



Ingeniería

ISSN: 1665-529X

emoreno@uady.mx

Universidad Autónoma de Yucatán

México

Cortes Martínez, F.; Martínez García, I.; Betancourt Hernández, J.; Duke Herrera, J.  
Cálculo del índice de incumplimiento y costo por pago de derechos en la descarga de agua residual  
de procesos industriales. (Caso Comarca Lagunera)  
Ingeniería, vol. 13, núm. 2, mayo-agosto, 2009, pp. 33-39  
Universidad Autónoma de Yucatán  
Mérida, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46713053004>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Cálculo del índice de incumplimiento y costo por pago de derechos en la descarga de agua residual de procesos industriales. (Caso Comarca Lagunera)

Cortés Martínez, F.<sup>1</sup>, Martínez García, I.<sup>2</sup>, Betancourt Hernández, J.<sup>3</sup> y Duke Herrera, J.

*Fecha de recepción: enero de 2009 – Fecha de aceptación: mayo de 2009*

## RESUMEN

Las industrias que descargan aguas residuales de proceso al sistema de drenaje municipal que exceden el límite máximo permisible de concentración de contaminantes, generan riesgos. Por ejemplo, bloqueo de tuberías del sistema de drenaje, riesgos de explosión en el alcantarillado, corrosión de los conductos y carga de contaminantes por encima de la capacidad de proceso de la planta de tratamiento municipal. Para hacer frente a este problema, es recomendable que el municipio adopte el marco legal y técnico para llevar a cabo el control de sus descargas en las aguas residuales. El presente trabajo señala el marco normativo y legal en el que un municipio debe apoyarse para adecuar un reglamento en materia de control de la contaminación del agua residual. En el presente artículo se expone el cálculo de la carga contaminante, índice de incumplimiento y el costo por kilogramo por el concepto de pago de derechos, por la descarga de agua residual al sistema de drenaje. Se aplicó la metodología a tres diferentes industrias, los resultados muestran la generación de contaminantes por arriba de la normatividad: es necesario implementar acciones para la reducción de los mismos.

**Palabras clave:** revisión de procesos, normas mexicanas de control, carga contaminante, índice de incumplimiento.

# Non complaint index calculation and pay of rights for the discharge of wastewater in the industrial procedures. (Caso Comarca Lagunera)

## ABSTRACT

The procedures of wastewater discharge by the industries in the municipal sewer system which exceed the maximum pollutant concentration allowed, generate hazards as drainage pipes blockade, risk of explosion, damage of the infrastructure and an increase of contaminants burden that override the municipal water treatment plant capacity. To solve these problems, it is recommended that the municipality embrace the legal and technical framework for carrying out control of wastewater discharges. The present work recalls the legal and regulatory framework in which Municipality can be based to adequate its own regulation for waste water pollution control and includes the method and application to calculate the fees on the download of wastewater into the drainage system, the burden of contaminants, the non-complaint index calculation, and the cost per kilogram for the concept of pay of rights. This methodology has been applied in three industries. The results showed pollution generation above the permissive limits. This methodology can be used by industries to calculate their own rate of failure and take corrective actions to further awareness of the legal and normative basis on which the authority determines the pay of rights for downloading waste.

**Keywords:** procedures review, non compliant index, Mexican regulations approach, pollution charges.

<sup>1</sup> Profesor Investigador de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura. Campus Gómez Palacio, Dgo. e-mail: [facundo\\_cm@yahoo.com.mx](mailto:facundo_cm@yahoo.com.mx)

<sup>2</sup> Profesor Investigador de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura. Campus Gómez Palacio, Dgo. e-mail: [img\\_ujed@yahoo.com](mailto:img_ujed@yahoo.com)

<sup>3</sup> Profesor Investigador de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura. Campus Gómez Palacio, Dgo. e-mail: [icaujed04@yahoo.com](mailto:icaujed04@yahoo.com)

## INTRODUCCIÓN.

La primera legislación referente a la prevención y control de la calidad del agua fue aprobada por el congreso de México en 1973. Esta legislación ha sufrido modificaciones desde entonces a la fecha. El objetivo de la mencionada ley llamada normas técnico-ecológicas, ha sido desarrollar e implementar sistemas para el control de las descargas de aguas residuales de proceso que excedan los límites máximos permitidos, tanto a los sistemas de drenaje municipal como a los cuerpos receptores. Las normas se basan específicamente en la concentración máxima de un contaminante en unidades de mg/L, o bien, de la carga máxima en kg/m<sup>3</sup> o kg/día (UNAM, 2000). Las normas de calidad para descargas de aguas residuales fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación (DOF) y son:

1. Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales (DOF, 1997).
2. 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 (DOF, 1998).
3. La Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1997 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público (DOF, 1998).

