

VOLUMEN III NUM. 4 JULIO 1997 / N\$19.00 M.N.

# CALIDAD CAMBIENTAL

Elemento Esencial Para el Desarrollo Sostenible

ISSN:1405-1443

REVISTA BIMESTRAL

**Generación de  
Lixiviados Ácidos  
en Jales Piritosos  
de Minas**

**La Industria  
Farmacéutica de  
Formulación  
y sus Residuos**

**En busca  
de la Tecnología  
que permita  
efectiva y  
económicamente  
controlar  
las descargas  
de Residuales  
Líquidos**



**ITESM**



2nd

INTERNATIONAL  
CONGRESS  
ISO -14000

PUEBLA, PUE. MEXICO.

[www.asesores-ambientales.com](http://www.asesores-ambientales.com)

Octubre 1, 2 y 3 de 1997

Conferencias Magistrales -Casos de Estudio - Mesas de trabajo

**Informes e inscripciones:** Asesores Ambientales S.C.

Tel: (22) 45 33 36 Fax: (22) 33 06 66 Lada sin Costo: 01 800 22 519 00

e. mail: [aseambie@giga.com](mailto:aseambie@giga.com)



**ASESORES  
AMBIENTALES, S.C.**





# CALIDAD AMBIENTAL

Elemento Esencial para el Desarrollo Sostenible

## CONSEJO ADMINISTRATIVO

Dr. Alberto Bustani Adem, Director del Centro de Calidad Ambiental del ITESM, Campus Monterrey • Lic. Luis Raúl Domínguez, (Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza).

## CONSEJO EDITORIAL

### Coordinadora Editorial

Lic. Ma. de los Santos Briseño Cervantes  
email:mbrisenoc@campus.mty.itesm.mx

### Editor Técnico

Dr. Enrique Cázares Rivera

### Editores Asociados

• **Calidad del Agua:** Dr. Jorge García Orozco • **Manejo Sostenible de Ecosistemas:** Dr. Ernesto Enkerlin Hoeflich, Dr. Mohammed Badil, Dr. Armando Contreras, Dr. Rahim Foroughbakhch • **Tecnologías Limpias:** Dr. Francisco Lozano • **Prevención de la Contaminación:** Dr. Belzahet Treviño • **Desarrollo Sostenible:** Dra. Rosamaría López Franco, Dra. Silvia A. Pinal, Dr. Fabián Lozano García • **Residuos Peligrosos:** Dr. Aurelio Álvarez • **Calidad del Aire:** Dr. Gerardo Mejía • **Contaminación del Subsuelo:** Dr. Martín Bremer • **Química y Toxicología Ambiental:** Dr. Gerardo Morales, Dr. Enrique Vogel • **Gestión Ambiental:** Ing. Gabriel García, Ing. Rafael Valadéz • **Educación Ambiental:** Dr. Salvador Contreras • **Comunicación:** M.C. Talli Nauman (United Press International)

### Apoyo Administrativo y Logístico

Lydia Briceño Macías, Silvia Soto Zesati

### Publicidad

Sr. Miguel Ángel López Ramírez

### Diseño y Fotografía

Lic. Gabriel López Garza



### Impresión

Artes Gráficas Panorama, S.A. de C.V.  
Avenida 629 Colonia Granjas México  
México, D.F.



Visite nuestra página en Internet  
<http://uninet.mty.itesm.mx>

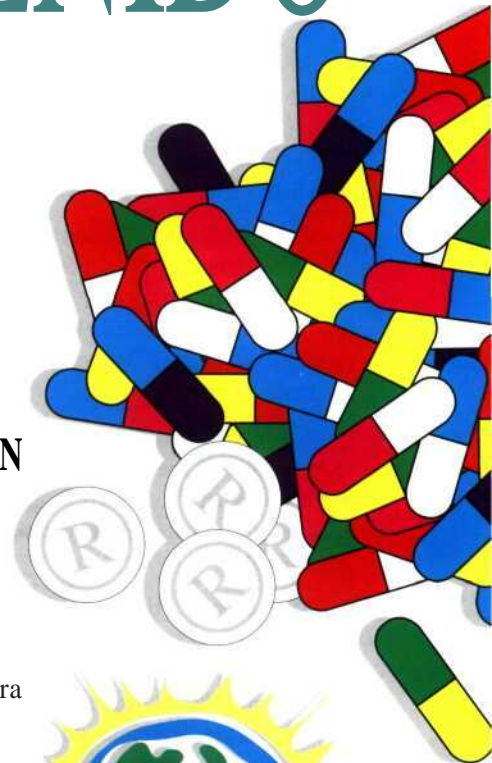
CALIDAD AMBIENTAL VOL III No. 4 • Período: Mayo - Junio 1997 • Fecha de Impresión: Julio 1997 • Periodicidad: Bimestral • Certificado de Título No. 9960, Certificado de Licitud de Contenido No. 6950 • Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 003140 / 96.

**Distribuidores:** ITESM y SEPOMEX • **Domicilio ITESM:** (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey) Av. Eugenio Garza Sada 2501 Sur. Sucursal de Correos "J", C.P. 64849. Centro de Calidad Ambiental, Coordinación de Difusión Ambiental. Edificio CEDES, 4o. Piso, Monterrey, N.L., México., Tels. (8)328.4146 al 48, Conmutador 358.2000 exts. 5216 a la 5218, Fax. (8)328.4144 y 359.6280 • **Representante y Editor Responsable:** Dr. Alberto Bustani Adem • **Domicilio SEPOMEX:** Netzahuacóyotl No. 109 Col. Centro, México, D.F., C.P. 06080. Porte Pagado Publicaciones Periódicas, Registro Provisional 236-93 Autorizado por SEPOMEX.

Los artículos firmados son responsabilidad de sus autores y no necesariamente reflejan la opinión de la revista o del ITESM

# CONTENIDO

- 2 EDITORIAL
- 3 AGENDA AMBIENTAL
- 4 CALIDAD DEL AGUA  
Generación de Lixiviados Ácidos en Jales Piritosos de Minas
- 8 PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN  
La Industria Farmacéutica de Formulación y sus Residuos
- 12 ACTUALIDADES AMBIENTALES  
Diario, 11,000 Toneladas de Basura en la Ciudad de México
- 13 CALIDAD DEL AGUA  
En busca de la Tecnología que permita efectiva y económicamente controlar las descargas de Residuos Líquidos.
- 17 SERVICIOS AMBIENTALES
- 18 RESUMEN NOTICIOSO
- 19 CALIDAD DEL AIRE  
índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA)
- 20 PUBLICACIONES AMBIENTALES







# CALIDAD AMBIENTAL

Elemento Esencial para el Desarrollo Sostenible

## CONSEJO ADMINISTRATIVO

Dr. Alberto Bustani Adem, Director del Centro de Calidad Ambiental del ITESM, Campus Monterrey • Lic. Luis Raúl Domínguez, (Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza).

## CONSEJO EDITORIAL

### Coordinadora Editorial

Lic. Ma. de los Santos Briseño Cervantes  
email:mbrisenoc@campus.mty.itesm.mx

### Editor Técnico

Dr. Enrique Cázares Rivera

### Editores Asociados

• **Calidad del Agua:** Dr. Jorge García Orozco • **Manejo Sostenible de Ecosistemas:** Dr. Ernesto Enkerlin Hoeflich, Dr. Mohammed Badil, Dr. Armando Contreras, Dr. Rahim Foroughbakhch • **Tecnologías Limpias:** Dr. Francisco Lozano • **Prevención de la Contaminación:** Dr. Belzahet Treviño • **Desarrollo Sostenible:** Dra. Rosamaría López Franco, Dra. Silvia A. Pinal, Dr. Fabián Lozano García • **Residuos Peligrosos:** Dr. Aurelio Álvarez • **Calidad del Aire:** Dr. Gerardo Mejía • **Contaminación del Subsuelo:** Dr. Martín Bremer • **Química y Toxicología Ambiental:** Dr. Gerardo Morales, Dr. Enrique Vogel • **Gestión Ambiental:** Ing. Gabriel García, Ing. Rafael Valadéz • **Educación Ambiental:** Dr. Salvador Contreras • **Comunicación:** M.C. Talli Nauman (United Press International)

### Apoyo Administrativo y Logístico

Lydia Briceño Macías, Silvia Soto Zesati

### Publicidad

Sr. Miguel Ángel López Ramírez

### Diseño y Fotografía

Lic. Gabriel López Garza



### Impresión

Artes Gráficas Panorama, S.A. de C.V.  
Avenida 629 Colonia Granjas México  
México, D.F.



Visite nuestra página en Internet  
<http://uninet.mty.itesm.mx>

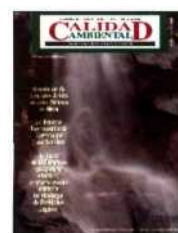
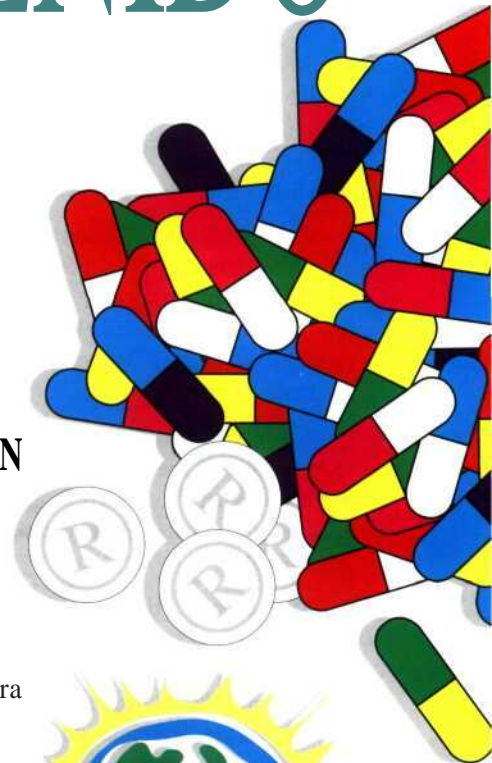
CALIDAD AMBIENTAL VOL III No. 4 • **Periodo:** Mayo - Junio 1997 • **Fecha de Impresión:** Julio 1997 • **Periodicidad:** Bimestral • **Certificado de Título No. 9960, Certificado de Licitud de Contenido No. 6950 • Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 003140 / 96.**

**Distribuidores:** ITESM y SEPOMEX • **Domicilio ITESM:** (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey) Av. Eugenio Garza Sada 2501 Sur. Sucursal de Correos "J", C.P. 64849. Centro de Calidad Ambiental, Coordinación de Difusión Ambiental. Edificio CEDES, 4o. Piso, Monterrey, N.L., México., Tels. (8)328.4146 al 48, Conmutador 358.2000 exts. 5216 a la 5218, Fax. (8)328.4144 y 359.6280 • **Representante y Editor Responsable:** Dr. Alberto Bustani Adem • **Domicilio SEPOMEX:** Netzahuacóyotl No. 109 Col. Centro, México, D.F., C.P. 06080. Porte Pagado Publicaciones Periódicas, Registro Provisional 236-93 Autorizado por SEPOMEX.

Los artículos firmados son responsabilidad de sus autores y no necesariamente reflejan la opinión de la revista o del ITESM

# CONTENIDO

- 2 EDITORIAL
- 3 AGENDA AMBIENTAL
- 4 CALIDAD DEL AGUA  
Generación de Lixiviados Ácidos en Jales Piritosos de Minas
- 8 PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN  
La Industria Farmacéutica de Formulación y sus Residuos
- 12 ACTUALIDADES AMBIENTALES  
Diario, 11,000 Toneladas de Basura en la Ciudad de México
- 13 CALIDAD DEL AGUA  
En busca de la Tecnología que permita efectiva y económicamente controlar las descargas de Residuos Líquidos.
- 17 SERVICIOS AMBIENTALES
- 18 RESUMEN NOTICIOSO
- 19 CALIDAD DEL AIRE  
índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA)
- 20 PUBLICACIONES AMBIENTALES



# REDUCCION EN LA FUENTE

**R**ecientemente la SEMARNAP decretó como prioridad la minimización de residuos industriales, apoyando de esta manera nuestro desarrollo sostenible al mejorar el medio ambiente y desarrollo económico paralelamente. El término minimización de residuos implica la reducción de nuestros contaminantes en su lugar de origen, en otras palabras tratar de resolver el problema de raíz. Las alternativas de manejo de residuos que tengan como resultado la disminución en su generación son consideradas como alternativas de "Reducción en la Fuente".

El concepto de "Reducción en la Fuente" es simple de entender más sin embargo difícil de aplicar. Actualmente se manejan términos como mejora continua, reingeniería, tecnologías limpias, procesos ecoeficientes, procesos verdes, etc., que de alguna manera implican el estar ligados a la reducción en la fuente. La clarificación de todos estos términos en un esquema definido es crucial para el entendimiento y aplicación de los mismos por la industria.

Existen tres avenidas por las cuales la industria puede desarrollar alternativas para la reducción en la fuente de sus residuos: 1) El diseño de nuevos procesos, 2) El Rediseño de procesos existentes y 3) La optimización operativa de procesos existentes. Cada una de estas avenidas está regida actualmente por tres criterios: 1) Económico, 2) Calidad y 3) Ambiental.

A los procesos diseñados bajo estos criterios se les conoce como procesos ecoeficientes los cuales están constituidos por tecnologías limpias o amigables con el medio ambiente. No siempre la industria está dispuesta a incorporar o cambiar su tecnología existente por una tecnología totalmente nueva, aunque en muchas ocasiones sí están abiertos a la modificación substancial de sus procesos o tecnologías. El rediseño de estos procesos bajo los criterios en función es también conocido como reingeniería de procesos. Comúnmente se cree que la reingeniería es únicamente administrativa y que implica el partir de ceros para generar algo totalmente diferente. En ninguna reingeniería se podrá partir de ceros ya que siempre existirán restricciones del actual proceso, en el momento en donde una reingeniería partiera de ceros esto se convertiría automáticamente en una ingeniería para un diseño de un nuevo proceso. En muchas ocasiones nuestra planta productiva no está dispuesta a cambiar su tecnología ni siquiera a modificarla, en estos casos la industria opta por llevar a cabo la optimización de sus procesos existentes desde el punto de vista operativo bajo los criterios mencionados, este tipo de actividad es conocida como mejora continua.

