

# **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

## **Tesis de Grado**

Previo a la obtención del título de  
**INGENIERO CIVIL**

**Tema:**

**“EVALUACIÓN CUANTITATIVA DEL IMPACTO DE  
LA DESCARGA DEL CANAL NO. 15 DE AGUAS  
LLUVIAS EN EL RÍO DAULE”**

Realizado por:

**CAROLINA CHICO BENAVIDES**

**Director:**

**Ing. José Vásconez Gavilánez**

**GUAYAQUIL – ECUADOR  
AÑO: 2010**

# **TESIS DE GRADO**

**Tema:**

## **“EVALUACIÓN CUANTITATIVA DEL IMPACTO DE LA DESCARGA DEL CANAL NO. 15 DE AGUAS LLUVIAS EN EL RÍO DAULE”**

Presentado a la Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

Por:

**CAROLINA CHICO BENAVIDES**

Para dar cumplimiento con uno de los requisitos para optar el título de:

**INGENIERO CIVIL**

Tribunal de sustentación:

**Ing. José Vásconez Gavilánez**  
DIRECTOR DE TRABAJO DE TESIS

**Ing. Pedro Castro Villalva.**  
PROFESOR INVITADO

**Ing. Miguel Cabrera Santos.**  
PROFESOR INVITADO

**DR. Ing. Walter Mera Ortiz.**  
DECANO DE LA FACULTAD

**Ing. Lilia Valarezo de Pareja, M.Sc.**  
DIRECTORA DE ESCUELA



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por estar siempre a mi lado.

Al Ing. José Vásconez, Director de la presente tesis, por su tiempo y apoyo brindado para lograr esta meta.

A la Ing. Lilia Valarezo por su apoyo.

A la empresa de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Guayaquil INTERAGUA por la información brindada.

A todas y cada una de las personas que de una u otra forma colaboraron desinteresadamente en la culminación de este trabajo.



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por ser mi ejemplo a seguir.

A José David Vera, por su amor.



## INDICE

PORTADA	I
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIA	IV
INDICE	V
INDICE FIGURAS	VIII
INDICE DE TABLAS	IX
ABREVIATURAS	X
GLOSARIO	XI
<b>CAPITULO 1</b>	
<b>INTRODUCCION</b>	
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 Objetivo General	2
1.2.2 Objetivo Específicos	2
1.3 ANTECEDENTES	2
1.4 ALCANCE	3
1.5 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO	4
1.5.1 Río Daule	4
1.5.2 Canal No 15 de aguas lluvias de la ciudad de Guayaquil.	4
<b>CAPITULO 2</b>	
<b>EVALUACION DE CONTAMINACION DE AGUA</b>	
2.1 CONTAMINACIÓN DEL AGUA	8
2.2 FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL AGUA	9
2.3 DESCRIPCIÓN DE INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA	9
2.4 SELECCIÓN DE INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA PARA EL DESARROLLO DE LA TESIS	10



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

2.5	SELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO Y TÉCNICAS DE LOS ENSAYOS DE LOS INDICADORES SELECCIONADOS.	10
2.5.1	Identificación de puntos de muestreo	10
2.5.1.1	Primera campaña de muestreo	10
2.5.1.2	Segunda campaña de muestreo en Invierno 2010	12
2.6	TÉCNICAS DE MUESTREO Y ANÁLISIS REALIZADOS	13
<b>CAPITULO 3</b>		
<b>RESULTADOS</b>		15
3.1	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	15
3.1.1	Resultado de Ensayos en estación seca (verano) 2009	16
3.1.2	Resultado de Ensayos en estación lluviosa (invierno) 2010	17
3.1.3	Resultados del efluente de la Planta de Tratamiento la Garzota	18
3.1.4	Histograma de Frecuencia	18
3.2	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	27
<b>CAPITULO 4</b>		
<b>SIMULACIÓN MEDIANTE USO DE MODELACIÓN MATEMÁTICA</b>		29
4.1	PASOS A SEGUIR PARA LA REALIZACIÓN DE UN MODELO MATEMÁTICO.	30
4.2	TIPO DE ANÁLISIS REALIZADO	31
4.3	REALIZACIÓN DE MODELO	31
4.4	INFORMACIÓN SOBRE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA DE LA DESCARGA DEL RÍO DAULE, PARA EL MODELO	31
4.5	COMPARTIMENTOS DEL RÍO DAULE	32
4.5.1	Ruta de Dispersión de Compartimentos	33
4.6	RESULTADOS	34
4.7	GRAFICAS ILUSTRATIVAS DE DEGRADACIÓN DE LA DESCARGA ÓRGANICA DEL CANAL No. 15 AL RÍO DAULE	35



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

4.8	COMPARACIÓN DE RESULTADOS ARROJADOS POR EL PROGRAMA EXAMS, CON LOS DATOS OBTENIDOS DE INTERAGUA e ECAPAG	41
4.9	GRAFICAS ILUSTRATIVAS DE RESULTADOS	42
	CAPITULO 5	
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
	Bibliografía	48
	Anexo 1	51
	Legislación Ambiental de Calidad de Agua	
	Anexo 2	55
	Datos Ingresados al modelo	
	Anexo 3	61
	Fotografías	
	Anexo 4	67
	Ensayos	
	Anexo 5	81
	Planos	



## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.1	Áreas de Influencia del Canal N° 15	5
1.2	Descripción Geográfica del Canal No. 15	6
1.3	Fotografía del Canal No. 15 cerca de su descarga en el río Daule	7
1.4	Detalle de descarga al Canal No.15	7
2.1	Puntos de Muestreo	11
2.2	Esquema planta la Garzota	12
2.3	Segunda Campaña de Muestreo en la estación lluviosa 2010	13
3.1.4	Histograma de Frecuencia de pH	19
	Histograma de Frecuencia de Temperatura	20
	Histograma de Frecuencia de Demanda Química de Oxígeno	21
	Histograma de Frecuencia de Demanda Bioquímica de Oxígeno	22
	Histograma de Frecuencia de Coliformes Fecales y Totales	24
4.5	Detalle de Compartimentos vista superior	32
4.5.1	Diagrama de rutas de Dispersión	33
4.7.1	Histograma de Frecuencia para flujo de DBO valor Máximo	35
4.7.2	Histograma de Frecuencia para flujo de DBO valor Promedio	36
4.7.3	Histograma de Frecuencia para flujo de DBO valor Mínimo	36
4.7.4	Histograma de Frecuencia para reflujo de DBO valor Máximo	37
4.7.5	Histograma de Frecuencia para reflujo de DBO valor Promedio	37
4.7.6	Histograma de Frecuencia para reflujo de DBO valor Mínimo	38
4.7.7	Histograma de Frecuencia para flujo de DQO Máximo	38
4.7.8	Histograma de Frecuencia para flujo de DQO Promedio	39



<b>Figura</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
4.7.9	Histograma de Frecuencia para flujo de DQO Mínimo	39
4.7.10	Histograma de Frecuencia para reflujo de DQO Máximo	40
4.7.11	Histograma de Frecuencia para reflujo de DQO Promedio	40
4.7.12	Histograma de Frecuencia para reflujo de DQO Mínimo	41
4.9.1	Valores modelados por EXAMS para DBO en época seca 2009	43
4.9.2	Valores medidos por EXAMS para DBO en época seca 2009	43
4.9.1	Valores modelados por EXAMS para DQO en época seca 2009	44
4.9.2	Valores medidos por EXAMS para DQO en época seca 2009	44

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.1	Identificación de muestras	11
2.2	Identificación de muestras a la salida planta la Garzota.	12
2.3	Identificación de muestras de la estación lluviosa.	13
3.1.1	Resultados de Ensayos en estación seca (verano) 2009.	16
3.1.2	Resultados de Ensayo en estación lluviosa (invierno) 2010.	17
3.1.3	Resultados del Efluente de la Planta de Tratamiento la Garzota	18
	Descarga estación seca (verano) 2009	18
	Descarga estación lluviosa (invierno) 2010	18
4.4.1	Concentración descargada al Río Daule	31
4.4.2	Concentración del Río Daule en el momento de la descarga.	32
4.5.1	Dimensión de Compartimentos	34
4.6.1	Valores modelados para DBO	34
4.6.2	Valores modelados para DQO	35
4.8.1	Valores medidos para DBO en mg/l (ECAPAG)	41
4.8.2	Valores medidos para DBO en mg/l (INTERAGUA)	42
4.8.3	Valores medidos para DQO en mg/l (INTERAGUA)	42



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

## ABREVIATURAS

AALL	Aguas LLuvias
DBO <sub>5</sub>	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
TULAS	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministro del Ambiente
CF	Coliformes fecales
CT	Coliformes totales
msnm	Metros sobre el nivel del mar
Av.	Avenida



## **GLOSARIO.**

**Coliformes Fecales.**- Se definen los coliformes fecales como un bacilo gram negativo, no esporulado que fermenta la lactosa con producción de ácido y gas a una temperatura de 44,5 °C en 24 horas. Son indicadores de contaminación fecal que se encuentra en las heces de origen humano y animal, se hayan en aguas residuales, efluentes tratados y todas las procedencias de seres humanos. Los coliformes fecales están representados por *Escherichia coli* que se caracteriza por poseer encimas  $\beta$ -galactosidasa y  $\beta$ -D-glucuronidasa, es termo resistente, estos producen enfermedades gastroenteritis.

En suma, los coliformes fecales están formados por bacterias gram negativas presentadas en el tracto intestinal de vertebrados de sangre caliente que fermentan la lactosa con producción de ácido, aldehído y gas.

Los coliformes se emplean como indicadores de la contaminación por desechos humanos.

**Coliformes Totales.**- Los coliformes totales, están formados por el grupo bacterias gramnegativas presentadas en el tracto intestinal de vertebrados de sangre caliente que fermentan la lactosa con producción de ácido, aldehído y gas, al igual que los coliformes fecales su efecto potencial en la salud es gastroenteticos.

**DBO.**- Cantidad de oxígeno consumida durante un tiempo determinado, a una temperatura dada, para descomponer por oxidación las materias orgánicas. Es una característica cuantificable del grado de contaminación del agua a partir de su contenido de sustancias biodegradables. Ese contenido se expresa en función de la demanda de oxígeno de los microorganismos participantes en la degradación de la materia orgánica presente a 20°C en un tiempo predeterminado. (Usualmente 5 días. DBO5).

**DQO.**- La demanda química de oxígeno –DQO- determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica e inorgánica presentes en aguas municipales, industriales, y en general residuales, bajo condiciones específicas de un agente oxidante, temperatura y tiempo, esta información nos permite conocer el equivalente de oxígeno para estabilizar la materia orgánica presente.



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

**Estuario.-** Se denomina estuarios (del latín aestus: marea) las masas de agua semienterradas (desembocaduras de ríos, bahía costera, etc.) en las que la salinidad es intermedia y variable y se deja notar fuertemente la influencia de las mareas. Se extiende desde la línea de costa hasta el punto donde la concentración de cloruros en el agua es de 250 mg/l.

**Modelo.-** Simplificación que imita los fenómenos del mundo real, de modo que se pueden comprender las situaciones complejas y se puedan hacer predicciones.

Modelo determinístico.- Modelo matemático en el que todas las relaciones son fijas y el concepto de probabilidad no entra; una entrada dada produce una predicción exacta como salida; opuesto a un modelo estocástico.

**Nitritos y Nitratos.-** Son compuestos de fertilización, extremadamente solubles en agua. Resultantes de la descomposición de sustancias orgánicas, efluentes domésticos agroindustriales. Los nitritos resultan ser tóxicos para los peces. Una concentración de 0,2 - 0,4 mg/l mata al 70 % de una población de truchas. Se nota una mortandad elevada de peces a partir de 0,15 mg/l.

El ion nitrato, en concentraciones elevadas en agua de bebida puede producir cianosis en los niños y comunican corrosividad (oxidaciones) al agua y producen interferencias en fermentaciones. La combinación de los nitritos + nitratos produce tos en los seres humanos.

**Oxígeno Disuelto.-** Se entiende por oxígeno disuelto, el oxígeno libremente disponible en el agua.

El mayor problema que presenta el oxígeno disuelto en el empleo del agua es que produce corrosividad. Su ausencia puede ser origen de malos gustos (fermentaciones anaeróbicas).

**pH.-** El pH de una solución es un valor que expresa la acidez o alcalinidad de la solución en términos de las cantidades relativas de iones hidrógenos ( $H^+$ , protones) e hidróxidos presentes ( $OH^-$ ). El valor de PH varía en un rango de 0 (solución fuertemente ácida) a 14 (solución fuertemente básica o alcalina), con un valor de 7 representando una solución neutra. El agua marina tiene un pH aproximado de 8, con un  $pH < 7$  suelen ser agresivas, sabor metálico amargo,



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

corrosión, y un  $\text{pH} > 9$  crea dificultades en las plantas, sensación resbaladiza, sabor a sosa, depósitos. Los peces soportan valores entre 5 y 9.5.

**Sólidos Totales Volátiles.**- El contenido de sólidos volátiles se interpreta en términos de materia orgánica, teniendo en cuenta que a  $550 \pm 50^\circ\text{C}$  la materia orgánica se oxida formando el gas carbónico y agua que se volatilizan. Sin embargo, la interpretación no es exacta puesto que la pérdida de peso incluye también pérdidas debido a descomposición o volatilización de ciertas sales minerales como por ejemplo las sales de amonio o carbonato de magnesio.

**Sólidos Suspendidos.**- Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) hacen referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual. Se determinan mediante un método gravimétrico.

**Sólidos Totales.**- Es la sumatoria de los sólidos suspendidos mas sólidos disueltos.

**Sólidos Disueltos.**- Permite conocer las sales disueltas que generan las plantas de potabilización.

**Temperatura.**- La temperatura óptima es de  $8 - 15^\circ\text{C}$ , esta afecta a la viscosidad del agua, capacidad de absorción de gases, etc.



# CAPITULO 1

## INTRODUCCION

El manejo de la gestión del ambiente ha evolucionado al grado de comprender que los estudios cuantitativos obtenidos en base a pruebas de laboratorio o modelos matemáticos de cualquier clase son parte del esfuerzo para encontrar respuestas concretas al grave problema de contaminación ambiental de ecosistemas acuáticos.

La contaminación del agua proviene de diversas fuentes como las descargas de aguas servidas domesticas, aguas residuales industriales, drenajes de aguas lluvias, drenaje de cultivos agrícolas, etc.

El río Daule en sus tramos finales antes de su confluencia con el rio Babahoyo recibe las descargas de aguas residuales y de drenajes de aguas lluvias provenientes de la ciudad de Guayaquil.

Una de las descargas de aguas lluvias provenientes de un sector de la ciudad de Guayaquil se hace através del Canal No. 15. Se conoce que en actualidad el Canal No 15 adicionalmente recibe las descargas de aguas servidas tratadas en la Planta de la Garzota y aguas provenientes del sistema de alcantarillado de AALL de las ciudadelas



Sauces II, Alboradas, Terrenos de la comisión de tránsito, Urbanización Acuarelas del Río, Garzota IV, VI etapa como se observa en la figura 1.1.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

La presente tesis tiene por objetivo efectuar una evaluación de los efectos de la descarga de materia orgánica provenientes del Canal No. 15 en el río Daule.

### **1.2.2 Objetivo Específicos**

Varios Objetivos se plantearon por la presente tesis:

- Realizar pruebas de laboratorio de calidad de agua, que se descarga en el río Daule a través de Canal No. 15.
- Evaluar los efectos de la descarga del Canal No. 15 en el río Daule, durante la estación seca del año 2009.
- Identificar las principales descargas de contaminantes del agua en el Canal No. 15.
- Aplicar un modelo matemático de calidad de agua para establecer los efectos de la materia orgánica de la descarga del Canal No. 15 en el río Daule.
- Analizar medidas de mitigación ambiental para disminuir los impactos negativos de la descarga del Canal No. 15

## **1.3 Antecedentes**

El Canal No. 15 corresponde al LOTE 3, como se observa en la figura 1.1. INTERAGUA empresa de prestación de servicio de Agua Potable y Alcantarillado de la Ciudad de Guayaquil, zonifica al Canal No 15 de aguas lluvias y lo ubica en el LOTE 3, por manejo interno dividen a la ciudad de Guayaquil en lotes, para anualmente realizar una limpieza integral del sistema de drenaje pluvial. Tiene un área de influencia comprendida desde el sector aledaño a los terrenos del Quinto Guayas – ISSFA. Av. Juan Tanca Marengo Ciudadela Martha de Roldós, Terminal Terrestre, Acuarela del Río y descargan hacia el Estero Salado y el Río Daule.



Fue necesario conocer la calidad del agua mediante pruebas de laboratorio, el caudal que transporta y descarga el Canal No. 15 para así determinar la carga de contaminante que llega al río Daule. Se obtuvieron resultados de análisis de calidad de agua realizados por ECAPAG e INTERAGUA de  $DBO_5$  y DQO a 500 metros aguas arriba del puente Rafael Mendoza Avilés (Río Daule), a 30 km de la planta de tratamiento de aguas servidas Tornillo y a 34 km de la planta de tratamiento de aguas servidas Progreso. Con estos resultados se podrá determinar la afectación que le está causando la descarga de aguas lluvias y residuales del Canal No. 15 al afluente el río Daule.

#### **1.4 Alcance.**

- Analizar la calidad de agua que es descargada en el río Daule mediante pruebas en sitio y de laboratorio de los siguientes parámetros:
  - Temperatura
  - PH
  - Sólidos Suspendidos, Sólidos Totales, Sólidos Volátiles.
  - Demanda Bioquímica de Oxígeno-  $DBO_5$
  - Oxígeno Disuelto-OD
  - Demanda Química de Oxígeno-DQO
  - Coliformes fecales y totales
  - Nitritos, Nitratos.
- Estudiar el impacto ambiental que causa el agua del canal No. 15 al descargar en un medio acuífero sin ser esta antes tratada.
- Definir el daño que el agua del canal No. 15 contaminada causa a la población y a los recursos hídricos.
- Definir si es necesario tratar el agua que es descargada mediante el Canal No. 15 antes de ser descargada al río Daule.



## **1.5 Características Generales del Área de Estudio.**

### **1.5.1 Río Daule**

El río Daule como cuerpo receptor de la descarga del Canal No 15, esta limitado por la Planta del Tornillo ubicada aguas arriba de la descarga hasta el puente de la Unidad Nacional que esta aguas debajo de la descarga.

### **1.5.2 Canal No 15 de aguas lluvias de la ciudad de Guayaquil.**

El área de estudio está ubicada en la ciudad de Guayaquil – Ecuador denominado canal No. 15. Canal natural abierto, recoge las aguas provenientes del sistema de alcantarillado de AALL de la ciudadela Sauces II, la Garzota VI, VII etapa, está ubicado en la Av. Dr. Antonio Velasco (calle 4 NE) desde la Av. Benjamín Rosales (AV.15 NE) hasta la calle Agustín Freire Icaza (calle 16 NE), para realizar su descarga al río Daule. Este canal tiene una longitud de 828 metros, ya que su inicio está en la abscisa 0+093 hasta la abscisa 0+828. Con un ancho de solera de 4.5 metros, altura de azolve promedio de 0.20 metros como se observa en la figura 1.2.