Los costos por descargar los contaminantes a los cuerpos de agua y bienes nacionales se mencionan en la Ley Federal de Derechos en Materia de Aguas Nacionales (LFDMAN), así pues, se cubren los derechos por verter las aguas residuales que contienen contaminantes por encima de la norma. Estos costos o penalidades son cubiertos por los organismos operadores a la Comisión Nacional del Agua (CNA). Esta última es la dependencia federal encargada de regular todo lo que concierne al uso del agua. El marco jurídico en el que se apoya un municipio para adquirir las facultades de implementar el programa de control de descargas, o sea, establecer la autoridad legal para desarrollar, administrar y hacer respetar el programa, se indican a continuación:

**Legislación Federal.** La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos Artículo 115 fracción III inciso A); La ley de Aguas Nacionales artículo 45 (DOF, 1992); EL Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales Artículos 81 al 86 y 133 al 136 (DOF, 1994); Ley Federal de Derechos en Materia de Aguas Nacionales Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas (LFDMAN 2007); La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

(LGEEPA) artículos 8 fracción VII, 119 bis; fracciones I, II, III y IV, además los artículos 121, 122 y 123 (DOF, 1988); Normas Oficiales NOM-001-ECOL-1996 y NOM-002-ECOL-1996.

**Legislación Estatal.** El control de descargas de aguas residuales al sistema de drenaje municipal, es responsabilidad de los municipios con la colaboración de los gobiernos estatales. En cada estado, existen diferentes situaciones. Algunos estados cuentan con la Ley Estatal de Agua, donde se menciona los lineamientos para el control de descargas. En otros, existe un reglamento estatal de aguas y saneamiento (CNA 2000). En el presente caso, se considerará la legislación para el Estado de Durango; La Constitución Política Artículo 109; La ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, artículo 6. (Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Durango (POGCED, 1990) además de La ley de Aguas para el Estado de Durango.

**Legislación municipal.** La legislación federal y estatal establecen las facultades de los municipios en materia de descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores y a los sistemas de alcantarillado municipal (DOF, 1988; POGCED, 1990).

### La importancia del reglamento municipal.

La justificación de contar con un reglamento municipal de protección al medio ambiente en materia de control de las descargas de aguas residuales son: 1. La correcta operación hidráulica del sistema de drenaje y alcantarillado, se evita problemas de taponamiento y bloqueos de tuberías debido a las grasas, aceites y basura. 2. Se pueden generar condiciones ácidas en el sistema de drenaje por variaciones en el potencial de hidrogeno (pH). Estas variaciones tienen como consecuencia corrosión en tuberías y equipos. 3. Explosión en el sistema de alcantarillado por la generación de gases dentro de las tuberías. 4. Reacciones físicas y químicas que pueden afectar los procesos de tratamiento, y 5. Acumulación de metales pesados en los lodos; estos no pueden disponerse en tierra pues son altamente contaminantes: se requiere dar tratamiento (CNA 2000).

### Consideraciones para la aplicación del reglamento en entidades federativas.

El reglamento se debe referir al uso del sistema de drenaje alcantarillado y deberá manifestar las políticas ambientales de control de la contaminación. Este puede ser desarrollado, revisado y modificado por el Organismo Operador de agua, según sus necesidades, no obstante que tenga que ser aprobado por las vías legales (CNA 2000).

**Los objetivos del presente estudio fueron:** 1. Llevar a cabo una revisión de aguas residuales en tres diferentes industrias con el propósito de calcular la carga contaminante y el índice de incumplimiento de acuerdo al marco normativo y legal. 2. Determinar el costo por kilogramo o tonelada, por el concepto de obtener el derecho de descargar los mencionados contaminantes en el sistema de alcantarillado.

La carga contaminante se refiere a la cantidad de contaminante expresada en unidades de masa por unidad de tiempo. (CNA, 2000). Los contaminantes convencionales son sustancias que en exceso de concentración causan problemas de interferencia en las plantas de tratamiento, estos son: la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), potencial de hidrógeno (pH), sólidos suspendidos (SS), grasas y aceites (EPA 1987).

