



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y
MATEMÁTICAS**

Departamento de Ciencias Químicas y Ambientales

**“CALIBRACIÓN DE MODELO MATEMÁTICO PARA EL DISEÑO
DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE LODOS ACTIVADOS EN
LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”**

Tesis de Grado previa a la obtención del Título de:
MAGÍSTER EN CIENCIAS AMBIENTALES

Presentado por:

Ingrid Tatiana Orta Zambrano

Director:

David Matamoros C., PhD.

Guayaquil – Ecuador

2013

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi compañero y guía en cada paso para el logro de mis metas, a mi hijo Martín Alejandro por ser el impulso necesario para seguir adelante con el proyecto de tesis, a mi familia por todo el apoyo brindado en el día a día.

Para el desarrollo del presente trabajo de tesis fue importante la colaboración de David Matamoros, PhD (ESPOL), Ing. Juan Laso (EMAPAG), Guido Yáñez Q., PhD (Ekopraxis Cía. Ltda.), Ing. Feliciano González Delgado (Consulambiente Cía. Ltda.); a quienes agradezco infinitamente por la información y conocimientos compartidos en este proyecto.

“No ceso de gracias por ustedes, haciendo memoria de cada uno de vosotros en mis oraciones” (Ef. 1:16)

DEDICATORIA

“No hay nadie como Dios, que para ayudarte cabalga entre las nubes... siempre te sostiene en sus brazos” (Dt. 33, 26-27)

A Dios, a Martín Alejandro, a mis padres, hermanos y sobrina, por ser los fundamentos de mi vida y la luz guía en el camino que recorreremos día a día.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ph.D. Olga González
PRESIDENTA TRIBUNAL DE GRADO

Ph.D. David Matamoros C.
DIRECTOR DE TESIS

Ph.D. Luis Domínguez
VOCAL PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de esta Trabajo final de graduación de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Ingrid Orta Zambrano
C.I. # 0920107380

RESUMEN

En Guayaquil, el diseño de sistemas de tratamiento de lodos activados ha tomado mayor impulso en los últimos 8 años aproximadamente. A partir de lo cual los consultores y diseñadores de estos tipos de tratamiento han ido desarrollando individualmente el uso de fórmulas de diseño tomadas de bibliografía extranjera, teniendo que aplicar parámetros y coeficientes en base a los textos estudiados. De igual manera los operadores de las plantas en funcionamiento han ido improvisando y desarrollando mejoras en el funcionamiento y distribución de los sistemas; en base a la experiencia cotidiana en el manejo y operación. Es decir que hasta la actualidad no se ha desarrollado un análisis del correcto funcionamiento de los modelos matemáticos aplicados en los diseños ejecutados en la ciudad.

En el presente proyecto de tesis se implementó una calibración bajo modelos matemáticos, para los sistemas de tratamiento de lodos activados de la ciudad de Guayaquil; de manera que se pueda determinar el comportamiento de los parámetros principales que influyen el diseño y consecuentemente la calidad final del agua tratada. Se establece una herramienta de ayuda para los diseñadores, revisores, fiscalizadores y operadores de las actuales y futuras plantas de depuración de aguas residuales en la localidad. El trabajo parte del modelo desarrollado con un conjunto de fórmulas extraídas de bibliografía extranjera, y que fue desarrollado inicialmente por la empresa Consulambiente Cía. Ltda.

El objetivo del presente tema de tesis es calibrar un modelo matemático para el diseño de sistemas de tratamiento de lodos activados. Lo anterior en base a datos de las diferentes plantas diseñadas y en operación que se encuentran en la ciudad de Guayaquil y sus alrededores. El modelo en mención está compuesto por un conjunto de fórmulas tomadas de bibliografía extranjera de renombre; y se ha desarrollado a partir de una base de Excel que fue elaborada en el año 2009 por la empresa consultora Consulambiente Cía. Ltda.

Con la calibración del modelo en mención, se podrá determinar y analizar los diferentes escenarios posibles para el diseño de sistemas de tratamiento de lodos activados en la ciudad de Guayaquil. Enfocados principalmente en pequeñas poblaciones, es decir urbanizaciones de tipo cerrado; las cuales son el nuevo estilo de desarrollo urbanístico en la localidad. Se determinará los parámetros biocinéticos que son utilizados en la actualidad para el diseño de los nuevos sistemas, y se evaluará la variación de estos según las diferentes condiciones o tipos de aguas residuales crudas a tratar; lo anterior considerará entre otros aspectos el nivel socioeconómico de la población a servir.

Las aguas residuales pueden provenir de actividades domiciliarias, que generan los efluentes conocidos como “domésticos”; de actividades comerciales, o de actividades industriales. Según la fuente de generación los efluentes se

caracterizan por los diferentes niveles de concentración de contaminantes, y por la presencia o ausencia de los mismos. Los contaminantes comunes de las aguas residuales domésticas, se detallan en el capítulo 1 (METCALF & EDDY, ROMERO ROJAS).

Respecto al tratamiento de las aguas residuales, el Ministerio del Ambiente del Ecuador en el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA) define a la Depuración o Tratamiento como la remoción de sustancias contaminantes de las aguas residuales para disminuir su impacto ambiental.

En la ciudad de Guayaquil existen sistemas de tratamiento de aguas residuales bajo las siguientes modalidades: Lagunas de estabilización, Pozos Sépticos y Lodos activados. La ciudad de Guayaquil al año 2010, contaba con 23 sistemas de tratamientos de lodos activados en total: 8 en operación, 10 en construcción, 5 en diseños.

Mensualmente la concesionaria de servicios presenta a la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil (EMAPAG), reportes de los monitoreos de aguas residuales crudas y tratadas en las descargas de los sistemas de tratamiento que se encuentran operados por la empresa concesionaria. EMAPAG facilitó los datos de los monitoreos del periodo 2006-2011, en base a los cuales se presenta una base de datos, analizada estadísticamente para obtener información de entrada para la calibración del modelo matemático de diseño de sistemas de tratamiento de lodos activados.

Finalmente el presente estudio propone valores de volúmenes de diseño recomendados para sistemas de tratamiento de aguas residuales mediante lodos activados en la modalidad de aireación extendida, considerando densidades poblacionales de 1000, 2000 y 5000 habitantes. Estos cálculos pueden ser empleados en la hoja de Excel, cambiando los habitantes a servir y utilizando los valores de relación alimento microorganismo y de sólidos suspendidos en el licor de mezcla determinados estadísticamente de los datos y sistemas existentes que fueron analizados.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	I
DEDICATORIA	II
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	III
DECLARACIÓN EXPRESA	IV
RESUMEN	V
ÍNDICE GENERAL	VII
ABREVIATURAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS	XII
INTRODUCCIÓN	1
1 CAPITULO 1 MARCO TEÓRICO	3
1.1 Generalidades de sistemas de tratamiento de aguas residuales	3
1.2 Modalidad de lodos activados	7
1.2.1 Oxidación aeróbica	10
1.2.2 Sedimentación secundaria	13
1.3 Uso de modelos matemáticos en el diseño de sistemas de tratamiento	14
1.4 Normativa ambiental aplicable	17
2 CAPITULO 2 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN GUAYAQUIL	22
2.1 Tipos de sistemas existentes	22
2.2 Parámetros típicamente controlados	28
2.3 Datos disponibles	29
3 CAPITULO 3 PROPUESTA DE MODELO MATEMÁTICO	43
3.1 Análisis del modelo matemático	43
3.2 Datos de entrada	43
3.3 Datos de salida: Modelo matemático calibrado	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
ANEXOS	53
ANEXO 1	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105

ABREVIATURAS

A/M	Relación alimento - microorganismos
AASS	Aguas Servidas
AAPP	Agua Potable
AALL	Aguas Lluvias
CM	Carga másica
CO ₂	Dióxido de carbono
CV	Carga volumétrica
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DBO ₅	Demanda Bioquímica de Oxígeno al quinto día
DQO	Demanda Química de Oxígeno
EMAPAG	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil
F/M	Relación alimento / microorganismos
H ₂ O	Agua
K _d	Constante de reacción de los microorganismos
LMP	Límite máximo permisible
NH ₄	Amonio
NMP	Número más probable
OMS	Organización Mundial de la Salud
pH	Potencial de hidrógeno
P _s	Concentración o Fracción de sólidos en el lodo secundario
PTARD	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas
P _v	Porcentaje de sólidos suspendidos volátiles en SST
Q _i	Caudal afluente
S	Concentración de sustrato (DBO ₅) efluente (esperado)
S _o	Concentración de sustrato (DBO ₅) afluente
SDARD	Sistema de Depuración de Aguas Residuales Domésticas
SD	Sólidos Disueltos
SDT	Sólidos Disueltos Totales
ST	Sólidos Totales
STD	Sólidos Totales Disueltos
SS	Sólidos Suspendidos
SSF	Sólidos Suspendidos Fijos
SSLM	Sólidos Suspendidos en el Licor de Mezcla
SST	Sólidos Suspendidos Totales
SSV	Sólidos Suspendidos Volátiles
STF	Sólidos Totales Fijos
STV	Sólidos Totales Volátiles
TPH	Hidrocarburos totales de petróleo
TRH	Tiempo de Retención Hidráulica
TULSMA	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente
X	Concentración de células en el tanque
X _{Rlodo} (X _R)	Concentración de lodo en la recirculación

X_{RSS}	Concentración de SS en la recirculación (afluente digestor)
Y	Factor de rendimiento
%H	Humedad en lodo secundario
θ_c	Tiempo de retención de sólidos en la laguna aireada
ρ_{agua}	Densidad del agua
γ_{lodo}	Gravedad Especifica del lodo secundario

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribución de sólidos en las aguas residuales.	4
Figura 2: Diagrama de proceso de tratamiento convencional de efluentes.	6
Figura 3: Esquema de tratamientos secundarios (WATER ENVIRONMENT FEDERATION®, 1993).	6
Figura 4: Diagrama del Proceso de Lodos Activos, aireación extendida (CONSULAMBIENTE, 2010).	9
Figura 5: Proceso de Lodos Activos Convencional (CONSULAMBIENTE, 2010)...	10
Figura 6: Proceso de Lodos Activos, Modalidad Óvalos Integrados (CONSULAMBIENTE, 2010).	10
Figura 7: Esquema de Sistema de Lodos Activos, Zanja de Oxidación (CONSULAMBIENTE, 2010).	12
Figura 8: Foto de Sistema de Lodos Activos, Zanja de Oxidación (CONSULAMBIENTE, 2010).	12
Figura 9: Esquema de Sistema de Lodos Activos, Óvalos Integrados (CONSULAMBIENTE, 2010).	12
Figura 10: Foto de Tanques de Aireación de sistema de Lodos Activos (CONSULAMBIENTE, 2010).	13
Figura 11: Foto de Clarificador de sistema de Lodos Activos (CONSULAMBIENTE, 2010).	14
Figura 12: Diagrama de Procesos del sistema de tratamiento (CONSULAMBIENTE, 2010).	15
Figura 13: Resultados de aceites y grasas ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).	31
Figura 14: Resultados de aluminio - Al ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).	31
Figura 15: Resultados de coliformes fecales (NMP/100ml).	32
Figura 16: Resultados de Demanda Bioquímica de Oxígeno – DBO ₅ ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).	33
Figura 17: Resultados de Demanda Química de Oxígeno – DQO ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).	33
Figura 18: Resultados de Nitrógeno Total Kjeldahl - NTK ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).	34
Figura 19: Resultados de Sólidos Suspendidos Totales – SST ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).	34
Figura 20: Resultados de Sólidos Suspendidos Volátiles – SSV ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).	35
Figura 21: Resultados de Sólidos Totales Volátiles – STV ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).	35
Figura 22: Resultados de Sólidos Totales– ST ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).	35
Figura 23: Resultados de Temperatura - T (°C).	36
Figura 24: Resultados en el efluente de Cloruros – Cl ⁻ ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).	38
Figura 25: Resultados en el efluente de Coliformes fecales ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).	39
Figura 26: Resultados en el efluente de Coliformes totales ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).	39
Figura 27: Resultados en el efluente de DBO ₅ ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).	40
Figura 28: Resultados en el efluente de DQO ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).	40
Figura 29: Resultados en el efluente de Fósforo ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).	40
Figura 30: Resultados en el efluente de NTK ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).	41
Figura 31: Resultados en el efluente de Sólidos Sedimentables ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).	41
Figura 32: Resultados en el efluente de SST ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).	42
Figura 33: Resultados en el efluente de ST ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).	42

Figura 34: Relación Volumen Requerido – Población a servir del modelo calibrado.	49
Figura 35: Producción de lodo secundario por sistema analizado y diseñado.	50
Figura 36: Relación Producción de lodo secundario - Volumen Requerido del modelo calibrado.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición típica de aguas residuales domésticas.....	3
Tabla 2: Parámetros de Operación de Procesos de Lodos Activados.....	8
Tabla 3: Parámetros de Diseño de Lagunas Aireadas.....	15
Tabla 4: Ecuaciones de Diseño de Lagunas Aireadas.....	16
Tabla 5: Límites de descarga al alcantarillado público.....	17
Tabla 6: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.....	18
Tabla 7: Límites de descarga a un cuerpo de agua marina.....	20
Tabla 8: Sistemas de tratamiento en Guayaquil y a cargo de Interagua.....	22
Tabla 9: Sistemas de tratamiento en Guayaquil, aprobados por Interagua Cía. Ltda., y a cargo de Promotores Urbanísticos.....	23
Tabla 10: Sistemas de tratamiento en Guayaquil aprobados por Interagua Cía. Ltda., y en proceso de construcción.....	24
Tabla 11: Sistemas de tratamiento en Guayaquil en proceso de aprobación por Interagua Cía. Ltda.	26
Tabla 12: Sistemas de tratamiento de lodos activados en Guayaquil.....	26
Tabla 13: Parámetros monitoreados en los sistemas de tratamiento en Guayaquil.....	28
Tabla 14: Estadística obtenida de los datos disponibles para los parámetros monitoreados en los sistemas de tratamiento en Guayaquil.	29
Tabla 15: Consolidado de parámetros monitoreados en la salida de sistemas de tratamiento de lodos activados en Guayaquil.....	36
Tabla 16: Estadística de parámetros monitoreados en los sistemas de tratamiento en Guayaquil.	37
Tabla 17: Parámetros de entrada para el modelo de lodos activados.....	43
Tabla 18: Parámetros de entrada para el modelo de lodos activados de los sistemas existentes.....	45
Tabla 19: Detalle de fórmulas empleadas en el modelo matemático, desarrollado en Excel.....	46
Tabla 20: Calculo de volúmenes requeridos por los sistemas de lodos activados analizados versus volúmenes existentes.....	47
Tabla 21: Parámetros del modelo de lodos activados a ser considerados para la ciudad de Guayaquil.....	48

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de tesis tiene como título “Calibración de Modelo Matemático para el Diseño de Sistemas de Tratamiento de Lodos Activados en la ciudad de Guayaquil”, cuya hipótesis y objetivos se presentan a continuación.

Se proyecta implementar una calibración bajo modelos matemáticos, para los sistemas de tratamiento de lodos activados de la ciudad de Guayaquil; de manera que se pueda determinar el comportamiento de los parámetros principales que influyen el diseño y consecuentemente la calidad final del agua tratada. Se establecerá una herramienta de ayuda para los diseñadores, revisores, fiscalizadores y operadores de las actuales y futuras plantas de depuración de aguas residuales en la localidad. El trabajo partirá del modelo desarrollado con un conjunto de fórmulas extraídas de bibliografía extranjera, y que fue desarrollado inicialmente por la empresa Consulambiente Cía. Ltda.

El objetivo primario del proyecto de tesis es calibrar un modelo matemático para los sistemas de tratamiento tipo lodos activados existentes en la ciudad de Guayaquil, utilizando como base las fórmulas aplicadas en el diseño de los sistemas, y que han sido tomadas de bibliografías extranjeras.

Se definen los siguientes objetivos secundarios:

- Recolectar información referente al diseño de plantas de tratamiento tipo lodos activados en la ciudad de Guayaquil
- Recolectar información referente al monitoreo de los parámetros de funcionamiento de las plantas de tratamiento en estudio.
- Sistematizar la información recolectada, segregando los parámetros requeridos para la calibración del modelo matemático.
- Analizar estadísticamente los datos obtenidos, determinando valores típicos o medios para calibrar el modelo matemático de los diseños generados a partir de la bibliografía extranjera.
- Introducir los datos obtenidos en el modelo matemático.
- Sistematizar los resultados obtenidos en el modelo, y analizar su aplicación en la localidad de Guayaquil.

La metodología de investigación aplicada es del tipo básica, se seleccionó la bibliografía de mayor uso en el medio para los diseños y se analizó las fórmulas aplicadas en el modelo matemático de una hoja de Excel (CONSULAMBIENTE, 2010), así como las consideraciones y restricciones que apliquen a cada caso.

Adicionalmente se emplearon datos de monitoreos realizados en las plantas de tratamiento existentes y en operación, que sean del tipo de lodos activados (EMAPAG, 2006-2013). Se ingresaron los datos en las fórmulas analizadas y se determinaron los análisis estadísticos aplicables a la variación de datos obtenidos del modelo versus los existentes.

Del análisis de datos mencionado, se hicieron las calibraciones correspondientes al modelo matemático, y se establecieron restricciones o consideraciones de rangos en los parámetros ingresados en el mismo.

CAPITULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 Generalidades de sistemas de tratamiento de aguas residuales

Las aguas residuales pueden provenir de actividades domiciliarias, que generan los efluentes conocidos como “domésticos”; de actividades comerciales, o de actividades industriales. Según la fuente de generación los efluentes se caracterizan por los diferentes niveles de concentración de contaminantes, y por la presencia o ausencia de los mismos.

Los contaminantes comunes de las aguas residuales domésticas, se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 1: Composición típica de aguas residuales domésticas.

Contaminante	Débil	Media	Fuerte
Sólidos totales	350 mg·l ⁻¹	720 mg·l ⁻¹	1200 mg·l ⁻¹
Sólidos totales disueltos	250 mg·l ⁻¹	500 mg·l ⁻¹	850 mg·l ⁻¹
Sólidos totales en suspensión	100 mg·l ⁻¹	220 mg·l ⁻¹	350 mg·l ⁻¹
Sólidos sedimentables	5 ml·l ⁻¹	10 ml·l ⁻¹	20 ml·l ⁻¹
DBO ₅	110 mg·l ⁻¹	220 mg·l ⁻¹	400 mg·l ⁻¹
Carbón orgánico total	80 mg·l ⁻¹	160 mg·l ⁻¹	290 mg·l ⁻¹
DQO	250 mg·l ⁻¹	500 mg·l ⁻¹	1000 mg·l ⁻¹
Nitrógeno total	20 mg·l ⁻¹	40 mg·l ⁻¹	85 mg·l ⁻¹
Fósforo total	4 mg·l ⁻¹	8 mg·l ⁻¹	15 mg·l ⁻¹
Cloruros	30 mg·l ⁻¹	50 mg·l ⁻¹	100 mg·l ⁻¹
Sulfatos	20 mg·l ⁻¹	30 mg·l ⁻¹	50 mg·l ⁻¹
Coliformes totales	10 ⁶ – 10 ⁷ NMP/100 ml	10 ⁷ – 10 ⁸ NMP/100 ml	10 ⁷ – 10 ⁹ NMP/100 ml

NOTA: El agua residual doméstica tiene una relación Carbono – Nitrógeno – Fósforo (C:N:P) de 100:5:1.

Fuente: Romero Rojas, 2005.

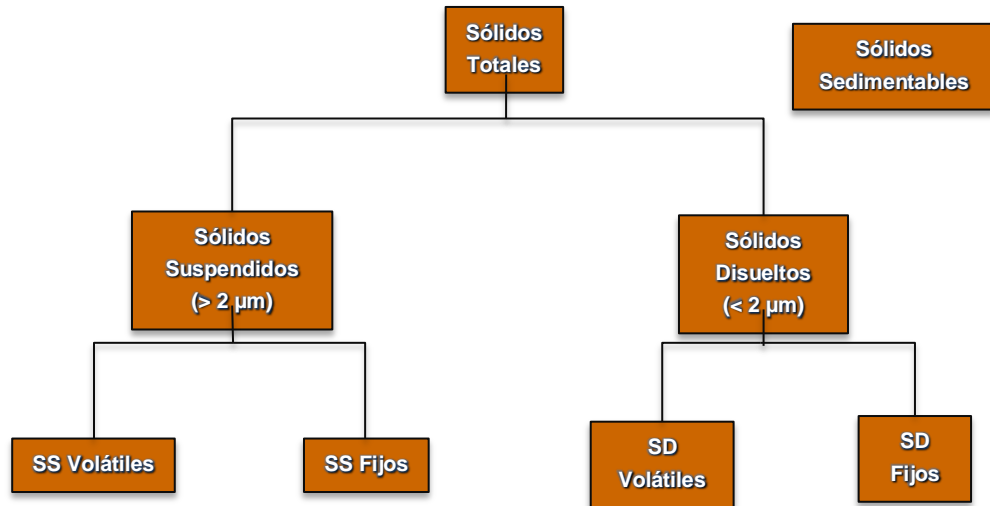


Figura 1: Distribución de sólidos en las aguas residuales.

Respecto al tratamiento de las aguas residuales, el Ministerio del Ambiente del Ecuador en el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA) define a la Depuración o Tratamiento como la remoción de sustancias contaminantes de las aguas residuales para disminuir su impacto ambiental.

La depuración de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos, que remueven contaminantes del agua residual; con la finalidad que se cumpla con los límites máximos permisibles para las concentraciones de los contaminantes en la descarga al cuerpo receptor.

Años atrás, los efluentes domiciliarios eran tratados en cada unidad de vivienda mediante fosas o tanques sépticos y zanjas de infiltración (LOPEZ, 2003). Con el paso del tiempo se implementaron sistemas de recolección comunitaria y el consecuente tratamiento municipal de aguas residuales, muy comúnmente consistente en estructuras de lagunaje.

Durante la década de 1990, en el marco del Programa de Monitoreo de Agua y Saneamiento de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y de la UNICEF, se determinaron conclusiones relevantes en el manejo de agua y saneamiento a escala mundial, citamos a continuación algunas relacionadas a la depuración de aguas residuales municipales (OAKLEY, 2005):

“- A escala mundial aproximadamente 2.4 billones de personas no tenían acceso a saneamiento adecuado.

- Enfermedades relacionadas a las excretas humanas son la causa principal de morbilidad y mortalidad a escala mundial.

- Falta de tratamiento de aguas residuales domesticas es un peligro a la salud en los países en desarrollo.

- El porcentaje medio de descargas de aguas residuales que reciben cualquier tipo de tratamiento, en América Latina y Caribe es del 14% para el año 2000.

- La descarga de aguas residuales crudas es un peligro a la salud pública especialmente cuando se utilizan los cuerpos receptores contaminados como fuente de agua potable, para aseo personal, lavado de ropa, riego y pesca.

- La tecnología desarrollada en los Estados Unidos de América y Europa, para tratar aguas residuales, como los lodos activados, no necesariamente provee el nivel mínimo de remoción de patógenos para la protección de la salud pública en los países en desarrollo.”

Estudios como el citado, y el fortalecimiento en la ejecución de la regulación ambiental en el Ecuador, promovieron que en las últimas décadas, se introduzcan al país los sistemas de tratamiento de lodos activados, empleados con buenos resultados en poblaciones pequeñas; la iniciativa en el uso y aplicación de esta metodología de depuración de aguas residuales surge con el aumento exponencial de los nuevos sectores urbanizados, que por disponibilidad de espacio en el área urbana de las ciudades, ha tomado parte de las zonas periféricas, donde no existen redes de alcantarillado de aguas servidas, y por lo tanto es imperante la aplicación de sistemas depuradores de los efluentes de las viviendas.

En la ciudad de Guayaquil se concentran las nuevas urbanizaciones en el sector de la Vía Guayaquil-Salinas, donde la mayoría de los proyectos urbanísticos han considerado y ejecutado para sus instalaciones sistemas de tratamiento mediante la modalidad de lodos activados, ya sea en infraestructura de tanques, lagunas u óvalos integrados (laguna con tanques).

Para una depuración idónea de las aguas residuales, es importante que se aplique al menos un tratamiento convencional para efluentes, previo a la descarga a un cuerpo receptor, que conforme a lo indicado por la normativa es:

“Aquel que está conformado por tratamiento primario y secundario, incluye desinfección.

Tratamiento primario.- Contempla el uso de operaciones físicas tales como: Desarenado, mezclado, floculación, flotación, sedimentación, filtración y el desbaste (principalmente rejillas, mallas, o cribas) para la eliminación de sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual.

Tratamiento secundario.- Contempla el empleo de procesos biológicos y químicos para remoción principalmente de compuestos orgánicos biodegradables y sólidos suspendidos.

El tratamiento secundario generalmente está precedido por procesos de depuración unitarios de tratamiento primario.”(MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2003)

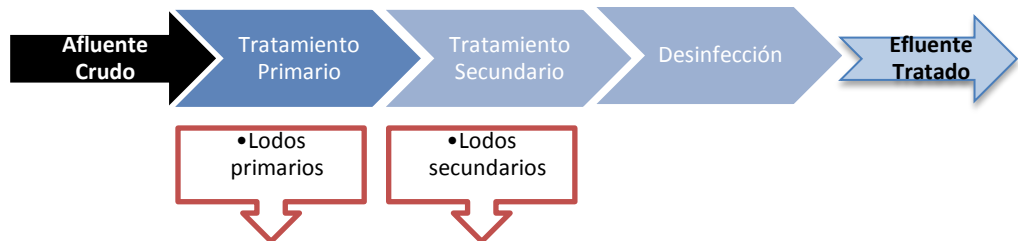


Figura 2: Diagrama de proceso de tratamiento convencional de efluentes.

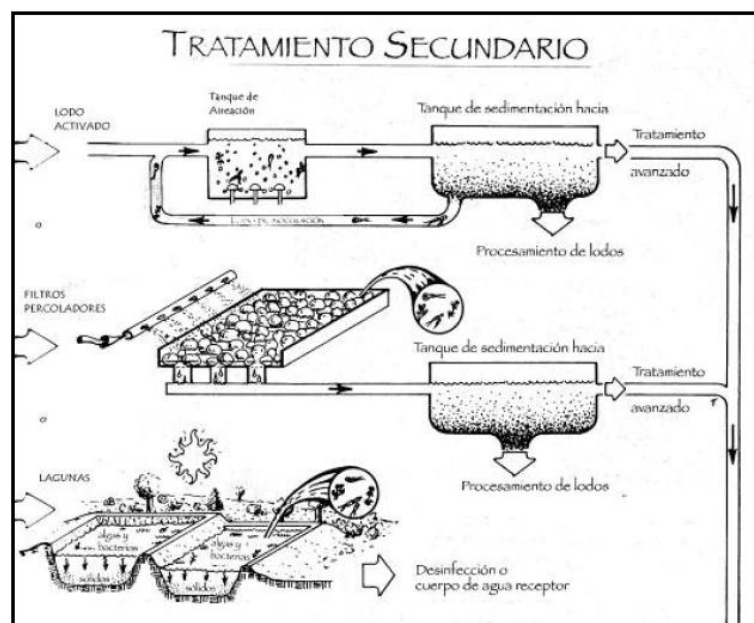


Figura 3: Esquema de tratamientos secundarios (WATER ENVIRONMENT FEDERATION ©, 1993).

Dentro de los tratamientos secundarios se realiza la reducción de la contaminación por carga orgánica, expresada como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5). Acción que se logra con la presencia de bacterias o microorganismos que a través de su metabolismo degradan la materia orgánica presente en el reactor. El tratamiento secundario puede constar de procesos químicos y biológicos, que realizan la reducción de compuestos orgánicos biodegradables y sólidos suspendidos en el agua, comúnmente conocido como lecho.

De los sistemas de tratamiento secundario, el de lodos activados, es el objeto de estudio del presente trabajo de tesis, por lo que en los siguientes apartados se detalla el funcionamiento de los sistemas de lodos activados y la normativa ambiental que aplica para las descargas de los efluentes en los cuerpos receptores de la ciudad de Guayaquil.

1.2 Modalidad de lodos activados

Lodo activado consiste en una mezcla de bacterias aeróbicas y microorganismos producidos por la aireación de las aguas residuales, en el proceso se forman flóculos que son dispersados continuamente por efecto de la mezcla que genera la aireación mecánica del lecho.

Los contaminantes biodegradables de las aguas residuales pueden ser degradados mediante procesos en los que los microorganismos aceleran la descomposición de la materia orgánica, al alimentarse de esta y convertirla en parte fundamental de su metabolismo durante su crecimiento.

Entre las variadas clasificaciones de tratamiento secundario, se tiene como la principal a la que considera si el tipo de metabolismo de los microorganismos, se desarrolla en presencia o ausencia de oxígeno. Tratamientos aeróbicos: donde los microorganismos requieren de concentraciones adecuadas de oxígeno para vivir. Y tratamientos anaeróbicos: aquellos donde los microorganismos no requieren oxígeno para su subsistencia.

En el presente proyecto se han considerado los sistemas de tratamiento biológicos aeróbicos. Sin embargo, estos se clasifican en variados tipos de sistemas, por lo que se ha considerado una reducción en la amplitud del tema de estudio, al tener en cuenta la clasificación de los tratamientos según el tipo de sustrato donde se desarrolla el proceso de degradación biológica.

Los sistemas de tratamiento secundario aeróbicos pueden ser clasificados en dos: de lecho fijo o lecho suspendido. Los de película fija, son aquellos que utilizan un medio como filtros, discos rotatorios, entre otros, para que la biomasa (microorganismos) crezcan mientras el agua residual circula a través del medio. Mientras que los de lecho suspendido, mantienen la biomasa combinada con las aguas residuales en tratamiento, mediante sistemas electro-mecánicos de mezcla y aireación.

Existen dos clases principales de sistemas de lodos activos de acuerdo a la cinética del proceso: mezcla completa y flujo pistón. Las cuales han sufrido modificaciones, desprendiéndose también los sistemas de alimentación escalonada, contacto y estabilización, aireación extendida, alta carga, sistema de oxígeno puro, mezcla completa y zanjas de oxidación.

Tabla 2: Parámetros de Operación de Procesos de Lodos Activados

Modificación Del proceso	θ_c (d)	A/M (Kg-DBO₅aplicada /Kg-SSVLM·d)	CV (Kg-DBO₅aplicada /m³·d)
Convencional	3-15	0,20-0,40	0,30-0,70
Reactor mezcla completa	3-15	0,20-0,60	0,80-2,40
Alimentación escalonada	3-15	0,20-0,40	0,70-1,00
Estabilización por Contacto	5-10	0,20-0,60	1,00-1,30
Aireación prolongada	20-40	0,04-0,10	0,10-0,40
Zanja de Oxidación	15-30	0,04-0,10	0,08-0,48
Sistema de oxígeno puro	1-4	0,50-1,00	1,30-3,20
Modificación Del proceso	SSLM (mg./l.)	TRH (h)	α
Convencional	1000-3000	4-8	0,25-0,75
Reactor mezcla completa	1500-4000	3-5	0,25-1,00
Alimentación escalonada	1500-4000	3-5	0,25-0,75
Estabilización por Contacto	1000-3000 ^a 6000-10000 ^b	0,5-1,0 ^a 2-4 ^b	0,50-1,50
Aireación prolongada	2000-5000	20-30	0,50-1,50
Zanja de Oxidación	3000-5000	15-30	0,75-1,50
Sistema de oxígeno puro	2000-5000	1-3	0,25-0,50

a: Unidad de Contacto

b: Unidad de Estabilización de Sólidos

Fuente: Metcalf & Eddy, 2003 – Romero Rojas, 2005

Se ha escogido a los sistemas de fangos activos de lecho suspendido, para el objeto del presente proyecto de tesis, debido a que en la ciudad de Guayaquil, se utilizan más estos sistemas por sus ventajas ante los de lecho fijo, como lo es la resistencia a las cargas choque (con concentraciones elevadas de DBO y SST, o variaciones de flujo). Y según la cinética, se analizarán los sistemas de mezcla completa, con condiciones de aireación extendida, alta carga y zanjas de oxidación.

El proceso de tratamiento de aguas residuales mediante sistemas de lodos activados, es un método que mezcla el afluente crudo con lodo activado (licor de mezcla), mediante sistemas de inyección de aire por burbujas o de agitación. Luego se separa el lodo del efluente tratado mediante un proceso de sedimentación secundaria; del cual la mayor parte del lodo es recirculado al reactor del licor de mezcla (lodo de recirculación), mientras que el lodo sobrante o maduro, es desechado.

El sistema de lodos activados consta de dos etapas principales: la oxidación aeróbica de la materia orgánica (reactor biológico) y la sedimentación secundaria (clarificadores).

En el sistema de lodos activados se puede producir la degradación de materia orgánica, medida como DBO_5 , hasta en un 90%. Lo que se consigue al ser transformada por el metabolismo de los microorganismos, en dióxido de carbono (CO_2), agua (H_2O), amonio (NH_4) y biomasa. La biomasa forma flóculos, por la agrupación de células microbianas, los cuales serán sedimentados posteriormente en los clarificadores secundarios.

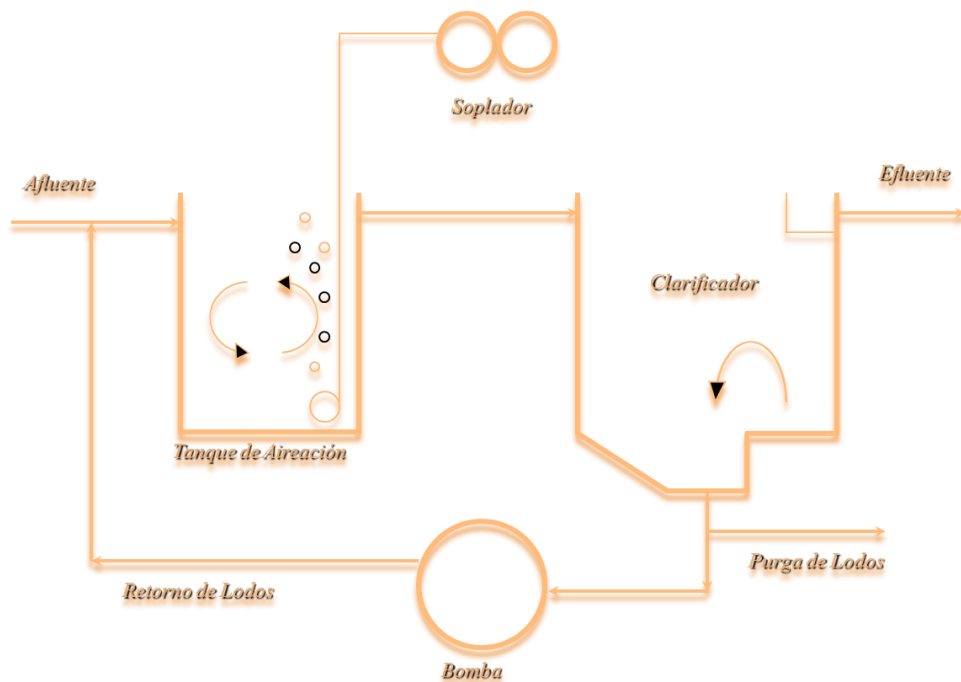


Figura 4: Diagrama del Proceso de Lodos Activos, aireación extendida (CONSULAMBIENTE, 2010).

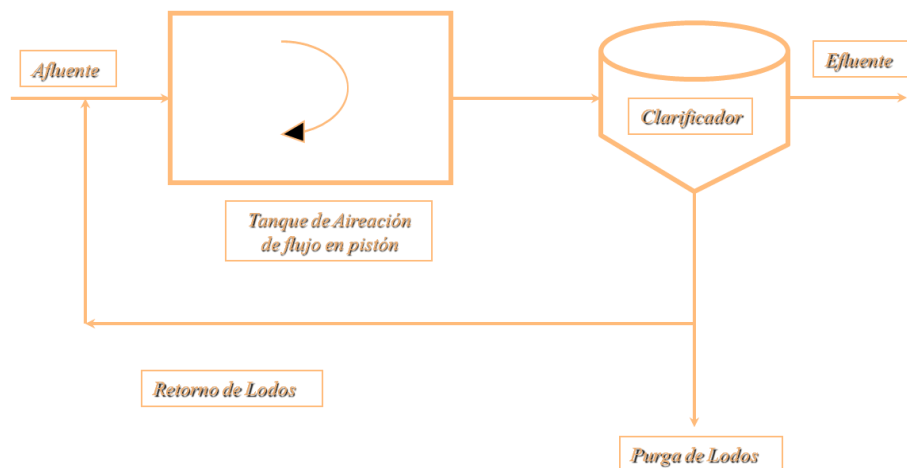


Figura 5: Proceso de Lodos Activos Convencional (CONSULAMBIENTE, 2010).

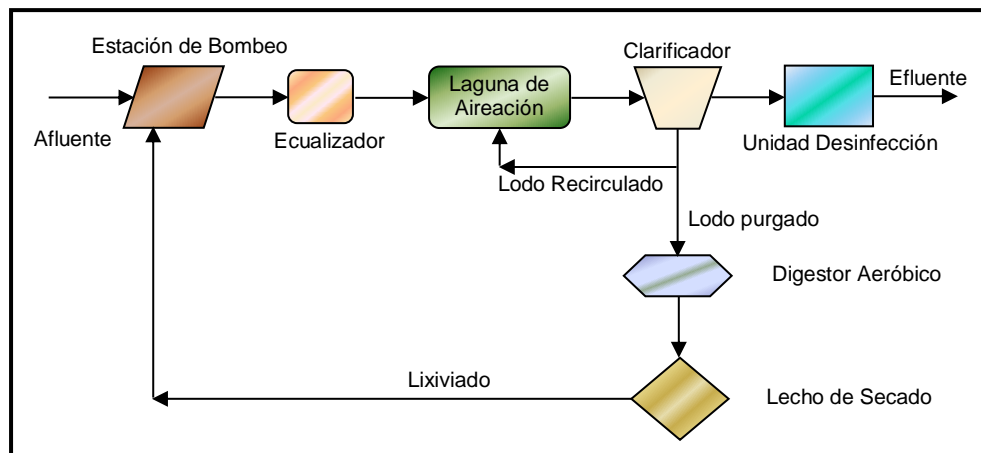


Figura 6: Proceso de Lodos Activos, Modalidad Óvalos Integrados (CONSULAMBIENTE, 2010).