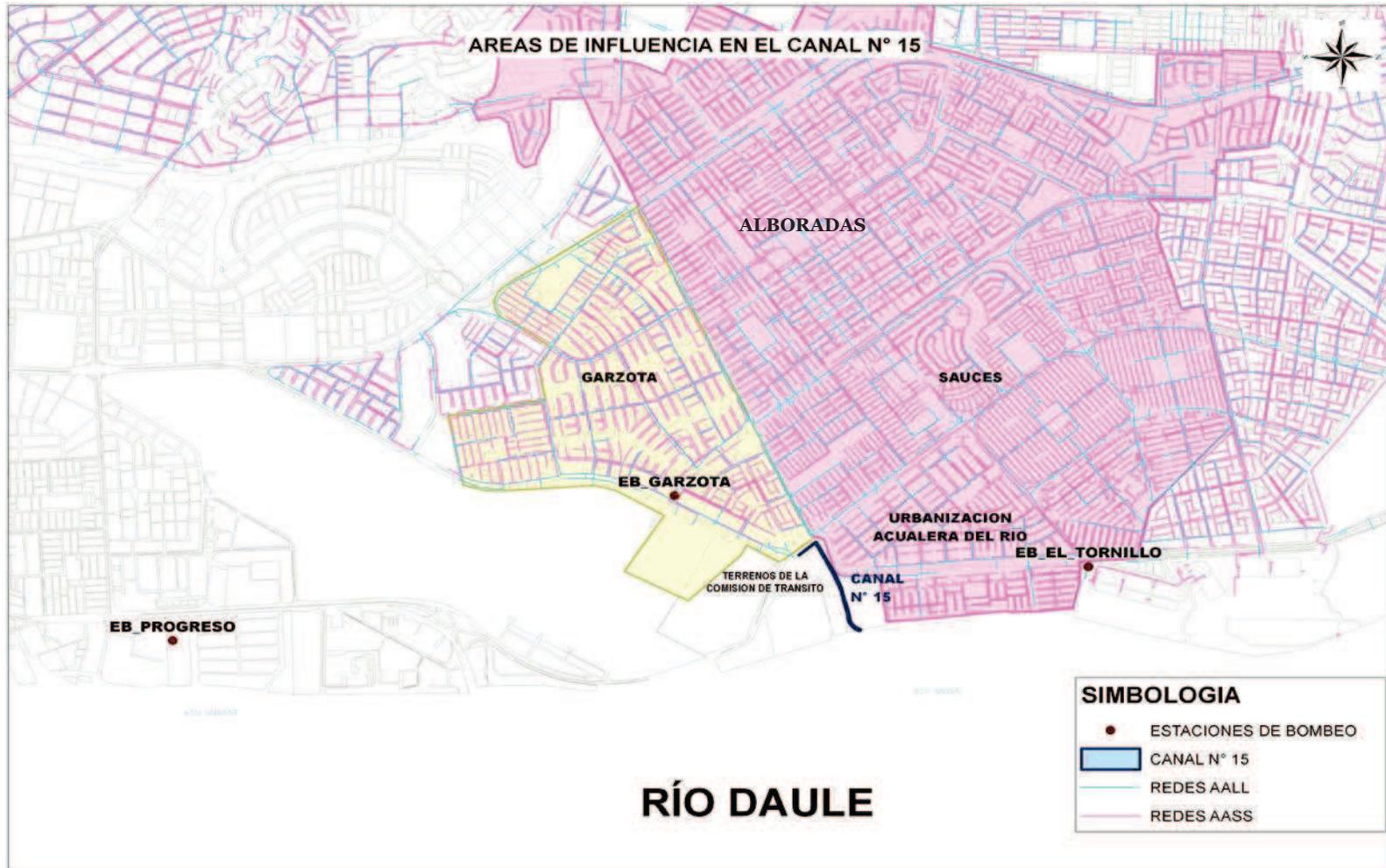


Figura 1.1.- Áreas de Influencia del Canal No. 15  
(Fuente: INTERAGUA)

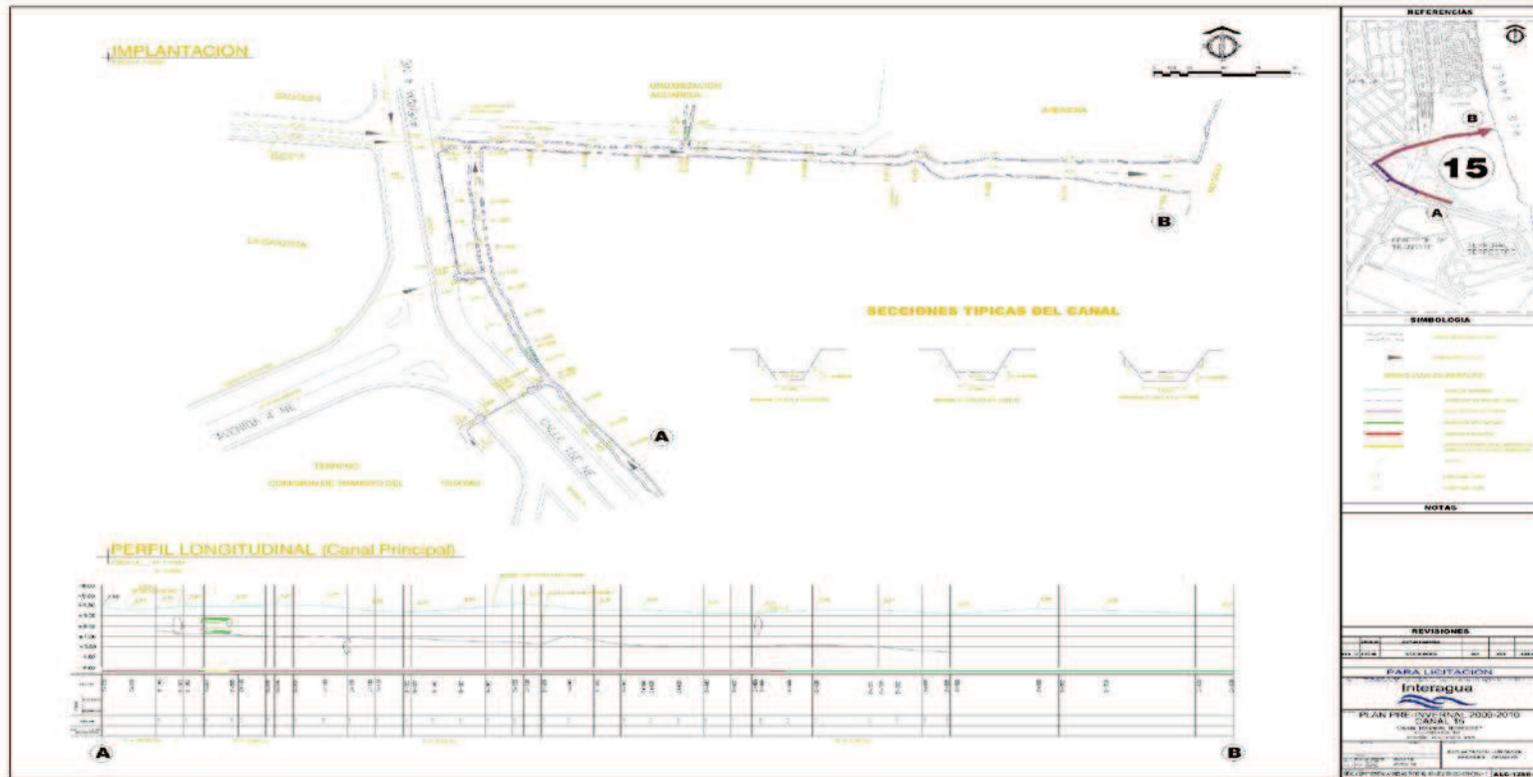
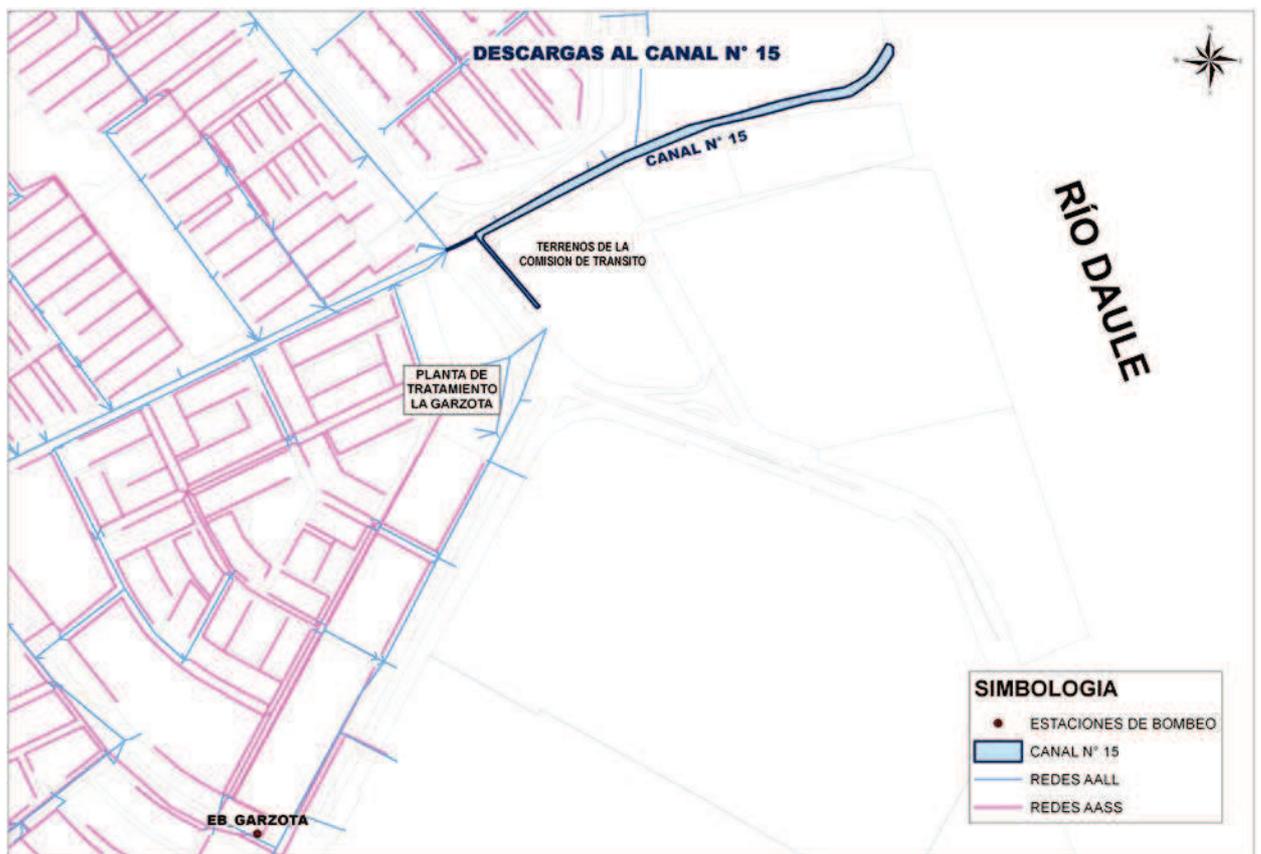


Figura 1.2.- Descripción Geográfica del Canal No. 15

(Fuente: INTERAGUA)



**Figura 1.3.-** Fotografía del Canal No. 15 cerca de su descarga en el río Daule.  
(Fuente: INTERAGUA)



**Figura 1.4.-** Detalle de las descargas al Canal No. 15  
(Fuente: INTERAGUA)



## **CAPITULO 2**

### **EVALUACIÓN DE CONTAMINACIÓN DE AGUA**

#### **2.1. Contaminación del Agua.**

Se define agua contaminada cuando ya no puede utilizarse para el uso que se le iba a dar, en su estado natural o cuando se ven alteradas sus propiedades químicas, físicas, biológicas y/o su composición.

En las inspecciones de campo realizadas para la estación seca del año 2009 se observó que escurría un caudal de agua residual, en los meses de julio a octubre del 2009 no se registró precipitación alguna, a pesar de esto se comprobó la descarga de agua proveniente del efluente de la Planta de Tratamiento de aguas residuales de la Garzota. Por tratarse de un canal abierto, este se constituye en una potencial fuente de transmisión de enfermedades.

Las enfermedades transmitidas por medio del agua contaminada se originan en aguas estancadas, descargas de aguas servidas sin tratamiento. Las aguas residuales producen enfermedades como cólera, tifoidea y paratifoidea, disentería bacilar y amibiana, diarrea, hepatitis infecciosa, parasitismo, filariosis, malaria, tripanosomiasis, oncocercosis, schistosomiasis, tracoma, conjuntivitis y áscaris; entre otras.



Adicionalmente las aguas servidas insuficientemente tratadas o crudas tienen una alta concentración de materia orgánica, que al llegar al cuerpo receptor consumen el oxígeno disuelto del agua para efectuar la degradación biológica de esta materia orgánica, alterando las condiciones requeridas para el desarrollo de las especies acuáticas.

## **2.2 Factores que afectan la calidad del Agua.**

En el caso de la presente Tesis luego de las visitas al área de influencia, se determinó que existen diversos factores que influyen en la composición física, química y bacteriológica del agua que es descargada por medio del Canal No. 15. Los factores son los siguientes:

La descarga de la planta de la Garzota, las aguas lluvias que escurren en la estación invernal, el clima, intrusión de agua marina.

## **2.3 Descripción de indicadores de calidad de Agua.**

Un Indicador es una representación numérica que sintetiza información en un período de tiempo.

Los indicadores ambientales son formas directas o indirectas de medir la calidad del agua, pueden ser utilizados para determinar la situación actual y las tendencias en la capacidad del ambiente para sustentar la salud ecológica y humana.

- Proporcionan información oportuna, precisa y fiable acerca del ambiente y el desarrollo sustentable a la hora de tomar decisiones.
- Estos poseen el potencial de constituir importantes herramientas sustentadas científicamente y técnicamente.
- Además, facilitan el acceso a dicha información a los diferentes grupos de usuarios, permitiendo transformar la información en acción (CIAT – Banco Mundial – PNUMA, citado en Autoridad Nacional del Ambiente, 2000)
- La importancia del desarrollo de indicadores radica en tres objetivos ambientales fundamentales que permiten alcanzar el desarrollo sustentable:
  1. Proteger la salud humana y el bienestar general de la población.
  2. Garantizar el aprovechamiento sustentable de los recursos.
  3. Conservar la integridad de los ecosistemas.



## **2.4 Selección de indicadores de calidad de agua para el desarrollo de la Tesis.**

Para determinar la calidad ambiental del agua, sus características pertinentes y significativas, deben ser medibles y cuantificables a través de indicadores e índices ambientales que permitan una gestión ambiental.

Los parámetros que se consideraron en la presente tesis reflejan de una manera integral el estado de la calidad del agua del Canal No. 15 y del cuerpo receptor, que es el río Daule.

pH

Temperatura

DBO<sub>5</sub>

DQO

OD

Sólidos Totales Volátiles

Sólidos Suspendidos

Sólidos Totales

Nitritos y Nitratos

Coliformes Fecales y Totales

## **2.5 Selección de los puntos de muestreo y técnicas de los ensayos de los indicadores seleccionados.**

Para los muestreos realizados en la estación seca se contó con el apoyo del laboratorio de INTERAGUA y para los ensayos realizados en la estación lluviosa con el apoyo del laboratorio de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

### **2.5.1 Identificación de puntos de muestreo.**

#### **2.5.1.1 Primera campaña de muestreo.**

Los puntos de muestreo para la estación seca 2009 están representados en la figura 2.1 y fueron seleccionados en consideración a la longitud del tramo y los efectos de flujo y refluo de la marea.

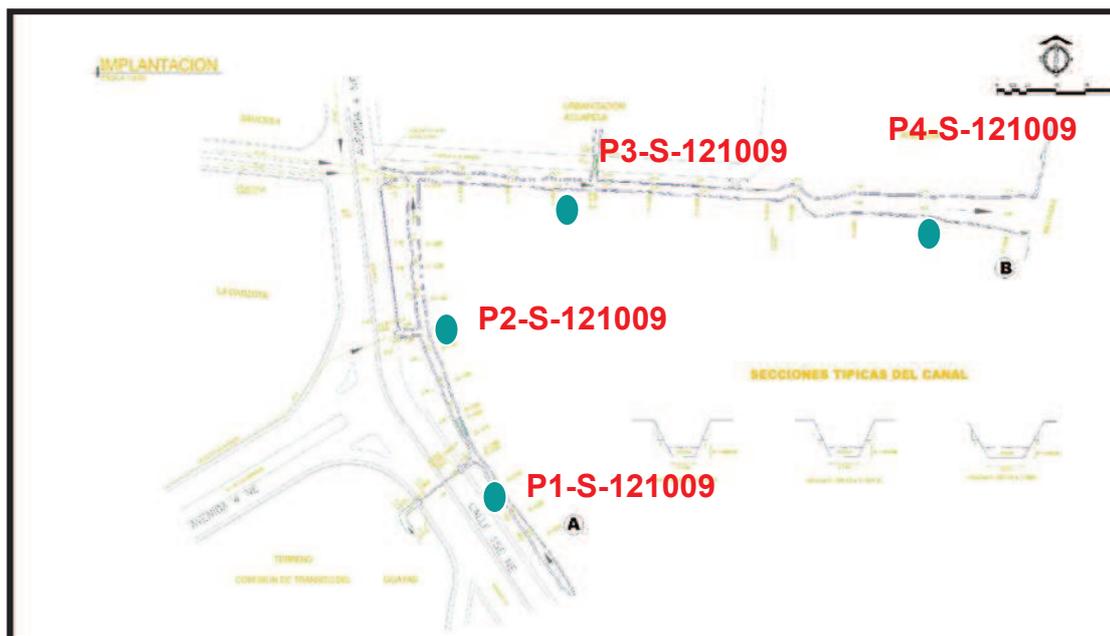


Se realizaron dos tomas de muestras por cada punto. En el punto se muestreo para la marea baja y marea alta. El muestreo en la marea baja comenzó a las 10:00 y termino 10:32. La toma de muestra en la marea alta comenzó a las 16:30 y termino 16:59.

Se tomaron 4 muestras las cuales fueron analizadas cada una en marea baja y alta.

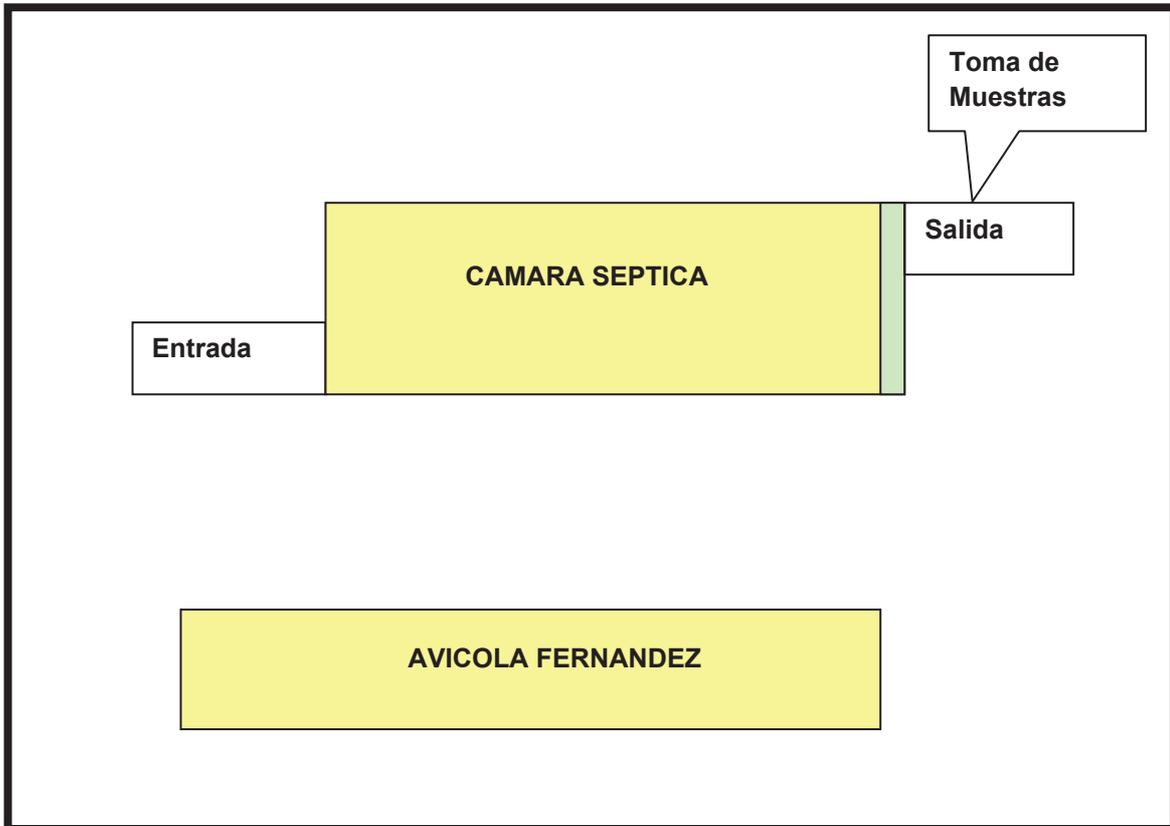
**Tabla 2.1.-** Identificación de muestras.

IDENTIFICACION	FECHA	MAREA	HORA
CAN-15-MB-P1-S-121009	12-Oct-09	MB	10H01
	12-Oct-09	MA	16H30
CAN-15-MB-P2-S-121009	12-Oct-09	MB	10H10
	12-Oct-09	MA	16H40
CAN-15-MB-P3-S-121009	12-Oct-09	MB	10H20
	12-Oct-09	MA	16H50
CAN-15-MB-P4-S-121009	12-Oct-09	MB	10H32
	12-Oct-09	MA	16H59



**Figura 2.1.-** Puntos de Muestreo  
(Fuente: INTERAGUA. Plan Pre- Invernal 2009-2010)

Se solicitaron a la empresa Interagua puntos de muestreos realizados a la salida de la planta la Garzota. Cuyo efluente tratado descarga en el Canal 15. El esquema donde se tomaron las muestras se indica a continuación.