### METODOLOGÍA

#### Cálculo de la carga contaminante.

La metodología que se indica a continuación, es vigente, y es aplicable a los contaminantes básicos: metales pesados y cianuros. (LFDMAN, 2007). De los resultados del laboratorio, se localiza el contaminante que incluya la mayor concentración en mg/L. A éste se le resta el límite máximo permisible de acuerdo al NOM-002-ECOL.1996. Esta norma señala los límites máximos permitidos de contaminantes que deben ser descargados a la red de drenaje municipal. Luego para convertir en kg/m<sup>3</sup> el contaminante seleccionado se multiplicará por 0.001. Este resultado a su vez se multiplica por el volumen de descarga que realiza la industria o comercio al sistema de drenaje municipal. De esta forma se determina la carga contaminante. (UNAM, 2000).

#### Cálculo del índice de incumplimiento.

A continuación, se describe el procedimiento para determinar el índice de incumplimiento que se menciona en la Ley Federal de Derechos en Materia de Aguas Nacionales. Artículo 278-C fracción III inciso a.

Para determinar el índice de incumplimiento y la cuota en pesos por kilogramo, con el objetivo de obtener el monto del derecho para cada uno de los contaminantes básicos, metales pesados y cianuros, se procederá conforme a lo siguiente: para cada contaminante que rebase los límites establecidos en la norma, se le restará el límite máximo permisible respectivo, cuyo resultado deberá dividirse entre el mismo límite máximo, obteniéndose así el índice de incumplimiento del contaminante.

Una vez determinado el índice de incumplimiento para cada contaminante, se consulta la tabla 2. (Ver anexo 1). En ésta se seleccionará el rango que le corresponda. Enseguida se identificará la cuota en pesos por kilogramo de contaminante; ésta se considera para el cálculo del monto del derecho (POGCED 2001; LFDMAN, 2007). Para calcular el monto a cubrir, se multiplican los kilogramos de contaminante ya determinados por mes, lo anterior multiplicado por la cuota en pesos por kilogramo que se indique a su índice de incumplimiento. De esta manera se obtiene el monto del derecho.

Cabe señalar que la metodología descrita anteriormente se encuentra establecida y vigente por la Ley Federal de Derechos en Materia de Aguas Nacionales. Para llevar a cabo lo indicado, se propone se consideren los conceptos que se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1. Cálculo de la carga contaminante y pago de derechos por descargar aguas residuales que rebasan los límites máximos permisibles**

Párametros	Muestra mg/L	Limite max. Permisible	(Muestra - L.M.P)(0.001) kg/m <sup>3</sup>	Consumo de agua m <sup>3</sup> /mes	Descarga m <sup>3</sup> /mes	Carga contaminante kg	Indice	Cuota tabla 2 (\$/kg)	Derechos a liquidar
------------	-----------------	------------------------------	--	---	---------------------------------	-----------------------------	--------	-----------------------------	------------------------

A continuación, se detalla como determinar cada una de las columnas mencionadas en la tabla 1.

**Columna 1. Parámetros.** De los resultados del análisis de laboratorio, se localiza el contaminante con el valor mas alto, por ejemplo: la demanda bioquímica de oxígeno, potencial de hidrógeno, grasas y aceites etc.

**Columna 2. Muestra.** Es el valor en mg/L, de concentración mayor.

**Columna 3. Límite máximo permisible.** El indicado en la NOM-002-ECOL-1996 de acuerdo al contaminante analizado, o bien, los límites máximos permisibles establecidos en el reglamento municipal

de protección al ambiente en materia de descargas de aguas residuales. Es importante mencionar que los límites permitidos por el reglamento municipal en ningún caso pueden ser mayores a lo que establece la NOM-002.

**Columna 4.** Como ya se mencionó, para el contaminante que resulte por arriba de los límites de concentración, se le restará el límite máximo permisible, y se multiplicará por 0.001, para convertir en kg/m<sup>3</sup>.

**Columna 5. Consumo de agua por mes.** Es la cantidad en m<sup>3</sup> tomada del medidor de flujo existente en la industria. **Columna 6. Volumen de descarga.**

Lectura tomada del medidor de flujo de aguas residuales localizado en la industria también en  $m^3$ .

