UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA: INGENIERÍA AMBIENTAL

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

INGENIERA AMBIENTAL

TEMA:

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y
MICROBIOLÓGICOS EN EL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA DE LA
CIUDAD DE QUITO

AUTORA:

VERÓNICA NATHALIA VALLE PAZMIÑO

TUTORA:

XIMENA DEL ROCÍO BORJA VELA

Quito, julio del 2016

Cesión de derechos de autor

Yo, Verónica Nathalia Valle Pazmiño, con documento de identificación Nº 1718553553, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del trabajo de titulación intitulado: EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN EL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA DE LA CIUDAD DE QUITO, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniera Ambiental, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, julio de 2016

Verónica Nathalia Valle Pazmiño

1718553553

Declaratoria de coautoría del docente tutor

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN EL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA DE LA CIUDAD DE QUITO, realizado por Verónica Nathalia Valle Pazmiño, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, julio del 2016

Ximena del Rocío Borja Vela

CI: 1711223584

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
Problema	1
Delimitación	1
Explicación del problema	2
Objetivo general	2
Objetivos específicos	3
Fundamentación teórica	3
2. MATERIALES Y MÉTODOS	11
Materiales	11
En campo.	11
En laboratorio.	12
Métodos	16
Población y muestra	18
Diseño experimental	19
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
3.1 Análisis de los datos	20
Resultados de los parámetros del agua residual	20
Carga contaminante	27
Caudal	29
3.2 Discusión	37
4. CONCLUSIONES	38
5. RECOMENDACIONES	39
6 REFERENCIAS	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales - en campo
Tabla 2. Materiales - en laboratorio
Tabla 3. Metodologías de acuerdo a cada parámetro analizado
Tabla 4. Variables y subvariables
Tabla 5. Parámetros físicos del agua residual doméstica – sector Guápulo20
Tabla 6. Parámetros químicos del agua residual doméstica - sector Guápulo20
Tabla 7. Parámetros microbiológicos del agua residual doméstica - sector Guápulo21
Tabla 8. Composición típica de las aguas residuales domésticas – parámetros físicos del
sector Guápulo
Tabla 9. Composición típica de las aguas residuales domésticas – parámetros químicos
del sector Guápulo
Tabla 10. Composición típica de las aguas residuales domésticas – parámetros
microbiológicos del sector Guápulo
Tabla 11. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce parámetros físicos del sector
Guápulo
Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce parámetros químicos del sector
Guápulo
Tabla 13. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce parámetros microbiológicos del
sector Guápulo
Tabla 14. Valores para calcular la carga contaminante
Tabla 15. Valores para calcular la carga equivalente
Tabla 16. Resumen del caudal semanal m³/s
Tabla 17. Promedios diarios y promedio semanal del caudal m ³ /s36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Caudal semanal m ³ /s	30
Figura 2. Valor de caudales diarios.	33
Figura 3. Valor de caudal horario semanal.	36
Figura 4. Promedio del caudal semanal	36

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación del sitio de muestreo	43
Anexo 2. Registro fotográfico	44
Anexo 3. Resultados de los análisis en el laboratorio O.S.P; Acreditado en el Serv	vicio de
Acreditación del Ecuador (SAE); N° OAE – LE 1C 04-002	50

RESUMEN

El presente estudio evalúa los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua residual doméstica de un sector de la ciudad de Quito, se determinó también la carga contaminante y la carga horaria de los caudales en dicho sector. Este trabajo presenta la metodología y resultados del muestreo, que se realizó a través de métodos de análisis estandarizados adaptados de la Asociación Americana de Salud Pública (APHA), la Asociación Americana de Obras Hidráulicas (AWWA) y la Federación Ambiental del Agua (WEF). De los parámetros estudiados, la mayoría está dentro de la composición típica del agua residual doméstica, comparados con lo que reporta bibliografía. Los resultados también indicaron que no muestra una calidad adecuada para un tratamiento biológico.

Por otro lado, los valores de cargas horarias de los caudales presentan valores típicos de consumo y variación horaria del uso de agua en los domicilios del Distrito Metropolitano de Quito. Los resultados de la investigación sirven de base para otros estudios y es un punto de partida para la selección de un sistema de tratamiento para las aguas residuales.