1.2.1 Oxidación aeróbica

La aireación aumenta la concentración de oxígeno, mientras que la biomasa consume el oxígeno reduciéndolo, por lo que la adecuada aireación durante el proceso de tratamiento será un factor predominante en la eficiencia del mismo.

El proceso que tiene lugar en una zanja de oxidación es un proceso de oxidación biológica y que en forma elemental puede definirse como la mezcla de aguas servidas (substrato-alimento) con una masa heterogénea de microorganismos (lodos activados) en condiciones aeróbicas, que son

capaces de metabolizar y destruir los principales contaminantes de las aguas servidas.

Las zanjas de oxidación corresponden a un sistema particular de lodos activados, el que se caracteriza por considerar un proceso de aireación extendida. Por aireación extendida se entiende la digestión aeróbica de los lodos en el propio reactor de lodos activados por sobre oxigenación.

La nitrificación de aguas servidas domésticas, con concentraciones relativamente bajas de nitrógeno ($20 - 40 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$), puede lograrse mediante la operación del proceso con una edad del lodo de 10 días promedio, para un clima cálido, y con una concentración mínima de oxígeno disuelto de 1.5 a $2 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

Otro parámetro importante en el proceso de lodos activados es la relación alimento-microorganismos (A/M), la cual varía según las fases de desarrollo de los microorganismos y la disponibilidad de materia orgánica (alimento) en el volumen y tiempo de retención hidráulico determinado de la unidad donde se lleva a cabo el proceso.

En la etapa de inicial del tratamiento la A/M es muy grande (exceso de carga orgánica), por lo que el crecimiento de los microorganismos es máximo. Una vez que la relación A/M se estabiliza, inicia la fase logarítmica, donde los microorganismos perecen y los flóculos empiezan a formarse por acción de la turbulencia. La relación A/M alcanza un valor mínimo, entrando en fase endógena, donde los microorganismos metabolizan su reserva interna de alimento e incrementa la tasa de formación de flóculos biológicos.

En términos de infraestructura los sistemas de lodos activados que se analizaran en el presente documento son de tres tipos: zanja de oxidación, óvalos integrados, tanques de hormigón.

Zanja de oxidación, es el sistema cuyo reactor biológico consiste en una laguna aeróbica (con aireadores superficiales), donde se degrada la materia orgánica. Esta modalidad de tratamiento de lodos activados se caracteriza por los largos tiempos de retención de sólidos.

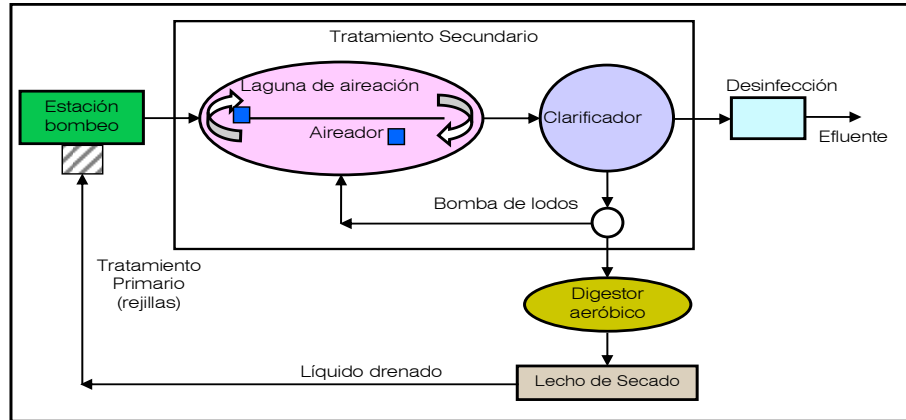


Figura 7: Esquema de Sistema de Lodos Activos, Zanja de Oxidación (CONSULAMBIENTE, 2010).



Figura 8: Foto de Sistema de Lodos Activos, Zanja de Oxidación (CONSULAMBIENTE, 2010).

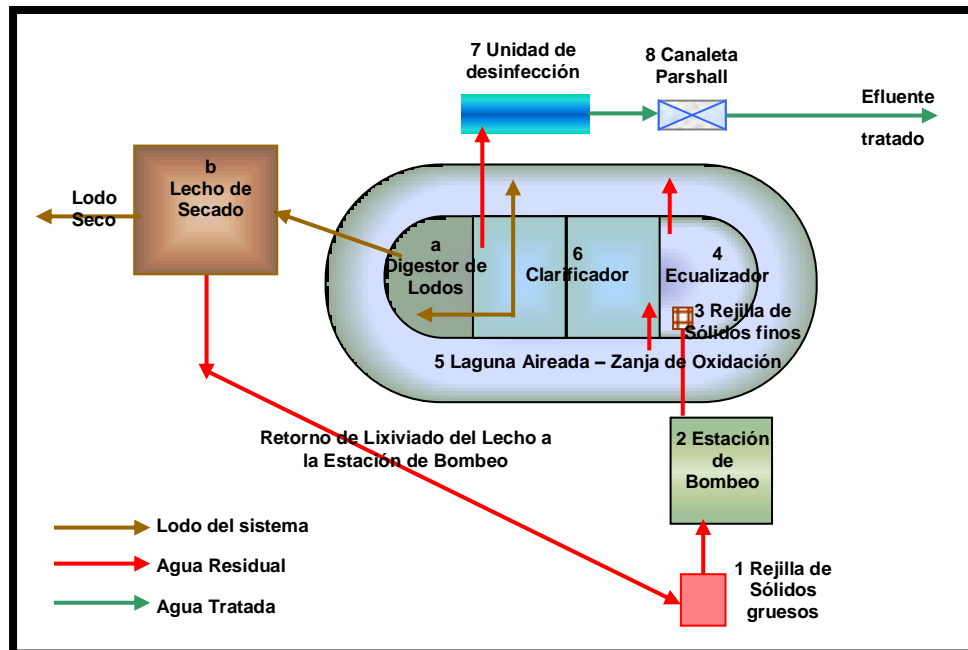


Figura 9: Esquema de Sistema de Lodos Activos, Óvalos Integrados (CONSULAMBIENTE, 2010).

En los procesos de lodos activados, con configuración de óvalos integrados, cuyo reactor funciona en modalidad de Zanja de Oxidación, con la variación del proceso en aireación extendida; el sistema trabaja en la fase de respiración endógena de la curva de crecimiento de los microorganismos, lo que precisa una carga orgánica reducida y un largo período de aireación, con los consecuentes tiempos de retención hidráulica elevados y la baja cantidad de lodos producidos (Metcalf & Eddy, 2003). Este tipo de procesos permite la fluctuación de cargas orgánicas sin afectar el tratamiento microbiológico; y el porcentaje de remoción de materia orgánica (Metcalf & Eddy, 2003) -DBO₅- que se logra fluctúa entre el 75% y el 95%, con lo que se cumple con la norma Ecuatoriana para el tratamiento de aguas residuales.

Tanque de aireación, es el componente del sistema que consiste en una estructura de hormigón armado, donde se realizan los procesos del reactor biológico, con sistemas de aireación por emisión de burbujas.



Figura 10: Foto de Tanques de Aireación de sistema de Lodos Activos (CONSULAMBIENTE, 2010).

1.2.2 Sedimentación secundaria

En esta etapa del tratamiento secundario se separa, mediante decantación, los lodos biológicos del agua tratada. Un porcentaje elevado de los lodos es recirculado hacia el tanque de aireación (reactor biológico), lo cual hace que el número de sólidos suspendidos volátiles o sólidos suspendidos en el licor de mezcla (SSLM) aumente, logrando oxidar efectivamente la materia

orgánica en corto tiempo. Una buena sedimentación del lodo con una remoción eficiente de DBO_5 ocurre a bajo A/M.



Figura 11: Foto de Clarificador de sistema de Lodos Activos (CONSULAMBIENTE, 2010).

1.3 Uso de modelos matemáticos en el diseño de sistemas de tratamiento

Dentro de las consideraciones básicas que los consultores tienen, para el diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas, están:

- Funcionamiento estacionario del sistema (constante, sin alteraciones).
- Propiedades de fluido y temperatura permanecen constantes.
- Reacción despreciable en ecualizador y sedimentador secundario.
- Degradación de la materia orgánica se realiza sólo en tanque de aireación.
- Velocidad de depuración controlada por cinética de microorganismos.
- Velocidad específica de crecimiento de microorganismos expresada como una relación de Monod.
- Coeficiente constante de rendimiento de sustrato en células ($Y_{x/s}$).
- Concentración celular expresada como SSV.
- Concentración de sustrato expresada como DBO o DQO.

Con estas consideraciones se plantean los modelos matemáticos necesarios para el diseño de la planta de tratamiento. Teniendo en cuenta la disponibilidad de espacio y de tecnologías en la localidad.

Estructuralmente el sistema consiste en un canal cerrado con forma de óvalo que contiene una estructura de hormigón interna, donde el óvalo externo es el

reactor biológico y en el interno se encuentran un ecualizador (tratamiento primario), un sedimentador secundario y un digestor aeróbico de lodos. Del sedimentador salen dos líneas: aguas residuales clarificadas y fangos activados. Los lodos sedimentados son bombeados en dos direcciones: al reactor biológico para recirculación y al digestor para su estabilización y posterior disposición final.

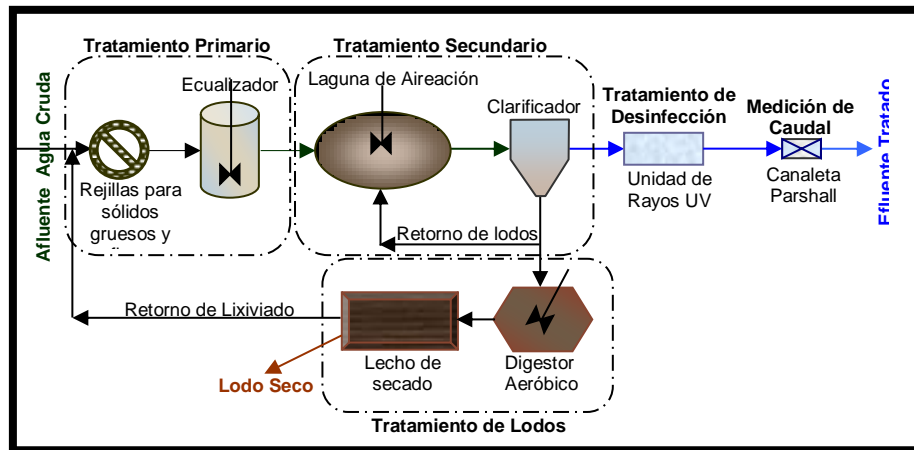


Figura 12: Diagrama de Procesos del sistema de tratamiento (CONSULAMBIENTE, 2010).

Se va a calibrar el modelo matemático para el diseño de la primera etapa del tratamiento secundario (laguna aireada). En el cual se consideran los siguientes datos:

Tabla 3: Parámetros de Diseño de Lagunas Aireadas

Parámetro		Unidad
Caudal afluente	Q_i	m^3/d
		MGD
Concentración de células en el tanque	X	$mg \cdot l^{-1}$
Concentración de sustrato (DBO_5) afluente	S_o	$mg \cdot l^{-1}$
Concentración de sustrato (DBO_5) efluente (esperado)	S	$mg \cdot l^{-1}$
Relación alimento / microorganismos	F/M	$Kg_{DBO_5} / (Kg_{celulas} \cdot d)^{-1}$
Concentración o Fracción de sólidos en el lodo secundario	P_s	%
Concentración de lodo en la recirculación	$X_{Rlodo} (X_R)$	$mg \cdot l^{-1}$
Concentración de SS en la recirculación (afluente digestor)	X_{RSS}	$mg \cdot l^{-1}$
Tiempo de retención de sólidos en la laguna aireada	θ_c	d
Factor de Conversión	--	$(lb \cdot l) (Mgal \cdot mg)^{-1}$
Factor de rendimiento	Y	$Kg_{SSV} / (Kg_{DBO_5})^{-1}$
Constante de reacción de los microorganismos	K_d	d^{-1}
Porcentaje de sólidos suspendidos volátiles en	P_V	%

Parámetro		Unidad
SST		
Densidad del agua	ρ_{agua}	$\text{Kg}(\text{m}^3)^{-1}$
Gravedad Especifica del lodo secundario	γ_{lodo}	--
Humedad en lodo secundario	%H	%

FUENTE: Metcalf & Eddy, 2003. Romero Rojas, 2005. Instituto Mexicano de Tratamiento de Agua, 2005

El diseño de lagunas aireadas se realiza de acuerdo a las ecuaciones (CRITES Y TCHOBANOGLIOUS, 2000) que se detallan a continuación.

Tabla 4: Ecuaciones de Diseño de Lagunas Aireadas

No.	Descripción	Ecuación
Ec. 1.	Carga másica (CM), $lb \cdot d^{-1}$, de DBO que ingresa a una planta de tratamiento diariamente	$CM = S_o \times Q_i \times 8,34$
Ec. 2.	Volumen requerido del reactor (V_{Req}), m^3	$V_{\text{Req}} = \frac{S_o Q_i}{F/M \times X}$
Ec. 3.	Tiempo de retención hidráulico requerido (TRH), h	$TRH_{\text{requerido}} = \frac{V_{\text{Req}}}{Q_i} \times 24$
Ec. 4.	Producción diaria neta de SSV (P_{xv}), $\text{Kg} \cdot \text{SSVLM} \cdot d^{-1}$	$P_{xv} = \frac{Y \times Q \times (S_o - S)}{1 + K_d \times \theta_c}$
Ec. 5.	Producción diaria neta de SSTV (P_{xSST}), $\text{Kg} \cdot \text{SSLM} \cdot d^{-1}$	$P_{xSST} = \frac{P_{xv}}{0.90}$
Ec. 6.	Producción diaria neta de lodo (P_{xlodo}), $\text{Kg} \cdot \text{lodo} \cdot d^{-1}$	$P_{xlodo} = \frac{P_{xSST}}{P_s}$
Ec. 7.	Volumen diario neto de lodo (V_{ls}), $\text{m}^3 \cdot d^{-1}$	$V_{ls} = \frac{P_{xlodo}}{\rho_{\text{agua}} \times \gamma_{\text{lodo}}}$
Ec. 8.	Caudal de lodo purgado de la recirculación (Q_{fp}), $\text{m}^3 \cdot d^{-1}$:	$Q_{fp} = \frac{P_{xlodo} \times 1000}{X_{Rlodo}}$

FUENTE: Metcalf & Eddy, 2003. Romero Rojas, 2005. Instituto Mexicano de Tratamiento de Agua, 2005, CRITES & TCHOBANOGLIOUS, 2000.

1.4 Normativa ambiental aplicable

La legislación ambiental ecuatoriana, se fundamenta en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, que abarca las normas técnicas aplicables al control de descargas líquidas dentro del Anexo 1 “Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua”.

Como parte de la verificación del correcto funcionamiento de los sistemas de tratamiento y como parte fundamental en el diseño de los mismos, se contemplan parámetros de control tanto en los afluentes (agua residual cruda), efluentes (agua residual tratada), y dentro de los diferentes reactores (principalmente en el reactor aireado, cuyo contenido se conoce como licor de mezcla)

En las siguientes tablas se detallan los límites máximos permisibles para descargas en alcantarillado público, cuerpos de agua dulce y marina. Datos que son los únicos legislados en el país, para tratamiento de agua residual.

Tabla 5: Límites de descarga al alcantarillado público

Parámetros	Expresado como	Unidad	LMP
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg·l ⁻¹	100
Alkil mercurio	-	mg·l ⁻¹	No detectable
Acidos o bases que puedan causar contaminación, sustancias explosivas o inflamables.	-	mg·l ⁻¹	Cero
Aluminio	Al	mg·l ⁻¹	5,0
Arsénico total	As	mg·l ⁻¹	0,1
Bario	Ba	mg·l ⁻¹	5,0
Cadmio	Cd	mg·l ⁻¹	0,02
Carbonatos	CO ₃	mg·l ⁻¹	0,1
Caudal máximo	-	l·s ⁻¹	1.5 el caudal promedio horario del sistema de alcantarillado.
Cianuro total	CN ⁻	mg·l ⁻¹	1,0
Cobalto	Co	mg·l ⁻¹	0,5
Cobre	Cu	mg·l ⁻¹	1,0
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg·l ⁻¹	0,1
Cloro Activo	Cl	mg·l ⁻¹	0,5

Parámetros	Expresado como	Unidad	LMP
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg•l ⁻¹	0,5
Compuestos fenólicos	Fenol	mg•l ⁻¹	0,2
Demanda Bioquímica de oxígeno (5 días)	D.B.O. ₅	mg•l ⁻¹	250
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg•l ⁻¹	500
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg•l ⁻¹	1,0
Fósforo Total	P	mg•l ⁻¹	15
Hierro total	Fe	mg•l ⁻¹	25
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg•l ⁻¹	20
Manganeso total	Mn	mg•l ⁻¹	10
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg•l ⁻¹	0,01
Níquel	Ni	mg•l ⁻¹	2,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg•l ⁻¹	40
Plata	Ag	mg•l ⁻¹	0,5
Plomo	Pb	mg•l ⁻¹	0,5
Potencial de Hidrógeno	pH		5-9
Sólidos Sedimentables	-	ml•l ⁻¹	20
Sólidos Suspendidos Totales	-	mg•l ⁻¹	220
Sólidos Totales	-	mg•l ⁻¹	1600
Selenio	Se	mg•l ⁻¹	0,5
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg•l ⁻¹	400
Sulfuros	S	mg•l ⁻¹	1,0
Temperatura	°C	-	< 40
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg•l ⁻¹	2,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg•l ⁻¹	1,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg•l ⁻¹	1,0
Sulfuro de carbono	Sulfuro de carbono	mg•l ⁻¹	1,0
Compuestos Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales	mg•l ⁻¹	0,05
Compuestos Organofosforados y carbamatos (totales)	Concentración de organofosforados y carbamatos totales	mg•l ⁻¹	0,1
Vanadio	V	mg•l ⁻¹	5,0
Zinc	Zn	mg•l ⁻¹	10

FUENTE: Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, 2003

Tabla 6: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

Parámetros	Expresado como	Unidad	LMP
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg•l ⁻¹	0,3
Alkil mercurio	-	mg•l ⁻¹	No detectable

Parámetros	Expresado como	Unidad	LMP
Aldehídos	-	mg·l ⁻¹	2,0
Aluminio	Al	mg·l ⁻¹	5,0
Arsénico total	As	mg·l ⁻¹	0,1
Bario	Ba	mg·l ⁻¹	2,0
Boro total	B	mg·l ⁻¹	2,0
Cadmio	Cd	mg·l ⁻¹	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg·l ⁻¹	0,1
Cloro Activo	Cl	mg·l ⁻¹	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg·l ⁻¹	0,1
Cloruros	Cl ⁻	mg·l ⁻¹	1000
Cobre	Cu	mg·l ⁻¹	1,0
Cobalto	Co	mg·l ⁻¹	0,5
Coliformes fecales	Nmp/100 ml		*Remoción > 99,9 %
Color real	Color real	Unidades de color	**Inapreciable dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg·l ⁻¹	0,2
Cromo Hexavalente	Cr ⁺⁶	mg·l ⁻¹	0,5
Demanda Bioquímica de óxigeno (5 días)	D.B.O. ₅ .	mg·l ⁻¹	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg·l ⁻¹	250
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg·l ⁻¹	1,0
Estaño	Sn	mg·l ⁻¹	5,0
Fluoruros	F	mg·l ⁻¹	5,0
Fósforo Total	P	mg·l ⁻¹	10
Hierro total	Fe	mg·l ⁻¹	10,0
Hidrocarburos totales de Petróleo	TPH	mg·l ⁻¹	20,0
Manganeso total	Mn	mg·l ⁻¹	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg·l ⁻¹	0,005
Níquel	Ni	mg·l ⁻¹	2,0
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg·l ⁻¹	10,0
Nitrógeno Total Kjedahl	N	mg·l ⁻¹	15
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg·l ⁻¹	0,05
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	mg·l ⁻¹	0,1
Plata	Ag	mg·l ⁻¹	0,1
Plomo	Pb	mg·l ⁻¹	0,2
Potencial de Hidrógeno	pH		5-9
Selenio	Se	mg·l ⁻¹	0,1
Sólidos Sedimentables	-	ml·l ⁻¹	1,0
Sólidos Suspendidos Totales	-	mg·l ⁻¹	100

Parámetros	Expresado como	Unidad	LMP
Sólidos Totales	-	mg·l ⁻¹	1600
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg·l ⁻¹	1000
Sulfitos	SO ₃	mg·l ⁻¹	2,0
Sulfuros	S	mg·l ⁻¹	0,5
Temperatura	°C	-	< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg·l ⁻¹	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg·l ⁻¹	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg·l ⁻¹	1,0
Vanadio	V	mg·l ⁻¹	5,0
Zinc	Zn	mg·l ⁻¹	5,0

* Aquellos regulados con descargas de coliformes fecales menores o iguales a 3000, quedan exentos de tratamiento.

**La apreciación de color se estima sobre 10 cm. de muestra diluida.

FUENTE: Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, 2003

Tabla 7: Límites de descarga a un cuerpo de agua marina.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	LMP
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg·l ⁻¹	0,3
Alkil mercurio	-	mg·l ⁻¹	No detectable
Aldehídos	-	mg·l ⁻¹	2,0
Aluminio	Al	mg·l ⁻¹	5,0
Arsénico total	As	mg·l ⁻¹	0,1
Bario	Ba	mg·l ⁻¹	2,0
Boro total	B	mg·l ⁻¹	2,0
Cadmio	Cd	mg·l ⁻¹	0,02
Cianuro total	CN-	mg·l ⁻¹	0,1
Cloro Activo	Cl	mg·l ⁻¹	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg·l ⁻¹	0,1
Cloruros	Cl-	mg·l ⁻¹	1 000
Aluminio	Al	mg·l ⁻¹	5,0
Arsénico total	As	mg·l ⁻¹	0,1
Cobre	Cu	mg·l ⁻¹	1,0
Cobalto	Co	mg·l ⁻¹	0,5
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	-	Remoción > 99,9 %
Cobre	Cu	mg·l ⁻¹	1,0
Color real	Color real	unidades de color	*Inapreciable dilución:1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg·l ⁻¹	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg·l ⁻¹	100

Parámetros	Expresado Como	Unidad	LMP
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg·l ⁻¹	250
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg·l ⁻¹	1,0
Estaño	Sn	mg·l ⁻¹	5,0
Fluoruros	F	mg·l ⁻¹	5,0
Fósforo Total	P	mg·l ⁻¹	10
Hierro total	Fe	mg·l ⁻¹	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg·l ⁻¹	20,0
Manganeso total	Mn	mg·l ⁻¹	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg·l ⁻¹	0,005
Níquel	Ni	mg·l ⁻¹	2,0
Nitratos + Nitritos	Como Nitrógeno (N)	mg·l ⁻¹	10,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg·l ⁻¹	15
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg·l ⁻¹	0,05
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales.	mg·l ⁻¹	0,1
Plata	Ag	mg·l ⁻¹	0,1
Plomo	Pb	mg·l ⁻¹	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Selenio	Se	mg·l ⁻¹	0,1
Sólidos Sedimentables	-	ml·l ⁻¹	1,0
Sólidos Suspendidos Totales	-	mg·l ⁻¹	100
Sólidos totales	-	mg·l ⁻¹	1 600
Sulfatos	SO ₄	mg·l ⁻¹	1000
Sulfitos	SO ₃	mg·l ⁻¹	2,0
Sulfuros	S	mg·l ⁻¹	0,5
Temperatura	°C	-	< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg·l ⁻¹	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg·l ⁻¹	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg·l ⁻¹	1,0
Vanadio	-	mg·l ⁻¹	5,0
Zinc	Zn	mg·l ⁻¹	5,0

* La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida.
FUENTE: Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria. 2003.

CAPITULO 2

SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN GUAYAQUIL

2.1 Tipos de sistemas existentes

En la ciudad de Guayaquil existen sistemas de tratamiento de aguas residuales bajo las siguientes modalidades:

- Lagunas de estabilización
- Pozos Sépticos
- Lodos activados

A continuación se detallan datos generales de los sistemas de tratamiento disponibles en la ciudad de Guayaquil

Tabla 8: Sistemas de tratamiento en Guayaquil y a cargo de Interagua

Urbanización	Tipo de STARD	Ubicación	Descarga
Caracol	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Av. 39 NO y calle 25 NO	Canal AALL - Rio Daule
Los Senderos	Estación de Bombeo	Av. Bombero junto colegio Italiano	Canal AALL - Estero
Colinas de la Florida	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Av. 56 NO y 2 do Callejón 20 NO	Canal AALL - Rio Daule
Garzota	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Av. 4 NE y calle 15 NE	Canal AALL - Rio Daule
Girasoles I	Laguna de Estabilización	Calle 51 NO y Calle 4 SO junto Cuartel Modelo de Policía Judicial	Canal AALL - Estero
Guayacanes Samanes	Laguna de Estabilización	Av. Terminal Terrestre-Pascuales y calle 20 NE, frente a la Urb. Guayacanes III y V	Rio Daule
Mirador del Norte STARD I	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Calle 18J NO y AV. 34 NO	Canal AALL - Rio Daule

Urbanización	Tipo de STARD	Ubicación	Descarga
Monte Bello	tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Av. 41 NO y calle 33	Canal AALL - Rio Daule
Mucho Lote	Laguna de Estabilización	Av. 24 NO a 1 1/2 KM al Este de la Fco. De Orellana	Canal AALL - Rio Daule
Orquídeas	Laguna de Estabilización	Av. 24 NO a 2 1/2 KM al Este de la Fco. De Orellana	Canal AALL - Rio Daule
Pradera	Estación de Bombeo	Calle 49 SE y Av. 14	Rio Guayas
Progreso	Estación de Bombeo	Av. 5 NE y calle 12 NE junto a Urb. Rio Guayas	Rio Guayas
Puerto Azul	Laguna de Estabilización	Km 8 vía a la Costa	Canal AALL - Estero
Sauces - Alborada	Laguna de Estabilización	Av. Terminal Terrestre-Pascuales y calle 17NE, frente a la Urb. Sauces IV	Rio Daule

FUENTE: DUQUE, R., 2010

Tabla 9: Sistemas de tratamiento en Guayaquil, aprobados por Interagua Cía. Ltda., y a cargo de Promotores Urbanísticos

Urbanización	Tipo de STARD	Ubicación	Descarga
Los Ficus	Sistema Individual-Tanque Séptico	Km 14 1/2 Vía a la Costa	Pozos de Infiltración
Torres del Salado	Sistema Individual-Tanque Séptico	Km 11 1/2 vía a la Costa	Pozos de Infiltración
Bello Horizonte STARD I	Lodos Activos	Km 11 1/2 vía a la Costa	Estero Salado
Terranostra AB STARD I	Lodos Activos	Km 14 Vía a la Costa	Canal AALL - Estero
Casa Club STARD I	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Km 12 1/2 vía a la Costa	Canal AALL - Estero
Huancavilca I II Y III	Lodos Activos	Calle 23 NE y Av. 3 NE (diagonal a Vergeles)	Canal AALL - Rio Daule
Colinas del Sol STARD I	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Calle 24 B NO y Av. 39 NO frente estación Metrovia Bastión Popular	Canal AALL - Rio Daule
Cumbres DEL Sol	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Av. 56 NO y Calle 25 NO frente hospital Universitario	Canal AALL - Rio Daule

Urbanización	Tipo de STARD	Ubicación	Descarga
La Esperanza - SDAD I	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Calle 27 NO frente al cuartel de la Policía	Canal AALL - Rio Daule
Laguna Club	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Km 12 Vía a la Costa	Canal AALL - Estero
Mercedes Molina STARD I	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Calle Cobre y Fco Jiménez Calvo	Canal AALL - Rio Daule
Mercedes Molina STARD II	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Calle Cobre y Fco Jiménez Calvo	Canal AALL - Rio Daule
Valle Alto STARD I	Lodos Activos	Km 21 Vía a la Costa	Canal AALL - Estero
Metrópolis I	Lodos Activos	Av. Terminal Terrestre-Pascuales a 1 1/2 KM del Distribuidor de Trafico	Canal AALL - Rio Daule
Metrópolis II STARD I	Lodos Activos	Av. Terminal Terrestre-Pascuales a 1 1/2 KM del Distribuidor de Trafico	Canal AALL - Rio Daule
TOTTORI	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Av. 41 NO y Callejón 25 A	Canal AALL - Rio Daule
Terranostra T-D STARD II	Lodos Activos	Km 14 Vía a la Costa	Canal AALL - Estero
Guayaquil II	Lodos Activos	Av. Terminal Terrestre-Pascuales a 1 1/2 KM del Distribuidor de Trafico	Canal AALL - Rio Daule
Colinas del Sol STARD II	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Calle 24 B NO y Av. 39 NO frente estación Metrovia Bastión Popular	Canal AALL - Rio Daule
Portofino	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Km 11 1/2 Vía a la Costa	Canal AALL - Estero
Vía al Sol	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Km 14 1/2 Vía a la Costa	Esteros Salado

FUENTE: DUQUE, R., 2010

Tabla 10: Sistemas de tratamiento en Guayaquil aprobados por Interagua Cía. Ltda., y en proceso de construcción

Urbanización	Tipo de STARD	Ubicación	Descarga
Puerto Seymour	Lodos Activos	Km 14 Vía a la Costa	Canal AALL - Estero

Urbanización	Tipo de STARD	Ubicación	Descarga
Bello Horizonte STARD II	Lodos Activos	Km 11 1/2 Vía a la Costa	Canal AALL - Estero
Arcadia	Lodos Activos	Km 14 1/2 Vía a la Costa	Canal AALL - Estero
Casa Club STARD II	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Km 12 1/2 Vía a la Costa	Canal AALL - Estero
Portal al Sol	Lodos Activos	Km 12 Vía a la Costa	Canal AALL - Estero
Loma Vista	Lodos Activos	Calle 24 B NO y Av. 42 NO frente estación Metrovia Bastión Popular	Canal AALL - Rio Daule
Lagos del Daule	Lodos Activos	Km 25 vía a Daule	Canal AALL - Rio Daule
La Esperanza - SDAD II	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Calle 27 NO frente al cuartel de la Policía	Canal AALL - Rio Daule
Los Ángeles	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Km 22 Vía a la Costa	Canal AALL - Estero
Punta Esmeralda	Lodos Activos	Km 13 1/2 Vía a la costa	Canal AALL - Estero
Mirador del Norte STARD II	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Calle 18J NO y Av. 33 NO	Canal AALL - Rio Daule
Porto Vita	Pantanos	Km 12 1/2 Vía a la Costa	Canal AALL - Estero
Metrópolis II STARD IIB-IIE-IIH	Lodos Activos	Av. Terminal Terrestre-Pascuales a 1 1/2 KM del Distribuidor de Trafico	Canal AALL - Rio Daule
Veranda	Lodos Activos	Km 1.6 de Autopista Terminal Terrestre Pascuales	Canal AALL - Rio Daule
Bello Horizonte Etapa IX	Lodos Activos	Km 11.5 Guayaquil – Salinas	Canal AALL - Rio Daule
Socio Vivienda	Sistema Provisional Anaerobio Humedal	Km 26 de la Vía perimetral junto a los terrenos de la ESPOL	Canal AALL - Estero
Socio Vivienda	Flotación por Aire Disuelto	Km 26 de la Vía perimetral junto a los terrenos de la ESPOL	Canal AALL - Estero

FUENTE: DUQUE, R., 2010

Tabla 11: Sistemas de tratamiento en Guayaquil en proceso de aprobación por Interagua Cía. Ltda.

Urbanización	Tipo de STARD	Ubicación	Descarga
Belén del Norte	Lodos Activos	Av. 22 NO y transversal 42 NO	Canal AALL - Rio Daule
Bosque Real	Lodos Activos	Vía Perimetral y calle 17 B NO	Canal AALL - Rio Daule
Lomas de la Beata	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Calle Cobre y Fco Jiménez Calvo	Canal AALL - Rio Daule
Oporto	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Km 21 Vía a la Costa	Canal AALL - Estero
Portón de la Beata	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Calle Cobre y Fco Jiménez Calvo	Canal AALL - Rio Daule
Puerto Real	Lodos Activos	Km 21 Vía a la Costa	Canal AALL - Estero
Urbaquil	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Km 24 Vía a la Costa Ingreso a Chungón	Canal AALL - Estero
Zofragua	Lodos Activos	Calle 38 SE y Primer pasaje 11B SE	Canal AALL - Rio Daule
Sorrento	Lodos Activos	Km 20 Vía a la Costa	Canal AALL - Estero
San Francisco	Tanque Séptico+ Filtro Anaeróbico	Km 11 de la Vía Guayaquil - Salinas	Infiltración en Terreno
Lotización las Tecas	Pozo Séptico Absorción	Km 22 de la Vía Guayaquil - Salinas	Infiltración en Terreno

FUENTE: DUQUE, R., 2010

De la información mostrada en las tablas precedentes, la ciudad de Guayaquil al año 2010, cuenta con 23 sistemas de tratamientos de lodos activados en total. De los cuales 8 están funcionando, 10 se encuentran en construcción, 5 están en la fase de aprobación de diseños.

Tabla 12: Sistemas de tratamiento de lodos activados en Guayaquil

Urbanización	Ubicación	Descarga
OPERATIVAS		
Bello Horizonte STARD I	Km 11 1/2 vía a la Costa	Estero Salado
Terranostra AB STARD I	Km 14 Vía a la Costa	Canal AALL -Estero
Huancavilca I II Y III	Calle 23 NE y Av. 3 NE (diagonal a Vergeles)	Canal AALL -Rio Daule
Valle Alto STARD I	Km 21 Vía a la Costa	Canal AALL -Estero

Urbanización	Ubicación	Descarga
OPERATIVAS		
Metrópolis I	Av. Terminal Terrestre-Pascuales a 1 1/2 KM del Distribuidor de Trafico	Canal AALL -Rio Daule
Metrópolis II STARD I	Av. Terminal Terrestre-Pascuales a 1 1/2 KM del Distribuidor de Trafico	Canal AALL -Rio Daule
Terranostra T-D STARD II	Km 14 Vía a la Costa	Canal AALL -Estero
Guayaquil II	Av. Terminal Terrestre-Pascuales a 1 1/2 KM del Distribuidor de Trafico	Canal AALL -Rio Daule
CONSTRUCCIÓN		
Puerto Seymour	Km 14 Vía a la Costa	Canal AALL -Estero
Bello Horizonte STARD II	Km 11 1/2 Vía a la Costa	Canal AALL -Estero
Arcadia	Km 14 1/2 Vía a la Costa	Canal AALL -Estero
Portal al Sol	Km 12 Vía a la Costa	Canal AALL -Estero
Loma Vista	Calle 24 B NO y Av. 42 NO frente estación Metrovia Bastión Popular	Canal AALL -Rio Daule
Lagos del Daule	Km 25 vía a Daule	Canal AALL -Rio Daule
Punta Esmeralda	Km 13 1/2 Vía a la costa	Canal AALL -Estero
Metrópolis II STARD IIB-IIE-IIH	Av. Terminal Terrestre-Pascuales a 1 1/2 KM del Distribuidor de Trafico	Canal AALL -Rio Daule
Veranda	Km 1.6 de Autopista Terminal Terrestre Pascuales	Canal AALL -Rio Daule
Bello Horizonte Etapa IX	Km 11.5 Guayaquil - Salinas	Canal AALL -Rio Daule
DISEÑO		
Belén del Norte	Av. 22 NO y transversal 42 NO	Canal AALL -Rio Daule
Bosque Real	Vía Perimetral y calle 17 B NO	Canal AALL -Rio Daule
Puerto Real	Km 21 Vía a la Costa	Canal AALL -Estero
Zofragua	Calle 38 SE y Primer pasaje 11B SE	Canal AALL -Rio Daule
Sorrento	Km 20 Vía a la Costa	Canal AALL -Estero

FUENTE: DUQUE, R., 2010

2.2 Parámetros típicamente controlados

Mensualmente la concesionaria de servicios presenta a la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil (EMAPAG), reportes de los monitoreos de aguas residuales crudas y tratadas en las descargas de los sistemas de tratamiento que se encuentran operados por la empresa concesionaria. EMAPAG facilitó los datos de los monitoreos del periodo 2006-2011, en base a los cuales se presenta la información a continuación.

Tabla 13: Parámetros monitoreados en los sistemas de tratamiento en Guayaquil

Parámetros	Unidad
Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹
Aluminio (Al)	mg·l ⁻¹
Arsénico (As)	mg·l ⁻¹
Bario (Ba)	mg·l ⁻¹
Boro (B)	mg·l ⁻¹
Cadmio (Cd)	mg·l ⁻¹
Cianuro (CN ¹)	mg·l ⁻¹
Cloruros (Cl)	mg·l ⁻¹
Cobre (Cu)	mg·l ⁻¹
Coliformes Fecales	NMP/100mL
Coliformes Totales	NMP/100mL
Color	UCV
Conductividad	us·cm ⁻¹
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg·l ⁻¹
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg·l ⁻¹
Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹
Fenoles	mg·l ⁻¹
Fluoruros (F ¹⁻)	mg·l ⁻¹
Fósforo (P)	mg·l ⁻¹
Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)	mg·l ⁻¹
Hierro (Fe)	mg·l ⁻¹
Manganeso (M)	mg·l ⁻¹
N-Amoniacal (N-NH ₃)	mg·l ⁻¹
Nitrato	mg·l ⁻¹
Nitrito	mg·l ⁻¹
N-Kjeldahl	mg·l ⁻¹
Plata (Ag)	mg·l ⁻¹
Plomo (Pb)	mg·l ⁻¹
Potencial de Hidrógeno	U pH
Salinidad	mg·l ⁻¹
Sólidos Sedimentables (Ssed)	mg·l ⁻¹
Sólidos Suspendidos Fijos (SSF)	mg·l ⁻¹
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg·l ⁻¹
Sólidos Suspendidos Volátiles (SSV)	mg·l ⁻¹
Sólidos Totales (ST)	mg·l ⁻¹

Parámetros	Unidad
Sólidos Totales Disueltos (STD)	mg·l ⁻¹
Sólidos Totales Fijos (STF)	mg·l ⁻¹
Sólidos Totales Volátiles (STV)	mg·l ⁻¹
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹
Sulfuros (S ²⁻)	mg·l ⁻¹
Temperatura ***	°C
Zinc (Zn)	mg·l ⁻¹

FUENTE: EMAPAG, 2006-2013

2.3 Datos disponibles

De los datos revisados se realizaron análisis estadísticos para determinar la variabilidad de las concentraciones de entrada de los efluentes a los sistemas de tratamiento, y las condiciones de cumplimiento normativo de las descargas de los sistemas de tratamiento de lodos activos.

