

**Artículo científico****Impacto de las descargas de aguas residuales de Tecpán en el río Xayá****Felipe Andrés Duarte Díaz**

Ingeniero Civil. MSc. Ingeniería Sanitaria ERIS-USAC-Guatemala.

Trabajo: DUESCON,S.A

Dirección para recibir correspondencia: [felipeandresduarte@hotmail.com](mailto:felipeandresduarte@hotmail.com)

Recibido 19.09.2014 Aceptado 24.11.2014

**Resumen**

La situación ambiental de Guatemala indica una ausencia de cultura generalizada que se traslada a un tema específico: la falta de un sistema integral en el manejo de aguas residuales. La condición particular del Municipio de Tecpán, Departamento de Chimaltenango, en cuanto a la disposición final de las aguas residuales, está determinada por una de las importantes actividades económicas: la de tinción de textiles. Una actividad que ha permitido el desarrollo social del lugar pero que ha tenido un impacto sobre las descargas del agua utilizada en dichos procesos hacia el Río Xayá. Para realizar una análisis de las aguas residuales descargas se deben tomar los parámetros del acuerdo gubernativo no. 236-2006.

Con la determinación de los parámetros físicoquímicos de las aguas residuales se plantea un tratamiento para que puedan ser descargadas de una forma segura hacia el río Xayá.

**Palabras clave:** Municipio de Tecpán, aguas residuales, parámetros físico-químicos, contaminación ambiental.

**Abstract**

The environmental situation in Guatemala indicates a lack of general culture that moves to a specific issue: the lack of a comprehensive system in wastewater management. The particular condition of the Municipality of Tecpán, Chimaltenango, is that the disposal of wastewater is determined by one of the major economic activities: the dyeing of textiles. An activity that has led to the social development of the site but has had an impact on the discharge of the water used in these processes to the Xayá River. To perform an analysis of wastewater discharge must take governmental parameters agree. 236-2006. With the determination of physico-chemical parameters of the wastewater treatment arises so that they can be safely discharged into the river Xayá.

**Keywords:** Town of Tecpán, wastewater, physico-chemical parameters, environmental pollution.

**Introducción**

El Municipio de Tecpán carece de planta de tratamiento de aguas residuales, lo que influye en una alteración del ambiente, principalmente en el río Xayá que es utilizada posteriormente para la potabilización y distribución en la ciudad de Guatemala. A partir de la caracterización de aguas residuales y la propuesta técnica de un sistema de tratamiento se realiza la propuesta de un plan para el manejo de las aguas residuales. Las aguas residuales transportan básicamente excrementos humanos y orina que contribuyen principalmente con materia orgánica, sólidos suspendidos, nitrógeno,

fósforo y coliformes fecales. En el caso de las aguas residuales del Municipio de Tecpán, incluyen aguas del tipo industrial puesto que una actividad económica importante es la tinción de textiles.

**Descripción del área de estudio**

Tecpán, municipio del Departamento de Chimaltenango, está ubicado a 87 kilómetros de la ciudad capital por la carretera Interamericana y se ubica en las coordenadas 14°46'7.5" Latitud Norte y 90°56'19.44" Longitud Oeste. Colinda al Norte de Joyabaj (Quiché), al Este con Santa Apolonia y Comalapa (Chimaltenango), al Sur con Santa Cruz

Balanyá y Patzún (Chimaltenango), al Oeste con Chichicastenango (Sololá), entronca con la carretera interamericana CA-1 aproximadamente a  $\frac{1}{2}$  kilómetro. La altitud varía desde los 1800 hasta los 3100 msnm, con extensión territorial es de 201 km<sup>2</sup>.

Las características de aguas residuales municipales muestran que desde el punto de vista físico, químico y biológico, el agua no se considera potable, sin tratamiento previo; y aunque desde el punto de vista agrícola es apta para riego, la utilización actual se limita por la contaminación de que presenta. En dicho municipio no se dispone de plantas de tratamiento de aguas residuales.