Típicamente la secuencia de aplicación es en dirección: Optimización=>Rediseño=>Diseño y el factor determinante es la disponibilidad de capital para llevar a cabo las actividades y modificaciones pertinentes. Las tres avenidas son capaces de reducir la generación de residuos y a la vez obtener un beneficio económico. Existe una correlación directa entre la inversión requerida y el beneficio generado por las diferentes avenidas. El diseño e implantación de un nuevo proceso por lo general representa una erogación considerable pero a la vez es la alternativa que presenta los mayores beneficios económicos y ambientales. La optimización de nuestros parámetros operativos representa la avenida de menor inversión aunque sus beneficios son más limitados.

Cada industria debe de analizar y definir en qué momento es necesario brincar de mejora continua a reingeniería y de aquí al diseño ecoeficiente en función de sus necesidades y disponibilidad de capital.

Dr. Belzahet Treviño Arjona  
Programas de Minimización de Residuos  
Centro de Calidad Ambiental, ITESM Campus Monterrey



## NORMAS EDITORIALES

### Para publicación en la Revista Calidad Ambiental

1. Extensión máxima del artículo deberá ser de 4 cuartillas a renglón seguido (incluyendo gráficas y figuras).
2. Incluir un resumen al inicio del artículo en español y en inglés de 20 líneas máximo (No más de 400 palabras).
3. Incluir si es posible material fotográfico o ilustrativo.
4. Título del trabajo resaltado, seguido después de dos espacios para el nombre(s) (iniciales) y apellido(s) de los autores, su afiliación(es), desempeño actual, breve curriculum (5 líneas).
5. Después del título siguen las siguientes secciones con dos espacios entre cada dos secciones consecutivas: Introducción, materiales y métodos; resultados y discusión; conclusiones, agradecimientos y, finalmente las referencias.
6. La sección de referencias: Debe aparecer en orden alfabético y llevar el siguiente orden: apellido(s), inicial de los nombres, fecha, el título del trabajo, nombre de la fuente (revista, libro, etcétera) usando las abreviaciones estándares, y finalmente, las páginas. En el caso de libros se debe mencionar la editorial.
7. El título de cada sección debe estar con letra mayúscula y en resaltado.
8. Tablas e ilustraciones: de tipo estándar, cada una con un título (tablas) o leyenda (figuras) y enumeradas consecutivamente. Además, se debe referir a cada tabla o ilustración en el texto.
9. Calidad Ambiental no se compromete a la publicación de los artículos enviados, ni a devolver el material proporcionado hágase o no su publicación. Toda información está sujeta a edición por parte del Consejo Editorial.



# REDUCCION EN LA FUENTE

**R**ecientemente la SEMARNAP decretó como prioridad la minimización de residuos industriales, apoyando de esta manera nuestro desarrollo sostenible al mejorar el medio ambiente y desarrollo económico paralelamente. El término minimización de residuos implica la reducción de nuestros contaminantes en su lugar de origen, en otras palabras tratar de resolver el problema de raíz. Las alternativas de manejo de residuos que tengan como resultado la disminución en su generación son consideradas como alternativas de "**Reducción en la Fuente**".

El concepto de "**Reducción en la Fuente**" es simple de entender más sin embargo difícil de aplicar. Actualmente se manejan términos como mejora continua, reingeniería, tecnologías limpias, procesos ecoeficientes, procesos verdes, etc., que de alguna manera implican el estar ligados a la reducción en la fuente. La clarificación de todos estos términos en un esquema definido es crucial para el entendimiento y aplicación de los mismos por la industria.

Existen tres avenidas por las cuales la industria puede desarrollar alternativas para la reducción en la fuente de sus residuos: 1) El diseño de nuevos procesos, 2) El Rediseño de procesos existentes y 3) La optimización operativa de procesos existentes. Cada una de estas avenidas está regida actualmente por tres criterios: 1) Económico, 2) Calidad y 3) Ambiental.

A los procesos diseñados bajo estos criterios se les conoce como procesos ecoeficientes los cuales están constituidos por tecnologías limpias o amigables con el medio ambiente. No siempre la industria está dispuesta a incorporar o cambiar su tecnología existente por una tecnología totalmente nueva, aunque en muchas ocasiones sí están abiertos a la modificación substancial de sus procesos o tecnologías. El rediseño de estos procesos bajo los criterios en función es también conocido como reingeniería de procesos. Comúnmente se cree que la reingeniería es únicamente administrativa y que implica el partir de ceros para generar algo totalmente diferente. En ninguna reingeniería se podrá partir de ceros ya que siempre existirán restricciones del actual proceso, en el momento en donde una reingeniería partiera de ceros esto se convertiría automáticamente en una ingeniería para un diseño de un nuevo proceso. En muchas ocasiones nuestra planta productiva no está dispuesta a cambiar su tecnología ni siquiera a modificarla, en estos casos la industria opta por llevar a cabo la optimización de sus procesos existentes desde el punto de vista operativo bajo los criterios mencionados, este tipo de actividad es conocida como mejora continua.

Típicamente la secuencia de aplicación es en dirección: Optimización=>Rediseño=>Diseño y el factor determinante es la disponibilidad de capital para llevar a cabo las actividades y modificaciones pertinentes. Las tres avenidas son capaces de reducir la generación de residuos y a la vez obtener un beneficio económico. Existe una correlación directa entre la inversión requerida y el beneficio generado por las diferentes avenidas. El diseño e implantación de un nuevo proceso por lo general representa una erogación considerable pero a la vez es la alternativa que presenta los mayores beneficios económicos y ambientales. La optimización de nuestros parámetros operativos representa la avenida de menor inversión aunque sus beneficios son más limitados.

Cada industria debe de analizar y definir en qué momento es necesario brincar de mejora continua a reingeniería y de aquí al diseño ecoeficiente en función de sus necesidades y disponibilidad de capital.

Dr. Belzahet Treviño Arjona  
Programas de Minimización de Residuos  
Centro de Calidad Ambiental, ITESM Campus Monterrey



## NORMAS EDITORIALES

### Para publicación en la Revista Calidad Ambiental

1. Extensión máxima del artículo deberá ser de 4 cuartillas a renglón seguido (incluyendo gráficas y figuras).
2. Incluir un resumen al inicio del artículo en español y en inglés de 20 líneas máximo (No más de 400 palabras).
3. Incluir si es posible material fotográfico o ilustrativo.
4. Título del trabajo resaltado, seguido después de dos espacios para el nombre(s) (iniciales) y apellido(s) de los autores, su afiliación(es), desempeño actual, breve curriculum (5 líneas).
5. Después del título siguen las siguientes secciones con dos espacios entre cada dos secciones consecutivas: Introducción, materiales y métodos; resultados y discusión; conclusiones, agradecimientos y, finalmente las referencias.
6. La sección de referencias: Debe aparecer en orden alfabético y llevar el siguiente orden: apellido(s), inicial de los nombres, fecha, el título del trabajo, nombre de la fuente (revista, libro, etcétera) usando las abreviaciones estándares, y finalmente, las páginas. En el caso de libros se debe mencionar la editorial.
7. El título de cada sección debe estar con letra mayúscula y en resaltado.
8. Tablas e ilustraciones: de tipo estándar, cada una con un título (tablas) o leyenda (figuras) y enumeradas consecutivamente. Además, se debe referir a cada tabla o ilustración en el texto.
9. Calidad Ambiental no se compromete a la publicación de los artículos enviados, ni a devolver el material proporcionado hágase o no su publicación. Toda información está sujeta a edición por parte del Consejo Editorial.

# Agenda

AMBIENTAL 1997

## AGOSTO

**8-9**

Diplomado en Manejo y Tratamiento de Residuos Peligrosos. Módulo III Generación, almacenamiento y transporte Monterrey, N.L.  
ITESM (1)

**11-15**

Curso de Aplicación de isótopos  
Jiutepec, Mor.  
IMTA (2)

**14-15**

Curso-Taller de Implementación de la Norma ISO 14001 en la empresa Monterrey, N.L.  
ITESM (1)

**18-22**

Curso de Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de lodos activados  
Cd. Alemán, Ver.  
IMTA (2)

**18-22**

Curso de Selección, Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Aguas  
Monterrey, N.L.  
ITESM (1)

**18-29**

Curso de Materiales Peligrosos  
México, D.F.  
PUMA (3)

**22-23**

Diplomado en Manejo y Tratamiento de Residuos Peligrosos. Módulo IV Minimización de Residuos y Tratamientos Físicoquímicos  
Monterrey, N.L.  
ITESM (1)

**26-29**

Conference & Trade Show  
Expo Centre Norte, Sao Paulo, Brazil  
EJ Krause & Associates Inc.  
Tel: ++1-301-986-7800  
Fax: ++1-301-986-4538

## SEPTIEMBRE

**1-5**

Taller de Producción de Documentos Técnicos dirigidos a usuarios  
San Roque, N.L.  
IMTA (2)

**1-12**

Curso de Ecoturismo y Turismo Rural  
México, D.F.  
PUMA (3)

**5-6**

Diplomado en Manejo y Tratamiento de Residuos Peligrosos. Módulo V Tratamientos biológicos  
Monterrey, N.L.  
ITESM (1)

**5-6**

Diplomado en Formación de Instructores Ambientales. Módulo I. Conceptos básicos de Ecología y Desarrollo Sostenible  
Monterrey, N.L.  
ITESM (1)

**8-12**

Curso de Explotación de información Hidrométrica de Sedimentos y Vasos  
Los Berros, Edo. de México  
IMTA (2)

**8-12**

Curso de Comunicación y Consejos de Cuenca  
Cd. Alemán, Ver.  
IMTA (2)

**8-12**

Curso de Modernización en la Operación de Canales de Riego  
Jiutepec, Mor.  
IMTA (2)

**8-12**

Curso de La información Ambiental en el WWW  
Monterrey, N.L.  
TESM (1)

**11-12**

Cursos de ISO 14000 e ISO 14001  
Monterrey, N.L.  
ITESM (1)

**19-20**

Diplomado en Manejo y Tratamiento de Residuos Peligrosos. Módulo VI Tratamientos Térmicos e Incineración  
Monterrey, N.L.  
ITESM (1)

**29-30**

Foro Tecnológico "Reducción de Emisiones Atmosféricas"  
Hotel Holiday Inn Parque Fundidora  
Monterrey, N.L.  
ITESM, IPA  
Departamento de Comercio de los Estados Unidos (4)

## OCTUBRE

**3-4**

VIDA SANA Expo-Show'97  
Cintermex, Monterrey; N.L.  
Arte y Servicios Especiales,  
S.A. de C.V.  
Tel: (8)346-9260 y 346-9277

**6-10**

Curso de Biorremediación de suelos y acuíferos  
México, D.F.  
PUMA (3)

**6-10**

Curso Determinación de Políticas de Operación en Presas de Almacenamiento  
Jiutepec, Mor.  
IMTA (2)

**13-17**

Curso La Cooperación Internacional en el Sector Agua  
Jiutepec, Mor.  
IMTA (2)

**20-31**

Cursos de Medios de Comunicación y Medio Ambiente  
PUMA (3)

## INFORMES

**1**

### ITESM-Campus Monterrey

Centro de Calidad Ambiental  
Edificio CEDES. 4o. piso  
Av. Eugenio Garza Sacia  
2501 Col. Tecnológico, C.P. 64849  
Monterrey, N.L., México  
Tels. (8) 328-4337 al 39  
Conm. (8) 358-2000 ext. 5237 a la 5239  
Fax. (8) 328-4144 y 52

**2**

### IMTA

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua  
Coordinación de Desarrollo Profesional Lic. Paolo García  
Tels. (73) 19-4201 y 19-4361

**3**

### PUMA

Programa Universitario del Medio Ambiente  
Edificio de la Coordinación de la Investigación Científica  
Ciudad Universitaria, México, D.F.  
Tel. (5) 622-4186. Fax. (5) 550-8834  
e-mail: puma@aevridor.unam.nix

**4**

### ITESM-Campus Monterrey

Centro de Calidad Ambiental  
Tels. (8) 358-2000 ext. 5019 al 5021  
Instituto para la Protección Ambiental Tel. (8)369-0253  
Departamento de Comercio de los Estados Unidos. Tel. (8)343-4450

Envíenos sus eventos con tiempo para ser incluidos en esta Agenda sin ningún costo, Vía fax al (918) 328 4144 ó 359 6280  
e-mail: mbriseno@campus.mty.itesm.mx

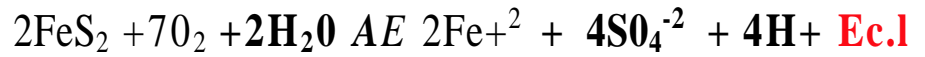
# GENERACION DE LIXIVIADOS ACIDOS EN JALES PIRITOSOS DE MINAS

Por: Francisco J. Lozano G. y Benjamín A. Ruiz M., Centro de Tecnología Limpia, ITESM Campus Monterrey

La actividad de extracción minera genera un residuo, denominado comúnmente en México como Jal (ver Glosario), que es una mezcla de minerales finamente dividida, que se encuentra suspendida en agua y que se deposita en las llamadas presas de Jales, donde los sólidos suspendidos sedimentan y el agua que se usa como vehículo se recircula a proceso en cierta proporción.

