



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

TEMA:

Evaluación de la eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas de El Morro y propuesta de rehabilitación y ampliación para recibir las descargas de Puerto El Morro.

AUTORES:

Ullaguari Ayala Sebastian Ariel

Garrido Cagua Alan Ray

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de

INGENIERO

TUTORA:

Camacho Monar Melida Alexandra

Guayaquil, Ecuador

27 de febrero del 2023



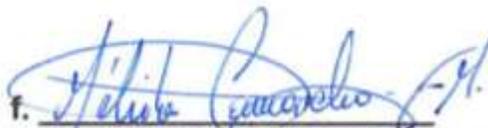
UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Ullaguari Ayala Sebastian Ariel; Garrido Cagua Alan Ray** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero**

TUTORA

f. 
Camacho Monar Melida Alexandra

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 
Alcívar Bastidas Stefany Esther

Guayaquil, a los 27 del mes de febrero del año 2023



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **Ullaguari Ayala Sebastián Ariel; Garrido Cagua Alan Ray**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación: **Evaluación de la eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas de El Morro y propuesta de rehabilitación y ampliación para recibir las descargas de Puerto El Morro**, previo a la obtención del título de **Ingeniero civil**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 27 del mes de febrero del año 2023

LOS AUTORES:

f.  _____

Ullaguari Ayala Sebastian Ariel

f. f.  _____

Garrido Cagua Alan Ray



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Ullaguari Ayala Sebastian Ariel; Garrido Cagua Alan Ray**

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Evaluación de la eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas de El Morro y propuesta de rehabilitación y ampliación para recibir las descargas de Puerto El Morro**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 27 del mes de febrero del año 2023

LOS AUTORES:

f.  _____

Ullaguari Ayala Sebastian Ariel

f.f.  _____

Garrido Cagua Alan Ray



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

REPORTE URKUND

Document information

Analyzed document	Ullaguan_Sebastian_Garrido_Atari_Ray_FINAL.docx (D159747783)
Submitted	3/1/2023 1:41:00 AM
Submitted by	
Submitter email	ciara.glas@cu.ucsg.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	ciara.glas@ucsg@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	TESIS_ULT_REV_SRB.doc Document: TESIS_ULT_REV_SRB.doc (D22019010)		2
SA	UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR-urg.docx Document: UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR-urg.docx (D11716114)		1
SA	Planta de tratamiento UEA.pdf Document: Planta de tratamiento UEA.pdf (D142752190)		1
SA	1543465643_14__ALCANTARILLADO_Y_TRATAMIENTO_DE_AGUAS_RESIDUALES.pptx Document: 1543465643_14__ALCANTARILLADO_Y_TRATAMIENTO_DE_AGUAS_RESIDUALES.pptx (D44829559)		2
SA	arellano_bryan_tesis1 (wecompress.com).docx Document: arellano_bryan_tesis1 (wecompress.com).docx (D152399506)		1
SA	INFORME TÉCNICO VFinal.docx Document: INFORME TÉCNICO VFinal.docx (D136599262)		1

Entire Document

FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL TEMA: EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DE EL MORRO Y PROPUESTA DE REHABILITACIÓN Y AMPLIACION PARA RECIBIR LAS DESCARGAS DE PUERTO EL MORRO AUTORES: ULLAGUAN AYALA SEBASTIAN ARIEL GARRIDO CAGUA ALAN RAY

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de INGENIERO TUTORA: CAMACHO MONAR MELIDA ALEXANDRA Guayaquil, Ecuador 27

de febrero del 2023

FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA DE
INGENIERIA CIVIL
CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por Ullaguan Ayala Sebastian Ariel como requerimiento para la obtención del título de Ingeniero.

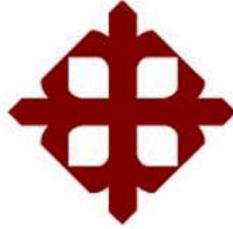
Camacho Monar Melida Alexandra

DIRECTORA DE LA CARRERA

Acivar Bastidas Stefany Esther

Guayaquil, los 27 días del mes de febrero del año 2023.

FACULTAD DE INGENIERIA CARRERA DE
INGENIERIA CIVIL
CERTIFICACIÓN



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Federico von Buchwald de Janon, Ph.D.
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA



firmado electrónicamente por:
**FERNANDO JAVIER
PLAZA VERA**

f. _____

Ing. Xavier Plaza, Ph.D.
DOCENTE DE LA CARRERA

f.

Ing. Clara Glas Cevallos, M.Sc.

OPONENTE

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	2
ANTECEDENTES	3
OBJETIVOS	4
Objetivo General	4
Objetivos Específicos	4
CAPÍTULO I	5
1. MARCO TEÓRICO	5
1.1 Aguas residuales	5
1.2 Características de las aguas residuales	5
1.2.1 Temperatura	6
1.2.2 Potencial de hidrógeno (PH)	6
1.2.3 Turbiedad	7
1.2.4 Alcalinidad Total	7
1.2.5 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	8
1.2.6 Demanda Química de Oxígeno (DQO)	8
1.3 Sólidos	9
1.3.1 Sólidos suspendidos	9
1.3.2 Sólidos volátiles	9
1.3.3 Sólidos suspendidos totales	10
1.3.4 Coliformes Fecales	10
1.4 Procesos de tratamiento en sistemas lagunares	11
1.4.1 Laguna aerobia	12
1.4.2 Laguna anaerobia	13
1.5 Laguna facultativa	14
1.5.1 Uso principal	14
1.5.2 Criterios de diseño	15
1.6 Laguna de maduración	16
1.7 Laguna de oxidación	17
1.8 Población futura	17
1.8.1 Método geométrico	18

1.9 Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)	19
1.10 Caudal de diseño	21
1.10.1 Caudal medio diario.....	21
1.10.2 Coeficiente de retorno.....	22
1.10.3 Caudal de infiltración	23
1.10.4 Caudal de conexiones ilícitas.....	24
1.10.5 Caudal máximo horario	24
1.11 Tiempo de retención hidráulica	25
1.12 Método de Hermann y Gloyna	26
CAPÍTULO II	27
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	27
2.1 Información general del sector.....	27
2.2 Clima	29
2.3 Tipo de suelo.....	29
2.4 Población.....	30
2.5 Salud	31
2.6 Economía.....	32
2.8 Educación.....	33
2.9 Servicios básicos.....	33
2.10 Características de la planta de tratamiento	35
2.10.1 Ubicación de las lagunas	35
2.10.2 Cámara de reparto	36
2.10.3 Lagunas facultativas	38
2.10.4 Lagunas de maduración.....	41
2.10.5 Estructura de descarga.....	41
2.10.6 Canal del efluente	42
2.10.7 Calidad del efluente y afluente	43
2.10.8 Situación problemática	45
CAPÍTULO III	47
3. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS LAGUNAS Y RESULTADOS	47
3.1 Normativas de diseño.....	47
3.2 Parámetros de diseño.....	48

3.3 Recopilación de información existente.....	49
3.3.1 Datos de las poblaciones y caudales de El Morro y Puerto El Morro	49
3.4 Método geométrico	49
3.5 Cálculo de la población futura.....	50
3.6 Obtención de las áreas de El Morro y Puerto El Morro	51
3.7 Cálculo del caudal de diseño y caudal aforado de las lagunas	51
3.8 Caracterización del afluente y efluente tratado.....	55
3.9 Diseño de las lagunas facultativas.....	56
3.9.1 Áreas y volúmenes de las lagunas facultativas existentes	56
3.9.2 Método de Gloyna considerando el caudal determinado a 15 años (2012-2037)	58
3.9.3 Método de Gloyna considerando el caudal del aforo que actualmente está ingresando	60
3.9.4 Análisis de los resultados obtenidos.....	61
3.9.5 Estimación del volumen de lodos	61
3.10 Propuesta de soluciones.....	63
3.10.1 Estructura desarenador como tratamiento primario.	63
3.10.2 Rediseño y construcción de una estructura repartidora de caudales con medición de aforo.....	64
3.10.3 Socialización en la comunidad de El Morro para su conexión al sistema actual	65
3.10.4 Limpieza del canal del efluente que conduce a un estero	66
3.10.5 Mantenimiento regular de la planta de tratamiento existente.....	66
3.10.6 Conexión de las descargas de Puerto El Morro a la planta de tratamiento existente	66
3.10.7 Lechos de secado.....	67
3.10.8 Desazolve de lodos	68
3.10.9 Remoción de los coliformes fecales	69
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA	73
ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Temperaturas de diseño de lagunas facultativas	16
Tabla 2 - TULSMA: Normas generales para descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce (Tabla 9).....	19
Tabla 3 - Valores de coeficiente de retorno	23
Tabla 4 - Tipo de infiltración.....	24
Tabla 5 - Grupos de sexo y su porcentaje	30
Tabla 6 - Edades del sector de Puerto el Morro	31
Tabla 7 - Coordenadas geográficas de las lagunas	35
Tabla 8 - Resultados del monitoreo de las lagunas	44
Tabla 9 - Dotaciones recomendadas.....	48
Tabla 10 - Población y tasas de crecimiento durante el periodo 1990 a 2010 de la parroquia El Morro y Pto. El Morro.....	50
Tabla 11 - Datos de la población futura por el método geométrico.....	50
Tabla 12 - Área de la parroquia El Morro y recinto Puerto El Morro	51
Tabla 13 – Cálculo del caudal medio al 2037 para las poblaciones de El Morro y Puerto El Morro.....	53
Tabla 14 - Cálculo del caudal de diseño al 2037 para las poblaciones de El Morro y Puerto El Morro.....	54
Tabla 15 - Cálculo del caudal de diseño al 2047 para las poblaciones de El Morro y Puerto El Morro.....	54
Tabla 16 - Caudal aforado solo de El Morro	54
Tabla 17 – Registro de caracterización del afluente y efluente tratado	56
Tabla 18 - Medidas de laguna facultativa "L1" y "L2".....	56
Tabla 19 - Parámetros de diseño para las lagunas	58
Tabla 20 - Parámetros de diseño para las lagunas considerando el aforo existente.....	60
Tabla 21 - Datos tomados del laboratorio sobre los sólidos suspendidos totales durante el año 2022	62

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Sistema de lagunaje para tratamiento de aguas residuales domésticas.	12
Ilustración 2 - Variación diurna de Oxígeno Disuelto en un estanque facultativo	15
Ilustración 3 - Corte transversal de una laguna facultativa	16
Ilustración 4 - Localización de la parroquia rural El Morro.....	27
Ilustración 5 - Vista aérea del recinto Puerto el Morro.....	28
Ilustración 6 - Ubicación de las lagunas de tratamiento en El Morro.....	36
Ilustración 7 – Detalles constructivos de la cámara de reparto	37
Ilustración 8 - Dimensiones de la cámara de reparto	37
Ilustración 9 - Cámara de reparto.....	38
Ilustración 10 - Vista en planta de las lagunas de oxidación	39
Ilustración 11 - Dimensiones de la laguna facultativa existente "L1"	39
Ilustración 12 - Dimensiones de las lagunas existentes de maduración "L3 y L4" (izq.) y facultativa "L2" (der.)	40
Ilustración 13 - Laguna facultativa "L2"	40
Ilustración 14 - Lagunas de maduración "L3 y L4"	41
Ilustración 15 - Estructura de descarga con vertedero	42
Ilustración 16 - Canal del efluente	43
Ilustración 17 - Laguna vacía	45
Ilustración 18 - Laguna facultativa "L1" con presencia de nata y sedimentos	46
Ilustración 19 – Determinación Área El morro y Puerto El Morro	51
Ilustración 20 - Representación gráfica de las medidas de las lagunas	57
Ilustración 21 - Tanque sedimentador simple	64
Ilustración 22 - Canaleta Parshall	65
Ilustración 23 - Lechos de secado.....	67
Ilustración 24 - Maquinaria recogiendo los lodos producidos cerca de los taludes de las lagunas.....	68
Ilustración 25 - Tanque de contacto de cloro.....	69

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la eficiencia y capacidad del sistema de tratamiento de aguas residuales de El Morro con la finalidad de presentar soluciones de rehabilitación y posible ampliación del sistema. Para esto se recopiló información de campo, pruebas de laboratorio del efluente, planos de diseño de las lagunas construidas, se revisó además el Plan Maestro de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial del cantón Guayaquil elaborado por la concesionaria Interagua, y se utilizó la bibliografía especializada en este campo a efectos de realizar los cálculos y proceder a determinar la capacidad de las lagunas. Los resultados demuestran que, con el área específica existente es suficiente para recibir las aguas residuales de El Morro y de Puerto El Morro. De la información recopilada del concesionario Interagua, solo un 20 % de la población de El Morro, está conectada al sistema, por ende, las lagunas de oxidación construidas, están subutilizadas. De los resultados de laboratorio del efluente de las lagunas, las mediciones sobre todo de DBO y Coliformes no están cumpliendo con la norma ambiental, por lo que para una mejor eficiencia de las lagunas se requieren hacer mejoras que se detallan en el presente documento.

Palabras clave: Eficiencia, sistema de tratamiento, alcantarillado sanitario, efluente, lagunas

ABSTRACT

The objective of this work is to evaluate the efficiency and capacity of the El Morro wastewater treatment system in order to present rehabilitation solutions and possible expansion of the system. For this, field information, laboratory tests of the effluent, design plans of the constructed lagoons were collected, the Master Plan for drinking water, sanitary and storm sewerage of the Guayaquil canton prepared by the Interagua concessionaire was also reviewed, and the bibliography was used. specialized in this field in order to carry out the calculations and proceed to determine the capacity of the lagoons. The results show that, with the existing specific area, it is enough to receive the wastewater from El Morro and Puerto El Morro. From the information collected from the Interagua concessionaire, only 20% of the population of El Morro is connected to the system, therefore, the built oxidation ponds are underutilized. From the laboratory results of the effluent from the lagoons, the measurements, especially of BOD and Coliforms, are not complying with the environmental standard, therefore, for a better efficiency of the lagoons, improvements are required that are detailed in this document.

Keywords: Efficiency, treatment system, sanitary sewer system, effluent, lagoons

INTRODUCCIÓN

En estos tiempos la población en general necesita un adecuado sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas para poblaciones pequeñas, con base en determinación de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, para que puedan tener una mejor calidad de vida en su entorno. La población a la que se realizará la evaluación, es sobre la eficiencia de las lagunas de oxidación es en la parroquia rural de El Morro, que forma parte del cantón Guayaquil de la provincia del Guayas.

Actualmente este sector cuenta ya con una PTARD, pero no cuenta con un registro adecuado de los caudales que ingresan a este sistema de tratamiento, las cuatro lagunas que se encuentran allí ya están con terrenos de acceso para realizar el mantenimiento respectivo, en esta parroquia la gente en su mayoría cuenta con cámaras de inspección y agua potable. En la PTARD no disponían de rejillas y no realizaban un saneamiento de solidos que se encontraban en las lagunas por lo que generaba mal olor, también se detectó que el caudal que se descargaba en las lagunas era muy bajo. Estas lagunas tenían color verdoso donde se podría detectar la presencia de algas o bacterias que se encontraban por resultado de la degradación de la materia orgánica.

Para este análisis se procede a evaluar si es factible que estas lagunas que se encuentran en El Morro puedan recibir el caudal de descarga de aguas residuales que se ubican en Puerto El Morro y cuya finalidad es presentar soluciones de rehabilitación con una posible expansión de este sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas.

ANTECEDENTES

La cabecera de la parroquia rural de El Morro del cantón Guayaquil posee una red de alcantarillado sanitario compuesto por ramales terciarios, secundarios y primarios, cajas domiciliarias, pozos de revisión y el sistema de tratamiento compuesto por lagunas de oxidación (dos lagunas facultativas y dos de maduración) que operan en paralelo. La PTARD no cuenta con un registro de caudales que ingresan al sistema de tratamiento debido a que el sistema de aforo existente no se encuentra operando. Los taludes de las cuatro lagunas que conforman el sistema de El Morro están empedrados para su protección, se observan estables y presentan terrenos que permiten acceso para realizar las labores básicas de mantenimiento. La estructura es de hormigón armado y está compuesta por un cámara donde ingresa agua servida de un vertedero tipo V y bocas para repartición de caudal entre los dos subsistemas.

Las tuberías de conducción desde la cámara de entrada y distribución hacia cada subsistema se encuentran operativas y en aparente buen estado. De las observaciones in situ, las lagunas tienen un color verdoso, el afluente tratado descarga en un canal de tierra. El análisis de calidad del afluente realizado por Interagua, muestra valores en el límite de la normativa ambiental. Se requiere conocer si es factible que estas lagunas reciban además el caudal de descarga de aguas residuales domesticas de Puerto El Morro.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar la eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas para El Morro con la finalidad de proponer soluciones de rehabilitación y posible ampliación del sistema.

Objetivos Específicos

- Realizar el diagnóstico de la situación actual del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas de la población del Morro.
- Evaluar la eficiencia de tratamiento a partir de la caracterización de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del afluente y el efluente tratado.
- Comparar resultados con la normativa ambiental aplicable.
- Proponer soluciones de mejoras.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Aguas residuales

Las aguas residuales son generalmente impurezas que provienen de vertidos de diferentes tipos tales como domésticos e industriales. Estas comúnmente tienen un color negro ya que están contaminadas con otras sustancias fecales procedentes de domicilios, oficinas, industriales o centros urbanos con una cantidad de población elevada donde muchas personas descargan sus necesidades. (QUILTON, 2022)

Estas aguas son conducidas por sistemas de alcantarillado que son tratadas por plantas de aguas residuales para su respectiva limpieza, aunque no en todos los lugares del mundo apliquen esta metodología.

El propósito del tratamiento de aguas residuales es evitar la contaminación, física, química, bioquímica, biológica y radioactiva de los cursos y cuerpos de agua receptores. El tratamiento de las aguas servidas ha sido una consecuencia del desarrollo de la civilización y que se caracteriza por el aumento de la densidad demográfica y expansión industrial. (Rojas, 2002).

1.2 Características de las aguas residuales

Dentro de sus características físicas de las aguas residuales, la temperatura y el contenido de sólidos son importantes para los distintos procesos de tratamiento. Esto afecta principalmente a las reacciones químicas y biológicas, mientras que la segunda, afecta principalmente la operación y el dimensionamiento de las unidades. Lo que se relaciona con el agua residual es con los gases disueltos, las impurezas, presencia de

sólidos de forma disuelta o ionizada, compuestos orgánicos en suspensión tal como microorganismos y coloides. (cidta, 2018).

1.2.1 Temperatura

Es un parámetro físico que genera sensaciones de calor y frío, este factor representa la energía cinética interna de las moléculas en un cuerpo asignado como el agua. Se manifiesta en forma de agitación térmica producto del choque de moléculas donde se forma el agua. También la temperatura afecta la cantidad de oxígeno que se pueda transportar en el agua donde a menor temperatura transporta más oxígeno a todos los seres vivos que se encuentran en el mar para sobrevivir. Influye en cierta parte de la flora como plantas, algas, vegetación por medio de la fotosíntesis y sensibilidad a residuos que sean altamente contaminables

Una de las razones por el incremento de temperatura en cuerpos hídricos puede ser por vertidos de agua caliente que provienen de plantas industriales en su cercanía y su escasez de vegetación a la orilla del río. (UCM, 2015)

1.2.2 Potencial de hidrógeno (PH)

La acidez de una solución es expresada por el PH, que puede ser utilizado tanto para agua superficial, como para agua residual. La concentración de iones hidronio es un parámetro fundamental para el tratamiento de aguas residuales y la manera usual de expresar esta concentración es a través del potencial de hidrógeno, el cual es definido como el logaritmo negativo de la concentración de iones hidronio. El PH es una de las pruebas más importantes y frecuentemente empleadas en la química de agua. Prácticamente todas las fases del tratamiento de aguas (neutralización ácido-base,

ablandamiento de agua, precipitación, coagulación, desinfección, entre otras) dependen del pH. (Metcalf & Eddy, 2003)

1.2.3 Turbiedad

En el tratamiento de aguas residuales la turbidez describe la claridad de una muestra de aguas residuales. El nivel de turbidez o la presencia de partículas en suspensión en la muestra de aguas residuales generalmente se mide en FTU que por sus siglas en inglés significa (Unidad de Turbidez de Formazina). Las muestras con menos de 20 FTU son muy claras, mientras que las muestras con 500 FTU y más se vuelven completamente opacas. (Schmitz, 2021)

La turbidez en las aguas residuales se genera cuando pequeñas partículas se mezclan con la corriente de agua y se mantienen en suspensión debido al movimiento del agua (coloides). Las partículas suspendidas en los ríos son, por ejemplo, suelo, sólidos biológicos o materia orgánica en descomposición. Las suspensiones son diferentes de las emulsiones donde se combinan dos líquidos que generalmente no se mezclan entre sí como la grasa y el agua. (Schmitz, 2021)

1.2.4 Alcalinidad Total

La alcalinidad total en el agua residual resulta de la presencia de los iones $[\text{OH}^-]$, $[\text{CO}_3^{2-}]$ y $[\text{HCO}_3^-]$ de elementos como calcio, magnesio, sodio potasio y amoníaco. De estos, el bicarbonato de calcio y magnesio son los más usuales; compuestos como los boratos, silicatos y fosfatos pueden contribuir también a la alcalinidad en menor cuantía. La alcalinidad total es definida entonces como la capacidad de una sustancia de neutralizar un ácido y, por lo tanto, el contenido de alcalinidad en el agua ayuda a resistir la disminución de pH que sería causada por la adición de una sustancia ácida, por esta

razón la concentración de alcalinidad es sumamente importante en el tratamiento tanto químico como biológico. (Metcalf & Eddy, 2003)

1.2.5 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Se define como cantidad de oxígeno que los microorganismos consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra, se expresa en mg/l (Garcia Ruesta , 2008).

Es un parámetro indispensable cuando se necesita determinar el estado o la calidad del agua de ríos, lagos, lagunas o efluentes. Cuanto mayor cantidad de materia orgánica contiene la muestra, más oxígeno necesitan sus microorganismos para oxidarla.

El proceso de descomposición varía según la temperatura, este análisis se realiza en forma estándar durante cinco días a 20 grados Celsius, esto se conoce como DBO5. De acuerdo con las reglamentaciones, se fijan valores de DBO máximo que pueden tener las aguas residuales, para poder verterlas a los ríos y otros cursos de agua. De acuerdo a estos valores se establece, si es posible arrojarlas directamente o si deben sufrir un tratamiento previo (Garcia Ruesta , 2008).

1.2.6 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Es definida como la cantidad de un oxidante específico que reacciona con una muestra bajo condiciones controladas. La cantidad de oxidante consumida es expresada en términos de su equivalencia de oxígeno. La correlación entre DQO y DBO5 es la biodegradabilidad del desagüe. La DQO no siempre guarda relación con la DBO, aunque generalmente es mayor. Por ejemplo, los desechos de la industria del papel contienen valores muy superiores de DQO, ya que la celulosa (compuesto orgánico) es muy poco biodegradable.

En los desechos de las refinerías puede suceder lo contrario, a menos que se modifique la DQO para impedir la pérdida de los compuestos volátiles. (Jimenez Cisneros, 2002)

1.3 Sólidos

Los sólidos que llegan al agua residual municipal incluyen: los sólidos de las cocinas, residuos humanos, papel higiénico, empaques plásticos y, dependiendo del tipo de alcantarillado, puede contener también material de arrastre de los suelos erosionados por la escorrentía.

En el tratamiento del agua residual, la importancia de retirar los sólidos es que estos engloban toda la materia orgánica e inorgánica en suspensión, y los microorganismos patógenos. (Sincero , 2016)

1.3.1 Sólidos suspendidos

Las aguas residuales pueden contener un 75 % de materia orgánica; los sólidos disueltos un 40 %. La materia orgánica de las aguas residuales es una combinación de carbono, hidrogeno, oxígeno y nitrógeno (CHON) principalmente; con las proteínas (40-60%). los carbohidratos (25-50%) y las grasas y aceite (10%) como grupos importantes. (Romero Rojas, 2010)

1.3.2 Sólidos volátiles

Los sólidos volátiles son sustancias que pueden transformarse fácilmente de su fase sólida a su fase de vapor sin pasar por una fase líquida. Los sólidos volátiles generalmente representan la cantidad de sólidos orgánicos en el agua y tienen una gran importancia en el tratamiento del agua y de las aguas residuales. La cantidad de sólidos volátiles en las aguas residuales se usa con frecuencia para describir la fuerza de los desechos. Cuantos más sólidos volátiles estén presentes en las aguas residuales, más

fuerte será esa agua residual. Si los sólidos volátiles en las aguas residuales son en su mayoría orgánicos, el impacto en una planta de tratamiento es mayor que si los sólidos son en su mayoría inorgánicos. Los sólidos volátiles de las aguas residuales domésticas son alrededor del 50% orgánicos, lo que a su vez contamina el suelo y el agua dulce. Estos sólidos volátiles generalmente provienen de plantas, materia de animales muertos y compuestos orgánicos sintéticos. Se pueden encender o quemar. Debido a que la fracción orgánica puede eliminarse a altas temperaturas, se denominan sólidos volátiles. (IndustriaPedia, 2020)

1.3.3 Sólidos suspendidos totales

Las mediciones de sólidos totales incluyen sólidos disueltos y suspendidos. Las sustancias inorgánicas disueltas incluyen calcio, bicarbonato, nitrógeno, hierro, sulfato, etc. Un nivel constante de estos materiales es esencial para el correcto mantenimiento de los organismos acuáticos. Los sólidos en suspensión, por otro lado, son partículas de sedimentos, lodo en corrientes superficiales, plancton y desechos industriales y de aguas residuales. (Garcia Obando , 2003)

1.3.4 Coliformes Fecales

Los coliformes fecales o termo tolerantes son aquellos coliformes que fermentan la lactosa entre 44,5°C – 45,5°C. Es el microorganismo cuyo hallazgo indica el más alto grado de certeza de contaminación fecal en el agua. En la práctica puede ser necesario diferenciar si esta contaminación fecal es de origen humano o animal, por las implicancias sanitarias que tiene.

En agua potable se tolera que hasta un 10% de las muestras tomadas en el mes presenten coliformes, sin embargo, solo el 5% de las muestras pueden tener 5 o más coliformes (Burchard , 2014)

1.4 Procesos de tratamiento en sistemas lagunares

El tratamiento de las aguas residuales es una combinación de operaciones físicas y procesos biológicos y químicos que remueven el material suspendido, coloidal o disuelto de dichas aguas.

Dentro de las operaciones físicas tenemos la utilización de rejillas para la remoción de materiales gruesos, desarenadores para la remoción de arenas, sedimentador para remoción de material sedimentable, entre otros. Dentro de los procesos biológicos existen dos grandes tipos que realizan los microorganismos en la descomposición de la materia orgánica de las aguas residuales: la oxidación aerobia y la digestión anaerobia. (Secretaria del Agua, 1992).

Estas lagunas poseen zonas aerobias y anaerobias, en superficie y fondo. Este tipo de lagunas se puede encontrar cualquier variedad de microorganismos, desde anaeróbicos estrictos, en el fango depositado en el fondo, hasta aerobios estrictos en zonas inmediatamente adyacente a la superficie. Además de las bacterias y protozoarios, en las lagunas facultativas es esencial la presencia de algas, que son las principales suministradoras de oxígeno disuelto (Sandoval Bermeo & Cisneros Ventimill, 2012),

Los sólidos de gran tamaño sedimentan para conformar una capa de lodo anaerobio, los materiales orgánicos sólidos y coloidales se oxidan por la acción de las bacterias aerobias y facultativas, empleando el oxígeno generado por las abundantes algas presentes en la superficie. (Ortiz Bardales, 2014)

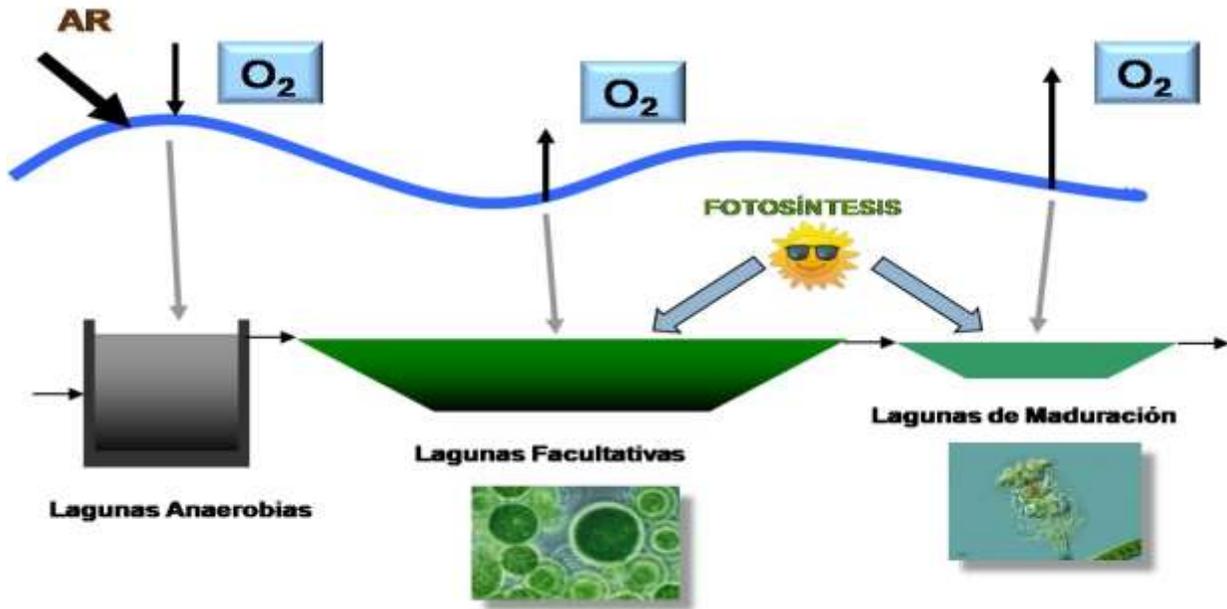


Ilustración 1 - Sistema de lagunaje para tratamiento de aguas residuales domésticas.