En anexos se presenta el consolidado de parámetros monitoreados en la entrada de los sistemas de tratamiento en Guayaquil (EMAPAG, 2006-2011)

En total se disponen de 2159 registros de datos para afluentes, en diferentes parámetros, que determinan la caracterización típica de agua residual doméstica de la ciudad de Guayaquil.

Tabla 14: Estadística obtenida de los datos disponibles para los parámetros monitoreados en los sistemas de tratamiento en Guayaquil.

Parámetros	Unidad	# Datos	Mínimo	Máximo	Promedio Aritmético	Promedio Geométrico
Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	67	3,00	75,00	12,346	9,941
Aluminio (Al)	mg·l ⁻¹	17	0,10	1,755	0,387	0,282
Arsénico (As)	mg·l ⁻¹	4	0,00047	0,00142	0,00088	0,00079
Bario (Ba)	mg·l ⁻¹	15	0,04	3,33	0,407	0,206
Boro (B)	mg·l ⁻¹	8	0,60	2,00	1,238	1,1425
Cadmio (Cd)	mg·l ⁻¹	3	0,0034	0,0100	0,0072	0,0065
Cianuro (CN ¹)	mg·l ⁻¹	4	0,005	0,012	0,009	0,0088
Cloruros (Cl)	mg·l ⁻¹	8	97	812	296	233,2
Cobre (Cu)	mg·l ⁻¹	4	0,005	0,013	0,011	0,010
Coliformes Fecales	NMP/100ml	116	3E+03	1,6E+08	8,5E+06	-
Coliformes Totales	NMP/100ml	116	5E+04	1,6E+08	3,0E+07	-
Color	UCV	95	19	328	110	91

Parámetros	Unidad	# Datos	Mínimo	Máximo	Promedio Aritmético	Promedio Geométrico
Conductividad	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	114	200	5860	1746	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	116	25	400	90	84
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	116	31	1.012	158	142,6361334
Detergente (LAS)	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	103	0,1	7,7	2,0	1,453
Fenoles	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	5	0,010	0,036	0,022	0,020
Fluoruros (F^{-})		4	0,200	0,360	0,285	0,279
Fósforo (P)	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	113	0,90	12,00	3,59	3,18
Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	37	3	12	5	4
Hierro (Fe)	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	18	0,0660	2,2840	0,5422	0,3655
Manganeso (M)	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	4	0,1662	0,2000	0,1848	0,1842
N-Amoniacal (N-NH ₃)	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	109	2,5	31,2	10,7	9,92
Nitrato	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	86	0,1	15,2	1,5	0,8
Nitrito	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	26	0,00360	6,200	0,3396	0,0462
N-Kjeldahl	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	15	12	30	21	19,95
Plata (Ag)	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	2	0,0204	0,0220	0,0212	0,0212
Plomo (Pb)	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	11	0,0130	0,5970	0,1710	0,1093
Potencial de Hidrógeno	U pH	116	6,7	8,2	7,1	7,1
Salinidad	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	95	0	2.300	534	75
Sólidos Sedimentables (Ssed)	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	83	0,2	2,0	1,1	0,9
Sólidos Suspendidos Fijos (SSF)	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	95	3	105	31	25
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	116	20	324	81	72
Sólidos Suspendidos Volátiles (SSV)	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	95	11	85	52	49
Sólidos Totales (ST)	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	97	372	3.746	1.124	971
Sólidos Totales Disueltos (STD)	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	81	328	2.699	949	825
Sólidos Totales Fijos (STF)	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	95	279	3.187	905	771
Sólidos Totales Volátiles (STV)	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	95	55	886	218	187
Sulfatos (SO_4^{2-})	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	64	3	296	102	89
Sulfuros (S^{2-})	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	6	0,0030	2	0,597	0,123
Temperatura	°C	116	25,3	30,2	28,0	27,9
Zinc (Zn)	$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	14	0,0192	0,1000	0,0663	0,0575

Elaborado por: La Tesista.

En los siguientes gráficos se presenta la variación en el tiempo de las concentraciones de los parámetros analizados en el agua residual doméstica.

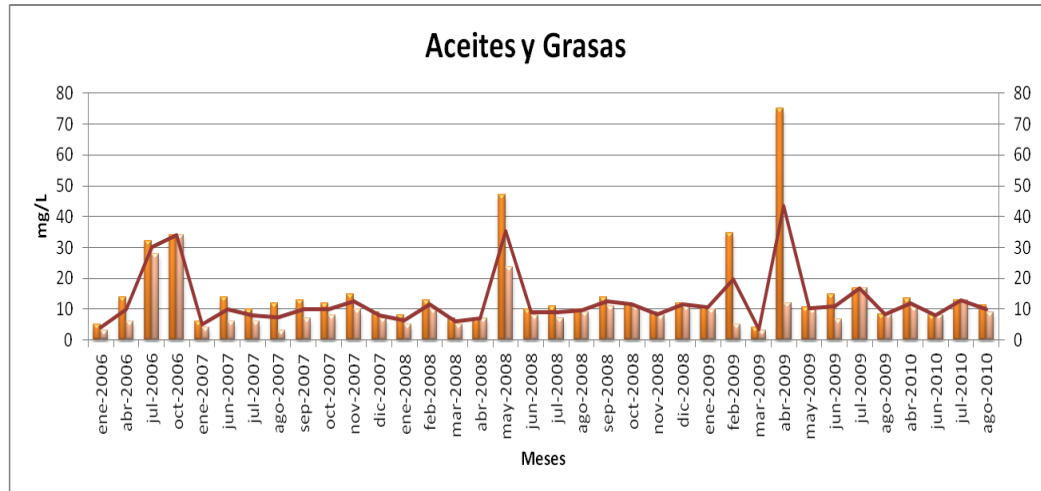


Figura 13: Resultados de aceites y grasas (mg·l⁻¹).

Se observan picos en las concentraciones de aceites y grasas, que ocurren en los meses julio 2006, mayo 2008 y abril 2009. Generalmente se sobrepasa la normativa para descarga en cuerpos de agua dulce 0.3 mg·l⁻¹.

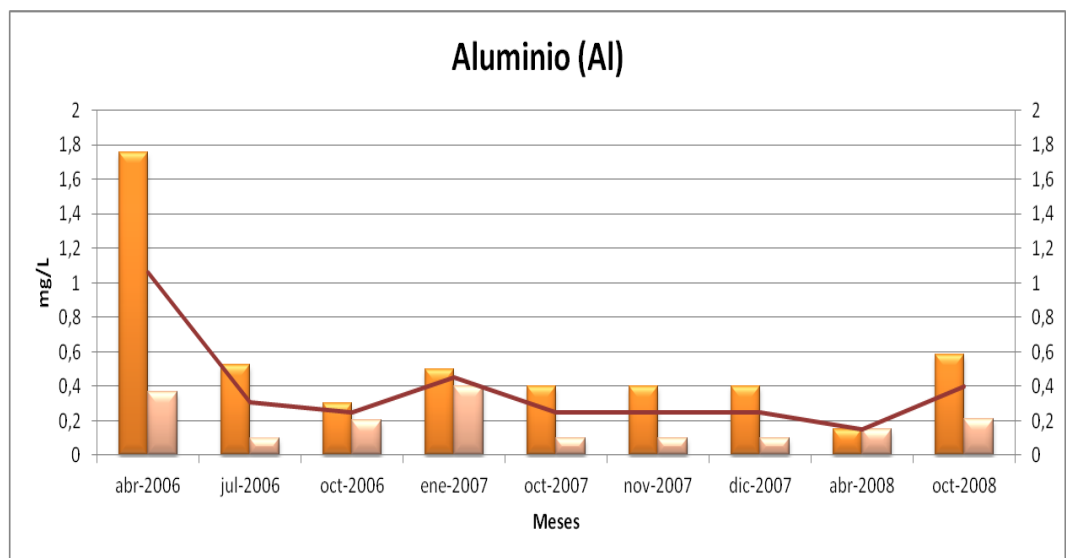


Figura 14: Resultados de aluminio - Al (mg·l⁻¹).

Las concentraciones de aluminio monitoreadas, demuestran una variabilidad con tendencia casi lineal, a excepción del pico observado en abril 2006. No existen datos en la normativa para la descarga de aluminio en cuerpos de agua dulce.

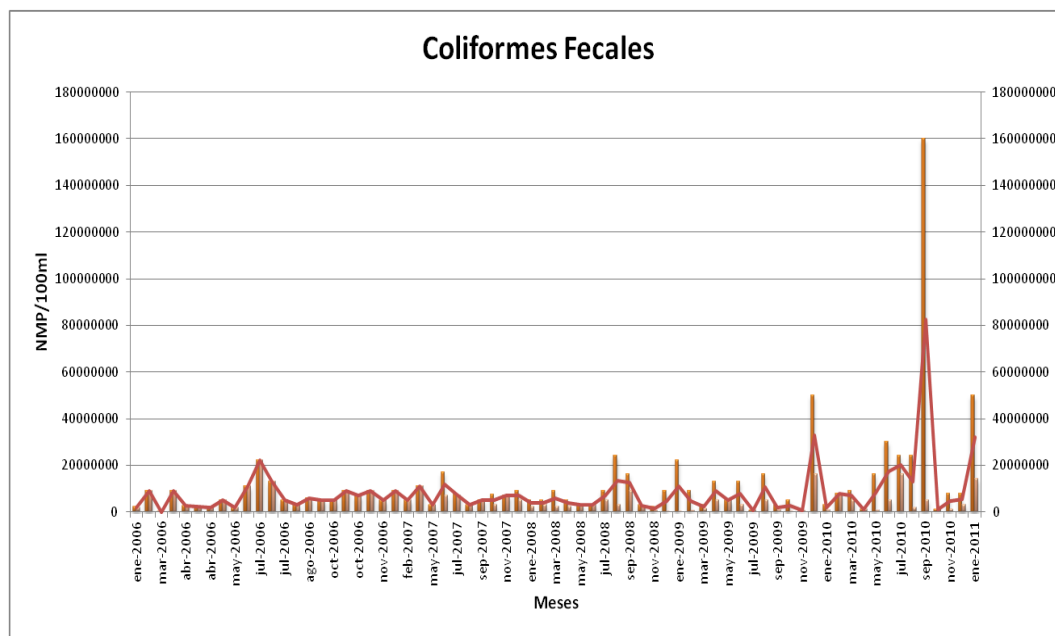


Figura 15: Resultados de coliformes fecales (NMP/100ml).

Las concentraciones de coliformes fecales obtenidas en las muestras de agua residual cruda, presentan valores en su mayoría por debajo de los 20000000 (2.0 E+06) NMP/100ml. La normativa requiere de una remoción de al menos un 99%.

A continuación se presentan los resultados de Demanda Bioquímica de Oxígeno, obtenidos a lo largo del tiempo, donde se evidencia que las concentraciones se encuentran por debajo de $250 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, límite máximo permisible para descargas en alcantarillado y agua marina; y al menos un 50% de los datos son menores a $100 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, que es el límite máximo permisible para la descarga en cuerpos de agua dulce.

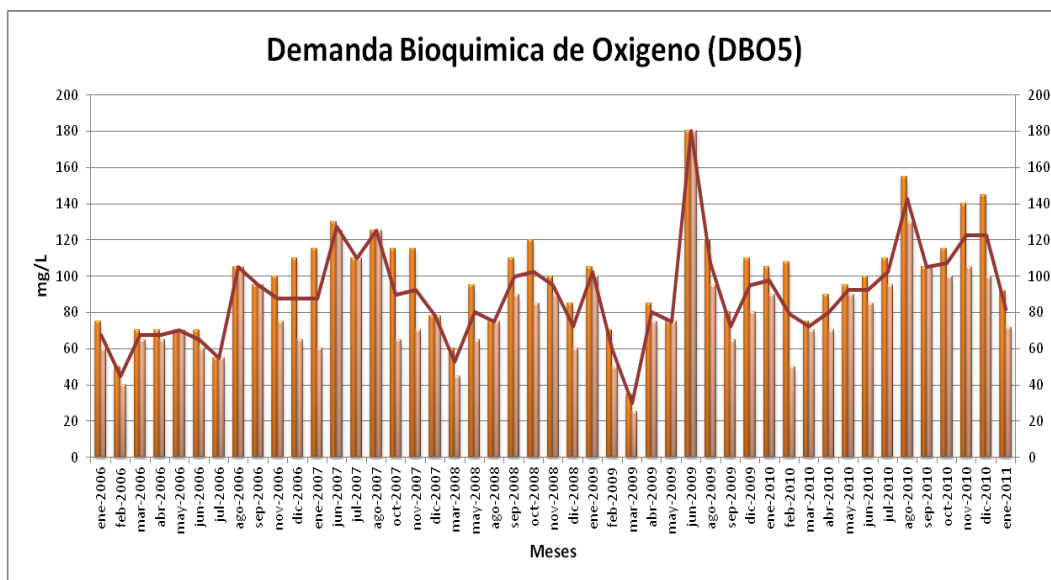


Figura 16: Resultados de Demanda Bioquímica de Oxígeno – DBO_5 ($mg \cdot l^{-1}$).

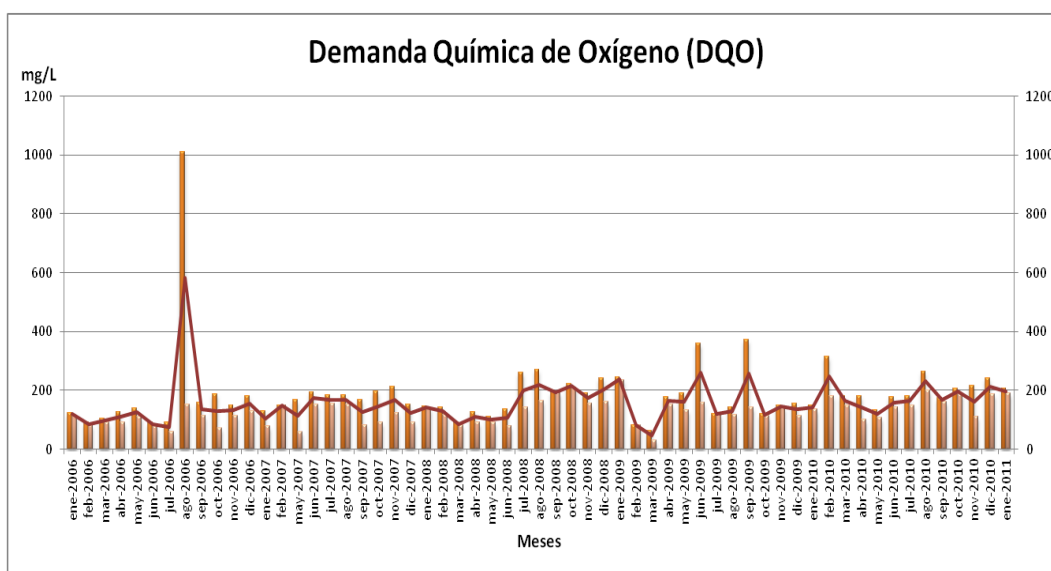


Figura 17: Resultados de Demanda Química de Oxígeno – DQO ($mg \cdot l^{-1}$).

Los resultados de Demanda Bioquímica de Oxígeno obtenidos, evidencian que las concentraciones se encuentran por debajo de $400 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, excepto un pico detectado en agosto del 2006 ($1000 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ aproximadamente).

Por debajo de $40 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, que es el valor máximo permitido por la normativa para concentraciones de Nitrógeno en las descargas a cuerpos de agua dulce, se encuentran todos los valores muestreados en aguas residuales crudas.

Los valores de sólidos suspendidos totales en las muestras de agua residual analizada se encuentran por debajo de los $180 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$; y los sólidos suspendidos volátiles (fracción orgánica suspendida) por debajo de los $90 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Los sólidos totales volátiles (fracción orgánica de los sólidos totales) se encuentran en concentraciones por debajo de los $600 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, excepto un pico en mayo del 2010, que reporta alrededor de $900 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

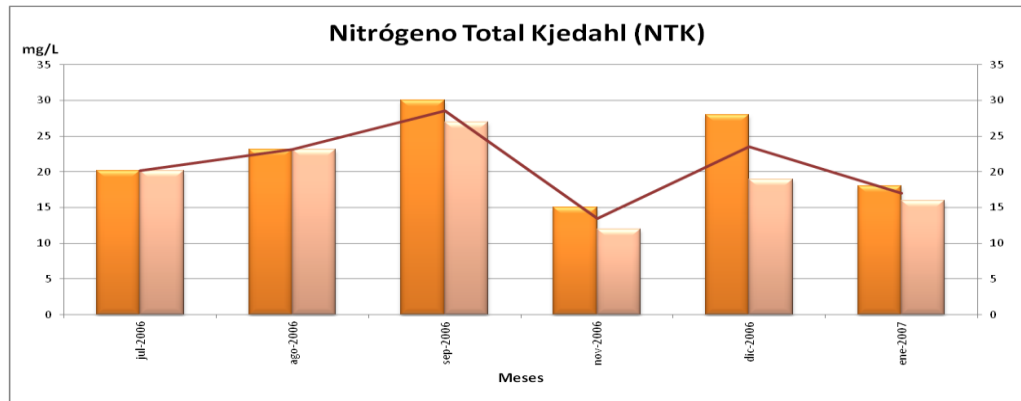


Figura 18: Resultados de Nitrógeno Total Kjeldahl - NTK ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).

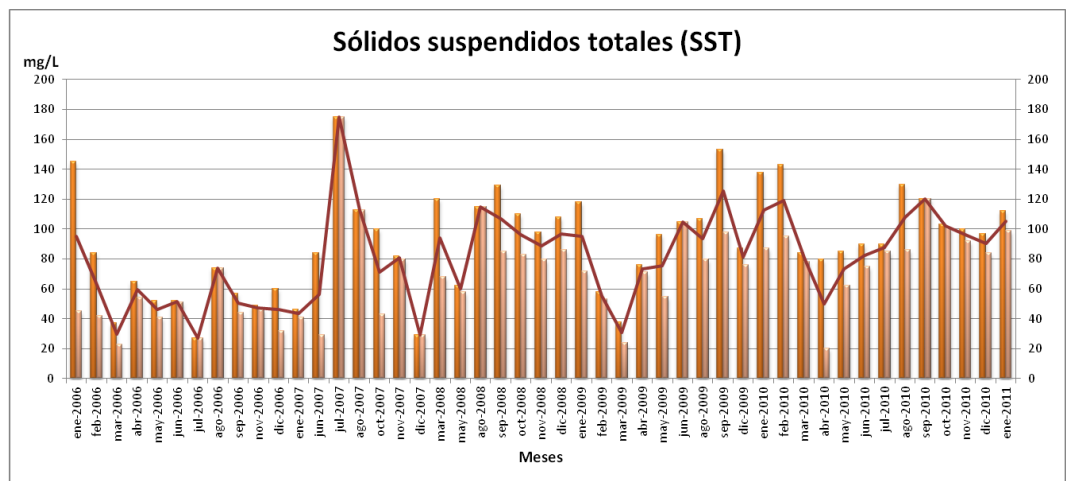


Figura 19: Resultados de Sólidos Suspendidos Totales – SST ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).

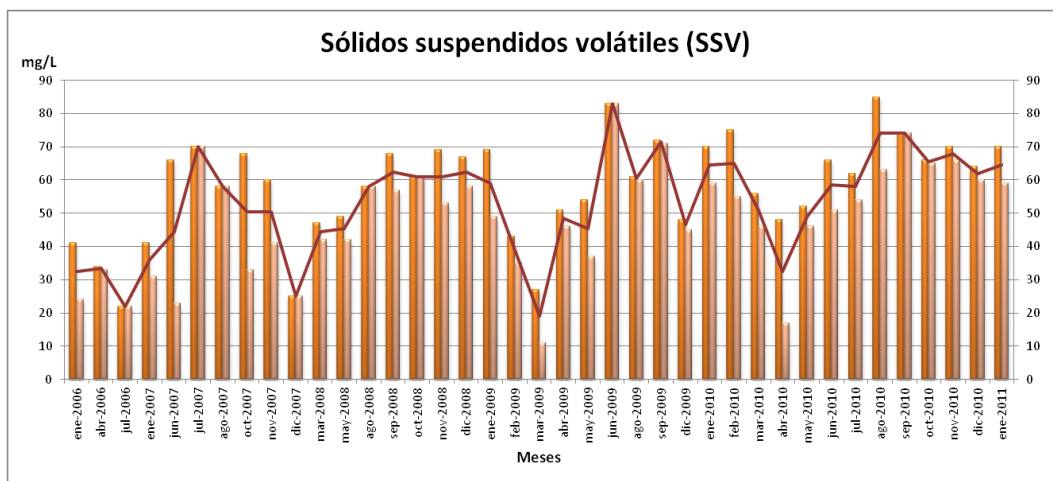


Figura 20: Resultados de Sólidos Suspensos Volátiles – SSV ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).

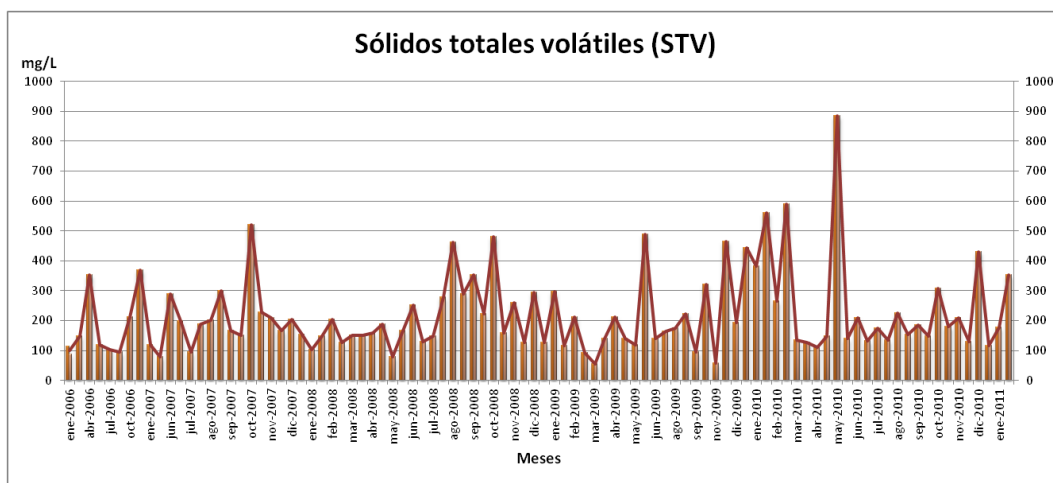


Figura 21: Resultados de Sólidos Totales Volátiles – STV ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).

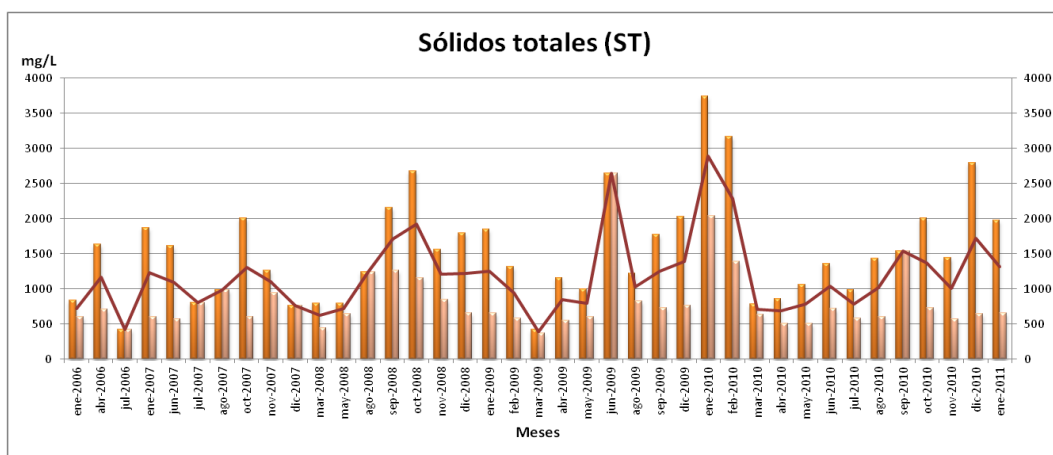


Figura 22: Resultados de Sólidos Totales– ST ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).

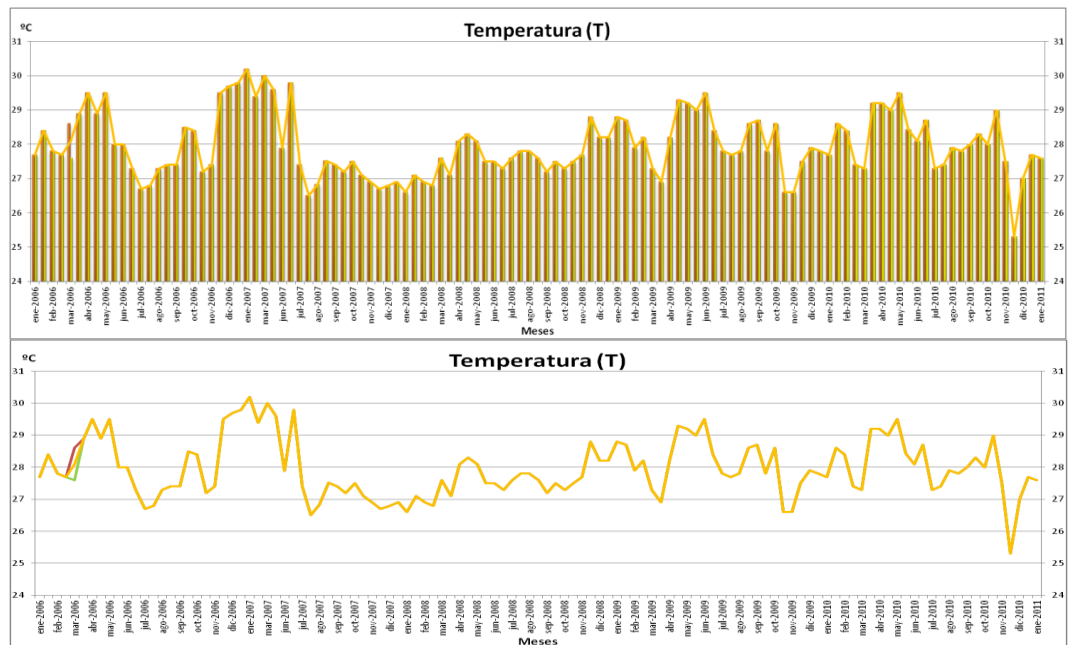


Figura 23: Resultados de Temperatura - T (°C).

La temperatura medida in sitio para las aguas residuales muestreadas, presenta valores entre 26°C y 30°C.

Referente a calidad de efluente de sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas, se dispone de los datos de monitoreo realizados por EMAPAG a tres sistemas de lodos activados funcionando en la ciudad de Guayaquil, que corresponden a las urbanizaciones TerraNostra, Metropolis II y Belo Horizonte.

Tabla 15: Consolidado de parámetros monitoreados en la salida de sistemas de tratamiento de lodos activados en Guayaquil

Dato	Sistema	Parámetros	Unidad	Calidad De Efluente
01	BH2	ALCALINIDAD	mg·l ⁻¹	253,00
02	BH2	ST	mg·l ⁻¹	470,00
03	BH2	SST	mg·l ⁻¹	2,00
04	BH2	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	0,40
05	BH2	N-Kjeldahl	mg·l ⁻¹	5,33
06	BH2	Cloruros (Cl-)	mg·l ⁻¹	40,70
07	BH2	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	13,04
08	BH2	Sulfatos (S042-)	mg·l ⁻¹	57,80
09	BH2	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	<0,44
10	BH2	DBO5	mg·l ⁻¹	8,00
11	BH2	DQO	mg·l ⁻¹	11,00
12	BH2	Coliformes Fecales	NMP/100mL	432,00

Dato	Sistema	Parámetros	Unidad	Calidad De Efluente
13	BH2	Coliformes Totales	NMP/100mL	560,00
14	MII	ALCALINIDAD	mg·l ⁻¹	160,60
15	MII	ST	mg·l ⁻¹	290,00
16	MII	SST	mg·l ⁻¹	6,00
17	MII	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	28,00
18	MII	N-Kjeldahl	mg·l ⁻¹	3,33
19	MII	Cloruros (Cl-)	mg·l ⁻¹	22,78
20	MII	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	10,44
21	MII	Sulfatos (S042-)	mg·l ⁻¹	49,90
22	MII	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	<0,44
23	MII	DBO5	mg·l ⁻¹	59,00
24	MII	DQO	mg·l ⁻¹	80,00
25	MII	Coliformes Fecales	NMP/100mL	368,00
26	MII	Coliformes Totales	NMP/100mL	528,00
27	UTN	ALCALINIDAD	mg·l ⁻¹	206,80
28	UTN	ST	mg·l ⁻¹	2450,00
29	UTN	SST	mg·l ⁻¹	10,00
30	UTN	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	0,20
31	UTN	N-Kjeldahl	mg·l ⁻¹	11,48
32	UTN	Cloruros (Cl-)	mg·l ⁻¹	999,67
33	UTN	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	8,48
34	UTN	Sulfatos (S042-)	mg·l ⁻¹	296,90
35	UTN	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	<0,44
36	UTN	DBO5	mg·l ⁻¹	7,00
37	UTN	DQO	mg·l ⁻¹	12,00
38	UTN	Coliformes Fecales	NMP/100mL	175,00
39	UTN	Coliformes Totales	NMP/100mL	284,00

Fuente: EMAPAG, 2013

En total se disponen de 39 registros de datos para efluentes, en diferentes parámetros, que determinan la caracterización típica de agua residual domestica tratada en sistemas de lodos activados de la ciudad de Guayaquil.

Tabla 16: Estadística de parámetros monitoreados en los sistemas de tratamiento en Guayaquil.

Parámetro	Unidad	# Datos	Mínimo	Máximo	Promedio Aritmético	Promedio Geométrico
Alcalinidad	mg·l ⁻¹	3	160,6	253	206,80	203,30
ST	mg·l ⁻¹	3	290	2450	1070,00	693,78
SST	mg·l ⁻¹	3	2	10	6,00	4,93
Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	3	0,2	28	9,53	1,31
N-Kjeldahl	mg·l ⁻¹	3	3,33	11,48	6,71	5,88
Cloruros (Cl-)	mg·l ⁻¹	3	22,78	999,67	354,38	97,50
Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3	8,48	13,04	10,65	10,49
Sulfatos (S042-)	mg·l ⁻¹	3	49,9	296,9	134,87	94,96

Parámetro	Unidad	# Datos	Mínimo	Máximo	Promedio Aritmético	Promedio Geométrico
Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	3	<0,44	<0,44	--	--
DBO5	mg·l ⁻¹	3	7	59	24,67	14,89
DQO	mg·l ⁻¹	3	11	80	34,33	21,94
Coliformes Fecales	NMP/100mL	3	175	432	325,00	303,01
Coliformes Totales	NMP/100mL	3	284	560	457,33	437,91

Elaborado por: La Tesista.

De los datos analizados el parámetro de aceites y grasas se encuentra por debajo de 0.44 mg·l⁻¹ que es el límite detectable del laboratorio que realizó el análisis de las muestras tomadas. Considerando que el límite máximo permisible de la legislación para cuerpos de agua dulce es de 0.3, se puede asumir un cumplimiento técnico de la normativa.

Los valores de concentraciones de cloruros, se encuentran por debajo del límite máximo permisible establecido en la normativa para descargas en cuerpos de agua dulce. Se aprecia que en la planta de tratamiento de la urbanización TerraNostra, la concentración de cloruros es mayor a la de las otras dos.

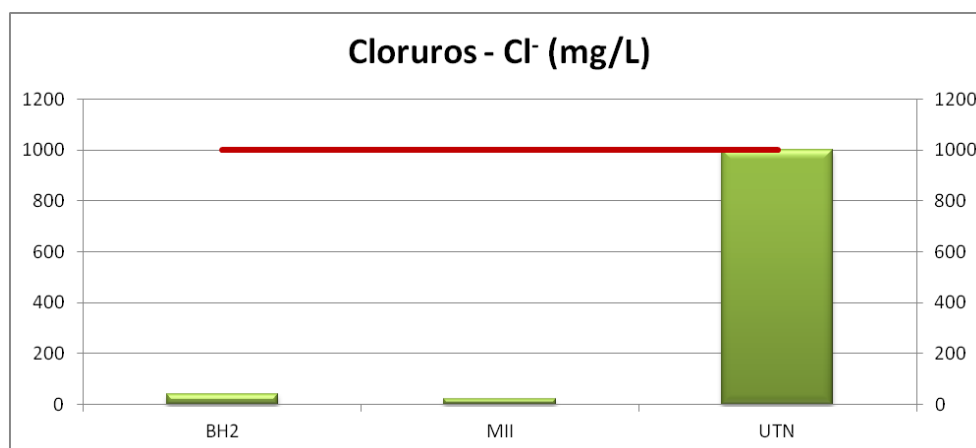


Figura 24: Resultados en el efluente de Cloruros – Cl⁻ (mg·l⁻¹).

Las concentraciones de coliformes totales y fecales de los efluentes monitoreados, se encuentran por debajo de 600 y 450 NMP/100ml, respectivamente. Valores considerados como tolerables, al ser menores de 3000 NMP/100ml. Sin embargo al revisar los valores reportados en los afluentes (4, 3, 28) para coliformes fecales y (6, 5, 46) para coliformes totales,

se evidencia un considerable incremento, probablemente debido a los microorganismos propios de los sistemas de tratamiento de lodos activados, por lo que se debe considerar la desinfección previo a la descarga.

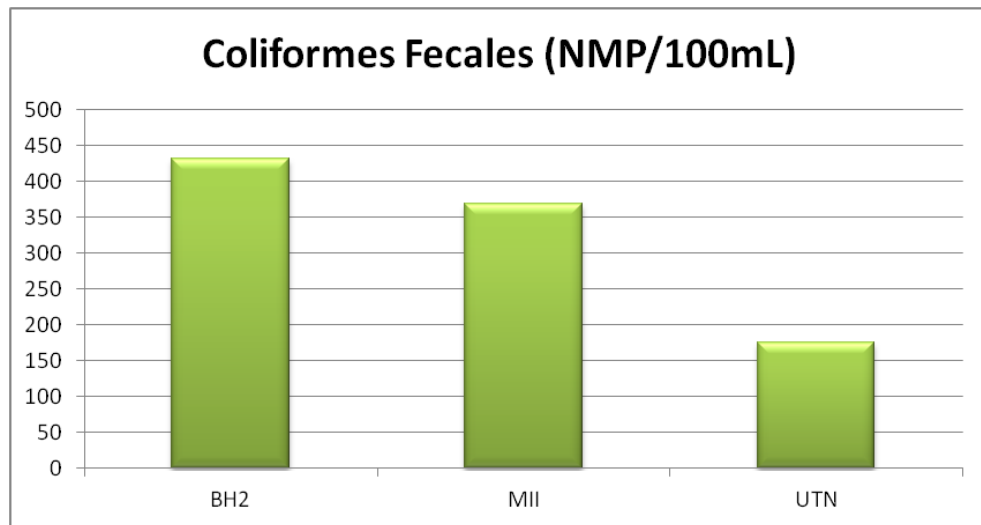


Figura 25: Resultados en el efluente de Coliformes fecales ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).

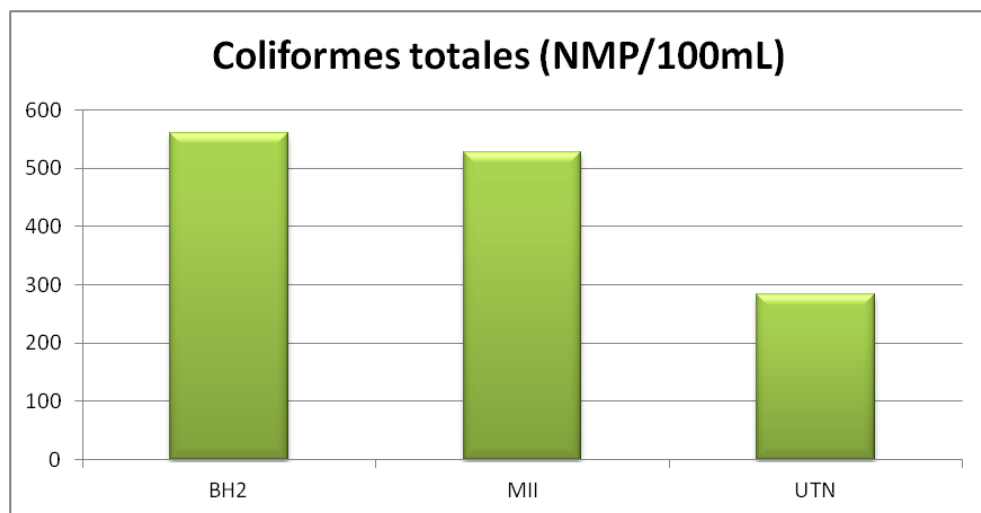


Figura 26: Resultados en el efluente de Coliformes totales ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).

Las concentraciones de demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno se encuentran por debajo de los límites permisibles para la descarga en cuerpos de agua dulce.