**Figura 2.2.-** Esquema planta la Garzota.  
(Fuente: Autor)

**Tabla 2.2.-** Identificación de muestras a la salida planta la Garzota.

IDENTIFICACION	FECHA	EPOCA	Planta	HORA
Gar-E-C-151009	15-Oct-09	VERANO	Garzota Salida	20H15PM
Gar-E-C-110210	11-Feb-10	INVIERNO	Garzota Salida	20H20PM

La Planta la Garzota luego de un proceso de tratamiento de aguas residuales descarga al Canal No 15 de Aguas Lluvias.

#### **2.5.1.2 Segunda Campaña de Muestreo en invierno 2010.**

Se realizaron tres tomas de muestras por punto. En cada punto se tomo la muestra en marea baja. Las muestras en la marea baja comenzaron a las 11:25 y terminaron 11:45.



**Figura 2.3.-** Segunda Campaña de Muestreo en la estación lluviosa 2010.  
(Fuente: INTERAGUA)

**Tablas 2.3.-** Identificación de muestras de la estación lluviosa.

IDENTIFICACION	FECHA	EPOCA	MAREA	HORA
Pdes-02-01	9-Feb-10	9-Feb-10	MB	11H45AM
Pdes-02-02	9-Feb-10	9-Feb-10	MB	11H25AM
Pdes-02-03	9-Feb-10	9-Feb-10	MB	11H25 AM

## 2.6 Técnica de muestreo y análisis realizados.

La toma de muestra, preservación y análisis de laboratorio se efectuaron bajo las recomendaciones del Standard Methods for Examination of Water and Wastewater Edición No. 19, 1995 (APHA, AWWA, WEF).

Para los parámetros seleccionados se indican a continuación los métodos empleados en el análisis de agua.



pH: Medición directa.

DBO: Método de Titulación de Winkler.

DQO: Método de Titulación, Reflujo Cerrado.

Sólidos Disueltos: 2540C - Secado a 180 ° C.

Sólidos Volátiles: Ignition a 550 °C.

Sólidos Totales: Fórmula Sol. Suspendidos. + Sol. Disueltos.

Sólidos Suspendidos: 2540D - Secado 103 -105 ° C.

Nitrógeno Amoniacal: 151-37.- Método Hach.

Nitritos: Método Colorimétrico.

Nitratos: Método Colorimétrico.

Coliformes Fecales: Técnica de Filtración de Membrana - Agar Cromocult/Kovacs



## **CAPITULO 3**

### **RESULTADOS**

#### **3.1. Procesamiento de la información.**

A continuación se presentan los resultados de los análisis de la calidad del agua de la descarga del Canal No. 15, en puntos de muestreo antes de su descarga en el río Daule.

Se realiza en el presente capítulo el análisis mediante el programa STATISTICA 7 que permite hacer la estadística descriptiva de un conjunto de datos, los puntos de muestreo en estación seca del 2009 y en estación lluviosa del 2010.



### 3.1.1 Resultado de Ensayos en estación seca (verano) 2009.

IDENTIFICACION	FECHA	HORA	UBICACIÓN	Ph (UpH)	TEMPERATURA (°c)	DQO (mg/L)	DBO5 (mg/L)	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/L)	SOLIDOS TOTALES (mg/L)	NITRATOS (mg/L)	NITRITOS (mg/L)	COLIFORMES TOTALES (NMP/100 ml)	COLIFORMES FECALES (NMP/100 ml)
CAN-15-MB-P1-S-121009	12-oct-09	10:01	SUPERFICIAL EN EL CANAL 15 (VER CROQUIS)	7	29	348	95	629	699	0,3	0	1,60E+07	3,00E+06
CAN-15-MB-P1-S-121009	12-oct-09	16:30	SUPERFICIAL EN EL CANAL 15 (VER CROQUIS)	7	29	360	155	691	781	0,2	0	1,70E+07	2,20E+06
CAN-15-MB-P2-S-121009	12-oct-09	10:10	SUPERFICIAL EN EL CANAL 15 (VER CROQUIS)	7	30	446	85	636	703	0,4	0	1,60E+08	8,00E+06
CAN-15-MB-P2-S-121009	12-oct-09	16:40	SUPERFICIAL EN EL CANAL 15 (VER CROQUIS)	7	29	402	135	683	770	0,2	0	1,60E+07	3,00E+06
CAN-15-MB-P3-S-121009	12-oct-09	10:20	SUPERFICIAL EN EL CANAL 15 (VER CROQUIS)	7	29	266	65	627	678	0,3	0	1,60E+07	3,00E+06
CAN-15-MB-P3-S-121009	12-oct-09	16:50	SUPERFICIAL EN EL CANAL 15 (VER CROQUIS)	7	29	298	105	665	1122	0,3	0	1,10E+07	5,00E+06
CAN-15-MB-P4-S-121009	12-oct-09	10:32	SUPERFICIAL EN EL CANAL 15 (VER CROQUIS)	7	29	504	55	650	681	0,2	0	3,00E+07	5,00E+06
CAN-15-MB-P4-S-121009	12-oct-09	16:59	SUPERFICIAL EN EL CANAL 15 (VER CROQUIS)	7	29	206	85	708	763	0,2	0	9,00E+06	3,00E+06
Limite Tulas				6 – 9	32	250	100	100	1600	0,05	0,05	-----	Remoción > al 99 %

Tulas: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministro del Ambiente



### 3.1.2 Resultado de Ensayos en estación lluviosa (invierno) 2010.

IDENTIFICACION	FECHA	HORA	UBICACIÓN	Ph (UpH)	TEMPERATURA (°c)	DQO (mg/L)	DBO5 (mg/L)	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/L)	SOLIDOS TOTALES VOLATILES (mg/L)	SOLIDOS TOTALES (mg/L)	NITRATOS (mg/L)	NITRITOS (mg/L)	COLIFORMES TOTALES (NMP/100 ml)	COLIFORMES FECALES (NMP/100 ml)
Pdes-02-01	09-feb-10	11:45	ANTONIO PARRA VELASCO AV. 4 NE	7,01	28,7	109,4	14,8	506,67	394,67	570,67	0,1	0,03	4,60E+06	1,50E+06
Pdes-02-02	09-feb-10	11:25	WASHINGTON DELGADO Y AV. ANTONIO PARRA VELASCO	6,84	28,1	92,56	14	200	184,2	223,68	0,1	0,03	5,10E+06	1,80E+06
Pdes-02-03	09-feb-10	11:25	WASHINGTON DELGADO (15E NE)	6,63	27,5	90,8	13,5	169,23	160,4	195,7	0,11	0,03	5,50E+06	1,60E+06
Limite Tulas				6 – 9	32	250	100	100	----	1600	0,05	0,05	-----	Remoción al 99.9%

Tulas: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministro del Ambiente



### 3.1.3 Resultados del efluente de la Planta de Tratamiento la Garzota.

#### Descarga estación seca (verano) 2009

IDENTIFICACION	FECHA	HORA	Ph (UpH)	TEMPERATURA (°c)	DQO (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/L)	SOLIDOS TOTALES VOLATILES (mg/L)	SOLIDOS TOTALES (mg/L)	NITRATOS (mg/L)	NITRITOS (mg/L)	COLIFORMES TOTALES (NMP/100 ml)	COLIFORMES FECALES (NMP/100 ml)
GAR-S-C-151009	15-oct-09	06:00 - 20:00	7	28,5	180	125	534	-----	588	0,3	0	1,60E+07	9,00E+06
Limite Tulas			6 – 9	32	250	100	100	----	1600	0,05	0,05	-----	Remoción al 99.9%

Tulas: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministro del Ambiente

#### Descarga estación lluviosa (invierno) 2010

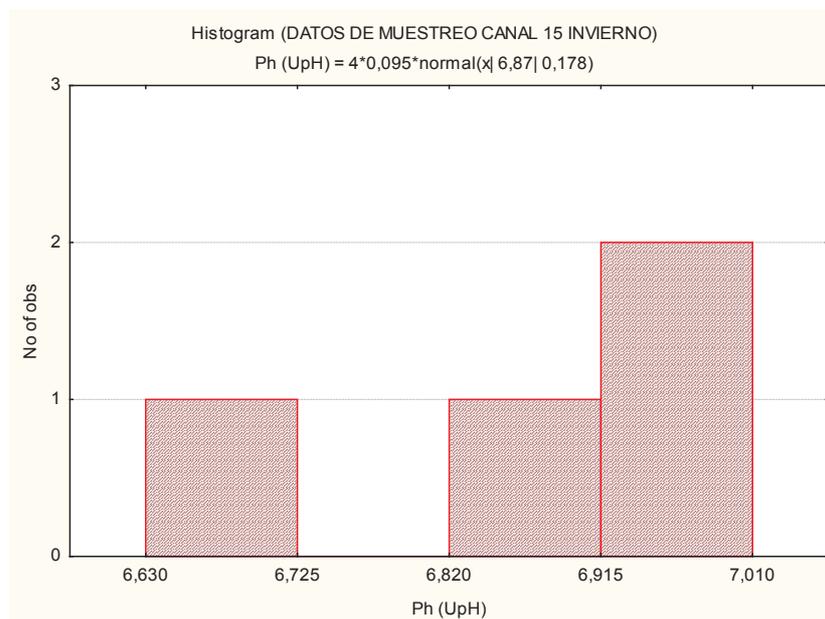
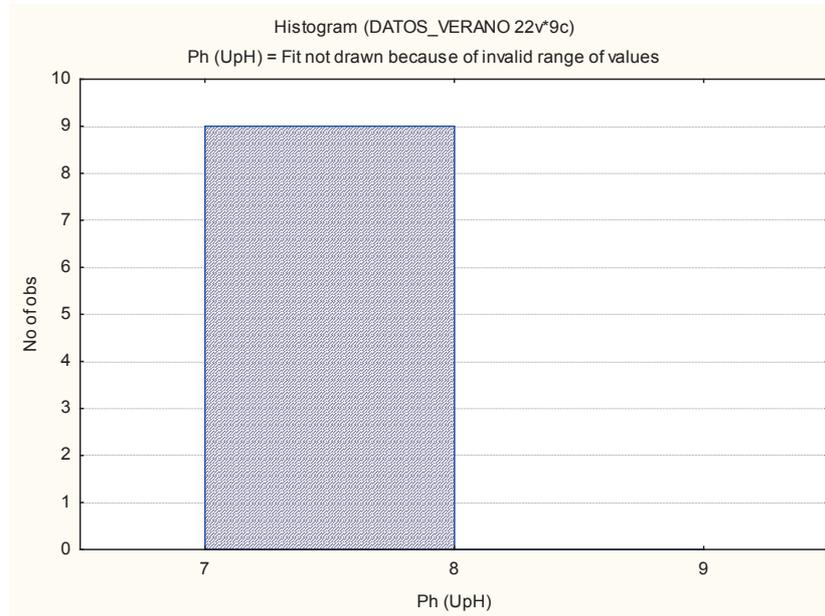
IDENTIFICACION	FECHA	HORA	Ph (UpH)	TEMPERATURA (°c)	DQO (mg/L)	DBO <sub>5</sub> (mg/L)	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/L)	SOLIDOS TOTALES VOLATILES (mg/L)	SOLIDOS TOTALES (mg/L)	NITRATOS (mg/L)	NITRITOS (mg/L)	COLIFORMES TOTALES (NMP/100 ml)	COLIFORMES FECALES (NMP/100 ml)
GAR-S-C-110210	11-feb-10	06:00 - 20:00	7	27,7	111	30	420	83	452	0,3	0,1	1,10E+06	1,70E+05
Limite Tulas			6 – 9	32	250	100	100	-----	1600	0,05	0,05	-----	Remoción > al 99 %

Tulas: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministro del Ambiente

### 3.1.4 Histograma de frecuencia de los puntos muestreados para cada parámetro.



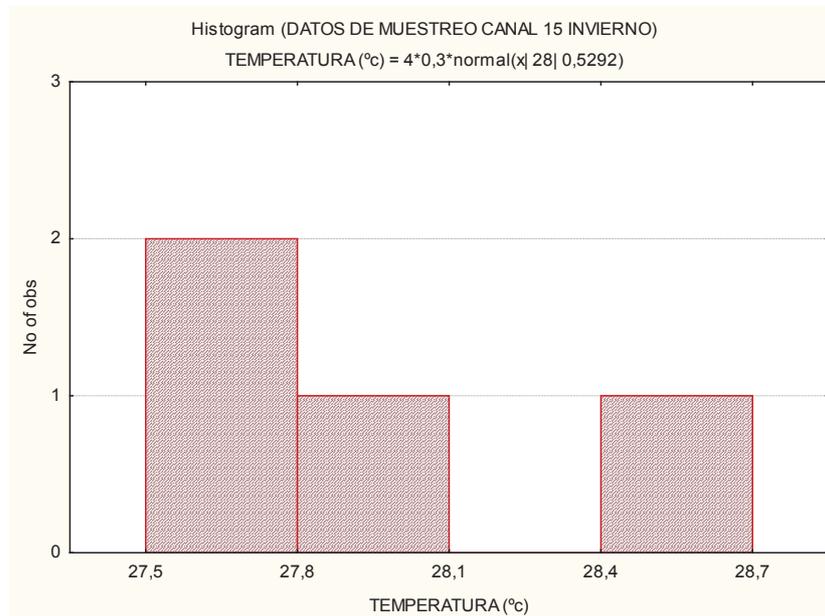
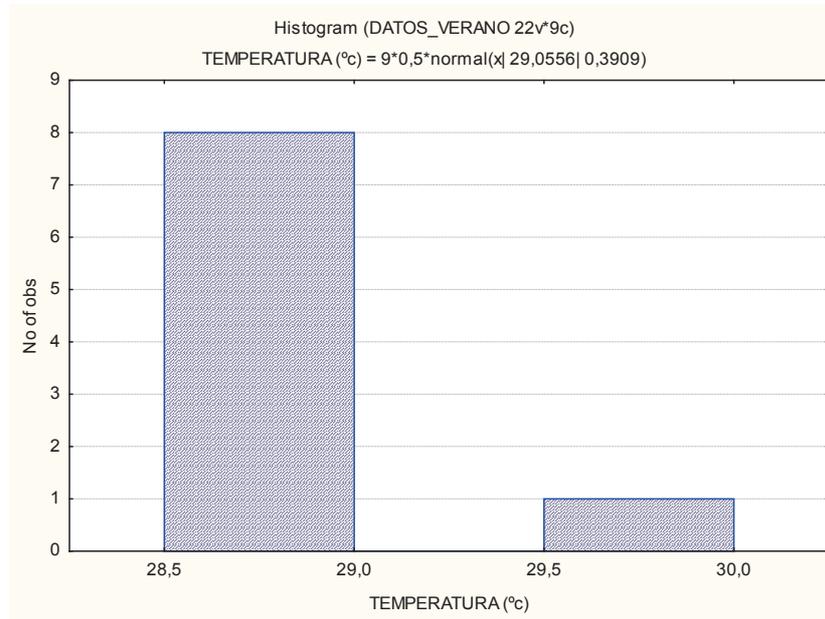
## pH



Del histograma de frecuencia se puede determinar que el pH de los puntos muestreados se encuentra dentro del rango de los límites máximos permisibles del Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental, que establece el rango entre 5 y 9. Este límite se comprueba tanto para estación seca como para estación lluviosa.



## Temperatura

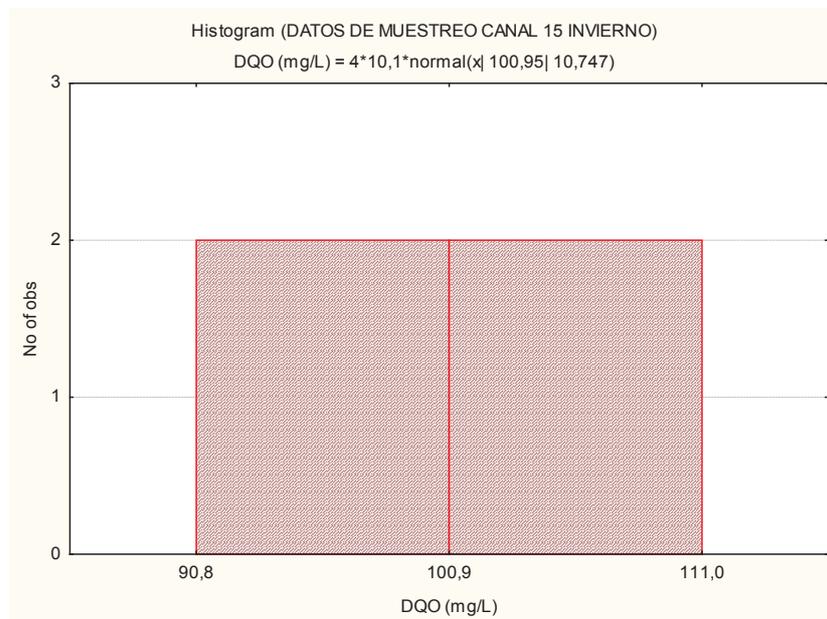
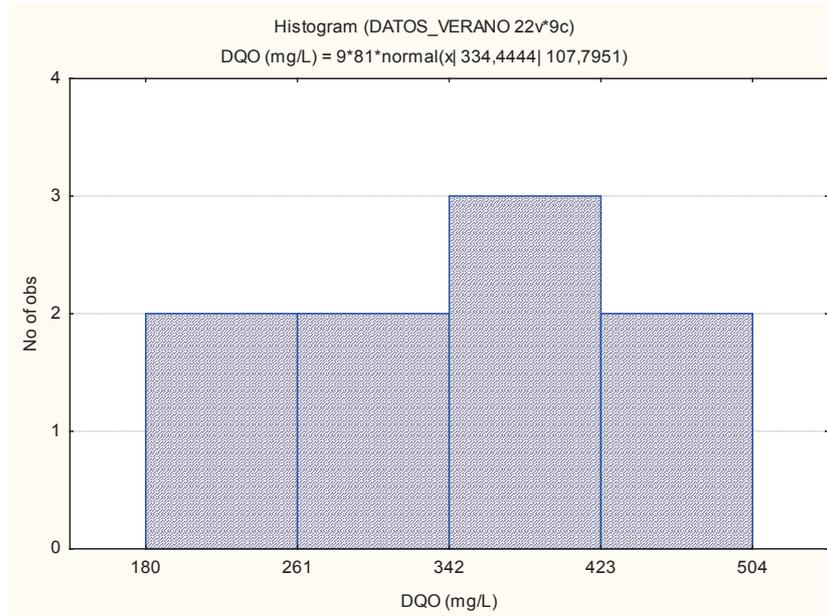


Del histograma de frecuencia se puede determinar que la Temperatura de los puntos muestreados tanto en estación seca como en estación lluviosa se encuentran dentro del



límite de los límites máximos permisibles del Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental, que determina que la temperatura máximo permisible es de 32°C.

### Demanda Química de Oxígeno



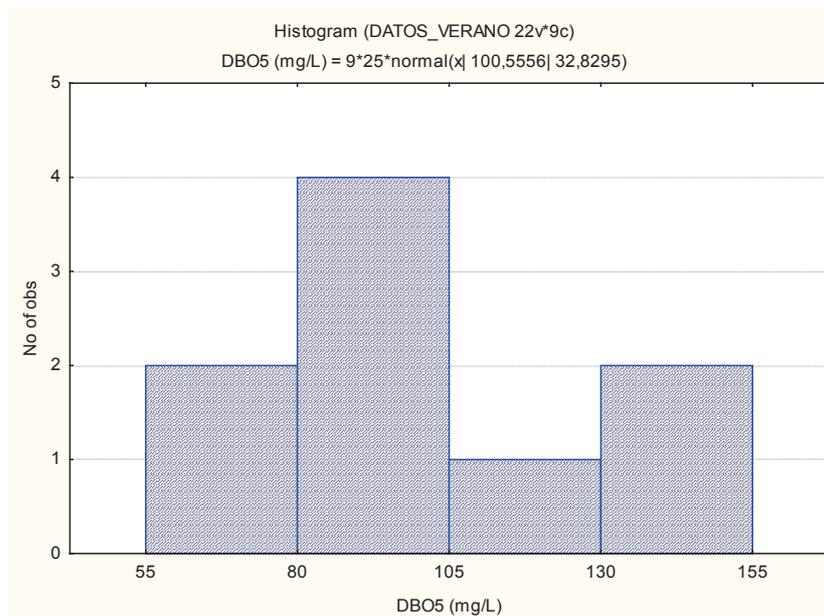


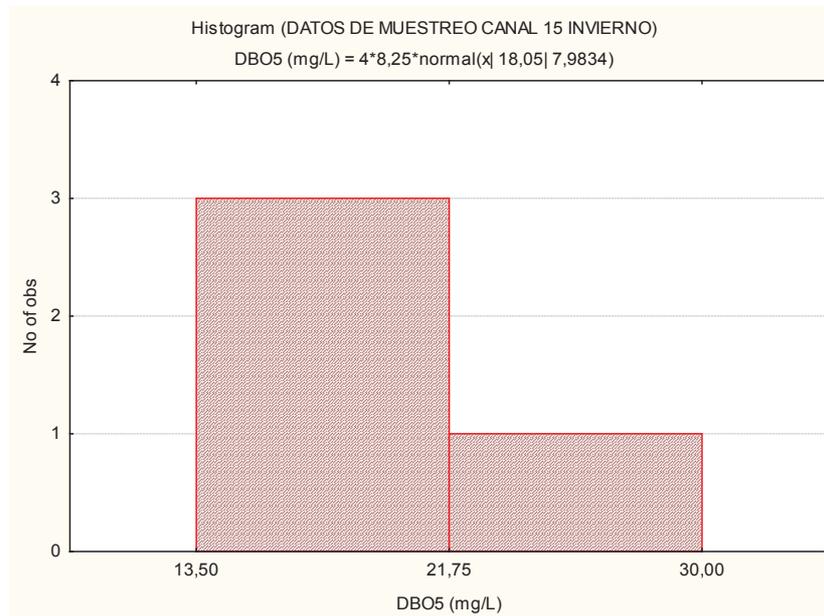
La interpretación del histograma de frecuencia permite afirmar que la DQO de los puntos muestreados no cumple con el límite máximo permisible del Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental, que determina que la DQO no debe pasar de 250 mg/l, lo indicado es válido para la estación seca. El mínimo medido en estación seca es 206 mg/l y el máximo es 504 mg/l, el promedio para de las mediciones es de 354 mg/l.