## **Caracterización del agua residual parámetros físicos y químicos relevantes.**

Las aguas residuales tienden a presentar una temperatura mayor a la del cuerpo receptor. La temperatura no es un factor crítico, pero es necesario que se encuentre por debajo de los 37°C siempre que se vaya a proceder a un tratamiento biológico. El color de las aguas residuales es producido principalmente por sulfuros metálicos. Si es de origen industrial, puede indicar contaminación, deterioro de los procesos productivos. "Entre los residuos industriales de color fuerte se tienen los de la industria de colorante de textiles". Los sólidos disueltos representan el material soluble y coloidal, el cual requiere usualmente para su remoción, oxidación biológica, coagulación o sedimentación. Los sólidos suspendidos o no disueltos, constituyen la diferencia entre los sólidos totales de la muestra no filtrada y los sólidos de la muestra filtrada.

El oxígeno disuelto es un "gas de baja solubilidad en el agua, requerido para la vida acuática aerobia" en las aguas residuales debería ser máximo cuando son vertidas y un mínimo de compuestos que demanden oxígeno para que el oxígeno disuelto se mantenga a un nivel aceptable (5mg/L según EPA), puesto que el suministro de oxígeno en procesos posteriores debe ser suficiente para satisfacer la demanda de la masa microbial en el sistema de tratamiento.

La demanda biológica de oxígeno a los cinco días (DBO<sub>5</sub>) es una medida de la biodegradabilidad de los compuestos orgánicos; así como la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para oxidar la materia orgánica biodegradable. En el análisis de éste parámetro, se determina la demanda de oxígeno que provocan las sustancias orgánicas evacuadas por los vertidos industriales al cuerpo de

agua que los recibe. Se determina la demanda de oxígeno de un tipo de agua expuesto a la acción de microorganismos durante un período de incubación de 5 días. Esta demanda es debida a la degradación de las sustancias orgánicas.

Es el parámetro más utilizado para medir la calidad de aguas residuales y así determinar el diseño de unidades de tratamiento biológico.

En la determinación del DQO se emplea un oxidante químico fuerte en presencia de un catalizador y calor; este agente químico oxida la muestra. El nitrógeno y el fósforo causan problemas de importancia en el ambiente. Pueden provocar aumento en la productividad biológica, disminuyendo los niveles de oxígeno disuelto, dando lugar a la eutrofización. El fósforo no se oxida ni se reduce biológicamente, aunque por acción biológica se puede obtener ortofosfato que puede eliminarse por precipitación química o por tratamiento biológico. Hay algún tipo de aguas residuales que presentan bajas concentraciones de N y P, nutrientes que se han de añadir siempre que se vaya a aplicar un tratamiento biológico de depuración, mientras que otro tipo de aguas residuales presentan altas concentraciones de dichos nutrientes.

## **Metodología**

Las dos descargas analizadas son próximas entre sí. Antes y después de estas descargas, se evaluaron dos puntos de muestreo con el objeto de evaluar el impacto de las mismas hacia el río Xayá.

Las descargas analizadas están localizadas cerca del Estadio y lavadero municipal, ubicados al sur en el Municipio de Tecpán. Son descargas directas al río Xayá, sin tratamiento previo alguno.

Para el estudio, se analizaron los parámetros:

temperatura, color, turbiedad, potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica, sólidos totales, sólidos suspendidos, sólidos sedimentables, nitrógeno, nitratos, fósforo total, fosfatos, DBO<sub>5</sub>, DQO, OD y coliformes fecales en 4 puntos de muestreo representativos que fueron sugeridos por las Municipalidad de Guatemala y la Municipalidad de Tecpán dada la accesibilidad al lugar, la pertinencia y representatividad.

Un muestreo es apropiado cuando se asegura la representatividad de la muestra y un análisis de laboratorio de acuerdo con las normas estándar. Se

hicieron 5 análisis con muestras simples, puesto que “son particularmente deseables cuando el flujo de agua residual no es continuo, cuando la descarga de contaminantes es intermitente.”; Romero, Jairo. Tratamiento de Aguas Residuales. Editorial Colombiana de Ingeniería. Colombia, 2008; la cantidad de muestras corresponde a un número económica y cronológicamente factible.

Los parámetros a analizar fueron seleccionados en cuanto a factibilidad económica y necesidad de conocer los resultados.

