

## Control Inicial en la Descarga de Aguas Residuales Industriales y Comerciales

Nota de Divulgación

D.I. Facundo Cortes Martínez<sup>1</sup>, PhD. Fernando Betancourt Silva<sup>2</sup>, J. Flavio Medrano Chávez<sup>3</sup>

(1) Profesor Investigador de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura. Campus Gómez Palacio, Dgo. Av. Universidad S/N. Fraccionamiento Filadelfia Gómez Palacio, Dgo. Teléfono y fax (045) 7152017. C.P.35120, facundo\_cm@yahoo.com.mx

(2) Profesor Investigador de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura. Campus Gómez Palacio, Dgo. Av. Universidad S/N. Fraccionamiento Filadelfia Gómez Palacio, Dgo. Teléfono y fax (045) 7152017. C.P.35120, fbetancourt\_silva@hotmail.com

(3) Alumno del Noveno Semestre en Licenciatura de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Campus Gómez Palacio, Dgo. Av. Universidad S/N. Fraccionamiento Filadelfia Gómez Palacio, Dgo. Teléfono y fax (045) 7152017. C.P.35120, jflavio986@hotmail.com

### Resumen

En este trabajo se da difusión a la estrategia para el control inicial de descargas de aguas residuales de procesos industriales. Al inicio, se sugiere efectuar un censo de los comercios e industrias existentes. Luego, se recomienda cómo determinar los contaminantes descargados por actividad. Enseguida, se menciona el método para la identificación de las fuentes contaminantes. Finalmente, se indican las recomendaciones de pretratamiento, y las acciones para prevenir la contaminación.

**Palabras clave:** Pretratamiento, control inicial de descargas, aguas residuales urbanas, identificación de usuarios, norma de descarga.

### Abstract

In this work, publicity is given to the initial control strategy for wastewater discharges from industrial processes. At first, it is suggested to conduct a census of existing businesses and industries. Then, it is recommended to identify the pollutants discharged by activity. Next, the method for identifying sources of pollutants is mentioned. Finally, recommendations for pre-treatment and actions to prevent pollution are pointed out.

**Key words:** Pre-treatment, initial control of discharges, urban wastewater, user identification, discharge standard.

### Introducción

Un programa de control de descargas de aguas residuales, se refiere a la organización de trabajos y actividades con el propósito de regular la concentración elevada de contaminantes en las aguas residuales que son descargadas al sistema de drenaje municipal. El término *pretratamiento*, lo define textualmente la Agencia Ambiental de Estados Unidos: “Procesos usados para reducir, para eliminar, o para alterar la naturaleza de los agentes contaminadores de las aguas residuales de fuentes no-domésticas antes de que se descarguen en los trabajos de propiedad pública del tratamiento” [1]. El control de descargas y el pretratamiento, tienen como propósito proteger la adecuada operación de las plantas de tratamiento, y el sistema de alcantarillado municipal [1].

Se han publicado textos y manuales sobre el establecimiento de programas de pretratamiento, por ejemplo: Guía Ambiental para la Formulación de Planes de Pretratamiento de Efluentes Industriales [2]; La Agencia Ambiental de Estados Unidos (USEPA): Manual Guía para Prevenir la Interferencia en las Plantas de Tratamiento Públicas [3]; Control de Descargas Irregulares Hacia las Plantas de Tratamiento [4]; Guía Procedimientos y Pautas Recomendadas para Establecer e Implementar un Programa de Pretratamiento [5]. En México, la Comisión Nacional del Agua (CNA) Guía para el Control de Descargas a los Sistemas de Alcantarillado Urbano o Municipal [6], y la Universidad Autónoma de México. Uso Eficiente del Agua y Control de Calidad de las Descargas de Aguas Residuales en la Industria [7].

La implementación de estos programas ha reducido en forma importante la concentración de contaminantes que son vertidos a la red de drenaje y alcantarillado municipal.