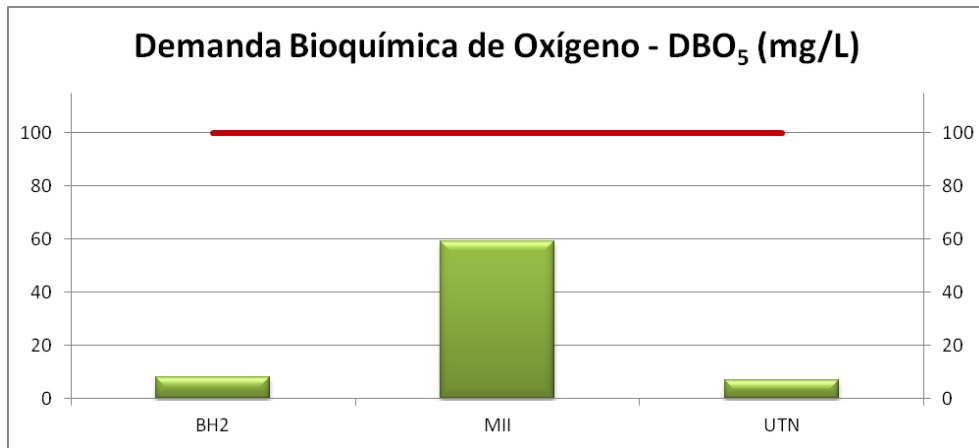


Figura 27: Resultados en el efluente de DBO₅ (mg·l⁻¹).

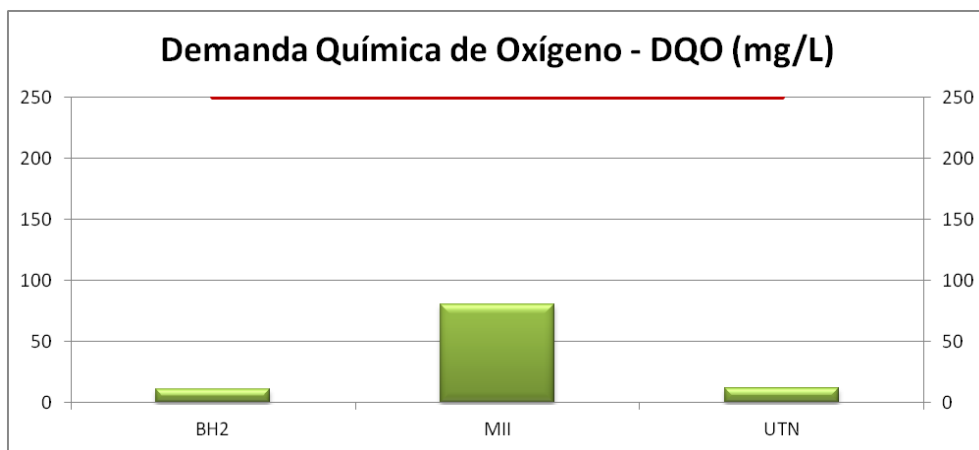


Figura 28: Resultados en el efluente de DQO (mg·l⁻¹).

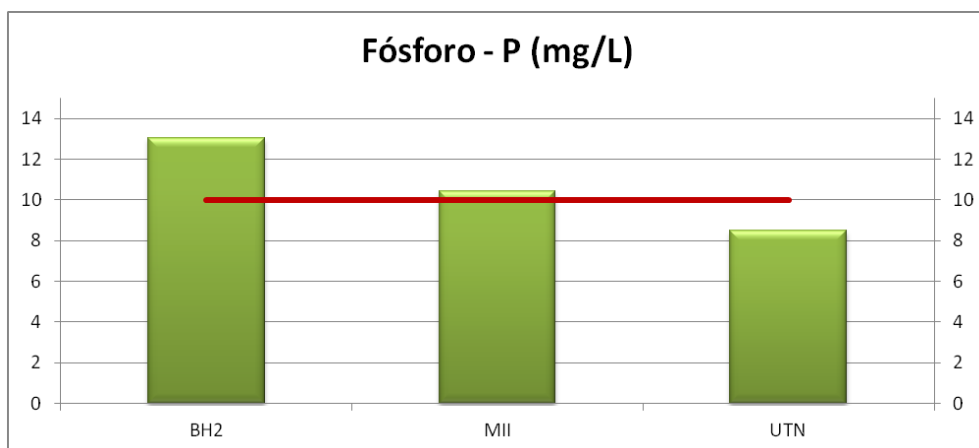


Figura 29: Resultados en el efluente de Fósforo (mg·l⁻¹).

Las concentraciones de fósforo en los efluentes se encuentran elevadas en el sistema de menor población servida, mientras que en el de mayores caudales tratados, se encuentra por debajo del límite máximo permisible de la normativa. Probablemente se debe a la necesidad de una mejor aireación en los reactores, que impida la generación de fósforo total en exceso.

También vinculado a temas de aireación en los reactores, el nitrógeno total Kjeldahl, no sobrepasa, para ninguno de los sistemas de tratamiento, los límites máximos permisibles en las descargas de cuerpos de agua dulce.

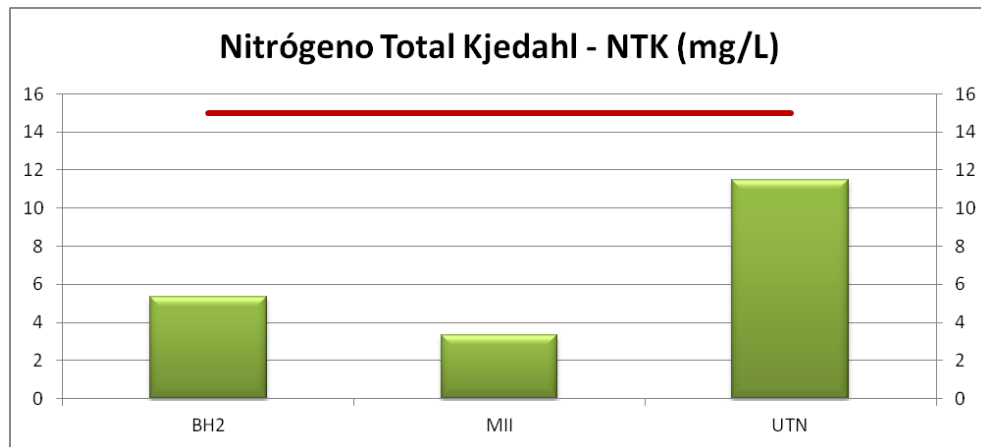


Figura 30: Resultados en el efluente de NTK ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).

Las concentraciones de sólidos sedimentables en la urbanización Metrópolis se encuentran en exceso referente al límite máximo permisible para descargas en cuerpos de agua dulce.

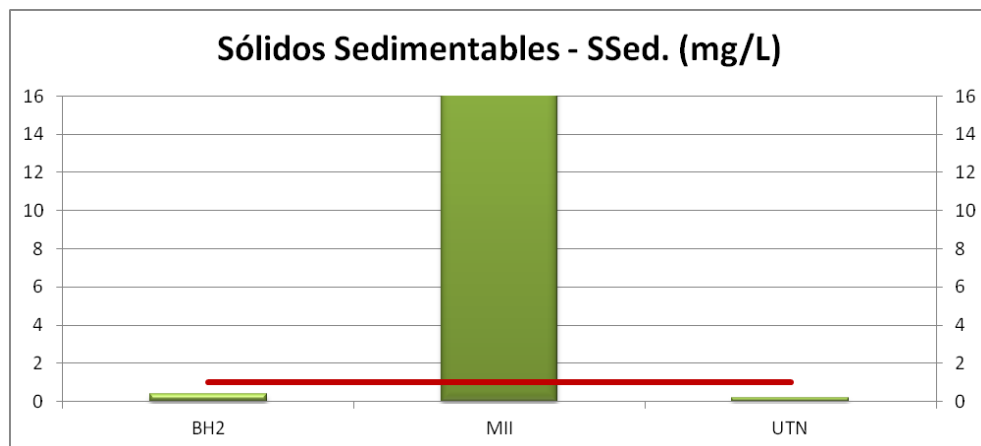


Figura 31: Resultados en el efluente de Sólidos Sedimentables ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).

En las siguientes graficas se puede observar que no hay una relación entre las distribuciones de concentraciones de sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales y sólidos totales en los tres sistemas de tratamiento.

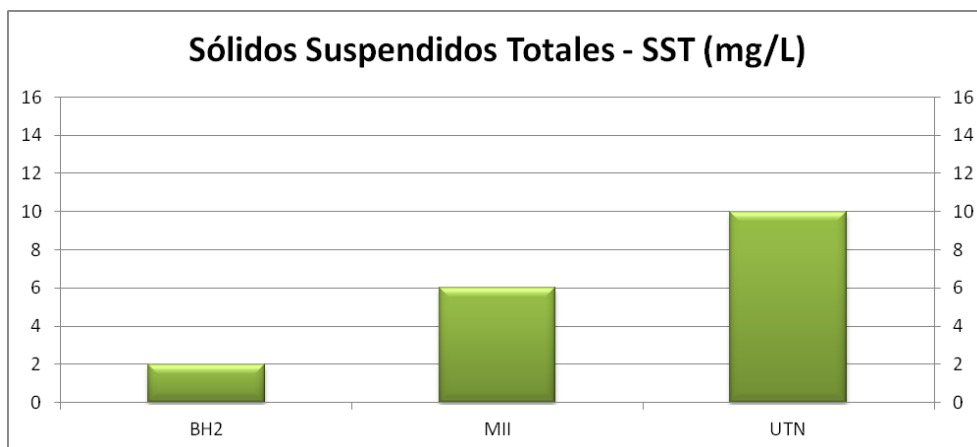


Figura 32: Resultados en el efluente de SST ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).

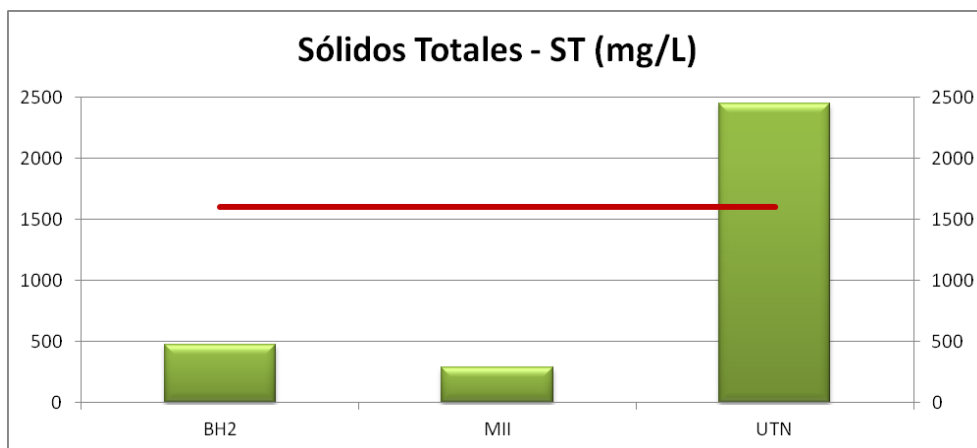


Figura 33: Resultados en el efluente de ST ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$).

CAPITULO 3 PROPUESTA DE MODELO MATEMÁTICO

3.1 Análisis del modelo matemático

Conforme a lo indicado en el capítulo anterior, se determinaron estadísticamente los parámetros característicos de las aguas residuales de Guayaquil, para diferentes volúmenes poblacionales, servidos por los sistemas de tratamiento.

Con estos datos se plantea establecer una relación para las necesidades de volumen en un reactor, ya sea tanques, lagunas u óvalos; versus las dimensiones existentes de los sistemas analizados, según el nivel de vida de la población. Al tiempo que se determinan los valores idóneos para los parámetros teóricos: SSLM, y A/M

3.2 Datos de entrada

Para el modelo matemático se requieren los siguientes datos descritos en la tabla.

Tabla 17: Parámetros de entrada para el modelo de lodos activados

Datos de entrada	Símbolos	Fuente	Valores típicos
Población a servir (hab)	-	Memorias de diseño	-
Coefficiente de Retorno AAPP/AASS	AP/AS	Factibilidades de servicios, INTERAGUA	0,8
Consumo agua potable	D_{AAPP}	Memorias de diseño	200-250 l/habd
Factor de Mayoración / Factor de seguridad	FS	Factibilidades de servicios, INTERAGUA	1,75-2,00

Datos de entrada	Símbolos	Fuente	Valores típicos
Tipo de sistema de lodos activados	-	Metcalf & Eddy, 4th Edition, Wastewater Engineering	Mezcla Completa Aireación extendida
Concentración de sustrato afluente / DBO ₅ afluente	S ₀	Datos analizados	25-400 mgO ₂ /l
Concentración de sustrato efluente / DBO ₅ efluente requerido	S	Datos analizados	LMP, tabla 12: 100 mg•l ⁻¹ Prom. geométrico: 14,89 mg•l ⁻¹
Concentración de SS en el tanque / SSLM	X	Metcalf & Eddy, 4th Edition, Wastewater Engineering, Table 8-16, pp. 747	Mezcla Completa 1500-4000 mg•l ⁻¹ Aireación extendida: 2000-5000 mg•l ⁻¹
Relación alimento/microorganismos	F/M	Metcalf & Eddy, 4th Edition, Wastewater Engineering, Table 8-16, pp. 747	Mezcla Completa 0,20-0,60 Aireación extendida: 0,04-0,10
Coefficiente de producción de crecimiento o relación de la masa de células formadas a la masa de sustrato consumido.	Y	Romero Rojas J, Tabla 17,4, pp.454 Metcalf & Eddy Tabla 7-9. Pp.585	0,4-0,8 (típico 0,6)
Tiempo de retención celular	θ _c	Metcalf & Eddy, 4th Edition, Wastewater Engineering, Table 8-16, pp. 747	Mezcla Completa 3-15 Aireación extendida: 20-40
Constante de reacción de los microorganismos	K _d	Romero Rojas J, Tabla 17,4, pp.454	0,04-0,075 (Típico 0,06)
Porcentaje de sólidos suspendidos volátiles en SST	P _v	Romero Rojas Tabla 26-2, pp 759	90%
Fracción de Sólidos en el lodo secundario	P _s	Romero Rojas Tabla 26-2, pp 760	10%
Densidad del agua	ρ _{agua}	Romero Rojas Metcalf & Eddy	1000 Kg/m ³
Gravedad Especifica del lodo secundario	γ _{lodo}	Tratamiento, disposición y Aprovechamiento de lodos residuales IMTA, México, 2005, Tabla 3 pp. 38	Lodo secundario: 1 - 1.005

Datos de entrada	Símbolos	Fuente	Valores típicos
Concentración de lodo en la recirculación	X_{Rlodo}	Tratamiento, disposición y Aprovechamiento de lodos residuales IMTA, México, 2005, Tabla 3 pp. 39	10000 $mg \cdot l^{-1}$

Fuentes: citadas en la tercera columna de la tabla.

Tabla 18: Parámetros de entrada para el modelo de lodos activados de los sistemas existentes

DATOS DE ENTRADA	Símbolos	BH2	MII	UTN
Población a servir (hab)	-	822,00 hab	1086,00 hab	1290,00 hab
Coefficiente de Retorno AAPP/AASS	AP/AS	0,80	0,80	0,80
Consumo agua potable	D_{AAPP}	250,00 l/hab-d	250,00 l/hab-d	250,00 l/hab-d
Factor de Mayoración / Factor de seguridad	FS	1,75	1,75	1,75
Tipo de sistema de lodos activados	-	Aireación Extendida	Aireación Extendida	Aireación Extendida
Concentración de sustrato afluente / DBO_5 afluente	S_0	400,00 $mg \cdot l^{-1}$	400,00 $mg \cdot l^{-1}$	400,00 $mg \cdot l^{-1}$
Concentración de sustrato efluente / DBO_5 efluente requerido	S	15,00 $mg \cdot l^{-1}$	15,00 $mg \cdot l^{-1}$	15,00 $mg \cdot l^{-1}$
Concentración de SS en el tanque / SSLM	X	3200,00 $mg \cdot l^{-1}$	3600,00 $mg \cdot l^{-1}$	3500,00 $mg \cdot l^{-1}$
Relación alimento/microorganismos	F/M	0,100 Kg DBO_5 /Kgcelulas-d	0,095 Kg DBO_5 /Kgcelulas-d	0,097 Kg DBO_5 /Kgcelulas-d
Coefficiente de producción de crecimiento o relación de la masa de células formadas a la masa de sustrato consumido.	Y	0,60 mgSSV/mg DBO_{rem}	0,60 mgSSV/mg DBO_{rem}	0,60 mgSSV/mg DBO_{rem}
Tiempo de retención celular	θ_c	30,00 d	30,00 d	30,00 d
Constante de reacción de los microorganismos	K_d	0,060 d^{-1}	0,060 d^{-1}	0,060 d^{-1}
Porcentaje de sólidos suspendidos volátiles en SST	P_v	90%	90%	90%
Fracción de Sólidos en el lodo secundario	P_s	10%	10%	10%
Densidad del agua	ρ_{agua}	1000 Kg/m ³	1000 Kg/m ³	1000 Kg/m ³
Gravedad Especifica del lodo secundario	γ_{lodo}	1,0	1,0	1,0

DATOS DE ENTRADA	Símbolos	BH2	MII	UTN
Concentración de lodo en la recirculación	X_{Rlodo}	100000 mg·l ⁻¹	100000 mg·l ⁻¹	100000 mg·l ⁻¹
Volumen Existente	V	391,43 m3	445,00 m3	533,00 m3

BH2: Belo Horizonte 2, MII: Metrópolis II, UTN: TerraNostra

FUENTE: EMAPAG, 2013

3.3 Datos de salida: Modelo matemático calibrado

Del análisis se obtuvieron las siguientes relaciones para diseños de sistemas de tratamientos de aguas residuales por lodos activados, en modalidad de zanja de oxidación con aireación prolongada.

Tabla 19: Detalle de fórmulas empleadas en el modelo matemático, desarrollado en Excel.

Volúmenes de Diseño	Simbología	Fórmula
Dotación aguas residuales	D_{AASS}	$(AP/AS) \cdot D_{AAPP}$
Caudal Medio	Q_{medio}	$\frac{(hab \cdot D_{AASS})}{1000}$
	Q_{medio}	$\frac{(hab \cdot D_{AASS})}{(3,78 \cdot 10^6)}$
	Q_{medio}	$\frac{(hab \cdot D_{AASS})}{(24 \cdot 3600)}$
Caudal de Diseño	$Q_{máximo}$	$FS \cdot Q_{medio}$
	$Q_{máximo}$	$FS \cdot Q_{medio}$
Carga Másica DBO diaria	CM_{Qmax}	$8,34 \cdot S_0 \cdot Q_{máx}$
	CM_{Qmed}	$8,34 \cdot S_0 \cdot Q_{medio}$
Volumen Requerido	$V_{reqQmax}$	$\frac{(S_0 \cdot Q_{máximo})}{(F/M \cdot X)}$
Tiempo de retención Hidráulico Requerido	$TRH_{reqQmax}$	$\frac{(V_{reqQmax} \cdot 24)}{Q_{maximo}}$ Mezcla Completa 3-5 h Aireación extendida: 20-30 h
Carga Volumétrica	CV_{req}	$\frac{(S_0 \cdot Q_{máximo})}{(V_{reqQmax} \cdot 10^3)}$

Fuente: CRITES y TCHOBANOGLOUS, 2000

Tabla 20: Calculo de volúmenes requeridos por los sistemas de lodos activados analizados versus volúmenes existentes

Volúmenes de Diseño	Simbología	BH2	MII	UTN
Dotación aguas residuales	D_{AASS}	200,00 l/hab·d	200,00 l/hab·d	200,00 l/hab·d
Caudal Medio	Q_{medio}	164,40 m ³ /d	217,20 m ³ /d	258,00 m ³ /d
	Q_{medio}	0,04 MGal/d	0,06 MGal/d	0,07 MGal/d
	Q_{medio}	1,90 l/s	2,51 l/s	2,99 l/s
Caudal de Diseño	$Q_{máximo}$	287,70 m ³ /d	380,10 m ³ /d	451,50 m ³ /d
	$Q_{máximo}$	0,08 MGal/d	0,10 MGal/d	0,12 MGal/d
Carga Másica DBO diaria	CM_{Qmax}	253,91 lbDBO5/d	335,45 lbDBO5/d	398,47 lbDBO5/d
	CM_{Qmed}	145,09 lbDBO5/d	191,69 lbDBO5/d	227,70 lbDBO5/d
Volumen Requerido	$V_{reqQmax}$	359,63 m³	444,56 m³	531,96 m³
Tiempo de retención Hidráulico Requerido	$TRH_{reqQmax}$	30,00 h	28,07 h	28,28 h
Carga Volumétrica	CV_{req}	0,320 KgDBO5/m³·d	0,342 KgDBO5/m³·d	0,340 KgDBO5/m³·d
Volumen Existente	V	391,43 m³	445,00 m³	533,00 m³

BH2: Belo Horizonte 2, MII: Metrópolis II, UTN: TerraNostra

Fuente: EMAPAG, 2013. DUQUE, R., 2010.

Elaborado por: La Tesista.

Con los datos de entrada en el modelo matemático, se obtuvieron volúmenes aproximados a los existentes en los sistemas actuales, de manera que el funcionamiento se optimice y el tratamiento de aguas residuales cumpla en su efluente con los límites máximos permisibles.

En base a los datos obtenidos para el diseño de los sistemas existentes, y considerando los datos de entrada de las características del afluente típico de Guayaquil y de las consideraciones bibliográficas para los sistemas de tratamiento de lodos activados, se obtienen las siguientes propuestas de diseños en base al modelo matemático con parámetros calibrados estadísticamente.

Tabla 21: Parámetros del modelo de lodos activados a ser considerados para la ciudad de Guayaquil

Volúmenes de Diseño	Símbolo	Diseño Tipo 1	Diseño Tipo 2	Diseño Tipo 3
Población a servir (hab)	-	1000,00 hab	2000,00 hab	5000,00 hab
Coeficiente de Retorno AAPP/AASS	AP/AS	0,80	0,80	0,80
Consumo agua potable	D_{AAPP}	250,00 l/hab·d	250,00 l/hab·d	250,00 l/hab·d
Factor de Mayoración / Factor de seguridad	FS	1,75	1,75	1,75
Tipo de sistema de lodos activados	-	Aireación Extendida	Aireación Extendida	Aireación Extendida
Concentración de sustrato afluente / DBO ₅ afluente	S₀	400,00 mg·l ⁻¹	400,00 mg·l ⁻¹	400,00 mg·l ⁻¹
Concentración de sustrato efluente / DBO ₅ efluente requerido	S	15,00 mg·l ⁻¹	15,00 mg·l ⁻¹	15,00 mg·l ⁻¹
Concentración de SS en el tanque / SSLM	X	3429,05 mg·l ⁻¹	3429,05 mg·l ⁻¹	3429,05 mg·l ⁻¹
Relación alimento/microorganismos	F/M	0,097 Kg _{DBO5} /Kg _{celulas} ·d	0,097 Kg _{DBO5} /Kg _{celulas} ·d	0,097 Kg _{DBO5} /Kg _{celulas} ·d
Coeficiente de producción de crecimiento o relación de masa de células formadas a masa de sustrato consumido.	Y	0,60 mg _{SSV} /mg _{DBOrem}	0,60 mg _{SSV} /mg _{DBOrem}	0,60 mg _{SSV} /mg _{DBOrem}
Tiempo de retención celular	θ_c	30,00 d	30,00 d	30,00 d
Constante de reacción de los microorganismos	K_d	0,060 d ⁻¹	0,060 d ⁻¹	0,060 d ⁻¹
Porcentaje de SS volátiles en SS totales	P_v	90%	90%	90%
Fracción de Sólidos en el lodo secundario	P_s	10%	10%	10%
Densidad del agua	ρ_{agua}	1000 Kg/m ³	1000 Kg/m ³	1000 Kg/m ³
Gravedad Especifica del lodo secundario	γ_{lodo}	1,0	1,0	1,0
Concentración de lodo en la recirculación	X_{Rlodo}	100000 mg·l ⁻¹	100000 mg·l ⁻¹	100000 mg·l ⁻¹
Dotación aguas residuales	D_{AASS}	200,00 l/hab·d	200,00 l/hab·d	200,00 l/hab·d
Caudal Medio	Q_{medio}	200,00 m ³ /d	400,00 m ³ /d	1000,00 m ³ /d
	Q_{medio}	0,05 MGal/d	0,11 MGal/d	0,26 MGal/d
Caudal de Diseño	Q_{máximo}	350,00 m ³ /d	700,00 m ³ /d	1750,00 m ³ /d
	Q_{máximo}	0,09 MGal/d	0,19 MGal/d	0,46 MGal/d

Volúmenes de Diseño	Símbolo	Diseño Tipo 1	Diseño Tipo 2	Diseño Tipo 3
Carga Másica DBO diaria	CM_{Qmax}	308,89 lb _{DBO5} /d	617,78 lb _{DBO5} /d	1544,44 lb _{DBO5} /d
	CM_{Qmed}	176,51 lb _{DBO5} /d	353,02 lb _{DBO5} /d	882,54 lb _{DBO5} /d
Volumen Requerido	$V_{reqQmax}$	419,56 m3	839,11 m3	2097,78 m3
Tiempo de retención Hidráulico Requerido	$TRH_{reqQmax}$	28,77 h	28,77 h	28,77 h
Carga Volumétrica	CV_{req}	0,334 Kg _{DBO5} /m ³ ·d	0,334 Kg _{DBO5} /m ³ ·d	0,334 Kg _{DBO5} /m ³ ·d
Producción diaria neta de SSV	P_x	28,88 Kg _{SSVLM} /d	57,75 Kg _{SSVLM} /d	144,38 Kg _{SSVLM} /d
Producción diaria neta de SST	P_{xsST}	32,08 Kg _{SSTM} /d	64,17 Kg _{SSTM} /d	160,42 Kg _{SSTM} /d
Producción diaria neta de lodo	P_{xlodo}	320,83 Kg _{lodo} /d	641,67 Kg _{lodo} /d	1604,17 Kg _{lodo} /d
Humedad en lodo secundario	%H	90%	90%	90%
Producción diaria neta de lodo	V_{ls}	0,32 m ³ /d	0,64 m ³ /d	1,60 m ³ /d
Caudal de purga de la recirculación	Q_{fp}	3,21 m ³ /d	6,42 m ³ /d	16,04 m ³ /d

Fuente: EMAPAG, 2013. DUQUE, R., 2010.
Elaborado por: La Tesista.

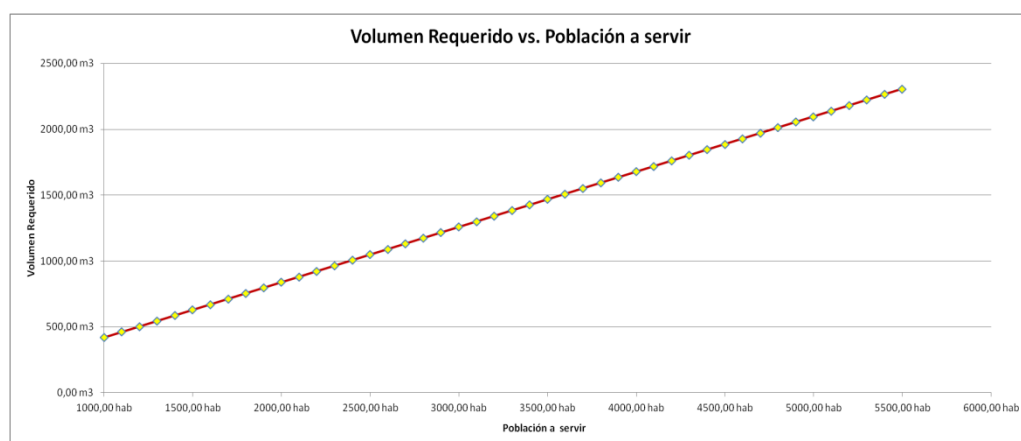


Figura 34: Relación Volumen Requerido – Población a servir del modelo calibrado.

En el grafico se presenta la relación dada entre la población a servir y el volumen requerido, una vez que se opta por mantener los parámetros de concentración de sólidos suspendidos en el licor de mezcla ($3429,05 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) y la relación alimento/microorganismo ($0,097 \text{ KgDBO5/Kgcelulas}\cdot\text{d}$)

De los datos obtenidos se representa gráficamente la variación producción de lodos y sólidos suspendidos (totales y volátiles), para cada sistema analizado y proyectado.

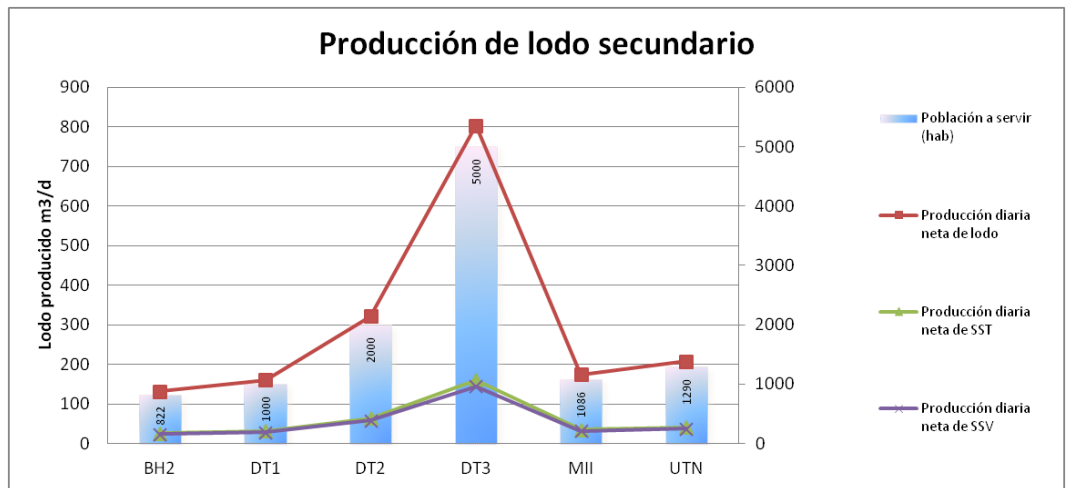


Figura 35: Producción de lodo secundario por sistema analizado y diseñado.

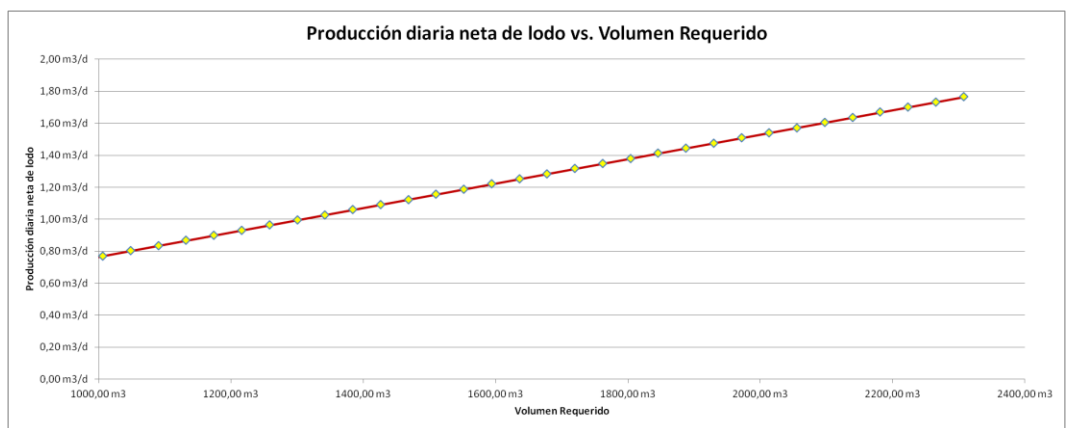


Figura 36: Relación Producción de lodo secundario - Volumen Requerido del modelo calibrado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Las aguas residuales domésticas se caracterizan por los diferentes niveles de concentración de contaminantes, principalmente de sólidos totales, sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitrógeno total, fósforo total y coliformes fecales. Según sus concentraciones se determinan composiciones débiles, medias y fuertes. (ROMERO ROJAS, 2005).
2. El Ministerio del Ambiente del Ecuador en el Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA, 2003), define a la Depuración o Tratamiento como la remoción de sustancias contaminantes de las aguas residuales para disminuir su impacto ambiental. De igual manera indica que un tratamiento convencional debe contar con proceso primario y secundario.
3. En la ciudad de Guayaquil se han desarrollado nuevos asentamientos poblacionales, en formas de urbanizaciones privadas, tanto en el sector de la Vía Guayaquil-Salinas, así como en la autopista Terminal Terrestre – Pascuales. Sectores en los cuales no se dispone de alcantarillado sanitario público, por lo que estas obras deben incluir en su planificación las correspondientes plantas de tratamiento; donde los diseñadores por temas de espacio y operatividad han potenciado los lodos activados, ya sea en infraestructura de tanques, lagunas u óvalos integrados (laguna con tanques).
4. Lodo activado consiste en una mezcla de bacterias aeróbicas y microorganismos producidos por la aireación de las aguas residuales; que es usada para degradar los contaminantes orgánicos de las aguas residuales.
5. En Guayaquil, han sido comúnmente desarrollados los procesos de lodos activados, con configuración de óvalos integrados. El reactor funciona en modalidad de Zanja de Oxidación, con la variación del proceso en aireación extendida, con tiempos de retención hidráulica elevados (hasta 30 horas) y baja producción de lodos. El proceso permite la fluctuación de cargas orgánicas y el porcentaje de remoción de materia orgánica -DBO₅- que se logra fluctúa entre el 75% y el 95% (Metcalf & Eddy, 2003), con lo que se cumple con la norma Ecuatoriana para el tratamiento de aguas residuales.

6. Se plantean modelos matemáticos necesarios para el diseño de la planta de tratamiento, teniendo en cuenta la disponibilidad de espacio y de tecnologías en la localidad.
7. Se calibró el modelo matemático para el diseño de la primera etapa del tratamiento secundario (laguna aireada). En el cual se consideraron los datos de entrada tomados de la base de datos de monitoreos facilitada por EMAPAG (2006-2011). Se utilizaron las ecuaciones propuestas en el texto de los autores Crites y Tchobanoglous (2000).
8. Como parámetros esperados para la salida del tratamiento se tomaron los valores de DBO5 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Libro VI, Anexo 1, Tabla 12. ($150 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$).
9. Se obtuvieron diseños típicos para la ciudad de Guayaquil, contemplando poblaciones de 1000, 2000 y 5000 habitantes, con una dotación de agua potable de 250l/habd. La misma hoja de Excel puede utilizarse para calcular el volumen requerido para el diseño de sistemas de tratamientos de lodos activados en la modalidad de aireación extendida, para otras densidades poblacionales.
10. Es recomendable realizar monitoreos consecutivos en los sistemas de tratamiento de lodos activados, aprovechando que en la actualidad funcionan adecuadamente, para determinar de forma analítica y no solo estadística los parámetros que serían típicos en el modelo de diseño como lo son la relación alimento-microorganismo y la concentración de sólidos suspendidos en el licor de mezcla. Esto a pesar de que la bibliografía empleada para el diseño de los tres sistemas analizados ha demostrado estar apegada al funcionamiento de los sistemas, al cumplir con las expectativas de descarga establecidas por la normativa.