La composición química de estos residuos es variada y depende de los minerales asociados a los minerales económicamente importantes, por los cuales se hace la explotación minera. Un caso importante desde el punto de vista ambiental lo resultan aquellos jales cuyo contenido de pirita ( $FeS_2$ ) es elevado y por ende están sujetos a reacciones químicas diversas ocasionadas por el intemperismo propio de la región donde se localiza el fundo minero. [1,2]

Tanto en operación normal de la mina, como en su etapa de abandono existen reacciones químicas entre la pirita con el oxígeno y el agua que pueden generar lo que se conoce normalmente como lixiviados ácidos de mina [3]. Los jales ya sedimentados en las presas se comportan como una matriz porosa por donde el agua puede permearse, si la presa está inundada; o bien en el caso de terminación de operación de la mina y su respectivo abandono, podemos tener períodos secos y eventos de precipitación pluvial, lo cual hará que de manera intermitente la matriz porosa esté expuesta a agua en los intersticios y posteriormente el aire se permee. El agua tiende a disolver una pequeña cantidad de oxígeno, así como en los períodos con ausencia de lluvia la matriz porosa puede estar ligeramente húmeda, pero como ya se mencionó con aire en los huecos. Esta combinación de circunstancias, químicas en última instancia, es lo que propicia las reacciones que describiremos a continuación, las cuales conllevan a la generación de ácido:



lo anterior se lleva a cabo cuando el pH del agua en los poros es mayor a 4. Como se puede observar de estas dos reacciones químicas, en la oxidación de piritas con oxígeno disuelto en agua se genera ácido sulfúrico. Ahora bien si en la matriz de minerales que forman el jale no se encuentra ningún mineral capaz de neutralizar el ácido formado es posible que otros minerales sean atacados por el ácido y además de tener un pH bajo, también se tengan cationes de metales pesados disueltos.

Lo anterior lleva implícito potencialmente el riesgo de contaminación de los mantos acuíferos, así como las aguas superficiales. Algunas compañías mineras se han abocado a la tarea de evaluar de manera cuantitativa este riesgo potencial con el objeto de minimizarlo o eliminarlo, ya que forma parte de sus nuevas estrategias, así como de la responsabilidad ambiental que se ha generado con el despertar de la conciencia ambiental en nuestras sociedades.

El aspecto de contaminación del agua por los lixiviados ácidos generados en presas de jales necesita que se midan las rapidezces con que las diversas especies químicas se generan en estas. Lo anterior deviene porque no sólo se necesita saber si hay riesgo potencial de contaminación, sino que es necesario saber los niveles de concentración de contaminantes conforme transcurre el tiempo, ya que el intemperismo terrestre ocasiona que tanto las rocas y minerales expuestos a la atmósfera, así como las rocas y minerales depositados en diversas profundidades también se vean modificados por las aguas que se llegan a permear a través del subsuelo; esto último genera ciertos niveles de concentración de especies químicas

generados naturalmente. Lo anterior hace necesario distinguir lo generado antropogénicamente durante la apropiación de los recursos naturales en contraposición a lo generado de manera natural en los ciclos climatológicos de la Tierra.

Se han realizado pruebas experimentales para la determinación de la rapidez de generación de ácido en muestras de jales con alto contenido de Pirita [4]. Dichos experimentos fueron llevados a cabo usando condiciones extremas para los mismos, ya que a las muestras de sólido se les suspendió en agua mediante agitación y se mantuvieron condiciones de aereación tal que se mantenía el agua saturada de oxígeno proveniente del aire. Se hicieron las pruebas a dos niveles de temperatura 25° y 50°C. Obviamente en las presas de jales que se encuentran en las zonas mineras nunca acontecerán este tipo de condiciones, primero porque no todo el año llueve, así como que las condiciones de saturación de oxígeno no existen en toda la matriz porosa de la presa de jales, ya sea en operación normal, o en la etapa de abandono.

La realización de los experimentos bajo las circunstancias arriba mencionadas permite establecer el conocimiento de un extremo para la ocurrencia de este tipo de eventos.

La muestra de jales que se utilizó presentaba la siguiente composición elemental, así como mineralógica (Ver Tabla 1 y 2).

Como se desprende de las Tablas 1 y 2 el contenido de Pirita es elevado (80% en masa). Asimismo el sólido tenía un 80% en masa de partículas menores a 70 m (dicha medida corresponde a la malla 200 de los tamices Tyler estándar).



Además el diámetro medio geométrico es de 60 m. La densidad de bulto del material es 2,390 kg/m<sup>3</sup>, mientras que la densidad del sólido o absoluta es de 4,520 kg/m<sup>3</sup> y la porosidad del lecho es de 47% de huecos.

Compuesto	Porcentaje en masa
Pirita	80.89
Calcopirita	0.66
Esfalerita	4.11
Galena	0.55
Arsenopirita	0.52
Calcita	0.06
Caolinita	3.24
Flogopita	0.05
Cuarzo	9.92

**Tabla 1.** Cálculo del balance mineralógico para la muestra de jales.

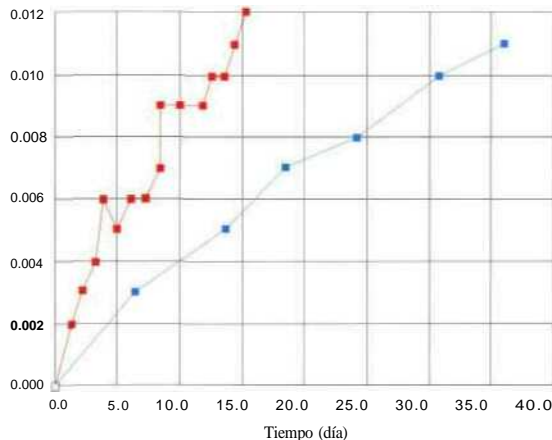
Elemento	Cantidad	Unidades
S total	42.8300	% masa
Fe	38.3200	% masa
Pb	0.4800	% masa
Zn	2.4700	% masa
Cu	0.2300	% masa
As	0.2800	% masa
Al	0.0680	% masa
Ca	0.0230	% masa
Cd	0.0160	% masa
Mg	0.0080	% masa
Hg	0.0003	% masa
Ni	< 0.0100	% masa
Cr	< 0.0100	% masa
Ba	< 0.1000	% masa
Se	< 0.0400	% masa
Ag	54.0000	g/Mg
Au	2.0000	g/Mg

**Tabla 2.** Composición en masa por elemento para la muestra de jales.

La concentración de los siguientes iones en función del tiempo se presentará en las figuras 1, 2, 3, 4 y 5 para sulfatos (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>), hierro (Fe<sup>+2</sup>), zinc (Zn<sup>+2</sup>), cobre (Cu<sup>+2</sup>), así como la concentración de ión hidrógeno.

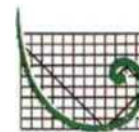
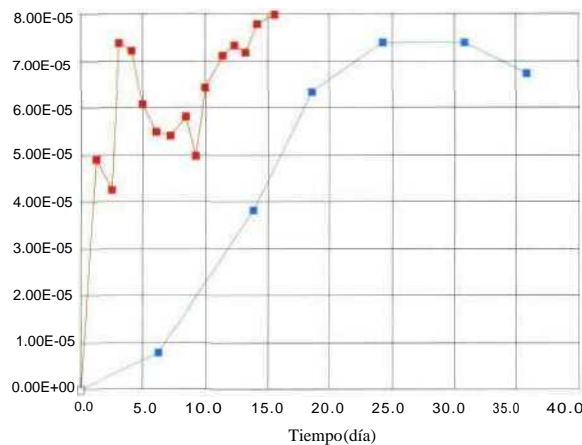
### FIGURA 1

Rapidez de generación de ión **sulfato** en muestra de jales



### FIGURA 2

Rapidez de generación de ión **ferroso** en muestra de jales



**ERM**

## ERM-México, S.A.deC.V.

Es una empresa afiliada al grupo internacional Environmental Resources Management, con más de 80 oficinas en más de 22 países en toda América del Norte, América del Sur, Europa, Asia y en la región del Pacífico.

ERM-México ha estado en operación desde 1991 y cuenta con oficinas tanto en la Ciudad de Monterrey como en la Ciudad de México.

ERM-México tiene más de 20 años de experiencia, ofreciendo los siguientes servicios de consultoría e ingeniería ambiental:

- Evaluación de impacto ambiental e informes preventivos.
- Hidrogeología.
- Potabilización, tratamiento y minimización de aguas residuales.
- Estudios y estrategias para cumplir con la legislación ambiental.
- Manejo de desechos sólidos y residuos peligrosos.
- Evaluación de riesgos.
- Salud, seguridad industrial y toxicología.
- Monitoreos de emisiones a la atmósfera y control de contaminación atmosférica.
- Remediación de sitios.
- Diseño de ingeniería de concepto y de detalle.
- Servicios de laboratorio analítico.
- Auditorías ambientales voluntarias PROFEPA.
- Planeación ambiental y Arquitectura de paisaje.
- Programas de capacitación de personal.
- Centro Interactivo de Capacitación Técnica en Seguridad e Higiene.

*"Nuestra calidad profesional es un compromiso para mejorar la calidad ambiental"*

Torre GIA

Av. Morones Prieto # 2805 Pte. Piso 8, Col. Loma Larga, 64710.

Monterrey, N.L.

Tels: (528) 399-0148/49/88

Fax: (528) 399-0198/28.

E-mail: ermexico@infosel.net.mx

Mazatlán # 104, Col. Condesa, 06140 **México, D.F.**

Tels: (525) 211-3020, 286-4625,

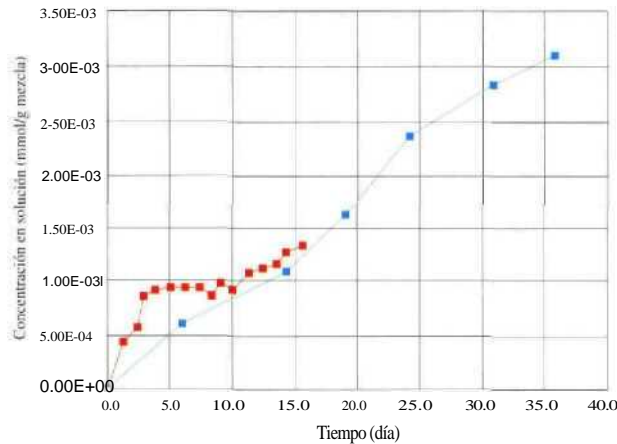
Fax (525) 286-9759

E-mail: ermexico@mail.internet.com.mx

# ACTUALIDADES AMBIENTALES

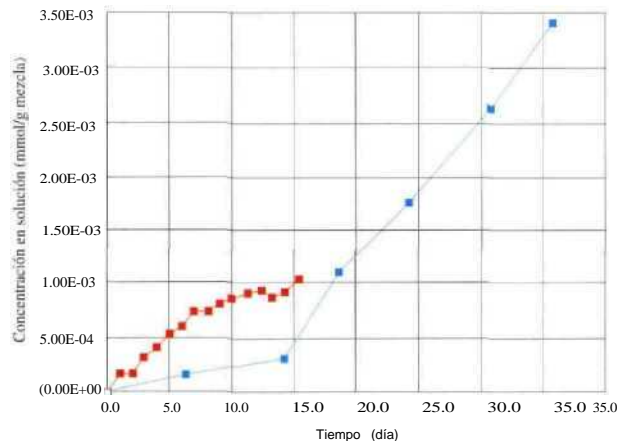
**FIGURA 3**

Rapidez de generación de ión **zinc** en muestra de jales



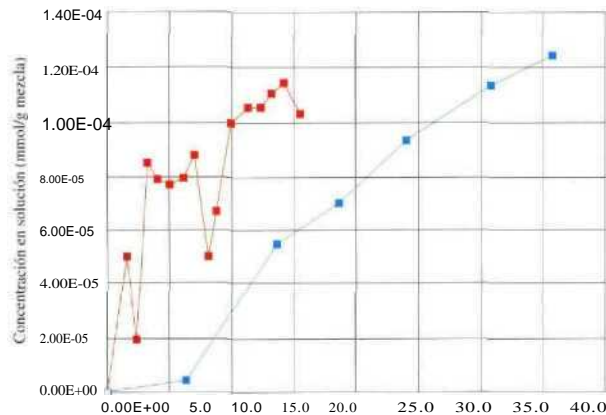
**FIGURA 4**

Rapidez de generación de ión **cúprico** en muestra de jales



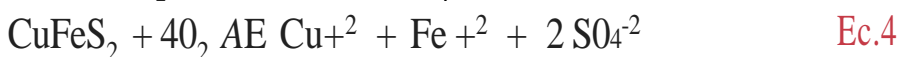
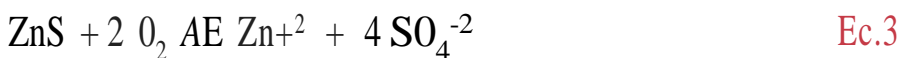
**FIGURA 5**

Rapidez de generación de ión **hidrógeno** en muestra de jales



Como se desprende de la Fig. 5 los iones hidrógeno se incrementan, y la presencia de iones zinc y cúpricos provienen de la esfalerita (ZnS) y de la calcopirita (CuFeS<sub>2</sub>) que también se oxidan durante el proceso.

El análisis de las reacciones químicas presentes en este sistema y los resultados experimentales nos permitió concluir que además de las reacciones representadas por las ecuaciones 1 y 2, y la oxidación de la esfalerita y la calcopirita (ecuaciones 3 y 4) era necesario considerar una quinta reacción que fuera capaz de reaccionar con los iones hidrógeno generados por las primeras dos reacciones.



## RELLENOS SANITARIOS EN AMERICA LATINA

La necesidad de rellenos sanitarios en América Latina es grande, En Argentina, Brasil, Colombia y Chile, por ejemplo, sólo un pequeño porcentaje de los rellenos sanitarios es ambientalmente adecuado. El Estado de Sao Paulo, en Brasil, tiene siete rellenos sanitarios adecuadamente diseñados o administrados, con cubiertas diarias, sistemas de recopilación de lixiviados o recubrimientos impermeables, En Colombia, solo las ciudades de Bogotá, Barranquilla, Bucaramanga, Popoyán, Ibagué, Cartagena, Manizales y Pereira tienen rellenos sanitarios y de éstos, casi todos carecen de sistemas adecuados para el monitoreo o control de lixiviados. Venezuela, por otro lado, no tiene rellenos sanitarios y no usa maquinaria de compactación para comprimir la basura. Pocos países en América Latina exigen recubrimientos impermeables en los rellenos sanitarios, y gran parte de los residuos sólidos de la región son dispuestos simplemente en tiraderos a cielo abierto sin una cubierta o tratamiento adecuados.