Las aguas residuales se clasifican en: **Domésticas:** Son las que provienen del uso cotidiano -el aseo de personas y la elaboración de los alimentos, es decir, de casas habitación. **Municipales:** son usadas en el lavado de calles, vehículos, banquetas, fuentes, riego de áreas verdes, o sea las que usa el municipio en los servicios urbanos. **Comerciales:** Las que son descargadas por restaurantes, taquerías, centros comerciales, etc. **Industriales:** Agua que es usada por las industrias para llevar a cabo su proceso de producción. **Agrícolas:** Son aguas sobrantes y que escurren después de ser utilizadas en cultivos [6].

Por lo general, en el sistema de tuberías, predominan las aguas residuales del tipo doméstico. No obstante, cuando se presentan variaciones en la concentración de los contaminantes, se debe principalmente a las actividades industriales y comerciales [2].

El presente documento pretende dar difusión al establecimiento de acciones importantes; lo anterior, con el fin de reducir la contaminación en materia de control de descarga de aguas residuales al sistema de drenaje municipal. Otro propósito es que estas acciones puedan ser consideradas por los organismos operadores y reguladores del uso del agua en el país. Los trabajos deben ser realizados en las propias instalaciones de las industrias, comercios y prestadores de servicios. La estrategia para el control inicial de descargas es una propuesta para implementarse en dos localidades del estado de Durango: la ciudad capital y la Comarca Lagunera.

Los parámetros que se propone sean considerados son: la demanda bioquímica de oxígeno<sup>1</sup> (DBO), demanda química de oxígeno<sup>2</sup> (DQO), potencial de hidrógeno<sup>3</sup> (pH) y sólidos suspendidos totales (SST). Definidos también como contaminantes convencionales [5].

<sup>1</sup> DBO: es la cantidad de oxígeno utilizado en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica durante cinco días a 20 °C en los procedimientos normales de laboratorio. Normalmente se expresa en términos de concentración; se usa como medida para determinar la eficacia de una planta de tratamiento de aguas residuales y el daño que un efluente puede causar al río donde se descarga.

<sup>2</sup> DQO: es una medición indirecta del contenido de materia orgánica que se obtiene mediante la medición de la cantidad de oxígeno necesario para oxidar tanto la materia orgánica como inorgánica.

<sup>3</sup> El pH: es una expresión numérica del grado de acidez o alcalinidad de una solución. El pH puede variar entre 0 y 14, siendo el 0 el grado de mayor acidez, 14 el de mayor alcalinidad y 7 el neutro.

En la figura 1 se observan sólidos que tienen alto contenido de grasa, manteca y aceite. Residuos que dañan la red y generan una baja en la eficiencia de tratamiento del agua residual en las plantas de tratamiento.



**Figura 1.** Registro saturado con sólidos, grasas y aceites

### **Beneficios con la implementación del sistema de pretratamiento.**

Las plantas de tratamiento municipales se diseñan por lo general para procesar aguas residuales del tipo doméstico; es decir, no tienen la capacidad de tratar aguas residuales muy concentradas. Estas pueden causar interferencia o inhibir en el tratamiento biológico de la planta municipal, por ejemplo, las altas concentraciones de la DBO. Los sólidos suspendidos y la alta acidez o alcalinidad hacen estas aguas no compatibles con el sistema de tratamiento. Otro beneficio es el control de los lodos. Estos pueden incluir cantidades muy altas de metales pesados y tóxicos orgánicos, haciéndolos no aptos para su disposición final [7].

Con relación al sistema de drenaje y alcantarillado, los daños que se evitan con el establecimiento preliminar del programa son: al controlar las condiciones ácidas, se protege el sistema de tuberías y los equipos de bombeo; se evita el riesgo de explosión en el alcantarillado, concentraciones por arriba del diseño de proceso de la planta de tratamiento municipal y taponamiento de colectores por el exceso de sólidos, grasas y aceites [6].

### **La norma de descarga**

En México, la norma para el control de la contaminación en materia de control de descargas domiciliarias es: Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996, que establece los límites máximos

permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal <sup>4</sup> [8]. Esta fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de Junio de 1998.

La norma anterior está vigente y tiene carácter obligatorio para los comercios, industrias y prestadores de servicios; indica las condiciones mínimas que debe reunir la calidad del agua residual.