ANEXOS

ANEXO 1

Consolidado de parámetros monitoreados en la entrada de los sistemas de tratamiento en Guayaquil

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
01	ene-2006	STD	mg·l ⁻¹	560,00
02	ene-2006	STD	mg·l ⁻¹	694,00
03	ene-2006	ST	mg·l ⁻¹	605,00
04	ene-2006	ST	mg·l ⁻¹	839,00
05	ene-2006	SSV	mg·l ⁻¹	24,00
06	ene-2006	SSV	mg·l ⁻¹	41,00
07	ene-2006	SST	mg·l ⁻¹	45,00
08	ene-2006	SST	mg·l ⁻¹	145,00
09	ene-2006	SSF	mg·l ⁻¹	21,00
10	ene-2006	SSF	mg·l ⁻¹	104,00
11	ene-2006	Salinidad	mg·l ⁻¹	500,00
12	ene-2006	Salinidad	mg·l ⁻¹	600,00
13	ene-2006	pH	U pH	7,00
14	ene-2006	pH	U pH	7,00
15	ene-2006	Nitrito	mg·l ⁻¹	0,0198
16	ene-2006	DBO5	mg·l ⁻¹	75
17	ene-2006	Nitrato	mg·l ⁻¹	3,700
18	ene-2006	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,40
19	ene-2006	DBO5	mg·l ⁻¹	60
20	ene-2006	DQO	mg·l ⁻¹	115
21	ene-2006	DQO	mg·l ⁻¹	124
22	ene-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1093
23	ene-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1213
24	ene-2006	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	5,00
25	ene-2006	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	3,00
26	ene-2006	Cloruros (Cl-)	mg·l ⁻¹	248,00
27	ene-2006	Cloruros (Cl-)	mg·l ⁻¹	195,00
28	ene-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	2,20E+06
29	ene-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,70E+06
30	ene-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	5,00E+07
31	ene-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	9,00E+06
32	ene-2006	STF	mg·l ⁻¹	725
33	ene-2006	STV	mg·l ⁻¹	114
34	ene-2006	Temperatura	°C	27,7
35	ene-2006	STF	mg·l ⁻¹	517
36	ene-2006	STV	mg·l ⁻¹	88
37	ene-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	57
38	ene-2006	Temperatura	°C	28,4
39	feb-2006	SST	mg·l ⁻¹	42,00
40	feb-2006	SST	mg·l ⁻¹	84,00
41	feb-2006	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	0,20
42	feb-2006	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	0,40
43	feb-2006	pH	U pH	7,00
44	feb-2006	pH	U pH	7,00
45	feb-2006	Nitrito	mg·l ⁻¹	0,0129
46	feb-2006	Nitrito	mg·l ⁻¹	0,3250
47	feb-2006	Nitrato	mg·l ⁻¹	9,800
48	feb-2006	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	8,65
49	feb-2006	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	13,25
50	feb-2006	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	2,18

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
51	feb-2006	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	1,82
52	feb-2006	DBO5	mg·l ⁻¹	40
53	feb-2006	DBO5	mg·l ⁻¹	50
54	feb-2006	DQO	mg·l ⁻¹	82
55	feb-2006	DQO	mg·l ⁻¹	91
56	feb-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	9,00E+06
57	feb-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	9,00E+06
58	feb-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	684
59	feb-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1543
60	feb-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	73
61	feb-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	2,40E+07
62	feb-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	167
63	feb-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,30E+07
64	feb-2006	Temperatura	°C	27,8
65	feb-2006	Temperatura	°C	27,7
66	mar-2006	SST	mg·l ⁻¹	23,00
67	mar-2006	SST	mg·l ⁻¹	37,00
68	mar-2006	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	0,20
69	mar-2006	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	0,50
70	mar-2006	pH	U pH	7,00
71	mar-2006	pH	U pH	7,00
72	mar-2006	Nitrito	mg·l ⁻¹	0,0130
73	mar-2006	Nitrito	mg·l ⁻¹	0,0671
74	mar-2006	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	3,82
75	mar-2006	Nitrato	mg·l ⁻¹	1,800
76	mar-2006	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	5,30
77	mar-2006	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,16
78	mar-2006	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	6,58
79	mar-2006	DBO5	mg·l ⁻¹	65
80	mar-2006	DBO5	mg·l ⁻¹	70
81	mar-2006	DQO	mg·l ⁻¹	90
82	mar-2006	DQO	mg·l ⁻¹	105
83	mar-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	3,00E+03
84	mar-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	9,00E+03
85	mar-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	719
86	mar-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	3150
87	mar-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	3,00E+06
88	mar-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	5,00E+04
89	mar-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	165
90	mar-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	82
91	mar-2006	Temperatura	°C	27,6
92	mar-2006	Temperatura	°C	28,6
93	abr-2006	STD	mg·l ⁻¹	641,00
94	abr-2006	STD	mg·l ⁻¹	1576,00
95	abr-2006	ST	mg·l ⁻¹	706,00
96	abr-2006	ST	mg·l ⁻¹	1630,00
97	abr-2006	SSV	mg·l ⁻¹	34,00
98	abr-2006	SSV	mg·l ⁻¹	33,00
99	abr-2006	SST	mg·l ⁻¹	54,00
100	abr-2006	SST	mg·l ⁻¹	65,00
101	abr-2006	SSF	mg·l ⁻¹	21,00
102	abr-2006	SSF	mg·l ⁻¹	31,00
103	abr-2006	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	0,30
104	abr-2006	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	0,20

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
105	abr-2006	Salinidad	mg·l ⁻¹	600,00
106	abr-2006	Salinidad	mg·l ⁻¹	1300,00
107	abr-2006	pH	U pH	7,00
108	abr-2006	pH	U pH	7,00
109	abr-2006	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	8,02
110	abr-2006	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	9,23
111	abr-2006	Plata (Ag)	mg·l ⁻¹	0,020
112	abr-2006	Plata (Ag)	mg·l ⁻¹	0,022
113	abr-2006	Hierro (Fe)	mg·l ⁻¹	0,268
114	abr-2006	Hierro (Fe)	mg·l ⁻¹	0,348
115	abr-2006	Manganeso (M)	mg·l ⁻¹	0,1731
116	abr-2006	Manganeso (M)	mg·l ⁻¹	0,1662
117	abr-2006	TPH	mg·l ⁻¹	5,00
118	abr-2006	TPH	mg·l ⁻¹	4,00
119	abr-2006	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	2,31
120	abr-2006	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	2,32
121	abr-2006	DBO5	mg·l ⁻¹	65
122	abr-2006	DBO5	mg·l ⁻¹	70
123	abr-2006	Fluoruros (F1-)	mg·l ⁻¹	0,28
124	abr-2006	Fluoruros (F1-)	mg·l ⁻¹	0,36
125	abr-2006	Fenoles	mg·l ⁻¹	0,027
126	abr-2006	Fenoles	mg·l ⁻¹	0,036
127	abr-2006	DQO	mg·l ⁻¹	93
128	abr-2006	DQO	mg·l ⁻¹	128
129	abr-2006	Arsénico (As)	mg·l ⁻¹	0,000470
130	abr-2006	Arsénico (As)	mg·l ⁻¹	0,001421
131	abr-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1099
132	abr-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	2540
133	abr-2006	Color	UCV	87
134	abr-2006	Color	UCV	131
135	abr-2006	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	14,00
136	abr-2006	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	6,00
137	abr-2006	Aluminio (Al)	mg·l ⁻¹	1,755
138	abr-2006	Aluminio (Al)	mg·l ⁻¹	0,364
139	abr-2006	Bario (Ba)	mg·l ⁻¹	0,0381
140	abr-2006	Bario (Ba)	mg·l ⁻¹	3,3297
141	abr-2006	Boro (B)	mg·l ⁻¹	1,20
142	abr-2006	Boro (B)	mg·l ⁻¹	2,00
143	abr-2006	Cianuro (CN1)	mg·l ⁻¹	0,012
144	abr-2006	Cianuro (CN1)	mg·l ⁻¹	0,005
145	abr-2006	Cloruros (Cl-)	mg·l ⁻¹	193,00
146	abr-2006	Cloruros (Cl-)	mg·l ⁻¹	812,00
147	abr-2006	Cobre (Cu)	mg·l ⁻¹	0,0108
148	abr-2006	Cobre (Cu)	mg·l ⁻¹	0,0129
149	abr-2006	STF	mg·l ⁻¹	558
150	abr-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	9,00E+06
151	abr-2006	STV	mg·l ⁻¹	148
152	abr-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	2,80E+06
153	abr-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	212
154	abr-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	5,00E+07
155	abr-2006	Sulfuros (S ²⁻)	mg·l ⁻¹	0,036
156	abr-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	5,00E+07
157	abr-2006	Temperatura	°C	28,9
158	abr-2006	Zinc (Zn)	mg·l ⁻¹	0,028

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
159	abr-2006	STF	mg·l ⁻¹	1.278
160	abr-2006	STV	mg·l ⁻¹	352
161	abr-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	296
162	abr-2006	Sulfuros (S ²⁻)	mg·l ⁻¹	2,3
163	abr-2006	Temperatura	°C	29,5
164	abr-2006	Zinc (Zn)	mg·l ⁻¹	0,0192
165	abr-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	2,20E+06
166	abr-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,70E+06
167	may-2006	SST	mg·l ⁻¹	41,00
168	may-2006	SST	mg·l ⁻¹	52,00
169	may-2006	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	0,30
170	may-2006	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	0,50
171	may-2006	pH	U pH	7,00
172	may-2006	pH	U pH	7,00
173	may-2006	Nitrito	mg·l ⁻¹	0,0056
174	may-2006	Nitrito	mg·l ⁻¹	0,0076
175	may-2006	Nitrato	mg·l ⁻¹	2,900
176	may-2006	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	8,22
177	may-2006	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	8,56
178	may-2006	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,31
179	may-2006	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	2,58
180	may-2006	DBO5	mg·l ⁻¹	70
181	may-2006	DBO5	mg·l ⁻¹	70
182	may-2006	DQO	mg·l ⁻¹	110
183	may-2006	DQO	mg·l ⁻¹	140
184	may-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	5,00E+07
185	may-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	3,00E+07
186	may-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	832
187	may-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	2610
188	may-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	142
189	may-2006	Temperatura	°C	28,9
190	may-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	68
191	may-2006	Temperatura	°C	29,5
192	may-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+06
193	may-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,70E+06
194	jun-2006	SST	mg·l ⁻¹	51,00
195	jun-2006	SST	mg·l ⁻¹	52,00
196	jun-2006	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	0,30
197	jun-2006	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	0,40
198	jun-2006	pH	U pH	7,00
199	jun-2006	pH	U pH	7,00
200	jun-2006	Nitrito	mg·l ⁻¹	0,0036
201	jun-2006	Nitrito	mg·l ⁻¹	0,0085
202	jun-2006	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	12,16
203	jun-2006	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,900
204	jun-2006	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	27,65
205	jun-2006	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	2,25
206	jun-2006	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	4,16
207	jun-2006	DBO5	mg·l ⁻¹	60
208	jun-2006	DBO5	mg·l ⁻¹	70
209	jun-2006	DQO	mg·l ⁻¹	80
210	jun-2006	DQO	mg·l ⁻¹	93
211	jun-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	2,40E+07
212	jun-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	5,00E+06

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
213	jun-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	706
214	jun-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1463
215	jun-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	184
216	jun-2006	Temperatura	°C	28,0
217	jun-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	213
218	jun-2006	Temperatura	°C	28,0
219	jul-2006	STD	mg·l ⁻¹	390,00
220	jul-2006	ST	mg·l ⁻¹	417,00
221	jul-2006	SSV	mg·l ⁻¹	22,00
222	jul-2006	SST	mg·l ⁻¹	27,00
223	jul-2006	SSF	mg·l ⁻¹	5,00
224	jul-2006	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	0,30
225	jul-2006	Salinidad	mg·l ⁻¹	300,00
226	jul-2006	pH	U pH	6,90
227	jul-2006	Plomo (Pb)	mg·l ⁻¹	0,597
228	jul-2006	N-Kjeldahl	mg·l ⁻¹	20,19
229	jul-2006	Nitrito	mg·l ⁻¹	0,0113
230	jul-2006	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,800
231	jul-2006	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	14,28
232	jul-2006	Hierro (Fe)	mg·l ⁻¹	0,098
233	jul-2006	TPH	mg·l ⁻¹	9,00
234	jul-2006	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	8,00
235	jul-2006	DBO5	mg·l ⁻¹	55
236	jul-2006	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,144
237	jul-2006	DQO	mg·l ⁻¹	60
238	jul-2006	DQO	mg·l ⁻¹	90
239	jul-2006	Arsénico (As)	mg·l ⁻¹	0,000540
240	jul-2006	Arsénico (As)	mg·l ⁻¹	0,001100
241	jul-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	652
242	jul-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	995
243	jul-2006	Color	UCV	184
244	jul-2006	Color	UCV	89
245	jul-2006	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	28,00
246	jul-2006	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	32,00
247	jul-2006	Aluminio (Al)	mg·l ⁻¹	0,521
248	jul-2006	Aluminio (Al)	mg·l ⁻¹	0,097
249	jul-2006	Bario (Ba)	mg·l ⁻¹	0,2560
250	jul-2006	Bario (Ba)	mg·l ⁻¹	0,5490
251	jul-2006	Boro (B)	mg·l ⁻¹	1,00
252	jul-2006	Boro (B)	mg·l ⁻¹	2,00
253	jul-2006	Cadmio (Cd)	mg·l ⁻¹	0,0034
254	jul-2006	Cadmio (Cd)	mg·l ⁻¹	0,0081
255	jul-2006	Cianuro (CN1)	mg·l ⁻¹	0,010
256	jul-2006	Cianuro (CN1)	mg·l ⁻¹	0,010
257	jul-2006	Cloruros (Cl-)	mg·l ⁻¹	200,00
258	jul-2006	Cloruros (Cl-)	mg·l ⁻¹	97,00
259	jul-2006	Cobre (Cu)	mg·l ⁻¹	0,0133
260	jul-2006	Cobre (Cu)	mg·l ⁻¹	0,0050
261	jul-2006	STF	mg·l ⁻¹	489
262	jul-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,10E+07
263	jul-2006	STV	mg·l ⁻¹	120
264	jul-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	2,20E+07
265	jul-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	59
266	jul-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	5,00E+06

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
267	jul-2006	Sulfuros (S ²⁻)	mg·l ⁻¹	0
268	jul-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	5,00E+06
269	jul-2006	Temperatura	°C	27,3
270	jul-2006	Zinc (Zn)	mg·l ⁻¹	0,0743
271	jul-2006	STF	mg·l ⁻¹	315
272	jul-2006	STV	mg·l ⁻¹	102
273	jul-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	68
274	jul-2006	Sulfuros (S ²⁻)	mg·l ⁻¹	0,040
275	jul-2006	Temperatura	°C	26,7
276	jul-2006	Zinc (Zn)	mg·l ⁻¹	0,029
277	jul-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,30E+07
278	jul-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+06
279	ago-2006	SST	mg·l ⁻¹	74,00
280	ago-2006	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	0,70
281	ago-2006	pH	U pH	7,00
282	ago-2006	N-Kjeldahl	mg·l ⁻¹	23,16
283	ago-2006	Nitrito	mg·l ⁻¹	0,0207
284	ago-2006	Nitrato	mg·l ⁻¹	2,600
285	ago-2006	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	11,04
286	ago-2006	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,95
287	ago-2006	DBO5	mg·l ⁻¹	105
288	ago-2006	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,750
289	ago-2006	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,590
290	ago-2006	DQO	mg·l ⁻¹	151
291	ago-2006	DQO	mg·l ⁻¹	1012
292	ago-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	9,00E+06
293	ago-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	9,00E+07
294	ago-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	467
295	ago-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	771
296	ago-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	111
297	ago-2006	Temperatura	°C	26,8
298	ago-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	90
299	ago-2006	Temperatura	°C	27,3
300	ago-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	3,00E+06
301	ago-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	6,00E+06
302	sep-2006	SST	mg·l ⁻¹	44,00
303	sep-2006	SST	mg·l ⁻¹	57,00
304	sep-2006	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	0,30
305	sep-2006	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	0,70
306	sep-2006	pH	U pH	7,00
307	sep-2006	pH	U pH	7,00
308	sep-2006	N-Kjeldahl	mg·l ⁻¹	27,00
309	sep-2006	N-Kjeldahl	mg·l ⁻¹	30,00
310	sep-2006	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,700
311	sep-2006	Nitrato	mg·l ⁻¹	5,800
312	sep-2006	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	12,50
313	sep-2006	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	10,70
314	sep-2006	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
315	sep-2006	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	5,00
316	sep-2006	DBO5	mg·l ⁻¹	95
317	sep-2006	DBO5	mg·l ⁻¹	95
318	sep-2006	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,600
319	sep-2006	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,700
320	sep-2006	DQO	mg·l ⁻¹	115

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
321	sep-2006	DQO	mg·l ⁻¹	160
322	sep-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,70E+07
323	sep-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	5,00E+06
324	sep-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	651
325	sep-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1811
326	sep-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	108
327	sep-2006	Temperatura	°C	27,4
328	sep-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	132
329	sep-2006	Temperatura	°C	27,4
330	oct-2006	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,100
331	oct-2006	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,100
332	oct-2006	DQO	mg·l ⁻¹	71
333	oct-2006	DQO	mg·l ⁻¹	188
334	oct-2006	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	34,00
335	oct-2006	Aluminio (Al)	mg·l ⁻¹	0,200
336	oct-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	732
337	oct-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1761
338	oct-2006	Color	UCV	320
339	oct-2006	Color	UCV	123
340	oct-2006	Aluminio (Al)	mg·l ⁻¹	0,300
341	oct-2006	Bario (Ba)	mg·l ⁻¹	0,2000
342	oct-2006	Bario (Ba)	mg·l ⁻¹	0,2000
343	oct-2006	STF	mg·l ⁻¹	358
344	oct-2006	Cloruros (Cl-)	mg·l ⁻¹	117,00
345	oct-2006	STV	mg·l ⁻¹	96
346	oct-2006	Cloruros (Cl-)	mg·l ⁻¹	508,00
347	oct-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	41
348	oct-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+06
349	oct-2006	Sulfuros (S ²⁻)	mg·l ⁻¹	0,500
350	oct-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+06
351	oct-2006	Temperatura	°C	28,5
352	oct-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	2,80E+07
353	oct-2006	Zinc (Zn)	mg·l ⁻¹	0,0347
354	oct-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,70E+07
355	oct-2006	STF	mg·l ⁻¹	840
356	oct-2006	STV	mg·l ⁻¹	211
357	oct-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	111
358	oct-2006	Sulfuros (S ²⁻)	mg·l ⁻¹	1
359	oct-2006	Temperatura	°C	28,4
360	oct-2006	Zinc (Zn)	mg·l ⁻¹	0,0566
361	oct-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	9,00E+06
362	oct-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	7,00E+06
363	nov-2006	SST	mg·l ⁻¹	46,00
364	nov-2006	SST	mg·l ⁻¹	49,00
365	nov-2006	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,50
366	nov-2006	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	0,70
367	nov-2006	pH	U pH	7,00
368	nov-2006	pH	U pH	7,00
369	nov-2006	N-Kjeldahl	mg·l ⁻¹	12,00
370	nov-2006	N-Kjeldahl	mg·l ⁻¹	15,00
371	nov-2006	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,700
372	nov-2006	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	9,30
373	nov-2006	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	9,70
374	nov-2006	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	2,00

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
375	nov-2006	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	2,00
376	nov-2006	DBO5	mg·l ⁻¹	75
377	nov-2006	DBO5	mg·l ⁻¹	100
378	nov-2006	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,700
379	nov-2006	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,100
380	nov-2006	DQO	mg·l ⁻¹	115
381	nov-2006	DQO	mg·l ⁻¹	149
382	nov-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	3,00E+07
383	nov-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	2,20E+07
384	nov-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1020
385	nov-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	4160
386	nov-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	3
387	nov-2006	Temperatura	°C	27,2
388	nov-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	72
389	nov-2006	Temperatura	°C	27,4
390	nov-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	9,00E+06
391	nov-2006	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+06
392	dic-2006	SST	mg·l ⁻¹	32,00
393	dic-2006	SST	mg·l ⁻¹	60,00
394	dic-2006	pH	U pH	7,00
395	dic-2006	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	2,00
396	dic-2006	pH	U pH	7,00
397	dic-2006	N-Kjeldahl	mg·l ⁻¹	19,00
398	dic-2006	N-Kjeldahl	mg·l ⁻¹	28,00
399	dic-2006	Nitrato	mg·l ⁻¹	1,500
400	dic-2006	Nitrato	mg·l ⁻¹	2,300
401	dic-2006	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	11,60
402	dic-2006	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	11,30
403	dic-2006	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
404	dic-2006	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
405	dic-2006	DBO5	mg·l ⁻¹	65
406	dic-2006	DBO5	mg·l ⁻¹	110
407	dic-2006	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,500
408	dic-2006	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,200
409	dic-2006	DQO	mg·l ⁻¹	131
410	dic-2006	DQO	mg·l ⁻¹	180
411	dic-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	3,00E+07
412	dic-2006	Coliformes Totales	NMP/100mL	9,00E+07
413	dic-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	804
414	dic-2006	Conductividad	uS·cm ⁻¹	3960
415	dic-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	42
416	dic-2006	Temperatura	°C	29,5
417	dic-2006	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	145
418	dic-2006	Temperatura	°C	29,7
419	ene-2007	STD	mg·l ⁻¹	557,00
420	ene-2007	STD	mg·l ⁻¹	1819,00
421	ene-2007	ST	mg·l ⁻¹	598,00
422	ene-2007	ST	mg·l ⁻¹	1865,00
423	ene-2007	SSV	mg·l ⁻¹	31,00
424	ene-2007	SSV	mg·l ⁻¹	41,00
425	ene-2007	SST	mg·l ⁻¹	41,00
426	ene-2007	SST	mg·l ⁻¹	46,00
427	ene-2007	SSF	mg·l ⁻¹	10,00
428	ene-2007	SSF	mg·l ⁻¹	5,00

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
429	ene-2007	Salinidad	mg·l ⁻¹	1600,00
430	ene-2007	Salinidad	mg·l ⁻¹	500,00
431	ene-2007	pH	U pH	7,00
432	ene-2007	pH	U pH	7,00
433	ene-2007	N-Kjeldahl	mg·l ⁻¹	16,00
434	ene-2007	N-Kjeldahl	mg·l ⁻¹	18,00
435	ene-2007	Nitrato	mg·l ⁻¹	1,300
436	ene-2007	Nitrato	mg·l ⁻¹	1,500
437	ene-2007	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	9,40
438	ene-2007	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	13,50
439	ene-2007	Hierro (Fe)	mg·l ⁻¹	0,600
440	ene-2007	Hierro (Fe)	mg·l ⁻¹	0,200
441	ene-2007	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
442	ene-2007	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
443	ene-2007	DBO5	mg·l ⁻¹	60
444	ene-2007	DBO5	mg·l ⁻¹	115
445	ene-2007	Fenoles	mg·l ⁻¹	0,010
446	ene-2007	Fenoles	mg·l ⁻¹	0,016
447	ene-2007	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,800
448	ene-2007	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,900
449	ene-2007	DQO	mg·l ⁻¹	80
450	ene-2007	DQO	mg·l ⁻¹	131
451	ene-2007	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	4,00
452	ene-2007	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	6,00
453	ene-2007	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1044
454	ene-2007	Conductividad	uS·cm ⁻¹	3100
455	ene-2007	Color	UCV	179
456	ene-2007	Color	UCV	185
457	ene-2007	Bario (Ba)	mg·l ⁻¹	0,1000
458	ene-2007	Bario (Ba)	mg·l ⁻¹	0,1000
459	ene-2007	Boro (B)	mg·l ⁻¹	1,20
460	ene-2007	Aluminio (Al)	mg·l ⁻¹	0,400
461	ene-2007	Aluminio (Al)	mg·l ⁻¹	0,500
462	ene-2007	Cadmio (Cd)	mg·l ⁻¹	0,0100
463	ene-2007	Coliformes Fecales	NMP/100mL	9,00E+06
464	ene-2007	Coliformes Fecales	NMP/100mL	9,00E+06
465	ene-2007	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,70E+07
466	ene-2007	Coliformes Totales	NMP/100mL	3,00E+07
467	ene-2007	STF	mg·l ⁻¹	1.496
468	ene-2007	STV	mg·l ⁻¹	369
469	ene-2007	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	136
470	ene-2007	Temperatura	°C	30
471	ene-2007	STF	mg·l ⁻¹	478
472	ene-2007	STV	mg·l ⁻¹	120
473	ene-2007	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	50
474	ene-2007	Temperatura	°C	30
475	feb-2007	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,900
476	feb-2007	DQO	mg·l ⁻¹	150
477	feb-2007	Coliformes Totales	NMP/100mL	5,00E+07
478	feb-2007	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1146
479	feb-2007	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+06
480	feb-2007	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	76,0
481	feb-2007	Temperatura	°C	29,4
482	mar-2007	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,10E+07

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
483	mar-2007	Coliformes Totales	NMP/100mL	5,00E+07
484	mar-2007	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	71,0
485	mar-2007	Temperatura	°C	30,0
486	may-2007	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,200
487	may-2007	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,600
488	may-2007	DQO	mg·l ⁻¹	58
489	may-2007	DQO	mg·l ⁻¹	167
490	may-2007	Coliformes Fecales	NMP/100mL	3,00E+06
491	may-2007	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+08
492	may-2007	Conductividad	uS·cm ⁻¹	795
493	may-2007	Conductividad	uS·cm ⁻¹	874
494	may-2007	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	63
495	may-2007	Temperatura	°C	29,6
496	jun-2007	STD	mg·l ⁻¹	544,00
497	jun-2007	STD	mg·l ⁻¹	1527,00
498	jun-2007	ST	mg·l ⁻¹	573,00
499	jun-2007	ST	mg·l ⁻¹	1611,00
500	jun-2007	SSV	mg·l ⁻¹	23,00
501	jun-2007	SSV	mg·l ⁻¹	66,00
502	jun-2007	SST	mg·l ⁻¹	29,00
503	jun-2007	SST	mg·l ⁻¹	84,00
504	jun-2007	SSF	mg·l ⁻¹	6,00
505	jun-2007	SSF	mg·l ⁻¹	18,00
506	jun-2007	pH	U pH	7,34
507	jun-2007	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
508	jun-2007	pH	U pH	7,00
509	jun-2007	Nitrato	mg·l ⁻¹	1,300
510	jun-2007	Nitrato	mg·l ⁻¹	1,800
511	jun-2007	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	11,20
512	jun-2007	TPH	mg·l ⁻¹	5,00
513	jun-2007	TPH	mg·l ⁻¹	12,00
514	jun-2007	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
515	jun-2007	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
516	jun-2007	DBO5	mg·l ⁻¹	130
517	jun-2007	DBO5	mg·l ⁻¹	125
518	jun-2007	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,300
519	jun-2007	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,600
520	jun-2007	DQO	mg·l ⁻¹	153
521	jun-2007	DQO	mg·l ⁻¹	193
522	jun-2007	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,70E+07
523	jun-2007	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,10E+07
524	jun-2007	Color	UCV	106
525	jun-2007	Color	UCV	147
526	jun-2007	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	6,00
527	jun-2007	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	14,00
528	jun-2007	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,70E+07
529	jun-2007	Coliformes Fecales	NMP/100mL	7,00E+06
530	jun-2007	STF	mg·l ⁻¹	493
531	jun-2007	STV	mg·l ⁻¹	80
532	jun-2007	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	54
533	jun-2007	Temperatura	°C	27,9
534	jun-2007	STF	mg·l ⁻¹	1.322
535	jun-2007	STV	mg·l ⁻¹	289
536	jun-2007	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	140

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
537	jun-2007	Temperatura	°C	29,8
538	jul-2007	STD	mg·l ⁻¹	625,00
539	jul-2007	ST	mg·l ⁻¹	800,00
540	jul-2007	SSV	mg·l ⁻¹	70,00
541	jul-2007	SST	mg·l ⁻¹	175,00
542	jul-2007	SSF	mg·l ⁻¹	105,00
543	jul-2007	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	2,00
544	jul-2007	Salinidad	mg·l ⁻¹	600,00
545	jul-2007	pH	U pH	6,70
546	jul-2007	Nitrito	mg·l ⁻¹	0,1000
547	jul-2007	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,800
548	jul-2007	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	21,80
549	jul-2007	TPH	mg·l ⁻¹	5,00
550	jul-2007	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	1,00
551	jul-2007	DBO5	mg·l ⁻¹	110
552	jul-2007	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,800
553	jul-2007	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,100
554	jul-2007	DQO	mg·l ⁻¹	154
555	jul-2007	DQO	mg·l ⁻¹	184
556	jul-2007	Coliformes Totales	NMP/100mL	2,40E+07
557	jul-2007	Coliformes Totales	NMP/100mL	2,20E+07
558	jul-2007	Conductividad	uS·cm ⁻¹	975
559	jul-2007	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1204
560	jul-2007	Color	UCV	36
561	jul-2007	Color	UCV	74
562	jul-2007	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	10,00
563	jul-2007	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	6,00
564	jul-2007	Coliformes Fecales	NMP/100mL	7,00E+06
565	jul-2007	Coliformes Fecales	NMP/100mL	8,00E+06
566	jul-2007	STF	mg·l ⁻¹	602
567	jul-2007	STV	mg·l ⁻¹	198
568	jul-2007	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	129
569	jul-2007	Temperatura	°C	27,4
570	jul-2007	STF	mg·l ⁻¹	516,0
571	jul-2007	STV	mg·l ⁻¹	94,0
572	jul-2007	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	60,0
573	jul-2007	Temperatura	°C	26,5
574	ago-2007	STD	mg·l ⁻¹	873,00
575	ago-2007	ST	mg·l ⁻¹	986,00
576	ago-2007	SSV	mg·l ⁻¹	58,00
577	ago-2007	SST	mg·l ⁻¹	113,00
578	ago-2007	SSF	mg·l ⁻¹	55,00
579	ago-2007	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	2,00
580	ago-2007	Salinidad	mg·l ⁻¹	800,00
581	ago-2007	pH	U pH	6,85
582	ago-2007	Nitrato	mg·l ⁻¹	1,200
583	ago-2007	TPH	mg·l ⁻¹	4,00
584	ago-2007	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	2,00
585	ago-2007	DBO5	mg·l ⁻¹	125
586	ago-2007	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,900
587	ago-2007	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,500
588	ago-2007	DQO	mg·l ⁻¹	151
589	ago-2007	DQO	mg·l ⁻¹	184
590	ago-2007	Coliformes Totales	NMP/100mL	2,40E+07

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
591	ago-2007	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
592	ago-2007	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1126
593	ago-2007	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1681
594	ago-2007	Color	UCV	50
595	ago-2007	Color	UCV	92
596	ago-2007	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	3,00
597	ago-2007	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	12,00
598	ago-2007	Coliformes Fecales	NMP/100mL	3,00E+06
599	ago-2007	Coliformes Fecales	NMP/100mL	3,00E+06
600	ago-2007	STF	mg·l ⁻¹	563
601	ago-2007	STV	mg·l ⁻¹	189
602	ago-2007	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	71
603	ago-2007	Temperatura	°C	26,8
604	ago-2007	STF	mg·l ⁻¹	786
605	ago-2007	STV	mg·l ⁻¹	200
606	ago-2007	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	100
607	ago-2007	Temperatura	°C	27,5
608	sep-2007	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,800
609	sep-2007	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,800
610	sep-2007	DQO	mg·l ⁻¹	82
611	sep-2007	DQO	mg·l ⁻¹	168
612	sep-2007	Coliformes Totales	NMP/100mL	2,40E+07
613	sep-2007	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
614	sep-2007	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1161
615	sep-2007	Conductividad	uS·cm ⁻¹	2120
616	sep-2007	Color	UCV	57
617	sep-2007	Color	UCV	70
618	sep-2007	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	13,00
619	sep-2007	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	7,00
620	sep-2007	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+06
621	sep-2007	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+06
622	sep-2007	STF	mg·l ⁻¹	1.125
623	sep-2007	STV	mg·l ⁻¹	299
624	sep-2007	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	128
625	sep-2007	Temperatura	°C	27,4
626	sep-2007	STF	mg·l ⁻¹	564
627	sep-2007	STV	mg·l ⁻¹	167
628	sep-2007	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	68
629	sep-2007	Temperatura	°C	27,2
630	oct-2007	STD	mg·l ⁻¹	557,00
631	oct-2007	STD	mg·l ⁻¹	1906,00
632	oct-2007	ST	mg·l ⁻¹	600,00
633	oct-2007	ST	mg·l ⁻¹	2006,00
634	oct-2007	SSV	mg·l ⁻¹	33,00
635	oct-2007	SSV	mg·l ⁻¹	68,00
636	oct-2007	SST	mg·l ⁻¹	43,00
637	oct-2007	SST	mg·l ⁻¹	100,00
638	oct-2007	SSF	mg·l ⁻¹	10,00
639	oct-2007	SSF	mg·l ⁻¹	32,00
640	oct-2007	Salinidad	mg·l ⁻¹	500,00
641	oct-2007	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	2,00
642	oct-2007	Salinidad	mg·l ⁻¹	1600,00
643	oct-2007	pH	U pH	7,00
644	oct-2007	pH	U pH	7,00

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
645	oct-2007	Plomo (Pb)	mg·l ⁻¹	0,100
646	oct-2007	Plomo (Pb)	mg·l ⁻¹	0,100
647	oct-2007	Nitrato	mg·l ⁻¹	1,100
648	oct-2007	Nitrato	mg·l ⁻¹	1,100
649	oct-2007	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	5,00
650	oct-2007	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	11,10
651	oct-2007	Hierro (Fe)	mg·l ⁻¹	0,400
652	oct-2007	Hierro (Fe)	mg·l ⁻¹	0,200
653	oct-2007	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
654	oct-2007	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
655	oct-2007	DBO5	mg·l ⁻¹	115
656	oct-2007	DBO5	mg·l ⁻¹	65
657	oct-2007	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,300
658	oct-2007	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,100
659	oct-2007	DQO	mg·l ⁻¹	91
660	oct-2007	DQO	mg·l ⁻¹	198
661	oct-2007	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	8,00
662	oct-2007	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	12,00
663	oct-2007	Conductividad	uS·cm ⁻¹	976
664	oct-2007	Conductividad	uS·cm ⁻¹	3020
665	oct-2007	Coliformes Fecales	NMP/100mL	3,00E+06
666	oct-2007	Coliformes Fecales	NMP/100mL	7,50E+06
667	oct-2007	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,70E+07
668	oct-2007	Coliformes Totales	NMP/100mL	2,20E+07
669	oct-2007	Color	UCV	47
670	oct-2007	Color	UCV	63
671	oct-2007	Aluminio (Al)	mg·l ⁻¹	0,100
672	oct-2007	Aluminio (Al)	mg·l ⁻¹	0,400
673	oct-2007	Bario (Ba)	mg·l ⁻¹	0,2000
674	oct-2007	STF	mg·l ⁻¹	450
675	oct-2007	STV	mg·l ⁻¹	150
676	oct-2007	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	61
677	oct-2007	Temperatura	°C	27,5
678	oct-2007	Zinc (Zn)	mg·l ⁻¹	0,100
679	oct-2007	STF	mg·l ⁻¹	1.487
680	oct-2007	STV	mg·l ⁻¹	519
681	oct-2007	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	180
682	oct-2007	Temperatura	°C	27,1
683	oct-2007	Zinc (Zn)	mg·l ⁻¹	0,1000
684	nov-2007	STD	mg·l ⁻¹	886,00
685	nov-2007	STD	mg·l ⁻¹	1185,00
686	nov-2007	ST	mg·l ⁻¹	946,00
687	nov-2007	ST	mg·l ⁻¹	1267,00
688	nov-2007	SSV	mg·l ⁻¹	41,00
689	nov-2007	SSV	mg·l ⁻¹	60,00
690	nov-2007	SST	mg·l ⁻¹	80,00
691	nov-2007	SST	mg·l ⁻¹	82,00
692	nov-2007	SSF	mg·l ⁻¹	39,00
693	nov-2007	SSF	mg·l ⁻¹	22,00
694	nov-2007	Salinidad	mg·l ⁻¹	1000,00
695	nov-2007	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
696	nov-2007	Salinidad	mg·l ⁻¹	700,00
697	nov-2007	pH	U pH	7,10
698	nov-2007	pH	U pH	7,10

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
699	nov-2007	Plomo (Pb)	mg·l ⁻¹	0,100
700	nov-2007	Plomo (Pb)	mg·l ⁻¹	0,100
701	nov-2007	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,900
702	nov-2007	Nitrato	mg·l ⁻¹	2,800
703	nov-2007	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	10,80
704	nov-2007	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	10,80
705	nov-2007	Hierro (Fe)	mg·l ⁻¹	0,200
706	nov-2007	Hierro (Fe)	mg·l ⁻¹	0,400
707	nov-2007	TPH	mg·l ⁻¹	7,00
708	nov-2007	TPH	mg·l ⁻¹	4,00
709	nov-2007	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	2,00
710	nov-2007	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	4,00
711	nov-2007	DBO5	mg·l ⁻¹	70
712	nov-2007	DBO5	mg·l ⁻¹	115
713	nov-2007	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,200
714	nov-2007	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	3,000
715	nov-2007	DQO	mg·l ⁻¹	123
716	nov-2007	DQO	mg·l ⁻¹	213
717	nov-2007	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	10,00
718	nov-2007	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	15,00
719	nov-2007	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1452
720	nov-2007	Conductividad	uS·cm ⁻¹	2040
721	nov-2007	Color	UCV	295
722	nov-2007	Coliformes Fecales	NMP/100mL	7,00E+06
723	nov-2007	Coliformes Fecales	NMP/100mL	7,00E+06
724	nov-2007	Coliformes Totales	NMP/100mL	5,00E+07
725	nov-2007	Coliformes Totales	NMP/100mL	9,00E+07
726	nov-2007	Color	UCV	68
727	nov-2007	Aluminio (Al)	mg·l ⁻¹	0,400
728	nov-2007	Aluminio (Al)	mg·l ⁻¹	0,100
729	nov-2007	Bario (Ba)	mg·l ⁻¹	0,2000
730	nov-2007	STF	mg·l ⁻¹	1.040
731	nov-2007	STV	mg·l ⁻¹	227
732	nov-2007	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	136
733	nov-2007	Temperatura	°C	26,9
734	nov-2007	Zinc (Zn)	mg·l ⁻¹	0,1000
735	nov-2007	STF	mg·l ⁻¹	736
736	nov-2007	STV	mg·l ⁻¹	210
737	nov-2007	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	86
738	nov-2007	Temperatura	°C	26,7
739	nov-2007	Zinc (Zn)	mg·l ⁻¹	0,100
740	dic-2007	STD	mg·l ⁻¹	733,00
741	dic-2007	ST	mg·l ⁻¹	762,00
742	dic-2007	SSV	mg·l ⁻¹	25,00
743	dic-2007	SST	mg·l ⁻¹	29,00
744	dic-2007	SSF	mg·l ⁻¹	4,00
745	dic-2007	Salinidad	mg·l ⁻¹	600,00
746	dic-2007	pH	U pH	6,90
747	dic-2007	Plomo (Pb)	mg·l ⁻¹	0,100
748	dic-2007	Nitrato	mg·l ⁻¹	1,300
749	dic-2007	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	14,80
750	dic-2007	Hierro (Fe)	mg·l ⁻¹	0,400
751	dic-2007	TPH	mg·l ⁻¹	4,00
752	dic-2007	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	11,00

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
753	dic-2007	DBO5	mg·l ⁻¹	78
754	dic-2007	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,800
755	dic-2007	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,100
756	dic-2007	DQO	mg·l ⁻¹	92
757	dic-2007	DQO	mg·l ⁻¹	153
758	dic-2007	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	7,00
759	dic-2007	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	9,00
760	dic-2007	Conductividad	uS·cm ⁻¹	984
761	dic-2007	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1240
762	dic-2007	Color	UCV	187
763	dic-2007	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+06
764	dic-2007	Coliformes Fecales	NMP/100mL	9,00E+06
765	dic-2007	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
766	dic-2007	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
767	dic-2007	Color	UCV	70
768	dic-2007	Aluminio (Al)	mg·l ⁻¹	0,100
769	dic-2007	Aluminio (Al)	mg·l ⁻¹	0,400
770	dic-2007	Bario (Ba)	mg·l ⁻¹	0,2000
771	dic-2007	STF	mg·l ⁻¹	595
772	dic-2007	STV	mg·l ⁻¹	167
773	dic-2007	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	62
774	dic-2007	Temperatura	°C	26,8
775	dic-2007	Zinc (Zn)	mg·l ⁻¹	0,100
776	dic-2007	STF	mg·l ⁻¹	537
777	dic-2007	STV	mg·l ⁻¹	203
778	dic-2007	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	65
779	dic-2007	Temperatura	°C	26,9
780	dic-2007	Zinc (Zn)	mg·l ⁻¹	0,1000
781	ene-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,100
782	ene-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,900
783	ene-2008	DQO	mg·l ⁻¹	138
784	ene-2008	DQO	mg·l ⁻¹	147
785	ene-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	5,00
786	ene-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	8,00
787	ene-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	867
788	ene-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1144
789	ene-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	2,40E+06
790	ene-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+06
791	ene-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
792	ene-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
793	ene-2008	Color	UCV	24
794	ene-2008	Color	UCV	96
795	ene-2008	STF	mg·l ⁻¹	611
796	ene-2008	STV	mg·l ⁻¹	154
797	ene-2008	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	88
798	ene-2008	Temperatura	°C	26,6
799	ene-2008	STF	mg·l ⁻¹	513
800	ene-2008	STV	mg·l ⁻¹	103
801	ene-2008	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	68
802	ene-2008	Temperatura	°C	27,1
803	feb-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,900
804	feb-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,000
805	feb-2008	DQO	mg·l ⁻¹	118
806	feb-2008	DQO	mg·l ⁻¹	141