En la estación lluviosa, en cambio, se cumplen con las normas puesto que el mínimo registrado es de 90,8 mg/l y el máximo de 109,4 mg/l. El promedio para esta fecha de muestreo y análisis de DQO es de 97,6 mg/l.

Si se comparan los datos obtenidos para la estación seca y para la estación lluviosa se puede sostener que, mientras en la primera la concentración es muy elevada, en la segunda es relativamente aceptable y pequeña, esto debido a que el canal recepta las aguas lluvias de la temporada, las que diluyen la concentración de la DQO.

### **Demanda Bioquímica de Oxígeno**





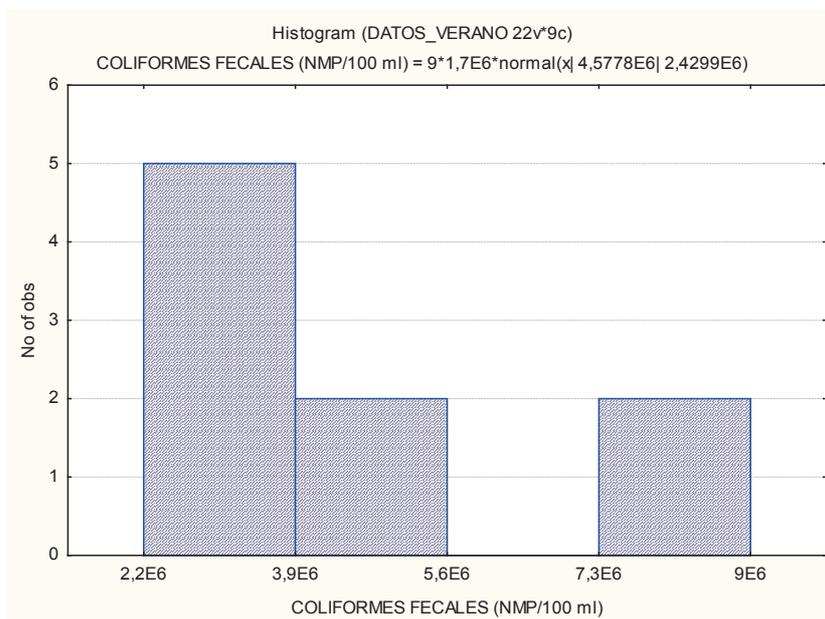
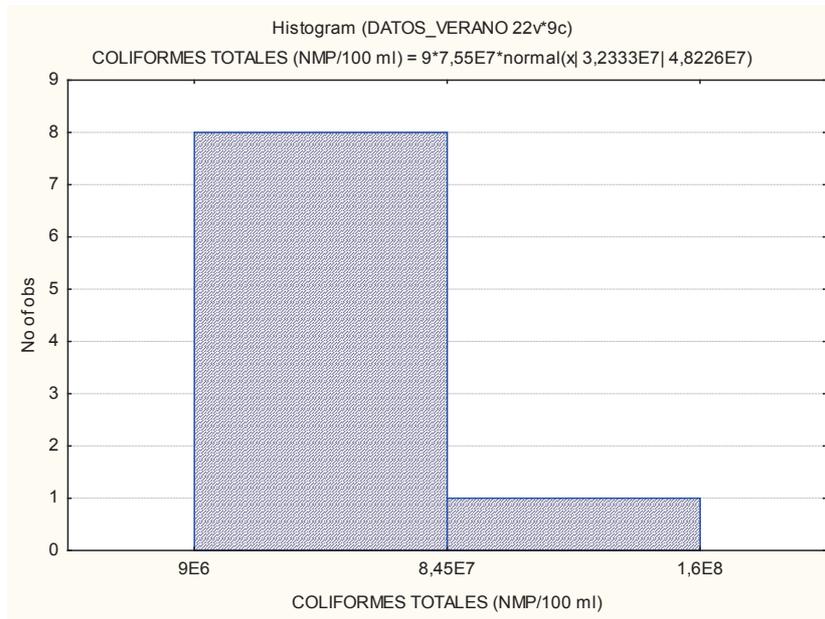
Los datos obtenidos para la estación seca permite establecer que la  $DBO_5$  de los puntos muestreados unos cumplen con el límite máximo permisible (100 mg/l) señalados en el Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental, mientras que otros no. El mínimo medido en estación seca es 55 mg/l y el máximo es 155 mg/l, el promedio para de las mediciones es de 97,5 mg/l, que es muy cercano al límite máximo permisible.

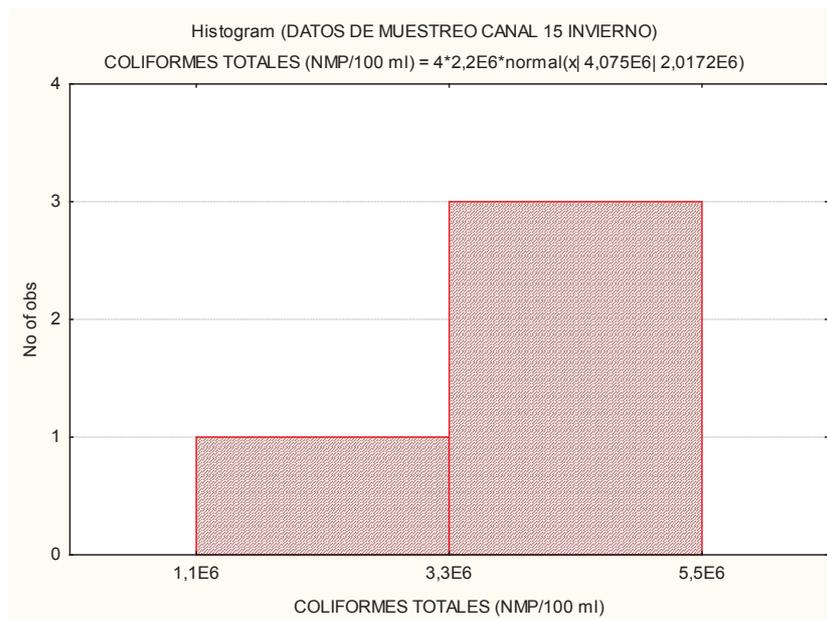
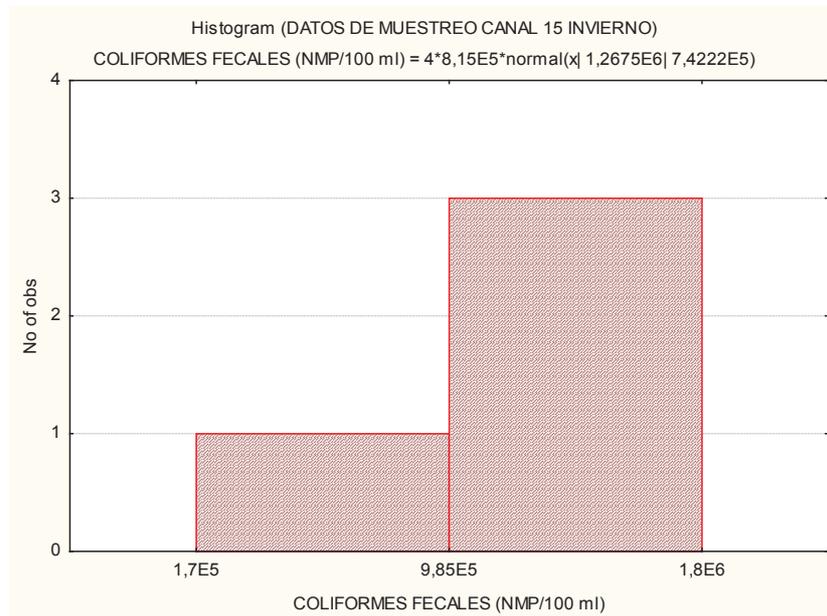
En la estación lluviosa, en cambio, se cumplen con las normas puesto que el mínimo registrado es de 13,5 mg/l y el máximo de 14,8 mg/l. El promedio para esta fecha de muestreo y análisis de  $DBO_5$  es de 14,1 mg/l.

De la misma manera que para la DQO, si se comparan los datos obtenidos de DBO para la estación seca y para la estación lluviosa se puede sostener que, mientras en la primera la concentración es muy elevada, en la segunda es relativamente aceptable y pequeña, puesto que como ya se indicó el canal receipta las aguas lluvias de la temporada, las que diluyen la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno.



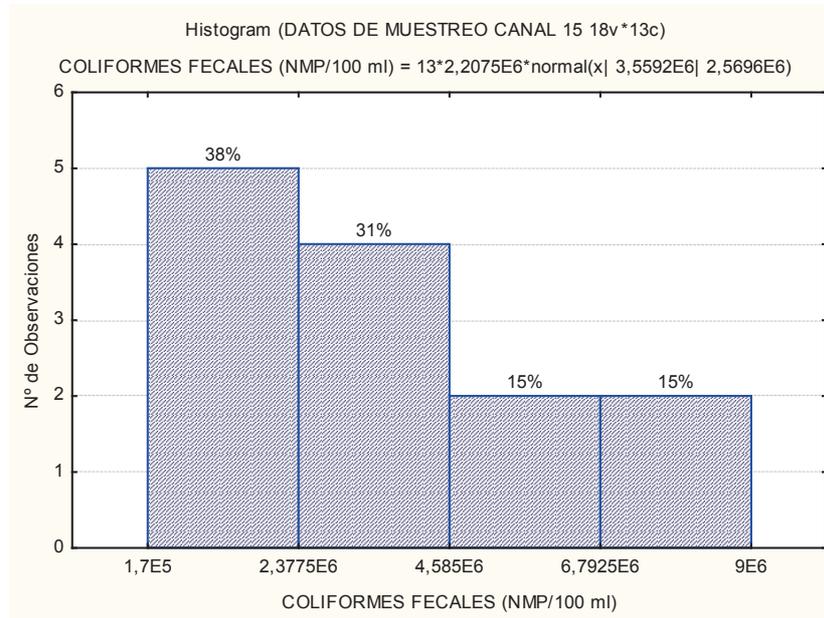
### Coliformes Fecales y Totales



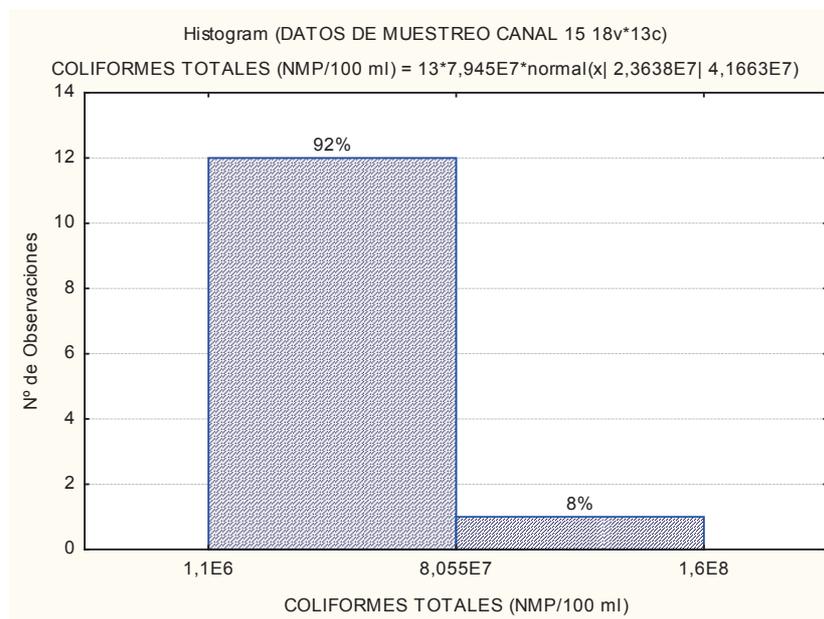




**Estación seca 2009**



**Estación seca 2009**



Del histograma de frecuencia se puede determinar que los coniformes fecales y totales de los puntos muestreados registran valores mayores a los del límite máximo permisible del texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental, que determina la remoción de



coliformes fecales deberá ser mayor al 99,9% de la concentración obtenida en el agua cruda. Las concentraciones obtenidas en estación seca están en el orden de  $1 \times 10^6$  nmp/100ml, para coliformes fecales, concentración que corresponde a una servida cruda (sin tratamiento previo).

Para la estación lluviosa tiene el mismo orden de  $1 \times 10^6$  nmp/100ml, por lo que el fenómeno de dilución es poco relevante para este parámetro.

Las características de la calidad del efluente de la planta de tratamiento de La Garzota, en la estación seca, no cumplen con los límites máximos permisibles para efluentes tratados, en un cuerpo receptor de agua dulce. En este caso el Canal No. 15 sería el cuerpo receptor.

Para la estación lluviosa el efluente de la planta de tratamiento de La Garzota, si cumple con las normas establecidas, debido a que se produce una dilución por las aguas lluvias caídas en el período de análisis.

### **3.2 Interpretación de resultados.**

Los sistemas de alcantarillado pluvial por definición deben transportar solamente aguas proveniente de la escorrentía de las aguas lluvias y se considera como ilícitas las descargas de aguas servidas sin tratamiento previo.

El Canal No. 15, en consecuencia debe transportar exclusivamente caudales de aguas lluvias que tienen lugar en la estación lluviosa, y adicionalmente aguas servidas tratadas, cuya eficiencia sea la suficiente para cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en el Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental.

Los resultados de los análisis del efluente de la planta de tratamiento de La Garzota, no cumplen con los límites máximos permisibles exigidos por el TULAS, para la estación seca.

En la estación lluviosa los parámetros de calidad de agua analizados en el desarrollo de la presente tesis, cumplen con los límites máximos, con excepción de los coliformes fecales, que presentan altos niveles.



La diferencia de concentraciones obtenidas de los análisis para estación seca y lluviosa se debe a la dilución, ya que en la lluviosa se registran caudales mucho más altos, que para la estación seca.



## **CAPITULO 4**

### **SIMULACIÓN MEDIANTE USO DE MODELACIÓN MATEMÁTICA**

Los modelos ambientales permiten predecir situaciones futuras en un ecosistema. Existen hoy en día muchos modelos aplicables a diversos requerimientos ambientales, como en el caso de la presente tesis.

El grado de complejidad de un modelo ambiental alcance es función directa del grado de complejidad de la situación planteada y de los objetivos finales que se persigan con su aplicación.

La base para un modelo de calidad de agua es el principio de conservación de la masa. Se basa en el principio que la cantidad total de la masa de una sustancia en cualquier sistema aislado, que no interactúa con otro ecosistema, permanece igual en el tiempo, aunque dicha masa pueda transformarse o dispersarse en el sistema de estudio. Es decir la dispersión resultante que realiza el modelo debe representar en forma adecuada los mecanismos que afectan la distribución de la masa. Por esto, la masa total ingresada en el modelo debe ser igual a la masa resultante calculada por el modelo.

La ecuación de la continuidad para un ecosistema acuático, como un estuario, se expresa de la siguiente manera:



$$V \frac{d[C]}{dt} = Le + Li - VK[C]$$

Donde:

**V** es el volumen de agua en el compartimento, expresado en litros.

**[C]** es la concentración total del compuesto químico, expresado en mg/l.

**Le** es la carga externa total en el compartimento, expresada en mg/h.

**Li** es la carga interna total en el compartimento, expresado en mg/h, como resultado del caudal de agua contaminada entre los compartimentos del sistema.

**K** es una constante de primer orden (1/h) que expresa pérdida de concentración por el efecto combinado de transporte y procesos de transformación.

## **4.1 Pasos a seguir para la realización de un modelo matemático.**

### **1.- Especificación del problema**

En el Canal No 15 se descargan a más de las escorrentías de las precipitaciones de la estación lluviosa, aguas residuales seca provenientes de la planta de tratamiento de aguas servidas la Garzota, durante todo el año. El propósito de la utilización del modelo, es obtener datos de degradación de la descarga del Canal No. 15 en el río Daule, para poder comparar estos datos con los obtenidos de los muestreos realizados por ECAPAG e INTERAGUA en el cuerpo receptor.

### **2.- Teoría General**

Se ingreso al programa propiedades de especificación numérica de varios parámetros y tasas de decaimiento de los dos ecosistemas analizados, que para la presente tesis son: El Canal No 15 y el Tramo del Río Daule, desde la planta de tratamiento Tornillo hasta el Puente de la Unidad Nacional. Los datos corresponden a la estación seca del año 2009.

### **3.- Datos de Calidad de Agua**

Para correr el modelo EXAMS, seleccionado para la presente tesis, se deben ingresan las concentraciones de DQO y DBO del Canal No 15 y del Río Daule. También requiere el modelo los valores de caudales del río Daule y de la descarga del Canal 15. Adicionalmente el programa requiere datos para caracterizar el ecosistema acuático



como Biomasa bentónica, densidad de sedimentos, clorofila, concentración de oxígeno disuelto, carbonato orgánico disuelto, porcentaje de agua en sedimentos, valores de pH, sedimentos suspendidos, temperatura.

Con estos pasos en EXAMS básicamente combina carga, transporte y la transformación de los contaminantes en una serie de ecuaciones diferenciales usando como principio la ley de conservación de masas.

## 4.2 Tipo de Análisis realizado.

**Persistencia**, evalúa el tiempo requerido para la purificación natural del ecosistema, en la presente tesis el cuerpo receptor es el río Daule, después de que termina el vertido del contaminante. En consecuencia el programa procesa datos y genera gráficos de persistencia de las sustancias contaminantes en el tiempo.

## 4.3 Realización de Modelo.

El EXAMS puede realizar el análisis de 3 modos distintos:

**Modo 1.-** Estado Estable. Analiza las consecuencias a largo plazo de la descarga continua de un contaminante.

**Modo 2.-** Descargas instantáneas por pulsos. Realiza un examen detallado de las consecuencias inmediatas de la descarga de un contaminante.

**Modo 3.-** Variación estacional mensual. Analiza los efectos de un contaminante por periodos que pueden ser mensuales.

Para la presente tesis se analiza por el modo 2 ya que los contaminantes analizados son descargados como si se tratara de una descarga puntual. Puesto que solo se cuentan con datos de muestreos de contaminantes para la estación seca del 2009 y por ser una Canal de AALL que no debería descargar agua residual al río Daule.

## 4.4 Información sobre parámetros de calidad de agua de la descarga sobre el río Daule, para el modelo.

Tabla 4.4.1.-Concentración descargada al Rio Daule.

	Marea	w=carga kg/h
<b>DQO</b>	Reflujo	3030,9552
	Flujo	1423,872
<b>DBO</b>	Reflujo	330,759
	Flujo	587,52



**Tabla 4.4.2.-** Concentración del Río Daule en el momento de la descarga.

Concentración del río Daule					
	Marea	mg/l	g/m3	l/seg	w=carga kg/h
<b>DQO</b>	Reflujo	9	0,0324	10080000	326592
	Flujo	12,14	0,043704	11760000	513959,04
<b>DBO</b>	Reflujo	2	0,0072	10080000	72576
	Flujo	3	0,0108	11760000	127008

#### 4.5 Compartimentos del Río Daule.



**Figura 4.5.-** Detalles de Compartimentos vista superior.

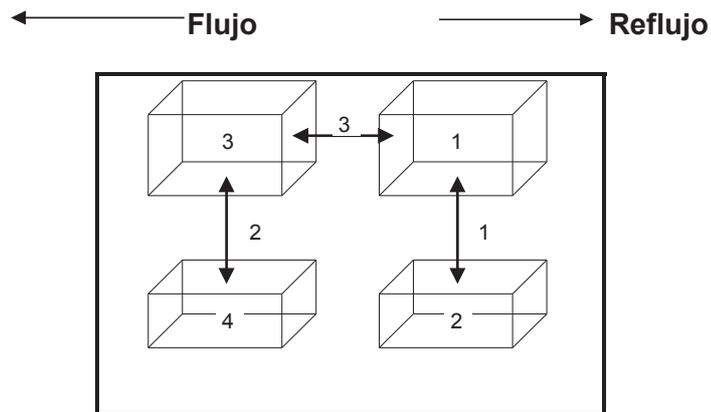
(Fuente: INTERAGUA)



#### 4.5.1 Ruta de dispersión de compartimentos.

Para facilidad del análisis se realiza la ruta de dispersión que es la división en compartimentos del río Daule. Para la presente tesis se dividió el ecosistema acuático en cuatro compartimentos. Por ser una descarga puntual para la época seca del 2009 se dividió en 2 compartimentos litorales (1,3) los cuales tienen sus zonas bénticas respectivas (2,4).