En la mayoría de los países latinoamericanos, el reciclaje es determinado por la economía (y no por las normas), utilización de piqueta y separación manual de los materiales que posteriormente pueden ser vendidos (cartón, vidrio, aluminio, etc). Dado que el espacio para los rellenos sanitarios se hace cada vez más problemático, las ciudades están buscando instrumentar programas formales de reciclaje,



Ya que la consideración de sólo 4 reacciones sobreestimaría la concentración de iones hidrógeno, lo cual experimentalmente no ocurría. Debido a la ausencia de cantidades suficientes de calcita (CaCO<sub>3</sub>) en la muestra sólida, la que reacciona fácilmente con ácidos, resulta que también la caolinita reacciona con los iones hidrógeno consumiéndolos de acuerdo a la siguiente reacción:



Dado que la concentración de oxígeno se mantuvo constante y que la variación fue sobre las concentraciones de la pirita, calcopirita, esfalerita y caolinita se hizo una correlación suponiendo que la cinética de desaparición de pirita es de primer orden con respecto a la concentración de FeS<sub>2</sub> y los valores de la constante de rapidez de reacción, tanto a 25°C como a 50°C son de 0.024 mes<sup>-1</sup> y 0.075 mes<sup>-1</sup> respectivamente. Estos valores nos indican que el tiempo de vida medio para la pirita es de 2.1 años y 0.67 años para 25 y 50°C respectivamente, lo cual significa que ese es el valor del período de tiempo donde la concentración de la pirita baja al 50% del valor inicial. Asimismo si la concentración final fuera el 10% de la inicial esto tomaría 8 años en llevarse a cabo a 25°C.

Es importante anotar y enfatizar las escalas de tiempo mencionadas en el párrafo anterior ya que estos procesos ocurren de una manera muy lenta y no debemos olvidar que las condiciones experimentales fueron extremas, ya que ninguna presa de jales se encuentra sujeta a estas condiciones. Lo importante de los resultados anteriores es que sienta las bases y nos permite acoplar los aspectos cinéticos químicos a los aspectos de transferencia de fluidos y de energía a través del lecho poroso, que una presa de jales en última instancia es. Aunado a lo anterior los aspectos mineralógicos son extremadamente importantes pues dictarán

las posibles reacciones que acontecerán y los niveles de concentraciones de ácido y cationes a los que se llegará.

Asimismo los valores de las constantes cinéticas permitirán, en experimentos posteriores que simulen las condiciones encontradas normalmente en las presas de jales, evaluar con mayor certidumbre las concentraciones y especies químicas que se puedan lixiviar. Aunado a lo anterior las facilidades actuales para modelar el flujo de fluidos, energía y especies químicas en lechos porosos mediante el uso de computadoras ayudará a la realización de experimentos para verificar dichos modelos, disminuyendo los costos inherentes a toda experimentación.

## Glosario

Jal: Voz náhuatl derivada de *xalli* que significa arena, piedra pulverizada la cual se aplica a las colas de flotación de los beneficios de mineral debido a la textura de esta, que asemeja a la arena debido al molido fino que se realiza a los minerales antes de su beneficio.

## Referencias

- [1] **B. Elberling**, "Evaluation of sulphide oxidation rates: a laboratory study comparing oxygen fluxes and rates of oxidation product release". Can. Geotech. J. 31, 373-383 (1994)

- [2] **M. Sengupta**, *Environmental Impacts of Mining 's Monitoring, Restoration, and Control*. Lewis Publishers 1993.

- [3] **Ernest K. Yanful**, "Oxygen Diffusion Through Soil Covers on Sulphidic Mine Tailings". Journal of Geotechnical Engineering Vol. 119. No. 8 August 1993.

- [4] **Ruiz M., Benjamín A.** "Determinación de la rapidez de generación de lixiviados ácidos en muestras de jales de mina con contenido de pirita". Tesis de la Maestría en Ingeniería Ambiental, ITESM, Agosto 1996

# Citas

La contaminación de la tierra, el aire y el agua del mundo, es la enfermedad más rápida de propagación de la civilización.

N. Cousins



## CLORURO FERRICO

Líquido y Anhidrido

## PROSI-PVS CHEMICALS, S.A. de C.V.

Productos químicos para tratamiento de aguas

### MONTERREY, N.L.

Prol. Venustriano Carranza 3105 Nte, Fracc. Industrial, 64299 Monterrey, N.L.  
Tel: (8)351-9082, (8)33 1-0026/Fax: (8)331-3864

### MEXICO, D.F.

Av. de las Torres 13, Col. Lomas de San Agustín, 53490 Naucalpan, Edo. de Mex.  
Tel: (5)300-3705, 300-5876/Fax: (5)300-3580

PROSI-PVS CHEMICALS

# LA INDUSTRIA FARMACEUTICA DE FORMULACION Y SUS RESIDUOS

Por: José Ignacio Ortiz Ruiz, Ingeniería Química, ITESM Campus Monterrey

## Antecedentes en la Industria Farmacéutica

En México se producen aproximadamente 450,000 toneladas de residuos sólidos diariamente, de las cuales 81,000 resultan de la industria química básica orgánica e inorgánica. Como se puede observar, la cantidad de residuos que son generados es voluminosa, de aquí la suma importancia y necesidad de crear programas que los reduzcan. Los generadores de residuos deberán crear Programas de Minimización de residuos, para contribuir de esta manera a la reducción de los mismos, además de obtener beneficios internamente.

La industria farmacéutica utiliza un vasto arreglo de procesos tipo batch y tecnologías en la manufactura de productos farmacéuticos. Debido a la diversidad de estos procesos, sería impráctico proveer un conjunto de guías que podrían aplicarse en la manufactura de todos los medicamentos. Junto con la sección de investigación y desarrollo, son considerados cuatro métodos comunes para manufacturar productos farmacéuticos:

1. Síntesis química, 2. Extracción de productos naturales, 3. Fermentación, y 4. Formulacion.

Los residuos generados durante los varios procesos de formulación resultan principalmente de la limpieza y esterilización de equipo, derrames químicos, productos rechazados y los procesos por sí mismos. Durante las operaciones de mezclado o tableado, se generan polvos los cuales pueden ser reciclados al proceso de formulación. La fuente primaria de agua residual es el lavado de equipo la cual puede contener sales inorgánicas, azúcares, jarabes, y tienen típicamente una baja DBO<sub>5</sub>, DQO y SST (Demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y sólidos suspendidos totales), con un pH neutro. Las emisiones al aire pueden

resultar del uso de solventes volátiles en el proceso de formulación.

En Merck & Co., se ha estado realizando desde hace varios años, conciencia de una buena técnica - negocio para enfatizar el esfuerzo para eliminar o al menos reducir la generación de residuos cuando sea posible. Se han reducido las descargas de agua residual a través de prácticas como la limpieza en seco (aspirado), precediendo a la limpieza con agua. Los métodos de sustitución de materias primas han sido aplicados exitosamente en los recubrimientos de tabletas y en las operaciones de limpieza de equipos.

En una etapa de proceso, una destilación de solvente y una recuperación interna de una mezcla acetona - agua, reduce el uso de acetona en un 80% con ahorros de U.S. Dlls 1.3 millones. Una planta farmacéutica reportó el uso de un solvente base acuosa y el desarrollo de un equipo para el recubrimiento de tabletas reduciendo la necesidad de un equipo para el control de la contaminación del aire, resultando en ahorros de costos de U.S. Dlls 180,000.

El reciclaje del empaque, otro de los mayores residuos de la industria farmacéutica, es difícil de enfrentar y está siendo considerado por los reguladores de la Comunidad Económica Europea, siendo que los empaques originales ocupan 7 veces el volumen comparados a los materiales solos, incrementando el residuo en área de transporte, manejo y almacenamiento.

## Programa de minimización de Residuos

La metodología más común para la realización de este tipo de programas es la propuesta por la U.S. Environmental Protection Agency y se describen a continuación:

### Fase de planeación y

**organización.** En esta fase típicamente se definen los objetivos, equipo de trabajo y áreas de acción. Los objetivos para una industria de formulación en esta fase son :

1. Reducir de manera factible las descargas de agua residual al drenaje, y 2. Reducir en lo factible la cantidad de residuos sólidos generados.

**Fase de valoración.** En esta fase el proceso es cuantificado totalmente (entradas y salidas de cada operación) . Los datos colectados en la planta dan una idea de las áreas de oportunidad respecto a las aguas residuales y residuos sólidos (peligrosos y no peligrosos) generados. En esta fase se colectan datos de los procesos de jarabes, tabletas y ungüentos (procesos típicos en formulación) a nivel de operación unitaria. Las corrientes, cantidades y características de cada operación son utilizadas para llevar a cabo balances de materiales en cada proceso. La figura No. 1 muestra un diagrama típico para el proceso de elaboración de jarabes.

**Fase de síntesis.** En esta fase los residuos líquidos y sólidos son jerarquizados de acuerdo a los criterios económico y ambiental, ponderados por la empresa. La Tabla No. 1 muestra un ejemplo típico de jerarquización para una industria de formulación.





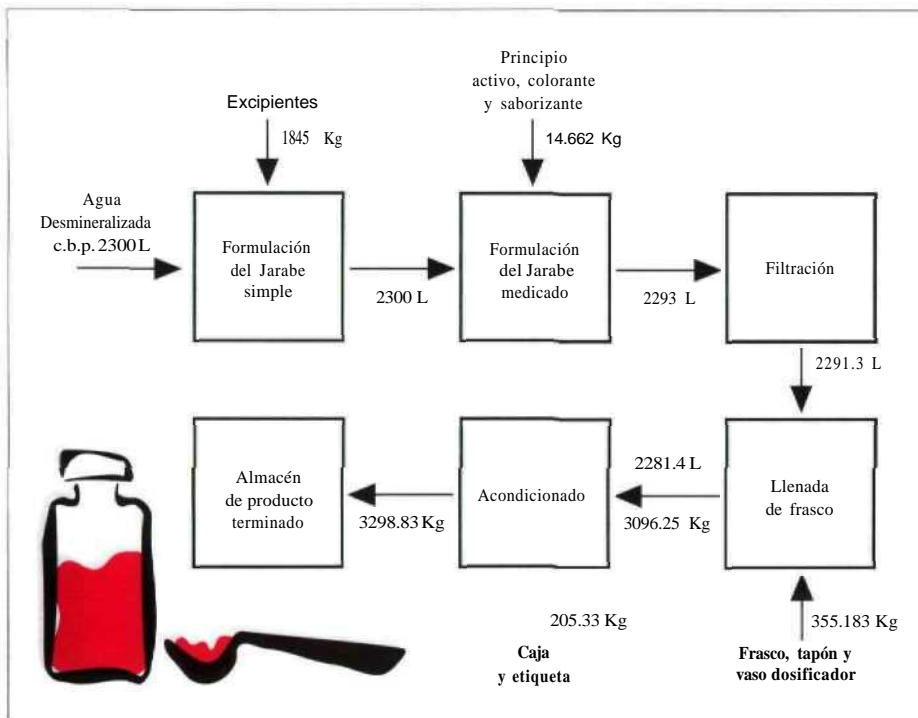


Figura No.1. Diagrama del proceso de elaboración de jarabes, (Lote de 2046.88 L).

RESIDUO (Proceso)	CANTIDAD	COSTO (Nuevos Pesos,1995)	JERARQUIA
Polvo limpio en la tolva al final del tableteo TABLETAS	0.250 Kg/ Lote	454,069.24	1
Merma de PVC - Papel Aluminio en el blistado TABLETAS	26.172 Kg / Lote	415,398.22	2
Merma de jarabe en la verificación de volumen de llenado. JARABES	8.8 Kg / Lote	282,617.28	3
Comprimidos fuera de especificaciones por ajuste de máquina en el tableteo. TABLETAS	0.060 Kg / Lote	108,976.00	4
Ungüento envasado en tubo fuera de especificaciones o por tubo golpeado. UNGÜENTOS	1.2188 Kg/ Lote	33,210.72	5

Tabla No. 1 Jerarquía de los residuos

**Determinación de las alternativas.** En esta fase se identifican las posibles alternativas que podrían prevenir la generación de los residuos identificados como de mayor importancia. Estas alternativas deben ser acordes con la estrategia mundial de manejo de residuos.

## ¿Tiene Problemas con Análisis de Aguas?



Certificado ISO 9001

### Sistemas para Análisis de Agua



Modelos recomendables para Aguas Residuales, Potables, de Proceso, Municipales, Acuicultura, Acondicionamientos y Torres de Enfriamiento



Métodos rápidos, confiables y aprobados por EPA con los cuales es posible analizar: acidez, alcalinidad, bromo, calcio, cloro, libre y total, conductividad, cromo, cobre, oxígeno disuelto, fluoruros, durezas, fierro, manganeso, nitrógeno amoniacal, nitrógeno total, PH, DQO, DBO, fosfatos, sílicas, detergentes, color, sulfatos, sulfitos, turbidez, etc.

No lo piense más, llámenos y solicite gratuitamente el Nuevo Catálogo de Productos para Análisis No. 1916



Casa Rocas, S.A. de C.V.

Una empresa del Grupo Fisher Scientific  
Cauahuétemoc 438 Sur, Monterrey, N.L.

Tel. (8)345-1717 y (8)342-1180

Fax. (8)343-5828

E-mail: rocas@rocas.fisher.com.mx

**Fase de evaluación técnica y económica.** En esta fase las alternativas identificadas son evaluadas para definir la factibilidad de su implantación a nivel comercial. Muchas alternativas llegan a ser técnicamente viables de implantar pero muy pocas resultan ser económicamente atractivas. La Tabla No. 2 presenta un caso típico de alternativas evaluadas técnicamente y económicamente para una serie de residuos en la industria de formulación.

