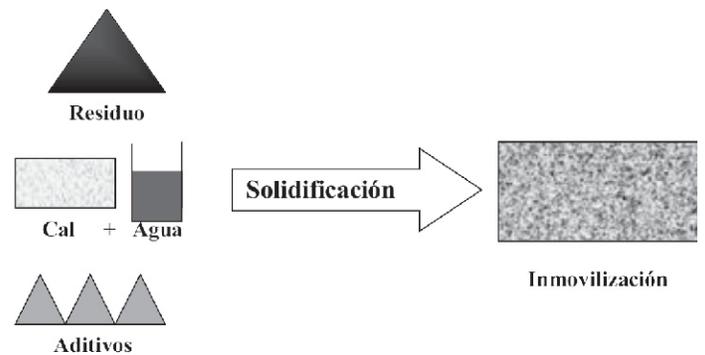


Figura 1. Proceso de Estabilización-Solidificación.

Objetivos principales de la Estabilización-Solidificación

- Reducir la movilidad o solubilidad del contaminante; con esto garantizar que al tener lo menos móvil posible a un contaminante se reduzca el riesgo de propagación del mismo en otros

medios.

- Mejorar el manejo del contaminante mediante la formación de materiales sólidos sin líquidos libres para evitar su dispersión.
- Disminuir la superficie expuesta a la transferencia o pérdida de los contaminantes; con esto evitamos la contaminación de otros materiales.

Técnicas utilizadas para lograr la Estabilización-Solidificación

Existen varias técnicas que están involucradas en la realización de una buena estabilización-solidificación en suelos contaminados con hidrocarburos. A continuación se describen las técnicas más utilizadas para lograr la E/S.

Macroencapsulación:

Es el mecanismo por el cual los constituyentes del residuo peligroso quedan atrapados físicamente en una matriz estructural de mayor tamaño, es decir los constituyentes del residuo peligroso se retienen en los poros discontinuos del material estabilizante. Si se produce la degradación física (descomposición) del material estabilizado, incluso si es en partículas de gran tamaño, los compuestos atrapados quedan libres para migrar. Por lo tanto, los contaminantes estabilizados únicamente por macroencapsulación pueden aparecer en el medio ambiente si no se conserva la integridad de la masa.

Microencapsulación:

Los constituyentes de los residuos peligrosos quedan atrapados en el interior de la estructura cristalina de la matriz solidificada a nivel microscópico. Como resultado, incluso si los materiales estabilizados se degradan a partículas de tamaño relativamente pequeños, la mayor parte del residuo peligroso permanece atrapado.

Absorción:

Es el proceso por el cual los contaminantes son tomados por el sorbente de manera similar a como una esponja toma el agua. Como en la estabilización, la absorción precisa de un material sólido (absorbente) que empape o absorba los líquidos libres del residuo. Este proceso se emplea principalmente para eliminar los líquidos libres de manera que se mejoren las características de manejo del residuo, es decir para solidificar el residuo.

Adsorción:

Es el fenómeno por el cual los contaminantes quedan ligados de manera electroquímica a los agentes de estabilización de la matriz. Se consideran fenómenos de superficie característicos y la naturaleza de la unión puede ser por fuerzas de van der Waals o puentes de hidrógeno.

Precipitación:

Algunos procesos de estabilización precipitan los contaminantes del residuo dando lugar a una forma más estable de los constituyentes dentro del residuo, los precipitadores tales como hidróxidos, sulfuros, silicatos, carbonatos y fosfatos quedan así contenidos en la masa estabilizada como parte de la estructura del material (LaGreca *et al.*, 1996).

Reacciones entre la Cal y el Suelo Contaminado

La alta superficie específica y las cavidades internas de la cal hacen que se adsorban gran cantidad de compuestos orgánicos. Eventualmente, el agua penetra en la superficie hidrófoba del óxido de calcio, reacciona con él según una reacción exotérmica y fractura el material en partículas muy pequeñas (Conner *et al.*, 1998). Por otro lado, la cal, al reaccionar con el residuo, puede dar lugar a silicato cálcico, aluminato cálcico o aluminosilicato cálcico hidratado (LaGreca *et al.*, 1996).

La reacción de la cal con el suelo se divide en dos etapas: en la primera etapa se tiene una reacción rápida inicial del tipo iónico y de floculación y en la segunda etapa se tienen reacciones de carbonatación, puzolánicas y aparición de nuevos compuestos minerales (Fernández, 1991).

Durante la primera etapa de reactividad cuando es agregada la cal al suelo, esta reacciona con el agua y se produce una hidratación, según la ecuación siguiente:



Esta reacción es altamente exotérmica, produciendo aproximadamente 17×10^9 joules por kilogramo de óxido de calcio. A los pocos minutos del mezclado hay una disminución en la plasticidad del suelo arcilloso causado por la floculación de las partículas de arcilla. Este es acompañado por un aumento en la

fuerza causado por la deshidratación y los cambios fundamentales en la química de las partículas de arcilla (Bone *et al.*, 2004).