La ruta de dispersión es analizada para datos de Flujo y Reflujo.





**Tabla 4.5.1.-** Dimensión de compartimentos.

Variable	Valor	Unidad
área(1)	564800	m <sup>2</sup>
área(2)	564800	m <sup>2</sup>
área(3)	529250	m <sup>2</sup>
área(4)	529250	m <sup>2</sup>
depth(1)	10.59	m
depth(2)	0.10	m
depth(3)	10.59	m
depth(4)	0.10	m
leng(1)	706	m
leng(2)	706	m
leng(3)	725	m
leng(4)	725	m
vol(1)	5922987	m <sup>3</sup>
vol(2)	55930	m <sup>3</sup>
vol(3)	4851808.5	m <sup>3</sup>
vol(4)	45815	m <sup>3</sup>
width(1)	800	m
width(2)	800	m
width(3)	730	m
width(4)	730	m

## 4.6 Resultados.

La ejecución del modelo para los parámetros evaluados de la última descarga del canal No. 15 detallados en la tabla 4.4.1 arroja los siguientes resultados.

**Tabla 4.6.1-** Valores modelados para DBO

	DBO	
	MA (mg/l)	MB (mg/l)
Mínimo	2,200	2,400
Promedio	2,300	2,500
Máximo	2,400	2,600



Tabla 4.6.2.- Valores modelados para DQO

	DQO	
	MA (mg/l)	MB (mg/l)
Mínimo	15,000	16,000
Promedio	16,000	17,000
Máximo	17,000	18,000

## 4.7 Graficas ilustrativas de degradación de la descarga orgánica del Canal No. 15 al río Daule.

Escenario 1 Flujo.

Para DBO

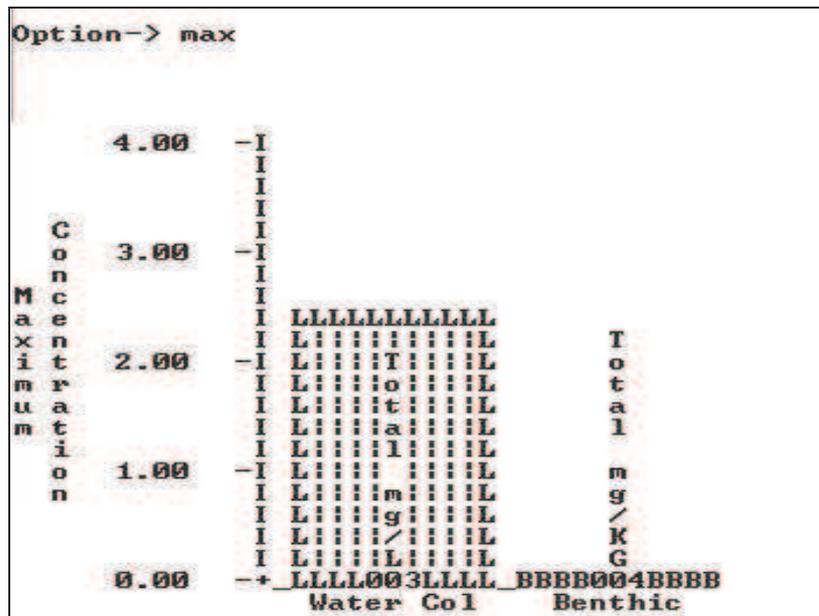


Figura 4.7.1.- Histograma de Frecuencia del DBO valor Máximo.

(Fuente: Propios del Autor)

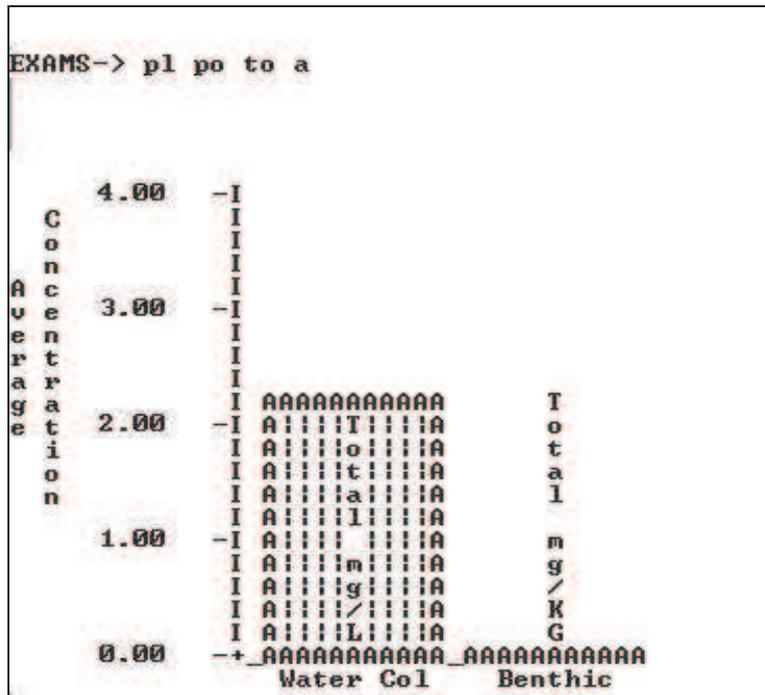


Figura 4.7.2.- Histograma de Frecuencia del DBO valor Promedio.  
(Fuente: Propios del Autor).

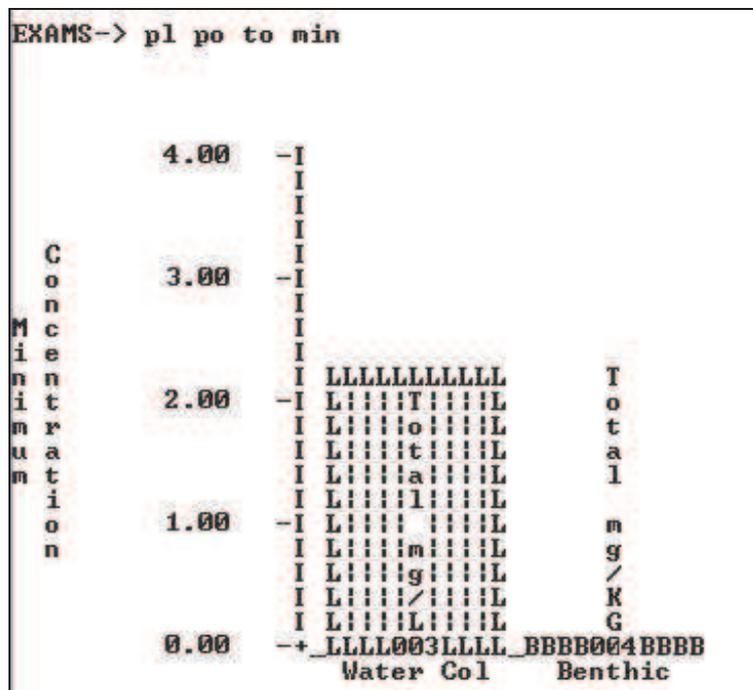


Figura 4.7.3.- Histograma de Frecuencia del DBO valor Mínimo.  
(Fuente: Propios del Autor).



### Escenario 2 Reflujo

Para DBO

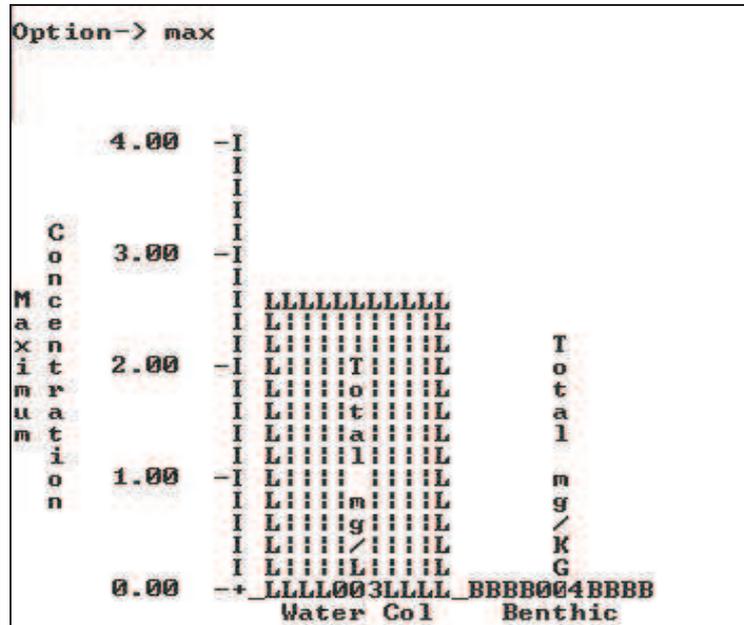


Figura 4.7.4- Histograma de Frecuencia del DBO valor Máximo.  
(Fuente: Propios del Autor).

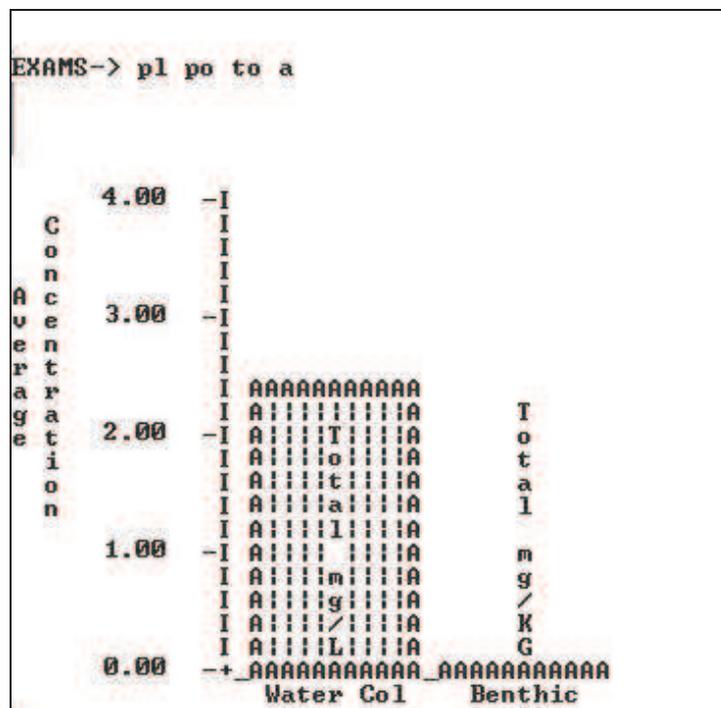


Figura 4.7.5- Histograma de Frecuencia del DBO valor Promedio.  
(Fuente: Propios del Autor).



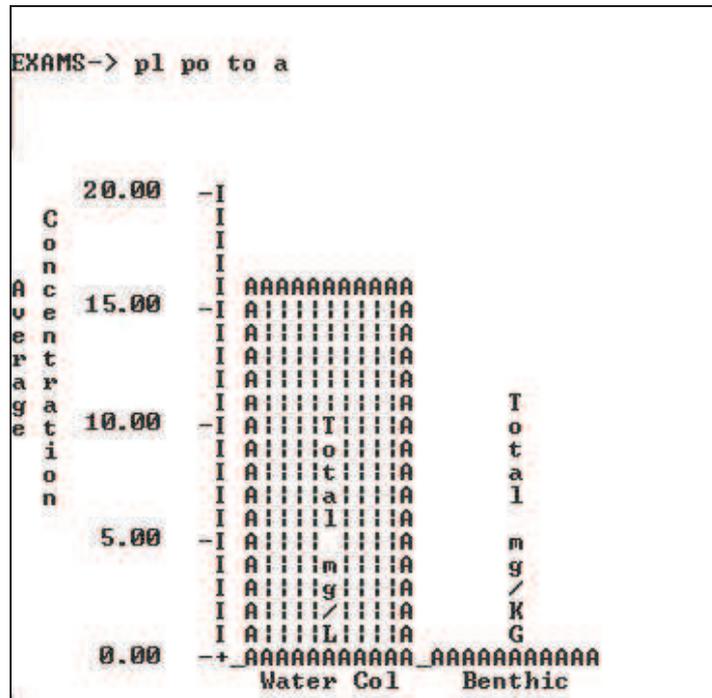


Figura 4.7.8.- Histograma de Frecuencia del DQO valor Promedio.  
(Fuente: Propios del Autor).

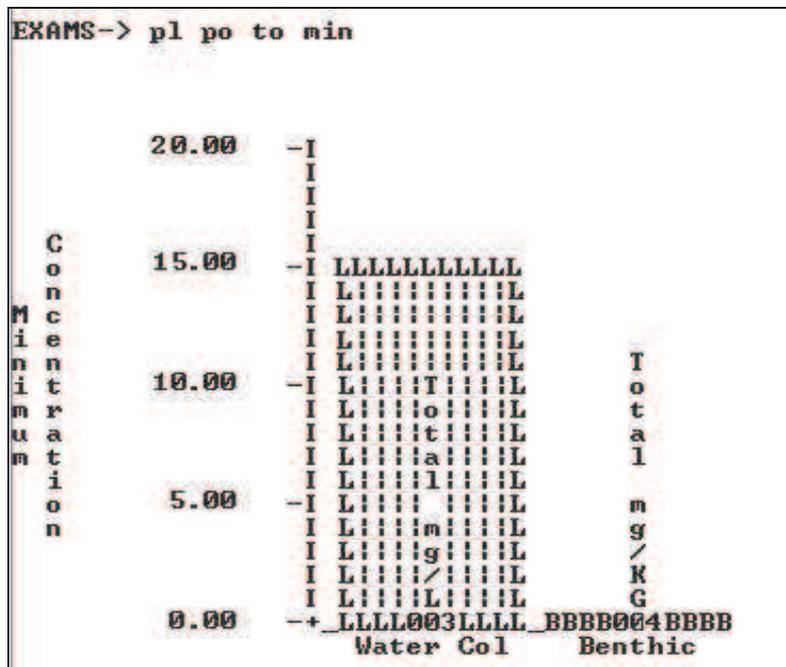


Figura 4.7.9.- Histograma de Frecuencia del DQO valor Mínimo.  
(Fuente: Propios del Autor).



### Escenario 4 Reflujo

Para DQO

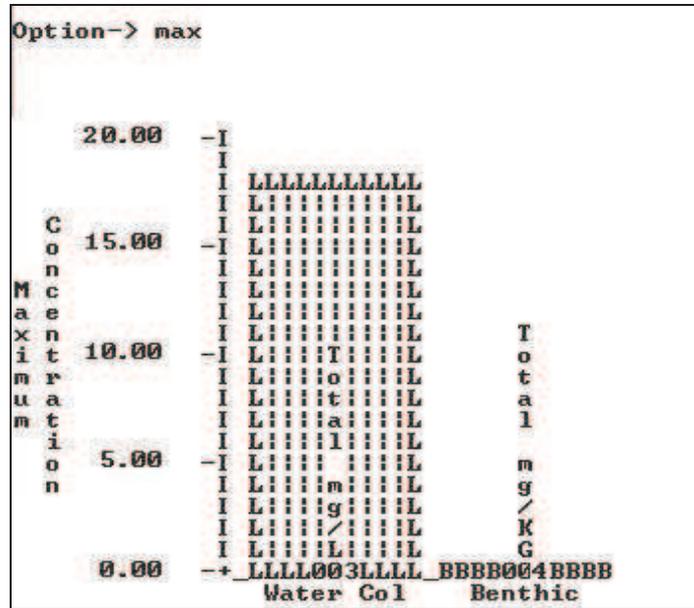


Figura 4.7.10.- Histograma de Frecuencia del DQO valor Máximo.

(Fuente: Propios del Autor).

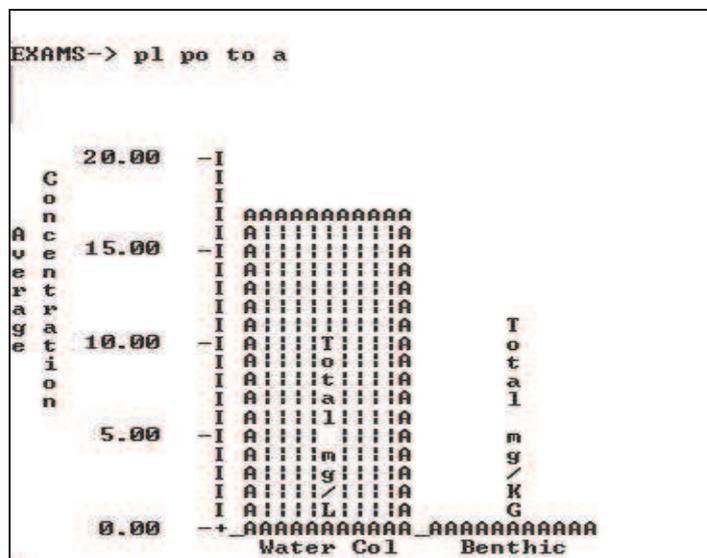


Figura 4.7.11.- Histograma de Frecuencia del DQO valor Promedio.

(Fuente: Propios del Autor).

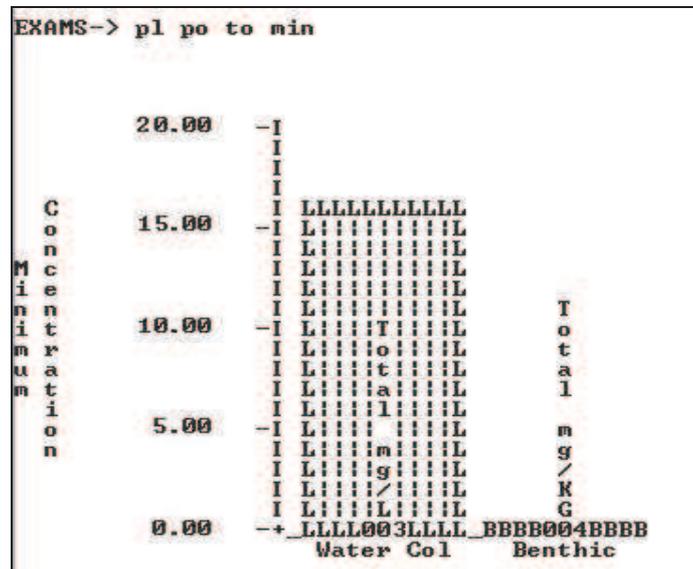


Figura 4.7.12.- Histograma de Frecuencia del DQO valor Mínimo.

(Fuente: Propios del Autor)

#### 4.8 Comparación de resultados arrojados por el programa Exams, con los datos obtenidos de INTERAGUA e ECAPAG.

La comparación se la realizó en vez de la calibración del modelo por la limitación del tiempo al igual que no se contó con datos de muestreos de todo el año del Canal No. 15, esto dificultó la realización de la calibración.

Tabla 4.8.1.- Valores medidos para DBO en mg/l.