ABSTRACT

This study evaluates the physical, chemical and microbiological parameters of domestic wastewater from one sector of the city of Quito, the pollutant load and time charge flows in the sector was also determined. This paper presents the methodology and results of sampling, conducted through standardized analysis methods adapted from the American Public Health Association (APHA), the American Water Works Association (WEF). Of the parameters studied, most are within the typical composition of domestic wastewater, compared to what literature reports. The results also indicated that does not show sufficient quality for biological treatment.

On the other hand, the values of hourly loads flows have typical consumption values and time variation of water use in the homes of the Metropolitan District of Quito. The research results provide a basis for other studies and is a starting point for the selection of a treatment system for wastewater.

1. INTRODUCCIÓN

Problema

La población de Quito se ha incrementado rápidamente y con ello el consumo de agua, que actualmente después de usarla se descarga al sistema de alcantarillado sin tratamiento alguno. La falta de estos, afecta a la salud pública y la calidad de vida de los habitantes de Quito. Así Aqualia, 2015 menciona que "Gran parte de las descargas se las realiza en ríos y quebradas de la ciudad como el Machangara, Monjas y Guayllabamba, lo que ha provocado un grave deterioro en la calidad de vida de los habitantes, del ambiente y del paisaje" (Aqualia, 2015).

Los sistemas de alcantarillado de la ciudad descargan las aguas residuales sin tratamiento a los ríos, lo que genera un grave impacto en la calidad del agua de los afluentes, en el paisaje y en la flora y fauna de las zonas aledañas. Por ello, el recurso hídrico no puede ser reaprovechado para otros usos potenciales como riego, recreación y generación eléctrica (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2013)

Para establecer sistemas de depuración de aguas residuales es necesario conocer la calidad de las mismas, y de ahí la necesidad del presente trabajo de investigación, el que pretende dar a conocer la composición y evaluación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua residual en un sitio determinado de la ciudad.

Delimitación

El sitio de muestreo, se encuentra ubicado en el cantón Quito, en la ciudad del mismo nombre, parroquia Itchimbia, en la calle La Tola, sector Guápulo siendo sus

linderos: norte la calle la Tola y la empresa INEXA S.A., lindero sur calle la Tola, al este el río Machangara y al oeste se encuentra vegetación. El sitio de muestreo tiene

su acceso principal por la calle La Tola. Ver anexo 1.

Sus coordenadas UTM, son:

X: 780842

Y: 9976920

Y la longitud, latitud y altitud, son:

Latitud: -0.2084099

Longitud: -78.4768458

Altitud: 2600 m.s.n.m

Explicación del problema

H1: El análisis de los parámetros del agua residual doméstica del sector, la misma que

se descarga al río Machangara, muestra una calidad adecuada para un tratamiento

biológico

Ho: El análisis de los parámetros del agua residual doméstica del sector, la misma que

se descarga al río Machangara, no muestra una calidad adecuada para un tratamiento

biológico

Objetivo general

Evaluar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el agua residual

2

doméstica de la ciudad de Quito para determinar la calidad del agua residual.

Objetivos específicos

- Definir el lugar de toma de las muestras de agua residual doméstica.
- Establecer las cargas horarias del caudal en el sector establecido.
- Establecer la carga contaminante de la población del sector.

Fundamentación teórica

La contaminación del agua es un problema remoto y en crecimiento, lo que ha llevado a buscar diferentes alternativas para resolver esta problemática, siendo la solución más factible, estudiada y aplicada en diferentes partes del mundo el tratamiento del agua residual, y entre estos el sistema por lodos activados.

En América Latina actualmente se busca estrategias para tratar el agua residual doméstica, en Buenos Aires, "solo el 10% del volumen total de los efluentes domésticos recolectados por los sistemas de desagües cloacales son tratados por un sistema de depuración" (Red Interamericana de Academias de Ciencias, 2015, págs. 35-36), en este país no existe un presupuesto para implementar plantas de aguas residuales; también la Red Interamericana de Academias de Ciencias, 2015 afirma que en algunas ciudades de Bolivia las aguas residuales se vierten directamente a cuerpos receptores naturales como ríos o lagos. Sin embargo, se trata alrededor de tres mil litros/ segundos en las diferentes ciudades; en donde los principales tratamientos usados son primarios (tanques sépticos e Imhoff), y con tratamiento a través de lagunas de estabilización secundarias o terciarias capitales (Red Interamericana de Academias de Ciencias, 2015, pág. 63). En Brasil, gran

parte de las ciudades no tiene redes de alcantarillado ni plantas de tratamiento. Las aguas residuales se liberan en el drenaje pluvial, el cual fluye en corrientes urbanas (Red Interamericana de Academias de Ciencias, 2015, pág. 93).