**Columna 7. Carga contaminante.** Es el resultado de multiplicar la columna 4 por la 6.

**Columna 8. Índice de incumplimiento.** Para el contaminante que rebase los límites indicados en la NOM-002-ECOL-1996, es decir el de mayor concentración, se le restará el límite máximo que señala la normatividad. Este resultado se divide entre el mismo límite máximo permisible, de esta forma se obtiene el índice de incumplimiento. Interpretando matemáticamente lo ya señalado se tiene: concentración del contaminante menos límite máximo

$$\text{permisible} = X \text{ mg/L}, \quad \frac{X \text{mg} / L}{L.M.P.} = I.I.C \quad (1)$$

Donde: L.M.P. Es el límite máximo permisible. I.I.C. Es el índice de incumplimiento del contaminante analizado. **Columna 9. Cuota.** Como ya se señaló, una vez determinado el índice de incumplimiento, se selecciona el rango correspondiente en la tabla 2. (Anexo 1). Se identifica la cuota en pesos por kilogramo que corresponda a su índice de incumplimiento.

**Columna 10.** Es el resultado de multiplicar la columna 7 por la 9.

**Anexo 1.** (Cuota en pesos por kilogramo por índice de incumplimiento de la descarga). Fue publicada en

el año 2001, en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Durango, (se incluye solo un segmento de la tabla), y es parte del reglamento municipal para el control de la contaminación para el municipio de Gómez Palacio, Durango. En los ejemplos de aplicación del presente artículo, se consideran las cuotas mencionadas en el año de su publicación. Es prudente actualizar la mencionada tabla, por lo tanto, los resultados por el derecho de descarga deben tomarse con la debida reserva.

Se determinó la carga contaminante, el índice de incumplimiento y el pago de derechos para tres diferentes tipos de industrias: la primera de bebidas gaseosas, la segunda una lavandería industrial y la tercera una de fierro y acero. Para las dos primeras se consideró el análisis de la demanda bioquímica de oxígeno, para la tercera el fierro. Los resultados del laboratorio para los contaminantes mencionados fueron: 1,618, 320 y 11.50 mg/L respectivamente. Las empresas están localizadas en una ciudad industrial. Los nombres se omiten por razones de confidencialidad.

**RESULTADOS**

A continuación se presentan los resultados de cada una de las tres industrias analizadas

**Tabla 3.** Carga contaminante y pago de derechos por descargar aguas residuales que rebasan los límites máximos permisibles de la empresa de bebidas gaseosas.

Párametros	Muestra mg/L	Limite max. Permissible	(Muestra - L.M.P)(0.001) kg/m <sup>3</sup>	Consumo de agua m <sup>3</sup> /mes	Descarga m <sup>3</sup> /mes	Carga contaminante kg	Indice	Cuota tabla 2 (\$/kg)	Derechos a liquidar
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	1,618.00	150.00	1.4680	25,900.00	7,974.07	11,705.93	9.79	3.88	45,419.03

**Tabla 4.** Carga contaminante y pago de derechos por descargar aguas residuales que rebasan los límites máximos permisibles en lavandería industrial.

Párametros	Muestra mg/L	Limite max. Permissible	(Muestra - L.M.P)(0.001) kg/m <sup>3</sup>	Consumo de agua m <sup>3</sup> /mes	Descarga m <sup>3</sup> /mes	Carga contaminante kg	Indice	Cuota tabla 2 (\$/kg)	Derechos a liquidar
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	320.00	150.00	0.1700	15,838.00	14,095.82	2,396.29	1.13	2.67	6,398.09

**Tabla 5.** Carga contaminante y pago de derechos por descargar aguas residuales que rebasan los límites máximos permisibles de la industria del fierro y el acero.

Párametros	Muestra mg/L	Limite max. Permissible	(Muestra - L.M.P)(0.001) kg/m <sup>3</sup>	Consumo de agua m <sup>3</sup> /mes	Descarga m <sup>3</sup> /mes	Carga contaminante kg	Indice	Cuota tabla 2 (\$/kg)	Derechos a liquidar
Fierro	11.50	2.00	0.0095	25,900.00	18,130.00	172.24	4.75	155.07	26,708.48

## **DISCUSIÓN**

De acuerdo con la tabla 3 (resultados de la industria número 1), se observa que el índice de incumplimiento es de 9.79; éste se encuentra muy por arriba del valor del índice máximo 5.00 que menciona la tabla 2. (Ver anexo 1).