Datos de DBO en mg/l								
Km	feb-08	ago-08	oct-08	nov-08	mar-09	abr-09	jun-09	ago-09
Tornillo 30 Km	2,55	3,3	3,45	3,45	2,5	5,4	3,6	2,85
Progreso 34 Km	4,05	3,1	2,85	3,45	2,4	4,5	4,1	2,55

(Fuente: ECAPAG)



**Tabla 4.8.2.-** Valores medidos para DBO en mg/l.

<b>Datos de DBO en mg/l</b>					
<b>m</b>	<b>Abr-08</b>	<b>jul-08</b>	<b>oct-08</b>	<b>Abr-09</b>	<b>oct-09</b>
2000 m. Aguas abajo de la Toma	2	2	3	3	3
500 m. Aguas arriba del puente Rafael Mendoza Avilés (Rio Daule)	1,3	2	3	3	2
500 m. Aguas arriba del puente Rafael Mendoza Avilés (Rio Babahoyo)	1,4	3	3	5	2

(Fuente: INTERAGUA)

**Tabla 4.8.3.-** Valores medidos para DQO en mg/l.

<b>Datos de DQO en mg/l</b>					
<b>m</b>	<b>Abr-08</b>	<b>jul-08</b>	<b>oct-08</b>	<b>Abr-09</b>	<b>oct-09</b>
500 m. Aguas arriba del puente Rafael Mendoza Avilés (Rio Daule)	18.67	12.00	14.33	13	14.2
500 m. Aguas arriba del puente Rafael Mendoza Avilés (Rio Babahoyo)	21	11.2	25.65	12.1	17

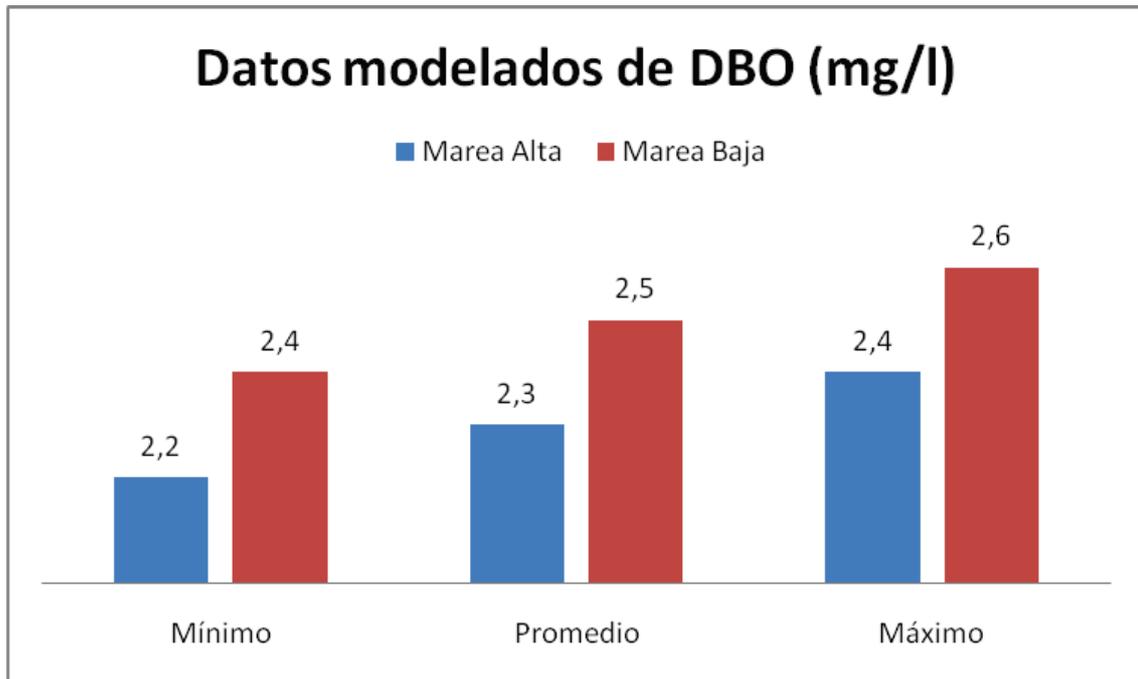
(Fuente: INTERAGUA)

## 4.9 Graficas Ilustrativas de Resultados.

A continuación se muestra graficas comparativas de los resultados arrojados por el modelo Exams versus los datos obtenidos por INTERAGUA. Los datos medidos concuerdan con los datos arrojados por el modelo Exams en época seca 2009.

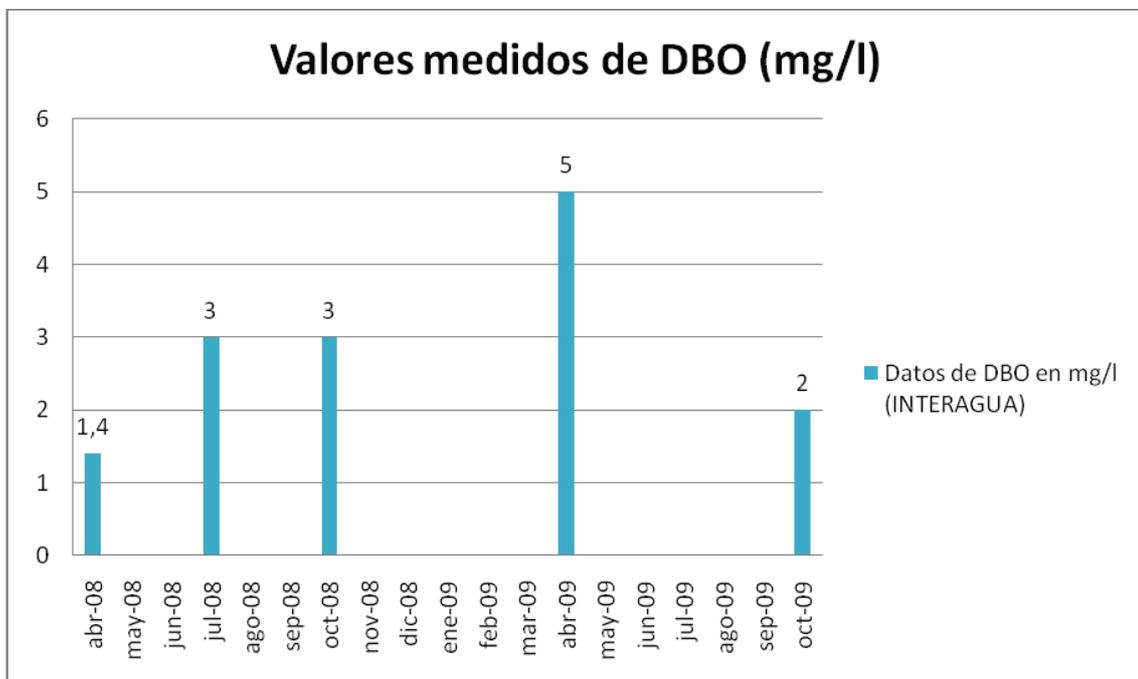


**Grafica 4.9.1.-** Valores modelados por el Exams para DBO en época seca 2009.



(Fuente: Propios del Autor)

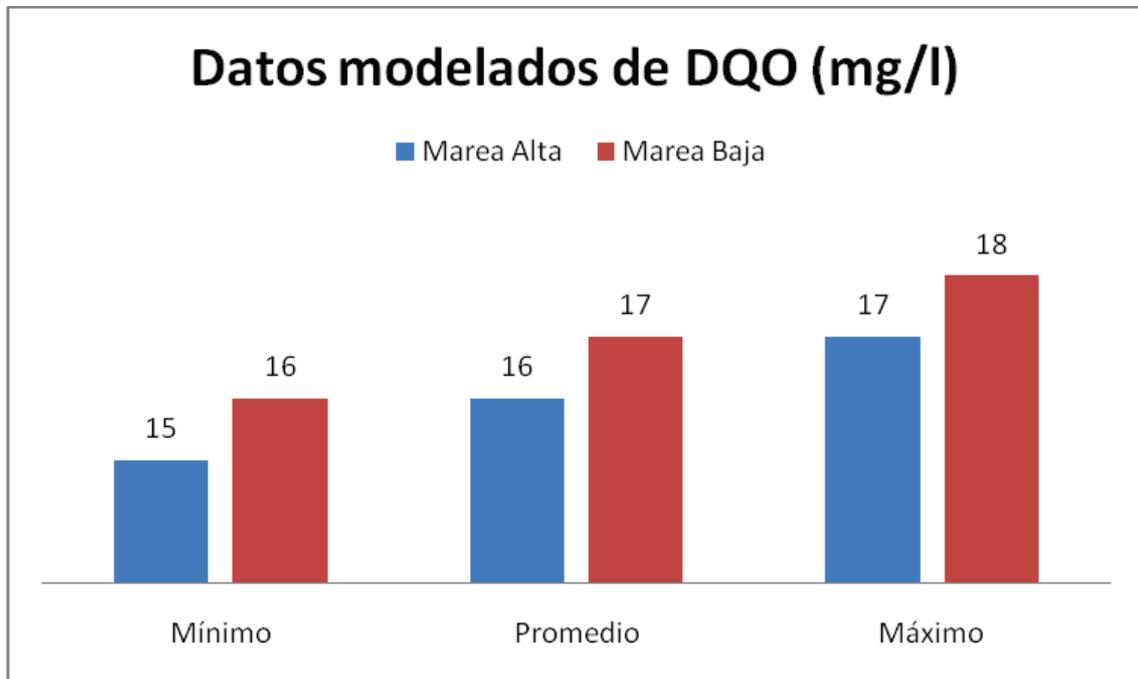
**Grafica 4.9.2.-** Valores medidos para DBO en época seca 2009.



(Fuente: Propios del Autor)

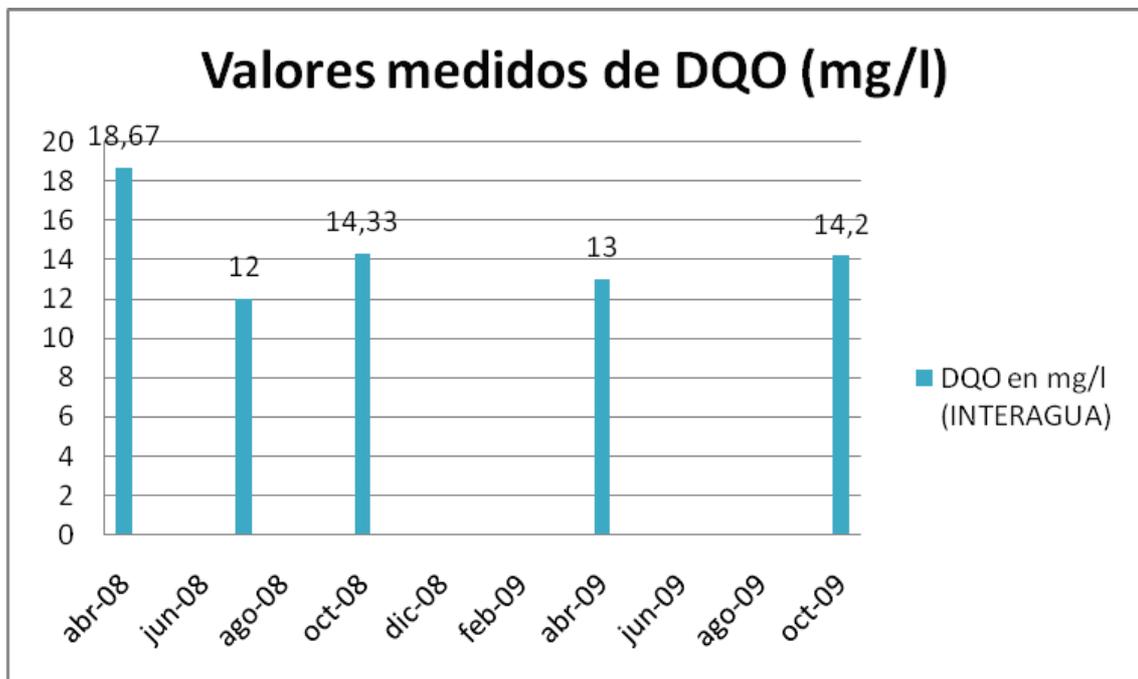


**Grafica 4.9.3.-** Valores modelados por el Exams para DQO en época seca 2009.



(Fuente: Propios del Autor)

**Grafica 4.9.4.-** Valores medidos para DQO en época seca 2009.



(Fuente: Propios del Autor)



Luego de la corrida del modelo se puede apreciar que el efecto de la descarga del Canal No. 15 es poco significativo por el poco caudal que descarga en época seca y por el alto caudal del río Daule y su alto poder de dilución.



## CAPITULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la presente tesis se puede concluir que la carga que es vertida al río Daule se debe en la época de seca del año 2009 casi exclusivamente por el efluente de la planta de tratamiento de la Garzota esto se pudo concluir al realizar una visita al sitio de estudio y poder comprobar las aguas residuales que son descargadas por una alcantarilla de 72" de diámetro. (Ver capítulo 1 figura 1.4).

La concentración por coliformes fecales y totales, en el Canal No. 15, es severa, esto se pudo comprobar al obtener información de muestreos realizados a la salida de la cámara séptica de la Planta de Tratamiento, es aconsejable realizar un estudio más amplio en el sistema de tratamiento de la planta la Garzota y tomar medidas necesarias para obtener mayor eficiencia.

De los datos obtenidos y analizados se desprende que el efluente de la planta de tratamiento de la Garzota no cumple la DBO en época seca con lo establecido en el TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIO MEDIO AMBIENTAL.

La carga del canal No. 15 en el río Daule, por su poco caudal, tiene un efecto poco significativo respecto a la DBO y DQO, debido a su alto poder de auto asimilación.



Hasta la actualidad el río Daule cuenta con el poder de dilución de las aguas residuales suficiente para asimilar la descarga del canal No 15. Hay que tener muy en cuenta que la ciudad de Guayaquil cuenta con 125 canales de aguas lluvias los cuales descargan sus aguas tanto al río Daule, Guayas, y Estero Salado. Hoy en día el Estero Salado ya está totalmente contaminado. Por este motivo es aconsejable realizar un estudio más amplio del sistema de aguas lluvias ya que por descargas ilícitas de agua residual, a tuberías de aguas lluvias, hoy en día podemos estar causando a largo plazo un daño ambiental en los ecosistemas acuáticos.

Se deberá monitorear la calidad del agua del Canal No. 15 previa su descarga en el río Daule con el propósito de ir tomando medidas necesarias para no afectar este cuerpo hídrico.



## Bibliografía

- American Water Works Association, Calidad y Tratamiento del Agua , Quinta Edición, 2002
- Metcalf & Hedí, INC, Ingeniería de Aguas Residuales.
- INAMHI, Anuarios hidrológicos, meteorológicos
- Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua, 2000
- Texto unificado de la legislación ambiental secundaria, Libro VI, de la Calidad Ambiental. 1999.
- Interagua C. Ltda. Ensayo de Laboratorio



- Pablo Suarez & Ian Zambrano, Influencia de la Contaminación Por vertientes Industriales Terrestre Sobre El Río Guayas en la Grilla de Latitud  $02^{\circ} 12'$  Sur –  $02^{\circ} 14'$  Sur entre La Ciudad de Guayaquil y la Isla Santay”, .
- Ing. Johnny Solano Barros, Simulación, evaluación y diagnóstico de la contaminación de las aguas del río guayas, desde el extremo sur del malecón 2000 ( $2^{\circ} 12'$  latitud sur) hasta el estero cobina ( $2^{\circ} 15' 30''$  latitud sur), aplicando el modelo exams y recomendaciones.
- Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring - Second Edition.
- Republica de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, IDEAM



## PAGINAS WEB

- <http://es.wikipedia.org/wiki/Coliforme>.
- <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/pigmentos/clorofila.html>.
- [http://www.epa.gov/waterscience/biocriteria/States/estuaries/bio\\_ch3.pdf](http://www.epa.gov/waterscience/biocriteria/States/estuaries/bio_ch3.pdf)
- <http://www.guayaquil.gov.ec>



# ANEXO 1

## LEGISLACIÓN AMBIENTAL DE CALIDAD DEL AGUA

En el Ecuador existe un amplio marco sobre legislación ambiental. A pesar de esto, en muchos casos las normas ambientales han quedado sin aplicación, en razón de que las unidades administrativas de las entidades públicas encargadas de velar por la conservación del ambiente, no cuentan con los recursos económicos y humanos necesarios para desarrollar en debida forma sus funciones.

Durante la última década, los organismos financieros a nivel mundial se han preocupado por la componente ambiental, de tal manera que como condición para realizar los préstamos para obras de infraestructura, exigen los correspondientes estudios de impacto ambiental a fin de establecer la factibilidad ambiental de los proyectos.

Específicamente, en lo que se refiere al recurso agua, este está regulado por varias instituciones, algunas de las cuales se enumeran a continuación:

- Ministerio del Ambiente.
- Secretaría Nacional del Agua.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- Instituto Oceanográfico de la Armada.
- Municipalidades.
- Ministerio de Agricultura.
- Ministerio de Salud.



## **Marco legal nacional vigente sobre calidad de agua en ríos y estuarios**

El marco institucional del Ecuador en materia de prevención y control de la contaminación ambiental consta de los siguientes estamentos:

- a) Consejo Nacional de Desarrollo Sustentable (CNDS).
- b) Ministerio del Ambiente (MAE) o Autoridad Ambiental Nacional (AAN).
- c) Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental (SNDGA);
  - i Reguladores ambientales por recurso natural,
  - ii Reguladores ambientales sectoriales; y,
  - iii Municipalidades y/o Consejos Provinciales.

Cada estamento tiene funciones y competencias compartidas dentro del ámbito nacional.

La Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: Recurso Agua es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

- a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
- b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
- c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

### **Objetivos de la Norma Nacional.**

El objetivo principal de la presente norma es proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general.

Las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso agua deberán realizarse en los términos de la presente Norma.



### **Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios**

Se entiende por uso del agua para preservación de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura.

Los criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, aguas marinas y de estuario, se presentan a continuación (ver Tabla A.1), para el caso de la presente Tesis, los límites corresponden a Agua Marina y de Estuario:

**TABLA A.1.-** Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% y no menor a 6 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l
Potencial de hidrógeno	pH		6, 5-9	6, 5-9	6, 5-9, 5
Materia flotante	visible		<b>Ausencia</b>	<b>Ausencia</b>	<b>Ausencia</b>
Temperatura	°C		Condiciones naturales + 3 Máxima 20	Condiciones naturales + 3 Máxima 32	Condiciones naturales + 3 Máxima 32
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		200	200	200

Fuente: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministro del Ambiente

Respecto a los criterios de descarga, para los efluentes que llegan al cuerpo receptor, que en el caso de la presente Tesis es el río Daule, los mismos que se encuentran en la Tabla A.2.



**TABLA A.2.** Límites de descarga a un cuerpo de agua marina.

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		Remoción > al 99,9 %
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O <sub>5</sub> .	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	100

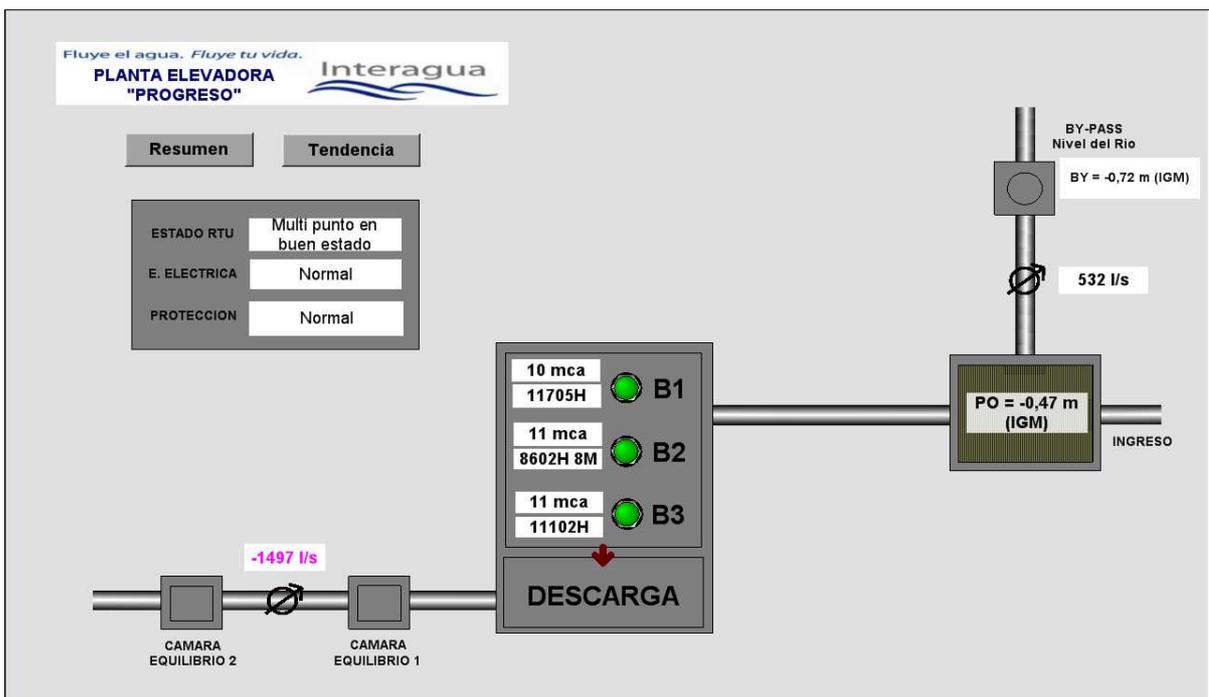
Fuente: Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministro del Ambiente



## ANEXO 2

### DATOS INGRESADOS AL MODELO

Los datos del nivel del Río Daule para el 12 de octubre del 2009 (época seca de análisis). Se obtienen en el punto de By- Pass de la Planta de Tratamiento Progreso.



Fuente: Estación Telemétrica GPRS. Sistema SCADA. INTERAGUA. 2009.