Mientras tanto en Colombia, el problema es similar al resto de los países de América Latina, las ciudades de Medellín, Cali y Bogotá cuentan con plantas de tratamiento, sin embargo, estas solo representan el 32 % en todo el país.

La mayoría de las descargas domésticas son vertidas sin tratamiento previo a las aguas costeras o a los ríos, principalmente a los de la cuenca del río Magdalena, donde los ríos Cauca y Bogotá son los principales receptores de toda índole de contaminantes (Red Interamericana de Academias de Ciencias, 2015, pág. 184)

También es importante resaltar que, en Perú, según los datos de la Red Interamericana de Academias de Ciencias;, 2015 a finales de 2012, el tratamiento de aguas residuales a nivel nacional era de 32%, esta situación ha cambiado a partir del 2013 en que entró en operación la planta de tratamiento de aguas residuales de Taboada (SEDAPAL), que incrementó actualmente el tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Lima de 21 a cerca de 60% (Red Interamericana de Academias de Ciencias, 2015, pág. 498).

Actualmente Quito tiene descargas de aguas residuales, provenientes tanto de fuentes industriales como domésticas. El agua residual industrial es el agua de constitución variada que puede ser proveniente tanto de uso doméstico, industrial, comercial, agrícola, pecuario o de otra índole, sea público o privado y por lo tanto sufrió una degradación en su calidad original; así mismo, la mezcla de desechos líquidos de uso doméstico

evacuados de residencias, locales públicos, educacionales, comerciales e industriales la el agua residual doméstica es definida como agua residual doméstica (Ministerio de Ambiente, 2015, pág. 2).

Quito es una ciudad con 2'239.191 habitantes (Sistema Nacional de Información, 2010), en donde se "registra una de las más altas coberturas de servicios del país (98,50%, en agua potable y 92,27% en alcantarillado), sin embargo, el tratamiento de aguas residuales es inexistente" (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2013). El consumo principalmente es doméstico, comercial, industrial, oficial, municipal, público y clero; "siendo un 94 % de tipo doméstico" (Iagua, 2015). Frente a esta situación actualmente se está en construcción dos grandes plantas de agua residual; en Quitumbe y Vindobona, la planta de Quitumbe "servirá al extremo sur de la ciudad con un caudal promedio a tratar de 110 litros por segundo. Esta planta cuenta con la tecnología de lodos activados con aireación extendida" (Iagua, 2015). Mientras que la planta Vindobona es un conjunto de 9 plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas y sus respectivos sistemas que abastecerá a las poblaciones de Pomasqui, San Antonio, Zámbiza, Llano Chico y Calderón; contará con alta tecnología de tratamiento secundario y lodos activados; también Iagua, 2015 afirma que "esta planta servirá a la ciudad de Quito y parroquias anexas con un horizonte de diseño hasta 2045 y un caudal promedio de tratamiento de 7,5 m^3 /s" (Iagua, 2015). Esta implementación de plantas de agua en la ciudad se da a través del Municipio de Quito, en el proyecto denominado "Descontaminación de ríos y quebradas en el DMQ"; ya que la mayor parte se descarga al río Machangara, "recibe las descargas del sur, centro y parte del norte de la ciudad" (Reinoso, 2015, pág. 15).