Fuente: (Salas J. J., 2022)

1.4.1 Laguna aerobia

Son aquellas que son sometidas a un tratamiento y que contienen relativamente algunos sólidos en suspensión. En esta laguna se produce la degradación de la materia orgánica mediante la actividad de bacterias aerobias que consumen oxígeno producido fotosintéticamente por las algas.

Las lagunas aerobias se pueden clasificar, según el método de aireación sea natural o mecánico, en aerobias y aireadas.

- a) Laguna aerobia sin aeración superficial se puede diseñar para una producción máxima de algas o de oxígeno (lagunas aerobias de alta tasa), o bien, para mantener las condiciones aerobias a través de toda la laguna (lagunas aerobias de baja tasa). En este tipo de reactores, el oxígeno es provisto por la fotosíntesis y la reaeración (Comisión Nacional del Agua, 2007)

- b) Lagunas aireadas: en estas lagunas la cantidad de oxígeno que se suministra por los medios naturales no es suficiente para que se lleve a cabo la oxidación de la materia orgánica, necesitándose un suministro adicional de oxígeno por medios mecánicos.

La concentración de DBO, que incluye la producida por las algas excede, y en mucho, la concentración de la DBO del influente, pero como las algas no forman parte de la carga contaminante, se deben separar antes de evaluar la eficiencia de la laguna (Comisión Nacional del Agua, 2007)

1.4.2 Laguna anaerobia

Este tipo de lagunas actúan de forma similar a un digestor, donde las bacterias anaerobias descomponen la materia orgánica. Reciben las aguas residuales brutas o con un simple desbaste. La depuración se realiza en ausencia de oxígeno libre o combinado. Este tratamiento se lleva acabado por la acción de bacterias anaerobias. Como resultado de la elevada carga orgánica y el bajo periodo de retención del agua residual. El objetivo perseguido es retener la mayor parte posible de los sólidos en suspensión, que pasan a incorporarse a la capa de fangos acumulados en el fondo y eliminar parte de la carga orgánica. La estabilización de estas lagunas tiene lugar mediante las etapas del proceso que son las siguientes: Hidrólisis, formación de ácidos y formación de metano.

Estas lagunas son únicamente cuerpos receptores del agua de desechos, en las que estas reposan a cielo abierto, lo que representa una desventaja por la producción de olores que hacen desagradable el proceso; por otro lado, el gas producido por la acción

bacteriana no es recuperado. Debido a su forma de operación, las lagunas anaerobias requieren de tiempos de resistencia de las aguas muy prolongados, pudiendo llegar estos a ser hasta de tres meses, para alcanzar altas eficiencias de remoción materia orgánica. Por esas mismas razones, la carga orgánica que pueden soportar es muy baja, comparada con lo que se puede manejar con otros sistemas, dicha carga difícilmente puede ser superior a 1kg de DQO/m³ /día. (Solorzano Macias, 2021)

1.5 Laguna facultativa.

Laguna de coloración verdosa, cuyo contenido de oxígeno varía de acuerdo con la profundidad y hora del día. En el estrato superior de una laguna facultativa primaria existe un comensalismo entre algas y bacterias en la presencia de oxígeno y en los estratos inferiores se produce una biodegradación anaeróbica de los sólidos sedimentados. (Secretaria del Agua, 1992)

1.5.1 Uso principal.

Están diseñados para la eliminación de DBO (demanda bioquímica de oxígeno) sobre la base de una carga de DBO superficial relativamente baja en el rango de 100 a 400 kg/ha por día para permitir el desarrollo de una población de algas saludables, como el oxígeno para la eliminación de DBO en el estanque. Las bacterias se generan principalmente por la fotosíntesis de las algas. Los estanques facultativos son de color verde oscuro como

resultado de la gran cantidad de microalgas que contienen, aunque ocasionalmente pueden aparecer rojos o rosados. (Mara, 2004)

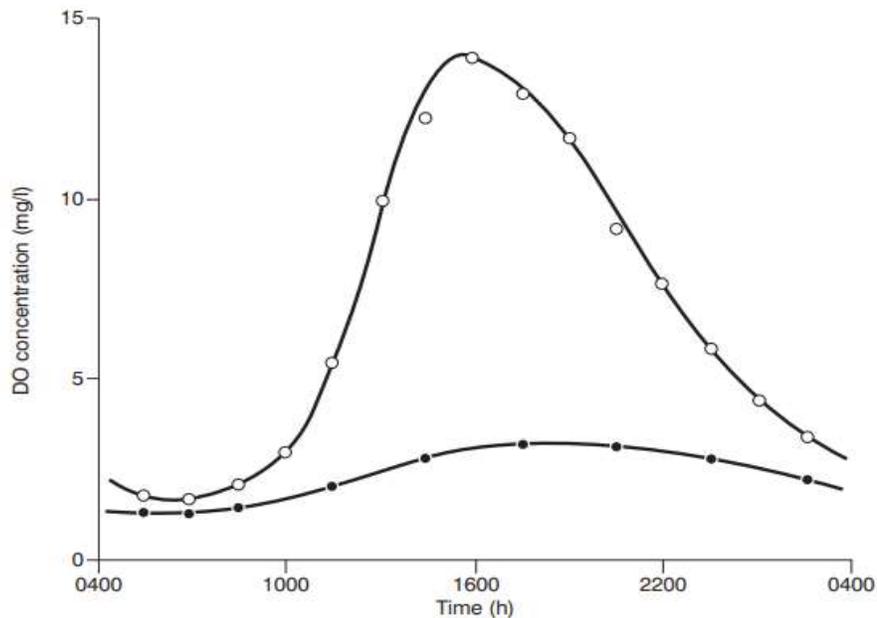


Ilustración 2 - Variación diaria de Oxígeno Disuelto en un estanque facultativo

Fuente: (Mara, 2004)

1.5.2 Criterios de diseño

Los principales criterios para una laguna facultativa son las siguientes:

- La temperatura del agua más fría del mes, que se lo determina a través de correlaciones entre las temperaturas del aire y el agua. Si no hay datos existentes, se establece la temperatura del agua al restar la del aire con un valor que va a depender de las condiciones del clima en el sitio.

Tabla 1 - Temperaturas de diseño de lagunas facultativas

		TEMPERATURAS °C		
CIUDAD	MES MÁS FRÍO	AIRE	AGUA	INCREMENTO
Quito	Agosto	14.2	17	2.8
Guayaquil	Agosto	23.5	24.5	1
Cuenca	Julio	13	18.7	5.7
Portoviejo	Agosto	23.3	24.5	1.2

- Normalmente una profundidad adecuada para una laguna facultativa debe diseñarse a una profundidad de 1 y 2.5 m incluyendo un tiempo de retención de 5 a 30 días. (Tilley, Ulrich, Luthi, Schertenleib, & Zurbrügg, 2020)

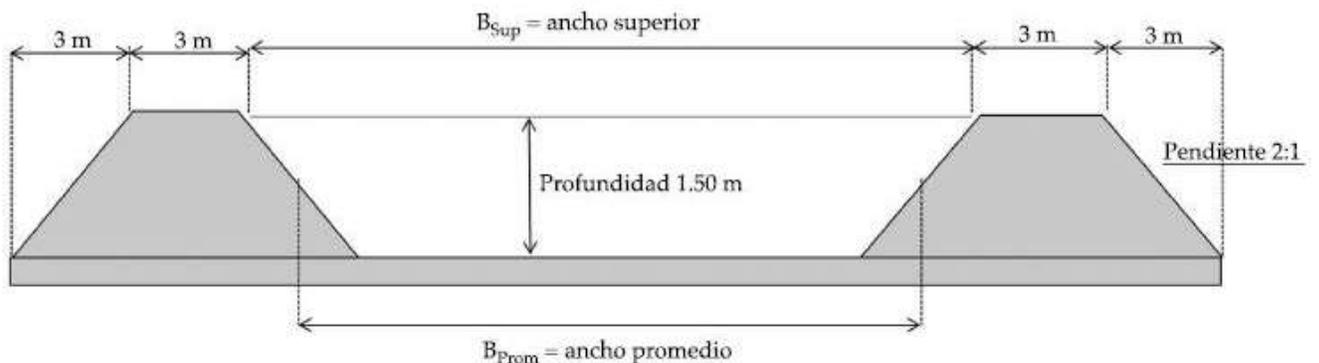


Ilustración 3 - Corte transversal de una laguna facultativa

Fuente: (Treviño, Alcorta, Lopez, & Barrios, 2015)

1.6 Laguna de maduración

Laguna de estabilización diseñada para tratar efluente secundario o agua residual previamente tratada por un sistema de lagunas (anaeróbica - facultativa, aireada - facultativa o primaria secundaria). Originalmente concebida para reducir la población bacteriana.

En la práctica moderna se reconoce que en todo tipo de lagunas se produce una reducción de organismos patógenos y está tendiendo a reemplazarse con el concepto de diseño de lagunas para reducción de organismos patógenos. Los términos lagunas de pulimento o lagunas de acabado tienen el mismo significado. (Secretaría del Agua, 1992)

1.7 Laguna de oxidación

Los sistemas de estabilización o lagunas de oxidación son métodos que están entre los más comunes y eficientes tratamientos que pueden existir. Son procesos por el cual el agua pasa a través de un canal diseñado especialmente para tratar aguas residuales por procesos naturales como las bacterias y algas, básicamente por la actividad que realizan y las relaciones simbióticas con otros organismos. (Tilley, y otros, 2018)

Las lagunas de oxidación generalmente son utilizadas para tratar aguas residuales de origen doméstico donde la mayor fuente de contaminación fluye por las alcantarillas debido a los excrementos humanos y animales en menor proporción con relación a las aguas resultantes del lavado de ropa, preparación de alimentos y duchas. También tienen su uso industrial, en donde tengan área disponible para este tipo de sistemas. El principal objetivo de sanear el efluente para ser volcado a los cuerpos receptores sin contaminantes, estas lagunas requieren poco mantenimiento y mano de obra no calificada, pero si necesita controlarse adecuadamente la biomasa que se desarrollara en el sistema. (Lizama, 2014)

1.8 Población futura

La población en un sitio determinado tiene varias tendencias tanto de crecimiento como de decrecimiento en relación con los siguientes factores como la migración, muertes y

nacimiento. Para obtener datos del número de habitantes en un sector, se los determina por censos aproximadamente cada 10 a 12 años. Una vez obtenidos los datos del censo se procede a aplicar los métodos de cálculo poblacional para así realizar una proyección final en base a tasas de crecimiento. (Jack, 2017)

1.8.1 Método geométrico

Este método provoca el aumento de la población si es proporcional al tamaño de mismo, para este caso el patrón de crecimiento es el mismo que el usado para el método lineal.

Usualmente se selecciona este método para determinar la población proyectada, con la obtención de la población futura en base a este método se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$P_f = T_{uc}(1 + r)^n$$

$$n = T_f - T_{uc}$$

$$r = \sqrt[n]{\frac{P_{uc}}{P_{ci}}} - 1$$

Donde:

- **Tuc:** Último año del censo
- **r:** Tasa de crecimiento anual
- **n:** Periodo de diseño
- **Puc:** Último censo de la población
- **Pci:** Población del censo inicial

1.9 Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA)

Para la normativa ambiental (TULSMA): Calidad ambiental y descarga de efluentes al recurso de agua dulce; Se entiende por uso del agua para preservación de la vida acuática y silvestre, su empleo en actividades de 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 vida acuática y silvestre en aguas dulces, frías o cálidas.

Tabla 2 - TULSMA: Normas generales para descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce (Tabla 9)

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sust. Solubles de hexano	mg/l	30
Alkil y mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Ext. Carbono cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl	mg/l	1000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes fecales	NMP	NMP/100 ml	2000

Color real	Color real	unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo total	P	mg/l	10,0
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Material flotante	Visibles	mg/l	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30,0
Nitrógeno total Kjeldahl	N	mg/l	50,0
Compuestos Organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	130
Sólidos Totales	ST	mg/l	1600
Sulfatos	SO ₄	mg/l	1000
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Temperatura	C	mg/l	Condición natural +/- 3
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0

Fuente: (Ministerio del Ambiente, 2015)

1.10 Caudal de diseño

Este caudal es necesario para la demanda de agua, estimada que satisface las necesidades de una comunidad específica, al final del período de diseño del proyecto. Es el caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado. El diseño de la planta debe hacerse para el caudal máximo horario. Los caudales industriales deben calcularse para los períodos críticos de producción, la predicción de caudales para la expansión futura de la planta de tratamiento debe asociarse a estudios de costo mínimo. (Secretaría del Agua, 1992)

$$Qd = Qmáx_{hor} + Qill + Qinf$$

Donde:

- **Qd:** Caudal de diseño (l/s)
- **Qmáx-hor:** Caudal máximo horario (l/s)
- **Qill:** Caudal ilícito (l/s)
- **Qinf:** Caudal de infiltración (l/s)

1.10.1 Caudal medio diario

Representa al caudal medio en un periodo de 24 horas en base a los datos que se obtienen anualmente, estos caudales determinan la capacidad de una planta de tratamiento para poder conseguir el caudal de diseño. Es importante para el diagnóstico de volumen de lodos, carga orgánica y costos de bombeo. (Aguamarket, 2008)

De acuerdo al CPE INEN 5:1992 el Q_{med} se obtiene según el Numeral 4.3.6 - 10ma parte: Sistema de tratamiento de aguas residuales en la que se establece para “Sistemas nuevos se determinará el caudal medio de diseño a base de la dotación de agua potable multiplicada por la población y un factor de 0.8 más los caudales de infiltración, de aguas ilícitas y de aportaciones institucionales e industriales”.

$$Q_{med_{dia}} = \frac{P * DOT * Cr}{86400} + Q_{inf} + Q_{ili} + Q_{inst} + Q_{ind}$$

Donde:

- **Q_{med-día}**: Caudal medio diario (l/s)
- **P**: Es la proyección de población al periodo de diseño (hab.)
- **Cr**: Coeficiente de retorno
- **DOT**: Es la dotación (l/hab.*día)
- **Q_{inf}**: Caudal de infiltración
- **Q_{il}**: Caudal ilícito
- **Q_{inst}**: Caudal institucional
- **Q_{ind}**: Caudal industrial

1.10.2 Coeficiente de retorno

Esto es principalmente la división entre el agua residual producida y el agua potable consumida. Las poblaciones que ya dispongan de sistemas de tratamientos existentes este valor del coeficiente de retorno se establecerán mediante zonas residenciales, caso contrario se pueden utilizar valores ya obtenidos en otras poblaciones o ciudades. (Secretaria del Agua, 1992)

Tabla 3 - Valores de coeficiente de retorno

	Coeficiente de retorno (aguas servidas)
	Cr
Bajo y medio	0.7 - 0.8
Medio alto y alto	0.8 - 0.85

Fuente: (RAS, 2000)

1.10.3 Caudal de infiltración

La infiltración de aguas subsuperficiales a las redes de sistemas de alcantarillado es inevitable, principalmente freáticas, las fisuras en los colectores, en juntas ejecutadas deficientemente, en la unión de colectores con pozos de inspección y otras estructuras que forman parte de la red. Su estimación debe realizarse en la medida posible a partir de aforos en el sistema, en horas cuando el consumo de agua es mínimo, considerar la naturaleza y permeabilidad del suelo, la topografía de la zona y su drenaje, la cantidad y distribución temporal de la onceava precipitación, la posición del nivel freático con respecto a las cotas clave de los colectores, las dimensiones, tipo de colectores, número y calidad constructiva de uniones o juntas, y su calidad constructiva. (ETAPA, 2009)

$$Q_{inf} = 1 \times L$$

Donde:

- **Q_{inf}**: Caudal de infiltración (l/s)
- **L**: Longitud del tramo a diseñar (Km)

Según el Plan Maestro elaborado por la empresa Interagua, se consideran los siguientes rangos para la estimación del caudal de infiltraciones, donde señala que los nuevos sistemas serán diseñados para una infiltración baja que no exceda los 0.15 l/s/ha

Tabla 4 - Tipo de infiltración

Tipo de infiltración	Qinf
	(l/s/ha)
Alta	0.15 - 0.40
Media	0.10 - 0.30
Baja	0.05 - 0.20

Fuente: (Interagua, 2017)

1.10.4 Caudal de conexiones ilícitas

Son aquellas conexiones que no son previstas en el diseño inicial ya sea como producto de aguas lluvia domiciliarias o uniones realizadas al sistema de forma clandestina. (ETAPA, 2009)

$$Q_{ill} = \frac{80 * P_{tr}}{86400}$$

Donde:

- **Qill:** Caudal ilícito (l/s)
- **P_{tr}:** Número de habitantes cuyas conexiones se adhieren al tramo a diseñar (hab.)

Debe tenerse en cuenta un caudal adicional por conexiones ilícitas de aguas lluvias al alcantarillado sanitario. Estos valores a modo de referencia pueden considerarse entre **0.1 y 3.0 l/s-ha.** (Interagua, 2017).

1.10.5 Caudal máximo horario

Este caudal resulta del caudal medio diario multiplicado por un factor de mayoración

$$Q_{m\acute{a}x_{hor}} = M * Q_{med_{d\acute{a}a}}$$

Donde:

- **Qmax-hor:** Caudal máximo horario (l/s)
- **Qmed-día:** Caudal medio diario (l/s)
- **M:** Factor de mayoración

Para la determinación de los factores se utilizan formulas en relación al coeficiente de la cantidad de la población, donde el coeficiente de punta a utilizar será el de Harmon (Interagua, 2017):

$$M = \frac{(18 + \sqrt{P})}{(4 + \sqrt{P})}$$

Donde:

- **M:** Factor para poblaciones entre 1000-1000000 habitantes
- **P:** Población en miles de habitantes

1.11 Tiempo de retención hidráulica.

Para las lagunas facultativas, el tiempo de retención hidráulica (t_0) varia de 5 a 30 días y la profundidad de 1.5 a 2 m, dependiendo de su localización geográfica, clima y del volumen requerido para almacenar el lodo sedimentado. Se recomienda mantener un bordo libre de 0.5 a 0.8 m para minimizar los efectos del viento y el oleaje, así como absorber temporalmente sobrecargas hidráulicas.

En lagunas anaeróbicas, la experiencia latinoamericana sugiere un tiempo de retención mínimo (tomando en cuenta la zona de almacenamiento de lodos) de 1 día. (Tilley, Ulrich, Luthi, Schertenleib, & Zurbrügg, 2020)

1.12 Método de Hermann y Gloyna

El modelo describe el comportamiento de lagunas de estabilización facultativas en base a la teoría cinética. Ellos utilizaron la expresión de Arrhenius para relacionar los tiempos teóricos de retención, a dos temperaturas distintas, necesarios para obtener una remoción de la DBO del 90 %. En los experimentos realizados en lagunas experimentales en el laboratorio encontraron posible remover el 90 por ciento de la DBO en 3.5 días a 35°C y a temperaturas más bajas se necesitaba un tiempo más largo (Cubillos, 1982). De acuerdo con la expresión de Arrhenius:

$$t_0 = t_{0_{35}}\theta^{(35-T)}$$

- $t_{0_{35}}$: Periodo de retención a 35 °C para el 90% de remoción
- t_0 : Periodo de retención para el mes más frío del año
- $\theta = 1.072$

CAPÍTULO II

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Información general del sector

El Morro es una parroquia rural perteneciente al cantón Guayaquil de la provincia del Guayas. Se encuentra a unos 70 km al suroeste de la ciudad de Guayaquil. Esta parroquia limita al norte con la parroquia Gómez Rendon (Progreso), al sur con la parroquia Posorja, al este con la parroquia urbana Chongón con el canal de El Morro y al oeste con el cantón Playas. Su población oficial hasta el último censo que realizó el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) año 2010, fue de 5019 habitantes. Dentro de El Morro se encuentra un pequeño recinto que se llama Puerto El Morro, ubicada a 4 km de la cabecera parroquia rural de Guayaquil.

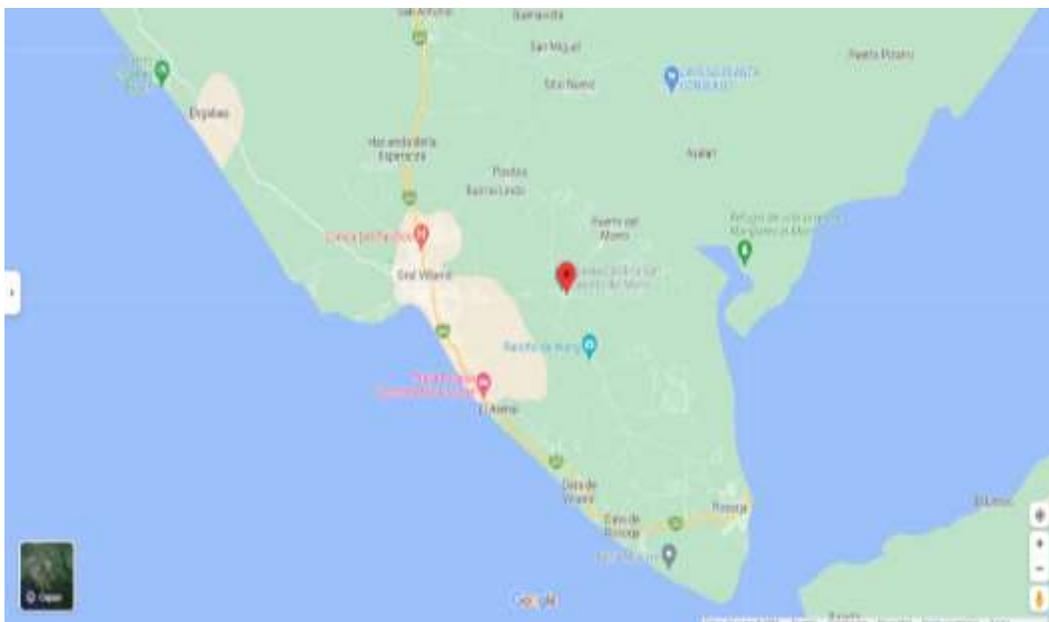


Ilustración 4 - Localización de la parroquia rural El Morro

Fuente: Google Maps

En la actualidad en ese sector se construye el sistema de alcantarillado sanitario a cargo de EMAPAG, los estudios han previsto descargar las aguas residuales en las lagunas existentes en El Morro. Este sector tiene una abundante cantidad de flora y fauna. Su temperatura promedio va de 25 a 34 grados, está asentada a 6 m.s.n.m. con una superficie de 270.12 km² y su precipitación anual es de 500 a 1000 mm.

El recinto colinda con un brazo de mar que desemboca en el golfo de Guayaquil, y que permite apreciar el paisaje desde las pequeñas embarcaciones, con capacidad para 10 o 12 personas. (GoRaymi, 2022). Otros de sus recintos que conforman la parroquia son Los pocitos, Sitio nuevo y San Miguel. El Morro empezó posiblemente a habitarse a mediados del siglo XVII, debido a la migración de habitantes de Chanduy que llegaron a esa zona huyendo de sequías que azotaban a la península de Santa Elena, alcanzando su mayor tasa de migración cerca el año 1654.



Ilustración 5 - Vista aérea del recinto Puerto el Morro

Fuente: Google Earth Pro

El Morro cuenta con un museo, una iglesia, un área de comedor principal, un bar hotel y una plazoleta que componen la mayoría de los atractivos del lugar, incluyendo el muelle pesquero. Puerto El Morro fue establecido el 13 de septiembre de 2011 como área protegida donde se realizan actividades de turismo regularizadas por el ministerio. Sin embargo, en agosto 27 de 2012 fue inaugurado como parte de un proyecto de regeneración urbana del Municipio de Guayaquil que benefició a más de 4000 ciudadanos. Es importante denotar este hecho porque antes de su reconstrucción y posterior conversión en un centro de actividades turísticas, Puerto El Morro era un área con desechos y basura. (guayaquilesmidestino, 2018).

2.2 Clima

El clima es regularmente bastante soleado durante los meses de diciembre a abril, por lo que el protector solar es indispensable. En estos meses, las temperaturas son bastantes cálidas, teniendo un promedio de 28°C. De mayo a noviembre, las temperaturas son más templadas, teniendo un promedio de 26°C.

2.3 Tipo de suelo

El tipo de suelo de la zona de Puerto El Morro corresponde al tipo aluvial, es decir, formados sobre materiales sedimentarios recientes, con dos medios muy distintos: medio fluvio marino, con suelos franco-arcillosos saturados de agua y salinos, medio fluvial con suelos arcillosos que tiene una textura homogénea hasta una gran profundidad. (GeoGISCorp, 2019)

2.4 Población

Conforme al Censo de población y vivienda realizado en el 2010 por el INEC, existiría una ligera mayoría de hombres con un 52.64% del total de la población, mientras que mujeres serían el restante, es decir, el 47.36%.

Tabla 5 - Grupos de sexo y su porcentaje

Localidad	Puerto el Morro	%
Hombre	1066	52,64
Mujer	959	47,36
Total	2025	100%

Fuente: (CENSO INEC, 2010)

Evidenciamos en el cuadro que, la concentración de la población se encuentra en los sextiles 1-4, 5-9, 10-14, 15-19, 20-24,25-29, donde se agrupa la población económicamente activa el 59,51%. Las edades de 5 hasta los 19 años corresponden al grupo de la escolaridad. Es altamente llamativo el hecho de que gran parte de la población están entre estas edades y que hay cierta escasez en la población con respecto a personas adultas. En la práctica podríamos decir que se trata de una población mayormente infantil y joven y joven-adulta.

Tabla 6 - Edades del sector de Puerto el Morro

Localidad	Puerto El Morro
Menor de 1 año	41
De 1 a 9 años	202
De 5 a 9 años	221
De 10 a 14 años	217
De 15 a 19 años	171
De 20 a 24 años	193
De 25 a 29 años	201
De 30 a 34 años	138
De 35 a 39 años	113
De 40 a 44 años	104
De 45 a 49 años	100
De 50 a 54 años	87
De 55 a 59 años	81
De 60 a 64 años	52
De 65 a 69 años	25
De 70 a 74 años	24
De 75 a 79 años	26
De 80 a 84 años	17
De 85 a 89 años	6
De 90 a 94 años	6
De 95 a 99 años	0
De 100 años y mas	0
Total	2025

Fuente: (CENSO INEC, 2010)

2.5 Salud

Existen tres sitios de atención de salud del Ministerio de salud Pública: el Sub Centro de Salud en Puerto del Morro, y dos Dispensarios en Los Pocitos y Sitio Nuevo. La atención es permanente y cuentan con un equipo de: 1 Médico, 1 Obstetras, 1 Odontólogo, 1 Licenciado en enfermería.

Periódicamente también reciben la visita de las Brigadas Médicas de Salud del Municipio de Guayaquil y de La Prefectura, con la entrega de medicinas gratuitas y brigadas de fumigación.

2.6 Economía

Los ingresos económicos, se entrevistó a diferentes habitantes del sector, quienes dijeron, según el gerente del Club Los Delfines, que pagan una cuota mensual a la asociación por los restaurantes pagan una cuota mensual a la asociación de cuarenta y cinco dólares (\$45) para el mantenimiento de las instalaciones, dicho valor se indica, es representativo ya que este no cubre todos los gastos de mantenimiento. Como generación de ingresos indirectos se tiene: La venta de pescado, conchas, cangrejos, jaibas, animales de corral (gallinas, patos, cerdos) huevos, que presta beneficio indirecto a la comunidad de puerto el Morro, como parte de la cadena productiva integrada al turismo comunitario. La comunidad de Puerto de El Morro posee como actividad económica principal a la pesca, es una población de pescadores, y recolectores de concha y cangrejo, poseen como actividad secundaria el turismo.