**Tabla A2.1.- Nivel del Río Daule.**

HORA	COTA (m)
0:00	0.575
1:00	1.27333333
2:00	1.72416667
3:00	1.8125
4:00	1.42083333
5:00	0.78833333
6:00	0.17666667
7:00	-0.2875
8:00	-0.765
9:00	-
10:00	1.16666667
11:00	-
12:00	1.45166667
13:00	-
14:00	1.06583333
15:00	-0.145
16:00	0.575
17:00	1.1825
18:00	1.57166667
19:00	1.58333333
20:00	1.1075
21:00	0.46416667
22:00	-
23:00	0.09166667
24:00	-0.51
25:00	-
26:00	0.93416667
27:00	-
28:00	1.24583333
29:00	-1.1375



**Tabla A2.2.-** Valores de Nubosidad.

Variable	Mes	Valor
		(Décimas)
cloud(1)	Enero	7
cloud(2)	Febrero	7
cloud(3)	Marzo	6
cloud(4)	Abril	6
cloud(5)	Mayo	6
cloud(6)	Junio	6
cloud(7)	Julio	6
cloud(8)	Agosto	6
cloud(9)	Septiembre	5
cloud(10)	Octubre	5
cloud(11)	Noviembre	5
cloud(12)	Diciembre	6

**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología; INAMHI, 2009.

**Tabla A2.3.-** Valores de evaporación. (Solo para compartimentos Litorales).

Variable	Valor (mm/mes)
evap(1,12)	141.45
evap(3,12)	141.45

**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología; INAMHI, 2009.

**Tabla A2.4.-** Velocidad del viento. (Solo para compartimentos Litorales).

Variable	Velocidad (m/s)
wind(1,12)	0.81
wind(3,12)	0.81

**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología; INAMHI, 2009.



**Tabla A2.5.-** Valores de precipitación.

<b>Variable</b>	<b>Mes</b>	<b>Valor (mm/mes)</b>
rain(1)	Enero	342.80
rain(2)	Febrero	365.10
rain(3)	Marzo	429.20
rain(4)	Abril	125.40
rain(5)	Mayo	36.70
rain(6)	Junio	2.10
rain(7)	Julio	0.60
rain(8)	Agosto	-
rain(9)	Septiembre	-
rain(10)	Octubre	0.03
rain(11)	Noviembre	-
rain(12)	Diciembre	-

**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología; INAMHI, 2009.

**Tabla A2.6.-** Valores de Humedad Relativa.

<b>Variable</b>	<b>Mes</b>	<b>Valor (%)</b>
rhum(1)	Enero	75.00
rhum(2)	Febrero	80.00
rhum(3)	Marzo	76.00
rhum(4)	Abril	68.00
rhum(5)	Mayo	69.00
rhum(6)	Junio	70.00
rhum(7)	Julio	73.00
rhum(8)	Agosto	73.00
rhum(9)	Septiembre	71.00
rhum(10)	Octubre	71.00
rhum(11)	Noviembre	69.00
rhum(12)	Diciembre	69.00

**Fuente:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología; INAMHI, 2009.



**Tabla A2.7.-** Otras variables utilizadas del Cuerpo receptor en el lugar de estudio. (Río Daule)

Variable	Descripción	Valor	Unidad
elev	Altitud río Daule	4.00	msnm
airty	Tipo de masa de aire por encima del sitio evaluado.	m (*)	-
lat	Latitud del sitio evaluado.	-2.1371	Grados decimales.
long	Longitud del sitio evaluado.	-79.879095	Grados decimales.

(\*) r: Rural; u: Urbano; m: Marítimo; t: Troposférico.  
NA: No aplica.

## VALORES QUE DEFINEN EL PROCESO DE DISPERSION.

Los coeficientes de dispersión no pueden ser definidos en términos de las propiedades físicas del agua. Estos representan coeficientes de proporcionalidad que relacionan gradientes de velocidad con correlaciones de fluctuaciones turbulentas de concentración y velocidad (McCutcheon, 1989).

Los coeficientes de dispersión son, por lo tanto, funciones de la turbulencia, la cual, a su vez, está relacionada con las condiciones de flujo del estuario. Los coeficientes no pueden ser predichos, pero se han observado muchas relaciones empíricas, las cuales se pueden usar para estimar los valores iniciales. Adicionalmente, hay muchos casos estudiados que establecen valores representativos.

Generalmente, la distribución de concentraciones en estuarios y ríos no es sensible a los coeficientes de dispersión (Krenkel and Novotny, 1980). Por lo tanto, usualmente no es crítica la realización de una calibración precisa.

En el presente estudio se ha tomado un valor para el coeficiente de dispersión longitudinal de 11 m<sup>2</sup>/s y de dispersión vertical de 2,77 x 10<sup>-8</sup> m<sup>2</sup>/s, valores que se encuentran dentro de los observados en ríos sudamericanos (Cardini y otros, 2004).

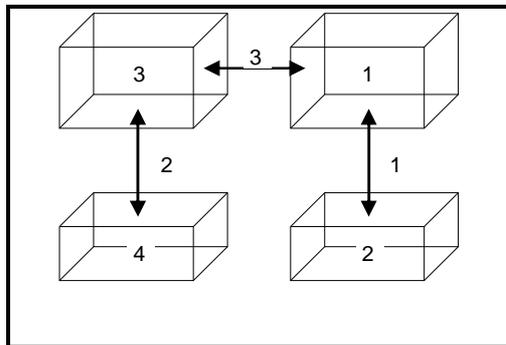


**Tabla A2.8.-** Proceso de dispersión del caudal para compartimentos de Flujo y Reflujo.

Variable	Descripción	Valor
Jturb(1)	Ruta de donde viene la dispersión.	1
Jturb(2)	Ruta de donde viene la dispersión.	3
Jturb(3)	Ruta de donde viene la dispersión.	1
Iturb(1)	Ruta hacia donde va la dispersión.	2
Iturb(2)	Ruta hacia donde va la dispersión.	4
Iturb(3)	Ruta hacia donde va la dispersión.	3

De acuerdo a la ruta de Dispersión seleccionada.

**Tabla A2.9.-** Diagrama de Rutas de Dispersión.



**Tabla A2.10.-** Tipos de segmentos que se dividió el área de estudio.

Variable	Descripción	Tipo
type(1)	Tipo de segmento	L
type(2)		B
type(3)		L
type(4)		B

Segmentos 1,3 son segmentos litorales (L) son compartimentos superficiales del río Daule, ecosistema en estudio. Dichos compartimentos son los más expuestos a los cambios climáticos.

Segmentos 2,3 son segmentos béticos (B) es el fondo del río, en el presente estudio se ha tomado un valor de 0,10m.



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

# **Anexos 3**

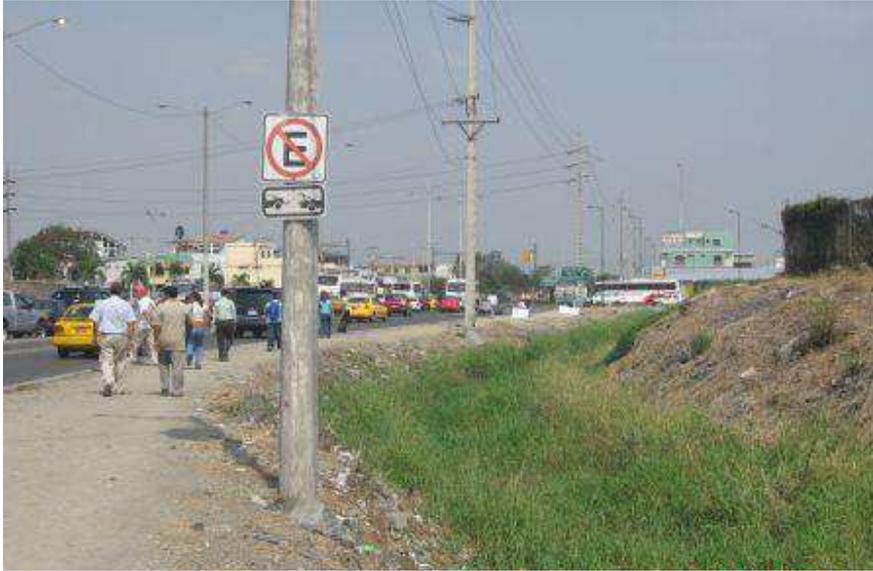
## **Fotografías**



**Fotografía 1. Canal No. 15, Terminal Terrestre.**



**Fotografía 2. Limpieza Pre Invernal.**



**Fotografía 3. Canal No. 15 Frente al Terminal Terrestre.**



**Fotografía 4. Canal No. 15 en época de verano 2009.**



**Fotografía 5. Canal No. 15.**



**Fotografía 6. Canal No. 15.**



**Fotografía 6. Laboratorios de INTERAGUA.**



**Fotografía 7. Equipos de medición.**



**Fotografía 8. Recolección de muestras.**



# **ANEXO 4**

## **Ensayos**



Guayaquil, 23 Febrero del 2010

UCSG-LCA-042

## RESULTADOS DE LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUAS

### A.- Datos Generales

Cód. de muestra: **Pdes-02-01** Fecha muestreo: 9-feb-10  
Zona: NORTE Hora muestreo: 11:45:00 AM  
Ubicación: Antonio Parrra Velasco Av. 4 NE Tipo de muestra: Simple  
Lugar: Canal de aguas lluvias Muestra # 1 Resp. muestreo: Sr. C. González

### B.- Resultados

Parámetro	Unidad	Resultado	Limite TULAS
pH		7,01	5 - 9
Temperatura	°C	28,70	
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	14,75	100,00
DQO	mg O <sub>2</sub> /l	109,44	250,00
Oxígeno Disuelto	mg O <sub>2</sub> /l	3,70	
Solidos Totales Volátiles	mg/l	394,67	-
Solidos Suspendedos	mg/l	64,00	100,00
Solidos Totales	mg/l	570,67	1600,00
Nitritos	mg /l	0,03	
Nitratos	mg /l	0,10	
Coliformes Fecales	UFC/100ml	15 E 5	Remoción>99.9 %
Coliformes Totales	UFC/100ml	46 E 5	Remoción>99.9 %

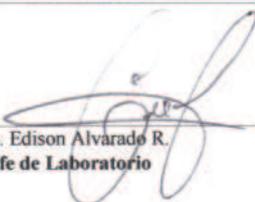
- No Detectado

### C.- Técnica de muestreo y análisis utilizada

pH: Medición Directa - Equipo SENSION 1  
DBO: 5210 B - Metodo de Titulacion de Winkler  
DQO: 5220C - Método de Titulacion, Reflujo Cerrado  
Solidos Disueltos: 2540C - Secado a 180 ° C  
Sólidos Volátiles: 2540.- Ignition a 550 °C  
Sólidos Totales: Fórmula Sol. Susp. + Sol. Disuelt.  
Solidos Suspendedos: 2540D - Secado 103 -105 ° C  
Nitrógeno Amoniacal: 151-37.- Método Hach.  
Nitritos: 4500B.- Método Colorimetrico  
Nitratos: 4500B.- Método Colorimetrico  
Coliformes Fecales: Técnica de Filtración de Membrana - Agar Cromocult/Kovacs  
La toma de muestra, preservación y análisis de laboratorio se efectuaron bajo las recomendaciones del Estándar Métodos para análisis de aguas y aguas residuales Edición No. 19, 1995 (APHA, AWWA, WEF).

### D.- Observaciones

La muestra, para la determinación de parámetros microbiológicos, fue preservada en recipientes esterilizados bajo 15 oC.  
La muestra fue tomada en el canal ubicado a un costado del terminal de integración Rio Daule

  
Jlgo. Edison Alvarado R.  
Jefe de Laboratorio



Guayaquil, 23 Febrero del 2010

UCSG-LCA-042

## RESULTADOS DE LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUAS

### A.- Datos Generales

Cód. de muestra:	<b>Pdes-02-02</b>	Fecha muestreo:	9-feb-10
Zona:	NORTE	Hora muestreo:	11:25:00 AM
Ubicación:	Calle Washington Delgado (15E NE) y Av. Antonio Parra Velasco	Tipo de muestra:	Simple
Lugar:	Canal de aguas lluvias Muestra # 2	Resp. muestreo:	Sr. C. González

### B.- Resultados

Parámetro	Unidad	Resultado	Limite TULAS
pH		6,84	5 - 9
Temperatura	°C	28,10	
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	13,95	100,00
DQO	mg O <sub>2</sub> /l	92,56	250,00
Oxígeno Disuelto	mg O <sub>2</sub> /l	1,40	
Sólidos Totales Volátiles	mg/l	184,20	-
Sólidos Suspendidos	mg/l	23,68	100,00
Sólidos Totales	mg/l	223,68	1600,00
Nitritos	mg /l	0,03	
Nitratos	mg /l	0,10	
Coliformes Fecales	UFC/100ml	18 E 5	Remoción>99.9 %
Coliformes Totales	UFC/100ml	51 E 5	Remoción>99.9 %

- No Detectado

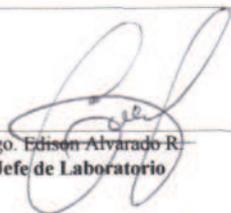
### C.- Técnica de muestreo y análisis utilizada

pH :	Medición Directa - Equipo SensION 1
DBO :	5210 B - Metodo de Titulacion de Winkler
DQO :	5220C - Método de Titulacion, Reflujo Cerrado
Sólidos Disueltos :	2540C - Secado a 180 ° C
Sólidos Volátiles:	2540.- Ignition a 550 °C
Sólidos Totales:	Fórmula Sol. Susp. + Sol. Disuelt.
Sólidos Suspendidos :	2540D - Secado 103 -105 ° C
Nitrógeno Amoniacal :	151-37.- Método Hach.
Nitritos :	4500B.- Método Colorimetrico
Nitratos :	4500B.- Método Colorimetrico
Coliformes Fecales :	Técnica de Filtración de Membrana - Agar Cromocult/Kovacs

La toma de muestra, preservación y análisis de laboratorio se efectuaron bajo las recomendaciones del Estándar Métodos para análisis de aguas y aguas residuales Edición No. 19, 1995 (APHA, AWWA, WEF).

### D.- Observaciones

La muestra, para la determinación de parámetros microbiológicos, fue preservada en recipientes esterilizados bajo 15 oC.  
La muestra fue tomada en el canal ubicado a un costado del terminal de integración Rio Daule

  
Bgo. Edson Atvarado R.  
Jefe de Laboratorio



Guayaquil, 23 Febrero del 2010

UCSG-LCA-044

## RESULTADOS DE LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUAS

### A.- Datos Generales

Cód. de muestra: **Pdes-02-03** Fecha muestreo: 9-feb-10  
Zona: NORTE Hora muestreo: 11:25:00 AM  
Ubicación: Calle Washington Delgado (15E NE). Tipo de muestra: Simple  
Lugar: Canal de aguas lluvias Muestra # 3 Resp. muestreo: Sr. C. González

### B.- Resultados

Parámetro	Unidad	Resultado	Limite TULAS
pH		6,63	5 - 9
Temperatura	°C	27,50	
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	13,50	100,00
DQO	mg O <sub>2</sub> /l	90,80	250,00
Oxígeno Disuelto	mg O <sub>2</sub> /l	3,10	
Sólidos Totales Volátiles	mg/l	160,40	-
Sólidos Suspendidos	mg/l	26,47	100,00
Sólidos Totales	mg/l	195,70	1600,00
Nitritos	mg/l	0,03	
Nitratos	mg/l	0,11	
Coliformes Fecales	UFC/100ml	16 E 5	Remoción>99.9 %
Coliformes Totales	UFC/100ml	55 E 5	Remoción>99.9 %

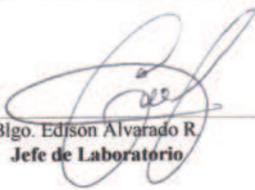
- No Detectado

### C.- Técnica de muestreo y análisis utilizada

pH: Medición Directa - Equipo SensION 1  
DBO: 5210 B - Metodo de Titulacion de Winkler  
DQO: 5220C - Método de Titulacion, Reflujo Cerrado  
Sólidos Disueltos: 2540C - Secado a 180 ° C  
Sólidos Volátiles: 2540.- Ignition a 550 °C  
Sólidos Totales: Fórmula Sol. Susp. + Sol. Disuelt.  
Sólidos Suspendidos: 2540D - Secado 103 -105 ° C  
Nitrógeno Amoniacal: 151-37.- Método Hach.  
Nitritos: 4500B.- Método Colorimetrico  
Nitratos: 4500B.- Método Colorimetrico  
Coliformes Fecales: Técnica de Filtración de Membrana - Agar Cromocult/Kovacs  
La toma de muestra, preservación y análisis de laboratorio se efectuaron bajo las recomendaciones del Estándar Métodos para análisis de aguas y aguas residuales Edición No. 19, 1995 (APHA, AWWA, WEF).

### D.- Observaciones

La muestra, para la determinación de parámetros microbiológicos, fue preservada en recipientes esterilizados bajo 15 oC.  
La muestra fue tomada en el canal ubicado a un costado del terminal de integración Rio Daule

  
3lgo. Edjson Alvarado R.  
Jefe de Laboratorio



# Laboratorio de Interagua

Vía a Daule, Km 26 1/2  
Telf. 2267009 ext. 201; Telefax: 2267838 ext. 205  
E-mail: laboratorio@interagua.com.ec  
Guayaquil- Ecuador



## INFORME DE ENSAYO

### 1. Información General

NUMERO	LI-IE-03090-09			
FECHA DEL INFORME	06/11/2009			
SOLICITADO POR	CONTROL DE EFLUENTES			
DIRECCION	CERRO SANTA ANA, CALLE MORAN BUITRON			
CODIGO DEL OBJETO DE ENSAYO	Ar064119-09			
IDENTIFICACION DEL OBJETO DE ENSAYO	GAR-E-C-151009			
DESCRIPCION DEL OBJETO ENSAYO	Agua residual			
TIPO DE OBJETO ENSAYO	MUESTRA SIMPLE / MUESTRA COMPUESTA			
FECHA/HORA DE MUESTREO	15/10/2009 06:00 - 20:00			
LUGAR DE MUESTREO	GARZOTA ENTRADA			
RECOLECCION DEL OBJETO ENSAYO	Solicitante YIMEN QUI?ONEZ			
FECHA/HORA DE RECEPCION	15/10/2009 20H15			
FECHA ENSAYO	Inicio:	15/10/2009	Fin:	30/10/2009
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura(°C)	25.3 +/- 4.3	Humedad(%)	51 +/- 15
DOCUMENTO INTERNO	LI/2009/3090			

### 2. Resultados

ENSAYO	VALOR	UNIDADES	METODO	EQUIPO
pH *	7.0	-	NO APLICA	NO APLICA
TEMPERATURA *	28.8	oC	NO APLICA	NO APLICA
COLOR *(CV) LD** = 2	239	UC	PEE/LI/45	LI-063
CONDUCTIVIDAD *	1 000	uS/cm	PEE/LI/34	LI-091
SALINIDAD * LD** = 0.1	0.5	g/l	PEE/LI/68	LI-091
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO(DQO) LD** = 25	210	mg/l	PEE/LI/74	LI-010
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO *	165	mg/l	PEE/LI/72	LI-068
ACEITES Y GRASAS LD** = 5	23.7	mg/l	PEE/LI/01	LI-031
HIDROCARBUROS TOTALES DE PETROLEO *(TPH) LD** = 3	3.0	mg/l	PEE/LI/73	LI-100
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES *	510	mg/l	NA	LI-091



# Laboratorio de Interagua

Vía a Daule, Km 26 1/2  
Telf. 2267009 ext. 201; Telefax: 2267838 ext. 205  
E-mail: laboratorio@interagua.com.ec  
Guayaquil- Ecuador



## INFORME DE ENSAYO

Continuacion

CODIGO INFORME	LI-IE-03090-09
DOCUMENTO INTERNO	LI/2009/3090

### 2. Resultados

SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES *	92	mg/l	PEE/LI/16	LI-047
SOLIDOS TOTALES *	602	mg/l	PEE/LI/15	LI-047
SOLIDOS SEDIMENTABLES *	2	ml/l	PEE/LI/13	LI-V-035
CLORUROS *	135	mg/l	PEE/LI/12	LI-V-029
CIANUROS *(CN1-) LD** = 0.003	0.0	mg/l	PEE/LI/46	LI-063
FLUORUROS *(F1-) LD** = 0.02	< 0.02	mg/l	PEE/LI/83	LI-063
FOSFORO * LD** = 0.013	9	mg/l	PEE/LI/84	LI-063
NITRATOS *(N-NO3-) LD** = 0.06	0.5	mg/l	PEE/LI/37	LI-063
NITRITOS *(N-NO2-) LD** = 0.0008	0.0	mg/l	PEE/LI/38	LI-063
ALUMINIO *(Al) LD** = 0.045 mg/l	0.6	mg/l	PEE/LI/51	LI-063
NITROGENO AMONICAL *(N-NH3) LD** = 0.017	16.2	mg/l	PEE/LI/63	LI-063
NITROGENO TOTAL KJELDAHL *(NTK) LD** = 1.2	25	mg/l	PEE/LI/23	LI-063
SULFUROS *(S2-) LD** = 0.002	0.1	mg/l	PEE/LI/18	LI-063
SULFATOS * LD** = 1	112	mg/l	PEE/LI/39	LI-063
FENOLES * LD** = 0.001	0.0	mg/l	PEE/LI/17	LI-063
DETERGENTES ANIONICOS (LAS) * LD** = 0.005	1.2	mg/l	PEE/LI/19	LI-063
ARSENICO *(As) LD** = 0,00003	0.0	mg/l	PEE/LI/61	LI-062-01
BARIO *(Ba) LD** = 0,015	0.0	mg/l	PEE/LI/66	LI-062
BORO *(B) LD** = 0.4	< 0.4	mg/l	PEE/LI/82	LI-063
CADMIO *(Cd) LD** = 0,0008	< 0.0008	mg/l	PEE/LI/55	LI-062
COBRE *(Cu) LD** = 0,0015	0.0	mg/l	PEE/LI/56	LI-062
CROMO TOTAL *(Cr) LD** = 0,003	< 0.003	mg/l	PEE/LI/53	LI-063
HIERRO *(Fe) LD** = 0,050	1.0	mg/l	PEE/LI/42	LI-063
MANGANESO *(Mn) LD** = 0.0015	0.2	mg/l	PEE/LI/27	LI-062
MERCURIO *(Hg) LD** = 0,000009	< 0.000009	mg/l	PEE/LI/22	LI-062-01



# Laboratorio de Interagua

Vía a Daule, Km 26 1/2  
Telf. 2267009 ext. 201; Telefax: 2267838 ext. 205  
E-mail: laboratorio@interagua.com.ec  
Guayaquil- Ecuador



## INFORME DE ENSAYO

Continuacion

CODIGO INFORME	LI-IE-03090-09
DOCUMENTO INTERNO	LI/2009/3090

### 2. Resultados

NIQUEL *(Ni) LD** = 0,006	< 0.006	mg/l	PEE/LI/58	LI-062
PLATA *(Ag) LD** = 0,0015	< 0.0015	mg/l	PEE/LI/21	LI-004
PLOMO *(Pb) LD** = 0,015	< 0.015	mg/l	PEE/LI/59	LI-062
SELENIO *(Se) LD** = 0,00003	< 0.00003	mg/l	PEE/LI/69	LI-062-01
ZINC *(Zn) LD** = 0,0015	0.1	mg/l	PEE/LI/57	LI-062
COLIFORMES TOTALES *	160 000 000	NMP/100 ml	PEE/LI/04	LI-040
COLIFORMES FECALES *	16 000 000	NMP/100 ml	PEE/LI/05	LI-040

Observaciones: Muestra simple para Sulfuros, Coliformes Totales y Fecales a las 20H00. Los resultados de pH y Temperatura incluidos en el presente informe constituyen el promedio de las determinaciones efectuadas por el solicitante durante el periodo de recolección de la muestra.