En el Ecuador existe una normativa que regula las descargas de estos efluentes, ya sean a cualquier cause de agua o al alcantarillado, el cuerpo legal vigente es el acuerdo ministerial 061. Reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria y el anexo 1, norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua. (Acuerdo ministerial 097-A). Por lo tanto Ministerio de ambiente, 2015 tiene como objetivo principal "salvaguardar la calidad del recurso agua, con el fin de preservar los usos asignados, la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general" (Ministerio de Ambiente, 2015, pág. 1);

La selección del tratamiento de depuración se fundamenta en la calidad del agua por lo que es indispensable realizar una evaluación de la misma, en donde se conozca los parámetros más importantes para determinar su calidad, la teoría presenta a la caracterización de aguas residuales como el proceso para conocer de una manera confiable y estadística, las características del agua residual, que se determinan mediante la toma de muestra, medición de caudal y la caracterización de los componentes físicos, químicos, biológicos y microbiológico (Ministerio de Ambiente, 2015, pág. 3). Para esta evaluación se necesita de diversas técnicas ya normalizadas.

Las aguas residuales están conformadas de materia mineral y materia orgánica, la materia minera resulta de los subproductos desechados durante la vida cotidiana y de la calidad de las aguas de abastecimiento. La materia orgánica es proveniente de la actividad humana, que tiene materia carbonácea, proteínas y grasas. Esta composición representa aproximadamente un 99.9% de agua y el resto está constituido por materia sólida (Rojas, Ricardo; CEPIS;, 2002, pág. 5).

Las aguas residuales urbanas, se clasifican en débiles, medias y fuertes según la carga contaminante de algunos parámetros relevantes en términos de concentración, estos parámetros son: la cantidad de los distintos tipos de sólidos y las demandas química y bioquímica de oxígeno; pero "las concentraciones pueden variar indistintamente debido a la influencia de agentes externos como las descargas de residuos industriales descontrolados e inclusive la acumulación de basura en determinados puntos" (Landazuri, Quevedo, Torres, Fernando, & Gómez, 2014)

Es importante el conocimiento de la naturaleza del agua residual doméstica, ya que es fundamental para conocer los contaminantes importantes, y determinar las características de las mismas, ya que estas dependen de su composición física, química y biológica (Metcarlf & Eddy INC, 2003); en donde las físicas son aquellas que cambian el aspecto del agua, entre ellas se encuentran: *sólidos, temperatura, conductividad, turbidez, color, úndice de volumen de lodo, y caudal.*

Mientras que las químicas son aquellas características que perturban tóxicamente el estado de las aguas residuales, estas son: cloruros, pH, nitrógeno total, nitrógeno de amonio, fosfatos, fósforo soluble, fósforo total, sulfuros, alcalinidad, DQO, DBO, tensoactivos y aceites y grasas. Las características biológicas y microbiológicas representan la composición y concentración de diversos organismos, estos a su vez pueden ser indicadores de calidad del agua residual. Coliformes fecales y totales, son los parámetros microbiológicos más importantes. "Las bacterias coliformes son bacilos Gram – negativos, aerobios y facultativos anaerobios, no formadores de esporas, que fermentan la lactosa con producción de gas en 48 +- 3 h a 35 o 37°C" (Romero Rojas, 2010, pág. 36). Es importante considerar que "las bacterias coliformes incluyen los

Los organismos patógenos se presentan en las aguas residuales y contaminadas en cantidades muy pequeñas y, además, resultan difíciles de aislar y de identificar. Por ello su aspecto emplea el organismo coliforme como organismo indicador, ya que es numerosa y fácil de comprobar" (Metcarlf & Eddy INC, 2003, pág. 106).

Frecuentemente "las alteraciones físicas más importantes se establecen por parámetros como el contenido en sólidos totales, que engloba sólidos suspendidos, sólidos sedimentables, materia coloidal y sólidos disueltos" (Rogel & Gallardo, 2014, pág. 43); y dentro de estos se resalta para un diseño de tratamiento de agua residual son los sólidos en suspensión ya que estos pueden originar "depósitos de lodo y de condiciones anaerobias cuando se vierte agua residual sin tratar al entorno acuático" (Metcarlf & Eddy INC, 2003). Otros parámetros son la materia orgánica biodegradable, los nutrientes como fósforo y nitrógeno, ya que estos pueden beneficiar el crecimiento de la vida acuática. Es importante también evaluar los sólidos inorgánicos disueltos, ya que estos deben ser eliminados en su totalidad al momento de examinar los contaminantes de importancia en el tratamiento de agua residual, sobre todo si se pretende reutilizar el agua residual tratada; también se considera eliminar la materia orgánica refractaria como tensoactivos.