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
807	feb-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	10,00
808	feb-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	13,00
809	feb-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	903
810	feb-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1354
811	feb-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	3,00E+06
812	feb-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+06
813	feb-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	9,00E+06
814	feb-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
815	feb-2008	Color	UCV	41
816	feb-2008	Color	UCV	45
817	feb-2008	STF	mg·l ⁻¹	499
818	feb-2008	STV	mg·l ⁻¹	147
819	feb-2008	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	77
820	feb-2008	Temperatura	°C	26,9
821	feb-2008	STF	mg·l ⁻¹	814
822	feb-2008	STV	mg·l ⁻¹	203
823	feb-2008	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	117
824	feb-2008	Temperatura	°C	26,8
825	mar-2008	STD	mg·l ⁻¹	328,00
826	mar-2008	STD	mg·l ⁻¹	722,00
827	mar-2008	ST	mg·l ⁻¹	448,00
828	mar-2008	ST	mg·l ⁻¹	790,00
829	mar-2008	SSV	mg·l ⁻¹	47,00
830	mar-2008	SSV	mg·l ⁻¹	42,00
831	mar-2008	SST	mg·l ⁻¹	68,00
832	mar-2008	SST	mg·l ⁻¹	120,00
833	mar-2008	SSF	mg·l ⁻¹	26,00
834	mar-2008	SSF	mg·l ⁻¹	73,00
835	mar-2008	Salinidad	mg·l ⁻¹	500,00
836	mar-2008	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
837	mar-2008	Salinidad	mg·l ⁻¹	300,00
838	mar-2008	pH	U pH	7,00
839	mar-2008	pH	U pH	7,10
840	mar-2008	Nitrito	mg·l ⁻¹	0,1000
841	mar-2008	Nitrito	mg·l ⁻¹	0,2000
842	mar-2008	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,800
843	mar-2008	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,900
844	mar-2008	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	8,70
845	mar-2008	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	4,70
846	mar-2008	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	4,00
847	mar-2008	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	2,00
848	mar-2008	DBO5	mg·l ⁻¹	45
849	mar-2008	DBO5	mg·l ⁻¹	60
850	mar-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,200
851	mar-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,300
852	mar-2008	DQO	mg·l ⁻¹	81
853	mar-2008	DQO	mg·l ⁻¹	91
854	mar-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	5,00
855	mar-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	7,00
856	mar-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	667
857	mar-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1148
858	mar-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	2,40E+06
859	mar-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	9,00E+06
860	mar-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	9,00E+06

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
861	mar-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
862	mar-2008	Color	UCV	42
863	mar-2008	Color	UCV	88
864	mar-2008	STF	mg·l ⁻¹	662
865	mar-2008	STV	mg·l ⁻¹	128
866	mar-2008	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	72
867	mar-2008	Temperatura	°C	27,6
868	mar-2008	STF	mg·l ⁻¹	297
869	mar-2008	STV	mg·l ⁻¹	151
870	mar-2008	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	47
871	mar-2008	Temperatura	°C	27,1
872	abr-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,700
873	abr-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,900
874	abr-2008	DQO	mg·l ⁻¹	90
875	abr-2008	DQO	mg·l ⁻¹	128
876	abr-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	7,00
877	abr-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	7,00
878	abr-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	874
879	abr-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	918
880	abr-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	2,40E+06
881	abr-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+06
882	abr-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
883	abr-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
884	abr-2008	Color	UCV	22
885	abr-2008	Color	UCV	148
886	abr-2008	Aluminio (Al)	mg·l ⁻¹	0,150
887	abr-2008	Bario (Ba)	mg·l ⁻¹	0,1400
888	abr-2008	Bario (Ba)	mg·l ⁻¹	0,1260
889	abr-2008	Boro (B)	mg·l ⁻¹	0,60
890	abr-2008	Boro (B)	mg·l ⁻¹	0,70
891	abr-2008	STF	mg·l ⁻¹	523
892	abr-2008	STV	mg·l ⁻¹	151
893	abr-2008	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	95
894	abr-2008	Temperatura	°C	28,1
895	abr-2008	Zinc (Zn)	mg·l ⁻¹	0,043
896	abr-2008	STF	mg·l ⁻¹	545
897	abr-2008	STV	mg·l ⁻¹	159
898	abr-2008	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	98
899	abr-2008	Temperatura	°C	28,3
900	abr-2008	Zinc (Zn)	mg·l ⁻¹	0,0438
901	may-2008	STD	mg·l ⁻¹	585,00
902	may-2008	STD	mg·l ⁻¹	735,00
903	may-2008	ST	mg·l ⁻¹	643,00
904	may-2008	ST	mg·l ⁻¹	797,00
905	may-2008	SSV	mg·l ⁻¹	42,00
906	may-2008	SSV	mg·l ⁻¹	49,00
907	may-2008	SST	mg·l ⁻¹	58,00
908	may-2008	SST	mg·l ⁻¹	62,00
909	may-2008	SSF	mg·l ⁻¹	16,00
910	may-2008	SSF	mg·l ⁻¹	13,00
911	may-2008	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
912	may-2008	Salinidad	mg·l ⁻¹	500,00
913	may-2008	Salinidad	mg·l ⁻¹	500,00
914	may-2008	pH	U pH	7,30

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
915	may-2008	pH	U pH	7,30
916	may-2008	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,600
917	may-2008	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	5,60
918	may-2008	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	9,60
919	may-2008	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
920	may-2008	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	5,00
921	may-2008	DBO5	mg·l ⁻¹	95
922	may-2008	DBO5	mg·l ⁻¹	65
923	may-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,500
924	may-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,700
925	may-2008	DQO	mg·l ⁻¹	90
926	may-2008	DQO	mg·l ⁻¹	110
927	may-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	47,20
928	may-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	23,80
929	may-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	908
930	may-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1085
931	may-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	3,00E+06
932	may-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	3,00E+06
933	may-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
934	may-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
935	may-2008	Color	UCV	93
936	may-2008	Color	UCV	126
937	may-2008	STF	mg·l ⁻¹	608
938	may-2008	STV	mg·l ⁻¹	189
939	may-2008	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	110
940	may-2008	Temperatura	°C	28,1
941	may-2008	STF	mg·l ⁻¹	564
942	may-2008	STV	mg·l ⁻¹	79
943	may-2008	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	71
944	may-2008	Temperatura	°C	27,5
945	jun-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,200
946	jun-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,600
947	jun-2008	DQO	mg·l ⁻¹	80
948	jun-2008	DQO	mg·l ⁻¹	136
949	jun-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	10,00
950	jun-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	8,00
951	jun-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1209
952	jun-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1903
953	jun-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	3,00E+06
954	jun-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	3,00E+06
955	jun-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	5,00E+06
956	jun-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	9,00E+06
957	jun-2008	Color	UCV	39
958	jun-2008	Color	UCV	62
959	jun-2008	STF	mg·l ⁻¹	629
960	jun-2008	STV	mg·l ⁻¹	167
961	jun-2008	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	65
962	jun-2008	Temperatura	°C	27,5
963	jun-2008	STF	mg·l ⁻¹	1.013
964	jun-2008	STV	mg·l ⁻¹	252
965	jun-2008	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	107
966	jun-2008	Temperatura	°C	27,3
967	jul-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,400
968	jul-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,600

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
969	jul-2008	DQO	mg·l ⁻¹	141
970	jul-2008	DQO	mg·l ⁻¹	262
971	jul-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	11,00
972	jul-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	7,00
973	jul-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1237
974	jul-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1351
975	jul-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+06
976	jul-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	9,00E+06
977	jul-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
978	jul-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
979	jul-2008	Color	UCV	66
980	jul-2008	Color	UCV	75
981	jul-2008	STF	mg·l ⁻¹	636
982	jul-2008	STV	mg·l ⁻¹	130
983	jul-2008	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	65
984	jul-2008	Temperatura	°C	27,6
985	jul-2008	STF	mg·l ⁻¹	702
986	jul-2008	STV	mg·l ⁻¹	149
987	jul-2008	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	84
988	jul-2008	Temperatura	°C	27,8
989	ago-2008	STD	mg·l ⁻¹	1128,00
990	ago-2008	ST	mg·l ⁻¹	1243,00
991	ago-2008	SSV	mg·l ⁻¹	58,00
992	ago-2008	SST	mg·l ⁻¹	115,00
993	ago-2008	SSF	mg·l ⁻¹	57,00
994	ago-2008	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	2,00
995	ago-2008	Salinidad	mg·l ⁻¹	1000,00
996	ago-2008	pH	U pH	7,20
997	ago-2008	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,600
998	ago-2008	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	9,50
999	ago-2008	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	2,00
1000	ago-2008	DBO5	mg·l ⁻¹	75
1001	ago-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,900
1002	ago-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,000
1003	ago-2008	DQO	mg·l ⁻¹	166
1004	ago-2008	DQO	mg·l ⁻¹	270
1005	ago-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	9,00
1006	ago-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	10,00
1007	ago-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1880
1008	ago-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	3570
1009	ago-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	3,00E+06
1010	ago-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	2,40E+07
1011	ago-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1012	ago-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	3,00E+07
1013	ago-2008	Color	UCV	48
1014	ago-2008	Color	UCV	52
1015	ago-2008	STF	mg·l ⁻¹	966
1016	ago-2008	STV	mg·l ⁻¹	277
1017	ago-2008	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	103
1018	ago-2008	Temperatura	°C	27,8
1019	ago-2008	STF	mg·l ⁻¹	1.871
1020	ago-2008	STV	mg·l ⁻¹	462
1021	ago-2008	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	172
1022	ago-2008	Temperatura	°C	27,6

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
1023	sep-2008	STD	mg·l ⁻¹	1172,00
1024	sep-2008	STD	mg·l ⁻¹	2027,00
1025	sep-2008	ST	mg·l ⁻¹	1257,00
1026	sep-2008	ST	mg·l ⁻¹	2156,00
1027	sep-2008	SSV	mg·l ⁻¹	57,00
1028	sep-2008	SSV	mg·l ⁻¹	68,00
1029	sep-2008	SST	mg·l ⁻¹	85,00
1030	sep-2008	SST	mg·l ⁻¹	129,00
1031	sep-2008	SSF	mg·l ⁻¹	28,00
1032	sep-2008	SSF	mg·l ⁻¹	61,00
1033	sep-2008	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	2,00
1034	sep-2008	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1035	sep-2008	Salinidad	mg·l ⁻¹	1800,00
1036	sep-2008	Salinidad	mg·l ⁻¹	1000,00
1037	sep-2008	pH	U pH	7,70
1038	sep-2008	pH	U pH	7,70
1039	sep-2008	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,400
1040	sep-2008	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,800
1041	sep-2008	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	9,40
1042	sep-2008	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	12,10
1043	sep-2008	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	4,00
1044	sep-2008	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	12,00
1045	sep-2008	DBO5	mg·l ⁻¹	110
1046	sep-2008	DBO5	mg·l ⁻¹	90
1047	sep-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,200
1048	sep-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,300
1049	sep-2008	DQO	mg·l ⁻¹	192
1050	sep-2008	DQO	mg·l ⁻¹	197
1051	sep-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	11,00
1052	sep-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	14,00
1053	sep-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1963
1054	sep-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	3400
1055	sep-2008	Color	UCV	184
1056	sep-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	9,00E+06
1057	sep-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,60E+07
1058	sep-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1059	sep-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1060	sep-2008	Color	UCV	137
1061	sep-2008	STF	mg·l ⁻¹	969
1062	sep-2008	STV	mg·l ⁻¹	288
1063	sep-2008	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	76
1064	sep-2008	Temperatura	°C	27,2
1065	sep-2008	STF	mg·l ⁻¹	1.804
1066	sep-2008	STV	mg·l ⁻¹	352
1067	sep-2008	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	166
1068	sep-2008	Temperatura	°C	27,5
1069	oct-2008	STD	mg·l ⁻¹	1073,00
1070	oct-2008	STD	mg·l ⁻¹	2567,00
1071	oct-2008	ST	mg·l ⁻¹	1156,00
1072	oct-2008	ST	mg·l ⁻¹	2677,00
1073	oct-2008	SSV	mg·l ⁻¹	61,00
1074	oct-2008	SSV	mg·l ⁻¹	61,00
1075	oct-2008	SST	mg·l ⁻¹	83,00
1076	oct-2008	SST	mg·l ⁻¹	110,00

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
1077	oct-2008	SSF	mg·l ⁻¹	22,00
1078	oct-2008	SSF	mg·l ⁻¹	49,00
1079	oct-2008	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1080	oct-2008	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	2,00
1081	oct-2008	Salinidad	mg·l ⁻¹	900,00
1082	oct-2008	Salinidad	mg·l ⁻¹	2300,00
1083	oct-2008	pH	U pH	7,10
1084	oct-2008	pH	U pH	7,00
1085	oct-2008	Plomo (Pb)	mg·l ⁻¹	0,089
1086	oct-2008	Plomo (Pb)	mg·l ⁻¹	0,076
1087	oct-2008	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	15,40
1088	oct-2008	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	9,30
1089	oct-2008	Hierro (Fe)	mg·l ⁻¹	2,284
1090	oct-2008	Hierro (Fe)	mg·l ⁻¹	1,456
1091	oct-2008	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
1092	oct-2008	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
1093	oct-2008	DBO5	mg·l ⁻¹	120
1094	oct-2008	DBO5	mg·l ⁻¹	85
1095	oct-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,700
1096	oct-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,300
1097	oct-2008	DQO	mg·l ⁻¹	208
1098	oct-2008	DQO	mg·l ⁻¹	222
1099	oct-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	12,00
1100	oct-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	11,00
1101	oct-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1863
1102	oct-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	4240
1103	oct-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	2,40E+06
1104	oct-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	3,00E+06
1105	oct-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1106	oct-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1107	oct-2008	Color	UCV	89
1108	oct-2008	Color	UCV	104
1109	oct-2008	Aluminio (Al)	mg·l ⁻¹	0,210
1110	oct-2008	Aluminio (Al)	mg·l ⁻¹	0,586
1111	oct-2008	Bario (Ba)	mg·l ⁻¹	0,2710
1112	oct-2008	Bario (Ba)	mg·l ⁻¹	0,1880
1113	oct-2008	Boro (B)	mg·l ⁻¹	1,20
1114	oct-2008	STF	mg·l ⁻¹	934
1115	oct-2008	STV	mg·l ⁻¹	222
1116	oct-2008	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	90
1117	oct-2008	Temperatura	°C	27,3
1118	oct-2008	STF	mg·l ⁻¹	2.196
1119	oct-2008	STV	mg·l ⁻¹	481
1120	oct-2008	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	185
1121	oct-2008	Temperatura	°C	27,5
1122	nov-2008	STD	mg·l ⁻¹	753,00
1123	nov-2008	STD	mg·l ⁻¹	1483,00
1124	nov-2008	ST	mg·l ⁻¹	851,00
1125	nov-2008	ST	mg·l ⁻¹	1563,00
1126	nov-2008	SSV	mg·l ⁻¹	69,00
1127	nov-2008	SSV	mg·l ⁻¹	53,00
1128	nov-2008	SST	mg·l ⁻¹	80,00
1129	nov-2008	SST	mg·l ⁻¹	98,00
1130	nov-2008	SSF	mg·l ⁻¹	27,00

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
1131	nov-2008	SSF	mg·l ⁻¹	29,00
1132	nov-2008	Salinidad	mg·l ⁻¹	1300,00
1133	nov-2008	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1134	nov-2008	Salinidad	mg·l ⁻¹	700,00
1135	nov-2008	pH	U pH	8,20
1136	nov-2008	pH	U pH	8,00
1137	nov-2008	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	12,30
1138	nov-2008	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	19,00
1139	nov-2008	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	11,00
1140	nov-2008	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	11,00
1141	nov-2008	DBO5	mg·l ⁻¹	90
1142	nov-2008	DBO5	mg·l ⁻¹	100
1143	nov-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	3,800
1144	nov-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	4,500
1145	nov-2008	DQO	mg·l ⁻¹	156
1146	nov-2008	DQO	mg·l ⁻¹	190
1147	nov-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	8,00
1148	nov-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	9,00
1149	nov-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1408
1150	nov-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	2560
1151	nov-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+05
1152	nov-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	2,40E+06
1153	nov-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,10E+06
1154	nov-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	5,00E+06
1155	nov-2008	Color	UCV	58
1156	nov-2008	Color	UCV	94
1157	nov-2008	STF	mg·l ⁻¹	693
1158	nov-2008	STV	mg·l ⁻¹	158
1159	nov-2008	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	77
1160	nov-2008	Temperatura	°C	27,7
1161	nov-2008	STF	mg·l ⁻¹	1.303
1162	nov-2008	STV	mg·l ⁻¹	260
1163	nov-2008	Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	mg·l ⁻¹	143
1164	nov-2008	Temperatura	°C	28,8
1165	dic-2008	STD	mg·l ⁻¹	571,00
1166	dic-2008	STD	mg·l ⁻¹	1684,00
1167	dic-2008	ST	mg·l ⁻¹	657,00
1168	dic-2008	ST	mg·l ⁻¹	1792,00
1169	dic-2008	SSV	mg·l ⁻¹	58,00
1170	dic-2008	SSV	mg·l ⁻¹	67,00
1171	dic-2008	SST	mg·l ⁻¹	86,00
1172	dic-2008	SST	mg·l ⁻¹	108,00
1173	dic-2008	SSF	mg·l ⁻¹	28,00
1174	dic-2008	SSF	mg·l ⁻¹	41,00
1175	dic-2008	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1176	dic-2008	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1177	dic-2008	Salinidad	mg·l ⁻¹	500,00
1178	dic-2008	Salinidad	mg·l ⁻¹	1500,00
1179	dic-2008	pH	U pH	7,20
1180	dic-2008	pH	U pH	7,00
1181	dic-2008	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,200
1182	dic-2008	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,400
1183	dic-2008	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	11,70
1184	dic-2008	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	11,90

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
1185	dic-2008	TPH	mg·l ⁻¹	3,00
1186	dic-2008	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	4,00
1187	dic-2008	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	10,00
1188	dic-2008	DBO5	mg·l ⁻¹	85
1189	dic-2008	DBO5	mg·l ⁻¹	60
1190	dic-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	4,000
1191	dic-2008	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	5,200
1192	dic-2008	DQO	mg·l ⁻¹	162
1193	dic-2008	DQO	mg·l ⁻¹	242
1194	dic-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	12,00
1195	dic-2008	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	11,00
1196	dic-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1078
1197	dic-2008	Conductividad	uS·cm ⁻¹	2930
1198	dic-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,70E+05
1199	dic-2008	Coliformes Fecales	NMP/100mL	9,00E+06
1200	dic-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,10E+06
1201	dic-2008	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1202	dic-2008	Color	UCV	110
1203	dic-2008	Color	UCV	136
1204	dic-2008	STF	mg·l ⁻¹	530
1205	dic-2008	STV	mg·l ⁻¹	127
1206	dic-2008	Temperatura	°C	28,2
1207	dic-2008	STF	mg·l ⁻¹	1.497
1208	dic-2008	STV	mg·l ⁻¹	295
1209	dic-2008	Temperatura	°C	28,2
1210	ene-2009	STD	mg·l ⁻¹	580,00
1211	ene-2009	STD	mg·l ⁻¹	1725,00
1212	ene-2009	ST	mg·l ⁻¹	652,00
1213	ene-2009	ST	mg·l ⁻¹	1843,00
1214	ene-2009	SSV	mg·l ⁻¹	49,00
1215	ene-2009	SSV	mg·l ⁻¹	69,00
1216	ene-2009	SST	mg·l ⁻¹	72,00
1217	ene-2009	SST	mg·l ⁻¹	118,00
1218	ene-2009	SSF	mg·l ⁻¹	23,00
1219	ene-2009	SSF	mg·l ⁻¹	49,00
1220	ene-2009	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1221	ene-2009	Salinidad	mg·l ⁻¹	1600,00
1222	ene-2009	Salinidad	mg·l ⁻¹	500,00
1223	ene-2009	pH	U pH	7,20
1224	ene-2009	pH	U pH	7,30
1225	ene-2009	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,400
1226	ene-2009	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,100
1227	ene-2009	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	31,20
1228	ene-2009	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	10,70
1229	ene-2009	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	4,00
1230	ene-2009	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	4,00
1231	ene-2009	DBO5	mg·l ⁻¹	105
1232	ene-2009	DBO5	mg·l ⁻¹	100
1233	ene-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,000
1234	ene-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	7,700
1235	ene-2009	DQO	mg·l ⁻¹	234
1236	ene-2009	DQO	mg·l ⁻¹	244
1237	ene-2009	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	11,00
1238	ene-2009	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	10,00

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
1239	ene-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1038
1240	ene-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	3050
1241	ene-2009	Color	UCV	234
1242	ene-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	3,00E+05
1243	ene-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	2,20E+07
1244	ene-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	9,00E+05
1245	ene-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	9,00E+07
1246	ene-2009	Color	UCV	153
1247	ene-2009	STF	mg·l ⁻¹	524
1248	ene-2009	STV	mg·l ⁻¹	128
1249	ene-2009	Temperatura	°C	28,8
1250	ene-2009	STF	mg·l ⁻¹	1.546
1251	ene-2009	STV	mg·l ⁻¹	297
1252	ene-2009	Temperatura	°C	28,7
1253	feb-2009	STD	mg·l ⁻¹	519,00
1254	feb-2009	STD	mg·l ⁻¹	1266,00
1255	feb-2009	ST	mg·l ⁻¹	577,00
1256	feb-2009	ST	mg·l ⁻¹	1319,00
1257	feb-2009	SSV	mg·l ⁻¹	43,00
1258	feb-2009	SSV	mg·l ⁻¹	35,00
1259	feb-2009	SST	mg·l ⁻¹	53,00
1260	feb-2009	SST	mg·l ⁻¹	58,00
1261	feb-2009	SSF	mg·l ⁻¹	18,00
1262	feb-2009	SSF	mg·l ⁻¹	15,00
1263	feb-2009	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1264	feb-2009	Salinidad	mg·l ⁻¹	1100,00
1265	feb-2009	Salinidad	mg·l ⁻¹	400,00
1266	feb-2009	pH	U pH	7,60
1267	feb-2009	pH	U pH	7,60
1268	feb-2009	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,200
1269	feb-2009	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,200
1270	feb-2009	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	5,40
1271	feb-2009	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	10,10
1272	feb-2009	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	2,00
1273	feb-2009	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	2,00
1274	feb-2009	DBO5	mg·l ⁻¹	50
1275	feb-2009	DBO5	mg·l ⁻¹	70
1276	feb-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,400
1277	feb-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,900
1278	feb-2009	DQO	mg·l ⁻¹	82
1279	feb-2009	DQO	mg·l ⁻¹	82
1280	feb-2009	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	5,00
1281	feb-2009	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	34,70
1282	feb-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	890
1283	feb-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	2095
1284	feb-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+05
1285	feb-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	9,00E+06
1286	feb-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1287	feb-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1288	feb-2009	Color	UCV	38
1289	feb-2009	Color	UCV	46
1290	feb-2009	STF	mg·l ⁻¹	461
1291	feb-2009	STV	mg·l ⁻¹	116
1292	feb-2009	Temperatura	°C	27,9

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
1293	feb-2009	STF	mg·l ⁻¹	1.107
1294	feb-2009	STV	mg·l ⁻¹	212
1295	feb-2009	Temperatura	°C	28,2
1296	mar-2009	STD	mg·l ⁻¹	334,00
1297	mar-2009	STD	mg·l ⁻¹	394,00
1298	mar-2009	ST	mg·l ⁻¹	372,00
1299	mar-2009	ST	mg·l ⁻¹	418,00
1300	mar-2009	SSV	mg·l ⁻¹	27,00
1301	mar-2009	SSV	mg·l ⁻¹	11,00
1302	mar-2009	SST	mg·l ⁻¹	24,00
1303	mar-2009	SST	mg·l ⁻¹	38,00
1304	mar-2009	SSF	mg·l ⁻¹	13,00
1305	mar-2009	SSF	mg·l ⁻¹	11,00
1306	mar-2009	Salinidad	mg·l ⁻¹	300,00
1307	mar-2009	Salinidad	mg·l ⁻¹	300,00
1308	mar-2009	pH	U pH	7,70
1309	mar-2009	pH	U pH	7,70
1310	mar-2009	Nitrito	mg·l ⁻¹	0,3000
1311	mar-2009	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,600
1312	mar-2009	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,800
1313	mar-2009	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	3,90
1314	mar-2009	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	3,50
1315	mar-2009	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	5,00
1316	mar-2009	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	5,00
1317	mar-2009	DBO5	mg·l ⁻¹	25
1318	mar-2009	DBO5	mg·l ⁻¹	35
1319	mar-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,100
1320	mar-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	3,400
1321	mar-2009	DQO	mg·l ⁻¹	31
1322	mar-2009	DQO	mg·l ⁻¹	63
1323	mar-2009	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	3,00
1324	mar-2009	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	4,00
1325	mar-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	619
1326	mar-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	702
1327	mar-2009	Color	UCV	160
1328	mar-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,30E+06
1329	mar-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	3,00E+06
1330	mar-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	9,00E+06
1331	mar-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1332	mar-2009	Color	UCV	19
1333	mar-2009	STF	mg·l ⁻¹	279
1334	mar-2009	STV	mg·l ⁻¹	93
1335	mar-2009	Temperatura	°C	27,3
1336	mar-2009	STF	mg·l ⁻¹	363
1337	mar-2009	STV	mg·l ⁻¹	55
1338	mar-2009	Temperatura	°C	26,9
1339	abr-2009	STD	mg·l ⁻¹	476,00
1340	abr-2009	STD	mg·l ⁻¹	1076,00
1341	abr-2009	ST	mg·l ⁻¹	547,00
1342	abr-2009	ST	mg·l ⁻¹	1152,00
1343	abr-2009	SSV	mg·l ⁻¹	46,00
1344	abr-2009	SSV	mg·l ⁻¹	51,00
1345	abr-2009	SST	mg·l ⁻¹	71,00
1346	abr-2009	SST	mg·l ⁻¹	76,00

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
1347	abr-2009	SSF	mg·l ⁻¹	25,00
1348	abr-2009	SSF	mg·l ⁻¹	25,00
1349	abr-2009	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1350	abr-2009	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1351	abr-2009	Salinidad	mg·l ⁻¹	400,00
1352	abr-2009	Salinidad	mg·l ⁻¹	1000,00
1353	abr-2009	pH	U pH	7,10
1354	abr-2009	pH	U pH	7,20
1355	abr-2009	Nitrito	mg·l ⁻¹	0,2000
1356	abr-2009	Nitrito	mg·l ⁻¹	0,1000
1357	abr-2009	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,800
1358	abr-2009	Nitrato	mg·l ⁻¹	1,000
1359	abr-2009	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	6,40
1360	abr-2009	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	5,50
1361	abr-2009	TPH	mg·l ⁻¹	9,00
1362	abr-2009	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	2,00
1363	abr-2009	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
1364	abr-2009	DBO5	mg·l ⁻¹	75
1365	abr-2009	DBO5	mg·l ⁻¹	85
1366	abr-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,100
1367	abr-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,700
1368	abr-2009	DQO	mg·l ⁻¹	152
1369	abr-2009	DQO	mg·l ⁻¹	176
1370	abr-2009	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	12,00
1371	abr-2009	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	75,00
1372	abr-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	829
1373	abr-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1889
1374	abr-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+06
1375	abr-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,30E+07
1376	abr-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1377	abr-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	5,00E+07
1378	abr-2009	Color	UCV	84
1379	abr-2009	Color	UCV	92
1380	abr-2009	STF	mg·l ⁻¹	407,0
1381	abr-2009	STV	mg·l ⁻¹	140,0
1382	abr-2009	Temperatura	°C	28,2
1383	abr-2009	STF	mg·l ⁻¹	940
1384	abr-2009	STV	mg·l ⁻¹	212
1385	abr-2009	Temperatura	°C	29,3
1386	may-2009	STD	mg·l ⁻¹	508,00
1387	may-2009	STD	mg·l ⁻¹	939,00
1388	may-2009	ST	mg·l ⁻¹	604,00
1389	may-2009	ST	mg·l ⁻¹	994,00
1390	may-2009	SSV	mg·l ⁻¹	54,00
1391	may-2009	SSV	mg·l ⁻¹	37,00
1392	may-2009	SST	mg·l ⁻¹	55,00
1393	may-2009	SST	mg·l ⁻¹	96,00
1394	may-2009	SSF	mg·l ⁻¹	18,00
1395	may-2009	SSF	mg·l ⁻¹	42,00
1396	may-2009	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1397	may-2009	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1398	may-2009	Salinidad	mg·l ⁻¹	400,00
1399	may-2009	Salinidad	mg·l ⁻¹	800,00
1400	may-2009	pH	U pH	7,30

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
1401	may-2009	pH	U pH	7,20
1402	may-2009	Nitrato	mg·l ⁻¹	1,900
1403	may-2009	Nitrato	mg·l ⁻¹	1,700
1404	may-2009	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	9,60
1405	may-2009	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	8,90
1406	may-2009	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
1407	may-2009	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	5,00
1408	may-2009	DBO5	mg·l ⁻¹	75
1409	may-2009	DBO5	mg·l ⁻¹	75
1410	may-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	4,000
1411	may-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	5,300
1412	may-2009	DQO	mg·l ⁻¹	134
1413	may-2009	DQO	mg·l ⁻¹	190
1414	may-2009	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	9,90
1415	may-2009	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	10,60
1416	may-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	897
1417	may-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1588
1418	may-2009	Color	UCV	180
1419	may-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+06
1420	may-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+06
1421	may-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,40E+07
1422	may-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1423	may-2009	Color	UCV	150
1424	may-2009	STF	mg·l ⁻¹	854
1425	may-2009	STV	mg·l ⁻¹	140
1426	may-2009	Temperatura	°C	29,2
1427	may-2009	STF	mg·l ⁻¹	484
1428	may-2009	STV	mg·l ⁻¹	120
1429	may-2009	Temperatura	°C	29,0
1430	jun-2009	STD	mg·l ⁻¹	2543,00
1431	jun-2009	ST	mg·l ⁻¹	2648,00
1432	jun-2009	SSV	mg·l ⁻¹	83,00
1433	jun-2009	SST	mg·l ⁻¹	105,00
1434	jun-2009	SSF	mg·l ⁻¹	22,00
1435	jun-2009	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1436	jun-2009	Salinidad	mg·l ⁻¹	2300,00
1437	jun-2009	pH	U pH	7,50
1438	jun-2009	Nitrato	mg·l ⁻¹	1,200
1439	jun-2009	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	8,70
1440	jun-2009	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	7,00
1441	jun-2009	DBO5	mg·l ⁻¹	180
1442	jun-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,800
1443	jun-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	3,480
1444	jun-2009	DQO	mg·l ⁻¹	160
1445	jun-2009	DQO	mg·l ⁻¹	360
1446	jun-2009	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	6,80
1447	jun-2009	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	14,80
1448	jun-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	938
1449	jun-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	4320
1450	jun-2009	Color	UCV	199
1451	jun-2009	Color	UCV	306
1452	jun-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	3,00E+06
1453	jun-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,30E+07
1454	jun-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	5,00E+06

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
1455	jun-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	3,00E+07
1456	jun-2009	STF	mg·l ⁻¹	2.159
1457	jun-2009	STV	mg·l ⁻¹	489
1458	jun-2009	Temperatura	°C	29,5
1459	jun-2009	STF	mg·l ⁻¹	452
1460	jun-2009	STV	mg·l ⁻¹	140
1461	jun-2009	Temperatura	°C	28,4
1462	jul-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,200
1463	jul-2009	DQO	mg·l ⁻¹	120
1464	jul-2009	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	16,90
1465	jul-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1115
1466	jul-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	8,00E+05
1467	jul-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1468	jul-2009	Color	UCV	80
1469	jul-2009	STF	mg·l ⁻¹	544
1470	jul-2009	STV	mg·l ⁻¹	163
1471	jul-2009	Temperatura	°C	27,8
1472	ago-2009	STD	mg·l ⁻¹	719,00
1473	ago-2009	STD	mg·l ⁻¹	1142,00
1474	ago-2009	ST	mg·l ⁻¹	826,00
1475	ago-2009	ST	mg·l ⁻¹	1222,00
1476	ago-2009	SSV	mg·l ⁻¹	60,00
1477	ago-2009	SSV	mg·l ⁻¹	61,00
1478	ago-2009	SST	mg·l ⁻¹	107,00
1479	ago-2009	SST	mg·l ⁻¹	80,00
1480	ago-2009	SSF	mg·l ⁻¹	19,00
1481	ago-2009	SSF	mg·l ⁻¹	47,00
1482	ago-2009	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1483	ago-2009	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1484	ago-2009	Salinidad	mg·l ⁻¹	600,00
1485	ago-2009	Salinidad	mg·l ⁻¹	1000,00
1486	ago-2009	pH	U pH	7,00
1487	ago-2009	pH	U pH	7,00
1488	ago-2009	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,200
1489	ago-2009	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,600
1490	ago-2009	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	11,30
1491	ago-2009	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	17,40
1492	ago-2009	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	6,00
1493	ago-2009	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	9,00
1494	ago-2009	DBO5	mg·l ⁻¹	120
1495	ago-2009	DBO5	mg·l ⁻¹	95
1496	ago-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,900
1497	ago-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,100
1498	ago-2009	DQO	mg·l ⁻¹	116
1499	ago-2009	DQO	mg·l ⁻¹	142
1500	ago-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,60E+07
1501	ago-2009	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	8,40
1502	ago-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1284
1503	ago-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	2010
1504	ago-2009	Color	UCV	172
1505	ago-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+06
1506	ago-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1507	ago-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+08
1508	ago-2009	Color	UCV	152

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
1509	ago-2009	STF	mg·l ⁻¹	652
1510	ago-2009	STV	mg·l ⁻¹	174
1511	ago-2009	Temperatura	°C	27,7
1512	ago-2009	STF	mg·l ⁻¹	1.000
1513	ago-2009	STV	mg·l ⁻¹	222
1514	ago-2009	Temperatura	°C	27,8
1515	sep-2009	ST	mg·l ⁻¹	728,00
1516	sep-2009	ST	mg·l ⁻¹	1772,00
1517	sep-2009	SSV	mg·l ⁻¹	71,00
1518	sep-2009	SSV	mg·l ⁻¹	72,00
1519	sep-2009	SST	mg·l ⁻¹	98,00
1520	sep-2009	SST	mg·l ⁻¹	153,00
1521	sep-2009	SSF	mg·l ⁻¹	27,00
1522	sep-2009	SSF	mg·l ⁻¹	81,00
1523	sep-2009	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1524	sep-2009	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	2,00
1525	sep-2009	Salinidad	mg·l ⁻¹	600,00
1526	sep-2009	Salinidad	mg·l ⁻¹	1300,00
1527	sep-2009	pH	U pH	7,00
1528	sep-2009	pH	U pH	7,00
1529	sep-2009	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,400
1530	sep-2009	Nitrato	mg·l ⁻¹	1,100
1531	sep-2009	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	8,70
1532	sep-2009	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	10,70
1533	sep-2009	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
1534	sep-2009	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	4,00
1535	sep-2009	DBO5	mg·l ⁻¹	80
1536	sep-2009	DBO5	mg·l ⁻¹	65
1537	sep-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,900
1538	sep-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	4,400
1539	sep-2009	DQO	mg·l ⁻¹	142
1540	sep-2009	DQO	mg·l ⁻¹	371
1541	sep-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	8,00E+05
1542	sep-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	3,00E+06
1543	sep-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1122
1544	sep-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	2610
1545	sep-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1546	sep-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1547	sep-2009	Color	UCV	98
1548	sep-2009	Color	UCV	104
1549	sep-2009	STF	mg·l ⁻¹	633
1550	sep-2009	STV	mg·l ⁻¹	95
1551	sep-2009	Temperatura	°C	28,6
1552	sep-2009	STF	mg·l ⁻¹	1.451
1553	sep-2009	STV	mg·l ⁻¹	321
1554	sep-2009	Temperatura	°C	28,7
1555	oct-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,300
1556	oct-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,000
1557	oct-2009	DQO	mg·l ⁻¹	115
1558	oct-2009	DQO	mg·l ⁻¹	119
1559	oct-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	3,00E+04
1560	oct-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+06
1561	oct-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	3130
1562	oct-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1895

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
1563	oct-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	3,00E+06
1564	oct-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1565	oct-2009	Color	UCV	37
1566	oct-2009	Color	UCV	82
1567	oct-2009	Temperatura	°C	27,8
1568	oct-2009	Temperatura	°C	28,6
1569	nov-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,400
1570	nov-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,600
1571	nov-2009	DQO	mg·l ⁻¹	141
1572	nov-2009	DQO	mg·l ⁻¹	150
1573	nov-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	8,00E+05
1574	nov-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+05
1575	nov-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	4930
1576	nov-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1699
1577	nov-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+06
1578	nov-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1579	nov-2009	Color	UCV	71
1580	nov-2009	Color	UCV	81
1581	nov-2009	STF	mg·l ⁻¹	1.002
1582	nov-2009	STV	mg·l ⁻¹	57
1583	nov-2009	Temperatura	°C	26,6
1584	nov-2009	STF	mg·l ⁻¹	2.305
1585	nov-2009	STV	mg·l ⁻¹	465
1586	nov-2009	Temperatura	°C	26,6
1587	dic-2009	ST	mg·l ⁻¹	763,00
1588	dic-2009	ST	mg·l ⁻¹	2026,00
1589	dic-2009	SSV	mg·l ⁻¹	45,00
1590	dic-2009	SSV	mg·l ⁻¹	48,00
1591	dic-2009	SST	mg·l ⁻¹	76,00
1592	dic-2009	SST	mg·l ⁻¹	87,00
1593	dic-2009	SSF	mg·l ⁻¹	31,00
1594	dic-2009	SSF	mg·l ⁻¹	39,00
1595	dic-2009	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	2,00
1596	dic-2009	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1597	dic-2009	Salinidad	mg·l ⁻¹	1,70
1598	dic-2009	Salinidad	mg·l ⁻¹	0,60
1599	dic-2009	pH	U pH	7,30
1600	dic-2009	pH	U pH	7,00
1601	dic-2009	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	5,20
1602	dic-2009	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	10,30
1603	dic-2009	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	2,00
1604	dic-2009	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
1605	dic-2009	DBO5	mg·l ⁻¹	110
1606	dic-2009	DBO5	mg·l ⁻¹	80
1607	dic-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,900
1608	dic-2009	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,500
1609	dic-2009	DQO	mg·l ⁻¹	113
1610	dic-2009	DQO	mg·l ⁻¹	156
1611	dic-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+07
1612	dic-2009	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,60E+07
1613	dic-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1265
1614	dic-2009	Conductividad	uS·cm ⁻¹	3320
1615	dic-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	3,00E+07
1616	dic-2009	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+08