2.7 Turismo

La actividad del turismo comunitario da oportunidad a la población para poder ofrecer a la venta sus productos de la actividad primaria, a través de venta directa y alimentos preparados. El Turismo con acción organizativa ha logrado fortalecer la economía de la población con trabajo comunitario, como una práctica económicamente sostenible.

La economía de la población de Puerto El Morro se ha incrementado y va en aumento equiparada con la evolución socio ambiental, en vista de que enmarca la gobernanza y el actuar productivo.

El Turismo comunitario en Puerto El Morro, ha sido tomado en cuenta por los Gobiernos autónomos descentralizados: Municipal y Parroquial, que a su vez se convergen para trabajar por que se incremente con acción sostenible. La comunidad de Puerto El Morro, se ha visto beneficiada económicamente por la presencia del turismo comunitario, mejorando sus ingresos económicos y modus vivendi, estableciendo un estado generacional de costumbre vivencia en armonía con la naturaleza, creando un estado consiente de la acción productiva y de desarrollo sostenible. (Aguirre, 2018)

2.8 Educación

En la comunidad existen pocas escuelas, apenas son dos que es una particular y otra fiscal. Además, un colegio artesanal que no cuenta con planteles de educación secundaria y superior, por lo que a nivel de estudios con mayor porcentaje es primario, y los pocos pobladores que quieren tener estudios secundarios o superiores, deben de estudiar en Playas o Guayaquil. Hay una gran deserción de estudiantes debido a que algunas familias, los niños ayudan en el trabajo de la pesca. (Pastor & Aviles, 2008)

2.9 Servicios básicos

La Parroquia El Morro, se abastece de agua potable desde la Planta de Tratamiento (PTAP), ubicada en el recinto San Juan, perteneciente a dicha parroquia. Este sistema tiene como fuente de abastecimiento de agua el Embalse de Cola, localizado cerca del recinto San Juan, cuenta con captación superficial lateral, aducción a presión por

bombeo (EBAC), conducción a presión por bombeo (EBAT), y tanques de almacenamiento y compensación distribuidos en el sistema. Este sistema, se encuentra bajo operación de Interagua desde principios del año 2019, y abastece a los Recintos de San Miguel, Sitio Nuevo y Los Pocitos y a las Parroquias de El Morro, Puerto El Morro, Data de Posorja y Posorja, con el Puerto de aguas profundas.

La capacidad del sistema al final del período de diseño es de 600 l/s, considerando un desarrollo modular de 200 l/s. Esta característica del proyecto define 3 fases de operación, cuya duración dependerá del crecimiento en las demandas en Posorja por efecto de la construcción del Puerto de Aguas Profundas:

- La conducción en Fase 1 (actualmente en servicio) se realiza a través de las tuberías proyectadas en el Tramo San Juan – San Miguel y tuberías existentes entre San Miguel y Posorja.
- La conducción para las Fases 2 y 3 del proyecto requieren esquemas de refuerzo para mantener la cabeza de bombeo requerida en Fase 1 y garantizar que los equipos de bombeo puedan utilizarse en todas las fases del proyecto. La descarga se realizará en los tanques de almacenamiento y compensación localizados en Posorja.

La cabecera Parroquial de El Morro, cuenta con una red de alcantarillado sanitario que cubre aproximadamente el 80% del área poblacional. Esta red está compuesta por tuberías de PVC en diámetro 100 mm, 160 mm, 200 mm, 250 mm, y 400 mm además posee elementos como cajas de registro domiciliarias y pozos de revisión.

La descarga al sistema de tratamiento es a gravedad. En anexo 1 se puede observar la implantación general de la red de alcantarillado de la cabecera. Este sistema es operado por la concesionaria Interagua desde el año 2018, antes lo operaba Hidroplayas EP. Además, el tratamiento está compuesto por un sistema de lagunas que fueron construidas en el año 2010, con un caudal de diseño de 464 m³/d y los siguientes parámetros.

- Carga orgánica de diseño: 115.937 g DBO/l.
- Carga orgánica por hab. día: 60 g DBO/hab*día.
- Población equivalente: 1.932 habitantes
- Durante el 2019 se dispusieron 23 m³ de barro y 40 m³ de vegetación.

El sistema trabaja sin haberse alcanzado la capacidad de diseño donde el valor de caudal promedio mensual reportado en aforo del 23 de diciembre del 2022, es de 5.400 m³. (Interagua, 2022)

2.10 Características de la planta de tratamiento

2.10.1 Ubicación de las lagunas

Se muestra con coordenadas georreferenciadas la ubicación precisa de las lagunas de la planta de tratamiento de la parroquia El Morro.

Tabla 7 - Coordenadas geográficas de las lagunas

Denominación	Latitud	Longitud
L1	2°38'20.69"S	80°19'53.15"O
L2	2°38'16.23"S	80°19'54.57"O
L3	2°38'19.60"S	80°19'56.55"O
L4	2°38'17.17"S	80°19'57.32"O

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 6 - Ubicación de las lagunas de tratamiento en El Morro

Fuente: Google Earth Pro

2.10.2 Cámara de reparto

Esta cámara es la que se encarga de recibir y distribuir el caudal de El Morro que va ingresando por medio de las tuberías al comienzo de las lagunas, se ubica a la entrada de la planta de tratamiento. Contiene materiales como el hormigón armado y acero de refuerzo de varillas corrugadas para las rejillas. Los detalles constructivos y dimensiones de la cámara de reparto se encuentran en las ilustraciones 6 y 7:

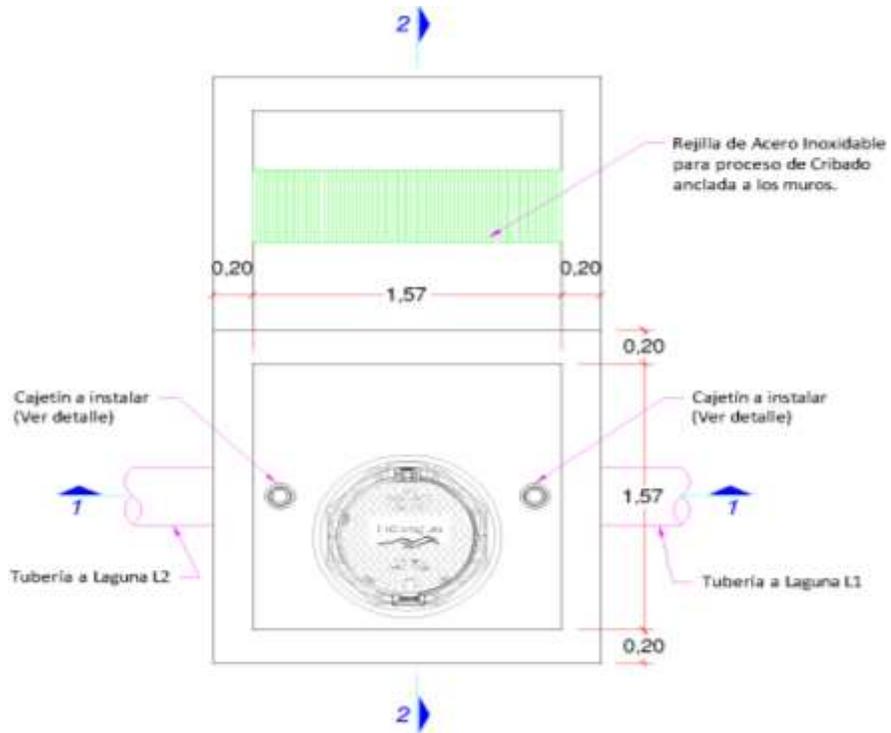


Ilustración 7 – Detalles constructivos de la cámara de reparto
 Fuente: (GeoGISCorp, 2018)

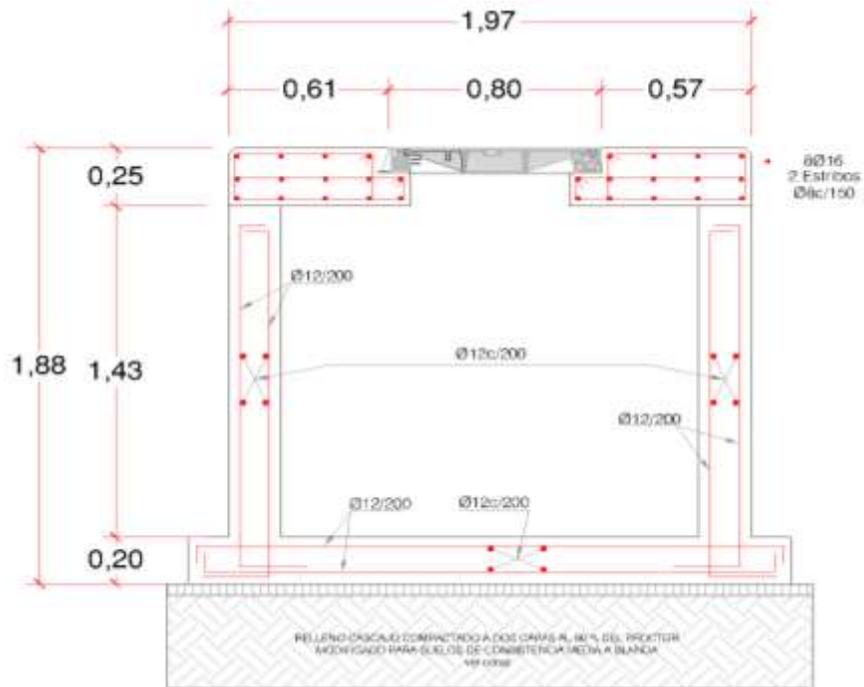


Ilustración 8 - Dimensiones de la cámara de reparto
 Fuente: (GeoGISCorp, 2018)



Ilustración 9 - Cámara de reparto

Fuente: Elaboración propia

2.10.3 Lagunas facultativas

Las dos primeras lagunas “L1 y L2” que trabajan en paralelo se encargan en la distribución de control del efluente proveniente de la cámara de reparto donde se realiza el tratamiento respectivo y su posterior evacuación. Estas lagunas contienen dimensiones de 80x70m cada una con altura de 2.6 m y con un talud de 3H:1V. Las lagunas están compuestas por muros carrozables hechas de arcilla impermeable y en los taludes interiores de las lagunas contiene grava con diámetro de 20 a 30 cm.

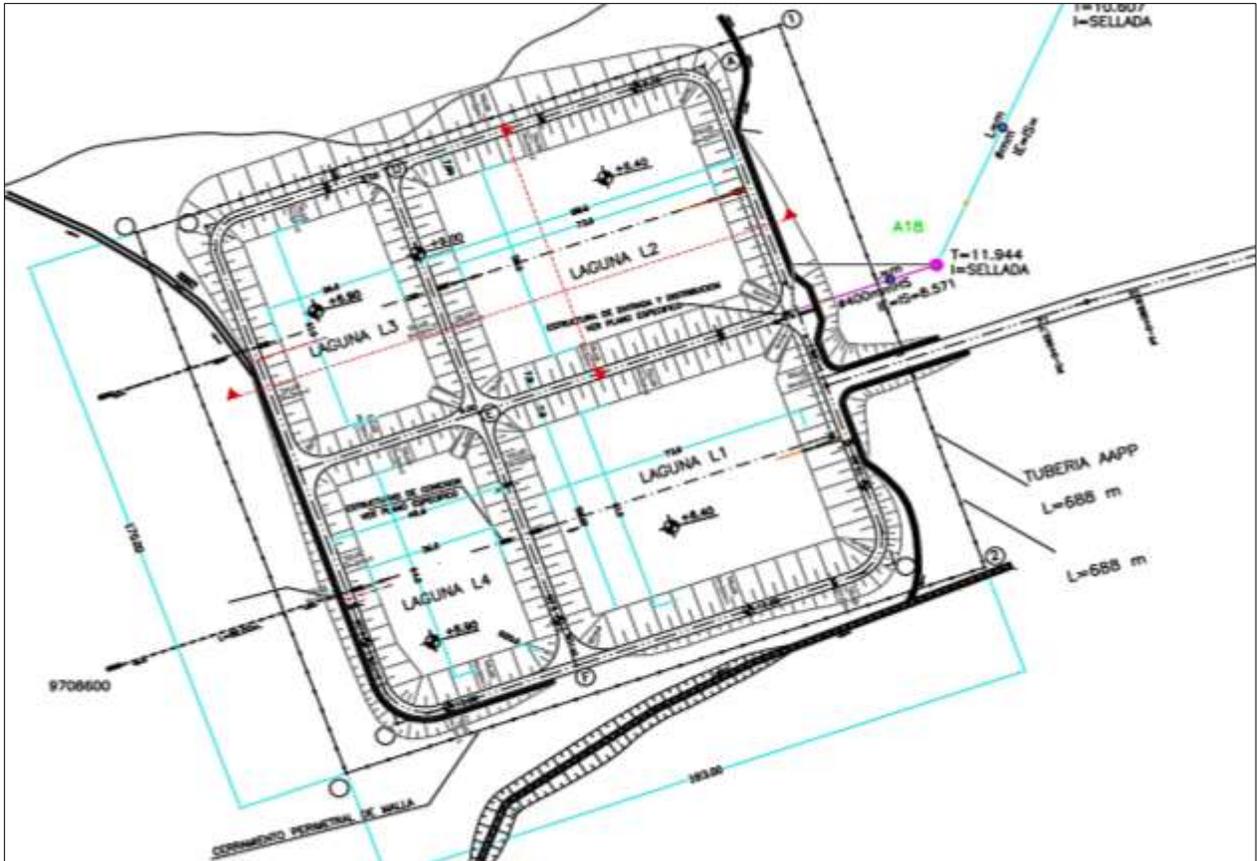


Ilustración 10 - Vista en planta de las lagunas de oxidación

Fuente: (GeoGISCorp, 2018)

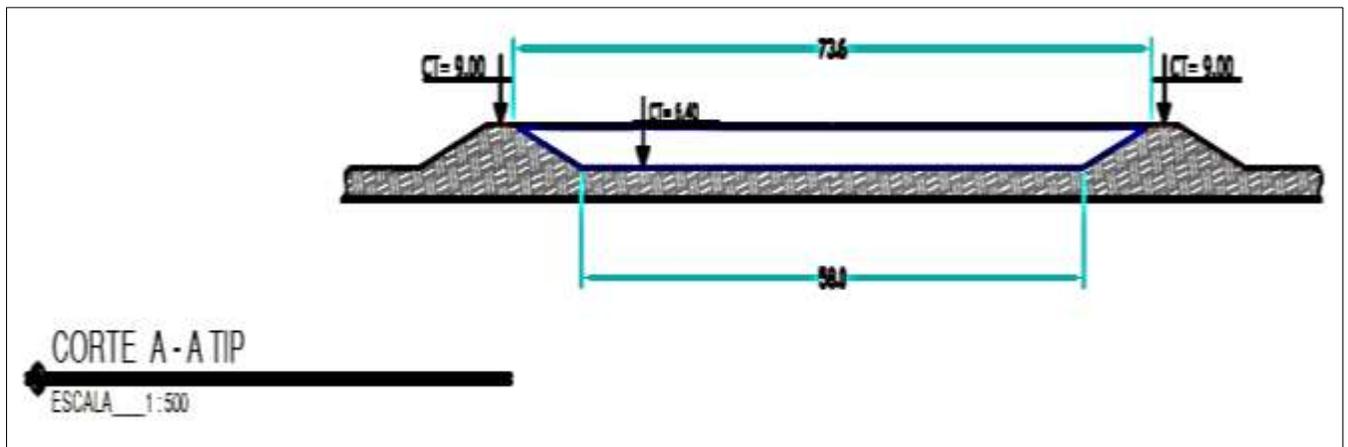


Ilustración 11 - Dimensiones de la laguna facultativa existente "L1"

Fuente: (GeoGISCorp, 2018)

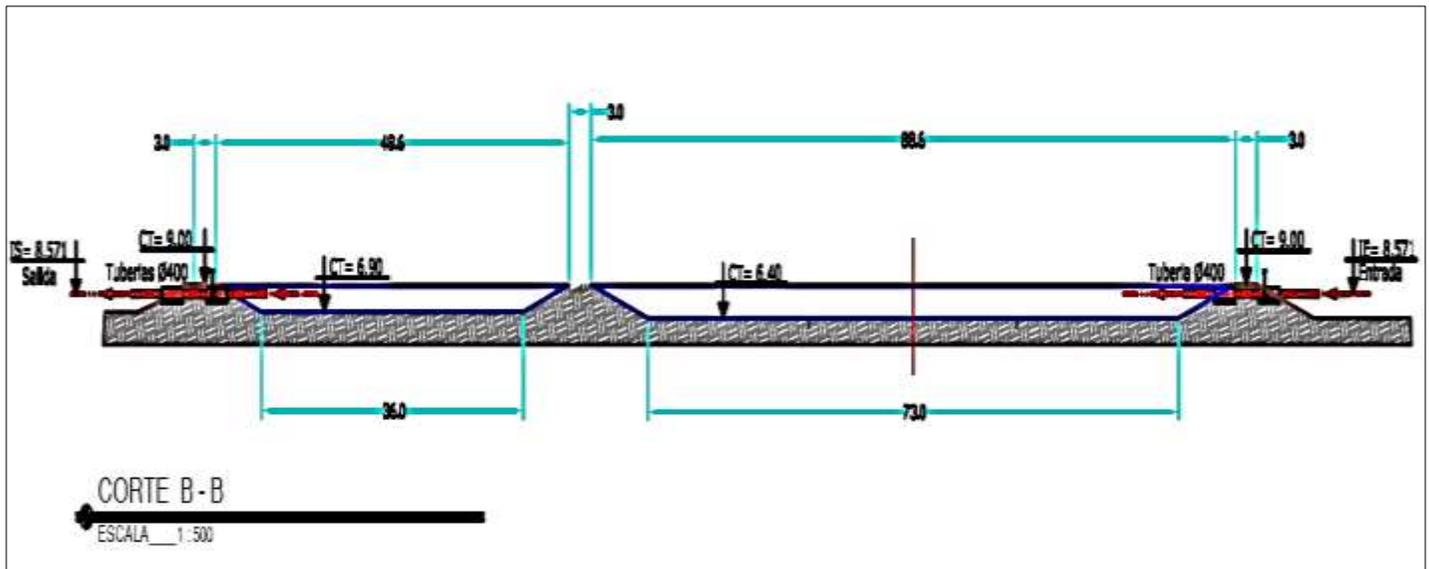


Ilustración 12 - Dimensiones de las lagunas existentes de maduración "L3 y L4" (izq.) y facultativa "L2" (der.)

Fuente: (GeoGISCorp, 2018)



Ilustración 13 - Laguna facultativa "L2"

Fuente: Elaboración propia

2.10.4 Lagunas de maduración

Las dos lagunas siguientes “L3 y L4” culminan con el tratamiento al remover las bacterias concentradas antes de la descarga al canal de tierra. Estas lagunas contienen dimensiones de 65x40 m cada una con una altura de 2.1 m. Las lagunas de maduración contienen los mismos materiales que las facultativas con talud de 3H:1V.



Ilustración 14 - Lagunas de maduración "L3 y L4"

Fuente: Elaboración propia

2.10.5 Estructura de descarga

Las estructuras de descarga son en vertedero y se encuentran ubicadas en los muros de las lagunas de maduración, están construidas en hormigón armado de 40cm de ancho y 1m de alto, las paredes son de espesor 15cm y losa de fondo de 20cm. La tubería de descarga es de PVC, diámetro 400mm ubicada a la cota 8.571m del imber.de la tubería.



Ilustración 15 - Estructura de descarga con vertedero

Fuente: Elaboración propia

2.10.6 Canal del efluente

El canal es de hormigón de sección trapezoidal de 0.5x0.2m, el cual recoge las aguas tratadas de las lagunas de oxidación y las transporta a un estero circundante en la zona de El Morro. El canal, se encuentra llena de maleza y de basura el cual afecta su funcionamiento hidráulico, según se muestra en la ilustración.



Ilustración 16 - Canal del efluente

Fuente: (GeoGISCorp, 2018)

2.10.7 Calidad del efluente y afluente

Los coliformes fecales del efluente que se encuentran en estas lagunas no cumplen con la norma ambiental del TULSMA de acuerdo con el ANEXO 1 del acuerdo ministerial 097 “Tabla 9: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce” como se puede ver en la tabla 8 donde algunos de los parámetros no cumplen con la normativa.

Tabla 8 - Resultados del monitoreo de las lagunas

Lugar de monitoreo: Playas - El Morro				
Parámetros	Unidades	Resultado en el afluente	Resultado en el efluente	TULSMA ANEXO 1 - Tabla 9: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce
		Fecha: 24/6/2022	Fecha: 24/6/2022	
		Hora: 08:30	Hora: 08:40	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	180	120.3	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	290.13	237.73	200
Sólidos suspendidos totales	mg/l	54	48	130
Coliformes fecales	NMP/100ml	920000	5800	2000

Fuente: (Grupo Químico Marcos, 2022)

En estas lagunas están compuestas por dos descargas: uno al aire libre con muy poco caudal, lo que significa que no está operando actualmente y contiene altos valores de coliformes fecales, la DBO a la salida de su descarga y por tanto no está cumpliendo con la Tabla 9 del Anexo 1 del TULSMA, La altura de la laguna de maduración es de 2.5m y actualmente el nivel del líquido no sobrepasa los 10 cm de altura, como se observa en la ilustración 17.



Ilustración 17 - Laguna vacía

Fuente: Elaboración propia

2.10.8 Situación problemática

En la cámara de reparto se encuentra en estado deplorable con rejillas oxidadas por desgaste abrasivo, donde no cumple con las condiciones necesarias por falta de accesorios para el proceso de tratamiento. Actualmente en las lagunas solo un módulo se encuentra operando, dado que la segunda laguna no recibe descarga residual y por tanto no se observa caudal de salida.

La segunda laguna trabaja donde la misma recibe todo el caudal que llega de El Morro, sin embargo, es de anotar que esta laguna tiene muchos sedimentos del cual se ha observado que la descarga del efluente va hacia un canal de aguas lluvias donde los valores encontrados según la tabla 8 demuestran que no está operando regularmente.



Ilustración 18 - Laguna facultativa "L1" con presencia de nata y sedimentos

Fuente: Elaboración propia

También se observó la presencia de animales en como patos y garzas ya que esto da a entender que las lagunas no están contaminadas y se encuentran en buen estado. No se detectó mucho olor a ácido sulfúrico dado por los minerales y sedimentos para el tratamiento de las piscinas.

No cuentan con un sistema de pretratamiento que contenga rejillas, tamices o un tanque sedimentador cuya función es el que separa los sólidos ya sea por su gravedad, peso y volumen. La estructura de descarga posee muy poco caudal para su correcto funcionamiento debido a que como la laguna de maduración se encuentra seca.

CAPÍTULO III

3. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LAS LAGUNAS Y RESULTADOS

En la presente investigación considera el tratamiento de aguas residuales domesticas por lagunas de oxidación donde se procede a desarrollar la metodología de diseño del sistema de tratamiento de aguas servidas para las comunas de El Morro y Puerto el Morro. Las lagunas ya existentes cuentan con planos que incluyen los detalles generales y el diseño definitivo, para su desarrollo del diseño de las lagunas facultativas existentes en la planta de tratamiento fue utilizada por dos conceptos para la evaluación: el método de Gloyna. En el proyecto ya contienen los parámetros de diseño tales como la población futura, geometría existente de las lagunas, caudal de diseño, eficiencia de remoción. Lo que se va a realizar en este capítulo es una comprobación del funcionamiento de las lagunas con los datos ya disponibles del proyecto.

3.1 Normativas de diseño

Las siguientes normativas que se utilizaron para el presente trabajo se anotan acontinuacion:

- Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente. Registro oficial – Edición Especial #387 (TULSMA)
- Código de Práctica Ecuatoriano – Instituto Ecuatoriano de Normalización (CPE INEN 5 1992)

En la norma CPE INEN 5 – 1992 Parte 9-1 se utilizó la tabla 3 de la 5ta parte:

CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN PARA PROYECTOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Tabla 9 - Dotaciones recomendadas

POBLACIÓN	CLIMA	DOTACIÓN MEDIA FUTURA (l/hab/día)
Hasta 5000	Frío	120-150
	Templado	130-160
	Cálido	170-200
5000 a 50000	Frío	180-200
	Templado	190-220
	Cálido	200-230
Mas de 50000	Frío	>200
	Templado	>220
	Cálido	>230

Fuente: CPE INEN 5 1992 – Tabla 3: Dotaciones recomendadas

3.2 Parámetros de diseño

Los parámetros de diseño que se van a considerar en conjunto con los datos existentes de las lagunas ya diseñadas son los siguientes:

- Carga Orgánica Superficial (kg DBO5/habitantes*día)
- Carga Orgánica Volumétrica (g DBO/m³*día)
- Tiempo de retención hidráulica (días)
- Temperatura (°C)
- Eficiencia (%)
- Caudal (l/s)
- Profundidad, área y volumen de la laguna (m² y m³)
- Población (habitantes)

- Dotación (l/habitantes*día)
- Densidad poblacional (habitantes/día)
- Método de Gloyna

3.3 Recopilación de información existente

3.3.1 Datos de las poblaciones y caudales de El Morro y Puerto El Morro

Los datos de la población por parte del Censo INEC 2010 es de 5019 habitantes para la parroquia rural de El Morro (incluye Pto. El Morro). Para el diseño de estas lagunas se habían considerado las poblaciones por separado de la parroquia El Morro y Puerto el morro. Para nuestro análisis, cuyo fin es verificar si el diseño de las lagunas es debidamente correcto, se calculará primeramente la población futura en las que se harán las proyecciones de crecimiento al utilizar el método geométrico, el mismo que es ampliamente utilizado por el INEC.