<b>RESIDUO (POR JERARQUÍA)</b>	<b>ALTERNATIVA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>AHORRO</b>
Polvo limpio en la tolva al final del tableado	Recuperar el polvo y reciclar directamente a proceso en la etapa de tableado en el siguiente lote del mismo producto	La alternativa dio resultado con una razón de reciclaje de hasta un 0.15% del total del lote	454,069.24
Merma de PVC-Papel Aluminio en el blistado	Utilización de un equipo que genere menor porcentaje de merma	Con una máquina PARTENA se redujo la merma en un 80% debido al sistema de corte	427,280.32
	Reciclar el residuo fuera de planta para recuperar el aluminio	Por el reciclaje fuera de planta se recibe a 1 NS/Kg de residuo	
Merma de jarabe en la verificación de volumen de llenado	Disminuir la verificación de volumen validando la máquina envasadora		282,617.28
	Manejar adecuadamente el jarabe de manera que sea reciclado en el proceso	La alternativa de manejo adecuado del residuo y de reciclaje dio resultado con una razón de reciclaje de 0.4%	
Ungüento envasado en tubo fuera de especificaciones o por tubo golpeado	Recuperar el unguento y reciclar a proceso directamente	Se obtiene buen resultado al reciclarse el unguento con una razón del 1.08%	43,625.33
Aguas residuales de los lavados de equipos y áreas	Lavados con equipo de agua a presión	Se ahorró agua en un 50,43% y se redujo la cantidad de agua residual	143,421.81
	Programación de lotes en serie de un mismo producto	Se generaron ahorros de agua, detergentes, sanitizantes. además de facilitar las pruebas de reciclaje	52,356.13
OTRAS ALTERNATIVAS			150,286.92
<b>TOTAL</b>			<b>1'553.657.03</b>

Tabla No. 2 Resultados de las alternativas para la minimización de residuos





## Conclusiones

La industria farmacéutica de formulación en México, ha tenido un progreso considerable al reducir sus residuos a través del uso de las Estrategias de Minimización. Algunas de las acciones más representativas son:

1. Medidas de control en los procedimientos tales como: especificación de la cantidad de solvente para la limpieza de las máquinas tableteadoras, segregación del petrolato residual en el pesado y los residuos de ungüento después de su fabricación, aprovechando el petrolato como materia prima. Calendarización adecuada de la producción, reflejada en la programación en lo posible de lotes en serie, beneficiando en el manejo adecuado de un residuo para reciclarlo en un lote siguiente del mismo producto, además del ahorro de agua y solvente de lavado, al disminuir la frecuencia de éstos.

2. Modificación de procedimientos de lavado mediante el uso de equipo de alta presión y bajo volumen, el cual disminuirá considerablemente un recurso tan valioso como lo es el agua. Esta alternativa reflejará un ahorro económico sustancial además de facilitar la operación de limpieza.

3. Dentro del apartado de recuperación encontramos medidas como el reciclamiento del ungüento de los tubos fuera de especificaciones por peso y el retorno directamente a proceso del jarabe utilizado para la verificación del volumen en el llenado de frasco. Estas alternativas, tienen gran impacto por su beneficio económico.

Las estrategias mencionadas se relacionan con otros objetivos de la compañía tales como el mejoramiento de

la calidad y el incremento en el rendimiento productivo. No debemos olvidar la función principal de un producto farmacéutico que es salvaguardar la salud humana o animal, por esto la calidad del producto deberá estar siempre en primer lugar.

Cabe señalar que, al modificarse la formulación en el caso del reciclaje del producto farmacéutico dentro del mismo proceso, se deberían correr estudios de estabilidad, este tipo de estudios además de corroborar la propuesta de reciclaje, nos hará cumplir las regulaciones de las instituciones de salud correspondientes.

En la actualidad, en México, son pocas las industrias de este ramo que se preocupan por generar programas que ayuden a conservar el medio ambiente. En nuestros días, es imperativo que en las industrias farmacéuticas de nuestro país, se le de especial atención al tema del medio ambiente, y empiecen a crear una sección especial que se encargue de la ingeniería ambiental.

Es importante que se siga investigando y probando nuevas tecnologías para disminuir los residuos en las industrias farmacéuticas. Esperando haber despertado la motivación en el ramo farmacéutico nos gustaría que este fuera el inicio de la investigación dentro de cada empresa hacia la implantación de programas de minimización de residuos.



DIVISION PRODUCTOS QUIMICOS Y TRANSPORTES



## Contamos con servicio de Transporte de Hipoclorito de Sodio y Cloro Gas.

Equipo disponible:

### CLORO GAS

- **Plataforma con capacidad hasta 16 cilindros de 907 kgs. y 40 cilindros de 68 kgs**
- **Camión Torton con capacidad hasta 8 cilindros de 907 kgs. o 120 cilindros de 68 kgs.**
- **Camión 3.5 ton. con capacidad de dos cilindros de 907 kgs. o 30 cilindros de 68 kgs.**

### HIPOCLORITO DE SODIO AL 13%

- **Carro Tanque con capacidad de 28,400 kgs.**
- **Carro Tanque con capacidad de 14,600 kgs.**
- **Carro Tanque con capacidad de 3,400 kgs.**

**Contamos con servicio local y foráneo a cualquier parte.**

*Nuestro Equipo de Transporte cuenta con Seguro contra Daños Ecológicos y los Productos son transportados por cuenta y riesgo de nuestra empresa, además, nuestro personal está capacitado para atender cualquier contingencia que se presentara en este servicio.*

**20 años de EXPERIENCIA nos respaldan**

Ruiz Cortinez 901 Ote. Col. Vidriera C.P. 64520 Monterrey, N.L.

Tels. 91(8)331-31-11, 331-24-36 y 351-96-66, Fax. (8)351-19-71

# ACTUALIDADES AMBIENTALES DE RECICLAJE



## DIARIO, 11,000 TONELADAS DE BASURA EN LA CIUDAD DE MEXICO

Diariamente, un ejército de 20,000 trabajadores y un parque vehicular de 1,700 vehículos recolectan 11,000 toneladas de basura que se generan en la ciudad de México. En total, 14 estaciones de transferencia distribuidas en toda la ciudad se encargan del manejo y traslado de los residuos sólidos a dos plantas de selección y aprovechamiento, antes de su tratamiento y disposición final en rellenos sanitarios.

Sin embargo, debido a la falta de programas adecuados para la recolección de residuos sólidos, diariamente se tienen que recoger acumulaciones en unos 1,100 tiraderos clandestinos, ubicados en 319 colonias del Distrito Federal.

Cabe señalar que a partir de 1994 el gobierno del Distrito Federal incorporó un sistema mecanizado de selección de la basura, con el propósito de reutilizar los insumos y residuos y, al mismo tiempo, disminuir los volúmenes que se trasladan finalmente a los rellenos sanitarios.

Con ese objetivo, se construyeron dos plantas de selección y aprovechamiento de residuos sólidos, con capacidad para procesar en conjunto unas 3,000 toneladas de basura cada día y está en proceso de construcción una tercera en la Delegación Iztapalapa.

De acuerdo con un estudio realizado en estas plantas, cada día se recuperan 258 toneladas de diversos materiales: vidrio -70-, papel -52-, plástico -49-, cartón -41-, aluminio -23-, fierro -15- y chácharas -8-.

Con ello, poco a poco se pone fin a la época de los siete grandes tiraderos a cielo abierto en la periferia de la ciudad de México, en donde por una "cuota mínima" verdaderos caciques amasaron grandes fortunas al controlar el usufructo de la basura.

Fuente: <http://www.el-universal.com.mx/>



### ZIMMER, S.A. DE C.V.

Servicio de Recolección, Centro de Acopio de Productos, Metales, Polvos, Rebabas, Escorias y todo tipo de Desperdicios Industriales no Peligrosos.  
Representada por: Ing. J. Manuel Zambrano Q.  
Aarón Sáenz 1823 Pte. Col. Santa María, Monterrey, N.L., C.P. 64650  
Tels. (8) 347-7533, 347-4883 Fax: (8)347-7534  
e-mail: zimmer@uninet.net.mx



## GEN

### GEN INDUSTRIAL S.A. de C.V.

Manejo y Transportación de Residuos y Materiales Reciclables (papel, cartón, aluminio, plástico, metales y chatarra)  
Implementación de sistemas de manejo integral de residuos en compañías  
Representada por Ing. Mario Valle Zambrano  
Av. Miguel Alemán 6062 Ote., Guadalupe, N.L., C.P. 67130  
Tel: (8)379-0083, 379-2761, Fax: (8) 379-0292



## PROME

### PROME S.A. de C.V.

Compra-Venta de Fierro y Desperdicios Industriales y además cuenta con Servicio de Recolección en Contenedores tipo Roll Off y tipo Refresquero  
Representada por Sr. Francisco Saucedo Mendoza  
Av. los Angeles 3456 Ote., San Nicolás de los Garza, N.L.  
Tel: (8)331-2708 331-2948 331-2768, Fax: (8)331-3227



## GRUPO SIMPLEX, S.A. DE C.V.

Compra-Venta de Desperdicios Post-industriales y Post-consumidor de Plásticos tales como PP, HDPE, PET, MATERIALES DE INGENIERIA. (ABS, NYLON, PS, ETC.) Manejamos de 5 Toneladas como mínimo.  
Representada por Ing. Mauricio Mitre Garza  
Av. Eugenio Garza Sada 3927 Sur Int-C (altos), Mty., N.L., C.P. 64860  
Tel. (8) 365-4532 365-0020, Fax: (8) 365-0021  
e-mail: mmitre@sdm.net.mx



# EN BUSCA DE LA TECNOLOGIA QUE PERMITA EFECTIVA Y ECONOMICAMENTE CONTROLAR LAS DESCARGAS DE RESIDUALES LIQUIDOS

Por: Ignacio Lujan, Ingeniería Ambiental, ITESM Campus Monterrey

## Introducción

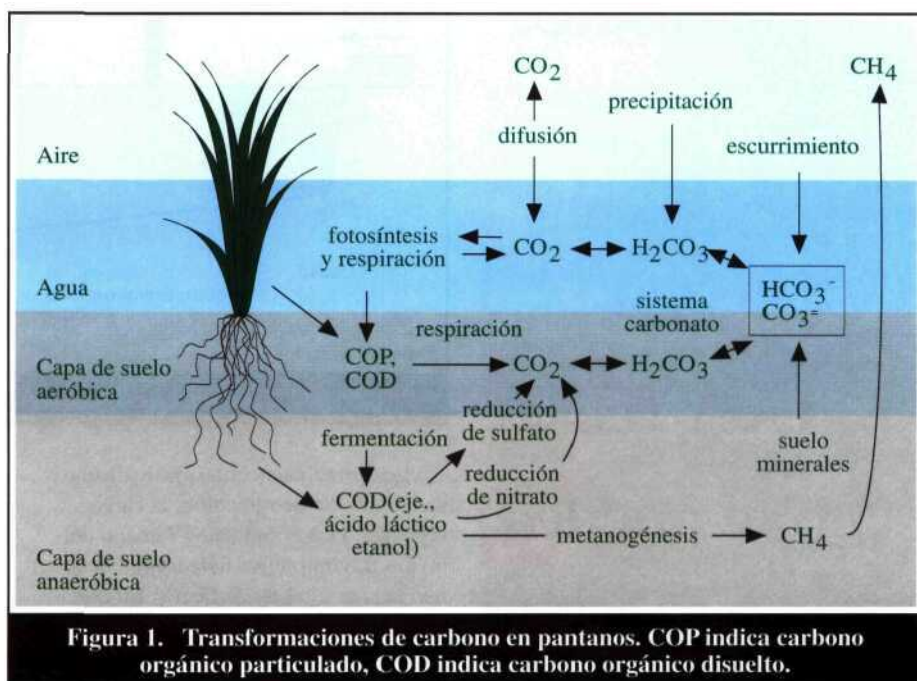
Los costos de construcción y los costos de operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales son los factores más significativos que afectan el proceso de selección de tecnología. El costo para el tratamiento de pequeños efluentes domésticos, industriales, comerciales, agrícolas, mineros, etc, puede ser demasiado oneroso si se emplean las tecnologías convencionales.

En México se cuenta con un gran número de descargas residuales, incluyendo por supuesto las descargas de innumerables comunidades urbanas y semiurbanas, las cuales no cuentan con un sistema de control y/o mejoramiento de la calidad del agua. Esto le cuesta al país grandes daños en la salud pública, afectación sanitaria, deterioro del nivel de vida, alteración y pérdida de ecosistemas hídricos, carencia de agua de calidad, etc.

Para lograr dar una solución efectiva a estos problemas, se requiere aplicar alternativas de tratamiento que sean sencillas, eficientes, económicas y que conserven la sanidad y el entorno.

## Descripción de los sistemas naturales de tratamiento

Los sistemas naturales de tratamiento de aguas residuales dependen de los fenómenos e interacciones entre los procesos físicos y químico que ocurren dentro del ecosistema y de las situaciones propias dependientes de las partes componentes de la unidad y de su construcción, así como de los componentes biológicos de los procesos involucrados en ese habitat sobre el cual se aplica las aguas residuales. En la figura 1 se muestra el ciclo del carbono en los Sistemas Pantanosos.



Los también llamados pantanos construidos son una tecnología ampliamente aceptada de reciente desarrollo y de un uso incremental impresionante a nivel mundial. Los pantanos son depósitos de baja profundidad cubiertos por una amplia variedad de plantas, que toleran fuertes variaciones de carga orgánica e hidráulica y, que son adaptables a la mayoría de los climas en cualquier continente habitable.

Los sistemas naturales de tratamiento involucran una combinación variada de plantas acuáticas, organismos microscópicos, sustratos aeróbicos y anaeróbicos y de materiales pétreos y terreos, pudiéndose presentar una variada gama de operaciones y procesos unitarios, tales como:

- capacidad de intercambio iónico,
- procesos de oxidación y de absorción,

- reacciones de oxidación y de reducción,
- precipitación y quelación,
- sedimentación y filtración,
- neutralización y transferencia de gases,
- nitrificación/denitrificación y precipitación de fósforo.