Para realizar las actividades que se mencionan en el presente documento, es necesario que el municipio adquiera las facultades legales; es decir, que cuente con un reglamento municipal en materia de control de descargas de aguas residuales al sistema de alcantarillado. Este debe ser aprobado por el congreso del estado. Las facultades para implementar el citado reglamento se fundamentan en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [9] y la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) [10]. Estas otorgan las facultades a los estados y estos a sus municipios. [11].

### Metodología

#### De la identificación inicial de usuarios

Para llevar a cabo el presente trabajo, se propone ejecutar las siguientes actividades:

- a) Levantar un censo de los comercios e industrias existentes en el área urbana de la ciudad bajo análisis. El citado censo deberá incluir por lo menos la siguiente información: nombre de la empresa, dirección, teléfono, correo electrónico, giro y volumen aproximado de descarga.
- b) Para comprobar el giro y número de usuarios, consultar el padrón del organismo operador de agua potable.
- c) Para la identificación inicial de los usuarios, se propone considerar el criterio de dividirlos en domésticos, comerciales e industriales.
- d) La división de las descargas de aguas residuales (usuarios del sistema de drenaje) puede realizarse como se indica en la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (CMAP). En la tabla 1, se muestra un segmento de la tabla mencionada [6].

<sup>4</sup> Esta norma es la que se aplica en las industrias, comercios y prestadores de servicios en relación a las descargas domiciliarias de aguas residuales.

**Tabla 1.** Clasificación Mexicana de Actividades y Productos

Rama	Descripción
<b>1000</b>	<b>Agricultura, ganadería caza, silvicultura y pesca</b>
1111	Agricultura
1112	Ganadería y pesca
1200	Silvicultura y trata de árboles
<b>2000</b>	<b>Pesca</b>
2100	Minería y extracción de petróleo
2200	Extracción y/o beneficio de carbón mineral
2310	Extracción de petróleo y gas natural
2320	Extracción y/o beneficio de materiales de hierro
2910	Extracción y/o beneficio de rocas, arenas y arcilla
2920	Extracción y/o beneficio de otros minerales
<b>3000</b>	<b>Industrias manufactureras, incluye los establecimientos maquiladores</b>
3111	Industria de la carne
3112	Elaboración de productos lácteos
3113	Elaboración de conservas alimenticias
3114	Beneficio y molienda de cereales
3115	Elaboración de productos de panadería
3116	Molienda de nixtamal y fabricación de tortillas
3117	Fabricación de aceites y grasas comestibles
3118	Industria azucarera
3119	Fabricación de chocolate y confitería
3121	Elaboración de proa. Consumo humano
3122	Elab. Alimentos prep. Para animales
3130	Industria de las bebidas

Fuente: (Comisión Nacional del Agua, 2000)

#### Contaminantes descargados según la actividad

Las industrias, comercios y prestadores de servicios pueden descargar gran cantidad de contaminantes convencionales tales como sólidos suspendidos y la DBO [6]. Los tipos de contaminantes descargados al sistema de tuberías, dependerán de las materias primas que son usadas en el proceso de fabricación de algún producto. El pretratamiento dependerá también de lo señalado anteriormente [6]. Una primera apreciación de los tipos de contaminantes descargados, puede

realizarse considerando los listados de contaminantes comunes que genera cada actividad [6].

En 1997, la Universidad Autónoma Metropolitana llevó a cabo un estudio para la Secretaría de Medio Ambiente de Recursos Naturales y Pesca del Gobierno del Distrito Federal. Este consistió en un análisis de los principales contaminantes que descargaban los giros de la rama 3000 de acuerdo con la CMAP. El trabajo indicado incluyó principalmente a la industria manufacturera y maquiladora. En la tabla 2, se presenta una parte de los estudios citados. Estos serán de gran utilidad para la identificación inicial de los tipos de descargas que son vertidas a los sistemas de drenaje y alcantarillado [6].

### De los sistemas de pretratamiento.

Una vez identificadas las industrias generadoras de contaminantes (de acuerdo a la tabla 2) se recomienda como medida inmediata la construcción de trampas de sólidos, grasas y aceites, a las industrias generadoras de estos contaminantes.