Por otra parte, uno de los parámetros relevantes es el caudal, este también sirve como base para el diseño de una planta de agua residual, y esta defindo como "la cantidad medida en volumen de un fluido en nuestro caso de agua cruda o agua potable, que pasa

por una tubería o canal abierto sobre una unidad de tiempo" (EPMAPS, 2016)

La evaluación de los parámetros mencionados, se realizó a través de métodos de análisis estandarizados adaptados de la Asociación Americana de Salud Pública (APHA), la Asociación Americana de Obras Hidráulicas (AWWA) y la Federación Ambiental del Agua (WEF). Para dichos análisis se toma en cuenta consideraciones tanto para el muestreo, como para la conservación de las mismas, "el objetivo de la toma de muestra es la obtención de una porción de material cuyo volumen sea lo suficiente pequeño como para que pueda ser transportado con facilidad y manipulado en el laboratorio sin que por ello deje de representar con exactitud al material de donde procede" (American Public Health Association, 1992).

Para minimizar errores las normas recomiendan utilizar para el muestreo frascos esterilizados, llenar completamente el envase y verificar que no exista aire sobre la muestra. Además, se debe analizar la muestra en el menor tiempo; sino es posible se debe conservarlas antes del análisis en refrigeración, almacenándolas a temperaturas más bajas que las de recolección.

Durante el transporte de las muestras, estas deberán ser protegidas y selladas, con el fin de que no se estropeen o se pierda cualquier parte de ellos durante el transporte. También las muestras deben guardarse en ambiente fresco y protegidas de la luz; de ser posible cada muestra debe colocarse en un recipiente individual impermeable (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1998, pág. 7).

Por otra parte, deben ser almacenadas en medios que impidan cualquier

contaminación externa. Es recomendable para este propósito el uso de refrigeradoras o de lugares fríos y obscuros (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1998, pág. 7), se recomienda conservarlas a 4 °C en la mayoría de los casos.

Las siguientes precauciones y consideraciones, basadas en American Public Health Association, 1992 y el Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1998, son requisitos indispensables para no contaminarse y poder llegar al laboratorio.

- Antes de llenarse el envase con la muestra hay que lavarlo dos o tres veces con el agua que se va a recoger, a menos que el envase contenga un conservante o un decolorante.
- 2. El recipiente tiene que estar limpio y libre de cualquier sustancia extraña.
- Para escoger el recipiente a usarse en el muestreo, se debe considerar algunas características puntuales como su temperatura, costo, forma, peso, facilidad de lavado, facilidad de transporte, entre otras (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1998)
- 4. El volumen de muestra recogida debe ser suficiente para los análisis requeridos, y para cualquier repetición del análisis.
- Todas las muestras recogidas deben ser etiquetadas de manera inmediata, clara y permanente, para que no exista error al momento de identificar el tipo y características de la muestra (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1998)
- 6. Las muestras deben ser etiquetadas con los siguientes datos: localización

del sitio de muestreo, coordenadas, fecha de recolección, hora de recolección, responsable o recolector, y cualquier información relevante de la localización o muestra (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1998)

El fin de esta evaluación con las consideraciones y precauciones, es para conocer el grado de contaminación del agua, "la calidad del agua se mide por la presencia y cantidad de contaminantes y para conocer con exactitud el grado de contaminación es necesario realizar un análisis del agua en un laboratorio especializado" (López, 2015, pág. 9).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del presente proyecto se utilizaron equipos y materiales de laboratorio tanto para la recolección de muestras, como para la ejecución de los análisis.

Materiales

En campo.

_		•	4
- 1	'nh	ılո	
	ai.	114	

Materiales – en campo

- Balde de 10 litros
- Botellas plásticas de 1 galón
- Jarra de 1 litro
- Cronómetro
- GPS
- Marcador y hojas para identificar
- Guantes esterilizados
- Cuerda

Nota: Valle, V.

En laboratorio.

Los materiales, equipos y reactivos que se ocupó en el laboratorio, difieren de acuerdo al parámetro en estudio. La descripción de dichos materiales se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 2.