En el anexo 2. Se presentan algunas industrias con valores elevados de contaminantes; se observa que en la industria de bebidas se incluye la DBO, es decir, este tipo de empresa es considerada como una generadora de contaminantes. La anterior afirmación coincide con los resultados del presente estudio. Entre las acciones que puede realizar el organismo operador de acuerdo con el reglamento municipal, artículos 48, 56, 108 y 109, se menciona la cancelación definitiva o temporal de las fuentes contaminantes.

Los resultados de la industria número 2 (tabla 4) muestran el índice de incumplimiento de 1.13. La cuota en pesos por kilogramo es de \$ 2.67. Es conveniente que esta empresa tome acciones para disminuir la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno, por ejemplo, construcción de trampas de sólidos, además, considerar las técnicas para prevenir la contaminación, tales como, minimizar hasta donde sea posible la utilización de productos químicos, limpiar frecuentemente las pantallas colectoras de pelusa, implementar un separador de agua y disolvente, separar los diferentes tipos de desechos para su posterior eliminación entre otras.

Los resultados de la industria número 3 se indican en la tabla 5. Esta muestra un alto índice de incumplimiento de 4.75. Este contaminante está catalogado dentro de los metales pesados. La cuota es de \$ 155.07. Igual que el caso anterior, es prudente llevar a cabo acciones para prevenir la contaminación, por ejemplo: 1. Cambios de proceso y equipo. 2. Sustitución de materiales. 3. Control de descargas de materiales y lodo. 4. Separación y segregación de desechos. 5. Conservación de agua y energía entre otros.

Debido al alto índice de incumplimiento, es probable que aun estableciendo las acciones señaladas no se cumpla con los límites máximos permitidos para descargar las aguas residuales de proceso; sin embargo, la conveniencia de su implementación es la disminución del costo por llevar a cabo el tratamiento formal.

## **CONCLUSIONES**

Es recomendable que el marco normativo y legal que se menciona en el presente artículo sea tomado en cuenta por los municipios que a la fecha no cuentan

con su propio reglamento de prevención de la contaminación y control de descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado municipal. Entonces, los municipios tienen el compromiso de elaborar su propio reglamento de protección al ambiente, lo anterior, con base en la legislación y normas ya señaladas. Como resultado se tiene: las industrias, comercios o prestadores de servicios que en su instalación no construyan y operen un sistema de tratamiento o pretratamiento y que en las aguas residuales de proceso se excedan los límites máximos permitidos que señala la normatividad (contaminantes convencionales, metales pesados y cianuros) estarán sujetos al pago de derechos. En términos generales, el propósito es establecer las facultades técnicas y legales para que los municipios puedan aplicar su propio reglamento. Es importante dejar en claro que el presente estudio fue aplicado a solo un municipio del estado de Durango.

Se realizaron tres ejemplos de aplicación: en el primero, se consideró una industria que genera altas concentraciones de contaminantes en su proceso, lo anterior, con el fin de establecer el criterio de aplicación de la normatividad, la interpretación de los resultados y las acciones para prevenir la contaminación. En la tabla 3, se indica el monto por pago de derechos por el concepto de vertido de agua residual al sistema de drenaje municipal, y el volumen descargado por la industria al sistema de alcantarillado.

En relación a la lavandería industrial, aunque genera contaminantes por encima de la normatividad, se encuentra entre los intervalos de índice de incumplimiento que menciona el anexo 1; no obstante, es necesario implementar las acciones ya indicadas. En la tabla 4, se indica el monto por pago de derechos.

En el caso de la industria del fierro y el acero, es recomendable implementar un tratamiento formal, pues, los metales pesados y cianuros son considerados de peligro para la vida humana, plantas y animales a través de la cadena alimentaria. En la tabla 5 se menciona el monto por pago de derechos.

Es prudente llevar a cabo un proyecto de inversión en una planta de tratamiento. Quizá sea más remunerativo implementar el tratamiento de las aguas residuales y reciclarlas, en lugar de descargar agua residual sin ningún tratamiento preliminar.

Otro de los propósitos del presente artículo es proporcionar información y método de cálculo para determinar los derechos por descargar agua residual de proceso a todas aquellas personas que estén

involucradas en los procesos de la industria, comercios y prestadores de servicios. La presente metodología se describe en forma clara y sencilla de

tal forma que los mismos empresarios pueden llevar a cabo una auditoría del agua en su industria, tomar decisiones y acciones para prevenir la contaminación.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Comisión Nacional del Agua. (2000). “*Guía para el control de descargas a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal*”. México.

Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Durango (2000). Documento recuperado en: [http://www.elocal.gob.mx/wb2/ELOCAL/ELOC\\_Constitucion\\_Politica\\_del\\_Estado\\_Libre\\_y\\_Sobe#](http://www.elocal.gob.mx/wb2/ELOCAL/ELOC_Constitucion_Politica_del_Estado_Libre_y_Sobe#)

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (1999). Documento recuperado en: <http://info4.juridicas.unam.mx/ijure/fed/9/116.htm?s=>

Diario Oficial de la Federación. (1997). “*NOM-001-ECOL-1996: que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas en aguas y bienes nacionales*”. México

Diario Oficial de la Federación. (1998). “*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*”. México

Diario Oficial de la Federación. (1998). “*NOM-003-ECOL-1997: que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público*”. México

Diario Oficial de la Federación. (1992). “*Ley de Aguas Nacionales*”. México.

Diario Oficial de la Federación. (1994). “*Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales*”. México

Diario Oficial de la Federación. (1988). “*Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*”. México

Environmental Protection Agency. (1987). “*Guidance Manual for Preventing Interference at POTWs*”. USA.

Ley Federal de Derechos (2007). “*Disposiciones aplicables en materia de aguas nacionales*”. Documento recuperado en: <http://www.cea.nayarit.gob.mx/Descargas/Transparenci%20Fiscal/18.%20LEY%20FEDERAL%20DE%20DEREC HOS.pdf>

Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Durango. (2000). “*Reglamento de protección al ambiente en Materia de Control de la Contaminación del municipio de Gómez Palacio, Dgo*”.

Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Durango. (2001). “*Se adiciona La Ley de Hacienda de los Municipios, del Estado de Durango*”.

Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Durango. (1990). “*Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente de Durango*”.

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.

Este documento se debe citar como:

Cortés 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.

**Anexo 1**

Cuota en pesos por kilogramo por índice de incumplimiento de la descarga. (Fuente: Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del Estado de Durango. 2001).

Rango de Incumplimiento	Cuota por Kilogramo	
	Contaminantes	Metales
	Básicos	Pesados y Cianuros
mayor de 0.90 y hasta 1.00	\$2.52	\$103.01
mayor de 1.00 y hasta 1.10	\$2.57	\$105.71
mayor de 1.10 y hasta 1.20	\$2.67	\$108.26
mayor de 1.20 y hasta 1.30	\$2.71	\$110.61
mayor de 1.30 y hasta 1.40	\$2.75	\$112.84
mayor de 1.40 y hasta 1.50	\$2.84	\$114.91
mayor de 1.50 y hasta 1.60	\$2.87	\$116.89
mayor de 4.60 y hasta 4.70	\$3.81	\$154.25
mayor de 4.70 y hasta 4.80	\$3.82	\$155.07
mayor de 4.80 y hasta 4.90	\$3.84	\$155.89
mayor de 4.90 y hasta 5.00	\$3.86	\$156.69
mayor de 5.00	\$3.88	\$157.48

**Anexo 2**

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

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 y otros productos agrícolas			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 cocoa, chocolate y artículos de confitería			x	x	x	x	x	
3121	elaboración de otros prod. alimenticios p/consumo humano			x	x	x	x	x	
3122	elaboración de alimentos preparados para animales			x		x	x	x	
3130	industria de las bebidas	o		x		x	x	x	o
3140	industria del tabaco					x	x	x	
3211	industria textil de fibras duras y cordelería de todo tipo			x			x		x
3212	hilado, tejido y acabado de fibras blandas, excluye de punto				x	x	x		
3213	confección con materiales textiles					x	x		
3214	fabricación de tejidos de punto					x	x		
3220	confección de prendas de vestir					x	x		
3230	industria del cuero, pieles y sus productos	o		x	x	x	x	o	
3240	industria del calzado, excluye de hule y/o plástico					x			
3311	fabricación de productos de aserradero y carpintería				x	x	x		
3312	fabricación de envases y productos de madera y corcho					x	x		
3320	fabricación y reparación de muebles sobre todo de madera					x	x		
3410	manufactura de celulosa, papel y sus productos	o		x	x	x	x		
3420	imprentas, editoriales e industrias conexas			x		x	x		
3511	petroquímica básica				x	x	x	x	

Adaptada de UAM, 1997, EPA, 1987

Nota: x Contaminante medido  
o Contaminante potencial