## Naturaleza del proceso

Actualmente los pantanos tratan aguas residuales municipales, domésticas, agrícolas, industriales, drenajes ácidos de minas y fuentes no puntuales de aguas residuales como agua de lluvia en muchos países alrededor del mundo. El tamaño no es limitante ya que el pantano puede construirse para grandes o pequeños desarrollos residenciales, pueblos o pequeñas ciudades.

Dos opciones de pantanos construidos han sido desarrolladas y estudiadas:



# EN BUSCA DE LA TECNOLOGIA QUE PERMITA EFECTIVA Y ECONOMICAMENTE CONTROLAR LAS DESCARGAS DE RESIDUALES LIQUIDOS

Por: Ignacio Lujan, Ingeniería Ambiental, ITESM Campus Monterrey

## Introducción

Los costos de construcción y los costos de operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales son los factores más significativos que afectan el proceso de selección de tecnología. El costo para el tratamiento de pequeños efluentes domésticos, industriales, comerciales, agrícolas, mineros, etc, puede ser demasiado oneroso si se emplean las tecnologías convencionales.

En México se cuenta con un gran número de descargas residuales, incluyendo por supuesto las descargas de innumerables comunidades urbanas y semiurbanas, las cuales no cuentan con un sistema de control y/o mejoramiento de la calidad del agua. Esto le cuesta al país grandes daños en la salud pública, afectación sanitaria, deterioro del nivel de vida, alteración y pérdida de ecosistemas hídricos, carencia de agua de calidad, etc.

Para lograr dar una solución efectiva a estos problemas, se requiere aplicar alternativas de tratamiento que sean sencillas, eficientes, económicas y que conserven la sanidad y el entorno.

## Descripción de los sistemas naturales de tratamiento

Los sistemas naturales de tratamiento de aguas residuales dependen de los fenómenos e interacciones entre los procesos físicos y químico que ocurren dentro del ecosistema y de las situaciones propias dependientes de las partes componentes de la unidad y de su construcción, así como de los componentes biológicos de los procesos involucrados en ese habitat sobre el cual se aplica las aguas residuales. En la figura 1 se muestra el ciclo del carbono en los Sistemas Pantanosos.

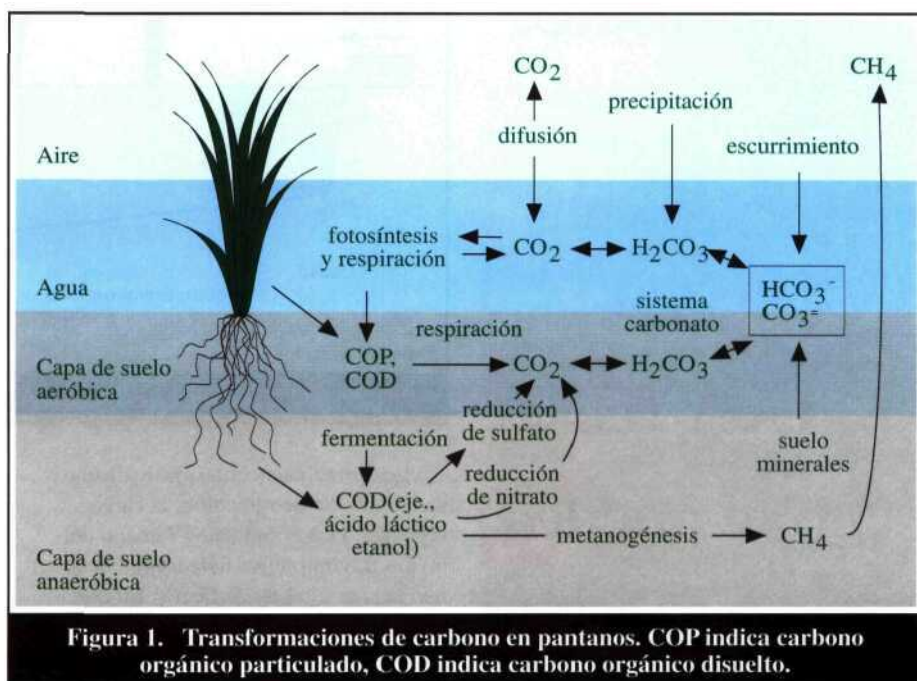


Figura 1. Transformaciones de carbono en pantanos. COP indica carbono orgánico particulado, COD indica carbono orgánico disuelto.

Los también llamados pantanos construidos son una tecnología ampliamente aceptada de reciente desarrollo y de un uso incremental impresionante a nivel mundial. Los pantanos son depósitos de baja profundidad cubiertos por una amplia variedad de plantas, que toleran fuertes variaciones de carga orgánica e hidráulica y, que son adaptables a la mayoría de los climas en cualquier continente habitable.

Los sistemas naturales de tratamiento involucran una combinación variada de plantas acuáticas, organismos microscópicos, sustratos aeróbicos y anaeróbicos y de materiales pétreos y terreos, pudiéndose presentar una variada gama de operaciones y procesos unitarios, tales como:

- capacidad de intercambio iónico,
- procesos de oxidación y de absorción,

- reacciones de oxidación y de reducción,
- precipitación y quelación,
- sedimentación y filtración,
- neutralización y transferencia de gases,
- nitrificación/denitrificación y precipitación de fósforo.

## Naturaleza del proceso

Actualmente los pantanos tratan aguas residuales municipales, domésticas, agrícolas, industriales, drenajes ácidos de minas y fuentes no puntuales de aguas residuales como agua de lluvia en muchos países alrededor del mundo. El tamaño no es limitante ya que el pantano puede construirse para grandes o pequeños desarrollos residenciales, pueblos o pequeñas ciudades.

Dos opciones de pantanos construidos han sido desarrolladas y estudiadas:

**integratec**  
la revista  
institucional  
del Tec  
¡Suscríbete!

EDUC  
ra el sigl

Si eres  
gra

IT Ex-A-Tec

formación estratégica  
no te quedes  
na industria  
sin recibirla!

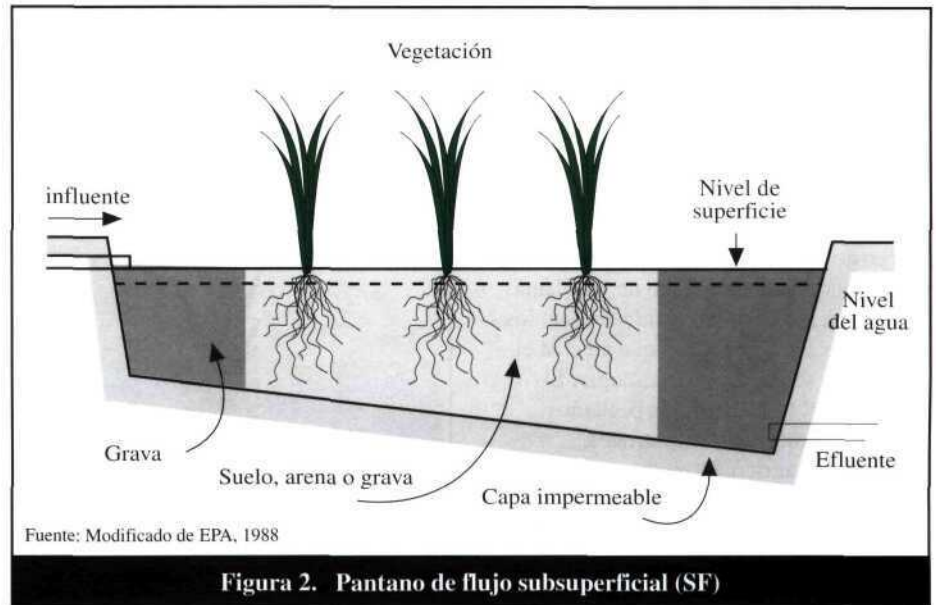
hacia e  
200

uela de Gra  
ara obten

Dirección de Relaciones y Desarrollo  
de Egresados del Sistema ITESM  
Av. del Estado 208, Col. Tecnológico  
Monterrey, N.L., C.P. 64700  
Tels. (81) 358-76-20 y 328-40-85 Fax: (81) 358-81-76  
E-mail: integra@campus.mty.itesm.mx  
http://www.sistema.itesm.mx/dai/drdeg

- pantanos de flujo subsuperficial y
- pantanos de flujo superficial.

Por razones ventajosas, la mayoría de los pantanos construidos han sido del tipo subsuperficial, también llamados filtros horizontales de grava y gravilla, que permiten amplias aplicaciones y reducen fuertemente los inconvenientes de su aplicación, en la figura 2 se muestra un esquema transversal.



Los principales criterios de diseño son el tiempo de retención, la carga orgánica, la profundidad y tamaño del medio. La hidráulica del sistema debe ser revisada por la Ley de Darcy. En estos sistemas la porosidad del medio es crítica para predecir el área requerida para un nivel dado de tratamiento. La porosidad del medio tiene una relación matemática directa con la constante de degradación microbiana.

Los pantanos construidos apropiadamente diseñados pueden reducir los niveles de Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos Suspendedos y Coliformes Fecales hasta concentraciones mínimas. La remoción de nitrógeno dependerá de la cantidad de oxígeno disponible en el medio y la remoción de fósforo dependerá del tipo de medio usado.

Los datos operacionales con pequeños sistemas han demostrado la importancia de mantener niveles de oxígeno superiores a 1.5 mg/l a mayores, niveles de oxígeno requeridos para que no ocurra la liberación de olores y lograr la disminución de la DBO, que debe estar por debajo de 10 mg/l, si se está usando como sistema secundario.

Este método puede ser usado en conjunto con otros sistemas de tratamiento de baja capacidad, pudiéndose lograr concentraciones remanentes de 5 mg/l como DBO, lográndose una calidad equivalente a niveles terciarios de tratamiento.

En años recientes han sido utilizados para controlar la presencia de metales pesados, hidrocarburos y químicos tóxicos que no son removidos en la mayoría de las plantas de tratamiento por los procesos convencionales. Los más importantes mecanismos de remoción de contaminantes en Pantanos Construidos son mostrados en la tabla 1.

## Breve historia

La primera investigación cuyo objetivo fue el tratamiento de aguas residuales por medio de pantanos construidos se debe a Kathe Seidel del Instituto Max Planck; en 1952 ella exploró inicialmente la remoción de fenoles, se mantuvo realizando diversos trabajos y publicaciones hasta finales de los años setentas. Kickuth, continuó con el trabajo de Seidel estudiando además (1975) el comportamiento de los pantanos naturales.



CONTAMINATES	MECANISMOS DE REMOCION
DBO	Degradación microbiana (aeróbica y anaeróbica) Sedimentación (acumulación de materia orgánica / lodos en la superficie del sedimento).
Sólidos suspendidos	Sedimentación / filtración.
Nitrógeno	Amonificación seguida por nitrificación y denitrificación microbiana Asimilación por plantas Volatilización del amonía
Fósforo	Absorción del suelo (reacciones de adsorción-precipitación con aluminio, hierro, calcio y minerales arcillosos en el suelo) Asimilación de la planta (Producción de fosfina)
Metales pesados	Sedimentación por gravedad Precipitación (coprecipitación con componentes insolubles) Adsorción (adsorción por el substrato y superficie de la planta) Absorción por plantas Oxidación por acción microbiana
Patógenos	Sedimentación / filtración Muerte natural Radiación UV Excreción de antibióticos desde las raíces de microfitas

**Tabla 1. Mecanismos de Remoción de Contaminantes en Pantanos Contruidos**



Estos trabajos se popularizaron dando lugar a la construcción de alrededor de 200 sistemas de tratamiento municipales e industriales.

En los años setentas, en Estados Unidos, la National Science Fundation financió una serie de estudios que realizaron John y Bob Kadlec de la Universidad de Michigan; Odum y Ewell que utilizaron pantanos naturales para el tratamiento de aguas residuales en la Universidad de Florida, otros investigadores como Wolverton en las instalaciones de la NASA en Mississippi.

Estudios intensivos a nivel piloto fueron dirigidos por Gesberg y Gearheart en California. Ha destacado la Tennessee Valley Authority en programas de investigación y asistencia para el tratamiento de una gran variedad de efluentes, dirigidos por Donald A. Hammer. Actualmente se cuenta con grandes aportaciones de William J. Mitsch, James G. Gosselink, Reed, Sherwood y muchos más.

En México este proceso se comenzó a aplicar desde 1988, con unidades construidas en las ciudades de Linares

N.L. y Saltillo, Coah. por la Dra. Gloria T. de Garza. En 1990 con trabajos a escala piloto y a escala real conducidos por F. Rivera y A. Calderón de la UNAM; E. Robles implemento a escala de laboratorio el tratamiento de aguas residuales de un parque en San Luis Potosí. Actualmente el país cuenta con diversas unidades, aunque su desarrollo no ha sido el esperado si se compara a nivel mundial.

## Epoca actual

A la fecha en Estados Unidos y Europa se han construido un gran número de unidades aplicadas a residuos industriales, domésticos y agrícolas, en un desarrollo que analizando en los pocos años que han trascurrido (aproximadamente 10 años) el número de unidades construidas por año rebasa todas las expectativas.

## Referencias

**U.S. Environmental Protection Agency (1988).** Design Manual-Constructed Wetlands and Aquatic Plant Systems for Municipal Wastewater Treatment. EPA/625/11-88/022. U.S. EPA CERL. Cincinnati, OH.

**U.S. Environmental Protection Agency (1993).** Subsurface Flow Constructed Wetlands for Wastewater Treatment. A Technology Assessment. U.S. EPA 832-R-93-008. Office of Wastewater. Julio de 1993

**Hammer, Donald A. Editor, (1989).** Constructed Wetlands for Wastewater Treatment Municipal, Industrial and Agricultural. Lewis Publishers.