La cal reacciona sobre las arcillas contenidas en el suelo debido al intercambio catiónico, reemplazando a los cationes alcalinos Na^+ , presentes en los minerales arcillosos, por cationes de calcio (Ca^{++}). Adicionalmente el aporte de iones Ca^{++} y OH^- hace que se desarrollen fuerzas eléctricas que flocculan la parte arcillosa aumentando la relación de vacíos (Fernández, 1991).

Durante la segunda etapa del proceso de reacción involucra la solidificación, esta sucede dentro de un periodo de días o semanas y el resultado es una reacción puzolánica. Aquí ocurre la carbonatación, esta se lleva a cabo en las superficies expuestas al aire e involucra la transformación de la cal a carbonato de calcio, debido a la adsorción por esta del bióxido de carbono (Glendinning *et al.*, 1998).

Las puzolanas son materiales silicios o aluminosos finamente divididos y que en la presencia de humedad reaccionan químicamente con el hidróxido de calcio, para producir un producto cementante (LaGrega *et al.*, 1996).

Entre los materiales puzolánicos se encuentran las cenizas volantes, escorias de incineración y polvo de hornos de cemento (Coz, 2001). La adición de cal a la arcilla en cantidades apropiadas (generalmente entre 1-7% w/w) eleva el pH del suelo a 12.5 y esto promueve la disolución de sílice y alumina. Los productos de la reacción son C-S-H y C-A-H (Bone *et al.*, 2004).

Las estructuras puzolanas resultantes se denominan aluminosilicatos amorfos (LaGrega *et al.*, 1996). El resultado es un resistente, gel insoluble en agua que cementa las partículas del suelo (McKinley *et al.*, 2001). Con la adición de cal en suelos arcillosos se pueden obtener alguno de los efectos siguientes:

- Se reduce el índice plástico en forma considerable; esto se debe generalmente a un pequeño incremento en el límite plástico y una considerable reducción en el límite líquido.
- El agua y la cal colaboran para acelerar la disgregación de los grumos de arcilla durante la

operación de pulverización, lo cual facilita la trabajabilidad

- Se reducen los efectos aglomerantes. En áreas pantanosas o donde los suelos tienen humedades superiores a la óptima, la aplicación de la cal facilita el disgregado del suelo, lo que a su vez propicia un secado más rápido. Las contracciones y expansiones debidas a cambios de humedad se reducen considerablemente.
- La resistencia del suelo a la compresión se incrementa. La capa estabilizada proporciona una excelente plataforma de trabajo para la construcción de las capas superiores de la sección estructural de un camino (Fernández, 1991).

Se ha observado que el incremento en la temperatura acelera en mucho a la acción de la cal y permite una cristalización más rápida de las nuevas especies formadas. Debe tenerse presente que es indispensable la presencia del agua para tener éxito en el tratamiento, y que la presencia de carbonatos y materia orgánica en el suelo, inhiben la acción de la cal. Cuando el pH de la mezcla suelo-cal alcanza un valor a 12.40 (pH de la cal a 25°C), queda satisfecha la reacción suelo-cal (Fernández, 1991).

Existen métodos para el mejoramiento del tratamiento de estabilización de suelos con cal, uno de ellos consiste en añadir una cantidad considerable de un compuesto sílice al suelo, este junto con la sílice nativa del suelo ayudara a disminuir la solubilidad del aluminio libre en la arcilla que contiene el suelo y con lo cual se promoverá la formación aun más de hidratos de silicato calcio sobre la formación de hidratos de aluminato de calcio en una reacción resultante puzolánica que ocurre en los suelos que contienen arcilla, por lo cual el potencial de la reactividad de la arcilla que contienen los suelos con la cal proporcionada por el tratamiento de estabilización es mejorado (McKennon, *et al.*, 1994).

Asimismo hay que considerar la necesidad de utilizar cales de buena calidad, es decir, que contenga un alto porcentaje de cal libre y que además la cal se presente como un polvo muy fino y no carbonatado, para evitar respuestas desfavorables a la estabilización.

Literatura Citada

Amltava Roy, Harvill C. Eaton," Frank K. Cartledge, and Marty E. Tittlebaum, 1992. Solidification/Stabilization of Hazardous Waste: Evidence of Physical Encapsulation. Colleges of Engineering and Bask Sciences, Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana. American Chemical Society Environ. Sci. Technol., Vol. 26, No. 7.