Las trampas de grasas y aceites funcionan de la siguiente manera: estas reducen el flujo del agua

residual al sistema de drenaje mediante un tiempo de retención. Lo anterior produce el enfriamiento de la grasa; como consecuencia, esta se coagula y flota en la superficie.

Los sólidos que sean susceptibles de sedimentarse se depositan en el fondo de la trampa [12].

Los giros siguientes son de especial interés por el grado de contaminantes que descargan a la red de drenaje municipal: talleres mecánicos, tortillerías, panaderías, carnicerías y restaurantes; por lo tanto, es recomendable la construcción o instalación de las mencionadas trampas.

Los sistemas de pretratamiento que pueden ser utilizados son diversos y múltiples. A manera de ejemplo, se tienen: trampas de grasas, aceites y sólidos, balances de masa en procesos industriales, tanques de igualación, construcción de plantas de tratamiento, flotación, precipitación química, filtración, neutralización o corrección de pH, y sedimentación entre otras [5]. Los sistemas mencionados podrán establecerse una vez que se lleve a cabo el análisis detallado de cada industria, y sea implementado el programa formal de control de descargas.

**Tabla 2.** Contaminantes que presentan valores elevados para los giros de la rama 3000 de CMAP.

Fuente: (Comisión Nacional del Agua, 2000)

Rama	Descripción	CE	pH	G y A	SS	SST	DBO	DQO	SAAM
3111	Industria de la carne			x		x	x	x	
3112	Elaboración de productos lácteos			x		x	x	x	
3113	Elaboración de conservas alimenticias	o		x	x		x	x	x
3114	Beneficio y molienda de cereales			x	x	x			
3115	Elaboración de Productos de Panadería			x	x			x	
3116	Molienda de nixtamal y fabricación de tortillas	o	o		x	x	x	x	
3117	Fabricación de aceites y Grasas comestibles			o				x	
3118	Industria azucarera	o	o			x	x	x	o
3119	Fabricación de chocolate y confitería			x	x	x	x	x	
3121	Elaboración de prod. consumo humano			x	x	x	x	x	
3122	Elab. Alimentos prep. para animales			x		x	x	x	
3130	Industria de las bebidas	o		x		x	x	x	o

**Nota:** x Contaminante medio o: Contaminante potencial

- CE: Conductividad eléctrica. Es la capacidad de un cuerpo de permitir el paso de la corriente eléctrica a través de sí.
- GYA: Grasas y Aceites. Se refiera a las grasas animales, aceites, ceras y otros constituyentes presentes en las aguas residuales. Estos contaminantes interfieren con los procesos de tratamiento y con el reuso o disposición del lodo como abono, y empeoran la calidad de las aguas receptoras cuando existen en cantidades excesivas.
- SS: Sólidos Sedimentables. Son aquellos que sedimentan en el fondo de un recipiente (cono imhoff) en el transcurso de 60 minutos, se expresa en unidades de mL/L
- SST: Sólidos Suspendedos Totales. Materia particulada que se retiene en un filtro de fibra de vidrio con tamaño de poro de 0.45  $\mu\text{m}$  y permanece al evaporar el agua entre 103 y 105 °C. Los SST del agua están compuestos tanto de materia orgánica como inorgánica.
- SAAM: Sustancias Activas al Azul de Metileno. También denominados detergentes. Son un indicador de la presencia de surfactantes en el agua.

### Identificación inicial de las fuentes contaminantes

**Aplicación de la encuesta informativa de aguas residuales de proceso.** El propósito de esta encuesta es identificar las industrias y comercios con potencial de causar impactos adversos tanto en el sistema de tuberías como la planta de tratamiento municipal [1]. Es recomendable que la citada encuesta incluya por lo menos los siguientes apartados: **Sección –A. Información general.** Además de lo recabado previamente en el censo, se tiene: acreditación del representante legal, descripción narrativa de las actividades de manufactura, producción o de servicios que la empresa conduce; suministro de agua y tipos de desechos que se generan. **Sección –B. Características de las operaciones de la planta.** Número de turnos, hora de entrada de cada turno, principal producto que se fabrica, materia prima usada y horas de operación. **Sección –C. Información sobre descargas de aguas residuales.** Indicar los procesos industriales que generan aguas residuales, caracterización de la descarga, aparatos o tecnologías de pretratamiento que son usados, productos químicos almacenados y prevención de derrames, entre otros [5].