**Moshiri Gerald A. Ph D. (1993),** Constructed Wetlands for Water Quality Improvement. Lewis Publishers.

**Fermín Rivera Argüero y Arturo Calderón Vega.** Biotratamiento de Aguas Negras. Información Científica y Tecnológica. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Agosto de 1993. Vol. 15, núm. 203

**Esperanza Robles y Colaboradores.** Remoción de Materia Orgánica. Sistema de Tratamiento de Lechos de Raíces. Información Científica y Tecnológica. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, agosto de 1993. Vol. 15, núm. 203

**WPCF (1990).** Natural Systems for Wastewater Treatment. Manual of Practice. FD-16, Reed, S.C., de.. Water Pollution Control Federation, Alexandria, VA.

**De Garza, Gloria.** Sistema de Filtro Microbiano con carrizos para el Tratamiento de Aguas Negras del Fraccionamiento Río Verde, Linares, N.L.. 1988 ●





## COMPENDIOS DE NORMAS OFICIALES MEXICANAS

**Transporte de Substancias, Materiales y Residuos Peligrosos** Contiene las Normas publicadas por el Diario Oficial de la Federación para el almacenamiento e identificación de substancias peligrosas, su etiquetado y especificaciones para el envase, embalaje y transporte de las mismas.

### Materia Ambiental

Contiene 87 Normas Oficiales Mexicanas publicadas en el Diario Oficial de la Federación, en Materia de Medio Ambiente y Control de la Contaminación.

### Seguridad el Higiene

Contiene las Normas emitidas por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, en Materia de Seguridad en el Ambiente Laboral, Higiene Industrial y Medición de Contaminantes.

### Salud Ambiental

Contiene las Normas emitidas por la Secretaría de Salubridad y Asistencia referentes a: Análisis Microbiológicos en Alimentos, Especificaciones Sanitarias de Instrumentos Médicos, Métodos de Prueba para Agua Potable y Bienes y Servicios de Productos de la Pesca.

### Métodos de Prueba

Contiene las Normas NMX-AA y DGN-AA para Métodos Analíticos de Laboratorios: Determinación de Emisiones, de Análisis de Agua, Aire, etc.

### Manejo de Materiales Radioactivos

Contiene las Normas Oficiales Mexicanas emitidas por la Secretaría de Energía por conducto de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear referentes a: Clasificación de los Desechos Radiactivos; Límites de Contaminación Superficial con Material Radiactivo; Requerimientos para Instalaciones de Incineración de Desechos Radiactivos; entre otros temas.

### Materia de Ahorro de Energía

Contiene las Normas Oficiales emitidas por la Secretaría de Energía en materia de ahorro y uso eficiente de energéticos tales como gas natural.

### NOM-001-SEMP-1994 (Instalaciones Eléctricas)

Relativa a las Instalaciones destinadas al suministro y uso de energía eléctrica. Esta norma tiene como objetivo establecer las especificaciones de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas al suministro y uso de energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de servicio y seguridad para las personas y su patrimonio.

### Materia Fitosanitaria

Contiene las Normas Oficiales Mexicanas emitidas por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, referentes a: Uso de Pesticidas Agrícolas para su Manejo e Importación; Manejo de Semillas, Flora y Follaje, entre otros temas.

### Materia Zoonitaria

Contiene las Normas Oficiales Mexicanas emitidas por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos referentes a: Criterios para la operación de laboratorio de pruebas en materia Zoonitaria; Límites máximos permisibles y procedimiento de muestreo; Regulación de productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por éstos, entre otros temas.

### TAMBIEN

**LEGISMEX**, Normatividad Mexicana en Internet (<http://uninet.mty.itesm.mx/legismex>)

Para mayores informes comunicarse con  
Ing. Erick Rivas a los Teléfonos (8) 328-4140, 328-4404,  
Fax. (8) 359-6280 o E-mail: [erivas@campus.rnty.itesm.mx](mailto:erivas@campus.rnty.itesm.mx)



### DEYCO SERVICIOS, S.A. DE C.V.

Tenemos la gama más grande de purificadores de aire y agua en el mercado. Equipos Domésticos, Semi-industriales e Industriales,

#### ATENCIÓN:

Casa Habitación	Restaurantes	Cuartos Fríos	Consultorios
Cocinas	Bares	Gimnasios	Veterinarias
Comedores	Salones	Oficinas	Hospitales
Recámaras	Albergas, etc	Cisternas	Salones de Juego

TELS. (8) 335-6151, FAX 378-0438  
BEEPER: (8) 151-1111, Clave 5 104555  
RIO NAZAS No.1111-A COL. VALLE ORIENTE, GARZA GARCÍA, NI.



**OZONO LA SOLUCION**

### Ingeniería del Medio Ambiente



# SERVICIOS AMBIENTALES

## ESTUDIOS ESPECIALIZADOS DE MECANICA DE SUELOS, S.A. DE C.V.

Pruebas de penetración estándar para análisis del subsuelo, muestreo en roca e instalación de pozos de monitoreo según lineamientos de la EPA.



Lázaro Cárdenas 436  
Col. Emiliano Zapata  
Monterrey, N.L., C.P. 64390

Tel. 347.5444  
Fax. 347.5451



## PERRY JOHNSON, INC.

20 Burlington Mall Rd. Suite 260  
Burlington, MA 01803  
1-800-800-7852 (617)273-1200  
Fax: (617)273-5868  
E-mail: pjiboston@aol.com

**ISO/QS 9000 & ISO 14000 Specialist**  
ISO 14000 Environmental Management System Course  
IRCA Register number A10153  
Call or fax for free ISO 14000 Executive Overview  
Ofrecemos seminarios en español

**Victor M. Chavez**  
Boston office



## INGENIERIA EN IMPACTO Y RIESGO AMBIENTAL

- Asesoría en el Manejo de los Residuos Peligrosos
- Estudios de Identificación y Prevención de Riesgos
- Reportes de Evaluación de Riesgo de Procesos y Operaciones
- Asesorías Legal en Materia de Medio Ambiente
- Auditorías Ambientales
- Estudios de Riesgo Ambiental
- Desarrollo e Implementación de Planes de Emergencia
- Estudios de Impacto Ambiental

**Ing. Ernesto Tamez Escamilla**  
Perito en Telecomunicaciones  
Perito en Riesgo Ambiental

Tels.: (8)358-3027, (8)359-6089  
Isabel de Farnesio 1111 Col. Roma, Monterrey, N.L.



SISTEMAS DE FILTRACION Y PURIFICACION DE AGUA

## LA MEJOR SOLUCION PARA EL ACONDICIONAMIENTO PURIFICACION Y FILTRACION DE AGUA

- Suavizadores, Equipos de Filtración • Portafiltros, polipropeno, acrílico y acero inoxidable • Filtros tipo cartucho • Osmosis Inversa y membranas • Purificadores UV • Válvulas automáticas y manuales Fleck

### SOLICITAMOS DISTRIBUIDORES

Cuarta Av. 801 Fracc. Ind. Jomyco Sta. Catarina, N.L., México  
C.P.66351, Tel-Fax: (8) 388-0200, 388-0210, 388-8494



## CONSUMAT ENVIRONMENTAL SYSTEMS, INC.

- Líder en sistemas de incineración: Ingeniería, Diseño, Construcción, Arranque y Capacitación • Capacidades desde 60 hasta 750 Kg./hr. • Estricto apego a las normas ecológicas nacionales e internacionales • En hospitales, la mejor opción en incineración de residuos.

Distribuidor Exclusivo para México:  
**Generación Ecológica S.A. de C.V.**

Magnolia #1871, Col. Reforma Monterrey, N.L. C.P. 64550  
Tel: (8) 318-0986 / Fax: (8) 372-2690

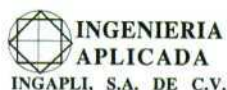


## SERVICIOS DE INGENIERIA Y CONSULTORIA AMBIENTAL, S.A. DE C.V.

- Gestoría Legal • Aforos y Muestréos de Agua Residual • Laboratorio de Análisis • Productos de Tratamiento de Agua Industrial • Emisiones a la Atmósfera • Estudios de Ambiente Laboral • Biorremediación.

LABORATORIO DE PRUEBAS ACREDITADO POR SINALP Q-097 093/96  
BIO-REMEDIACION AUTORIZACION SEMARNAP 19-39 PS V 19 96  
SEMARNAP INE 03-19-069

**Miguel Alemán 1085A y 1087 Col. Luis Echeverría, C.P. 64260 Monterrey, N.L.**  
Tel. (8) 331-3599, Fax. (8) 331-5936



**INGENIERIA APLICADA**  
INGAPLI, S.A. DE C.V. Fabricantes de equipos para Potabilización y Tratamiento de Aguas

Divisiones: Potabilización (Equipos de ósmosis)  
Saneamiento (Aguas Industriales/Domésticas)  
Ingeniería, Diseño y Construcción  
Productos Químicos  
Ingeniería Ambiental (Auditorías y Estudios)

### 12 años de experiencia en fabricación

Tels./Fax. (8) 333-2521 / 333-4906 / 333-5725  
Ave. Madero 2821 Pte. Col. Mitras Centro Monterrey, N.L.



## TRANSFORMACIONES AMBIENTALES S.A. DE C.V.

- Desengrasantes BIODEGRADABLES aprobados por E.P.A. para la limpieza Industrial, Doméstica e Institucional.
- Absorbentes de Hidrocarburos MULTISORB en sus diferentes presentaciones.
- Equipos de Hidrolavado WHITCO.
- Asesoría y Servicios de BIO-REMEDIACION de suelos impactados con Hidrocarburos.
- Asesoría en manejo y tratamiento de Residuos Peligrosos.

Juárez 209 La Fama, Santa Catarina, N.L., C.P. 66100, Tel. (8)336-8788, Fax. (8)336-8715

**¿DESEA PUBLICAR SUS SERVICIOS EN ESTA SECCION?**

Mayor Información al Tel. (8)328.4148, (8)358.2000 Exts. 5216 a la 5218, Fax. (8)328.4144  
e-mail: mbriseno@campus.mty.itesm.mx



# RESUMEN NOTICIOSO



## DESCUBREN NUEVAS ESPECIES DE MOLUSCOS FÓSILES EN MICHOACÁN

En Huetamo, Michoacán, se han descubierto varias localidades fosilíferas de inusitado interés paleontológico. El Maestro en Ciencias Jerjes Pantoja Alor, investigador titular del Departamento de Geología Regional del Instituto de Geología de la UNAM, dice que al realizar la cartografía geológica (mapeo de las rocas) de la región de Tierra Caliente encontró un sorprendente afloramiento de fósiles dentro de la secuencia de capas carbonatadas cretácicas. A partir de este hallazgo se describieron nuevos géneros y especies de cefalópodos, gasterópodos, equinodermos, bivalvos y corales.

El maestro Alor comentó que en el caso de los cefalópodos y los ammonites, se encontraron algunos ejemplares que son importantes para determinar la edad de las rocas de la región. Sin embargo, destacó que la importancia geológica de Huetamo en el contexto mundial se debe al descubrimiento de nuevos géneros y nuevas especies de ciertos moluscos bivalvos (denominados rudistas) fósiles que poblaron los arrecifes del Período Cretácico (hace 65-144 millones de años).

También destacó la identificación de algunos gasteró-

podos, moluscos de ambientes más arenosos, que son iguales a las que existen en Baja California, en Chiapas y en Venezuela. Esto nos indica, agregó, un origen común, pero también la configuración de ciertas provincias faunísticas y la existencia de condiciones ambientales muy similares en aquella época.

El científico señaló que con base en estos estudios se puede establecer no sólo la lejanía o cercanía de ciertas regiones o la reconstrucción de ambientes, sino también la paleogeografía que tenía la región en aquella época: Podemos decir dónde estaba la costa, dónde había un mar somero o profundo.

Por otro lado, dijo que establecer la paleogeografía del área también es útil para estudios de interés económico, como la prospección petrolera o minera. En este sentido, destacó la importancia de los rudistas: Por su porosidad almacenan petróleo; empero, en ciertas condiciones pueden originarlo.

Asimismo, señaló que estos fósiles se encuentran en rocas carbonatadas o caliza, que son fundamentales para el desarrollo de la industria del cemento y la calidra, entre otras.

*Publicado en La Jornada* ●



## PROTEGER LA VIDA EN LA TIERRA

Al celebrarse el Día Mundial del Medio Ambiente y cumplirse cinco años de la histórica

Cumbre de Río, grupos ecologistas de todo el mundo advirtieron que es necesario "proteger la Tierra".

"Si nosotros, los seres humanos, queremos sobrevivir es necesario que la vida en todas sus formas también sobreviva", afirmó en Ginebra el Secretario General de la ONU, Kofi Annan, quien consideró posible hacer frente a las necesidades básicas de todo el mundo sin poner en peligro a las generaciones futuras.

El lema de la ONU para la celebración del Día Mundial este año es "Proteger la vida en la Tierra", con el cual trata de reafirmar que el destino de todas las especies es compartido.

Sin embargo, los avances en la protección ambiental han sido limitados y en ese marco, el Banco Mundial expresó su "gran preocupación" por los escasos progresos logrados desde la Cumbre de la Tierra de 1992 y propuso diez medidas para superar el estancamiento existente.

En América Central, una de las regiones del mundo con mayor biodiversidad, la Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza consideró de "proporciones históricas" las agresiones al medio natural en Panamá, mientras que en Costa Rica se criticó al gobierno por aprobar 62 concesiones mineras.

Los grupos ecologistas hondureños recordaron que cada año se queman y talan para la agricultura entre 80.000 y 100.000 hectáreas de bosques en su país, y en Nicaragua se denunció la destrucción de 350 hectáreas de árboles en la reserva forestal de Bosawás, la más importante del país. ●



## ACREDITA CNA 21 LABORATORIOS

La Comisión Nacional del Agua sólo recibirá resultados de los laboratorios que la misma dependencia acreditó. A nivel nacional sólo se acreditaron a 21 laboratorios, aunque 21 más fueron condicionados a aprobar sus métodos en octubre de este año.