3.4 Método geométrico

$$Pf = Tuc(1 + r)^n$$

$$n = Tf - Tuc$$

$$r = \sqrt[n]{\frac{Puc}{Pci}} - 1$$

3.5 Cálculo de la población futura

Tabla 10 - Población y tasas de crecimiento durante el periodo 1990 a 2010 de la parroquia El Morro y Pto. El Morro

POBLACIÓN Y TASAS DE CRECIMIENTO INTERCENSAL DE 2010-2001-1990 POR SEXO, SEGÚN PARROQUIAS

Código	Nombre de parroquia	2010			2001			1990			Tasa de Crecimiento Anual 2001-2010		
		Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
	Nacional	7.177.683	7.305.816	14.483.499	6.018.353	6.138.255	12.156.608	4.796.412	4.851.777	9.648.189	1,96%	1,93%	1,95%
80753	LAGARTO	3.049	2.625	5.674	1.988	1.681	3.669				4,75%	4,95%	4,84%
80754	MONTALVO	2.106	1.903	4.009	1.972	1.730	3.702				0,73%	1,06%	0,89%
80755	ROCAFUERTE	2.805	2.683	5.488	2.396	2.217	4.613				1,75%	2,12%	1,93%
80850	LA CONCORDIA	21.748	21.176	42.924									
90150	GUAYAQUIL	1.127.137	1.164.021	2.291.158	975.548	1.018.970	1.994.518	738.275	775.162	1.513.437	1,60%	1,48%	1,54%
90151	CHONGON							4.641	4.029	8.670			
90152	JUAN GOMEZ RENDON (PROGR	6.134	5.763	11.897	3.531	3.172	6.703	2.497	2.335	4.832	6,14%	6,63%	6,37%
90153	MORRO	2.701	2.318	5.019	2.119	1.892	4.011	2.051	1.487	3.538	2,70%	2,26%	2,49%
90154	PASCUALES							7.577	6.856	14.433			
90156	POSORJA	12.269	11.867	24.136	9.339	9.108	18.447	6.243	5.741	11.984	3,03%	2,94%	2,99%
90157	PUNA	3.640	3.129	6.769	3.582	2.916	6.498	3.297	2.449	5.746	0,18%	0,78%	0,45%
90158	TENGUEL	6.340	5.596	11.936	5.072	4.540	9.612	4.159	3.597	7.756	2,48%	2,32%	2,41%
90250	ALFREDO BAQUERIZO MORENO	13.013	12.166	25.179	10.361	9.621	19.982	8.740	7.513	16.253	2,53%	2,61%	2,57%
90350	BALAO	10.998	9.525	20.523	9.332	7.930	17.262	6.983	5.531	12.514	1,83%	2,04%	1,92%
90450	BALZAR	28.001	25.936	53.937	25.362	23.108	48.470	23.797	21.288	45.085	1,10%	1,28%	1,19%
90550	COJIMES	9.147	8.160	17.307	11.772	9.777	21.049	10.350	8.882	19.232	-2,32%	-2,01%	-2,17%

Fuente: (CENSO INEC, 2010)

Tabla 11 - Datos de la población futura por el método geométrico

Geométrico		
CENSO INEC		
AÑO	POBLACION	
1990	3538	
2001	4011	
2010	5019	
2017	5822	
2022	6473	
2027	7197	
2032	8002	
2037	8897	
25 años	2042	9892
	2047	10999

r	
0.0176	
0.0252	
0.0214	r prom

Fuente: Elaboración propia

3.6 Obtención de las áreas de El Morro y Puerto El Morro

Esto se lo realizo mediante el software de Google Maps para corroborar datos con las áreas ya calculadas en hectáreas y con estos datos se procede a trabajar en el diseño



Ilustración 19 – Determinación Área El morro y Puerto El Morro

Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos para el análisis técnico se presentan a continuación:

Tabla 12 - Área de la parroquia El Morro y recinto Puerto El Morro

Datos básicos del proyecto		
Área Puerto el Morro	35.6	Ha
Área El Morro	70.7	Ha
Caudal aguas ilícitas	0.10	l/s/Ha
Caudal infiltraciones (Según tabla 4)	0.05	l/s/Ha
Coeficiente retorno (Según tabla 3)	0.80	

3.7 Cálculo del caudal de diseño y caudal aforado de las lagunas

Antes de obtener el caudal de diseño primeramente se procedió a definir la dotación, en este caso de la Tabla 9 (CPE INEN, 1992) y la población futura, en cada caso, El Morro:

2680 hab y Pto. El Morro: 6217 hab al 2037, se puede considerar una dotación promedio de 135 l/hab*día.

$$DOT \text{ prom.} = \frac{150 + 125}{2} = 137.5 \text{ l/hab} \times \text{dia}$$

$$\text{Área de Puerto el Morro} = 35.6 \text{ Ha}$$

$$\text{Área de El Morro} = 70.7 \text{ Ha}$$

$$\text{Área acumulada} = 35.6 + 70.7 = 106.3 \text{ Ha}$$

$$\text{Coeficiente de retorno (Cr)} = 0.8$$

Para el caudal de diseño, según la tabla 10 se utilizó el periodo de 25 años considerando desde el tiempo de construcción del proyecto, es decir: 2012 lo que representa el año 2037 con un caudal medio de 14.16 l/s.

$$Q_{med_{año}} = \frac{P \times DOT \text{ prom.}}{86400 \text{ seg.}} = \text{l/s}$$

$$Q_{med_{2017}} = \frac{5822 \text{ hab} \times 137.5}{86400 \text{ seg.}} = 9.27 \text{ l/s}$$

$$Q_{med_{2022}} = \frac{6473 \text{ hab} \times 137.5}{86400 \text{ seg.}} = 10.30 \text{ l/s}$$

$$Q_{med_{2027}} = \frac{7197 \text{ hab} \times 137.5}{86400 \text{ seg.}} = 11.45 \text{ l/s}$$

$$Q_{med_{2032}} = \frac{8002 \text{ hab} \times 137.5}{86400 \text{ seg.}} = 12.73 \text{ l/s}$$

$$Q_{med_{2037}} = \frac{8897 \text{ hab} \times 137.5}{86400 \text{ seg.}} = 14.16 \text{ l/s}$$

$$Q_{med_{2042}} = \frac{9892 \text{ hab} \times 137.5}{86400 \text{ seg.}} = 15.74 \text{ l/s}$$

$$Q_{med_{2047}} = \frac{10999 \text{ hab} \times 137.5}{86400 \text{ seg.}} = 17.50 \text{ l/s}$$

$$Q_{ard_{año}} = Q_{med} \times Cr$$

$$Q_{ard_{2037}} = 14.16 \times 0.8 = 11.33 \text{ l/s}$$

$$\begin{aligned} \text{Densidad poblacional} &= \text{Población}_{2037} \div \text{Área acumulada} = 8897 \div 106.3 \\ &= 83.69 \text{ hab/Ha} \end{aligned}$$

Tabla 13 – Cálculo del caudal medio al 2037 para las poblaciones de El Morro y Puerto El Morro

AÑO	Población (hab)	DOT prom. l/hab/día	Qm (l/s)	Qard (l/s)	Qard (m3/día)
2017	5822	137.5	9.27	7.41	640.43
2022	6473	137.5	10.30	8.24	712.05
2027	7197	137.5	11.45	9.16	791.69
2032	8002	137.5	12.73	10.19	880.24
2037	8897	137.5	14.16	11.33	978.68
2042	9892	137.5	15.74	12.59	1088.14
2047	10999	137.5	17.50	14.00	1209.84

$$F = \frac{18 + \sqrt{P \div 1000}}{4 + \sqrt{P \div 1000}} = \frac{18 + \sqrt{8897.12 \div 1000}}{4 + \sqrt{8897.12 \div 1000}} = 3.005$$

$$Q_{máx_{hor}} = Q_{med} \times F = 11.33 \times 3.005 = 34.04 \text{ l/s}$$

$$Q_{inf} = 0.05 \times \text{Área acumulada} = 5.315 \text{ l/s}$$

$$Q_{ilic} = 0.1 \times \text{Área acumulada} = 10.63 \text{ l/s}$$

$$Q_{diseño} = Q_{máx_{hor}} + Q_{inf} + Q_{ilic} = 49.98 \text{ l/s}$$

Tabla 14 - Cálculo del caudal de diseño al 2037 para las poblaciones de El Morro y Puerto El Morro

Caudal máximo horario			Caudal de infiltración		Caudal ilícito		Q diseño	Q adop.	Q adop.
Q med.	F	Qmax	l/s-ha	Qinf	l/s-ha	Qil	l/s	l/s	m3/día
l/s		l/s		l/s		l/s			
11.33	3.005	34.04	0.05	5.315	0.1	10.63	49.98	49.98	4318.52

Tabla 15 - Cálculo del caudal de diseño al 2047 para las poblaciones de El Morro y Puerto El Morro

Caudal máximo horario			Caudal de infiltración		Caudal ilícito		Q diseño	Q adop.	Q adop.
Q med.	F	Qmax	l/s-ha	Qinf	l/s-ha	Qil	l/s	l/s	m3/día
l/s		l/s		l/s		l/s			
14.00	2.914	40.80	0.05	5.315	0.1	10.63	56.74	56.74	4902.53

Tabla 16 - Caudal aforado solo de El Morro

CAUDAL LAGUNAS DE OXIDACION EL MORRO - ENTRADA								
HORA	volumen (l)	Tiempo (s)	Q (l/s)	Q puntual(m3/h)	Q/Hora			
9:00	10	5.03	1.99	7.16				
9:10	10	4.86	2.06	7.41				
9:20	10	4.78	2.09	7.53	7.56			
9:30	10	4.61	2.17	7.81				
9:40	10	4.73	2.11	7.61				
9:50	10	4.64	2.16	7.76				
10:00	10	4.72	2.12	7.63				
10:10	10	4.78	2.09	7.53				
10:20	10	4.59	2.18	7.84	7.76			
10:30	10	4.52	2.21	7.96				
10:40	10	4.55	2.20	7.91				
10:50	10	4.63	2.16	7.78				
11:00	10	4.71	2.12	7.64				
11:10	10	4.84	2.07	7.44				
11:20	10	4.81	2.08	7.48	7.63			
11:30	10	4.96	2.02	7.26				
11:40	10	4.2	2.38	8.57				
11:50	10	4.85	2.06	7.42				
12:00	10	4.74	2.11	7.59				
						22.94	Q (m3/3h)	09:00 a 12:00
						183.56	Q (m3/d)	24 horas
						2.12	Q (l/s)	

El aforo en sitio fue realizado en el día 23 de diciembre del 2022, el promedio de caudal aforado entre las 9:00 y 12:00 horas fue de 2.12 l/s, lo que permite comprobar que existe un gran porcentaje de la población de El Morro que no se ha conectado al sistema sanitario, además puede existir infiltraciones de aguas residuales por posibles daños en las tuberías, que no permite descargar el 100% del afluente esperado a la Planta de Tratamiento existente. Fuente: (Grupo Químico Marcos, 2022)

3.8 Caracterización del afluente y efluente tratado

Los informes de estos ensayos se realizaron por parte de INTERAGUA C. LTDA a la entrada de la Planta de Tratamiento y a la salida del sistema de tratamiento donde se evaluaron los siguientes parámetros:

- Aceites
- Cloruros
- Coliformes fecales
- Coliformes totales
- Color
- Conductividad
- DQO
- DBO
- Fósforo total
- Sólidos totales, sedimentables, volátiles y suspendidos
- pH
- Temperatura

Para el análisis se consideraron los informes de resultados de calidad del afluente y efluente tratado en el periodo entre enero y diciembre de 2022, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 17 – Registro de caracterización del afluente y efluente tratado

FECHA		ULTIMO AÑO (12 MESES)						TEMPERATURA (°C)		
Inicio	Fin	DBO (mg/l)			DQO (mg/l)			TEMPERATURA (°C)		
		Afluente	Efluente		Afluente	Efluente		Afluente	Efluente	
		EST. BOMBEO	SDT S1	SDT S2	EST. BOMBEO	SDT S1	SDT S2	EST. BOMBEO	SDT S1	SDT S2
28/01/2022	28/01/2022	130	50	35	217	193	209	27	26	26
25/02/2022	09/03/2022	200	150	160	523	409	496	27	26	26
25/03/2022	25/03/2022	100	90	130	150	144	185	28	27	27
29/04/2022	29/04/2022	130	45	25	373	235	251	28	27	27
20/05/2022	03/06/2022	70	50	60	165	215	302	28	27	27
24/06/2022	04/07/2022	100	70	35	289	202	184	28	23	23
22/07/2022	09/08/2022	140	60		237	147		28	23	
26/08/2022	12/09/2022	120	60		214	211		26	24	
05/09/2022	23/09/2022	120	40		219	202		26	25	
24/10/2022	07/11/2022	60	160		211	357		28	23	
11/11/2022	11/11/2022	180	55		272	230		28	23	
23/12/2022	23/12/2022	180	100		254	175		30	27	
	DBO MAX	200						TEMP. MIN	23	

Fuente: (Interagua, 2022)

3.9 Diseño de las lagunas facultativas

3.9.1 Áreas y volúmenes de las lagunas facultativas existentes

Tabla 18 - Medidas de laguna facultativa "L1" y "L2"

LAGUNA FACULTATIVA		
MEDIDAS DE LAGUNA 1		
Base mayor	73	m
Inclinación 3H:1V	18.435	grados
Base menor	58	m
(d) Prof.	2.17	m

MEDIDAS DE LAGUNA 2		
Base mayor	86.02	m
Inclinación 3H:1V	18.435	grados
Base menor	71.02	m
(d) Prof.	2.17	m

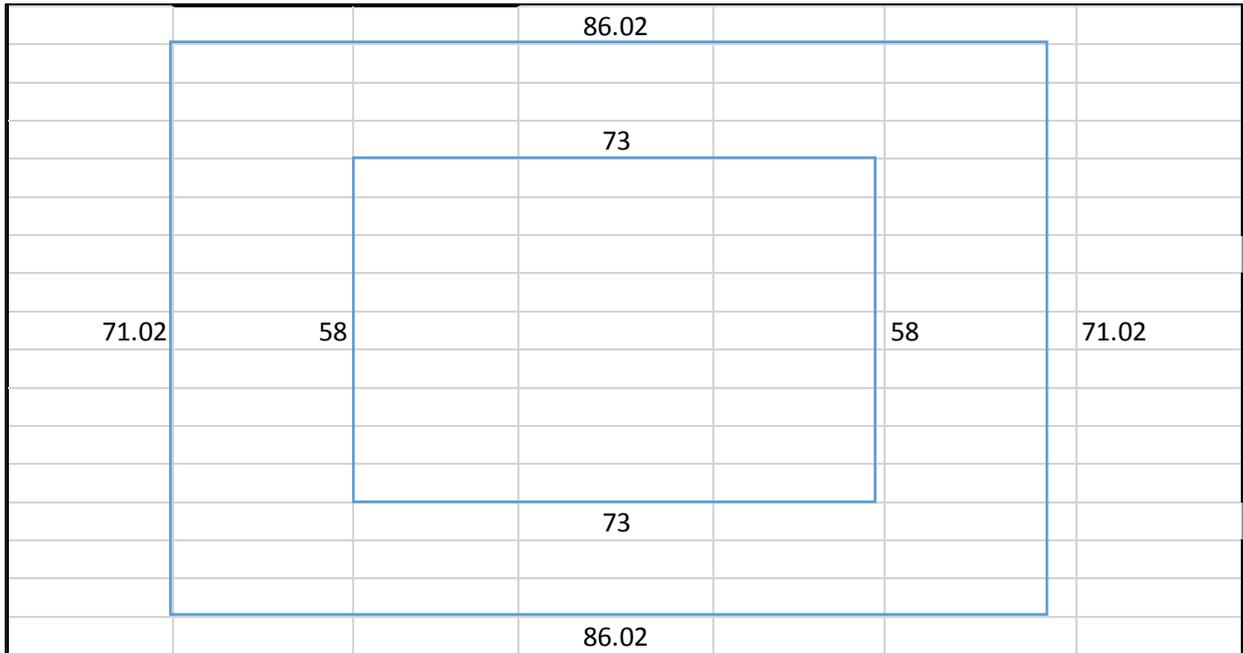


Ilustración 20 - Representación gráfica de las medidas de las lagunas

Se determinan las áreas y volúmenes de las lagunas existentes, utilizando los planos proporcionados por EMAPAGEP.

$$\text{Área}_{\text{superior}} = 86.02 \times 71.02 = 6109.14 \text{ m}^2$$

$$\text{Área}_{\text{fondo}} = 73 \times 58 = 4234 \text{ m}^2$$

$$\text{Área}_{\text{media}} = \frac{\text{Área}_{\text{superior}} + \text{Área}_{\text{fondo}}}{2} = 5171.57 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen} = \text{Área}_{\text{media}} \times d = 11222.31 \text{ m}^3$$

$$\text{Número de lagunas} = 2$$

$$\text{Área}_{\text{total}} = 5171.57 * 2 = 10343.14 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen total} = \text{Volumen} \times \text{Número de lagunas} = 22444.61 \text{ m}^3$$

Una vez que se ha determinado las áreas y volumen total de las lagunas existentes, se procede a determinar el área superficial que deberían tener las lagunas facultativas por el método de Gloyna, considerando los parámetros de diseño determinados en el acápite anterior.

3.9.2 Método de Gloyna considerando el caudal determinado a 25 años (2012-2037)

Tabla 19 - Parámetros de diseño para las lagunas

ÁREA PTO. EL MORRO	35.6	ha
ÁREA EL MORRO	70.7	ha
ÁREA TOTAL	106.3	ha
DBO5 (afluente; obtenido de EMAPAG-EP)	200	mg/l
DBO Efluente tratado	16	mg/l
Qdis	49.98	l/s
Qdis	4318.5	m3/d
T (mes más frío)	24.5	°C
d (PROF. DE LA LAGUNA)	2.17	m

$$K_T = 0.509$$

$$DBO_u = \frac{DBO_5}{1 - e^{-K_T}}$$

$$DBO_u = 200.6 \text{ mg/l}$$

$$C = \frac{600}{2d + 8}$$

Considerando la profundidad actual de las lagunas $d = 2.17 \text{ m}$, se tiene:

$$C = \frac{600}{2 \times 2.17 + 8} = 48.62 \text{ mg/l}$$

Esta concentración de DBO que se abstendría al pasar a la 2da laguna cumple con los requerimientos del TULSMA. Anexo 1, Tabla 9. Descarga de efluente tratado a un cuerpo de agua dulce

$$t_0 = \frac{Vol.}{Qdis} = \frac{22444.61}{4318.5}$$

$$t_0 \text{ (tiempo de retencion)} = \mathbf{5.20 \text{ dias}}$$

$$\text{Área}_{superficial} = \frac{Qdis \times t_0}{d}$$

$$\text{Área}_{superficial} = 12160 \text{ m}^2$$

$$COS = \frac{DBO5 * Qdis}{\text{Área}_{superficial} * 1000}$$

$$COS = 710.29 \text{ kg DBO/Ha} * \text{día}$$

$$COV = \frac{DBO * Qdis}{2000 * t_0}$$

$$COV = 48.38 \text{ g DBO/m}^3 * \text{día}$$

$$E = \frac{DBO_u - C}{2}$$

$$E = \mathbf{75.97\%}$$

Este resultado señala que con los datos de diseño y la geometría de las lagunas actuales ofrecerían un tiempo de retención de 5 días y una eficiencia del 76% como tratamiento de aguas residuales domésticas de las lagunas facultativas; que al pasar a las lagunas de maduración se obtendría una mayor eficiencia; sin embargo; por el aforo realizado, el caudal esperado no está ingresando; y solo un 2% del caudal, es decir 2.12 l/s que ingresa a una sola laguna, la operación se hace totalmente ineficiente como se presenta

a continuación con el análisis del caudal aforado y las dimensiones actuales de las lagunas.

3.9.3 Método de Gloyna considerando el caudal del aforo que actualmente está ingresando

Tabla 20 - Parámetros de diseño para las lagunas considerando el aforo existente

$$Q = 2.12 \text{ l/s}$$

ÁREA PTO. EL MORRO	35.6	ha
ÁREA EL MORRO	70.7	ha
ÁREA TOTAL	106.3	ha
DBO5	200	mg/l
DBO EFL	16	mg/l
Qmed	2.12	l/s
Qmed	183.17	m3/d
T (mes más frío)	24.5	°C
d (PROF. DE LA LAGUNA)	2.17	m

$$K_T = 0.509$$

$$DBO_u = \frac{DBO_5}{1 - e^{-K_T}}$$

$$DBO_u = 200.6 \text{ mg/l}$$

$$C = \frac{600}{2d + 8}$$

$$C = \frac{600}{2 \times 2.17 + 8} = 48.62 \text{ mg/l}$$

$$t_0 = \frac{Vol.}{Q_{med}} = \frac{11222.31}{183.17}$$

$$t_0 \text{ (tiempo de retencion)} = \mathbf{61 \text{ dias}}$$

Este valor **de 61 días** como tiempo de retención, considerando la geometría de las lagunas actuales **es errado y no cumple con las especificaciones técnicas para una laguna facultativa.**

3.9.4 Análisis de los resultados obtenidos

Es de anotar que actualmente no está recogiendo todavía las aguas residuales de Pto. El Morro, por tanto, se espera que una vez que se conecten a la Planta de tratamiento actual, funcionará de una manera óptima.

Para el caudal de 2.12 l/s solo se necesitaría la décima parte de la laguna por tal razón durante la visita que se realizó en el mes de octubre en referencia a la sección del estado actual de las lagunas se menciona que no están trabajando correctamente. Por otra parte, en la práctica se deben hacer mejoras a la infraestructura construida, que se detallan más adelante.

3.9.5 Estimación del volumen de lodos

Para el cálculo del volumen de lodos se estableció un promedio de los sólidos suspendidos totales del año 2022 más representativos según la tabla 21, en base a las muestras de afluente tomadas por el laboratorio Grupo Químico Marcos.

Este valor equivale a 118 mg/l. Igualmente se ha tomado como caudal medio en el 2022 con el valor de 10.30 l/s, de acuerdo a la tabla 13.

Tabla 21 - Datos tomados del laboratorio sobre los sólidos suspendidos totales durante el año 2022

Fuente: (Grupo Químico Marcos, 2022)

La fórmula de acumulación de lodos para lagunas facultativas (Oakley, 2005), se las

FECHA		SST (mg/l)		
Inicio	Fin	Afluyente	Efluente	
		EST. BOMBEO	SDT S1	SDT S2
28/01/2022	28/01/2022	42	112	118
25/02/2022	09/03/2022	80	94	166
25/03/2022	25/03/2022	48	132	146
29/04/2022	29/04/2022	200	130	52
20/05/2022	03/06/2022	118	142	150
24/06/2022	04/07/2022	54	120	138
22/07/2022	09/08/2022	40	50	
26/08/2022	12/09/2022	128	132	
05/09/2022	23/09/2022	74	126	
24/10/2022	07/11/2022	110	198	
11/11/2022	11/11/2022	118	134	
23/12/2022	23/12/2022	34	66	

puede estimar mediante la siguiente ecuación:

$$V_L = 0.00156 \times Q_{med} \times SS$$

Donde:

- V_L : Volumen de lodos producidos anualmente ($m^3/año$)
- Q_{med} : Caudal promedio ($m^3/día$)
- SS : Sólidos suspendidos en el afluyente (mg/l)

$$Q_{med_{2022}} = 10.30 \frac{l}{s} = 889.92 m^3/dia$$

$$SS_{2022} = 118 mg/l$$

$$V_L = 0.00156 \times 889.92 \times 118$$

$$V_L = 163.82 \text{ m}^3/\text{año}$$

Año de funcionamiento de la laguna = 2012

Poblacion servida = 20%

$$Vol = 163.82 \times 10 \text{ años} = 1638.20 \text{ m}^3 \times 20\% = 327.6 \text{ m}^3$$

Considerando la información que consta en el Plan Maestro de agua potable y alcantarillado realizado por Interagua, en el año 2020 se han extraído 20 m³ de lodos acumulados. (Interagua, 2020)

3.10 Propuesta de soluciones

3.10.1 Estructura desarenador como tratamiento primario.

En el tratamiento de aguas residuales domésticas, es importante que en la línea de agua exista estructuras para el tratamiento preliminar de las aguas residuales. En este caso, la existencia de un sedimentador es necesaria para la remoción de arenas y gravas, las cuales se encuentran mezcladas con el agua cruda. Este tipo de tratamiento preliminar evita bloqueos en las tuberías por sedimentación y en el caso de que existiera un sistema de bombeo, evita abrasión en los sistemas de impulsión y tuberías. Esta estructura también disminuirá el volumen de lodos, dentro del proceso de tratamiento en las lagunas facultativas que existen en El Morro.

Como se mencionó anteriormente, es necesaria la construcción de un presedimentador, antes de la entrada de las aguas residuales a las lagunas, con la finalidad de remover los sólidos relativamente pesados y grandes, tales como son los granos de arena. Para el diseño de presedimentadores debe efectuarse previamente una prueba de sedimentabilidad empleando una columna de sedimentación.

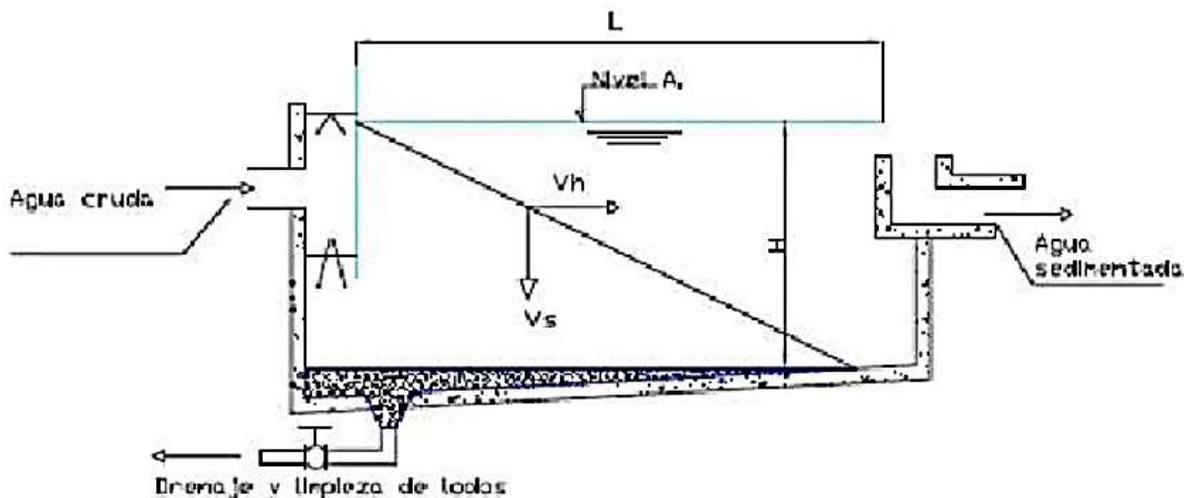


Ilustración 21 - Tanque sedimentador simple

Fuente: (García, Calderón, & Parra, 2021)

3.10.2 Rediseño y construcción de una estructura repartidora de caudales con medición de aforo

La estructura actual donde descarga el colector principal de la red de alcantarillado y la cámara de repartición de las aguas residuales hacia las lagunas están en mal estado, además no posee una estructura que retenga los materiales inadecuados al sistema, tal como se muestra en la ilustración 9. Por lo que es necesario la instalación de compuertas para el control y distribución uniforme del caudal y además es necesario la construcción de un medidor de aforo adecuado y óptimo como una canaleta Parshall, vertederos, etc. Dicha canaleta contiene tres partes distintas: la entrada, la garganta y la salida.

La entrada está formada por dos paredes convergentes. Después se ubica la garganta, donde se encuentra el flujo más rápido. Finalmente, la sección divergente que sigue después de la garganta es la salida del canal.

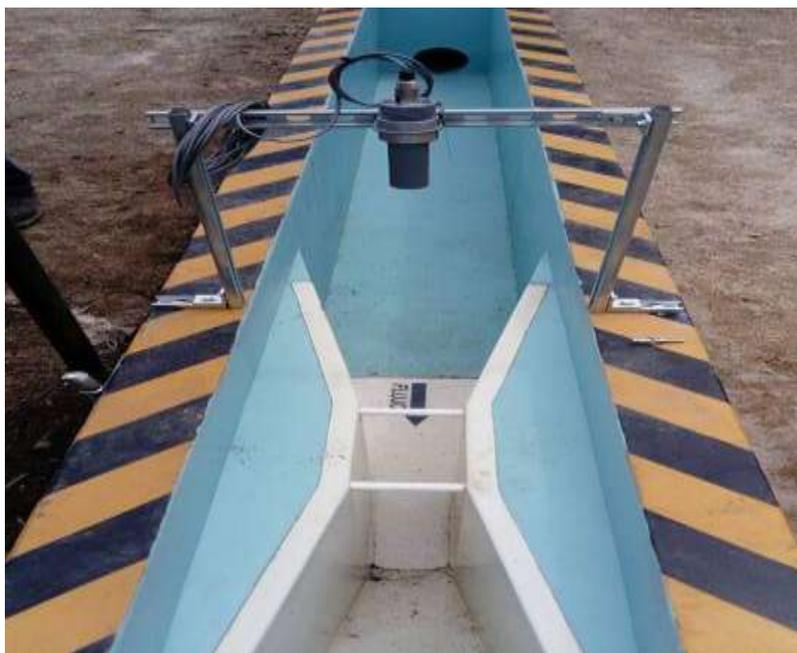


Ilustración 22 - Canaleta Parshall

Fuente: (VVA INDUSTRIAL SUPPLIES & SERVICES, 2023)

3.10.3 Socialización en la comunidad de El Morro para su conexión al sistema actual

La empresa Hidroplayas EP, que gestionó el proyecto “Construcción del sistema de alcantarillado de El Morro”, no incluyó las conexiones domiciliarias, por lo que de acuerdo a datos y encuestas realizadas por EMAPAG-EP, actualmente solo un 20% de la población está conectada al sistema, de allí que en el aforo realizado en diciembre del 2022, se determina un caudal (2.12 l/s), muy bajo que descarga hacia la Planta de tratamiento, por lo que es prioritario un programa de socialización para la conexión intradomiciliaria de la viviendas a la red de alcantarillado sanitario.

3.10.4 Limpieza del canal del efluente que conduce a un estero

El canal existente de sección trapezoidal de 0.5x0.2m, el cual recoge las aguas tratadas de las lagunas de oxidación y las transporta a un estero circundante se encuentra llena de maleza y de basura el cual afecta su funcionamiento hidráulico, por lo cual requiere de limpieza y mantenimiento regular.

3.10.5 Mantenimiento regular de la planta de tratamiento existente

La operadora de la planta, esto es Interagua debe aplicar constantemente su plan de operación y mantenimiento de las lagunas para un buen funcionamiento y que consiste en la ejecución de los siguientes trabajos:

1. Limpieza de la cámara de distribución, una vez por semana
2. Limpieza de las lagunas durante la ronda de control, una vez por semana
3. Construcción, cuidado y uso de un almacenamiento para la basura de la rejilla, lodo y arena

3.10.6 Conexión de las descargas de Puerto El Morro a la planta de tratamiento existente

La red de alcantarillado sanitario que se construyen en la comuna de Puerto El Morro, y que culminarán en abril del 2023, cuyas aguas residuales recolectadas, será transportadas a las lagunas de oxidación que existen en El Morro, a través de una tubería de 200 mm-PEAD, cuya descarga se realizará a un pozo de revisión que forma parte de la red de alcantarillado de El Morro. La ventaja de tener una sola planta de tratamiento de aguas residuales para la cabecera parroquial de El Morro y la comunidad de Puerto el Morro, es la disminución de los costos de operación y mantenimiento.