B. D. Bone, L H. Barnard, D.I. Boardman, P.J. Carey, C.D. Hills, H.M. Jones, C.L. MacLeod and M. Tyrer. 2004. Review of scientific literature on the use of stabilisation/solidification for the treatment of contaminated soil, solid waste and sludges Science Report SC980003/SR2. (www.environment-agency.gov.uk)

Conner, J.R. 1990. Chemical Fixation and Solidification of Hazardous Wastes. Van Nostrand Reinhold. P. 692.

Conner J.R. and Hoeffner S.L. 1998. The History of Stabilisation/Solidification Technology. Critical Reviews in Environmental Science and Technology 28, pp. 325-396.

EPA. 2001. Guía del ciudadano: Tecnología de Restauración Ambiental, EUA.

EPA. 1997. Innovative Site Remediation Technology, Solidification/Stabilization. Design & Application, Volume 4. (EPA 542-B-97-007).

Fernández Loaiza Carlos. (1991) Mejoramiento y Estabilización de Suelos. Limusa. pp.109- 140.

Glendinning, S., Rogers, C.D. and Boardman, D.I. 1998. Lime Stabilisation of Inorganic Contaminants in Clays. Contaminated Land and Groundwater: Future Directions. Engineering Geology 14, pp. 19-28

LaGrega, M. D., Buckingham, P. L., Evans, J. C. 1996, Gestión de residuos tóxicos. Tratamiento, eliminación y recuperación de suelos, volumen II. McGraw Hill. pp.743-807

McKinley, J.D., Thomas, H.R., Williams, K.P. and Reid, J.M. 2001. Chemical Analysis of Contaminated Soil Strengthened by the Addition of Lime. Engineering Geology 60, pp. 181-192.

Mckennon, J. T., Hains, N. L., Hoffman, D. C., 1994. Method for producing enhanced soil stabilization reactions between lime and clay soils due to the effect of silica addition. Patente: US5336022. <http://www.uspto.gov/patft/>.

CONTENIDO

Manejo Alternativo de los Residuos de Jardinería MIGUEL ÁNGEL PÉREZ MÉNDEZ Y MARÍA RAQUEL MARTÍNEZ HERNÁNDEZ	5
Parásitos de peces de la reserva de la biosfera "Pantanos de Centla", Tabasco: y algunas recomendaciones para su prevención y control LETICIA GARCÍA MAGAÑA Y SERAPIO LÓPEZ JIMÉNEZ	13
Determinar el Análisis de Riesgo Toxicológico de los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos a la salud humana de los trabajadores, utilizando el modelo Caltox JOSÉ GUADALUPE CARMEN MORALES FORTANEL	23
Modelar con IDRISI 32, una herramienta para definir la restauración ecológica de ríos contaminados, caso Río Seco, Paraíso, Tabasco MANRIQUE IVÁN FERRER SÁNCHEZ Y NATALIA OVANDO HIDALGO	31
Notas Etnobotánicas de la Familia <i>Bignoniaceae</i> en el Estado de Tabasco, México CARLOS MANUEL BURELO RAMOS Y MARÍA DE LOS ÁNGELES GUADARRAMA OLIVERA	41
Captura de Carbono en un remanente de Selva Alta Perennifolia en el Ejido Niños Héroes, Tenosique, Tabasco NAYME MONTERO GORDILLO, OFELIA CASTILLO ACOSTA Y JOSÉ LUÍS MARTÍNEZ SÁNCHEZ	45
Restauración de suelos contaminados con hidrocarburos mediante la utilización de cal viva MAYRA JANET MÉNDEZ LÓPEZ	51
La Generación de Residuos Sólidos Urbanos en el Municipio del Centro, Tabasco GASPAR LÓPEZ OCAÑA, JOSÉ ROBERTO HERNÁNDEZ BARAJAS JOSÉ GUADALUPE CHACÓN NAVA Y RAÚL GERMÁN BAUTISTA MARGULIS	55
Captura de carbono en un pastizal de la ranchería Emiliano Zapata, Centro, Tabasco GUADALUPE CORDOVA REYES, HUMBERTO HERNÁNDEZ TREJO Y JOSE LUIS MARTÍNEZ SÁNCHEZ	65
¿Cómo y para que Organizar Una Ong En Tabasco? MA. ELENA MACÍAS VALADEZ, LILLY GAMA, EUNICE PÉREZ SÁNCHEZ, BLANCA CECILIA PRIEGO Y CAROLINA ZEQUEIRA LARIOS	71
Estudio de eficiencia energética en bombas de agua del laboratorio de acuicultura de la DACBiol LUIS FELIPE MORALES HERNÁNDEZ Y ELIZABETH MAGAÑA VILLEGAS	89
Fundamento para la selección de la primala de reemplazo. JORGE OLIVA HERNÁNDEZ Y ALFONSO HINOJOSA CUÉLLAR	97
NOTAS	
¿Ecoturismo, posible en Tabasco? LILLY GAMA	103
NOTICIAS	
Proyectos de Investigación	105
Avisos	109



ISSN - 1665 - 0514