En Nuevo León tres laboratorios recibieron acreditación directa de la CNA y dos más están condicionados. Esto es para que los laboratorios que realicen análisis de agua residuales tengan una certificación de que cumplen con un control de calidad.

Los laboratorios acreditados directamente por la CNA son: Servicios de Ingeniería y Consultoría Ambiental; Atlatec y el Centro de Calidad Ambiental del ITESM.

En abril se realizaron en la Ciudad de México, pruebas controladas en las que los laboratorios fueron calificados en las tomas de muestras, en las mediciones de campo y en los resultados que presentaron posteriormente, incluso a la prueba fueron invitados los tres laboratorios más grandes de Estados Unidos y sólo uno de ellos aprobó.

La certificación de la CNA será un aliciente más para que los laboratorios implementen sistemas de control de calidad en sus procesos.

*Publicado en EL NORTE* ●



# INDICE METROPOLITANO DE LA CALIDAD DEL AIRE (IMECA)

Por: Luis Roberto Acosta, Sistema Internacional de Monitoreo Ambiental

El índice de la calidad del aire, se define como un valor representativo de los niveles de contaminación atmosférica y sus efectos en la salud, dentro de una región determinada. El IMECA consta de dos algoritmos de cálculo fundamentales; el primero, para la obtención de subíndices correspondientes a diferentes indicadores de la calidad del aire; y el segundo, para la combinación de éstos en un índice global.

El primero involucra la utilización de funciones segmentadas basadas en dos puntos de quiebra principales. Estos puntos fueron obtenidos a partir de los criterios mexicanos de la calidad del aire, así como de niveles para los que ocurren daños significativos a la salud. Al primero se le asignó el valor de 100 y al segundo el de 500; entre estos dos puntos se definieron tres más, cuyo objetivo es clasificar el intervalo en diferentes términos descriptivos de la calidad del aire.

La función principal del IMECA es mantener informada a la población sobre la calidad del aire en las Ciudades más importantes de la República Mexicana, así como observar el comportamiento de los distintos contaminantes y comparar la calidad del aire entre zonas que utilicen índices similares.

IMECA	Calidad del Aire	Efectos
0-100	Satisfactoria	Situación favorable para la realización de todo tipo de actividades
101-200	No	Aumento de molestias en personas
201-300	Mala	Aumento de molestias e intolerancia relativa al ejercicio en personas con padecimientos respiratorios
301-500	Muy mala	Aparición de diversos síntomas e intolerancia al ejercicio en la población.

## Partes Por Millón (PPM)

Para determinar la concentración de una sustancia química en un volumen se utilizan las partes por millón. Se divide el volumen en un millón de partes iguales. Cada millonésima parte de este volumen, se considera una parte por millón de la sustancia. Las PPM se utilizan para determinar concentraciones muy pequeñas de gases en la atmósfera.

## Partes Por Billón (PPB)

Para determinar la concentración de una sustancia química en un volumen se utilizan las partes por billón. Se divide el volumen en un billón de partes iguales. Cada billonésima parte de este volumen, se considera una parte por billón de la sustancia. Las PPB se utilizan para determinar concentraciones muy pequeñas de gases en la atmósfera.

## Criterios para evaluar la Calidad del Aire

Determinar el volumen de las sustancias, sus características, fuentes de donde provienen y los efectos que causan en la salud, sobre los distintos materiales y en la flora y fauna.

Substancias evaluadas: **Partículas Suspendidas en su Fracción Respirable (PM-10), Monóxido de Carbono, Ozono, Dióxido de Nitrógeno, Dióxido de Azufre, Hidrocarburos, Plomo**

Vida  Sana

Expo Show '97

EXPOSICION, SHOW Y CONFERENCIAS

• Salud • Nutrición • Deporte • Belleza • Medio Ambiente •

OCTUBRE 4 & 5 CINTERMEX



Reservaciones de Stands al:

Tel. & Fax (8) 346-92-60

Morones Prieto 3026 Pte.

Colonia del Carmen

Monterrey, N.L. México

C.P. 64710

E-mail:

expo@mail.cmact.com.

WSite:

[www.cmact.com/expositor/vida sana](http://www.cmact.com/expositor/vida sana)

# INDICE METROPOLITANO DE LA CALIDAD DEL AIRE (IMECA)

Por: Luis Roberto Acosta, Sistema Internacional de Monitoreo Ambiental

El índice de la calidad del aire, se define como un valor representativo de los niveles de contaminación atmosférica y sus efectos en la salud, dentro de una región determinada. El IMECA consta de dos algoritmos de cálculo fundamentales; el primero, para la obtención de subíndices correspondientes a diferentes indicadores de la calidad del aire; y el segundo, para la combinación de éstos en un índice global.

El primero involucra la utilización de funciones segmentadas basadas en dos puntos de quiebra principales. Estos puntos fueron obtenidos a partir de los criterios mexicanos de la calidad del aire, así como de niveles para los que ocurren daños significativos a la salud. Al primero se le asignó el valor de 100 y al segundo el de 500; entre estos dos puntos se definieron tres más, cuyo objetivo es clasificar el intervalo en diferentes términos descriptivos de la calidad del aire.

La función principal del IMECA es mantener informada a la población sobre la calidad del aire en las Ciudades más importantes de la República Mexicana, así como observar el comportamiento de los distintos contaminantes y comparar la calidad del aire entre zonas que utilicen índices similares.

IMECA	Calidad del Aire	Efectos
0-100	Satisfactoria	Situación favorable para la realización de todo tipo de actividades
101-200	No	Aumento de molestias en personas
201-300	Mala	Aumento de molestias e intolerancia relativa al ejercicio en personas con padecimientos respiratorios
301-500	Muy mala	Aparición de diversos síntomas e intolerancia al ejercicio en la población.

## Partes Por Millón (PPM)

Para determinar la concentración de una sustancia química en un volumen se utilizan las partes por millón. Se divide el volumen en un millón de partes iguales. Cada millonésima parte de este volumen, se considera una parte por millón de la sustancia. Las PPM se utilizan para determinar concentraciones muy pequeñas de gases en la atmósfera.

## Partes Por Billón (PPB)

Para determinar la concentración de una sustancia química en un volumen se utilizan las partes por billón. Se divide el volumen en un billón de partes iguales. Cada billonésima parte de este volumen, se considera una parte por billón de la sustancia. Las PPB se utilizan para determinar concentraciones muy pequeñas de gases en la atmósfera.

## Criterios para evaluar la Calidad del Aire

Determinar el volumen de las sustancias, sus características, fuentes de donde provienen y los efectos que causan en la salud, sobre los distintos materiales y en la flora y fauna.

Substancias evaluadas: **Partículas Suspendidas en su Fracción Respirable (PM-10), Monóxido de Carbono, Ozono, Dióxido de Nitrógeno, Dióxido de Azufre, Hidrocarburos, Plomo**

Vida  Sana

Expo Show '97

EXPOSICION, SHOW Y CONFERENCIAS

• Salud • Nutrición • Deporte • Belleza • Medio Ambiente •

OCTUBRE 4 & 5 CINTERMEX



Reservaciones de Stands al:

Tel. & Fax (8) 346-92-60

Morones Prieto 3026 Pte.

Colonia del Carmen

Monterrey, N.L. México

C.P. 64710

E-mail:

expo@mail.cmact.com.

WSite:

[www.cmact.com/expositor/vida sana](http://www.cmact.com/expositor/vida sana)



# Publicaciones Ambientales en **VENTA**

**GPN-005** Guía para los niños que quieren salvar el planeta \$60.00 M.N.

**MDA-059** Manual de Derecho Ambiental Mexicano \$139.00 M.N.

**CSP-064** 50 Cosas sencillas para salvar la Tierra \$65.00 M.N.

**ISA-285** Ingeniería Sanitaria. Aplicada a Saneamiento y Salud Pública \$65.00 M.N.

**BAU-072** Procesamiento de la Basura Urbana \$71.00 M.N.

**GPR-230** Guía Práctica de las 3 R'S Reduce-Reusa-Recicla para dejar de hacer basura \$13.00 M.N.

**IAM-241** Ingeniería ambiental: Contaminación y Tratamientos \$130.00 M.N.

**TAG-243** Tratamiento de Aguas Industriales: de Proceso y Residuales \$130.00 M.N.

**AAR-255** Abastecimiento de Agua y Remoción de Aguas Residuales \$139.00 M.N.

**ECP-266** Ecología, Ciencia y Política Medio Ambiental \$73.00 M.N.

**MSA-278** Manual de Saneamiento, Vivienda, Agua y Desechos \$138.00 M.N.

**TSA-282** Tratamiento de Aguas Superficiales para Países en Desarrollo \$108.00 M.N.

**ISA-285** Ingeniería Sanitaria aplicada a Saneamiento y Salud Pública \$331.00 M.N.

**GAR-286** La Gran Aventura del Recicaje \$113.00 M.N.

**DSE-288** Dinámica de Suelos y Estructuras USD 116.00

**MPP-290** Manual de los Pozos Pequeños \$66.00 M.N.

**PUT-294** Purificación de Aguas, (Tratamiento y Remoción de Aguas Residuales) \$173.00 M.N.

**IEC-341** Introducción a la Ecología \$162.00 M.N.

**COZ-449** La Capa de Ozono \$81.00 M.N.

**INR-498** Inventos y Reciclajes \$47.00 M.N.

**QHB-499** ¿Qué hacer con la basura? \$30.00 M.N.

**QSE-510** ¿Quieres ser un buen ecologista? \$91.00 M.N.

**ETT-511** Es tu Tierra ¡Cuidala! \$91.00 M.N.

## NUEVOS TITULOS

**EMC-527** Elementos de Meteorología y Climatología \$65.00 M.N.

**CAD-528** Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible \$135.00 M.N.

**GIS-529** Guía ISO-14000 \$140.00 M.N.

**ICS-530** Introducción a la Ciencia de los Suelos \$96.00 M.N.

**EHM-531** Eco-Hotel Management \$55.00 M.N.

**FRC-532** Flora Representativa de Chipinque Arboles y Arbustos \$36.00 M.N.

**FRC-533** Flora Representativa de Chipinque Flores y Heléchos \$36.00 M.N.

**VNS-535** Video "Nave Solar Tierra" \$54.00 M.N.

**VAT-536** Video "El Penoso Camino del Agua en Tepotzotlán" \$80.00 M.N.



## VIDEO EL MENSAJE

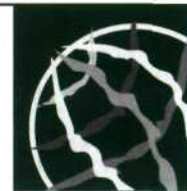
Es un bello y evocador cortometraje inspirado en el pensamiento tradicional de la tribu norteamericana Duwamish que nos enseña que la Tierra no le pertenece al hombre, es el hombre quien pertenece a la Tierra.

Basada en el famoso mensaje del Jefe Seattle (sobre la tierra, su pueblo y sus tradiciones) y con una magnífica fotografía de la naturaleza, esta premiada obra ha recibido el apoyo entusiasta de líderes internacionales, educadores, ambientalistas y agencias de las Naciones Unidas. Duración: 8 minutos.

Precio: \$115.00 M.N.

**VEM-534**

M.N. = Moneda Nacional / USD = Dólares Americanos



# CALIDAD AMBIENTAL

LA MEJOR ESTRATEGIA PARA LLEGAR A UN MERCADO SELECTIVO ENFOCADO AL MEDIO AMBIENTE

Publicación bimestral del Centro de Calidad Ambiental del ITESM Campus Monterrey que plasma artículos especializados, técnicos, científicos, logros de investigaciones; que informan, actualizan, orientan y concientizan sobre temas relevantes de Ingeniería Ambiental y Ecología.



**¡LE INVITAMOS A SUSCRIBIRSE!**

**Informes:**

Revista CALIDAD AMBIENTAL  
ITESM/Centro de Calidad Ambiental  
Ave. Eugenio Garza Sada 2501 Sur  
Monterrey, N.L., México, C.P. 64849  
Tel. (81)328-4148, Fax. (81)328-4144  
E-mail: mbrisen0@campus.mty.itesm.mx

SOLICITE ESTAS PUBLICACIONES EN EL CUPON DE PEDIDO ANEXO AL FINAL DE LA REVISTA, SEÑALANDO SU CODIGO. TENEMOS MAS DE 400 TITULOS DISPONIBLES ¡SOLICETE SU CATALOGO!

(<sup>1</sup>) Más gastos de envío. Todos los pedidos deberán acompañarse con su forma de pago correspondiente.

COSTOS DE ENVÍO (<sup>\*</sup>) En la República Mexicana \$60.00 M.N. Se pueden solicitar con un (1) sólo envío, hasta tres (3) publicaciones en un pedido, a la misma dirección.

Las publicaciones que aparecen en esta sección no necesariamente son recomendadas por el ITESM. Su contenido es responsabilidad de los autores.

**CALIDAD AMBIENTAL**



FORO TECNOLÓGICO

# Reducción de Emisiones Atmosféricas

Holiday Inn Parque Fundidora CINTERMEX, Monterrey  
29-30 Septiembre de 1997

Organizado por



**ITESM**



**IPA**

**Con el apoyo del Departamento de Comercio  
de los Estados Unidos de Norteamérica**

## Temas

Control de Emisiones de Partículas • Control de VOC's • Control de NOX  
Disulfurización • Monitoreo de Emisiones • Consultoría • Incentivos Económicos

## Dirigido a

Personas que tienen relación directa e indirecta con el mercado ambiental:  
Directores, Responsables del área, Proveedores y Prestadores de Servicios

## Informes

ITESM / Centro de Calidad Ambiental, Tel. (8)358-2000 ext. 5019 a 5021  
Departamento de Comercio de los Estados Unidos, Tel. (8)343-4450, Fax. (8)342-5172  
IPA, Tel. (8)369-0253, Monterrey, N.L., México  
E-mail: mbrisenoc@campus.mty.itesm.mx, uscsmt@infosel.net.mx,  
ipa@technet.net.com.mx



**Por Un Futuro Mejor**