La complementación de elementos necesarios y trabajos que se requieren realizar en la planta de tratamiento de aguas residuales de El Morro optimizarán su funcionamiento, lo cual va en beneficio de la población que elevará su calidad de vida, y de igual manera mitigarán los impactos negativos, que producen estas aguas.

3.10.7 Lechos de secado

Los lodos se deben depositar en lechos de secado para desaguar ya que el 92% de los lodos contienen agua y que las acciones de los rayos solares evaporen la humedad existente, hasta su deshidratación. Para estabilizar los lodos se puede agregar cal y/o desinfectantes, para luego trasladarlos a los rellenos sanitarios municipales. La determinación del año de la limpieza de las lagunas se realizaran cuando los lodos alcancen el 50% del tirante de agua. (CPE INEN 5, 1992)



Ilustración 23 - Lechos de secado

Fuente: (Salas J. , 2021)

3.10.8 Desazolve de lodos

Para mejorar la eficiencia de las lagunas facultativas y de maduración, se recomiendan las siguientes acciones que deben implementarse: Desazolve de los lodos que se encuentran en las lagunas, en un volumen aproximado de 327.6 m³, que se encuentran acumulados desde el año 2012 considerando la población servida, que originan una disminución de la altura hidráulica requerida para una buena acción de las bacterias aeróbicas como anaerobias, y por ende una disminución en la eficiencia del tratamiento. Por cuanto las lagunas facultativas y de maduración trabajan en paralelo, se debe secar una para poder remover los lodos acumulados, mientras que la segunda está en operación. Para el trabajo a realizar se debe utilizar una excavadora de oruga de 1 m³ de capacidad del cucharón, que extraerá los lodos que se encuentran en los lados de los taludes de las lagunas, zona en donde se acumula el mayor volumen de lodos, tal como se muestra en la siguiente ilustración.



Ilustración 24 - Maquinaria recogiendo los lodos producidos cerca de los taludes de las lagunas

Fuente: Elaboración propia

3.10.9 Remoción de los coliformes fecales

Para disminuir los valores de coliformes fecales del efluente de las lagunas, se recomienda la construcción de un tanque de contacto cloro. El tanque de contacto tiene como fin, permitir el tiempo de contacto necesario para que el cloro actúe eficientemente sobre los microorganismos. Se requiere una desinfección del efluente secundario con el fin de garantizar una calidad en la descarga al cuerpo receptor, que permita cumplir con la norma ambiental 2000 NMP/100 ml para Coliformes Totales. El tanque está compuesto por tabiques que forman varios canales, para favorecer el flujo pistón en el tanque y lograr un buen mezclado del cloro con el agua residual. Se recomienda además que la operadora del servicio realice un constante mantenimiento del sistema, para mantener la eficiencia de remoción.



Ilustración 25 - Tanque de contacto de cloro

Fuente: (Lara, 2018)

CONCLUSIONES

- Desde el año 2012 comenzaron a funcionar las lagunas de tratamiento de aguas residuales en El Morro, y de acuerdo al análisis realizado, el sistema compuesto por dos lagunas facultativas y dos de maduración no están funcionando adecuadamente, debido a la falta de mantenimiento y a la falta de ciertos elementos que deben implementarse para una optimización de dicho sistema.
- Desde el año de funcionamiento de las lagunas no se ha realizado un desazolve de los lodos producidos en dichas lagunas, disminuyendo el volumen y el tiempo de retención hidráulica, afectando la eficiencia de las lagunas en el tratamiento de las aguas residuales, por ende, no se cumple con los parámetros establecidos por la Norma Ambiental TULSMA - ANEXO 1: Tabla 9. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, tal como se muestra en la tabla 8 del presente documento.
- Existen fuertes olores en el tercio inicial de las lagunas, producidos por la acumulación de lodo y arena hasta zonas muy próximas a la superficie de las mismas, lo que impide la solubilización de los gases por la lámina de agua que debería existir sobre la capa anaerobia.
- El efluente estudiado en el monitoreo no alcanzó el porcentaje mínimo de remoción exigido por la norma ambiental en términos de concentración de DBO.
- Los valores de coliformes fecales en el efluente son muy altos para la disposición final del líquido tratado, pues el valor mínimo registrado fue de 5.800 NMP/100ml y la norma ambiental recomienda que el NMP/100ml se encuentre siempre por debajo de 2000. Este hecho afecta significativamente la calidad del agua del

cuerpo receptor ya que aguas abajo del punto de descarga, son zonas de tránsito de personas y de descanso.

- Los resultados demuestran que, con el área específica existente de las lagunas, es suficiente para recibir la descarga de las aguas residuales de El Morro y de Puerto El Morro.
- Con base en los resultados obtenidos, se puede concluir que además de labores correctivas del actual sistema, existe la necesidad de efectuar postratamiento del efluente final de las lagunas facultativas primarias, de esta manera lograr minimizar los impactos que la disposición final causa en el cuerpo de agua que recibe la descarga de las lagunas.

RECOMENDACIONES

1. Realizar un Plan de Conexiones intradomiciliarias por parte de la Concesionaria Interagua en coordinación con EMAPAG-EP, para la población de El Morro, cuya intervención debe ser a corto plazo.
2. De acuerdo a las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS), y una vez que mejore la calidad del efluente, pueda ser reutilizada en programas de agricultura, reforestación, piscicultura, etc., considerando que los habitantes del sector se dedican a esas actividades.
3. Se recomienda la revisión constante y cumplimiento de los planes de operación y mantenimiento del sistema de lagunas de estabilización, con el fin de realizar una eficiente operación.
4. Es importante contar con un equipo para la toma de datos y evaluación de las lagunas, en este caso se recomienda utilizar una balsa para la limpieza del sistema de tratamiento.
5. Finalmente, se recomienda considerar este trabajo de titulación, para que en una próxima investigación se realicen los diseños definitivos de los elementos propuestos, que mejorarán la eficiencia del sistema de tratamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Sandoval Bermeo, D., & Cisneros Ventimill, V. (2012). Tratamiento de aguas servidas en lagunas de oxidacion para una poblacion de 1000 habitantes. Guayaquil. *Tratamiento de aguas servidas en lagunas de oxidacion para una poblacion de 1000 habitantes. Guayaquil.* Universidad de Guayaquil, Guayaquil.
- Aguamarket. (2008). *www.aguamarket.com.* Obtenido de <https://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=435>
- Aguirre, G. (26 de septiembre de 2018). *www.scielo.sld.cu.* Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000100289#:~:text=La-comunidad-de-Puerto-del,como-actividad-secundaria-el-turismo.
- Burchard , L. (2014).
- CENSO INEC. (2010). *Población y tasas de crecimiento intercensal de 2010-2001-1990.* Playas. cidta. (4 de septiembre de 2018). [https://cidta.usal.es.](https://cidta.usal.es) Obtenido de <https://cidta.usal.es/cursos/etap/modulos/libros/Caracteristicas.PDF>
- Comisión Nacional del Agua.* (2007). Mexico,D.F.(2007). *Comisión Nacional del Agua.* Mexico, D.F.
- CPE INEN 5. (1992). Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposicion de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. Quito.
- Cubillos, A. (1982). *Criterios para dimensionar lagunas de estabilización.* Merida: Ambiente y Recursos Naturales Renovables. Recuperado el 5 de Febrero de 2023, de <https://es.ircwash.org/sites/default/files/341.1-82CR-3455.pdf>
- ETAPA, E. (2009). *Especificaciones tecnicas para la construccion de redes de alcantarillado grupo 2.* Cuenca.
- Garcia Obando , L. A. (2003). Technical indicators and land use assessment regarding water quality in the Tascalapa River subwatershed, Yoro, Honduras. *Indicadores técnicos y evaluación de la influencia del uso de la tierra en la calidad del agua, subcuenca del río Tascalapa Yoro Honduras.* Centro agronomico tropical de investigación y enseñanza programa de enseñanza para el desarrollo y la conservacion escuela de posgrado, Turrialba.
- Garcia Ruesta , C. (2008). *Evaluacion, optimizacion y rediseño de las lagunas de estabilizacion el cucho, sullana. Piura.* Facultad de Ingeniria Programa academico de Ingenieria civil., Piura.
- García, K., Calderón, D., & Parra, H. (2021). *docsity.* Obtenido de <https://www.docsity.com/es/presedimentador-y-aireadores/7754223/>
- GeoGISCorp. (2018). *Informe de Lagunas de El Morro.* Playas.
- GeoGISCorp. (2019). Guayaquil, Guayas, Ecuador.

- GoRaymi. (2022). *www.goraymi.com*. Obtenido de <https://www.goraymi.com/es-ec/guayas/guayaquil/puertos/puerto-morro-aea77307f>
- Grupo Químico Marcos. (2022). *Caudal afluente de El Morro*. Playas.
- Grupo Químico Marcos. (2022). *Consolidado de resultados del Anexo 1 - Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil EMAPAG-EP*. Playas.
- Guayaquil es mi destino. (2018). *www.guayaquilesmidestino.com*. Obtenido de <https://www.guayaquilesmidestino.com/home>
- IndustriaPedia*. (2020). Obtenido de IndustriaPedia: <https://industriapedia.com/que-es-solidos-volatiles/>
- Interagua. (2017). *Plan Maestro*. Guayaquil.
- Interagua. (2020). Ajuste y revision del plan maestro de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario y drenaje pluvial de guayaquil. En *TOMO I. VF* (pág. 885). Guayaquil.
- Interagua. (2022). *Ajuste y revision del plan maestro - AAPP, AASS y AALL TOMO I*. Guayaquil: INTERAGUA C .LTDA.
- Interagua. (2022). *Laboratorio de Aguas: Informe de ensayos*. Playas - El Morro.
- Jack. (9 de Octubre de 2017). *www.scribd.com*. Obtenido de <https://www.scribd.com/document/361067195/Poblacion-de-Diseno#>
- Jimenez Cisneros, B. (2002). *La Contaminacion Ambiental en Mexico*. Mexico D.F: LIMUSA,S.A de C.V.Grupo Noriega.
- Lara, F. (29 de Enero de 2018). *iagua*. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/francisco-jose-lara-garachana/evaluacion-tiempo-contacto-efectivo-tanques-cloracion-simulacion>
- Lizama, E. R. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda biquímica de oxígeno. *científica de America Latina,el caribe,españa y Portugal* , 1-11.
- Mara, D. (2004). *Domestic Wastewater Treatment in developing countries*. London : EARTHSCAN.
- Metcalf, & Eddy. (2003). *Ingeniería de aguas residuales*. Madrid: McGraw-Hill, Interamericana.
- Ministerio del Ambiente. (2015). Edición Especial #387 - Registro Oficial. Quito: Lexis Finder.
- Montclair State University. (17 de enero de 2021). New Jersey. Obtenido de Montclair State University: <https://www.montclair.edu/water-science/environmental-services/suspension/>
- Oakley, S. (2005). *Manual de diseño y construcción, operación y mantenimiento, monitoreo y sostenibilidad*. Chico (California): RRAS-CA.
- Ortiz Bardales, P. (2014). *Taller "Operación y Mantenimiento de sistemas de Alcantarillado Sanitario y Plantas de Tratamiento de aguas Residuales"*. La Ceiba.
- Pastor, J. P., & Aviles, C. M. (2008). <http://repositorio.ug.edu.ec>. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/25741/1/BFILO-PD-INF1-17-206.pdf>

- QUILTON. (2022). <https://quilton.com>. Obtenido de <https://quilton.com/tratamiento-de-aguas/aguas-residuales/#:~:text=Las-aguas-negras-o-tambien,naturaleza-organica-y-altamente-putrescibles>.
- RAS. (2000). *Reglamento tecnico del sector de Agua potable y Saneamiento básico*. Bogotá.
- Rojas, R. (2002). Gestión integral de tratamiento de aguas residuales. *Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales*, (págs. 6-15). Recuperado el 3 de Febrero de 2023
- Romero Rojas, J. A. (2010). *Lagunas de estabilizacion de aguas residuales*. Bogota: Escuela Colombiana de ingenieria.
- Rrodriguez Serrano. (2008). *Materia Organica*. Mexico.
- Salas, J. (Diciembre de 2021). *iagua*. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/juan-jose-salas/guia-tecnica-seleccion-y-diseno-lineas-tratamiento-aguas-residuales>
- Salas, J. J. (2022). www.iagua.es. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/juan-jose-salas/lagunaje-20-depurando-aguas-residualescosechando-microalgas-i>
- Schmitz, K. U. (2021). *Turbiedad I Tratamiento de aguas residuales*. Obtenido de Smart water magazine: <https://smartwatermagazine.com/blogs/karl-uwe-schmitz/turbidity-i-wastewater-treatment-how-reduce-turbidity#:~:text=Turbidity-in-wastewater-treatment-describes,stands-for-Formazin-Turbidity-Unit>.
- Secretaria del Agua. (1992). Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposicion de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. En *Norma Urbana para Estudios y Diseños* (pág. 420). Guayaquil.
- Serrano, R. (2008). *Materia Organica*. Mexico.
- Sincero . (2016).
- Solorzano Macias, E. F. (2021). Diagnóstico de la operación y mantenimiento y evaluación de impactos ambientales de las lagunas de oxidación de la ciudad Palestina, Provincia del Guayas. *Diagnóstico de la operación y mantenimiento y evaluación de impactos ambientales de las lagunas de oxidación de la ciudad Palestina, Provincia del Guayas*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil.
- Tapia, A. (2018). [www.pacarinadelsur.com](http://pacarinadelsur.com). Obtenido de <http://pacarinadelsur.com/home/saberes-y-horizontes/1615-educacion-y-desarrollo-humano-de-los-pobladores-del-recinto-puerto-el-morro-hacia-una-educacion-con-proyeccion-en-el-desarrollo-socioeconomico-comunitario-local-o-territorial>
- Tilley, E., Ulrich, L., Lüthi, C., Reymond, P., Schertenleib, R., & Zurbrügg, C. (2018). *Compendio de sistemas y tecnologías de saneamiento*. Dübendorf: eawag aquatic research.
- Tilley, E., Ulrich, L., Luthi, C., Schertenleib, R., & Zurbrügg, C. (2020). www.sswm.info. Obtenido de <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-saneamiento/tratamiento-semi-centralizado/laguna-de-estabilizacion#:~:text=Consideraciones-de-diseño&text=Las-lagunas-facultativas-deben-construirse,CONAGUA-2020>

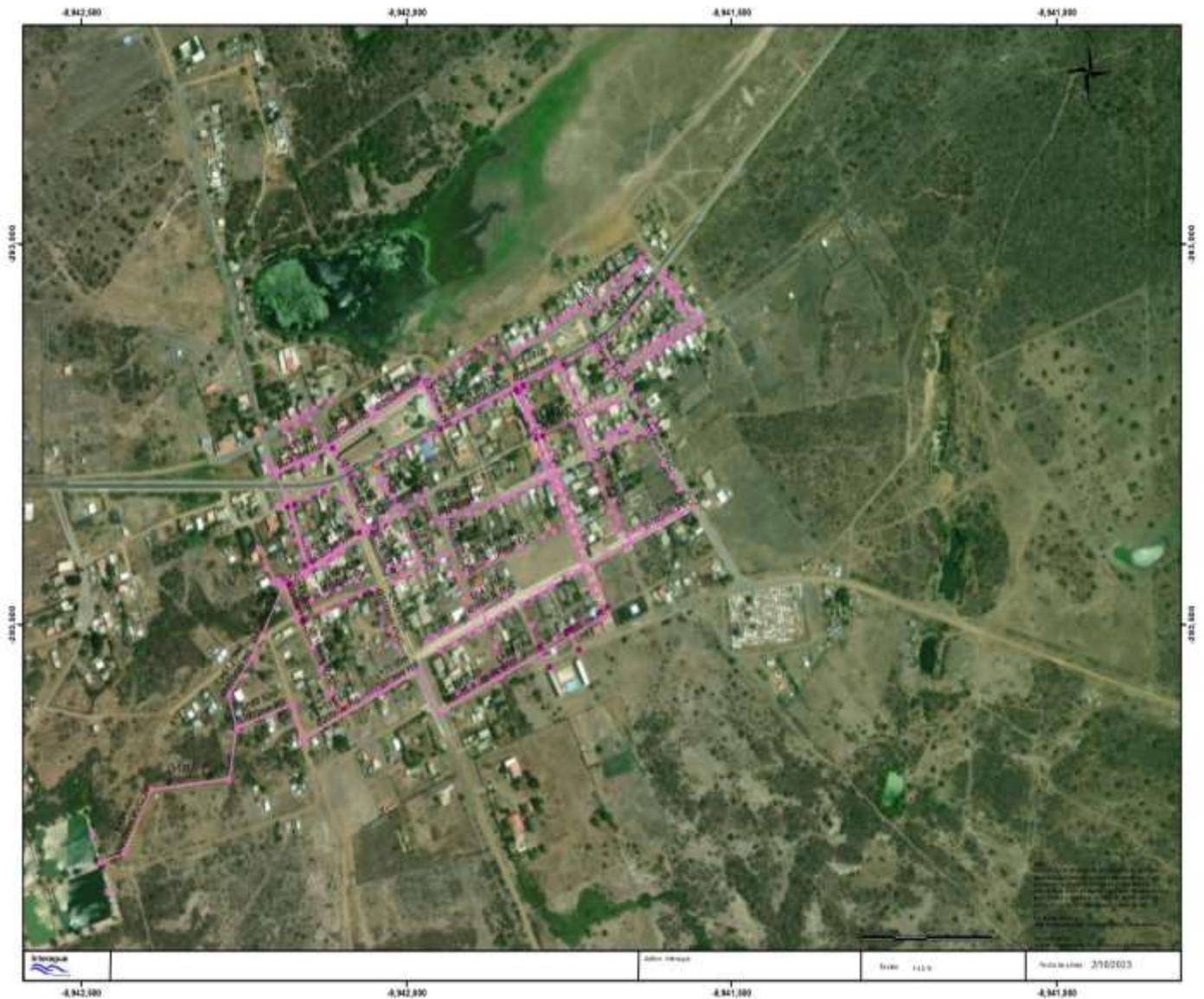
Treviño, A., Alcorta, M., Lopez, A., & Barrios, J. (Abril de 2015). *SciELO*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222015000200006

Triviño, S. (25 de marzo de 2015). <https://issuu.com>. Obtenido de https://issuu.com/stefianitrivino/docs/7._tratamiento_de_aguas_residuales

UCM. (14 de febrero de 2015). www.ucm.es. Obtenido de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/952-2015-02-14-Temperatura%20f26.pdf>

VVA Industrial Supplies & Services. (2023). *VVA Industrial Supplies & Services*. Obtenido de <https://flujometros-caudalímetros.com/flujometros-ultrasonicos/canal-parshall-canaleta-parshall/>

ANEXOS



Anexo 1 - Red de distribución del sistema de alcantarillado de El Morro

FECHA DEL INFORME: 11/02/2022

DATOS DEL CLIENTE

SOLICITADO POR:	JEFATURA DE TRATAMIENTO Y CANALES
DIRECCIÓN:	PARQUE EMPRESARIAL COLON

DATOS DE LA MUESTRA

LUGAR DE MUESTREO	EL MORRO: ENTRADA 17M0575499,9708758 SALIDA 1 17M0575459,9708758 SALIDA 2 17M0575464,9708741		
PLAN DE MUESTREO	NO APLICA	METODO DE MUESTREO	NO APLICA
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYO	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL	TECNICO DE MUESTREO	EDUARDO RAMIREZ
TIPO DE MUESTREO	MUESTRA COMPUESTA	CADENA DE CUSTODIA	LI/2022/0069
FECHA/HORA DE MUESTREO	28/01/2022 07:45 - 28/01/2022 09:03	FECHA/HORA DE RECEPCION	28/01/2022 16H07
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C): 23,0+/- 2,1	Humedad (%): 60+/- 7	
FECHA ENSAYO	INICIO: 28/01/2022	FIN: 08/02/2022	

RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	ACEITES Y GRASAS mg/l	CLORUROS mg/l	COLIFORMES FECALIS NMP/100 ml	COLIFORMES TOTALES NMP/100 ml	COLOR LD** = 2 UC	CONDUCTIVIDAD uS/cm
00692201 ENTRADA A LA ESTACION DE BOMBEO	Ai000775-22	17,3	307	17 000 000	35 000 000	48	2 141
00692202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ai000776-22	< 10	267	32 000	54 000	50	1 646
00692203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ai000777-22	< 10	439	35 000	92 000	47	2 138
MÉTODO USADO		PEE/LI/01	PEE/LI/12	PEE/LI/57	PEE/LI/57	PEE/LI/45	PEE/LI/34
EQUIPO		LI-037	LI-V-029	LI-064	LI-064	LI-196	LI-091

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO LD** = 35 mg/l	FOSFORO TOTAL LD** = 0.3 mg/l	HIROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO LD** = 3 mg/l	N AMONIACAL LD** = 0.04 mg/l	NITRITO-N LD** = 0.010 mg/l	NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL mg/l
00692201 ENTRADA A LA ESTACION DE BOMBEO	Ai000775-22	217	5,0	16,4	39,7	< 0,03	63,1
00692202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ai000776-22	193	4,7	< 10	10,2	0,24	15,9
00692203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ai000777-22	309	4,4	< 10	18,9	< 0,03	35,8
MÉTODO USADO		PEE/LI/74	PEE/LI/84	PEE/LI/44	PEE/LI/36	PEE/LI/38	PEE/LI/23
EQUIPO		LI-172	LI-196	LI-075	LI-196	LI-196	LI-196

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	PH	SOLIDOS SEDIMENTABLES ml/l	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES mg/l	SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES mg/l	SOLIDOS TOTALES mg/l	TEMPERATURA °C
00692201 ENTRADA A LA ESTACION DE BOMBEO	Ai000775-22	7,6	< 0,5	42	34	1 198	27
00692202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ai000776-22	8,3	< 0,3	112	102	1 066	26
00692203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ai000777-22	8,9	< 0,3	118	100	1 378	26
MÉTODO USADO		PEE/LI/08	PEE/LI/13	PEE/LI/16	PEE/LI/16	PEE/LI/15	PEE/LI/79
EQUIPO		LI-059	LI-V-035	LI-037	LI-037	LI-047	LI-206



**LABORATORIO DE AGUAS
INTERAGUA C. LTDA.
INFORME DE ENSAYOS
LI-IE-00069-22**



Observaciones:

LOS RESULTADOS DE TEMPERATURA REPORTADOS, CONSTITUYEN EL PROMEDIO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN EL SITIO DURANTE EL PERIODO DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA. MUESTRA SIMPLE PARA SULFUROS, COLIFORMES TOTALES Y FECALES A LAS 09H00.

Inciertumbres (U, k=2): ACEITES Y GRASAS : 28.7 %; CLORUROS : 4.2 %; CNL : 0.8 %; COLIFORMES FECALES : 6.7 %; COLIFORMES TOTALES : 8.3 %; COLOR : 20 %; DBO : 19.7%; FOSFORO TOTAL : 5 %; NITRITO-N : 19.9 %; N-AMN : 20 %; NTK : 9.9 %; pH : 1 %; SSED : -43 %; SST : 9 %; SSV : 8 %; ST : 7 %; TEMPERATURA : 4 %; TPB : 6.3 %;

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 SAE.
4. LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS EN EL LABORATORIO A EXCEPCIÓN DE CLORO RESIDUAL LIBRE Y TEMPERATURA QUE SE REALIZARON IN SITU.
5. El Laboratorio no es responsable de la información que el Cliente pone a disposición del público (como es, número telefónico, datos informativos entre otros) o aquellos que sean acordados entre el laboratorio y el cliente. El Laboratorio pone en conocimiento que podrá revelar información confidencial únicamente cuando esta sea requerida por ley y notificado al Cliente en acuerdo con las disposiciones contractuales o de confidencialidad establecidos entre las partes.

LD** = LÍMITE DE DETECCIÓN.

Q.F. FELIX BOBADILLA ULLÓN
JEFE LABORATORIO

FO-PG-7.8-002 Rev. 006

Dirección: VÍA A DAULE, KM 26,5
E-mail: LABORATORIO@INTERAGUA.COM.EC
TELF. 2136362 EXT. 2267; TELEFAX: 2267838 EXT. 205
GUAYAQUIL - ECUADOR
Hoja 2 de 2



Anexo 3 - Informe de laboratorio del mes de enero pág. 2



**LABORATORIO DE AGUAS
INTERAGUA C. LTDA.
INFORME DE ENSAYOS
LI-IE-00069-22**

FECHA DEL INFORME: 11/02/2022

DATOS DEL CLIENTE

SOLICITADO POR:	JEFATURA DE TRATAMIENTO Y CANALES
DIRECCIÓN:	PARQUE EMPRESARIAL COLON

DATOS DE LA MUESTRA

LUGAR DE MUESTREO	EL MORRO: ENTRADA 17M0575499,9708758 SALIDA 1 17M0575459,9708758 SALIDA 2 17M0575464,9708741		
PLAN DE MUESTREO	NO APLICA	METODO DE MUESTREO	NO APLICA
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYO	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL	TECNICO DE MUESTREO	EDUARDO RAMIREZ
TIPO DE MUESTREO	MUESTRA COMPUESTA	CADENA DE CUSTODIA	LI/2022/0069
FECHA/HORA DE MUESTREO	28/01/2022 07:45 - 28/01/2022 09:03	FECHA/HORA DE RECEPCION	28/01/2022 16H07
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C): 23,0+/- 2,1	Humedad (%): 60+/- 7	
FECHA ENSAYO	INICIO: 28/01/2022	FIN: 08/02/2022	

RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO * mg/l	NITRATO-N * LD** = 0,06 mg/l	SALINIDAD * LD** = 0,1 g/l	SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES * mg/l	SULFATOS * LD** = 4 mg/l	SULFUROS * LD** = 0,002 mg/l
00692201 ENTRADA A LA ESTACION DE BOMBEO	Ar00775-22	130	0,2	1,1	1 156	96	7,900
00692202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar00776-22	90	0,4	0,9	944	62	0,022
00692203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ar00777-22	95	0,3	1,1	1 260	249	0,015
MÉTODO USADO		PEE/LI/72	PEE/LI/37	PEE/LI/08	PEE/LI/25	PEE/LI/39	PEE/LI/18
EQUIPO		LI-068	LI-196	LI-091	LI-037	LI-196	LI-196

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	TENSOACTIVO * LD** = 0,09 mg/l
00692201 ENTRADA A LA ESTACION DE BOMBEO	Ar00775-22	4,1
00692202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar00776-22	0,2
00692203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ar00777-22	0,4
MÉTODO USADO		PEE/LI/76
EQUIPO		LI-195

Observaciones:

LOS RESULTADOS DE TEMPERATURA REPORTADOS, CONSTITUYEN EL PROMEDIO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN EL SITIO DURANTE EL PERIODO DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA. MUESTRA SIMPLE PARA SULFUROS, COLIFORMES TOTALES Y FECALIS A LAS 09H00.

Acetildesulfuro (U, I=2): ACEITES Y GRASAS : 28,7 %; CLORUROS : 4,2 %; CND : 0,8 %; COLIFORMES FECALIS : 6,1 %; COLIFORMES TOTALES : 8,3 %; COLOR : 20 %; DQO : 19,7%; Fosforo TOTAL : 5 %; NITRATO-N : 19,9 %; N-AMN : 20 %; NTK : 9,9 %; pH : 7 %; SSED : 43 %; SST : 9 %; SSV : 9 %; ST : 7 %; TEMPERATURA : 4 %; TPH : 0,3 %

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 SAE.
4. LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS EN EL LABORATORIO A EXCEPCIÓN DE CLORO RESIDUAL, LIBRE Y TEMPERATURA QUE SE REALIZARON IN SITU.
5. El Laboratorio no es responsable de la información que el Cliente pone a disposición del público (cursos, número telefónico, datos informativos entre otros) o aquellos que sean acordados entre el laboratorio y el cliente. El Laboratorio pone en conocimiento que podrá revelar información confidencial únicamente cuando esta sea requerida por ley y notificado al Cliente en acuerdo con las disposiciones contractuales o de confidencialidad establecidos entre las partes.