## Resultados

Un análisis integral de los resultados de la medición de temperatura, color, pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos, sólidos sedimentables, N, NO<sub>3</sub>, P, PO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, DBO<sub>5</sub>, DQO, OD, Coliformes fecales; permite determinar que los parámetros que exceden los límites permisibles por el Reglamento 236-2006 en mayor magnitud son: turbiedad, sólidos suspendidos, DBO<sub>5</sub> coliformes

Tabla No.1 Valores de Resultados

Parámetro	Unidades	Valor promedio antes primera descarga	de	Valor promedio primera descarga	Valor promedio segunda descarga	Valor promedio Molinos Helvetia
Temperatura	°C	14.86		16.14	6.20	15.38
Color	UC	58.4		1050	221.68	256.4
Turbiedad	UNT	13.19		317.96	66.23	219.82
Conductividad	mg/L	306.6		2165.6	494.44	544.6
pH		7.9		8.96	3.37	8.83
Nitratos	mg/L	11.16		307.7	138.00	18.46
Sólidos totales	mg/L	18406		16332	668.40	28092
Sólidos Suspendidos	mg/L	162.4		1149.4	33,138.00	289.6
DBO	mg/L	59.8		594	248.20	144

fecales y en menor magnitud el potencial de Hidrógeno y el color.

En general, en el Punto 4 o Molinos Helvetia se restablecen los parámetros probablemente donde por medio de fenómenos físicos, químicos y biológicos, que tienen lugar en el curso del agua de modo natural, provocan la destrucción de materias extrañas incorporadas a un río. Principalmente son las bacterias aerobias, que consumen materia orgánica con ayuda del oxígeno disuelto en el agua.

El área posterior a las descargas analizada, se pudieran describir como zona de degradación próxima al vertido donde desaparecen las formas de vida más delicadas y aparecen otras más resistentes. El aspecto del agua es sucio ya que disminuye el contenido en oxígeno y aumenta la DQO. Por lo que comienza la degradación por parte de la flora microbiana.

Parámetro	Unidades	Valor promedio antes de primera descarga	Valor promedio primera descarga	Valor promedio segunda descarga	Valor promedio Molinos Helvetia
DQO	mg/L	646.2	5077.8	631.60	30.8
OD	mg/L	6.48	6.61	6.56	6.51
Fosfatos	mg/L	33.82	41.3	33.95	4.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla No.2 Resultados comparados de EMPAGUA y este estudio, Punto 1

	Unidades	Valor promedio 2006-2010	Valor promedio 2011	Comparación en valores obtenidos
Temperatura	°C	17.00	14.86	Menor
Color	UC	92.00	58.40	Menor
Turbiedad	UNT	33.00	13.19	Menor
Conductividad	umhos/cm	311.00	306.60	Menor
pH	unidades	7.20	7.90	Mayor
Nitratos	mg/L	11.40	11.16	Menor
Sólidos totales	mg/L	230.00	18406.00	Mayor
Sólidos Suspendidos	mg/L	39.00	162.40	Mayor
DBO	mg/L	48.30	59.80	Mayor
DQO	mg/L	91.00	646.20	Mayor
OD	mg/L	5.47	6.48	Mayor
Fosfatos	mg/L	0.00	33.82	Mayor

	Unidades	Valor promedio 2006-2010	Valor promedio 2011	Comparación en valores obtenidos
<b>Coliformes Fecales</b>	NMP	$1.6 \times 10^6$	$1.28 \times 10^7$	Mayor

Fuente: Resultados de informes del Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria "Dra. Alba Tabarini", para el punto de Muestreo: Antes de Primera Descarga.

## Discusión de resultados

Al proponer una solución técnica a la contaminación generada por las descargas de aguas residuales hacia el Río Xayá, el componente a subsanar obviamente es el agua utilizada por el municipio de Tecpán. Sin embargo, existe una coyuntura con otros elementos ambientales y que están incluidos dentro del contexto legal-ambiental.

Los esfuerzos hasta ahora realizados para encontrar una solución eficiente, deben ser fortalecidos para el manejo integral de las aguas residuales en el municipio de Tecpán. Se evidencia prioritario evaluar las diferentes alternativas institucionales, financieras, normativas y técnicas, que coordinen una gestión unificada, y permitan alcanzar metas razonables en el mediano y largo plazo. Es importante contar con las herramientas suficientes para desarrollar programas y proyectos de manejo y tratamiento de aguas residuales.

## Conclusión

Los parámetros que exceden los límites permisibles por el AG 236-2006, son: turbiedad, sólidos suspendidos,  $DBO_5$  coliformes fecales, potencial de Hidrógeno y el color; indicando la presencia de aguas residuales de tipo industrial. El Punto 2 o Primera Descarga presentó las condiciones más críticas, excepto por el valor promedio de  $DBO_5$  que es mayor en la Segunda Descarga o Punto 3. En el Punto 4 o Molinos Helvetia se restablecen los parámetros.