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
1617	dic-2009	Color	UCV	58
1618	dic-2009	Color	UCV	71
1619	dic-2009	STF	mg·l ⁻¹	570
1620	dic-2009	STV	mg·l ⁻¹	193
1621	dic-2009	Temperatura	°C	27,5
1622	dic-2009	STF	mg·l ⁻¹	1.582
1623	dic-2009	STV	mg·l ⁻¹	444
1624	dic-2009	Temperatura	°C	27,9
1625	ene-2010	ST	mg·l ⁻¹	2038,00
1626	ene-2010	ST	mg·l ⁻¹	3746,00
1627	ene-2010	SSV	mg·l ⁻¹	59,00
1628	ene-2010	SSV	mg·l ⁻¹	70,00
1629	ene-2010	SST	mg·l ⁻¹	87,00
1630	ene-2010	SST	mg·l ⁻¹	138,00
1631	ene-2010	SSF	mg·l ⁻¹	28,00
1632	ene-2010	SSF	mg·l ⁻¹	68,00
1633	ene-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	1,80
1634	ene-2010	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	2,00
1635	ene-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	3,20
1636	ene-2010	pH	U pH	7,00
1637	ene-2010	pH	U pH	7,50
1638	ene-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	8,00
1639	ene-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	7,40
1640	ene-2010	TPH	mg·l ⁻¹	3,00
1641	ene-2010	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
1642	ene-2010	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
1643	ene-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	90
1644	ene-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	105
1645	ene-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,300
1646	ene-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,700
1647	ene-2010	DQO	mg·l ⁻¹	137
1648	ene-2010	DQO	mg·l ⁻¹	149
1649	ene-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	3,00E+06
1650	ene-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	8,00E+05
1651	ene-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	3370
1652	ene-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	5860
1653	ene-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1654	ene-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1655	ene-2010	Color	UCV	44
1656	ene-2010	Color	UCV	109
1657	ene-2010	STF	mg·l ⁻¹	1.655
1658	ene-2010	STV	mg·l ⁻¹	383
1659	ene-2010	Temperatura	°C	27,8
1660	ene-2010	STF	mg·l ⁻¹	3.187
1661	ene-2010	STV	mg·l ⁻¹	559
1662	ene-2010	Temperatura	°C	27,7
1663	feb-2010	ST	mg·l ⁻¹	1387,00
1664	feb-2010	ST	mg·l ⁻¹	3170,00
1665	feb-2010	SSV	mg·l ⁻¹	55,00
1666	feb-2010	SSV	mg·l ⁻¹	75,00
1667	feb-2010	SST	mg·l ⁻¹	95,00
1668	feb-2010	SST	mg·l ⁻¹	143,00
1669	feb-2010	SSF	mg·l ⁻¹	40,00
1670	feb-2010	SSF	mg·l ⁻¹	68,00

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
1671	feb-2010	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1672	feb-2010	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1673	feb-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	1,10
1674	feb-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	2,70
1675	feb-2010	pH	U pH	7,00
1676	feb-2010	pH	U pH	7,50
1677	feb-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	10,50
1678	feb-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	8,80
1679	feb-2010	TPH	mg·l ⁻¹	4,00
1680	feb-2010	TPH	mg·l ⁻¹	4,00
1681	feb-2010	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
1682	feb-2010	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
1683	feb-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	108
1684	feb-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	50
1685	feb-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,700
1686	feb-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	3,200
1687	feb-2010	DQO	mg·l ⁻¹	180
1688	feb-2010	DQO	mg·l ⁻¹	314
1689	feb-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	8,00E+06
1690	feb-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	8,00E+06
1691	feb-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	200
1692	feb-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	5840
1693	feb-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	2,80E+07
1694	feb-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+08
1695	feb-2010	Color	UCV	38
1696	feb-2010	Color	UCV	45
1697	feb-2010	STF	mg·l ⁻¹	1.123
1698	feb-2010	STV	mg·l ⁻¹	264
1699	feb-2010	Temperatura	°C	28,6
1700	feb-2010	STF	mg·l ⁻¹	2.580
1701	feb-2010	STV	mg·l ⁻¹	590
1702	feb-2010	Temperatura	°C	28,4
1703	mar-2010	ST	mg·l ⁻¹	630,00
1704	mar-2010	ST	mg·l ⁻¹	785,00
1705	mar-2010	SSV	mg·l ⁻¹	56,00
1706	mar-2010	SSV	mg·l ⁻¹	46,00
1707	mar-2010	SST	mg·l ⁻¹	78,00
1708	mar-2010	SST	mg·l ⁻¹	84,00
1709	mar-2010	SSF	mg·l ⁻¹	32,00
1710	mar-2010	SSF	mg·l ⁻¹	28,00
1711	mar-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	0,50
1712	mar-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	0,60
1713	mar-2010	pH	U pH	7,00
1714	mar-2010	pH	U pH	7,00
1715	mar-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	5,60
1716	mar-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	5,90
1717	mar-2010	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
1718	mar-2010	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	2,00
1719	mar-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	70
1720	mar-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	75
1721	mar-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,000
1722	mar-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,700
1723	mar-2010	DQO	mg·l ⁻¹	148
1724	mar-2010	DQO	mg·l ⁻¹	182

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
1725	mar-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+06
1726	mar-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	9,00E+06
1727	mar-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1062
1728	mar-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1272
1729	mar-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1730	mar-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1731	mar-2010	Color	UCV	57
1732	mar-2010	Color	UCV	59
1733	mar-2010	STF	mg·l ⁻¹	651
1734	mar-2010	STV	mg·l ⁻¹	134
1735	mar-2010	Temperatura	°C	27,4
1736	mar-2010	STF	mg·l ⁻¹	504
1737	mar-2010	STV	mg·l ⁻¹	126
1738	mar-2010	Temperatura	°C	27,3
1739	abr-2010	STD	mg·l ⁻¹	431,00
1740	abr-2010	STD	mg·l ⁻¹	836,00
1741	abr-2010	ST	mg·l ⁻¹	511,00
1742	abr-2010	ST	mg·l ⁻¹	856,00
1743	abr-2010	SSV	mg·l ⁻¹	48,00
1744	abr-2010	SSV	mg·l ⁻¹	17,00
1745	abr-2010	SST	mg·l ⁻¹	20,00
1746	abr-2010	SST	mg·l ⁻¹	80,00
1747	abr-2010	SSF	mg·l ⁻¹	3,00
1748	abr-2010	SSF	mg·l ⁻¹	32,00
1749	abr-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	0,70
1750	abr-2010	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	2,00
1751	abr-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	0,40
1752	abr-2010	pH	U pH	7,00
1753	abr-2010	pH	U pH	7,00
1754	abr-2010	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,200
1755	abr-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	10,30
1756	abr-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	8,30
1757	abr-2010	TPH	mg·l ⁻¹	3,00
1758	abr-2010	TPH	mg·l ⁻¹	4,00
1759	abr-2010	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	2,00
1760	abr-2010	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
1761	abr-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	90
1762	abr-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	70
1763	abr-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	1,500
1764	abr-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,100
1765	abr-2010	DQO	mg·l ⁻¹	102
1766	abr-2010	DQO	mg·l ⁻¹	182
1767	abr-2010	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	10,70
1768	abr-2010	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	13,40
1769	abr-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	787
1770	abr-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1398
1771	abr-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,10E+06
1772	abr-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,10E+06
1773	abr-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	2,80E+06
1774	abr-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1775	abr-2010	Color	UCV	45
1776	abr-2010	Color	UCV	63
1777	abr-2010	STF	mg·l ⁻¹	401
1778	abr-2010	STV	mg·l ⁻¹	110

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
1779	abr-2010	Temperatura	°C	29,2
1780	abr-2010	STF	mg·l ⁻¹	708
1781	abr-2010	STV	mg·l ⁻¹	148
1782	abr-2010	Temperatura	°C	29,2
1783	may-2010	ST	mg·l ⁻¹	512,00
1784	may-2010	ST	mg·l ⁻¹	1059,00
1785	may-2010	SSV	mg·l ⁻¹	46,00
1786	may-2010	SSV	mg·l ⁻¹	52,00
1787	may-2010	SST	mg·l ⁻¹	62,00
1788	may-2010	SST	mg·l ⁻¹	85,00
1789	may-2010	SSF	mg·l ⁻¹	16,00
1790	may-2010	SSF	mg·l ⁻¹	33,00
1791	may-2010	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1792	may-2010	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	2,00
1793	may-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	0,40
1794	may-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	0,90
1795	may-2010	pH	U pH	7,00
1796	may-2010	pH	U pH	7,00
1797	may-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	10,90
1798	may-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	14,10
1799	may-2010	TPH	mg·l ⁻¹	3,00
1800	may-2010	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
1801	may-2010	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
1802	may-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	90
1803	may-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	95
1804	may-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,800
1805	may-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,900
1806	may-2010	DQO	mg·l ⁻¹	106
1807	may-2010	DQO	mg·l ⁻¹	134
1808	may-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,60E+07
1809	may-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	7,00E+05
1810	may-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	811
1811	may-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1958
1812	may-2010	Color	UCV	183
1813	may-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,40E+06
1814	may-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	5,00E+06
1815	may-2010	Color	UCV	115
1816	may-2010	STF	mg·l ⁻¹	886
1817	may-2010	STV	mg·l ⁻¹	886
1818	may-2010	Temperatura	°C	29,0
1819	may-2010	STF	mg·l ⁻¹	373
1820	may-2010	STV	mg·l ⁻¹	139
1821	may-2010	Temperatura	°C	29,5
1822	jun-2010	STD	mg·l ⁻¹	630,00
1823	jun-2010	STD	mg·l ⁻¹	1285,00
1824	jun-2010	ST	mg·l ⁻¹	720,00
1825	jun-2010	ST	mg·l ⁻¹	1360,00
1826	jun-2010	SSV	mg·l ⁻¹	66,00
1827	jun-2010	SSV	mg·l ⁻¹	51,00
1828	jun-2010	SST	mg·l ⁻¹	75,00
1829	jun-2010	SST	mg·l ⁻¹	90,00
1830	jun-2010	SSF	mg·l ⁻¹	24,00
1831	jun-2010	SSF	mg·l ⁻¹	24,00
1832	jun-2010	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
1833	jun-2010	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,2
1834	jun-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	0,60
1835	jun-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	1,10
1836	jun-2010	pH	U pH	7,00
1837	jun-2010	pH	U pH	7,00
1838	jun-2010	Nitrito	mg·l ⁻¹	0,0095
1839	jun-2010	Nitrito	mg·l ⁻¹	0,0205
1840	jun-2010	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,146
1841	jun-2010	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,165
1842	jun-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	14,96
1843	jun-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	12,29
1844	jun-2010	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	2,83
1845	jun-2010	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,12
1846	jun-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	85
1847	jun-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	100
1848	jun-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,880
1849	jun-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	3,348
1850	jun-2010	DQO	mg·l ⁻¹	142
1851	jun-2010	DQO	mg·l ⁻¹	176
1852	jun-2010	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	8,00
1853	jun-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+06
1854	jun-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1206
1855	jun-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	2480
1856	jun-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	3,00E+07
1857	jun-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	2,20E+07
1858	jun-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+08
1859	jun-2010	Color	UCV	92
1860	jun-2010	Color	UCV	94
1861	jun-2010	STF	mg·l ⁻¹	1.150
1862	jun-2010	STV	mg·l ⁻¹	210
1863	jun-2010	Temperatura	°C	28,4
1864	jun-2010	STF	mg·l ⁻¹	587
1865	jun-2010	STV	mg·l ⁻¹	133
1866	jun-2010	Temperatura	°C	28,1
1867	jul-2010	STD	mg·l ⁻¹	493,00
1868	jul-2010	STD	mg·l ⁻¹	895,00
1869	jul-2010	ST	mg·l ⁻¹	578,00
1870	jul-2010	ST	mg·l ⁻¹	985,00
1871	jul-2010	SSV	mg·l ⁻¹	54,00
1872	jul-2010	SSV	mg·l ⁻¹	62,00
1873	jul-2010	SST	mg·l ⁻¹	85,00
1874	jul-2010	SST	mg·l ⁻¹	90,00
1875	jul-2010	SSF	mg·l ⁻¹	31,00
1876	jul-2010	SSF	mg·l ⁻¹	28,00
1877	jul-2010	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1878	jul-2010	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1879	jul-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	0,40
1880	jul-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	0,80
1881	jul-2010	pH	U pH	7,00
1882	jul-2010	pH	U pH	7,10
1883	jul-2010	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,300
1884	jul-2010	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,200
1885	jul-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	12,10
1886	jul-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	12,90

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
1887	jul-2010	TPH	mg·l ⁻¹	3,10
1888	jul-2010	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
1889	jul-2010	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	4,00
1890	jul-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	95
1891	jul-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	110
1892	jul-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,700
1893	jul-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	3,300
1894	jul-2010	DQO	mg·l ⁻¹	150
1895	jul-2010	DQO	mg·l ⁻¹	180
1896	jul-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	2,40E+07
1897	jul-2010	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	12,90
1898	jul-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	988
1899	jul-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1780
1900	jul-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,60E+07
1901	jul-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1902	jul-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	9,00E+07
1903	jul-2010	Color	UCV	82
1904	jul-2010	Color	UCV	133
1905	jul-2010	STF	mg·l ⁻¹	811
1906	jul-2010	STV	mg·l ⁻¹	174
1907	jul-2010	Temperatura	°C	28,7
1908	jul-2010	STF	mg·l ⁻¹	444
1909	jul-2010	STV	mg·l ⁻¹	134
1910	jul-2010	Temperatura	°C	27,3
1911	ago-2010	STD	mg·l ⁻¹	515,00
1912	ago-2010	STD	mg·l ⁻¹	1298,00
1913	ago-2010	ST	mg·l ⁻¹	601,00
1914	ago-2010	ST	mg·l ⁻¹	1428,00
1915	ago-2010	SSV	mg·l ⁻¹	63,00
1916	ago-2010	SSV	mg·l ⁻¹	85,00
1917	ago-2010	SST	mg·l ⁻¹	86,00
1918	ago-2010	SST	mg·l ⁻¹	130,00
1919	ago-2010	SSF	mg·l ⁻¹	23,00
1920	ago-2010	SSF	mg·l ⁻¹	45,00
1921	ago-2010	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1922	ago-2010	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1923	ago-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	0,40
1924	ago-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	1,20
1925	ago-2010	pH	U pH	7,20
1926	ago-2010	pH	U pH	7,00
1927	ago-2010	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,400
1928	ago-2010	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,200
1929	ago-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	13,10
1930	ago-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	13,60
1931	ago-2010	TPH	mg·l ⁻¹	3,00
1932	ago-2010	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
1933	ago-2010	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	4,00
1934	ago-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	130
1935	ago-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	155
1936	ago-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	3,200
1937	ago-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	3,400
1938	ago-2010	DQO	mg·l ⁻¹	201
1939	ago-2010	DQO	mg·l ⁻¹	264
1940	ago-2010	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	8,90

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
1941	ago-2010	Aceites y Grasa (Ac/Gr)	mg·l ⁻¹	11,20
1942	ago-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	889
1943	ago-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	2576
1944	ago-2010	Color	UCV	315
1945	ago-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,70E+06
1946	ago-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	2,40E+07
1947	ago-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	9,00E+06
1948	ago-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	9,00E+07
1949	ago-2010	Color	UCV	52
1950	ago-2010	STF	mg·l ⁻¹	1.203
1951	ago-2010	STV	mg·l ⁻¹	225
1952	ago-2010	Temperatura	°C	27,4
1953	ago-2010	STF	mg·l ⁻¹	449
1954	ago-2010	STV	mg·l ⁻¹	152
1955	ago-2010	Temperatura	°C	27,9
1956	sep-2010	STD	mg·l ⁻¹	1416,00
1957	sep-2010	ST	mg·l ⁻¹	1536,00
1958	sep-2010	SSV	mg·l ⁻¹	74,00
1959	sep-2010	SST	mg·l ⁻¹	120,00
1960	sep-2010	SSF	mg·l ⁻¹	46,00
1961	sep-2010	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	2,00
1962	sep-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	1,40
1963	sep-2010	pH	U pH	7,00
1964	sep-2010	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,300
1965	sep-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	12,20
1966	sep-2010	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
1967	sep-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	105
1968	sep-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	0,100
1969	sep-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	3,000
1970	sep-2010	DQO	mg·l ⁻¹	162
1971	sep-2010	DQO	mg·l ⁻¹	174
1972	sep-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,60E+08
1973	sep-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+06
1974	sep-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	893
1975	sep-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	2810
1976	sep-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+07
1977	sep-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,60E+08
1978	sep-2010	Color	UCV	59
1979	sep-2010	Color	UCV	79
1980	sep-2010	STF	mg·l ⁻¹	1.352
1981	sep-2010	STV	mg·l ⁻¹	184
1982	sep-2010	Temperatura	°C	27,8
1983	sep-2010	STF	mg·l ⁻¹	398
1984	sep-2010	STV	mg·l ⁻¹	149
1985	sep-2010	Temperatura	°C	28,0
1986	oct-2010	STD	mg·l ⁻¹	623,00
1987	oct-2010	STD	mg·l ⁻¹	1901,00
1988	oct-2010	ST	mg·l ⁻¹	726,00
1989	oct-2010	ST	mg·l ⁻¹	2002,00
1990	oct-2010	SSV	mg·l ⁻¹	66,00
1991	oct-2010	SSV	mg·l ⁻¹	65,00
1992	oct-2010	SST	mg·l ⁻¹	101,00
1993	oct-2010	SST	mg·l ⁻¹	103,00
1994	oct-2010	SSF	mg·l ⁻¹	36,00

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
1995	oct-2010	SSF	mg·l ⁻¹	37,00
1996	oct-2010	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	2,00
1997	oct-2010	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
1998	oct-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	0,60
1999	oct-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	1,70
2000	oct-2010	pH	U pH	7,10
2001	oct-2010	pH	U pH	7,00
2002	oct-2010	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,300
2003	oct-2010	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,300
2004	oct-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	14,10
2005	oct-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	15,20
2006	oct-2010	TPH	mg·l ⁻¹	6,00
2007	oct-2010	TPH	mg·l ⁻¹	5,00
2008	oct-2010	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	4,00
2009	oct-2010	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	4,00
2010	oct-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	100
2011	oct-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	115
2012	oct-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	3,500
2013	oct-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	3,500
2014	oct-2010	DQO	mg·l ⁻¹	188
2015	oct-2010	DQO	mg·l ⁻¹	206
2016	oct-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,10E+06
2017	oct-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,10E+06
2018	oct-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1224
2019	oct-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	3830
2020	oct-2010	Color	UCV	204
2021	oct-2010	Color	UCV	283
2022	oct-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,10E+07
2023	oct-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	1,70E+07
2024	oct-2010	STF	mg·l ⁻¹	1.694
2025	oct-2010	STV	mg·l ⁻¹	308
2026	oct-2010	Temperatura	°C	28,3
2027	oct-2010	STF	mg·l ⁻¹	545
2028	oct-2010	STV	mg·l ⁻¹	181
2029	oct-2010	Temperatura	°C	28,0
2030	nov-2010	STD	mg·l ⁻¹	481,00
2031	nov-2010	STD	mg·l ⁻¹	1341,00
2032	nov-2010	ST	mg·l ⁻¹	573,00
2033	nov-2010	ST	mg·l ⁻¹	1441,00
2034	nov-2010	SSV	mg·l ⁻¹	66,00
2035	nov-2010	SSV	mg·l ⁻¹	70,00
2036	nov-2010	SST	mg·l ⁻¹	92,00
2037	nov-2010	SST	mg·l ⁻¹	100,00
2038	nov-2010	SSF	mg·l ⁻¹	26,00
2039	nov-2010	SSF	mg·l ⁻¹	30,00
2040	nov-2010	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
2041	nov-2010	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
2042	nov-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	0,40
2043	nov-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	1,30
2044	nov-2010	pH	U pH	7,10
2045	nov-2010	pH	U pH	7,20
2046	nov-2010	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,300
2047	nov-2010	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,300
2048	nov-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	12,90

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
2049	nov-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	13,20
2050	nov-2010	TPH	mg·l ⁻¹	4,00
2051	nov-2010	TPH	mg·l ⁻¹	5,00
2052	nov-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	105
2053	nov-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	140
2054	nov-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	3,100
2055	nov-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	3,300
2056	nov-2010	DQO	mg·l ⁻¹	109
2057	nov-2010	DQO	mg·l ⁻¹	216
2058	nov-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	8,00E+06
2059	nov-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,10E+06
2060	nov-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	885
2061	nov-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	2440
2062	nov-2010	Color	UCV	328
2063	nov-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	7,00E+06
2064	nov-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	5,00E+07
2065	nov-2010	Color	UCV	127
2066	nov-2010	STF	mg·l ⁻¹	1.231
2067	nov-2010	STV	mg·l ⁻¹	210
2068	nov-2010	Temperatura	°C	29,0
2069	nov-2010	STF	mg·l ⁻¹	444
2070	nov-2010	STV	mg·l ⁻¹	129
2071	nov-2010	Temperatura	°C	27,5
2072	dic-2010	STD	mg·l ⁻¹	558,00
2073	dic-2010	STD	mg·l ⁻¹	2699,00
2074	dic-2010	ST	mg·l ⁻¹	642,00
2075	dic-2010	ST	mg·l ⁻¹	2796,00
2076	dic-2010	SSV	mg·l ⁻¹	60,00
2077	dic-2010	SSV	mg·l ⁻¹	64,00
2078	dic-2010	SST	mg·l ⁻¹	84,00
2079	dic-2010	SST	mg·l ⁻¹	97,00
2080	dic-2010	SSF	mg·l ⁻¹	24,00
2081	dic-2010	SSF	mg·l ⁻¹	33,00
2082	dic-2010	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	0,50
2083	dic-2010	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	0,50
2084	dic-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	0,50
2085	dic-2010	Salinidad	mg·l ⁻¹	2,40
2086	dic-2010	pH	U pH	7,20
2087	dic-2010	pH	U pH	7,00
2088	dic-2010	Nitrito	mg·l ⁻¹	0,0115
2089	dic-2010	Nitrito	mg·l ⁻¹	0,0442
2090	dic-2010	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,362
2091	dic-2010	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,293
2092	dic-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	11,10
2093	dic-2010	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	17,67
2094	dic-2010	TPH	mg·l ⁻¹	3,00
2095	dic-2010	TPH	mg·l ⁻¹	3,00
2096	dic-2010	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	2,42
2097	dic-2010	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	4,06
2098	dic-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	145
2099	dic-2010	DBO5	mg·l ⁻¹	100
2100	dic-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	3,096
2101	dic-2010	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	3,264
2102	dic-2010	DQO	mg·l ⁻¹	186

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
2103	dic-2010	DQO	mg·l ⁻¹	240
2104	dic-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	8,00E+06
2105	dic-2010	Coliformes Fecales	NMP/100mL	3,00E+06
2106	dic-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1003
2107	dic-2010	Conductividad	uS·cm ⁻¹	4570
2108	dic-2010	Color	UCV	177
2109	dic-2010	Color	UCV	180
2110	dic-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	3,00E+07
2111	dic-2010	Coliformes Totales	NMP/100mL	5,00E+07
2112	dic-2010	STF	mg·l ⁻¹	2.366
2113	dic-2010	STV	mg·l ⁻¹	430
2114	dic-2010	Temperatura	°C	25,3
2115	dic-2010	STF	mg·l ⁻¹	526
2116	dic-2010	STV	mg·l ⁻¹	116
2117	dic-2010	Temperatura	°C	27,0
2118	ene-2011	STD	mg·l ⁻¹	557,00
2119	ene-2011	STD	mg·l ⁻¹	1863,00
2120	ene-2011	ST	mg·l ⁻¹	656,00
2121	ene-2011	ST	mg·l ⁻¹	1975,00
2122	ene-2011	SSV	mg·l ⁻¹	59,00
2123	ene-2011	SSV	mg·l ⁻¹	70,00
2124	ene-2011	SST	mg·l ⁻¹	99,00
2125	ene-2011	SST	mg·l ⁻¹	112,00
2126	ene-2011	SSF	mg·l ⁻¹	40,00
2127	ene-2011	SSF	mg·l ⁻¹	42,00
2128	ene-2011	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	2,00
2129	ene-2011	Sólidos Sed.	mg·l ⁻¹	1,00
2130	ene-2011	Salinidad	mg·l ⁻¹	1,70
2131	ene-2011	Salinidad	mg·l ⁻¹	0,50
2132	ene-2011	pH	U pH	7,00
2133	ene-2011	pH	U pH	7,30
2134	ene-2011	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,200
2135	ene-2011	Nitrato	mg·l ⁻¹	0,200
2136	ene-2011	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	10,60
2137	ene-2011	N-Amoniacal (N-NH3)	mg·l ⁻¹	10,70
2138	ene-2011	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	3,00
2139	ene-2011	Fósforo (P)	mg·l ⁻¹	4,00
2140	ene-2011	DBO5	mg·l ⁻¹	92
2141	ene-2011	DBO5	mg·l ⁻¹	72
2142	ene-2011	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,400
2143	ene-2011	Detergente (LAS)	mg·l ⁻¹	2,600
2144	ene-2011	DQO	mg·l ⁻¹	190
2145	ene-2011	DQO	mg·l ⁻¹	206
2146	ene-2011	Coliformes Fecales	NMP/100mL	5,00E+07
2147	ene-2011	Coliformes Fecales	NMP/100mL	1,40E+07
2148	ene-2011	Conductividad	uS·cm ⁻¹	1079
2149	ene-2011	Conductividad	uS·cm ⁻¹	3850
2150	ene-2011	Coliformes Totales	NMP/100mL	2,20E+07
2151	ene-2011	Coliformes Totales	NMP/100mL	9,00E+07
2152	ene-2011	Color	UCV	76
2153	ene-2011	Color	UCV	93
2154	ene-2011	STF	mg·l ⁻¹	480
2155	ene-2011	STV	mg·l ⁻¹	176
2156	ene-2011	Temperatura	°C	27,7

DATO	MES	PARÁMETROS	UNIDAD	CALIDAD AFLUENTE
2157	ene-2011	STF	mg·l ⁻¹	1.621
2158	ene-2011	STV	mg·l ⁻¹	354
2159	ene-2011	Temperatura	°C	27,6

Fuente:

EMAPAG,

2006-2011

ANEXO 2

Presentación para la sustentación

Tesis de Grado previa a la obtención del Título de:
MAGÍSTER EN CIENCIAS AMBIENTALES

CALIBRACIÓN DE MODELO MATEMÁTICO PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE Lodos Activados EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
Departamento de Ciencias Químicas y Ambientales

Ingrid Orta Zambrano
Ingeniera Civil

CONTENIDO

- 90 CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO
- 90 CAPITULO 2. SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN GUAYAQUIL.
- 90 CAPITULO 3. PROPUESTA DE MODELO MATEMÁTICO
- 90 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- 90 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONTENIDO

- 90 **CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO**
- 90 CAPITULO 2. SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN GUAYAQUIL
- 90 CAPITULO 3. PROPUESTA DE MODELO MATEMÁTICO
- 90 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- 90 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPITULO 1 MARCO TEÓRICO

Generalidades de sistemas de tratamiento de aguas residuales

Composición típica de aguas residuales domésticas

Componente	Calil	Medio	Alente
Sólidos totales	350 mg/l	720 mg/l	1200 mg/l
Sólidos totales disueltos	250 mg/l	500 mg/l	850 mg/l
Sólidos totales en suspensión	100 mg/l	220 mg/l	350 mg/l
Sólidos orgánicos	5 mg/l	10 mg/l	20 mg/l
BOD ₅	110 mg/l	220 mg/l	400 mg/l
Carbono orgánico total	80 mg/l	100 mg/l	200 mg/l
DQO	250 mg/l	500 mg/l	1000 mg/l
Nitrógeno total	20 mg/l	40 mg/l	85 mg/l
Fósforo total	4 mg/l	8 mg/l	15 mg/l
Cloruro	50 mg/l	50 mg/l	100 mg/l
Sulfuro	20 mg/l	30 mg/l	50 mg/l
Coductividad total	10 ⁴ - 10 ⁵	10 ⁴ - 10 ⁵	10 ⁴ - 10 ⁵
Coductividad total	NMP/100 ml	NMP/100 ml	NMP/100 ml

El agua residual doméstica tiene una relación Carbono - Nitrógeno - Fósforo (C:N:P) de 100:5:1.



Fuente: Romero Rojas, 2005.

Generalidades de sistemas de tratamiento de aguas residuales

- 90 Primero efluentes domiciliarios tratados en cada vivienda (tanques sépticos e infiltración)
- 90 Surge el tratamiento municipal (lagunaje)

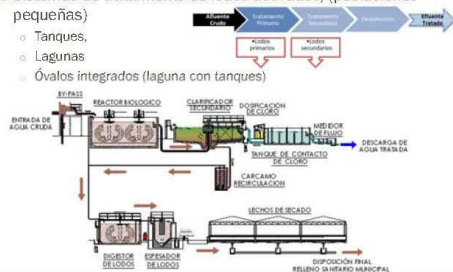



90 1990, OMS y UNICEF, saneamiento ambiental

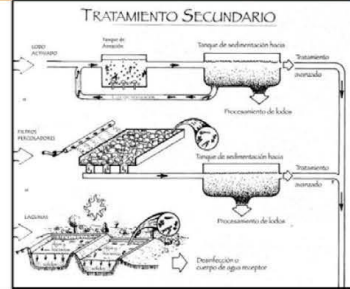
Generalidades de sistemas de tratamiento de aguas residuales

80 Sistemas de tratamiento de lodos activados, (poblaciones pequeñas)

- Tanques,
- Lagunas
- Óvalos integrados (laguna con tanques)



Generalidades de sistemas de tratamiento de aguas residuales



Modalidad de lodos activados

80 Lodo activado → mezcla de bacterias aeróbicas y microorganismos producidos por la aireación de las aguas residuales

80 Pueden ser:

- Lecho fijo
- Lecho suspendido



Modalidad de lodos activados

80 Por su cinética pueden ser:

- Mezcla completa
- Flujo pistón

Modificación del proceso	θ	$\frac{A}{M}$ (día)	$\frac{P_{M,activada}}{P_{M,cruda}}$	SSLM (mg/L)	TRM (h)	α	CV (P _{M,activada} / P _{M,cruda})
Convencional	3-15	0.20-0.40	1000-3000	4-8	0.25-0.75	0.30-0.70	
Reactor mezcla completa	3-15	0.20-0.40	1500-4000	3-5	0.25-1.00	0.30-2.40	
Alimentación escalonada	3-15	0.20-0.40	1500-4000	3-5	0.25-0.75	0.70-1.00	
Estabilización por contacto	5-10	0.20-0.40	1000-3000 ^a 8000-10000 ^b	0.5-1.0 ^a 2-4 ^b	0.50-1.50	1.00-1.30	
Aireación prolongada	20-40	0.04-0.10	2000-5000	20-30	0.50-1.50	0.10-0.40	
Zanja de oxidación	15-30	0.04-0.10	3000-5000	15-30	0.75-1.50	0.60-0.48	
Sistema de oxígeno puro	1-4	0.50-1.00	2000-5000	1-3	0.25-0.50	1.30-3.20	

a: Unidad de Contacto
b: Unidad de Estabilización de Sólidos
Fuente: Metcalf & Eddy, 2003 - Romero Rojas, 2005

Modalidad de lodos activados

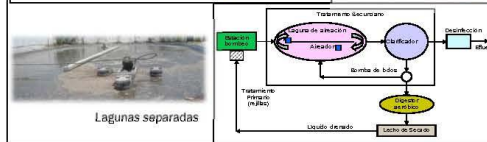
80 Por su cinética pueden ser:

- Mezcla completa
- Flujo pistón

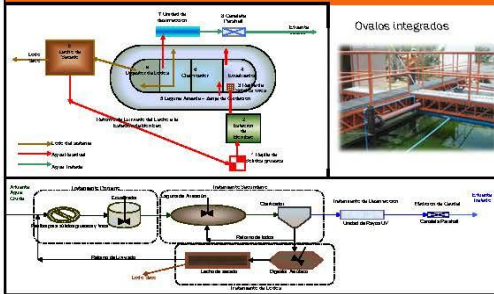
Modificación del proceso	θ	$\frac{A}{M}$ (día)	$\frac{P_{M,activada}}{P_{M,cruda}}$	SSLM (mg/L)	TRM (h)	α	CV (P _{M,activada} / P _{M,cruda})
Convencional	3-15	0.20-0.40	1000-3000	4-8	0.25-0.75	0.30-0.70	
Reactor mezcla completa	3-15	0.20-0.40	1500-4000	3-5	0.25-1.00	0.30-2.40	
Alimentación escalonada	3-15	0.20-0.40	1000-3000 ^a 8000-10000 ^b	0.5-1.0 ^a 2-4 ^b	0.50-1.50	1.00-1.30	
Estabilización por contacto	5-10	0.20-0.40	2000-5000	20-30	0.50-1.50	0.10-0.40	
Aireación prolongada	20-40	0.04-0.10	3000-5000	15-30	0.75-1.50	0.60-0.48	
Zanja de oxidación	15-30	0.04-0.10	2000-5000	1-3	0.25-0.50	1.30-3.20	

a: Unidad de Contacto
b: Unidad de Estabilización de Sólidos
Fuente: Metcalf & Eddy, 2003 - Romero Rojas, 2005

Modalidad de lodos activados



Modalidad de lodos activados



Uso de modelos matemáticos en el diseño de sistemas de tratamiento

Consideraciones básicas:

- Funcionamiento estacionario del sistema.
- Propiedades de fluido y temperatura permanecen constantes.
- Reacción despreciable en equalizador y sedimentador secundario.
- Degradación de la materia orgánica se realiza sólo en tanque de aireación.
- Velocidad de depuración controlada por cinética de microorganismos.
- Velocidad específica de crecimiento de microorganismos expresada como una relación de Monod.
- Coeficiente constante de rendimiento de sustrato en células ($Y_{f/s}$).
- Concentración celular expresada como SSV.
- Concentración de sustrato expresada como DBO o DQO.

Uso de modelos matemáticos en el diseño de sistemas de tratamiento

Parámetros de Diseño de Lagunas Aireadas

Parámetro	Unidad
Caudal afluente	Q_a m ³ /d - MGD
Concentración de sólidos en el tanque	X mg/l
Concentración de sustrato (DBO) afluente	S_a mg/l
Concentración de sustrato (DBO) afluente (impedido)	S mg/l
Relación alimento / microorganismos	F/M $\frac{kg_{DBO}}{kg_{SSV} \cdot d}$
Concentración o Fracción de células en el lodo secundario	X_{ss} %
Concentración de lodo en la recirculación	X_{rec} (mg/l)
Concentración de SS en la recirculación (atañado diámetro)	X_{rec} mg/l
Tiempo de retención de sólidos en la laguna aireada	θ_c d
Factor de Conversión	-
Factor de rendimiento	Y $\frac{kg_{SSV}}{kg_{DBO} \cdot d}$
Constante de reacción de los microorganismos	K_d d ⁻¹
Porcentaje de sólidos suspendidos volátiles en SST	P_v %
Densidad del agua	ρ_{agua} kg/m ³
Armedad específica del lodo secundario	$Y_{f/s}$ -
Armedad en lodo secundario	$\theta_{f/s}$ %

12 ENTE Mexicali S. de CV, 2003. Romo Rojas, 2005. Instituto Mexicano de Tratamiento de Agua, 2005

Uso de modelos matemáticos en el diseño de sistemas de tratamiento

• Ecuaciones (CRITES Y TCHOBANOGLOUS, 2000)

No.	Descripción	Ecuación
Ec. 1.	Carga másica (CM), % de DBO que ingresa a una planta de tratamiento diariamente	$CM = S_a \times Q_a \times 8,34$
Ec. 2.	Volumen requerido del reactor (V_{req}), m ³	$V_{req} = \frac{S_a \cdot Q_a}{f_{f/s} \times X}$
Ec. 3.	Tiempo de retención hidráulico requerido (TRH), h	$TRH_{requerido} = \frac{V_{req} \times 24}{Q_a}$
Ec. 4.	Producción diaria neta de SSV ($P_{x,ss}$), $\frac{kg_{SSV}}{d}$	$P_{x,ss} = \frac{Y \times Q_a \times (S_a - S)}{1 + K_d \times \theta_c}$

Uso de modelos matemáticos en el diseño de sistemas de tratamiento

• Ecuaciones (CRITES Y TCHOBANOGLOUS, 2000)

No.	Descripción	Ecuación
Ec. 5.	Producción diaria neta de SSTV ($P_{x,ssv}$), $\frac{kg_{SSV}}{d}$	$P_{x,ssv} = \frac{P_{x,ss}}{0,90}$
Ec. 6.	Producción diaria neta de lodo ($P_{x,lodo}$), $\frac{kg_{lodo}}{d}$	$P_{x,lodo} = \frac{P_{x,ssv}}{P_v}$
Ec. 7.	Volumen diario neto de lodo (V_{lodo}), $\frac{m^3}{d}$	$V_{lodo} = \frac{P_{x,lodo}}{\rho_{agua} \times Y_{f/s}}$
Ec. 8.	Caudal de lodo purgado de la recirculación (Q_{lodo}), m ³ /d.	$Q_{lodo} = \frac{P_{x,lodo} \times 1000}{X_{lodo}}$

Uso de modelos matemáticos en el diseño de sistemas de tratamiento

• Desarrollo de modelo matemático en Excel (basado en formato de Consulambiente, 2009)

Normativa Ambiental Aplicable

- 90 Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Libro VI De la Calidad Ambiental, Anexo 1 "Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua"
- o Tabla 11. Límites máximos permisibles para descargas en alcantarillado público.
- o Tabla 12. Límites máximos permisibles para descargas en un cuerpo de agua dulce.
- o Tabla 13. Límites máximos permisibles para descargas en un cuerpo de agua marina.