FO-PG-7.8-002 Rev. 006

Dirección: VÍA A DAULE, KM 26,5
E-mail: LABORATORIO@INTERAGUA.COM.EC
TELF. 2136362 EXT. 2267; TELEFAX. 2267838 EXT. 205
GUAYAQUIL - ECUADOR
Hoja 1 de 2



INFORME DE ENSAYOS
1. INFORMACIÓN GENERAL

NÚMERO DE INFORME	LI-IE-00435-22
FECHA DEL INFORME	10/03/2022
SOLICITADO POR	JEFATURA DE TRATAMIENTO Y CANALES
DIRECCIÓN	PARQUE EMPRESARIAL COLON
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYO	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL
TIPO DE OBJETO ENSAYO	MUESTRA COMPUESTA
FECHA/HORA DE MUESTREO	25/02/2022 07:45 - 25/02/2022 10:10
LUGAR DE MUESTREO	EL MORRO: ENTRADA 17M0575499,9708758 SALIDA 1 17M0575459,9708758 SALIDA 2 17M0575464,9708741
RECOLECCIÓN DEL OBJETO ENSAYO	JEFFERSON ABAD
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN	25/02/2022 15H06
FECHA ENSAYO	Inicio: 25/02/2022 - Fin: 09/03/2022
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C): 23,1 +/- 2,6 - Humedad (%): 63 +/- 5
DOCUMENTO INTERNO	LI/2022/0435

2. RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	ACEITES Y GRASAS mg/l	CLORUROS mg/l	COLIFORMES FECALES NMP/100 ml	COLIFORMES TOTALES NMP/100 ml	COLOR LD** = 2 UC	CONDUCTIVIDAD µS/cm
04352201 ENTRADA A LA ESTACION DE BOMBEO	Ar001730-22	136	194	35 000 000	35 000 000	58	1 497
04352202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar001733-22	< 10	242	130 000	130 000	61	1 544
04352203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ar001734-22	< 10	360	24 000	24 000	60	1 922
MÉTODO USADO		PEE/LI/01	PEE/LI/12	PEE/LI/57	PEE/LI/57	PEE/LI/45	PEE/LI/34
EQUIPO		LI-037	LI-V-029	LI-064	LI-064	LI-196	LI-091

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO * mg/l	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO LD** = 25 mg/l	FOSFORO TOTAL LD** = 0.3 mg/l	HIROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO LD** = 3 mg/l	N-AMONIACAL LD** = 0.04 mg/l	NITRATO-N * LD** = 0.06 mg/l
04352201 ENTRADA A LA ESTACION DE BOMBEO	Ar001730-22	201	523	5,7	< 10	50,0	0,8
04352202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar001733-22	150	409	5,2	< 10	8,7	< 0,06
04352203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ar001734-22	160	496	5,2	< 10	0,2	1,2
MÉTODO USADO		PEE/LI/72	PEE/LI/74	PEE/LI/84	PEE/LI/44	PEE/LI/36	PEE/LI/57
EQUIPO		LI-068	LI-172	LI-196	LI-078	LI-196	LI-196

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	NITRITO-N LD** = 0.010 mg/l	NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL mg/l	PH	SALINIDAD * LD** = 0.1 g/l	SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES * mg/l	SÓLIDOS SEDIMENTABLES mg/l
04352201 ENTRADA A LA ESTACION DE BOMBEO	Ar001730-22	< 0,03	59,0	7,1	0,9	850	< 0,5
04352202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar001733-22	< 0,03	14,2	7,9	0,8	782	< 0,5
04352203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ar001734-22	< 0,03	4,3	9,3	1,0	920	< 0,5

TRATAMIENTO S2							
MÉTODO USADO		PEE/LU/38	PEE/LU/23	PEE/LU/08	PEE/LU/68	PEE/LU/25	PEE/LU/13
EQUIPO		L1-196	L1-196	L1-059	L1-091	L1-037	L1-V-035
IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES mg/l	SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES mg/l	SOLIDOS TOTALES mg/l	SULFATOS * LD** = 4 mg/l	SULFUROS * LD** = 0,002 mg/l	TEMPERATURA °C
D4352201 ENTRADA A LA ESTACION DE BOMBEO	Ar001.736-22	80	64	940	116	0,036	27
D4352202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar001.733-22	94	84	878	200	0,049	26
D4352203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ar001.734-22	166	154	1.094	110	0,004	26
MÉTODO USADO		PEE/LU/16	PEE/LU/16	PEE/LU/15	PEE/LU/39	PEE/LU/18	PEE/LU/70
EQUIPO		L1-037	L1-037	L1-047	L1-156	L1-196	L1-206
IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	TENSOACTIVOS * LD**= 0,09 mg/l					
D4352201 ENTRADA A LA ESTACION DE BOMBEO	Ar001.730-22	0,8					
D4352202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar001.733-22	0,5					
D4352203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ar001.734-22	0,5					
MÉTODO USADO		PEE/LU/76					
EQUIPO		L1-195					

Observaciones:

LOS RESULTADOS DE TEMPERATURA REPORTADOS, CONSTITUYEN EL PROMEDIO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN EL SITIO DURANTE EL PERIODO DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA. MUESTRA SIMPLE PARA SULFUROS, COLIFORMES TOTALES Y FECALES A LAS 10H00.

InertMundres (U₁ R=2): ACEITES Y GRASAS : 28,7 %; CLORUROS : 4,2 %; CND : 0,8 %; COLIFORMES FECALES : 6,1 %; COLIFORMES TOTALES : 8,3 %; COLOR : 20 %; DBO : 19,7%; FOSFORO TOTAL : 6 %; NITRITO W : 19,9 %; N-NH2 : 20 %; NTX : 9,9 %; pH : 7 %; SSED : 43 %; SST : 9 %; SSV : 9 %; ST : 7 %; TEMPERATURA : 4 %; TPH : 6,3 %

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 (P) NO ESTÁN INCLUIDOS EN EL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN DEL SAE.
4. LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS EN EL LABORATORIO A EXCEPCIÓN DE CLORO RESIDUAL LIBRE Y TEMPERATURA QUE SE REALIZARON IN SITU.
5. El Laboratorio no es responsable de la información que el Cliente pone a disposición del público (correos, número telefónico, datos informativos entre otros) o aquellos que sean acordados entre el laboratorio y el cliente. El Laboratorio pone en conocimiento que podrá revelar información confidencial únicamente cuando esta sea requerida por ley y notificado al Cliente en acuerdo con las disposiciones contractuales o de confidencialidad establecidos entre las partes.

LD** = LÍMITE DE DETECCIÓN.



Q.F. FELIX BOBADILLA ULLÓN
 JEFE LABORATORIO

FECHA DEL INFORME: 13/04/2022

DATOS DEL CLIENTE

SOLICITADO POR:	JEFATURA DE TRATAMIENTO Y CANALES
DIRECCIÓN:	PARQUE EMPRESARIAL COLON

DATOS DE LA MUESTRA

LUGAR DE MUESTREO	EL MORRO: ENTRADA 17M0575499,9708758 SALIDA 1 17M0575459,9708758 SALIDA 2 17M0575464,9708741		
PLAN DE MUESTREO	2022-03	METODO DE MUESTREO	PEE-LI-027/NTE INEN 2176:2013
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYO	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL	TECNICO DE MUESTREO	EDUARDO RAMIREZ
TIPO DE MUESTREO	MUESTRA COMPUESTA	CADENA DE CUSTODIA	LI/2022/0846
FECHA/HORA DE MUESTREO	25/03/2022 08:17 - 25/03/2022 09:53	FECHA/HORA DE RECEPCION	25/03/2022 20H55
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C): 23,2+/- 2,4	Humedad (%): 63+/- 6	
FECHA ENSAYO	INICIO: 25/03/2022	FIN: 11/04/2022	

RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	ACEITES Y GRASAS mg/l	CLORUROS mg/l	COLIFORMES FECALES NMP/100 ml	COLIFORMES TOTALES NMP/100 ml	COLOR LD** = 2 UC	CONDUCTIVIDAD µS/cm
08462201 ENTRADA A LA ESTACION DE BOMBEO	A-002564-22	< 10	402	1 100 000	13 000 000	89	2 250
08462202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	A-002565-22	< 10	352	2 300	110 000	40	1 360
08462203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	A-002566-22	< 10	309	200	780	42	1 606
MÉTODO USADO		PEE/LI/01	PEE/LI/12	PEE/LI/57	PEE/LI/57	PEE/LI/45	PEE/LI/34
EQUIPO		LI-037	LI-V-029	LI-064	LI-064	LI-196	LI-091

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	DEMANDA BIQUÍMICA DE OXIGENO * mg/l	DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO LD** = 25 mg/l	FOSFORO TOTAL LD** = 0.3 mg/l	HIROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO LD** = 3 mg/l	N-AMONICAL LD** = 0.04 mg/l	NITRATO-N * LD** = 0.06 mg/l
08462201 ENTRADA A LA ESTACION DE BOMBEO	A-002564-22	100	150	6,4	< 10	36,5	0,7
08462202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	A-002565-22	80	144	4,8	< 10	1,3	0,1
08462203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	A-002566-22	130	185	4,7	< 10	0,2	< 0,06
MÉTODO USADO		PEE/LI/72	PEE/LI/74	PEE/LI/84	PEE/LI/44	PEE/LI/36	PEE/LI/37
EQUIPO		LI-068	LI-172	LI-196	LI-075	LI-196	LI-196

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	NITRITO-N LD** = 0.010 mg/l	NITROGENO TOTAL KJELDAHL mg/l	PH	SALINIDAD * LD** = 0.1 g/l	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES * mg/l	SOLIDOS SEDIMENTABLES ml/l
08462201 ENTRADA A LA ESTACION DE BOMBEO	A-002564-22	0,04	42,4	7,3	1,3	1 802	> 0,5
08462202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	A-002565-22	0,07	18,3	8,4	0,7	718	< 0,5
08462203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	A-002566-22	< 0,03	10,3	9,4	0,8	830	> 0,5
MÉTODO USADO		PEE/LI/38	PEE/LI/23	PEE/LI/08	PEE/LI/68	PEE/LI/25	PEE/LI/13

EQUIPO		LI-196	LI-196	LI-059	LI-091	LI-037	LI-V-035
IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES mg/l	SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES mg/l	SÓLIDOS TOTALES mg/l	SULFATOS * LD** = 4 mg/l	SULFUROS * LD** = 0.002 mg/l	TEMPERATURA °C
08462201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar002564-22	48	38	1.350	244	6.790	28
08462202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar002565-22	132	104	850	172	0.349	27
08462203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ar002566-22	146	116	976	182	0.273	27
MÉTODO USADO		PEE/LI/16	PEE/LI/16	PEE/LI/15	PEE/LI/30	PEE/LI/18	PEE/LI/70
EQUIPO		LI-037	LI-037	LI-067	LI-196	LI-196	LI-206

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	TENSIOACTIVOS * LD**= 0.09 mg/l
08462201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar002564-22	8,0
08462202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar002565-22	1,4
08462203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ar002566-22	0,3
MÉTODO USADO		PEE/LI/76
EQUIPO		LI-196

Observaciones:

LOS RESULTADOS DE TEMPERATURA REPORTADOS, CONSTITUYEN EL PROMEDIO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN EL SITIO DURANTE EL PERIODO DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA. MUESTRA SIMPLE PARA SULFUROS, COLIFORMES TOTALES Y FECALES A LAS 18H00.

Incertidumbres (U, Ar): ACEITES Y GRASAS : 2R.7 %; CLORUROS : 4.2 %; CND : 0.8 %; COLIFORMES FECALES : 6.1 %; COLIFORMES TOTALES : 8.2 %; COLOR : 20 %; DBO : 19.7%; FOSFORO TOTAL : 5 %; NITRITO-N : 79.9 %; N-NH4 : 20 %; NTK : 9.9 %; pH : 1 %; SSBED : 43 %; SST : 9 %; SSV : 9 %; ST : 7 %; TEMPERATURA : 4 %; TKN : 6.3 %

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 SAE.
4. LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS EN EL LABORATORIO A EXCEPCIÓN DE CLORO RESIDUAL LIBRE Y TEMPERATURA QUE SE REALIZARON IN SITU.
5. El Laboratorio no es responsable de la información que el Cliente pone a disposición del público (carteles, número telefónico, datos informativos entre otros) o aquellos que sean acordados entre el laboratorio y el cliente. El Laboratorio pone en conocimiento que podrá revelar información confidencial únicamente cuando esta sea requerida por ley y notificado al Cliente en acuerdo con las disposiciones contractuales o de confidencialidad establecidos entre las partes.

LD** = LÍMITE DE DETECCIÓN.



Q.F. FELIX BOBADILLA ULLÓN
JEFE LABORATORIO

FO-PG-7.8-002 Rev. 006

Dirección: VÍA A DAULE, KM 26,5
E-mail: LABORATORIO@INTERAGUA.COM.EC
TELF. 2136362 EXT. 2267, TELEFAX: 2267838 EXT. 205
GUAYAQUIL - ECUADOR
Hoja 2 de 2



Anexo 8 - Informe de laboratorio del mes de marzo pág. 2

FECHA DEL INFORME: 12/05/2022

DATOS DEL CLIENTE

SOLICITADO POR:	JEFATURA DE TRATAMIENTO Y CANALES
DIRECCIÓN:	PARQUE EMPRESARIAL COLON

DATOS DE LA MUESTRA

LUGAR DE MUESTREO	EL MORRO: ENTRADA 17M0575499,9708758 SALIDA 1 17M0575459,9708758 SALIDA 2 17M0575464,9708741		
PLAN DE MUESTREO	2022-04	METODO DE MUESTREO	PEE-LI-027/NTE INEN 2176-2013
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYO	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL	TECNICO DE MUESTREO	JORGE LEON
TIPO DE MUESTREO	MUESTRA COMPUESTA	CADENA DE CUSTODIA	LI/2022/1363
FECHA/HORA DE MUESTREO	29/04/2022 07:30 - 29/04/2022 11:15	FECHA/HORA DE RECEPCION	29/04/2022 22H01
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C): 25,2+/- 42,0	Humedad (%): 62+/- 42	
FECHA ENSAYO	INICIO: 29/04/2022	FIN: 11/05/2022	

RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	ACEITES Y GRASAS mg/l	CLORUROS mg/l	COLIFORMES FECALES NMP/100 ml	COLIFORMES TOTALES NMP/100 ml	COLOR LD** = 2 UC	CONDUCTIVIDAD µS/cm
13632201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar003653-22	41,6	240	13 000 000	13 000 000	48	1 846
13632202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar003654-22	< 10	267	13 000	49 000	16	1 646
13632203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ar003655-22	< 10	378	< 1,8	1 700	20	1 857
METODO USADO	PEE/LI/01	PEE/LI/12	PEE/LI/57	PEE/LI/57	PEE/LI/45	PEE/LI/54	
EQUIPO	LI-037	LI-V-029	LI-064	LI-064	LI-196	LI-091	

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO LD** = 25 mg/l	FOSFORO TOTAL LD** = 0,3 mg/l	HIROCARBUROS S TOTALES DE PETRÓLEO LD** = 3 mg/l	N-AMONÍACAL LD** = 0,04 mg/l	NITRITO-N LD** = 0,010 mg/l	NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL mg/l
13632201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar003653-22	373	5,1	< 10	39,0	0,16	50,7
13632202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar003654-22	235	2,3	< 10	4,5	< 0,03	17,7
13632203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ar003655-22	251	4,1	< 10	1,7	< 0,03	15,1
METODO USADO	PEE/LI/74	PEE/LI/84	PEE/LI/44	PEE/LI/36	PEE/LI/38	PEE/LI/23	
EQUIPO	LI-172	LI-196	LI-075	LI-196	LI-196	LI-196	

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	PH	SÓLIDOS SEDIMENTABLES ml	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES mg/l	SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES mg/l	SÓLIDOS TOTALES mg/l	TEMPERATURA °C
13632201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar003653-22	7,8	< 0,5	200	122	1 170	28
13632202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar003654-22	7,6	< 0,5	130	116	1 016	27
13632203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ar003655-22	7,8	< 0,5	52	44	1 026	27
METODO USADO	PEE/LI/88	PEE/LI/13	PEE/LI/16	PEE/LI/16	PEE/LI/16	PEE/LI/70	



LABORATORIO DE AGUAS
INTERAGUA C. LTDA.
INFORME DE ENSAYOS
LI-IE-01363-22



EQUIPO	LI-008	LI-V-035	LI-037	LI-037	LI-047	LI-206
--------	--------	----------	--------	--------	--------	--------

Observaciones:

LOS RESULTADOS DE TEMPERATURA REPORTADOS, CONSTITUYEN EL PROMEDIO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN EL SITIO DURANTE EL PERIODO DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA. MUESTRA SIMPLE PARA SULFUROS, COLIFORMES TOTALES Y FECALIS A LAS 18H00.

Incertidumbre (LI-R-2): ACEITES Y GRASAS : 28,7 %; CLORUROS : 4,2 %; CND : 0,8 %; COLIFORMES FECALIS : 6,1 %; COLIFORMES TOTALES : 5,3 %; COLODR : 29 %; DQO : 19,7%; FOSFORO TOTAL : 5 %; NITRITO-N : 19,9 %; N-NH4 : 20 %; NTK : 0,9 %; pH : 1 %; SSBT : 41 %; SST : 9 %; SSV : 9 %; ST : 7 %; TEMPERATURA : 4 %; TPW : 6,3 %

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 SAE.
4. LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS EN EL LABORATORIO A EXCEPCIÓN DE CLOMO RESIDUAL LIBRE Y TEMPERATURA QUE SE REALIZARON IN SITU.
5. El Laboratorio no es responsable de la información que el Cliente pone a disposición del público (conteos, número telefónico, datos informativos entre otros) o aquellos que sean acordados entre el laboratorio y el cliente. El Laboratorio pone en conocimiento que podrá revelar información confidencial únicamente cuando esta sea requerida por ley y notificado al Cliente en acuerdo con las disposiciones contractuales o de confidencialidad establecidos entre las partes.

LD** = LIMITE DE DETECCIÓN.

Q.F. FELIX BOBADILLA ULLÓN
JEFE LABORATORIO

FD-PG-7.8-002 Rev. 006

Dirección: VÍA A DAULE, KM 26,5
E-mail: LABORATORIO@INTERAGUA.COM.EC
TELF. 2136362 EXT. 2267; TELEFAX: 2267838 EXT. 205
GUAYAQUIL - ECUADOR
Hoja 2 de 2



Anexo 10 - Anexo 9 - Informe de laboratorio del mes de abril pág. 2



**LABORATORIO DE AGUAS
INTERAGUA C. LTDA.
INFORME DE ENSAYOS
LI-IE-01363-22**

FECHA DEL INFORME: 12/05/2022

DATOS DEL CLIENTE

SOLICITADO POR:	JEFATURA DE TRATAMIENTO Y CANALES
DIRECCIÓN:	PARQUE EMPRESARIAL COLON

DATOS DE LA MUESTRA

LUGAR DE MUESTREO	EL MORRO: ENTRADA 17M0575499,9708758 SALIDA 1 17M0575459,9708758 SALIDA 2 17M0575464,9708741		
PLAN DE MUESTREO	2022-04	METODO DE MUESTREO	PEE-LI-027/NTE INEN 2176:2013
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYO	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL	TECNICO DE MUESTREO	JORGE LEON
TIPO DE MUESTREO	MUESTRA COMPUESTA	CADENA DE CUSTODIA	LI/2022/1363
FECHA/HORA DE MUESTREO	29/04/2022 07:30 - 29/04/2022 11:15	FECHA/HORA DE RECEPCION	29/04/2022 22H01
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C): 25,2+/- 42,0 Humedad (%): 62+/- 42		
FECHA ENSAYO	INICIO: 29/04/2022	FIN:	11/05/2022

RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO * mg/l	NITRATO-N * LD** = 0.06 mg/l	SALINIDAD * LD** = 0.1 g/l	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES * mg/l	SULFATOS * LD** = 4 mg/l	SULFUROS * LD** = 0.002 mg/l
13632301 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	A-003653-22	130	0.4	1.0	970	190	0.459
13632202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	A-003654-22	45	0.8	0.8	886	195	0.039
13632203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	A-003655-22	25	0.3	1.0	974	199	0.087
MÉTODO USADO		PEE/LI/72	PEE/LI/37	PEE/LI/58	PEE/LI/25	PEE/LI/39	PEE/LI/18
EQUIPO		LI-068	LI-196	LI-091	LI-037	LI-196	LI-196

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	TENSOACTIVO * LD**= 0.09 mg/l
13632301 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	A-003653-22	0.5
13632202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	A-003654-22	0.4
13632203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	A-003655-22	0.2
MÉTODO USADO		PEE/LI/76
EQUIPO		LI-196

Observaciones:

LOS RESULTADOS DE TEMPERATURA REPORTADOS, CONSTITUYEN EL PROMEDIO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN EL SITIO DURANTE EL PERIODO DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA. MUESTRA SIMPLE PARA SULFUROS, COLIFORMES TOTALES Y FECALIS A LAS 18H00.

Incidencias (L) (n=2): ACIDIOS Y GRASAS : 28.7 %; CLORUROS : 4.2 %; CND : 0.9 %; COLIFORMES FECALIS : 6.1 %; COLIFORMES TOTALES : 6.2 %; COLOR : 20 %; DQO : 19.7%; FOSFORO TOTAL : 5 %; NITRATO-N : 19.9 %; NH4 : 20 %; NTK : 0.9 %; pH : 7.1 %; SSED : 43 %; SST : 9 %; SSV : 9 %; ST : 7 %; TEMPERATURA : 4 %; TPN : 6.9 %

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 SAE.
4. LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS EN EL LABORATORIO A EXCEPCIÓN DE CLORO RESIDUAL LIBRE Y TEMPERATURA QUE SE REALIZARON IN SITU.
5. El Laboratorio no es responsable de la información que el Cliente pone a disposición del público (correo, número telefónico, datos informativos entre otros) o aquellos que sean

FD-PG-7.8-002 Rev. 006

Dirección: VÍA A DAULE, KM 26,5
E-mail: LABORATORIO@INTERAGUA.COM.EC
TELF. 2136362 EXT. 2267; TELEFAX: 2267838 EXT. 205
GUAYAQUIL - ECUADOR
Hoja 1 de 2



Anexo 11 - Informe de laboratorio del mes de abril pág. 3

FECHA DEL INFORME: 12/06/2022

DATOS DEL CLIENTE

SOLICITADO POR:	JEFATURA DE TRATAMIENTO Y CANALES
DIRECCIÓN:	PARQUE EMPRESARIAL COLON

DATOS DE LA MUESTRA

LUGAR DE MUESTREO	EL MORRO: ENTRADA 17M0575499,9708758 SALIDA 1 17M0575459,9708758 SALIDA 2 17M0575464,9708741		
PLAN DE MUESTREO	2022-05	METODO DE MUESTREO	PEE-LI-027/NTE INEN 2176:2013
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYO	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL	TECNICO DE MUESTREO	JORGE LEON
TIPO DE MUESTREO	MUESTRA COMPUESTA	CADENA DE CUSTODIA	LI/2022/1829
FECHA/HORA DE MUESTREO	20/05/2022 07:40 - 20/05/2022 10:30	FECHA/HORA DE RECEPCION	20/05/2022 12H46
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C): 22,4+/- 2,8	Humedad (%): 65+/- 10	
FECHA ENSAYO	INICIO: 20/05/2022	FIN: 03/06/2022	

RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	ACEITES Y GRASAS mg/l	CLORUROS mg/l	COPRE LD** = 0,05 mg/l	COLIFORMES FECIALES NMP/100 ml	COLIFORMES TOTALES NMP/100 ml	COLOR LD** = 2 UC
18292201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar004278-22	1,00	163	1,09	13 000 000	24 000 000	43
18292202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar004279-22	< 10	345	< 0,05	11 000	92 000	40
18292203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ar004280-22	< 10	395	< 0,05	54 000	160 000	41
MÉTODO USADO		PEE/LI/01	PEE/LI/12	PEE/LI/20	PEE/LI/57	PEE/LI/57	PEE/LI/45
EQUIPO		LI-037	LI-V-029	LI-181	LI-064	LI-064	LI-196

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	CONDUCTIVIDAD uS/cm	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO LD** = 25 mg/l	FOSFORO TOTAL LD** = 0,3 mg/l	HIROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO LD** = 3 mg/l	HIERRO LD** = 0,08 mg/l	N-AMONIACAL LD** = 0,04 mg/l
18292201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar004278-22	1 241	165	4,6	< 10	0,69	24,9
18292202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar004279-22	1 831	215	4,3	< 10	< 0,08	2,4
18292203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ar004280-22	2 013	302	4,4	< 10	0,30	< 0,04
MÉTODO USADO		PEE/LI/34	PEE/LI/74	PEE/LI/84	PEE/LI/44	PEE/LI/42	PEE/LI/36
EQUIPO		LI-091	LI-172	LI-196	LI-075	LI-196	LI-196

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	NITRITO-N LD** = 0,010 mg/l	NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL mg/l	PH	PLOMO LD** = 0,25 mg/l	SÓLIDOS SEDIMENTABLES ml/l	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES mg/l
18292201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar004278-22	< 0,03	44,3	7,2	< 0,25	0,9	118
18292202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar004279-22	0,12	26,2	8,9	< 0,25	< 0,5	142
18292203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ar004280-22	0,09	17,8	8,5	< 0,25	< 0,5	150
MÉTODO USADO		PEE/LI/38	PEE/LI/23	PEE/LI/06	PEE/LI/20	PEE/LI/13	PEE/LI/16

EQUIPO		LI-196	LI-196	LI-059	LI-181	LI-V-035	LI-037
IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES mg/l	SÓLIDOS TOTALES mg/l	TEMPERATURA oC	ZINC LD** = 0,025 mg/l		
18292201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ai004278-22	88	742	28	0,129		
18292202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ai004279-22	120	1 124	27	0,052		
18292203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ai004280-22	138	1 178	27	< 0,05		
MÉTODO USADO		PEE/LI/16	PEE/LI/15	PEE/LI/70	PEE/LI/20		
EQUIPO		LI-037	LI-047	LI-206	LI-181		

Observaciones:

LOS RESULTADOS DE TEMPERATURA REPORTADOS, CONSTITUYEN EL PROMEDIO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN EL SITIO DURANTE EL PERIODO DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA. MUESTRA SIMPLE PARA SULFUROS, COLIFORMES TOTALES Y FECALIS A LAS 18H00.

LOS RESULTADOS DE TEMPERATURA REPORTADOS, CONSTITUYEN EL PROMEDIO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN EL SITIO DURANTE EL PERIODO DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA. MUESTRA SIMPLE PARA SULFUROS, COLIFORMES TOTALES Y FECALIS A LAS 18H00.

Inciestumbres (U, K2): ACEITES Y GRASAS : 28,7 %; CLOXWOS : 4,2 %; CND : 0,8 %; COLIFORMES FECALIS : 6,7 %; COLIFORMES TOTALES : 8,3 %; COLOR : 20 %; Cu : 38,0 %; DOO : 19,7 %; Fe : 19,7 %; FOSFORO TOTAL : 5 %; NITRITO : 19,9 %; N-NH3 : 20 %; NTK : 9,9 %; Pb : 8,2 %; pH : 7 %; SSED : 43 %; SS7 : 9 %; SSV : 9 %; ST : 7 %; TEMPERATURA : 4 %; TPH : 6,3 %; Zn : 29,8 %

NOTAS:

1. LOS RESULTADOS SOLO SE REFEREN A LA MUESTRA PRESENTADA AL ENSAYO.
2. EL PRESENTE INFORME NO DEBE SER REPRODUCIDO EXCEPTO EN FORMA TOTAL, SIN LA APROBACION ESCRITA DEL LABORATORIO.
3. LOS ENSAYOS MARCADOS CON (*) NO ESTAN INCLUIDOS EN EL ALCANCE DE LA ACREDITACION DEL SAE.
4. LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS EN EL LABORATORIO A EXCEPCION DE CLORO RESIDUAL LIBRE Y TEMPERATURA QUE SE REALIZARON IN SITU.
5. El Laboratorio no es responsable de la información que el Cliente pone a disposición del público (correos, número telefónico, datos informativos entre otros) o aquellos que sean acordados entre el laboratorio y el cliente. El Laboratorio pone en conocimiento que podrá revelar información confidencial únicamente cuando esta sea requerida por ley y notificado al Cliente en acuerdo con las disposiciones contractuales o de confidencialidad establecidos entre las partes.

LD** = LÍMITE DE DETECCIÓN.