Materiales – en laboratorio

Parámetro	Equipo	Material laboratorio	Reactivos
Sólidos totales (ST), Sólidos Volátiles (SVT) y Sólidos fijos (SFT)	 Mufla Balanza Meter Toledo Estufa Bider Balanza analítica 	 Crisoles de porcelana Vasos de precipitación Desecador Pinzas Probetas 	
Sólidos sedimentables		 Conos Imhof (1 litro) Vasos de precipitación 	
Sólidos suspendidos totales(SST), Sólidos suspendidos volátiles(SSV), Sólidos suspendidos fijos(SSF),	 Mufla Balanza Metter Toledo Estufa Bider Desecador Bomba de vacío Gast Model: DA – P704-4ª 	 Crisoles de porcelana Papel de filtro normal diámetro 11cm Vasos de precipitación Matraz de Kitasato Pinza Probeta 50 ml Pisetas con agua destilada 	
Color	• Espectrofotómetro JASCO V – 630 Serial N° C29961148	 Vasos de precipitación Pipetor y Pipeta 10 ml Piseta 	
Turbidez	• Turbidimetro Lovibond – TurbiCheck	Vasos de precipitación	

Alcalinidad	 pH-metro Metter Toledo: Sevenmult Plancha de calentamiento VELP -Scientifica MSC 	 soporte universal pinza universal bureta probeta de 100 ml pipeta volumétrica vaso de precipitación de 250 ml Piseta matraz de Erlenmeyer de 250 ml soporte universal pinza universal 	 Solución valorada de H2SO4 0,02 N Fenolftaleína Anaranjado de Metilo Agua destilada
Potencial de Hidrógeno (pH) y conductividad	• pH metro Metter Toledo: Sevenmult	vaso de precipitación de 250 mlpiseta	
Cloruros	 pHmetro Metter Toledo: Sevenmult Balanza Metter Toledo 	 soporte universal pinza universal bureta probeta de 100 ml pipeta volumétrica 1 ml vaso de precipitación de 250 ml piseta matraz de Erlenmeyer de 250 ml 	 Solución indicadora de Cromato de Potasio Solución valorada de Nitrato de Plata 0,01401 N Fenolftaleína Solución de NaOH 1N Solución de ácido sulfúrico 1N Peróxido de hidrógeno 30% Agua destilada
Demanda bioquímica de oxigeno (5días) DBO ₅	 pHmetro Metter Toledo: Sevenmult Incubadora FTC – 90E Balanza Metter Toledo Medidor de oxígeno disuelto TRACKER 	 Botellas winkler 250 O 300 ml Espátula Vaso de precipitación de 250 ml Piseta Pipetor y Pipeta Balones de 500 ml Probeta 100 ml 	 Solución acida (H2SO4 1N) Solución básica (NaOH 1N) Na2SO3 2-cloro-6- (tricloro metil) piridina Glucosa grado reactivo Ácido Glutámico

Aceites y grasas	 Estufa Binder Refrigerador Balanza Metter Toledo Desecador Equipo Baño maría Plancha de calentamiento VELP – Scientifica HSC Equipo de destilación 	 Embudo de separación con llave de paso Matraz de destilación 125 ml Papel de filtro normal diámetro 11cm pipeta y pipetor 10 ml Vasos de Precipitación 250 y 500 ml Probeta soporte universal para embudo de separación Embudo Matraz Erlenmeyer Vidrio reloj Espátula 	 Agua destilada Ácido clorhídrico 1+1 Hexano Sulfato de sodio, cristal anhidro
------------------	--	--	--

Nota: Valle, V.

Métodos

Las metodologías para la determinación de la mayoría de los parámetros físicos y químicos de las aguas residuales muestreadas se basan en el manual: APHA (Agencia Americana de Salud Pública), publicada en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewaters, 17 th ed, se observan en la siguiente tabla:

Tabla 3.