Q.F. Felix Bobadilla Ullon  
Jefe Tecnico

- Notas: 1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.  
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.  
3. Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.  
4. Acreditado por CALA ISO/IEC 17025 para ensayos específicos.

LD\*\* = Límite de Detección.  
ND\*\*\* = No Detectable.



# Laboratorio de Interagua

Vía a Daule, Km 26 1/2  
Telf. 2267009 ext. 201; Telefax: 2267838 ext. 205  
E-mail: laboratorio@interagua.com.ec  
Guayaquil- Ecuador



## INFORME DE ENSAYO

### 1. Información General

NUMERO	LI-IE-03091-09			
FECHA DEL INFORME	06/11/2009			
SOLICITADO POR	CONTROL DE EFLUENTES			
DIRECCION	CERRO SANTA ANA, CALLE MORAN BUITRON			
CODIGO DEL OBJETO DE ENSAYO	Ar064120-09			
IDENTIFICACION DEL OBJETO DE ENSAYO	GAR-S-C-151009			
DESCRIPCION DEL OBJETO ENSAYO	Agua residual			
TIPO DE OBJETO ENSAYO	MUESTRA SIMPLE / MUESTRA COMPUESTA			
FECHA/HORA DE MUESTREO	15/10/2009 06:00 - 20:00			
LUGAR DE MUESTREO	GARZOTA SALIDA			
RECOLECCION DEL OBJETO ENSAYO	Solicitante YIMEN QUI?ONEZ			
FECHA/HORA DE RECEPCION	15/10/2009 20H15			
FECHA ENSAYO	Inicio:	15/10/2009	Fin:	30/10/2009
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura(°C)	25.3 +/- 4.3	Humedad(%)	51 +/- 15
DOCUMENTO INTERNO	LI/2009/3091			

### 2. Resultados

ENSAYO	VALOR	UNIDADES	METODO	EQUIPO
pH *	7.0	-	NO APLICA	NO APLICA
TEMPERATURA *	28.5	oC	NO APLICA	NO APLICA
COLOR *(CV) LD** = 2	151	UC	PEE/LI/45	LI-063
CONDUCTIVIDAD *	1 018	uS/cm	PEE/LI/34	LI-091
SALINIDAD * LD** = 0.1	0.5	g/l	PEE/LI/68	LI-091
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO(DQO) LD** = 25	180	mg/l	PEE/LI/74	LI-010
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO *	125	mg/l	PEE/LI/72	LI-068
ACEITES Y GRASAS LD** = 5	16.2	mg/l	PEE/LI/01	LI-031
HIDROCARBUROS TOTALES DE PETROLEO *(TPH) LD** = 3	< 3	mg/l	PEE/LI/73	LI-100
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES *	534	mg/l	NA	LI-091



# Laboratorio de Interagua

Vía a Daule, Km 26 1/2  
Telf. 2267009 ext. 201; Telefax: 2267838 ext. 205  
E-mail: laboratorio@interagua.com.ec  
Guayaquil- Ecuador



## INFORME DE ENSAYO

Continuacion

CODIGO INFORME	LI-IE-03091-09
DOCUMENTO INTERNO	LI/2009/3091

### 2. Resultados

SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES *	54	mg/l	PEE/LI/16	LI-047
SOLIDOS TOTALES *	588	mg/l	PEE/LI/15	LI-047
SOLIDOS SEDIMENTABLES *	1	ml/l	PEE/LI/13	LI-V-035
CLORUROS *	141	mg/l	PEE/LI/12	LI-V-029
CIANUROS *(CN1-) LD** = 0.003	0.0	mg/l	PEE/LI/46	LI-063
FLUORUROS *(F1-) LD** = 0.02	< 0.02	mg/l	PEE/LI/83	LI-063
FOSFORO * LD** = 0.013	8	mg/l	PEE/LI/84	LI-063
NITRATOS *(N-NO3-) LD** = 0.06	0.3	mg/l	PEE/LI/37	LI-063
NITRITOS *(N-NO2-) LD** = 0.0008	0.0	mg/l	PEE/LI/38	LI-063
ALUMINIO *(Al) LD** = 0.045 mg/l	0.5	mg/l	PEE/LI/51	LI-063
NITROGENO AMONICAL *(N-NH3) LD** = 0.017	13.0	mg/l	PEE/LI/63	LI-063
NITROGENO TOTAL KJELDAHL *(NTK) LD** = 1.2	27	mg/l	PEE/LI/23	LI-063
SULFUROS *(S2-) LD** = 0.002	3.0	mg/l	PEE/LI/18	LI-063
SULFATOS * LD** = 1	114	mg/l	PEE/LI/39	LI-063
FENOLES * LD** = 0.001	0.0	mg/l	PEE/LI/17	LI-063
DETERGENTES ANIONICOS (LAS) * LD** = 0.005	1.2	mg/l	PEE/LI/19	LI-063
ARSENICO *(As) LD** = 0,00003	0.0	mg/l	PEE/LI/61	LI-062-01
BARIO *(Ba) LD** = 0,015	0.0	mg/l	PEE/LI/66	LI-062
BORO *(B) LD** = 0.4	< 0.4	mg/l	PEE/LI/82	LI-063
CADMIO *(Cd) LD** = 0,0008	< 0.0008	mg/l	PEE/LI/55	LI-062
COBRE *(Cu) LD** = 0,0015	0.0	mg/l	PEE/LI/56	LI-062
CROMO TOTAL *(Cr) LD** = 0,003	< 0.003	mg/l	PEE/LI/53	LI-063
HIERRO *(Fe) LD** = 0,050	0.1	mg/l	PEE/LI/42	LI-063
MANGANESO *(Mn) LD** = 0.0015	0.2	mg/l	PEE/LI/27	LI-062
MERCURIO *(Hg) LD** = 0,000009	< 0.000009	mg/l	PEE/LI/22	LI-062-01



# Laboratorio de Interagua

Vía a Daule, Km 26 1/2  
Telf. 2267009 ext. 201; Telefax: 2267838 ext. 205  
E-mail: laboratorio@interagua.com.ec  
Guayaquil- Ecuador



## INFORME DE ENSAYO

Continuacion

CODIGO INFORME	LI-IE-03091-09
DOCUMENTO INTERNO	LI/2009/3091

### 2. Resultados

NIQUEL *(Ni) LD** = 0,006	0.1	mg/l	PEE/LI/58	LI-062
PLATA *(Ag) LD** = 0,0015	< 0.0015	mg/l	PEE/LI/21	LI-004
PLOMO *(Pb) LD** = 0,015	< 0.015	mg/l	PEE/LI/59	LI-062
SELENIO *(Se) LD** = 0,00003	0.0	mg/l	PEE/LI/69	LI-062-01
ZINC *(Zn) LD** = 0,0015	0.1	mg/l	PEE/LI/57	LI-062
COLIFORMES TOTALES *	16 000 000	NMP/100 ml	PEE/LI/04	LI-040
COLIFORMES FECALES *	9 000 000	NMP/100 ml	PEE/LI/05	LI-040

Observaciones: Muestra simple para Sulfuros, Coliformes Totales y Fecales a las 20H00. Los resultados de pH y Temperatura incluidos en el presente informe constituyen el promedio de las determinaciones efectuadas por el solicitante durante el periodo de recolección de la muestra.

Q.F. Felix Bobadilla Ullon  
Jefe Tecnico

- Notas: 1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.  
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.  
3. Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.  
4. Acreditado por CALA ISO/IEC 17025 para ensayos específicos.

LD\*\* = Límite de Detección.  
ND\*\*\* = No Detectable.



# Laboratorio de Interagua

Vía a Daule, Km 26 1/2  
Telf. 2267009 ext. 201; Telefax: 2267838 ext. 205  
E-mail: laboratorio@interagua.com.ec  
Guayaquil- Ecuador



## INFORME DE ENSAYO

### 1. Información General

NUMERO	LI-IE-00367-10			
FECHA DEL INFORME	26/02/2010			
SOLICITADO POR	CONTROL DE EFLUENTES			
DIRECCION	CERRO SANTA ANA, CALLE MORAN BUITRON			
CODIGO DEL OBJETO DE ENSAYO	Ar008665-10			
IDENTIFICACION DEL OBJETO DE ENSAYO	GAR-E-C-110210			
DESCRIPCION DEL OBJETO ENSAYO	Agua residual			
TIPO DE OBJETO ENSAYO	MUESTRA SIMPLE / MUESTRA COMPUESTA			
FECHA/HORA DE MUESTREO	11/02/2010 06:00 - 20:00			
LUGAR DE MUESTREO	GARZOTA ENTRADA			
RECOLECCION DEL OBJETO ENSAYO	Solicitante VICENTE PALMA			
FECHA/HORA DE RECEPCION	11/02/2010 20H30			
FECHA ENSAYO	Inicio:	11/02/2010	Fin:	25/02/2010
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura(°C)	25.1 +/- 2.7	Humedad(%)	51 +/- 18
DOCUMENTO INTERNO	LI/2010/0367			

### 2. Resultados

ENSAYO	VALOR	UNIDADES	METODO	EQUIPO
pH *	7.0	-	NO APLICA	NO APLICA
TEMPERATURA *	27.3	oC	NO APLICA	NO APLICA
COLOR *(CV) LD** = 2	30	UC	PEE/LI/45	LI-063
CONDUCTIVIDAD *	877	uS/cm	PEE/LI/34	LI-091
SALINIDAD * LD** = 0.1	0.3	g/l	PEE/LI/68	LI-091
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO(DQO) LD** = 25	112	mg/l	PEE/LI/74	LI-010
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO *	40	mg/l	PEE/LI/72	LI-068
ACEITES Y GRASAS LD** = 5	5.7	mg/l	PEE/LI/01	LI-031
HIDROCARBUROS TOTALES DE PETROLEO *(TPH) LD** = 3	< 3	mg/l	PEE/LI/73	LI-100
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES *	386	mg/l	NA	LI-091



# Laboratorio de Interagua

Vía a Daule, Km 26 1/2  
Telf. 2267009 ext. 201; Telefax: 2267838 ext. 205  
E-mail: laboratorio@interagua.com.ec  
Guayaquil- Ecuador



## INFORME DE ENSAYO

Continuacion

CODIGO INFORME	LI-IE-00367-10
DOCUMENTO INTERNO	LI/2010/0367

### 2. Resultados

SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES *	28	mg/l	PEE/LI/16	LI-052
SOLIDOS SUSPENDIDOS FIJOS *	14	mg/l	PEE/LI/16	LI-031
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES *	42	mg/l	PEE/LI/16	LI-047
SOLIDOS TOTALES FIJOS *	338	mg/l	PEE/LI/15	LI-031
SOLIDOS TOTALES VOLATILES *	90	mg/l	PEE/LI/15	LI-052
SOLIDOS TOTALES *	428	mg/l	PEE/LI/15	LI-047
CLORUROS *	56	mg/l	PEE/LI/12	LI-V-029
SOLIDOS SEDIMENTABLES *	0	ml/l	PEE/LI/13	LI-V-035
FOSFORO * LD** = 0.013	2	mg/l	PEE/LI/84	LI-063
NITRATOS *(N-NO3-) LD** = 0.06	1.3	mg/l	PEE/LI/37	LI-063
NITRITOS *(N-NO2-) LD** = 0.0008	0.4	mg/l	PEE/LI/38	LI-063
NITROGENO AMONIACAL *(N-NH3) LD** = 0.017	4.4	mg/l	PEE/LI/63	LI-063
NITROGENO TOTAL KJELDAHL *(NPK) LD** = 1.2	20	mg/l	PEE/LI/23	LI-063
SULFUROS *(S2-) LD** = 0.002	0.1	mg/l	PEE/LI/18	LI-063
SULFATOS * LD** = 1	99	mg/l	PEE/LI/39	LI-063
DETERGENTES ANIONICOS (LAS) * LD** = 0.005	3.7	mg/l	PEE/LI/19	LI-063
COLIFORMES TOTALES *	17 000 000	NMP/100 ml	PEE/LI/04	LI-040
COLIFORMES FECALES *	5 000 000	NMP/100 ml	PEE/LI/05	LI-040

Observaciones: Muestra simple para Sulfuros, Coliformes Totales y Fecales a las 20H00. Los resultados de pH y Temperatura incluidos en el presente informe constituyen el promedio de las determinaciones efectuadas por el solicitante durante el periodo de recolección de la muestra.

Q.F. Felix Bobadilla Ullon  
Jefe Tecnico

- Notas: 1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.  
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.  
3. Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.  
4. Acreditado por CALA ISO/IEC 17025 para ensayos específicos.

LD\*\* = Límite de Detección.  
ND\*\*\* = No Detectable.



# Laboratorio de Interagua

Vía a Daule, Km 26 1/2  
Telf. 2267009 ext. 201; Telefax: 2267838 ext. 205  
E-mail: laboratorio@interagua.com.ec  
Guayaquil- Ecuador



## INFORME DE ENSAYO

### 1. Información General

NUMERO	LI-IE-00368-10			
FECHA DEL INFORME	26/02/2010			
SOLICITADO POR	CONTROL DE EFLUENTES			
DIRECCION	CERRO SANTA ANA, CALLE MORAN BUITRON			
CODIGO DEL OBJETO DE ENSAYO	Ar008666-10			
IDENTIFICACION DEL OBJETO DE ENSAYO	GAR-S-C-110210			
DESCRIPCION DEL OBJETO ENSAYO	Agua residual			
TIPO DE OBJETO ENSAYO	MUESTRA SIMPLE / MUESTRA COMPUESTA			
FECHA/HORA DE MUESTREO	11/02/2010 06:00 - 20:00			
LUGAR DE MUESTREO	GARZOTA SALIDA			
RECOLECCION DEL OBJETO ENSAYO	Solicitante VICENTE PALMA			
FECHA/HORA DE RECEPCION	11/02/2010 20H30			
FECHA ENSAYO	Inicio:	11/02/2010	Fin:	25/02/2010
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura(°C)	25.1 +/- 2.7	Humedad(%)	51 +/- 18
DOCUMENTO INTERNO	LI/2010/0368			

### 2. Resultados

ENSAYO	VALOR	UNIDADES	METODO	EQUIPO
pH *	7.0	-	NO APLICA	NO APLICA
TEMPERATURA *	27.7	oC	NO APLICA	NO APLICA
COLOR *(CV) LD** = 2	57	UC	PEE/LI/45	LI-063
CONDUCTIVIDAD *	860	uS/cm	PEE/LI/34	LI-091
SALINIDAD * LD** = 0.1	0.3	g/l	PEE/LI/68	LI-091
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO(DQO) LD** = 25	111	mg/l	PEE/LI/74	LI-010
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO *	30	mg/l	PEE/LI/72	LI-068
ACEITES Y GRASAS LD** = 5	< 5	mg/l	PEE/LI/01	LI-031
HIDROCARBUROS TOTALES DE PETROLEO *(TPH) LD** = 3	< 3	mg/l	PEE/LI/73	LI-100
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES *	420	mg/l	NA	LI-091



# Laboratorio de Interagua

Vía a Daule, Km 26 1/2  
Telf. 2267009 ext. 201; Telefax: 2267838 ext. 205  
E-mail: laboratorio@interagua.com.ec  
Guayaquil- Ecuador



## INFORME DE ENSAYO

Continuacion

CODIGO INFORME	LI-IE-00368-10
DOCUMENTO INTERNO	LI/2010/0368

### 2. Resultados

SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES *	23	mg/l	PEE/LI/16	LI-052
SOLIDOS SUSPENDIDOS FIJOS *	9	mg/l	PEE/LI/16	LI-031
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES *	32	mg/l	PEE/LI/16	LI-047
SOLIDOS TOTALES FIJOS *	369	mg/l	PEE/LI/15	LI-031
SOLIDOS TOTALES VOLATILES *	83	mg/l	PEE/LI/15	LI-052
SOLIDOS TOTALES *	452	mg/l	PEE/LI/15	LI-047
CLORUROS *	67	mg/l	PEE/LI/12	LI-V-029
SOLIDOS SEDIMENTABLES *	0	ml/l	PEE/LI/13	LI-V-035
FOSFORO * LD** = 0.013	2	mg/l	PEE/LI/84	LI-063
NITRATOS *(N-NO3-) LD** = 0.06	0.3	mg/l	PEE/LI/37	LI-063
NITRITOS *(N-NO2-) LD** = 0.0008	0.1	mg/l	PEE/LI/38	LI-063
NITROGENO AMONIACAL *(N-NH3) LD** = 0.017	5.7	mg/l	PEE/LI/63	LI-063
NITROGENO TOTAL KJELDAHL *(NTK) LD** = 1.2	27	mg/l	PEE/LI/23	LI-063
SULFUROS *(S2-) LD** = 0.002	0.0	mg/l	PEE/LI/18	LI-063
SULFATOS * LD** = 1	112	mg/l	PEE/LI/39	LI-063
DETERGENTES ANIONICOS (LAS) * LD** = 0.005	3.3	mg/l	PEE/LI/19	LI-063
COLIFORMES TOTALES *	1 100 000	NMP/100 ml	PEE/LI/04	LI-040
COLIFORMES FECALES *	170 000	NMP/100 ml	PEE/LI/05	LI-040

Observaciones: Muestra simple para Sulfuros, Coliformes Totales y Fecales a las 20H00. Los resultados de pH y Temperatura incluidos en el presente informe constituyen el promedio de las determinaciones efectuadas por el solicitante durante el periodo de recolección de la muestra.

Q.F. Felix Bobadilla Ullon  
Jefe Tecnico

- Notas: 1. Los resultados solo se refieren a la muestra presentada al ensayo.  
2. El presente informe no debe ser reproducido, excepto en forma total, sin la aprobación escrita del laboratorio.  
3. Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.  
4. Acreditado por CALA ISO/IEC 17025 para ensayos específicos.

LD\*\* = Límite de Detección.  
ND\*\*\* = No Detectable.