Q.F. FELIX BOBADILLA ULLÓN
JEFE LABORATORIO



**LABORATORIO DE AGUAS
INTERAGUA C. LTDA.
INFORME DE ENSAYOS
LI-IE-01829-22**

FECHA DEL INFORME: 12/06/2022

DATOS DEL CLIENTE

SOLICITADO POR:	JEFATURA DE TRATAMIENTO Y CANALES
DIRECCIÓN:	PARQUE EMPRESARIAL COLON

DATOS DE LA MUESTRA

LUGAR DE MUESTREO	EL MORRO: ENTRADA 17M0575499,9708758 SALIDA 1 17M0575459,9708758 SALIDA 2 17M0575464,9708741		
PLAN DE MUESTREO	2022-05	METODO DE MUESTREO	PEE-LI-027/NTE INEN 2176.2013
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYO	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL	TECNICO DE MUESTREO	JORGE LEON
TIPO DE MUESTREO	MUESTRA COMPUESTA	CADENA DE CUSTODIA	LI/2022/1829
FECHA/HORA DE MUESTREO	20/05/2022 07:40 - 20/05/2022 10:30	FECHA/HORA DE RECEPCION	20/05/2022 12H46
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C): 22,4+/- 2,8	Humedad (%): 65+/- 10	
FECHA ENSAYO	INICIO: 20/05/2022	FIN: 03/06/2022	

RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	ALUMINIO * LD** = 0,045 mg/l	ARSENICO * LD** = 0,0025 mg/l	BERIO * LD** = 0,010 mg/l	BORO * LD** = 0,4 mg/l	CADMIO * LD** = 0,025 mg/l	CIANURO * LD** = 0,009 mg/l
18292201 ENTRADA A LA ESTACION DE BOMBEO	Ar004278-22	0,35	< 0,002 5	0,06	0,8	< 0,025	0,01
18292202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar004279-22	< 0,045	< 0,002 5	0,00	2,0	< 0,025	0,01
18292203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ar004280-22	0,07	< 0,002 5	0,07	0,9	< 0,025	0,01
METODO USADO		PEE/LI/51	PEE/LI/20	PEE/LI/20	PEE/LI/82	PEE/LI/20	PEE/LI/46
EQUIPO		LI-196	LI-181	LI-181	LI-196	LI-181	LI-196
IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	COBALTO * mg/l	CROMO TOTAL * LD** = 0,10 mg/l	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO * mg/l	FENOLES * LD** = 0,001 mg/l	FLUORURO * LD** = 0,02 mg/l	MANGANESO * LD** = 0,005 mg/l
18292201 ENTRADA A LA ESTACION DE BOMBEO	Ar004278-22	0,00	< 0,1	70	0,001	0,37	0,09
18292202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar004279-22	0,00	< 0,1	50	0,009	0,15	0,07
18292203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ar004280-22	0,00	< 0,1	6,0	0,007	0,44	0,07
METODO USADO		PEE/LI/20	PEE/LI/20	PEE/LI/72	PEE/LI/17	PEE/LI/83	PEE/LI/62
EQUIPO		LI-181	LI-181	LI-058	LI-196	LI-196	LI-196
IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	MERCURIO * LD** = 0,0005 mg/l	NIQUEL * LD** = 0,05 mg/l	NITRATO-N * LD** = 0,06 mg/l	PLATA * LD** = 0,05 mg/l	SALINIDAD * LD** = 0,1 g/l	SELENIO * LD** = 0,0010 mg/l
18292201 ENTRADA A LA ESTACION DE BOMBEO	Ar004278-22	0,000 6	0,077	0,5	< 0,05	0,6	< 0,001
18292202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar004279-22	0,000 5	0,075	1,3	= 0,05	0,9	= 0,001
18292203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ar004280-22	< 0,000 5	0,077	1,1	= 0,05	1,0	= 0,001
METODO USADO		PEE/LI/23	PEE/LI/20	PEE/LI/37	PEE/LI/20	PEE/LI/68	PEE/LI/52
EQUIPO		LI-181	LI-181	LI-196	LI-181	LI-091	LI-181

FO-PG-7.8-002 Rev. 006

Dirección: VÍA A DAULE, KM 26,5
E-mail: LABORATORIO@INTERAGUA.COM.EC
TELF. 2136362 EXT. 2267; TELEFAX: 2267838 EXT. 205
GUAYAQUIL - ECUADOR
Hoja 1 de 2



Anexo 14 - Informe de laboratorio del mes de mayo pág. 3



**LABORATORIO DE AGUAS
INTERAGUA C. LTDA.
INFORME DE ENSAYOS
LI-IE-01829-22**

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES *	SULFATOS * LD** = 4 mg/l	SULFUROS * LD** = 0.002 mg/l	TENSOACTIVO * LD**= 0.09 mg/l
18292201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar004278-22	624	118	1,480	0,2
18292202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar004279-22	962	178	0,020	0,2
18292203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ar004280-22	1 028	225	< 0,002	0,4
MÉTODO USADO		PEE/LI/25	PEE/LI/29	PEE/LI/18	PEE/LI/76
EQUIPO		LJ-637	LJ-196	LJ-196	LJ-195

Observaciones:

LOS RESULTADOS DE TEMPERATURA REPORTADOS, CONSTITUYEN EL PROMEDIO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN EL SITIO DURANTE EL PERIODO DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA. MUESTRA SIMPLE PARA SULFUROS, COLIFORMES TOTALES Y FECALIS A LAS 18H00.

LOS RESULTADOS DE TEMPERATURA REPORTADOS, CONSTITUYEN EL PROMEDIO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN EL SITIO DURANTE EL PERIODO DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA. MUESTRA SIMPLE PARA SULFUROS, COLIFORMES TOTALES Y FECALIS A LAS 18H00.

Incó/mómetros (L, A+2): ACEITES Y GRASAS : 28.7 %; CLORUROS : 4.2 %; CND : 0.8 %; COLIFORMES FECALIS : 6.1 %; COLIFORMES TOTALES : 8.3 %; COLOR : 20 %; Cu : 26.0 %; DDO : 19.7 %; Fe : 19.7 %; FOSFORO TOTAL : 5 %; NITRÓGENO : 19.9 %; N-NH3 : 20 %; NTK : 9.9 %; Pb : 8.2 %; pH : 1 %; SSED : 49 %; SSF : 9 %; ST : 7 %; TEMPERATURA : 4 %; TPH : 6.8 %; Zn : 24.8 %

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 SAE.
4. LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS EN EL LABORATORIO A EXCEPCIÓN DE CLORO RESIDUAL LIBRE Y TEMPERATURA QUE SE REALIZARON IN SITU.
5. El Laboratorio no es responsable de la información que el Cliente pone a disposición del público (correo, número telefónico, datos informativos entre otros) o aquellos que sean acordados entre el laboratorio y el cliente. El Laboratorio pone en conocimiento que podrá revelar información confidencial únicamente cuando esta sea requerida por ley y notificado al Cliente en acuerdo con las disposiciones contractuales o de confidencialidad establecidos entre las partes.

LD** = LÍMITE DE DETECCIÓN.

Q.F. FELIX BOBADILLA ULLÓN
JEFE LABORATORIO

FD-PG-7.8-002 Rev. 006

Dirección: VÍA A DAULE, KM 26,5
E-mail: LABORATORIO@INTERAGUA.COM.EC
TELF. 2136362 EXT. 2267; TELEFAX: 2267838 EXT. 205
GUAYAQUIL - ECUADOR
Hoja 2 de 2



FECHA DEL INFORME: 05/07/2022

DATOS DEL CLIENTE

SOLICITADO POR:	JEFATURA DE TRATAMIENTO Y CANALES
DIRECCIÓN:	PARQUE EMPRESARIAL COLON

DATOS DE LA MUESTRA

LUGAR DE MUESTREO	EL MORRO: ENTRADA 17M0574306,9708354 SALIDA 1 17M0574177,9708292 SALIDA 2 17M0574153,9708356		
PLAN DE MUESTREO	2022-06	METODO DE MUESTREO	PEE-LI-027/NTE INEN 2176.2013
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL	TECNICO DE MUESTREO	JEFFERSON ABAD
TIPO DE MUESTREO	MUESTRA COMPUESTA	CADENA DE CUSTODIA	LI/2022/2261
FECHA/HORA DE MUESTREO	24/06/2022 08:20 - 24/06/2022 09:35		
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C): 22.2+/- 2,7	Humedad (%): 63+/- 12	
FECHA ENSAYO	INICIO: 24/06/2022	FIN: 04/07/2022	

RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	ACETES Y GRASAS mg/l	CLORUROS mg/l	COLIFORMES FÉCALES NMP/100 ml	COLIFORMES TOTALES NMP/100 ml	COLOR LD** = 2 UC	CONDUCTIVIDAD µS/cm
22612201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ai005202-22	16,1	200	24 000 000	24 000 000	61	1 360
22612202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ai005203-22	< 10	241	24 000	540 000	50	1 513
22612203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ai005204-22	< 10	497	5 300	24 000	48	2 220
MÉTODO USADO		PEE/LI/01	PEE/LI/12	PEE/LI/57	PEE/LI/57	PEE/LI/45	PEE/LI/34
EQUIPO		LI-037	LI-V-029	LI-264	LI-264	LI-196	LI-091

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO * mg/l	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO LO** = 25 mg/l	FOSFORO TOTAL LO** = 0,3 mg/l	HIIDROCARBUNOS TOTALES DE PETRÓLEO LO** = 3 mg/l	N-AMONIACAL LD** = 0,04 mg/l	NITRATO-N * LO** = 0,06 mg/l
22612201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ai005202-22	100	289	0,6	< 10	27,0	0,8
22612202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ai005203-22	70	302	4,4	< 10	5,2	2,5
22612203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ai005204-22	35	184	0,0	< 10	2,1	0,1
MÉTODO USADO		PEE/LI/72	PEE/LI/74	PEE/LI/84	PEE/LI/44	PEE/LI/96	PEE/LI/97
EQUIPO		LI-068	LI-172	LI-196	LI-075	LI-196	LI-196

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	NITRITO-N LD** = 0,010 mg/l	NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL mg/l	PH	SALINIDAD * LD** = 0,1 g/l	SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES * mg/l	SÓLIDOS SEDIMENTABLES ml/l
22612201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ai005202-22	< 0,03	58,7	7,0	0,7	704	3,0
22612202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ai005203-22	0,22	29,4	8,2	0,8	750	< 0,5
22612203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ai005204-22	< 0,03	15,1	9,0	1,2	1 260	< 0,5
MÉTODO USADO		PEE/LI/38	PEE/LI/23	PEE/LI/08	PEE/LI/68	PEE/LI/25	PEE/LI/13

EQUIPO		LI-196	LI-196	LI-059	LI-091	LI-037	LI-V-035
IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES mg/l	SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES mg/l	SOLIDOS TOTALES mg/l	SULFATOS * LD** = 4 mg/l	SULFUROS * LD** = 0.002 mg/l	TEMPERATURA °C
22612201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar005202-22	54	44	758	97	0,256	28
22612202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar005203-22	120	102	870	165	0,002	23
22612203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ar005204-22	138	128	1 298	221	0,006	23
MÉTODO USADO		PEE/LI/16	PEE/LI/16	PEE/LI/15	PEE/LI/39	PEE/LI/18	PEE/LI/70
EQUIPO		LI-037	LI-037	LI-047	LI-196	LI-196	LI-206

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	TENSIOACTIVO * LD**= 0.05 mg/l
22612201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar005202-22	4,9
22612202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar005203-22	0,3
22612203 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S2	Ar005204-22	0,4
MÉTODO USADO		PEE/LI/76
EQUIPO		LI-195

Observaciones:

LOS RESULTADOS DE TEMPERATURA REPORTADOS, CONSTITUYEN EL PROMEDIO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN EL SITIO DURANTE EL PERIODO DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, MUESTRA SIMPLE PARA SULFUROS, COLIFORMES TOTALES Y FECALIS A LAS 09HS5.

Incrédulos: (U.A+2): ACEITES Y GRASAS : 28,7 %; CLORUROS : 4,2 %; CND : 0,8 %; COLIFORMES FECALIS : 6,1 %; COLIFORMES TOTALES : 8,3 %; COLOR : 20 %; DQO : 19,7 %; FOSFORO TOTAL : 5 %; NITRITO-N : 19,9 %; NITRO : 20 %; NTK : 9,9 %; pH : 7,3; SSED : 43 %; SST : 9 %; SSV : 9 %; ST : 7 %; TEMPERATURA : 4 %; TPH : 6,3 %

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 SAE.
4. LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS EN EL LABORATORIO A EXCEPCIÓN DE CLORO RESIDUAL LIBRE Y TEMPERATURA QUE SE REALIZARON IN SITU.
5. El Laboratorio no es responsable de la información que el Cliente pone a disposición del público (correo, número telefónico, datos informativos entre otros) o aquellos que sean acordados entre el laboratorio y el cliente. El Laboratorio pone en conocimiento que podrá revelar información confidencial únicamente cuando esta sea requerida por ley y notificada al Cliente en acuerdo con las disposiciones contractuales o de confidencialidad establecidos entre las partes.
6. La actividad de muestreo no está dentro del alcance de acreditación del SAE.

LD** = LÍMITE DE DETECCIÓN.



Q.F. FELIX BOBADILLA ULLÓN
JEFE LABORATORIO

Dirección: VÍA A DAULE, KM 26,5
E-mail: LABORATORIO@INTERAGUA.COM.EC
TELF. 2136362 EXT. 2267; TELEFAX: 2267838 EXT. 205
GUAYAQUIL - ECUADOR
Hoja 2 de 2



FECHA DEL INFORME: 10/08/2022

DATOS DEL CLIENTE

SOLICITADO POR:	JEFATURA DE TRATAMIENTO Y CANALES
DIRECCIÓN:	PARQUE EMPRESARIAL COLÓN

DATOS DE LA MUESTRA

LUGAR DE MUESTREO	EL MORRO: ENTRADA 17M0574306,9708354 SALIDA 1 17M0574177,9708292		
PLAN DE MUESTREO	2022-07	METODO DE MUESTREO	PEE-LI-027/NTE INEN 2176.2013
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYO	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL	TECNICO DE MUESTREO	JEFFERSON ABAD
TIPO DE MUESTREO	MUESTRA COMPUESTA	CADENA DE CUSTODIA	LI/2022/2735
FECHA/HORA DE MUESTREO	22/07/2022 07:26 - 22/07/2022 09:50	FECHA/HORA DE RECEPCION	22/07/2022 14H23
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C): 22,9+/- 3,1	Humedad (%): 61+/- 7	
FECHA ENSAYO	INICIO: 22/07/2022	FIN: 09/08/2022	

RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	ACEITES Y GRASAS mg/l	CLORUROS mg/l	COLIFORMES FCALES NMP/100 ml	COLIFORMES TOTALES NMP/100 ml	COLOR LD** ± 2 UC	CONDUCTIVIDAD µS/cm
27352201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar005909-22	13,0	222	17 000 000	35 000 000	57	1 791
27352202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar005909-22	+ 10	230	140 000	1 600 000	40	1 487
MÉTODO USADO		PEE/LI/01	PEE/LI/12	PEE/LI/57	PEE/LI/57	PEE/LI/45	PEE/LI/34
EQUIPO		LI-037	LI-V-029	LI-064	LI-064	LI-196	LI-091
IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO * mg/l	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO LD** ± 25 mg/l	FOSFORO TOTAL LD** ± 0,3 mg/l	HIROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO LD** ± 3 mg/l	N-AMONIACAL LD** ± 0,04 mg/l	NITRATO-N * LD** ± 0,06 mg/l
27352201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar005909-22	140	237	5,4	< 1,0	47,8	0,2
27352202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar005909-22	80	147	4,3	< 1,0	5,8	19,4
MÉTODO USADO		PEE/LI/72	PEE/LI/74	PEE/LI/94	PEE/LI/44	PEE/LI/36	PEE/LI/57
EQUIPO		LI-068	LI-172	LI-196	LI-075	LI-196	LI-196
IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	NITRITO-N LD** ± 0,010 mg/l	NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL mg/l	PH	SALINIDAD * LD** ± 0,1 g/l	SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES * mg/l	SÓLIDOS SEDIMENTABLES mg/l
27352201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar005909-22	+ 0,03	55,8	7,2	0,9	910	+ 0,5
27352202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar005909-22	0,80	11,4	7,4	0,7	736	< 0,5
MÉTODO USADO		PEE/LI/38	PEE/LI/23	PEE/LI/08	PEE/LI/68	PEE/LI/25	PEE/LI/13
EQUIPO		LI-196	LI-196	LI-059	LI-091	LI-037	LI-V-035
IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES mg/l	SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES mg/l	SÓLIDOS TOTALES mg/l	SULFATOS * LD** ± 4 mg/l	SULFUROS * LD** ± 0,002 mg/l	TEMPERATURA °C
27352201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar005909-22	40	38	950	138	0,018	38

27352202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar005909-22	06	50	792	141	0,018	23
MÉTODO USADO		PEE/LI/10	PEE/LI/10	PEE/LI/15	PEE/LI/30	PEE/LI/30	PEE/LI/70
EQUIPO		LI-037	LI-037	LI-047	LI-196	LI-196	LI-206

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	TENSOACTIVO * LD** 0.09 mg/l
27352201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar005903-22	5,1
27352202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar005909-22	0,3
MÉTODO USADO		PEE/LI/70
EQUIPO		LI-196

Observaciones:

LOS RESULTADOS DE TEMPERATURA REPORTADOS, CONSTITUYEN EL PROMEDIO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN EL SITIO DURANTE EL PERIODO DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA. MUESTRA SIMPLE PARA SULFUROS, COLIFORMES TOTALES Y FECALES A LAS 18H00.

incrustaciones (LI A-2): ACEITES Y GRASAS : 28.7 %, CLORUROS : 4.2 %, CMO : 0.8 %, COLIFORMES FECALES : 6.1 %, COLIFORMES TOTALES : 6.3 %, COLOM / 20 % : 16.7%, FOSFORO TOTAL : 5 %, NITRITO-N : 19.9 %, N-NHO : 20 %, NTK : 8.9 %, pH: 7 %, SSED : 42 %, SDF : 9 %, SDV : 9 %, ST : 7 %, TEMPERATURA : 4 %, TPW : 6.3 %

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 SAE.
4. LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS EN EL LABORATORIO A EXCEPCIÓN DE CLORO RESIDUAL LIBRE Y TEMPERATURA QUE SE REALIZARON IN SITU.
5. El Laboratorio no es responsable de la información que el Cliente pone a disposición del público (comercio, número telefónico, datos informativos entre otros) o aquellos que sean acordados entre el laboratorio y el cliente. El Laboratorio pone en conocimiento que podrá revelar información confidencial únicamente cuando esta sea requerida por ley y notificado al Cliente en acuerdo con las disposiciones contractuales o de confidencialidad establecidos entre las partes.
6. La actividad de muestreo no está dentro del alcance de acreditación del SAE.

LD** = LÍMITE DE DETECCIÓN.



Q.F. FELIX BOBADILLA ULLÓN
JEFE LABORATORIO

FECHA DEL INFORME: 13/09/2022

DATOS DEL CLIENTE

SOLICITADO POR:	JEFATURA DE TRATAMIENTO Y CANALES
DIRECCIÓN:	PARQUE EMPRESARIAL COLON

DATOS DE LA MUESTRA

LUGAR DE MUESTREO	EL MORRO: ENTRADA 17M0574306,9708354 SALIDA 1 17M0574177,9708292 SALIDA 2 17M0574153,9708356		
PLAN DE MUESTREO	2022-08	METODO DE MUESTREO	PEE-LI-027/NTE INEN 2176:2013
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYO	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL	TECNICO DE MUESTREO	JORGE LEON
TIPO DE MUESTREO	MUESTRA COMPUESTA	CADENA DE CUSTODIA	LI/2022/3113
FECHA/HORA DE MUESTREO	26/08/2022 07:35 - 26/08/2022 10:40	FECHA/HORA DE RECEPCION	26/08/2022 14H14
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C): 23,1+/- 2,5	Humedad (%):	60+/- 6
FECHA ENSAYO	INICIO: 26/08/2022	FIN:	12/09/2022

RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	ACETES Y GRASAS mg/l	CLORUROS mg/l	COLIFORMES FECALIS NMP/100 ml	COLIFORMES TOTALES NMP/100 ml	COLOR LD** = 2 UC	CONDUCTIVIDAD uS/cm
31 132201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar006905-22	< 10	133	24 000 000	24 000 000	55	1 235
31 132202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar006906-22	< 10	212	13 000	33 000	20	1 375
MÉTODO USADO		PEE/LI/01	PEE/LI/12	PEE/LI/57	PEE/LI/57	PEE/LI/45	PEE/LI/34
EQUIPO		LI-037	LI-V-029	LI-064	LI-064	LI-196	LI-091
IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO * mg/l	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO LD** = 25 mg/l	FOSFORO TOTAL LD** = 0.3 mg/l	HIDROCARBURONOS TOTALES DE PETRÓLEO LD** = 3 mg/l	N-AMONICAL LD** = 0.04 mg/l	NITRATO-N * LD** = 0.06 mg/l
31 132201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar006905-22	120	214	4,5	< 10	31,0	0,3
31 132202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar006906-22	60	211	5,7	= 10	3,1	9,6
MÉTODO USADO		PEE/LI/72	PEE/LI/74	PEE/LI/64	PEE/LI/44	PEE/LI/86	PEE/LI/37
EQUIPO		LI-066	LI-172	LI-196	LI-075	LI-196	LI-196
IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	NITRITO-N LD** = 0.010 mg/l	NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL mg/l	PH	SALINIDAD * LD** = 0.1 g/l	SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES * mg/l	SÓLIDOS SEDIMENTABLES ml/l
31 132201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar006905-22	= 0,03	56,4	7,2	0,6	590	2,0
31 132202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar006906-22	0,62	12,4	7,9	0,7	614	= 0,5
MÉTODO USADO		PEE/LI/38	PEE/LI/23	PEE/LI/08	PEE/LI/68	PEE/LI/25	PEE/LI/13
EQUIPO		LI-196	LI-196	LI-059	LI-091	LI-037	LI-V-035
IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES mg/l	SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES mg/l	SÓLIDOS TOTALES mg/l	SULFATOS * LD** = 4 mg/l	SULFUROS * LD** = 5.002 mg/l	TEMPERATURA °C

31132201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar006905-22	128	76	718	89	0,796	26
31132202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar006906-22	132	94	746	130	0,010	24
MÉTODO USADO		PBE/LI/16	PBE/LI/16	PBE/LI/15	PBE/LI/39	PBE/LI/18	PBE/LI/70
EQUIPO		LI-037	LI-037	LI-047	LI-196	LI-196	LI-206

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	TENSIÓACTIVO * LD** 0,09 mg/l
31132201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar006905-22	4,0
31132202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar006906-22	1,0
MÉTODO USADO		PBE/LI/76
EQUIPO		LI-196

Observaciones:

LOS RESULTADOS DE TEMPERATURA REPORTADOS, CONSTITUYEN EL PROMEDIO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN EL SITIO DURANTE EL PERIODO DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA. MUESTRA SIMPLE PARA SULFUROS, COLIFORMES TOTALES Y FECALES A LAS 18H00.

Incarbónatras (LI A-2):c- ACIDTES Y GRASAS : 28,7 %; CLORUROS : 4,2 %; CND : 0,8 %; COLIFORMES FECALES : 6,1 %; COLIFORMES TOTALES : 8,2 %; COLOR : 20 %; DBO : 70,7%; FOSFORO TOTAL : 6 %; NITATO-N : 79,9 %; N-NH4 : 20 %; NTK : 9,9 %; pH : 1 %; SSEO : 49 %; SST : 9 %; SSV : 9 %; ST : 7 %; TEMPERATURA : 4 %; TPH : 6,3 %

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 SAE.
4. LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS EN EL LABORATORIO A EXCEPCIÓN DE CLORO RESIDUAL, LIBRE Y TEMPERATURA QUE SE REALIZARON IN SITU.
5. El Laboratorio no es responsable de la información que el Cliente pone a disposición del público (correo, número telefónico, datos informativo entre otros) o aquellos que sean acordados entre el laboratorio y el cliente. El Laboratorio pone en conocimiento que podrá revelar información confidencial únicamente cuando esta sea requerida por ley y notificado al Cliente en acuerdo con las disposiciones contractuales o de confidencialidad establecidos entre las partes.
6. La actividad de muestreo no está dentro del alcance de acreditación del SAE.

LD** = LÍMITE DE DETECCIÓN.



Q.F. FELIX BOBADILLA ULLÓN
JEFE LABORATORIO

FECHA DEL INFORME: 30/09/2022

DATOS DEL CLIENTE

SOLICITADO POR:	JEFATURA DE TRATAMIENTO Y CANALES
DIRECCIÓN:	PARQUE EMPRESARIAL COLON

DATOS DE LA MUESTRA

LUGAR DE MUESTREO	EL MORRO: ENTRADA 17M0574306,9708354 SALIDA 1 17M0574177,9708292 SALIDA 2 17M0574153,9708356		
PLAN DE MUESTREO	2022-09	METODO DE MUESTREO	PEE-LI-027/NTE INEN 2176:2013
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYO	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL	TÉCNICO DE MUESTREO	HUGO CORTAZAR
TIPO DE MUESTREO	MUESTRA COMPUESTA	CADENA DE CUSTODIA	LI/2022/3629
FECHA/HORA DE MUESTREO	05/09/2022 07:25 - 05/09/2022 10:10	FECHA/HORA DE RECEPCION	05/09/2022 21H57
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C): 23,5+/- 2,7	Humedad (%): 58+/- 8	
FECHA ENSAYO	INICIO: 05/09/2022	FIN: 23/09/2022	

RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	ACEITES Y GRASAS mg/l	CLORUROS mg/l	COLIFORMES FEGALES NMP/100 ml	COLIFORMES TOTALES NMP/100 ml	COLOR LD** = 2 UC	CONDUCTIVIDAD uS/cm
36292201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar007060-22	17,0	171	35 000 000	92 000 000	74	1 480
36292202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar007061-22	< 10	163	49 000	1 600 000	80	1 322
MÉTODO USADO		PEE/LI/01	PEE/LI/12	PEE/LI/57	PEE/LI/57	PEE/LI/45	PEE/LI/34
EQUIPO		LI-037	LI-V-029	LI-064	LI-064	LI-196	LI-091

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO * mg/l	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO LD** = 25 mg/l	FOSFORO TOTAL LD** = 0,3 mg/l	HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO LD** = 3 mg/l	N-AMONÍACAL LD** = 0,04 mg/l	NITRATO-N * LD** = 0,06 mg/l
36292201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar007060-22	120	219	6,0	< 10	48,8	0,1
36292202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar007061-22	40	202	4,5	< 10	2,3	11,6
MÉTODO USADO		PEE/LI/72	PEE/LI/74	PEE/LI/84	PEE/LI/44	PEE/LI/36	PEE/LI/37
EQUIPO		LI-068	LI-172	LI-196	LI-075	LI-196	LI-196

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	NITRITO-N LD** = 0,010 mg/l	NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL mg/l	PH	SALINIDAD * LD** = 0,1 g/l	SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES * mg/l	SÓLIDOS SEDIMENTABLES mg/l
36292201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar007060-22	0,03	66,8	7,2	0,7	752	0,7
36292202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar007061-22	2,65	53,5	8,1	0,7	640	< 0,5
MÉTODO USADO		PEE/LI/38	PEE/LI/23	PEE/LI/08	PEE/LI/58	PEE/LI/25	PEE/LI/13
EQUIPO		LI-196	LI-196	LI-059	LI-091	LI-037	LI-V-035

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES mg/l	SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES mg/l	SÓLIDOS TOTALES mg/l	SULFATOS * LD** = 4 mg/l	SULFUROS * LD** = 0,002 mg/l	TEMPERATURA °C

36.292.201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar007060-22	74	68	826	88	0,270	26
36.292.202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar007061-22	126	108	766	119	0,010	25
MÉTODO USADO		PEE/LI/16	PEE/LI/16	PEE/LI/15	PEE/LI/39	PEE/LI/18	PEE/LI/70
EQUIPO		LI-037	LI-037	LI-047	LI-196	LI-196	LI-206

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	TENSOACTIVO + LD**= 0,09 mg/l
36.292.201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar007060-22	6,1
36.292.202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar007061-22	0,2
MÉTODO USADO		PEE/LI/76
EQUIPO		LI-196

Observaciones:

LOS RESULTADOS DE TEMPERATURA REPORTADOS, CONSTITUYEN EL PROMEDIO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN EL SITIO DURANTE EL PERIODO DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA. MUESTRA SIMPLE PARA SULFUROS, COLIFORMES TOTALES Y FECALES A LAS 18H00.

Incidencias (L y R): ACEITES Y GRASAS : 28,7 %; CLORUROS : 4,2 %; CMO : 0,8 %; COLIFORMES FECALES : 6,7 %; COLIFORMES TOTALES : 8,3 %; COLOR : 20 %; DCO : 19,7%; Fosforo TOTAL : 5 %; NITRITO-N : 19,9 %; NITRO : 20 %; NH4 : 9,9 %; pH : 1 %; SSED : 49 %; SST : 9 %; SSV : 9 %; ST : 7 %; TEMPERATURA : 4 %; TSM : 6,2 %

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 SAE.
4. LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS EN EL LABORATORIO A EXCEPCIÓN DE CLORO RESIDUAL LIBRE Y TEMPERATURA QUE SE REALIZAN IN SITU.
5. El Laboratorio no es responsable de la información que el Cliente pone a disposición del público (cartas, número telefónico, datos informativos entre otros) o aquellos que sean acordados entre el laboratorio y el cliente. El Laboratorio pone en conocimiento que podrá revelar información confidencial únicamente cuando esta sea requerida por ley y notificado al Cliente en acuerdo con las disposiciones contractuales o de confidencialidad establecidos entre las partes.
6. La actividad de muestreo no está dentro del alcance de acreditación del SAE.