CONTENIDO

- 90 CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO
- 90 **CAPITULO 2. SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN GUAYAQUIL**
- 90 CAPITULO 3. PROPUESTA DE MODELO MATEMÁTICO
- 90 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- 90 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

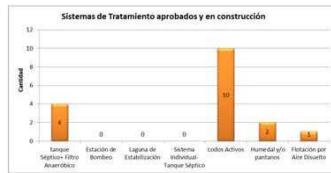
CAPITULO 2 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN GUAYAQUIL

CONTENIDO

- CAPITULO 2. SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN GUAYAQUIL
- 90 Parámetros típicamente controlados
 - 90 Datos disponibles

Tipos de sistemas existentes

- 90 En la ciudad de Guayaquil existen sistemas de tratamiento de aguas residuales bajo las siguientes modalidades (DUQUE, R., 2010):
 - o Lagunas de estabilización
 - o Pozos Sépticos
 - o Lodos activados



Tipos de sistemas existentes

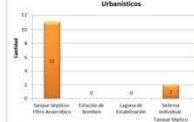
- 90 De los sistemas a cargo de Interagua C. Ltda.



Tipos de sistemas existentes

80 Sistemas a cargo de Promotores y aprobadas por Interagua.

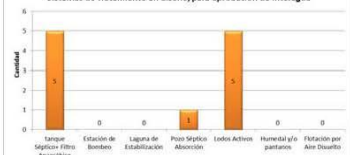
Sistemas de Tratamiento a Cargo de Promotores Urbanísticos



Tipos de sistemas existentes

80 Sistemas de Tratamiento en diseño, para aprobación de Interagua.

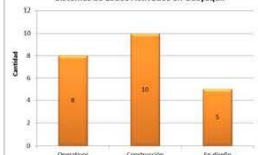
Sistemas de Tratamiento en diseño, para aprobación de Interagua



Tipos de sistemas existentes

80 Sistemas de Tratamiento por Lodos Activos en Guayaquil.

Sistemas de Lodos Activos en Guayaquil



Parámetros típicamente controlados

Parámetros	Unidad	Parámetros	Unidad	Parámetros	Unidad
Aceites y Grasas (Ag/lt)	mg/L	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	Potencial de Hidrógeno Sulfídico	U pH
Amoníaco (NH)	mg/L	Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)	mg/L	Sólidos Totales	mg/L
Ardelec (Pa)	mg/L	Fenoles	mg/L	Sólidos Suspendedos Totales (STT)	mg/L
Boro (Ba)	mg/L	Fluoruro (F ⁻)	mg/L	Sólidos Suspendedos Fijos (SFF)	mg/L
Boro (B)	mg/L	Fósforo (P)	mg/L	Sólidos Suspendedos Volátiles (STV)	mg/L
Calcio (Ca)	mg/L	Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)	mg/L	Sólidos Totales Volátiles (STV)	mg/L
Cloruro (Cl)	mg/L	Hierro (Fe)	mg/L	Sólidos Totales Disueltos (STD)	mg/L
Cloruro (Cl)	mg/L	Manganeso (M)	mg/L	Sólidos Totales Fijos (STF)	mg/L
Cobalto (Co)	mg/L	Nitrógeno (NH ₄ -N)	mg/L	Sólidos Totales Volátiles (STV)	mg/L
Cobaltos Pesados	NH F/100 ml	Nitro	mg/L	Sulfatos (SO ₄ -S)	mg/L
Cobaltos Livianos	NH F/100 ml	Nitro	mg/L	Sulfuros (S ⁻²)	mg/L
Conductividad	uS/cm	Nitros	mg/L	Temperatura	°C
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	Plomo (Pb)	mg/L	Zinc (Zn)	mg/L

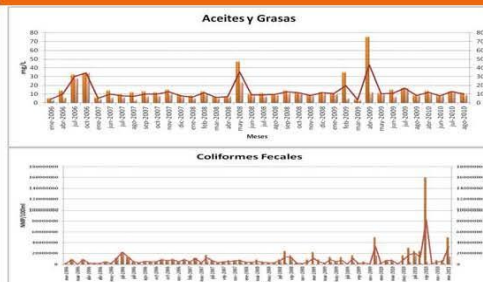
Datos Disponibles

80 Estadística obtenida de los datos disponibles para los parámetros monitoreados en los sistemas de tratamiento en Guayaquil. (afluente)

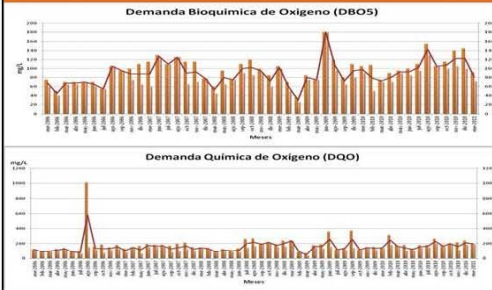
Parámetros	Unidad	N. Datos	M. Máx	M. Mín	Presencia Anómala	Presencia Oportuna
Aceites y Grasas (Ag/lt)	mg/L	67	3,00	75,00	12,346	3,841
Coliformes Fecales	NMF/100ml	116	3E+03	1,6E+08	8,5E+06	-
Coliformes Totales	NMF/100ml	116	5E+04	1,6E+08	3,0E+07	-
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	116	25	400	90	84
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	116	31	1,012	158	142,63
Demerjente (LAE)	mg/L	103	0,1	7,7	2,0	1,453
Fósforo (P)	mg/L	113	0,90	12,00	3,58	3,19
Hidrógeno Sulfídico	mg/L	35	12	30	21	19,85
Potencial de Hidrógeno	U pH	116	6,7	8,2	7,1	7,1
Sólidos Suspendedos Totales (STT)	mg/L	93	0,2	2,0	1,1	0,5
Sólidos Suspendedos Totales Fijos (SFF)	mg/L	116	20	324	61	72
Sólidos Suspendedos Volátiles (STV)	mg/L	95	11	85	52	49
Sólidos Totales (ST)	mg/L	97	372	2,746	1,124	976
Sólidos Totales Disueltos (STD)	mg/L	91	326	2,659	949	926
Sólidos Totales Volátiles (STV)	mg/L	95	55	886	218	187
Temperature	°C	116	25,3	30,2	28,0	27,9

Fecha: 1 de Mayo, 2006/2011

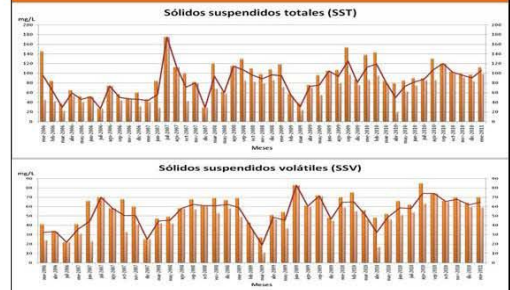
Datos Disponibles



Datos Disponibles



Datos Disponibles



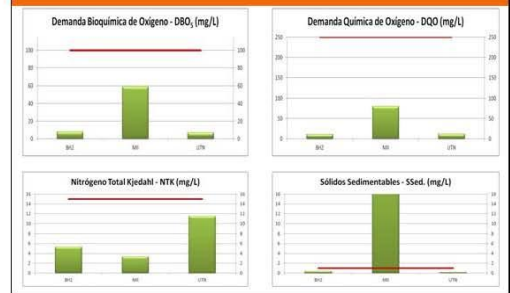
Datos Disponibles

Estadística obtenida de los datos disponibles para los parámetros monitoreados en los sistemas de tratamiento en Guayaquil. (efluente)

Parámetro	Unidad	# Datos	Mínimo	Máximo	Promedio Aritmético	Promedio Geométrico
Aceites y Grasas (AG/Gr)	mg/L	3	<0.44	<0.44
Codificación Fosfórica	NMP/100ml	3	175	432	325.00	303.01
Codificación Total	NMP/100ml	3	284	590	457.33	427.01
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	7	59	24.67	14.80
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	3	11	80	34.33	21.94
Fósforo (P)	mg/L	3	0.46	13.04	10.65	10.40
Nitrógeno	mg/L	3	3.33	11.48	6.71	5.88
Sólidos Sedimentables (SSed)	mg/L	3	0.2	28	9.53	1.51
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	3	2	10	6.00	4.93
Sólidos Totales (ST)	mg/L	3	290	2450	1020.00	683.78

Fuente: EMPA, 2013

Datos Disponibles



CONTENIDO

- ▣ CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO
- ▣ CAPITULO 2. SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN GUAYAQUIL
- ▣ **CAPITULO 3. PROPUESTA DE MODELO MATEMÁTICO**
- ▣ CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- ▣ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPITULO 3 PROPUESTA DE MODELO MATEMÁTICO



Análisis del modelo matemático

- Se estableció una relación para las necesidades de volumen en un reactor, versus las dimensiones existentes de los sistemas analizadas.
- Se determinan los valores idóneos para los parámetros teóricos: SSLM, y A/M
- Se emplea la hoja de Excel con el respectivo desglose de las ecuaciones de CRITES&TCHOBANOGLIOUS (2000)

Datos de entrada

Datos de entrada	Símbolos	Fuente	Valores típicos
Población a servir (hab)	-	Memorias de diseño.	-
Coefficiente de Retorno AAPP/AAS	AP/AS	Facilidades de servicios. B/TERAGLIA	0.8
Consumo agua potable	D_{agua}	Memorias de diseño.	200-250 l/hab/d
Factor de Mayoración / Factor de seguridad	FS	Facilidades de servicios. B/TERAGLIA	1.75-2.00
Tipo de sistema de lodos activados	-	Metcalf & Eddy, 4th Edition, Wastewater Engineering	Mezcla Completa Aireación extendida
Concentración de sustrato afluente / DBO_5 afluente	S_0	Datos analizados	25-400 mg/l
Concentración de sustrato efluente / DBO_5 efluente requerido	S	Datos analizados	LMP Tabla 12 100 mg/l Prem. geométrico: 14.85 mg/l
Concentración de SS en el tanque / SSLM	X	Metcalf & Eddy, 4th Edition, Wastewater Engineering, Table 8-16, pp. 747	Mezcla Completa 1500-4000 mg/l Aireación extendida 2000-5000 mg/l
Relación alimento/microorganismos	F/M	Metcalf & Eddy, 4th Edition, Wastewater Engineering, Table 8-16, pp. 747	Mezcla Completa 0.20-0.00 Aireación extendida 0.04-0.15

Datos de entrada

DATOS DE ENTRADA	Símbolos	BH2	MII	UTN
Población a servir (hab)	-	822.00 hab	1086.00 hab	1290.00 hab
Coefficiente de Retorno AAPP/AAS	AP/AS	0.80	0.80	0.80
Consumo agua potable	D_{agua}	250.00 l/hab/d	250.00 l/hab/d	250.00 l/hab/d
Factor de Mayoración / Factor de seguridad	FS	1.75	1.75	1.75
Tipo de sistema de lodos activados	-	Aireación Extendida	Aireación Extendida	Aireación Extendida
Concentración de sustrato afluente / DBO_5 afluente	S_0	400.00 mg/l	400.00 mg/l	400.00 mg/l
Concentración de sustrato efluente / DBO_5 afluente requerido	S	15.00 mg/l	15.00 mg/l	15.00 mg/l
Concentración de SS en el tanque / SSLM	X	3200.00 mg/l	3600.00 mg/l	3500.00 mg/l
Relación alimento/microorganismos	F/M	0.100 KgDBO5/Kgcelulosa/d	0.095 KgDBO5/Kgcelulosa/d	0.097 KgDBO5/Kgcelulosa/d

Datos de entrada

Datos de entrada	Símbolos	Fuente	Valores típicos
Coefficiente de producción de crecimiento o relación de la masa de células formadas a la masa de sustrato consumido.	Y	Romero Rojas J, Tabla 17.4, pp.454 Metcalf & Eddy, Tabla 7.9, Pp.585	0.4-0.8 (típico 0.6)
Tiempo de retención celular	θ_c	Metcalf & Eddy, 4th Edition, Wastewater Engineering, Table 8-16, pp. 747	Mezcla Completa mas-15 Aireación extendida 20-40
Constante de reacción de los microorganismos	K_d	Romero Rojas J, Tabla 17.4, pp.454	0.04-0.075 (típico 0.06)
Porcentaje de sólidos suspendidos volátiles en SST	P_v	Romero Rojas Tabla 26-2, pp.759	90%
Fracción de Sólidos en el lodo secundario	P_s	Romero Rojas Tabla 26-2, pp.760	10%
Densidad del agua	ρ_{agua}	Romero Rojas Metcalf & Eddy	1000 Kg/m3
Gravedad Específica del lodo secundario	γ_{lodo}	Tratamiento, disposición y Aprovechamiento de lodos residuales BMTA, México, 2005, Tabla 3 pp. 39	Lodo secundario: 1 - 1.006
Concentración de lodo en la recirculación	X_{recirc}	Tratamiento, disposición y Aprovechamiento de lodos residuales BMTA, México, 2005, Tabla 3 pp. 39	10000 mg/l

Datos de entrada

DATOS DE ENTRADA	Símbolos	BH2	MII	UTN
Coefficiente de producción de crecimiento o relación de la masa de células formadas a la masa de sustrato consumido.	Y	0.60 mgSSV/mgDBO5em	0.60 mgSSV/mgDBO5em	0.60 mgSSV/mgDBO5em
Tiempo de retención celular	θ_c	30.00 d	30.00 d	30.00 d
Constante de reacción de los microorganismos	K_d	0.060 d-1	0.060 d-1	0.060 d-1
Porcentaje de sólidos suspendidos volátiles en SST	P_v	90%	90%	90%
Fracción de Sólidos en el lodo secundario	P_s	10%	10%	10%
Densidad del agua	ρ_{agua}	1000 Kg/m3	1000 Kg/m3	1000 Kg/m3
Gravedad Específica del lodo secundario	γ_{lodo}	1.0	1.0	1.0
Concentración de lodo en la recirculación	X_{recirc}	100000 mg/l	100000 mg/l	100000 mg/l
Volumen Plantar	V	391.43 m3	445.00 m3	533.00 m3

Datos de salida

Volumenes de Diseño	Símbolos	BH2	MII	UTN
Debitos de aguas residuales	D_{agua}	200.00 l/hab/d	200.00 l/hab/d	200.00 l/hab/d
Caudal Medio	Q_{med}	164.40 m3/d	217.20 m3/d	258.00 m3/d
	Q_{med}	0.04 MGal/d	0.05 MGal/d	0.07 MGal/d
	Q_{med}	1.90 l/s	2.51 l/s	2.99 l/s
Caudal de Diseño	$Q_{diseño}$	287.70 m3/d	380.10 m3/d	451.50 m3/d
	$Q_{diseño}$	0.08 MGal/d	0.10 MGal/d	0.12 MGal/d
Carga Médica: DBO dia/r	CM_{DBO}	253.01 lBDBO5/d	335.45 lBDBO5/d	395.47 lBDBO5/d
	CM_{DBO}	145.09 lBDBO5/d	191.69 lBDBO5/d	227.70 lBDBO5/d
Volumen Requerido	$V_{requerido}$	350.89 m3	444.56 m3	531.06 m3
Tiempo de retención Hidráulico Requerido	$TRH_{requerido}$	30.00 h	28.07 h	28.28 h
Carga Volumétrica	CV_{vol}	0.320 KgDBO5/m3d	0.342 KgDBO5/m3d	0.340 KgDBO5/m3d
Volumen Externo	V	391.43 m3	445.00 m3	533.00 m3

Parámetros del modelo de lodos activados a ser considerados para la ciudad de Guayaquil

Volúmenes de Diseño	Símbolo	Diseño Tipo 1	Diseño Tipo 2	Diseño Tipo 3
Población a servir (hab.)	-	1.000,00	2.000,00	5.000,00
Coefficiente de Retorno APT/ASB	AP/AS	0,80	0,80	0,80
Consumo agua potable	D_{per}	120,00 l/hab.d	250,00 l/hab.d	250,00 l/hab.d
Factor de Mayoración / Factor de seguridad	F3	1,75	1,75	1,75
Tipo de afluente de lodo activado	-	Afluente Efectuada	Afluente Efectuada	Afluente Efectuada
Concentración de afluente afluente / DBO ₅ afluente	S_0	15,00 mg/l	15,00 mg/l	15,00 mg/l
Concentración de afluente afluente / DBO ₅ afluente	S	3429,05 mg/l	3429,05 mg/l	3429,05 mg/l
Concentración de SS en el tanque / SS _{LM}	X	0,097 KgSS/m ³	0,097 KgSS/m ³	0,097 KgSS/m ³
Relación alimento/microorganismo	F/M	0,08 KgSS/KgSS.d	0,08 KgSS/KgSS.d	0,08 KgSS/KgSS.d
Coefficiente de producción de crecimiento o relación de masa de células formadas a masa de sustrato consumido	Y	0,80 mgSS/mgSS	0,80 mgSS/mgSS	0,80 mgSS/mgSS
Tiempo de retención celular	θ_c	30,00 d	30,00 d	30,00 d
Constante de reacción de los microorganismos	K_d	0,080 d ⁻¹	0,080 d ⁻¹	0,080 d ⁻¹

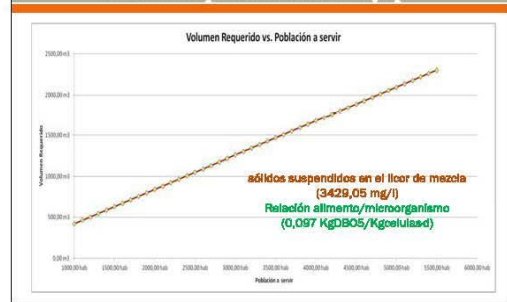
Parámetros del modelo de lodos activados a ser considerados para la ciudad de Guayaquil

Volúmenes de Diseño	Símbolo	Diseño Tipo 1	Diseño Tipo 2	Diseño Tipo 3
Porcentaje de SS volátiles en SS totales	P_v	90%	90%	90%
Fración de sólidos en el lodo secundario	P_s	10%	10%	10%
Densidad del agua	ρ_{agua}	1000 Kg/m ³	1000 Kg/m ³	1000 Kg/m ³
Gravedad Específica del lodo secundario	S_{lodo}	1,0	1,0	1,0
Densidad de lodo en la recirculación	X_{lodo}	10000 mg/l	10000 mg/l	10000 mg/l
Dosificación agua residual	D_{lodo}	200,00 l/hab.d	200,00 l/hab.d	200,00 l/hab.d
Caudal Medio	Q_{medio}	0,05 m ³ /d	0,11 m ³ /d	0,28 m ³ /d
Caudal de Diseño	$Q_{diseño}$	360,00 m ³ /d	700,00 m ³ /d	1700,00 m ³ /d
Carga Máxima DBO diaria	CM_{max}	305,89 lb _{SS} /d	617,78 lb _{SS} /d	1544,44 lb _{SS} /d

Parámetros del modelo de lodos activados a ser considerados para la ciudad de Guayaquil

Volúmenes de Diseño	Símbolo	Diseño Tipo 1	Diseño Tipo 2	Diseño Tipo 3
Volumen Requerido	$V_{requerido}$	419,56 m ³	839,11 m ³	2097,78 m ³
Tiempo de retención hidráulico requerido	$TRH_{requerido}$	26,77 h	26,77 h	26,77 h
Carga Volumétrica	CV_{vol}	0,334 KgSS/m ³ .d	0,334 KgSS/m ³ .d	0,334 KgSS/m ³ .d
Producción diaria neta de SSV	P_{SSV}	28,88 KgSS _{SSV} /d	57,75 KgSS _{SSV} /d	144,38 KgSS _{SSV} /d
Producción diaria neta de SST	P_{SST}	32,08 KgSS _{SST} /d	64,17 KgSS _{SST} /d	160,42 KgSS _{SST} /d
Producción diaria neta de lodos	P_{lodos}	320,83 KgSS _{lodos} /d	641,67 KgSS _{lodos} /d	1604,17 KgSS _{lodos} /d
Humedad en lodo secundario	%H	90%	90%	90%
Producción diaria neta de lodos	V_L	0,52 m ³ /d	0,64 m ³ /d	1,60 m ³ /d
Caudal de purge de la recirculación	Q_p	3,21 m ³ /d	6,42 m ³ /d	16,04 m ³ /d

Parámetros del modelo de lodos activados a ser considerados para la ciudad de Guayaquil



Parámetros del modelo de lodos activados a ser considerados para la ciudad de Guayaquil



CONTENIDO

- 80 CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO
- 80 CAPITULO 2. SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN GUAYAQUIL
- 80 CAPITULO 3. PROPUESTA DE MODELO MATEMÁTICO
- 80 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- 80 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las aguas residuales domésticas se caracterizan por los diferentes niveles de concentración de contaminantes (débiles, medias y fuertes). (ROMERO ROJAS, 2005).
- Depuración o Tratamiento es la remoción de sustancias contaminantes de las aguas residuales (TULSMA, 2003), un tratamiento convencional debe contar con proceso primario y secundario.
- En Guayaquil nuevas urbanizaciones privadas con plantas de tratamiento; potencian los lodos activos.
- Lodo activado es una mezcla de bacterias aeróbicas y microorganismos producidos por la aireación de las aguas residuales; para degradar los contaminantes orgánicos de las aguas residuales.
- En Guayaquil, los procesos de lodos activados de óvalos integrados, Zanja de Oxidación con aireación oxidación, TRH hasta 30 horas y baja producción de lodos. Remoción de materia orgánica -DBO5- 75% a 95% (Metcalf & Eddy, 2003).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se plantean modelos matemáticos necesarios para el diseño de la planta de tratamiento, teniendo en cuenta la disponibilidad de espacio y de tecnologías en la localidad.
- Se calibró el modelo matemático para el diseño de la primera etapa del tratamiento secundario, con datos EMAPAG (2006-2011). Y ecuaciones del modelo de Crites y Tchobanoglous (2000).
- Parámetros esperados para la salida del tratamiento se tomaron los valores de DBO5 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Libro VI, Anexo 1, Tabla 12, (150 mg/l).
- Se obtuvieron diseños típicos para la ciudad de Guayaquil, contemplando poblaciones de 1000, 2000 y 5000 habitantes, con una dotación de agua potable de 250l/hab/d. La misma hoja de DBO5 puede utilizarse para calcular el volumen requerido para el diseño de sistemas de tratamientos de lodos activados en la modalidad de aireación extendida, para otras densidades poblacionales.
- Es recomendable realizar monitoreos consecutivos en los sistemas de tratamiento de lodos activados, aprovechando que en la actualidad funcionan adecuadamente, para determinar de forma analítica y no solo estadística los parámetros que serían típicos en el modelo de diseño como lo son la relación alimento-microorganismo y la concentración de sólidos suspendidos en el licor de mezcla.

CONTENIDO

- CAPITULO 1. MARCO TEÓRICO
- CAPITULO 2. SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS EN GUAYAQUIL
- CAPITULO 3. PROPUESTA DE MODELO MATEMÁTICO
- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS PRINCIPALES

- METCALF & EDDY, INGENIERÍA DE AGUAS RESIDUALES, TRATAMIENTO VERTIDO Y REUTILIZACIÓN, 3ra. Edición, Vol. 1, Estados Unidos, 1995.
- METCALF & EDDY, WASTEWATER ENGINEERING, TREATMENT AND REUSE, 4th Edition, Estados Unidos, 2003.
- PACHECO, E.; ARRUDA, C, TRATAMIENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS, 4ª Edición, Editorial SEGRAC, Brasil, 2005.
- RAMALHO, R. S., TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, 1ª Edición revisada, Editorial Reverté & S.A, España, 2000.
- CRITES Y TCHOBANOGLOUS, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN PEQUEÑAS POBLACIONES, Tomo 1, 1ª Edición, Mc Graw-Hill, Colombia, 2000.
- CRITES Y TCHOBANOGLOUS, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN PEQUEÑAS POBLACIONES, Tomo 2, 1ª Edición, Mc Graw-Hill, Colombia, 2000.
- CRITES Y TCHOBANOGLOUS, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN PEQUEÑAS POBLACIONES, Tomo 3, 1ª Edición, Mc Graw-Hill, Colombia, 2000.
- MOELLER G., A., RAMIREZ, S., GARRIDO, C., DIAZ, TRATAMIENTO, DISPOSICIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LODOS RESIDUALES, 1ª Edición, Instituto Mexicano de Tratamiento de Aguas (IMTA), México, 2005.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS PRINCIPALES

- ❖ ROMERO ROJAS J. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. TENDRÁ Y PRINCIPIOS DE DISEÑO. 3ª Edición. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá Colombia. 2004.
- ❖ SHUN DAR LIN. WATER AND WASTEWATER CALCULATIONS MANUAL. 1ª Edición. Mc Graw Hill. Estados Unidos. 2001.
- ❖ WEF MANUAL OF PRACTICE. NO. DM-09. Activated Sludge. 2nd Edition. Wef. United States. 2002.
- ❖ ROMERO ROJAS J. LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES. Escuela Colombiana de Ingeniería. Colombia. 2005.
- ❖ EPA. DESIGN MANUAL. FINE PORE AERATION SYSTEMS. EPA. Estados Unidos. 1989.
- ❖ EPA. MANUAL DEL INSPECTOR. COMO REALIZAR INSPECCIONES SANITARIAS EN PEQUEÑOS SISTEMAS DE AGUA. EPA. 2001.
- ❖ WATER ENVIRONMENTAL FEDERATION. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. GUÍA PARA EL ALUMNO. Water Environmental Federation. Estados Unidos. 1993.
- ❖ EPA. SUMMARY REPORT. FINE PORE (FINE BUBBLE) AERATION SYSTEMS. EPA. Estados Unidos. 1985.
- ❖ YANEZ F. LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN. TENDRÁM DISEÑO, EVALUACIÓN Y MANTENIMIENTO. Mensalve. Ecuador. 1993.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS PRINCIPALES

- ❖ EPA 600/9-78 02. MÉTODOS ESTÁNDAR PARA DETERMINAR TRANSFERENCIA DE O₂ GÉNETO.
- ❖ UNESCO – IHE. INSTITUTE FOR WATER EDUCATION. MAESTRÍA EN INGENIERÍA SANITARIA. MODELLING OF ACTIVATED SLUDGE WASTEWATER TREATMENT. Tielze, Holanda. 2006.
- ❖ FUNDACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. FUNBER. España. 2004.
- ❖ FUNDACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA. GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA. FUNBER. España. 2004.
- ❖ INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Norma Técnica Ecuatoriana. NTE.1754: Urbanización. Sistema de depuración de residuos líquidos. Requisitos.
- ❖ INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Norma Técnica Ecuatoriana. NTE.1752 Urbanización. Sistemas de eliminación de residuos líquidos. Requisitos.
- ❖ INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Norma Técnica Ecuatoriana. NTE. 2226 Calidad del agua. Muestras. Diseño de los programas de muestreo.
- ❖ MINISTERIO DEL AMBIENTE. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria. Libro VI. Anexo 1: Norma de calidad ambiental y descargas de efluentes. Ricuarte Agua.

¡Gracias!

*"No ceso de gracias por ustedes,
haciendo memoria de cada uno de
vosotros en mis oraciones"*
(Ef. 1:16)

*"No hay nadie como Dios, que para
ayudarte cabalga entre las nubes...
siempre te sostiene en sus brazos"*
(Dt. 33, 26-27)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] METCALF & EDDY. INGENIERÍA DE AGUAS RESIDUALES, TRATAMIENTO VERTIDO Y REUTILIZACIÓN, 3ra. Edición. Vol. 1. Estados Unidos. 1995.
- [2] METCALF & EDDY. WASTEWATER ENGINEERING, TREATMENT AND REUSE, 4th Edition. Estados Unidos. 2003.
- [3] PACHECO, E.; ARRUDA, C. TRATAMIENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS. 4ª Edición. Editorial SEGRAC. Brasil. 2005.
- [4] RAMALHO. R. S. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. 1ª Edición revisada. Editorial Revereté, S. A. España. 2003.
- [5] CRITES Y TCHOBANOGLIOUS. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN PEQUEÑAS POBLACIONES. Tomo 1. 1ª Edición. Mc Graw-Hill. Colombia. 2000.
- [6] CRITES Y TCHOBANOGLIOUS. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN PEQUEÑAS POBLACIONES. Tomo 2. 1ª Edición. Mc Graw-Hill. Colombia. 2000.
- [7] CRITES Y TCHOBANOGLIOUS. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN PEQUEÑAS POBLACIONES. Tomo 3. 1ª Edición. Mc Graw-Hill. Colombia. 2000.
- [8] MOELLER G., A. RAMIREZ, S. GARRIDO, C. DIAZ. TRATAMIENTO, DISPOSICIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LODOS RESIDUALES. 1ª Edición. Instituto Mexicano de Tratamiento de Aguas (IMTA). México. 2005.
- [9] MARTINEZ, SERGIO, RODRIGUEZ, MIRIAM. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON MATLAB. Editorial REVERTE S. A., México, 2005.
- [10] MUELLER, J. A., BOYLE, W. & POPEL, H. J. AERATION: PRINCIPLES AND PRACTICE. WATER QUALITY MANAGEMENT LIBRARY. Volumen 11. Crc Press. Estados Unidos. 2002.
- [11] ECKENFELDER, W. W & GRAU, P. ACTIVATED SLUDGE PROCESS DESIGN AND CONTROL: THEORY AND PRACTICE. Water Quality Management Library, CRC PRESS. Volumen 1, United States of America. 1992.
- [12] ROMERO ROJAS J. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. TEORÍA Y PRINCIPIOS DE DISEÑO. 3ª Edición. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá-Colombia. 2004.

- [13] SPELLMAN, F. MATHEMATIC MANUAL FOR WATER AND WASTEWATER TREATMENT PLANT OPERATORS. 1st Edition. Ed. CRC PRESS. United States of America. 2004.
- [14] RONZANO, E.; J. DAPENA. TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES. 1ª Edición. Editorial PRIDESA. España. 2002.
- [15] REYNOLDS. UNIT OPERATIONS AND PROCESSES IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING. 2nd Edition. Ed. PWS-Publishing Company. United States of America. 1995.
- [16] VEN TE CHAW. HIDRÁULICA DE CANALES ABIERTOS. 1ª Edición. Mc Graw Hill. Colombia. 2000.
- [17] SHUN DAR LIN. WATER AND WASTEWATER CALCULATIONS MANUAL. 1ª Edición. Mc Graw Hill. Estados Unidos. 2001.
- [18] WEF MANUAL OF PRACTICE. NO.OM-09. Activated Sludge. 2nd Edition. Wef. United States. 2002.
- [19] PROBE. BASIC ACTIVATED SLUDGE PROCESS CONTROL. Water Environmental Federation. Estados Unidos. 1994.
- [20] GABRIEL BITTON. FORMULA HANDBOOK FOR ENVIRONMENTAL ENGINEERS AND SCIENTIST. 1ª Edición. Editorial. Wiley Interscience. Canadá. 1998.
- [21] RONZANO E. J. DAPENA. TRATAMIENTO BIOLÓGICA DE LAS AGUAS RESIDUALES. 1ª Edición. Díaz de Santos. España. 2002.
- [22] LEE C., SHUN DAR LIN. HANDBOOK OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING CALCULATIONS. 2nd Edición. Mc. Graw Hill. Estados Unidos. 2007.
- [23] FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE BOYACA. TRATAMIENTO Y POSTRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. 1ª Edición. UniBoyaca. 2002.
- [24] ARIOVALDO N. ESGOTO SANITÁRIO. 1ª Edición. Edgard Blucher Ltda. Brasil. 2003.
- [25] MACKENZIE L. S., MASTEN. INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES. 1ª Edición. Mc. Graw Hill. México. 2005.
- [26] FAIR – GEYER. PURIFICACIÓN DE AGUAS Y TRATAMIENTO Y REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES. Limusa. México. 2002.
- [27] CORBITT R. MANUAL DE REFERENCIA DE LA INGENIERÍA AMBIENTAL. Mc Graw Hill. España. 2003.
- [28] ROMERO ROJAS J. LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES. Escuela Colombiana de ingeniería. Colombia. 2005.
- [29] GRADY C., G. DIAGGER., H. LIM. BIOLOGICAL WASTERWATER TREATMENT. 2nd Edición. Marcel Dekker. Estados Unidos. 1999.

- [30] GORDON M. FAIR, GEYER J. OKUN D. INGIENERÍA SANITARIA Y DE AGUAS RESIDUALES 2: PURIFICACIÓN DE AGUAS Y TRATAMIENTO Y REMOCIÓN DE AGUAS RESIDUALES. Limusa - Wiley, S. A. México. 1971.
- [31] ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. EMERGENCIAS Y DESASTRES EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ANEAMIENTO: GÚÍA PARA UNA RESPUESTA EFICAZ. Organización Panamericana de la Salud. Estados Unidos. 2001
- [32] SOLSONA FELIPE, MÉNDEZ J. DESINFECCIÓN DEL AGUA. EPA. Perú. 2002.
- [33] EPA. DESING MANUAL: FINE PORE AERATION SYSTEMS. EPA. Estados Unidos. 1989.
- [34] EPA. MANUAL DEL INSPECTOR: COMO REALIZAR INSPECCIONES SANITARIAS EN PEQUEÑOS SISTEMAS DE AGUA. EPA. 2001.
- [35] KEILY GERARD. INGIENERÍA AMBIENTAL: FUNDAMENTOS, ENTORNOS, TECNOLOGÍAS Y SISTEMAS DE GESTIÓN, VOLUMEN 1. Mc Graw Hill. España. 1999.
- [36] KEILY GERARD. INGIENERÍA AMBIENTAL: FUNDAMENTOS, ENTORNOS, TECNOLOGÍAS Y SISTEMAS DE GESTIÓN, VOLUMEN 2. Mc Graw Hill. España. 1999.
- [37] KEILY GERARD. INGIENERÍA AMBIENTAL: FUNDAMENTOS, ENTORNOS, TECNOLOGÍAS Y SISTEMAS DE GESTIÓN, VOLUMEN 3. Mc Graw Hill. España. 1999.
- [38] MARK M. BENJAMÍN. WATER CHEMISTRY. Mc Graw Hill. Estados Unidos. 2002.
- [39] KENNEDY P+EREZ A., FRAGOZA F., PEÑA E. MANUAL DE AFOROS. Coordinación de Tecnología de riego y Drenaje. México. 2000.
- [40] WATER ENVIROMENTAL FEDERATION. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES: GUÍA PARA EL ALUMNO. Water Enviromental Federation. Estados Unidos. 1993
- [41] FRANK KREITH. HANDBOOK OF SOLID WASTE MANAGEMENT. Mc Graw Hill. Estados Unidos. 1994.
- [42] RONALD M. BARTHA R. MICROBIAL ECOLOGY: FUNDAMENTALS AND APLICATIONS. Atlas/Bartha. Canadá. 1997.
- [43] MUÑOZ A. ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA. Servicio de Publicaciones de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid. España. 1998.
- [44] SILVA S., DUNCAN D. TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES. Abes. Brasil. 1979.

- [45] SENRA M. ANÁLISES FÍSICO - QUÍMICAS PARA CONTROLE DAS ESTACOES DE TRATAMIENTO DE ESGOTAS. CETESB. Brasil. 1977.
- [46] EPA. SUMMARY REPORT: FINE PORE (FINE BUBBLE) AERATION SYSTEMS. EPA. Estados Unidos. 1985.
- [47] YÁNEZ F. LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN: TEORÍA, DISEÑO, EVALUACIÓN Y MANTENIMIENTO. Monsalve. Ecuador. 1993.
- [48] MONTGOMERY J. WATER TREATMENT, PRINCIPLES AND DESIGN. JM. Estados Unidos. 1985.
- [49] MASKEW G. INGENIERÍA SANITARIA Y DE AGUAS RESIDUALES, VOLUMEN 1. Ciencia y Tecnología S. A. México, 1988.
- [50] MASKEW G. INGENIERÍA SANITARIA Y DE AGUAS RESIDUALES, VOLUMEN 2. Ciencia y Tecnología S. A. México, 1988.
- [51] MASKEW G. INGENIERÍA SANITARIA Y DE AGUAS RESIDUALES, VOLUMEN 3. Ciencia y Tecnología S. A. México, 1988.
- [52] MENDOSA S. SISTEMA DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN. Mc Graw Hill. Colombia. 2000.
- [53] AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. CALIDAD Y TRATAMIENTO DE AGUA: MANUAL E SUMINISTRO DE AGUA COMUNITARIA. Mc Graw Hill. España. 2002.
- [54] SAWYER C., MC CARTY P. QUÍMICA PARA INGENIERÍA AMBIENTAL. Mc Graw Hill. Colombia. 2001.
- [55] SNOEYINK V., JENKINS D. WATER CHEMISTRY. Wiley. Canada. 1980.
- [56] EPA 600/9-78 02, MÉTODOS ESTÁNDAR PARA DETERMINAR TRANSFERENCIA DE OXÍGENO.
- [57] UNESCO – IHE, INSTITUTE FOR WATER EDUCATION, MAESTRÍA EN INGENIERÍA SANITARIA. MODELLING OF ACTIVATED SLUDGE WASTEWATER TREATMENT. Tudela. Holanda. 2006.
- [58] FUNDACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. FUNIBER. España. 2004.
- [59] FUNDACIÓN UNIVERSITARIA IBEROAMERICANA. GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA. FUNIBER. España. 2004.
- [60] INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Norma Técnica Ecuatoriana. NTE 1754: Urbanización. Sistema de depuración de residuos líquidos. Requisitos.

- [61] INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Norma Técnica Ecuatoriana. NTE 1752 Urbanización. Sistemas de eliminación de residuos líquidos. Requisitos.
- [62] INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Norma Técnica Ecuatoriana. NTE 2226 Calidad del agua. Muestreo. Diseño de los programas de muestreo.
- [63] MINISTERIO DEL AMBIENTE. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria. Libro VI. Anexo 1: Norma de calidad ambiental y descargas de efluentes: Recurso Agua.