La encuesta proporciona información valiosa; por ejemplo, se pueden identificar los establecimientos que tienen el potencial de causar impactos importantes, tales como las industrias que descargan 25,000 galones o más de aguas residuales de proceso por día. Estas se deben controlar a la brevedad a través de las siguientes acciones: 1. Establecer un permiso provisional de descarga. 2. Implementar condiciones particulares de descarga al alcantarillado municipal.<sup>5</sup> El criterio,

<sup>5</sup> El conjunto de parámetros físicos, químicos y biológicos y de sus límites máximos permisibles en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal establecidos por la autoridad competente, previo estudio técnico correspondiente, con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas.

según la USEPA (1999), es identificar y controlar de manera inmediata los establecimientos que impacten con un caudal de aguas residuales que represente más del 5 % de la capacidad hidráulica o de proceso de la planta de tratamiento. [1] La citada encuesta también identifica las potenciales descargas prohibidas<sup>6</sup>. Estas deben ser analizadas cuidadosamente por la autoridad competente, con el propósito de determinar las acciones a realizar (algunos reglamentos municipales incluyen la cancelación definitiva de la descarga).

Para que el mencionado programa de control de descargas inicie adecuadamente, es recomendable considerar los siguientes cuatro pasos. El primero es recopilar toda la información de los comercios e industrias localizadas en el área de servicio de la planta de tratamiento, a través de la mencionada encuesta informativa. El segundo paso es verificar la información del cuestionario con el fin de obtener información específica de las descargas identificadas. El tercer paso es dar seguimiento a la actividad señalada en el punto anterior con el objetivo de asegurar que se ha recopilado información real y exacta. Finalmente, la información recabada, así como las actividades de seguimiento deben ser evaluadas con el propósito de usarlas en el programa de pretratamiento [1]

<sup>6</sup> Los límites que prohíben la descarga en una planta de tratamiento de aguas residuales que lleven ciertos compuestos químicos (como aceites), o que tengan ciertas propiedades (un alto pH) que pudieran interferir con el tratamiento de la planta o hacer que dichas aguas pasen por la plantas sin ser tratadas.

### Acciones para prevenir la contaminación.

Además de los trabajos indicados, es recomendable se considere por parte de las industrias el establecimiento de las acciones para prevenir la contaminación, tales como **cambios de proceso**. Estos consisten, en términos generales, en modificar uno o varios procesos de producción y equipo utilizado. Estos pueden generar una reducción en la concentración de aguas residuales y desechos producidos. **Sustitución de materiales**. Se refiere a la reducción o eliminación de materiales peligrosos que son utilizados en los procesos de producción. **Inventario de materiales y almacenamiento**. Es prudente contar con un inventario ordenado que incluya la compra, almacenamiento y manejo de sustancias peligrosas. **Segregación de desechos**. Aunque la segregación es una actividad simple, es efectiva y es recomendable se aplique en las industrias, por ejemplo, separando los desechos peligrosos de los no peligrosos. Entonces, se puede reducir el costo del manejo y la disposición. Es importante identificar los desechos que puedan ser recuperados y reciclados nuevamente en el proceso de producción. **Aseo, mantenimiento preventivo y educación de los empleados**. Los costos de su implementación son bajos; los procedimientos son simples y reducen las fuentes de contaminación. **Conservación de agua y energía**. Debe ser considerada como una estrategia para la prevención de la contaminación por parte de las empresas: si se reduce el uso de agua en la medida de lo posible, se obtienen beneficios, tales como: 1. Reducción en la generación de aguas residuales de proceso y el costo por dar el tratamiento y la disposición, 2. Reducción de la contaminación debido a los procesos de tratamiento y sistemas de energía. **Cambios de producto**. Se considera como técnicas para prevenir la contaminación y se refiere a un cambio en la composición de un producto que se utilice en el proceso de producción. Este producto puede ser utilizado en medio o al final del proceso. Lo anterior reduce los desechos de producción y la disposición final. **Reciclaje e intercambio de desechos**. Cuando no es posible establecer técnicas para reducir la contaminación en la propia fuente de producción, se recomienda el reciclaje. Estos desechos pueden ser utilizados como un sustituto para otras actividades, tales como una materia prima para la elaboración de un producto, o bien como sustituto de un producto comercial entre otras [5].