LD** = LÍMITE DE DETECCIÓN.



Q.F. FELIX BOBADILLA ULLÓN
JEFE LABORATORIO

FECHA DEL INFORME: 14/11/2022

DATOS DEL CLIENTE

SOLICITADO POR:	JEFATURA DE TRATAMIENTO Y CANALES
DIRECCIÓN:	PARQUE EMPRESARIAL COLON

DATOS DE LA MUESTRA

LUGAR DE MUESTREO	EL MORRO: ENTRADA 17M0574306,9708354 SALIDA 1 17M0574177,9708292 SALIDA 2 17M0574153,9708356		
PLAN DE MUESTREO	2022-10	METODO DE MUESTREO	PEE-LI-027/NTE INEN 2176.2013
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYO	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL	TECNICO DE MUESTREO	ISMAEL GRACIA
TIPO DE MUESTREO	MUESTRA COMPUESTA	CADENA DE CUSTODIA	LI/2022/4114
FECHA/HORA DE MUESTREO	24/10/2022 07:30 - 24/10/2022 10:20	FECHA/HORA DE RECEPCION	24/10/2022 14H46
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C): 23,3+/- 7,2	Humedad (%):	56+/- 11
FECHA ENSAYO	INICIO: 24/10/2022	FIN:	07/11/2022

RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	ACEITES Y GRASAS mg/l	CLORURDS mg/l	COLIFORMES FECALES NMP/100 ml	COLIFORMES TOTALES NMP/100 ml	COLOR LD** = 2 UC	CONDUCTIVIDAD µS/cm
41142201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ai008535-22	< 10	233	35 000 000	35 000 000	55	1 469
41142202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ai008536-22	55,8	185	17 000	49 000	52	1 337
MÉTODO USADO		PEE/LI/01	PEE/LI/12	PEE/LI/57	PEE/LI/57	PEE/LI/45	PEE/LI/34
EQUIPO		LI-037	LI-V-029	LI-064	LI-064	LI-196	LI-091
IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO * mg/l	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO LD** = 25 mg/l	FOSFORO TOTAL LD** = 0,3 mg/l	HIROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO LD** = 3 mg/l	N-AMONÍACAL LD** = 0,04 mg/l	NITRATO-N * LD** = 0,06 mg/l
41142201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ai008535-22	60	211	5,3	< 10	20,0	1,0
41142202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ai008536-22	150	357	6,2	< 10	17,5	2,2
MÉTODO USADO		PEE/LI/72	PEE/LI/74	PEE/LI/84	PEE/LI/44	PEE/LI/36	PEE/LI/37
EQUIPO		LI-058	LI-172	LI-196	LI-075	LI-196	LI-196
IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	NITRITO-N LD** = 0,010 mg/l	NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL mg/l	PH	SALINIDAD * LD** = 0,1 g/l	SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES * mg/l	SÓLIDOS SEDIMENTABLES ml/l
41142201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ai008535-22	0,07	47,4	7,1	0,8	780	< 0,5
41142202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ai008536-22	0,07	41,4	7,6	0,7	696	0,9
MÉTODO USADO		PEE/LI/38	PEE/LI/23	PEE/LI/08	PEE/LI/68	PEE/LI/25	PEE/LI/13
EQUIPO		LI-196	LI-196	LI-069	LI-091	LI-037	LI-V-025
IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES mg/l	SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES mg/l	SÓLIDOS TOTALES mg/l	SULFATOS * LD** = 4 mg/l	SULFUROS * LD** = 0,006 mg/l	TEMPERATURA °C

41142201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	A/008535-22	110	92	890	106	1,420	28
41142202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	A/008536-22	198	158	894	105	0,106	23
MÉTODO USADO		PEE/LI/16	PEE/LI/16	PEE/LI/15	PEE/LI/39	PEE/LI/18	PEE/LI/70
EQUIPO		LI-037	LI-037	LI-047	LI-196	LI-196	LI-206

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	TENSOACTIVO * LD**= 0,09 mg/l
41142201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	A/008535-22	0,4
41142202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	A/008536-22	3,2
MÉTODO USADO		PEE/LI/76
EQUIPO		LI-195

Observaciones:

LOS RESULTADOS DE TEMPERATURA REPORTADOS, CONSTITUYEN EL PROMEDIO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN EL SITIO DURANTE EL PERIODO DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA. MUESTRA SIMPLE PARA SULFUROS, COLIFORMES TOTALES Y FECALES A LAS 18H00.

Incertidumbres (U, k=2): ACEITES Y GRASAS : 20,7 %; CLORUROS : 4,2 %; CND : 0,8 %; COLIFORMES FECALES: 4,7 %; COLIFORMES TOTALES : 4,2 %; COLOR : 20 %, ODO : 19,7%, FOSFORO TOTAL : 5 %; NITRITO-N : 19,9 %; N-NH4 : 20 %; NTK : 8,9 %; pH: 1 %; SSED : 42 %; SST : 9 %; SSV : 9 %; ST : 7 %; TEMPERATURA : 4 %; TRH : 4,3 %

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 SAE.
4. LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS EN EL LABORATORIO A EXCEPCIÓN DE CLORO RESIDUAL LIBRE Y TEMPERATURA QUE SE REALIZARON IN SITU.
5. El laboratorio no es responsable de la información que el Cliente posea a disposición del público (correos, número telefónico, datos informativos entre otros) o aquellos que sean acordados entre el laboratorio y el cliente. El Laboratorio pone en conocimiento que podrá revelar información confidencial únicamente cuando esta sea requerida por ley y notificado al Cliente en acuerdo con las disposiciones contractuales o de confidencialidad establecidos entre las partes.
6. La actividad de muestreo no está dentro del alcance de acreditación del SAE.

LD** = LÍMITE DE DETECCIÓN.



Q.F. FELIX BOBADILLA ULLÓN
JEFE LABORATORIO

FECHA DEL INFORME: 29/11/2022

DATOS DEL CLIENTE

SOLICITADO POR:	JEFATURA DE TRATAMIENTO Y CANALES
DIRECCIÓN:	PARQUE EMPRESARIAL COLÓN

DATOS DE LA MUESTRA

LUGAR DE MUESTREO	EL MORRO: ENTRADA 17M0574306,9708354 SALIDA 1 17M0574177,9708292 SALIDA 2 17M0574153,9708356		
PLAN DE MUESTREO	2022-11	METODO DE MUESTREO	PEE-LI-027/NTE INEN 2176:2013
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYO	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL	TECNICO DE MUESTREO	HUGO CORTAZAR
TIPO DE MUESTREO	MUESTRA COMPUESTA	CADENA DE CUSTODIA	LI/2022/4612
FECHA/HORA DE MUESTREO	11/11/2022 07:30 - 11/11/2022 10:35	FECHA/HORA DE RECEPCION	11/11/2022 11H38
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C): 23,7+/- 3,4	Humedad (%): 57+/- 8	
FECHA ENSAYO	INICIO: 11/11/2022	FIN: 25/11/2022	

RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	ACEITES Y GRASAS mg/l	CLORUROS mg/l	COBRE LD** = 0,05 mg/l	COLIFORMES FECALIS NMP/100 ml	COLIFORMES TOTALES NMP/100 ml	COLOR LD** = 2 UC
46122201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ai008932-22	18,8	141	= 0,05	54 000 000	54 000 000	63
46122202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ai008933-22	< 10	234	< 0,05	33 000	9 200 000	47
MÉTODO USADO		PEE/LI/01	PEE/LI/12	PEE/LI/20	PEE/LI/57	PEE/LI/57	PEE/LI/45
EQUIPO		LI-037	LI-V-029	LI-381	LI-064	LI-064	LI-196

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	CONDUCTIVIDAD µS/cm	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO LD** = 25 mg/l	FOSFORO TOTAL LD** = 0,2 mg/l	HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO LD** = 3 mg/l	HIERRO LD** = 0,08 mg/l	N-AMONÍACAL LD** = 0,04 mg/l
46122201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ai008932-22	1 452	272	0,2	< 10	0,45	40,8
46122202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ai008933-22	1 372	230	4,4	< 10	0,35	3,7
MÉTODO USADO		PEE/LI/34	PEE/LI/74	PEE/LI/84	PEE/LI/44	PEE/LI/42	PEE/LI/36
EQUIPO		LI-091	LI-172	LI-196	LI-075	LI-196	LI-196

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	NITRITO-N LD** = 0,010 mg/l	NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL mg/l	PH	PLOMBO LD** = 0,25 mg/l	SÓLIDOS SEDIMENTABLES mg/l	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES mg/l
46122201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ai008932-22	< 0,03	57,5	7,2	< 0,25	0,9	118
46122202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ai008933-22	0,07	31,9	8,0	< 0,25	= 0,5	134
MÉTODO USADO		PEE/LI/38	PEE/LI/23	PEE/LI/08	PEE/LI/20	PEE/LI/13	PEE/LI/16
EQUIPO		LI-196	LI-196	LI-059	LI-381	LI-V-035	LI-037

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES mg/l	SÓLIDOS TOTALES mg/l	TEMPERATURA °C

46122201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	A/008932-22	100	838	26
46122202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	A/008933-22	110	926	23
MÉTODO USADO		PEE/LI/16	PEE/LI/15	PEE/LI/70
EQUIPO		LI-037	LI-047	LI-206

Observaciones:

LOS RESULTADOS DE TEMPERATURA REPORTADOS, CONSTITUYEN EL PROMEDIO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN EL SITIO DURANTE EL PERIODO DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA. MUESTRA SIMPLE PARA SULFUROS, COLIFORMES TOTALES Y FECALES A LAS 18H00.

Incertidumbres (1c A=2): ACEITES Y GRASAS :28,7 %; CLORUROS : 4,2 %; CMO : 0,8 %; COLIFORMES FECALIS : 6,1 %; COLIFORMES TOTALES : 8,3 %; COLOR : 20 %; Cu : 36,0 %, DOO : 19,7%; Fe : 79,7 %; FOSFORO TOTAL : 9 %; NITRÓGENO : 10,9 %; NANO3 : 20 %; NANO2 : 9,9 %; Pb : 8,2 %; pH : 1 %; SSED : 43 %; SSF : 9 %, SSV : 9 %, ST : 7 %; TEMPERATURA : 4 %; TPO : 6,3 %; Zn : ;

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 SAE.
4. LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS EN EL LABORATORIO A EXCEPCIÓN DE CLORO RESIDUAL LIBRE Y TEMPERATURA QUE SE REALIZARON IN SITU.
5. El Laboratorio no es responsable de la información que el Cliente pone a disposición del público (correos, número telefónico, datos informativos entre otros) o aquellos que sean acordados entre el laboratorio y el cliente. El Laboratorio pone en conocimiento que podrá revelar información confidencial únicamente cuando esta sea requerida por ley y notificado al Cliente en acuerdo con las disposiciones contractuales o de confidencialidad establecidos entre las partes.
6. La actividad de muestreo no está dentro del alcance de acreditación del SAE.

LD** = LÍMITE DE DETECCIÓN.



Q.F. FELIX BOBADILLA ULLÓN
JEFE LABORATORIO



**LABORATORIO DE AGUAS
INTERAGUA C. LTDA.
INFORME DE ENSAYOS
LI-IE-04612-22**

FECHA DEL INFORME: 29/11/2022

DATOS DEL CLIENTE

SOLICITADO POR:	JEFATURA DE TRATAMIENTO Y CANALES
DIRECCIÓN:	PARQUE EMPRESARIAL COLON

DATOS DE LA MUESTRA

LUGAR DE MUESTREO	EL MORRO: ENTRADA 17M0574306,9708354 SALIDA 1 17M0574177,9708292 SALIDA 2 17M0574153,9708356			
PLAN DE MUESTREO	2022-11	METODO DE MUESTREO	PEE-LI-027/NTE INEN 2176:2013	
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYO	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL	TECNICO DE MUESTREO	HUGO CORTAZAR	
TIPO DE MUESTREO	MUESTRA COMPUESTA	CADENA DE CUSTODIA	LI/2022/4612	
FECHA/HORA DE MUESTREO	11/11/2022 07:30 - 11/11/2022 10:35		FECHA/HORA DE RECEPCION	11/11/2022 11H38
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C): 23,7+/- 3,4 Humedad (%): 57+/- 8			
FECHA ENSAYO	INICIO: 11/11/2022	FIN: 25/11/2022		

RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	ALUMBRIO * LD** = 0,045 mg/l	ARSENICO * LD** = 0,0025 mg/l	BARIO * LD** = 0,010 mg/l	BORO * LD** = 0,4 mg/l	CADMIO * LD** = 0,025 mg/l	CIANURO * LD** = 0,003 mg/l
46122201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar008932-22	0,19	< 0,002 5	0,06	< 0,4	< 0,025	0,01
46122202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar008933-22	0,10	< 0,002 5	0,06	0,4	< 0,025	0,00
MÉTODO USADO		PEE/LI/51	PEE/LI/20	PEE/LI/20	PEE/LI/02	PEE/LI/20	PEE/LI/46
EQUIPO		LI-196	LI-181	LI-181	LI-196	LI-181	LI-196
IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	COBALTO * LD** = 0,100 mg/l	CROMO TOTAL * LD** = 0,10 mg/l	DEMANDA BIQUÍMICA DE OXIGENO * mg/l	FENOLES * LD** = 0,001 mg/l	FLUORURO * LD** = 0,02 mg/l	MANGANESO * LD** = 0,005 mg/l
46122201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar008932-22	0,00	< 0,1	180	< 0,001	0,60	0,08
46122202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar008933-22	0,00	< 0,1	55	< 0,001	0,26	0,09
MÉTODO USADO		PEE/LI/20	PEE/LI/20	PEE/LI/72	PEE/LI/17	PEE/LI/83	PEE/LI/62
EQUIPO		LI-181	LI-181	LI-068	LI-196	LI-196	LI-196
IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	MERCURIO * LD** = 0,0005 mg/l	NIQUEL * LD** = 0,05 mg/l	NITRATO-N * LD** = 0,06 mg/l	PLATA * LD** = 0,05 mg/l	SALINIDAD * LD** = 0,1 g/l	SELENIO * LD** = 0,0010 mg/l
46122201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar008932-22	0,000 7	< 0,05	0,9	< 0,05	0,7	< 0,001
46122202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar008933-22	0,002 4	< 0,05	0,1	< 0,05	0,7	< 0,001
MÉTODO USADO		PEE/LI/22	PEE/LI/20	PEE/LI/37	PEE/LI/20	PEE/LI/68	PEE/LI/52
EQUIPO		LI-181	LI-181	LI-196	LI-181	LI-091	LI-181
IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	SOLIDOS DISUELTOS TOTALES * mg/l	SULFATOS * LD** = 4 mg/l	SULFUROS * LD** = 0,056 mg/l	TENSOACTIVO * LD** = 0,09 mg/l	ZINC * LD** = 0,025 mg/l	
46122201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar008932-22	720	104	2,120	6,0	0,062	

FO-PG-7.8-002 Rev. 006

Dirección: VÍA A DAULE, KM 26,5
E-mail: LABORATORIO@INTERAGUA.COM.EC
TELF: 2136362 EXT. 2267; TELEFAX: 2267838 EXT. 205
GUAYAQUIL - ECUADOR
Hoja 1 de 2



Anexo 28 - Informe de laboratorio del mes de noviembre pág. 3



LABORATORIO DE AGUAS
INTERAGUA C. LTDA.
INFORME DE ENSAYOS
LI-IE-04612-22

46122202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	A1006933-22	592	118	0,017	0,4	= 0,05
METODO USADO	PEE/LI/25	PEE/LI/39	PEE/LI/18	PEE/LI/76	PEE/LI/20	
EQUIPO	LI-087	LI-196	LI-196	LI-195	LI-181	

Observaciones:

LOS RESULTADOS DE TEMPERATURA REPORTADOS, CONSTITUYEN EL PROMEDIO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN EL SITIO DURANTE EL PERIODO DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA. MUESTRA SIMPLE PARA SULFUROS, COLIFORMES TOTALES Y FECALES A LAS 18H00.

Incertidumbres (k=2): ACEITES Y GRASAS : 28.7 %; CLORUROS : 4.2 %; CAD : 0.8 %; COLIFORMES FCALES : 6.1 %; COLIFORMES TOTALES : 8.2 %; COLOR : 20 %; O₂ : 36.0 %; DQO : 19.7%; Fe : 19.7 %; FOSFONO TOTAL : 5 %; NITRITO-N : 19.9 %; NH₃-N : 20 %; NTK : 9.9 %; Pb : 8.2 %; pH : 1 %; SSED : 43 %; SST : 9 %; SSV : 9 %; ST : 7 %; TEMPERATURA : 4 %; TPN : 6.3 %; Zn : /

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 ACRECITACIÓN DEL SAE.
4. LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS EN EL LABORATORIO A EXCEPCIÓN DE CLORO RESIDUAL LIBRE Y TEMPERATURA QUE SE REALIZARON IN SITU.
5. El Laboratorio no es responsable de la información que el Cliente pone a disposición del público (correo, número telefónico, datos informativos entre otros) o aquellos que sean acordados entre el laboratorio y el cliente. El Laboratorio pone en conocimiento que podrá revelar información confidencial únicamente cuando esta sea requerida por ley y notificado al Cliente en acuerdo con las disposiciones contractuales o de confidencialidad establecidas entre las partes.
6. La actividad de muestreo no está dentro del alcance de acreditación del SAE.

LD** = LÍMITE DE DETECCIÓN.

Q.F. FELIX BOBADILLA ULLÓN
JEFE LABORATORIO

FD-PG-7.8-002 Rev. 006

Dirección: VÍA A DAULE, KM 26,5
E-mail: LABORATORIO@INTERAGUA.COM.EC
TELF. 2136362 EXT. 2267; TELEFAX: 2267838 EXT. 205
GUAYAQUIL - ECUADOR
Hoja 2 de 2



Anexo 29 - Informe de laboratorio del mes de noviembre pág. 4

FECHA DEL INFORME: 12/01/2023

DATOS DEL CLIENTE

SOLICITADO POR:	JEFATURA DE TRATAMIENTO Y CANALES
DIRECCIÓN:	PARQUE EMPRESARIAL COLON

DATOS DE LA MUESTRA

LUGAR DE MUESTREO	EL MORRO: ENTRADA 17M0574306,9708354 SALIDA 1 17M0574177,9708292		
PLAN DE MUESTREO	2022-12	METODO DE MUESTREO	PEE-LI-027/NTE INEN 2176:2013
DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYO	AGUA RESIDUAL MUNICIPAL	TECNICO DE MUESTREO	JORGE LEON
TIPO DE MUESTREO	MUESTRA COMPUESTA	CADENA DE CUSTODIA	LI/2022/5018
FECHA/HORA DE MUESTREO	23/12/2022 07:25 - 23/12/2022 10:05	FECHA/HORA DE RECEPCION	23/12/2022 16H37
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C): 23,9+/- 3,7	Humedad (%): 57+/- 8	
FECHA ENSAYO	INICIO: 23/12/2022	FIN: 11/01/2023	

RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	ACEITES Y GRASAS mg/l	CLORUROS mg/l	COLIFORMES FCALES NMP/100 ml	COLIFORMES TOTALES NMP/100 ml	COLOR LD** = 2 UC	CONDUCTIVIDAD uS/cm
50182201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar010406-22	25,4	539	54 000 000	92 000 000	62	2 440
50182202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar010407-22	= 10	301	6 800	330 000	42	1 595
MÉTODO USADO		PEE/LI/01	PEE/LI/12	PEE/LI/57	PEE/LI/57	PEE/LI/45	PEE/LI/34
EQUIPO		LI-037	LI-Y-029	LI-064	LI-064	LI-196	LI-091
IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO * mg/l	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO LD** = 25 mg/l	FOSFORO TOTAL LD** = 0,3 mg/l	HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO LD** = 3 mg/l	N-AMONIACAL LD** = 0,04 mg/l	NITRATO-N * LD** = 0,05 mg/l
50182201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar010406-22	180	254	6,3	< 10	40,0	11,9
50182202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar010407-22	100	175	4,0	< 10	3,4	7,5
MÉTODO USADO		PEE/LI/72	PEE/LI/74	PEE/LI/84	PEE/LI/44	PEE/LI/36	PEE/LI/37
EQUIPO		LI-068	LI-172	LI-196	LI-075	LI-196	LI-196
IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	NITRITO-N LD** = 0,010 mg/l	NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL mg/l	PH	SALINIDAD * LD** = 0,1 g/l	SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES * mg/l	SÓLIDOS SEDIMENTABLES ml/l
50182201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar010406-22	0,43	58,8	7,3	1,3	3 286	0,6
50182202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ar010407-22	0,44	15,7	7,3	0,8	762	= 0,5
MÉTODO USADO		PEE/LI/38	PEE/LI/23	PEE/LI/08	PEE/LI/68	PEE/LI/25	PEE/LI/13
EQUIPO		LI-196	LI-196	LI-059	LI-091	LI-037	LI-V-035
IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES mg/l	SÓLIDOS SUSPENDIDOS VOLÁTILES mg/l	SÓLIDOS TOTALES mg/l	SULFATOS * LD** = 4 mg/l	SULFUROS * LD** = 0,506 mg/l	TEMPERATURA °C
50182201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ar010406-22	34	26	1 320	70	4 120	30

FO-PG-7.8-002 Rev. 006

Dirección: VÍA A DAULE, KM 26,5
E-mail: LABORATORIO@INTERAGUA.COM.EC
TELF. 2136362 EXT. 2267; TELEFAX: 2267838 EXT. 205
GUAYAQUIL - ECUADOR
Hoja 1 de 2



Anexo 30 - Informe de laboratorio del mes de diciembre pág. 1

50182202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ai010407-22	66	60	628	94	0,080	27
MÉTODO USADO		PEE/LU/16	PEE/LU/16	PEE/LU/15	PEE/LU/9	PEE/LU/18	PEE/LU/70
EQUIPO		LI-037	LI-037	LI-047	LI-196	LI-196	LI-206

IDENTIFICACIÓN DEL OBJETO DE ENSAYO	CÓDIGO OBJETO DE ENSAYO	TENSOACTIVO (MBAS COMO SDSA) * LD**= 0,10 mg/l
50182201 ENTRADA A LA ESTACIÓN DE BOMBEO	Ai010406-22	0,4
50182202 SALIDA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO S1	Ai010407-22	< 0,25
MÉTODO USADO		PEE/LU/76
EQUIPO		LI-195

Observaciones:

LOS RESULTADOS DE TEMPERATURA REPORTADOS, CONSTITUYEN EL PROMEDIO DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN EL SITIO DURANTE EL PERIODO DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA. MUESTRA SIMPLE PARA SULFUROS, COLIFORMES TOTALES Y FECALIS A LAS 16H00.

Incertidumbre (U) KH2O: ACEITES Y GRASAS : 28,7 %; CLORUROS : 4,2 %; CND : 0,8 %; COLIFORMES FECALIS : 6,7 %; COLIFORMES TOTALES : 8,3 %; COLOR : 20 %; DQO : 13,7 %; FOSFORO TOTAL : 5 %; NITRITO N : 19,9 %; N NH4 : 20 %; NTK : 9,9 %; pH : 1 %; SSED : 43 %; SS7 : 9 %; SSV : 9 %; ST : 7 %; TEMPERATURA : 4 %; TPH : 6,9 %

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 *Y NO ESTÁN INCLUIDOS EN EL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN DEL SAE.
4. LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS EN EL LABORATORIO A EXCEPCIÓN DE CLORO RESIDUAL LIBRE Y TEMPERATURA QUE SE REALIZARON IN SITU.
5. El Laboratorio no es responsable de la información que el Cliente pone a disposición del público (correos, número telefónico, datos informativos entre otros) o aquellos que sean acordados entre el laboratorio y el cliente. El Laboratorio pone en conocimiento que podrá revelar información confidencial únicamente cuando esta sea requerida por ley y notificado al Cliente en acuerdo con las disposiciones contractuales o de confidencialidad establecidas entre las partes.
6. La actividad de muestreo no está dentro del alcance de acreditación del SAE.

LD** = LÍMITE DE DETECCIÓN.



Q.F. FELIX BOBADILLA ULLÓN
JEFE LABORATORIO

CAUDAL LAGUNAS DE OXIDACIÓN EL MORRO - ENTRADA							
HORA	volumen (l)	Tiempo (s)	Q (l/s)	Q puntual(m ³ /h)	Q/Hora		
9:00	10	5,03	1,99	7,16			
9:10	10	4,86	2,06	7,41			
9:20	10	4,78	2,09	7,53	7,56		
9:30	10	4,61	2,17	7,81			
9:40	10	4,73	2,11	7,61			
9:50	10	4,64	2,16	7,76			
10:00	10	4,72	2,12	7,63			
10:10	10	4,78	2,09	7,53			
10:20	10	4,59	2,18	7,84	7,76		
10:30	10	4,52	2,21	7,96			
10:40	10	4,55	2,20	7,91			
10:50	10	4,63	2,16	7,78			
11:00	10	4,71	2,12	7,64			
11:10	10	4,84	2,07	7,44			
11:20	10	4,81	2,08	7,48	7,63		
11:30	10	4,96	2,02	7,26			
11:40	10	4,2	2,38	8,57			
11:50	10	4,85	2,06	7,42			
12:00	10	4,74	2,11	7,59			
					22,94	Q (m ³ /3h)	09:00 a 12:00
					183,56	Q (m ³ /d)	24 horas


Grupo Químico Marcos

Ing. Omar Yanqui M.
 Jefe Dpto. Muestreos
 Firma de responsabilidad

Anexo 32 - Información del caudal afluyente de El Morro



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



DECLARACION Y AUTORIZACION

Nosotros, **Ullaguari Ayala Sebastián Ariel**, con C.C: # **0922013479** y **Garrido Cagua Alan Ray** con C.C: # **0803161942** autores del trabajo de titulación: **Evaluación de la eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas de El Morro y propuesta de rehabilitación y ampliación para recibir las descargas de Puerto El Morro**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaramos tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizamos a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **27 de febrero del 2023**

f.

Ullaguari Ayala Sebastián Ariel
C.C: # **0922013479**

f.

Garrido Cagua Alan Ray
C.C: # **0803161942**

<i>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</i>		
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN		
TEMA Y SUBTEMA:	Evaluación de la eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas de El Morro y propuesta de rehabilitación y ampliación para recibir las descargas de Puerto El Morro.	
AUTOR(ES)	Sebastián Ariel, Ullaguari Ayala; Alan Ray, Garrido Cagua	
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Mélida Alexandra Camacho Monar	
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	
FACULTAD:	Ingeniería	
CARRERA:	Ingeniería Civil	
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Civil	
FECHA DE PUBLICACIÓN:	27 de febrero del 2023	No. DE PÁGINAS: 108
ÁREAS TEMÁTICAS:	Alcantarillado Sanitario, Procesos Lagunares, Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	
PALABRAS CLAVES:	Eficiencia, Sistema de Tratamiento, Alcantarillado Sanitario, Efluente, Lagunas	
RESUMEN:	<p>El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la eficiencia y capacidad del sistema de tratamiento de aguas residuales de El Morro con la finalidad de presentar soluciones de rehabilitación y posible ampliación del sistema. Para esto se recopiló información de campo, pruebas de laboratorio del efluente, planos de diseño de las lagunas construidas, se revisó además el Plan Maestro de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial del cantón Guayaquil elaborado por la concesionaria Interagua, y se utilizó la bibliografía especializada en este campo a efectos de realizar los cálculos y proceder a determinar la capacidad de las lagunas. Los resultados demuestran que, con el área específica existente es suficiente para recibir las aguas residuales de El Morro y de Puerto El Morro. De la información recopilada del concesionario Interagua, solo un 20 % de la población de El Morro, está conectada al sistema, por ende, las lagunas de oxidación construidas, están subutilizadas. De los resultados de laboratorio del efluente de las lagunas, las mediciones sobre todo de DBO y Coliformes no están cumpliendo con la norma ambiental, por lo que para una mejor eficiencia de las lagunas se requieren hacer mejoras que se detallan en el presente documento.</p>	
ADJUNTO PDF:	SI	NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-4-0960186679 +593939941239	E-mail: sebastian.ullaguari@cu.ucsg.edu.ec alan.garrido@cu.ucsg.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Clara Glas Cevallos Teléfono: +593-4-0960186679 E-mail: clara.glas@cu.ucsg.edu.ec	
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA		
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):		
Nº. DE CLASIFICACIÓN:		
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		