## Agradecimiento

Al personal docente y administrativo de la Maestría en Ingeniería Sanitaria: Ing. M.Sc. Juan José Sandoval, Ing. M.Sc. Pedro Saravia Celis, Ing. M.Sc.

Zenón Müch, Ing. M.Sc. Jorám Gil, Ing. M.Sc. Julián Duarte, MSc. Ing. Félix Aguilar, Dra. Malvina de León, MSc. Ing. Adán Pocasangre, Inga. M.Sc. Marta Lidia Samayoa, Licda. Dora María Cardoza, Sra. Frida Faggioli de Cáceres, Sra. Jeannette Alegría de Mejía. Al personal del Laboratorio Unificado de Química y Microbiología Sanitaria "Dra. Alba Tabarini", Municipalidad de Tecpán, Departamento de Chimaltenango y a la Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala.

## Referencias

Banco Interamericano de Desarrollo. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia de la República de Guatemala. Estrategia para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de Guatemala. Noviembre, 2006.

CIPREDA, BID. Plan de Manejo. Subcuenca de los ríos Xayá Pixcayá. Documento Síntesis. MAGA, 2001. Guatemala.

Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de Tecpán Guatemala y Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. Dirección de Planificación Territorial. Plan de Desarrollo Tecpán Guatemala, Chimaltenango. Guatemala, 2010.

Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en Guatemala. Estrategia para la Construcción del Marco Organizativo Institucional del Manejo del Agua en la Parte Alta de la Cuenca del Río Naranjo, Guatemala, Centroamérica. Gil, Joram. Guatemala: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Serie

- Cuadernos UNESCO Guatemala. Número 5, 2010.
- Reglamento del Servicio de Alcantarillado Público y Drenajes Domiciliarios, Tecpán Guatemala, Chimaltenango. Acta Número 85-2010 Punto Cuarto. Diario de Centroamérica. 27 de septiembre de 2010.
- López, F. Microcuenca del Rio Xayá, Tecpán Guatemala. Reconocimiento económico al servicio ambiental hídrico como una alternativa para la conservación y restauración de la biodiversidad natural, mediante la protección de bosques naturales productores de agua para la ciudad de Guatemala. Guatemala Programa Piloto de Apoyos Forestales Directos (PPAFD/PARPA), con el apoyo de FAO-Facility. 2006.
- Lux, O. Gobernabilidad y Pueblos Indígenas. FLACSO-Secretaría General, 2010.
- Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial, Departamento Nacional de Planeación, Colombia. Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales en Colombia. Colombia, 2004.
- Municipalidad de Tecpán Guatemala. Servicio de Información Municipal. Obtenido en mayo de 2011 desde <http://www.inforpressca.com/tecpa/>
- Naciones Unidas. Objetivos del Milenio. Cumbre del Milenio, 2010 Proyecto MIMEDE. Modelo de Incentivos para Mejorar el Desempeño en el Manejo Integrado de las Aguas Residuales de Tipo Especial en el Área Metropolitana. Guatemala. 2009. Proyecto para el Desarrollo de Capacidades para la Conservación del Medio Ambiente Acuático en el Área Metropolitana. Ministerio de Ambiente y Recursos naturales y Agencia de Cooperación Internacional de Japón.
- Programa de Apoyo a la reconversión productiva agroalimentaria PARPA. Plan de Acción para la gestión del reconocimiento económico al servicio ambiental hídrico. Comité de la Microcuenca del Río Xayá. (2008). Guatemala.
- Revilla, M., Suárez, I. Hacia una mayor eficacia de la Cooperación Internacional para la Gobernabilidad y la Convivencia Democrática en América Latina. Programa de Gobernabilidad la Convivencia Democrática en América Latina. FLACSO-Secretaría General., 2010.
- Valladares, Luis, Guzmán, Nicolás Castañeda, César. Territorio y Región. Agua, Drenajes y Recursos Naturales en Guatemala. Guatemala. CEUR/USAC, 2011.

## Información de autor

Ingeniero Civil, graduado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el año 2009. Con experiencia en el área de planificación, ejecución y supervisión, de obras civiles y estructurales, ventas y tratamiento de aguas residuales.

MSc en Ingeniería Sanitaria, de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, ERIS de la Universidad de San Carlos de Guatemala.