### Conclusiones

Con la implementación inicial del sistema de pretratamiento y las acciones para reducir la contaminación, se puede disminuir el riesgo de que

algunos contaminantes tóxicos no sean eliminados por la planta de tratamiento municipal, y puedan pasar a contaminar los cuerpos receptores. Lo anterior es de consideración seria: se pondría en peligro la vida de los seres humanos, animal y plantas a través de la cadena alimentaria.

Al controlar los sólidos, grasas y aceites, es posible que disminuya la concentración de la DBO y DQO. Lo anterior debido a la eliminación de una parte de la materia orgánica, además de la aplicación de las acciones para prevenir la contaminación ya indicadas.

Las recomendaciones realizadas en el presente documento asumen que no existe ningún programa de pretratamiento en la localidad bajo estudio, y que el programa inicial de pretratamiento se encuentra en fase de implementación y que se considera necesario.

Una vez establecidas las acciones para prevenir la contaminación, es probable que el costo por el tratamiento formal de las aguas residuales en los comercios e industrias disminuya significativamente.

### Referencias

- [1] EPA, (1999), Environmental Protection Agency, “Curso control de descargas a las redes de alcantarillado municipal”. (Pretratamiento de aguas residuales para funcionarios mexicanos). USA.
- [2] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, (2002). “Guía ambiental para la formulación de planes de pretratamiento de efluentes industriales” Colombia. Documento recuperado en: [http://www1.minambiente.gov.co/prensa/publicaciones/guias\\_ambientales/HERRAMIENTAS%20DE%20GESTI%D3N/GUIA%20PRETRATAMIENTO%20INDUSTRIAL/GUAPAR2.PDF](http://www1.minambiente.gov.co/prensa/publicaciones/guias_ambientales/HERRAMIENTAS%20DE%20GESTI%D3N/GUIA%20PRETRATAMIENTO%20INDUSTRIAL/GUAPAR2.PDF)
- [3] EPA, (1987), Environmental Protection Agency “Manual guía para prevenir la interferencia en las POTWs”. USA
- [4] EPA (1991) Environmental Protection Agency “Control de Descargas Irregulares Hacia las POTWs”. USA.
- [5] EPA (1994) Environmental Protection Agency “Guía, procedimientos y pautas recomendadas para establecer e implementar un programa de pretratamiento”. USA.
- [6] Comisión Nacional del Agua. (2000), “Guía para el control de descargas a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal”. 1a Edición. México.

- [7] Universidad Nacional Autónoma de México. (2000), "*Curso uso eficiente del agua y control de calidad de las descargas de aguas residuales en la industria*". México.
- [8] Norma Oficial Mexicana NOM-002-ECOL-1996.
- [9] Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, (1999). Documento recuperado en: <http://info4.juridicas.unam.mx/ijure/fed/9/116.htm?s=>
- [10] Diario Oficial de la Federación. (1988). "*Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*". México
- [11] Cortes Martínez, F., Martínez García, I., Betancourt Hernández, J. y Duke Herrera, J. (2009). **Cálculo del índice de incumplimiento y costo por pago de derechos en la descarga de agua residual de procesos industriales. (Caso Comarca Lagunera)**. Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY, 13-2, pp. 33-39, ISSN: 1665-529X.
- [12] Curso trampa de grasas. Documento recuperado en: <http://ambientalnatural.com.mx/Article.php?ArticleSKU=Grease-Trap-1>

**Artículo recibido:** 10 de septiembre de 2009

**Aceptado para publicación:** 5 de abril de 2010