Metodologías de acuerdo a cada parámetro analizado

	Parámetro y metodología
	Parámetros físicos del agua residual doméstica – sector Guápulo
4	Conductividad, temperatura: se midió directamente con el pH metro Metter Toledo: Sevenmu
4	Turbidez: se midió directamente con el Turbidimetro Lovibond - TurbiCheck
4	Sólidos:
•	Sólidos totales: solidos totales secados a 103 – 105°C: 2540 B (American Public Healt
	Association, 1992)
•	Sólidos totales en suspensión: sólidos totales en suspensión secados a 103 – 105°C: 2540
	(American Public Health Association, 1992)
•	Sólidos fijos y volátiles: sólidos fijos y volátiles incinerados a 550 °C: 2540 E (American Publ
	Health Association, 1992)
4	Sólidos sedimentables: 2540 F (American Public Health Association, 1992)
4	Color: se midió directamente con el Espectrofotómetro JASCO V – 630 Serial N° C2996114
4	Índice de volumen de lodo: 2710 D (American Public Health Association, 1992)
	Parámetros químicos del agua residual doméstica – sector Guápulo
4	Cloruros: método argento métrico: 4500 – Cl B (American Public Health Association, 1992)
4	p H: se midió directamente con el pH metro Metter Toledo: Sevenmult
4	Nitrógeno total: MAM-45/METODO RAPIDO HACH MODIFICADO*

- ♣ Nitrógeno de amonio: MAM-44/COLORIMETRICO HACH MODIFICADO*
- ♣ Fosfatos: MAM-17/APHA 4500 PC y/o C Y E MODIFICADO*
- ♣ Fósforo soluble: MAM-17/APHA 4500 PC y/o C Y E MODIFICADO*
- ♣ Fósforo total:MAM-17/APHA 4500 PC y/o C Y E MODIFICADO*
- ♣ Sulfuros: MAM-77/METODO / APHA 4500 S₂F MODIFICADO*
- → Alcalinidad: método de titulación: 2320 B (American Public Health Association, 1992)
- ♣ Demanda Química de Oxígeno (DQO): MAM 23ª COLORIMETRICO MERCK MODIFICADO*
- ↓ Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_{5):} Prueba ROB de 5 días: 5210 B (American Public Health Association, 1992)*
- Aceite y grasa: método de partición gravimetría: 5520 B (American Public Health Association, 1992)
- ♣ Oxígeno disuelto: se midió directamente con el equipo digital PT4 TRACKER
- ♣ Sustancias activas al azul de metileno (detergentes anionicos): MAM 74/ APHA 5540 C MODIFICADO*

Parámetros microbiológicos del agua residual doméstica - sector Guápulo

- ♣ Coliformes fecales: prueba de presencia ausencia (P-A) de coliformes: 9221 E (American Public Health Association, 1992)*
- Coliformes totales: técnicas estandarizadas de fermentación en tubo múltiple (NMP) de coliformes totales: 9221 B (American Public Health Association, 1992)*

Nota: Valle, V.

Fuente: APHA (Agencia Americana de Salud Pública), publicada en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewaters, 17 Th ed.

*Parámetros analizados en el laboratorio O.S.P; Acreditado en el Servicio de Acreditación del Ecuador (SAE); N° OAE – LE 1C 04-002.

Para el caudal, se utilizó la siguiente metodología:

 Se realizó una medición mecánica directa, es decir con una cubeta o balde de 10 litros, dicha edición esta validada en la norma NTE INEN 2 226:2000 (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2000).

2. Se tomaron mediciones por un periodo de 12 horas consecutivas de 6:30 a 18:30, durante 6 días.

3. Se definió dos puntos de toma de datos, el uno del agua en caída directa y el otro de un tubo de descarga; los dos provenían del mismo sistema de flujo

4. Las mediciones consistían en tomar el tiempo en el que se llenaba la cubeta, para luego calcular el caudal mediante la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{V}{t} \left(\frac{m^3}{seg} \right)$$

Donde,

Q = caudal

V = Volumen de la cubeta

t = tiempo en llenarse la cubeta cada hora

5. Cada medición se realizó cada hora, dos tomas por cada punto.

Población y muestra

Las unidades experimentales utilizadas en este proyecto son muestras de aguas residuales domésticas, tomadas del sector de Guápulo originadas puntualmente de cinco viviendas aproximadamente del sector.

La muestra de agua se considera como simple y puntual; el tipo de cuerpo receptor es el rio Machangara.

Las variables son las que se describen en la tabla 4, que en conjunto se determinaron mediante análisis en laboratorio con las metodologías respectivas basadas en American Public Health Association, 1992.

Con respecto al caudal, se analiza que esta es la variable dependiente y la variable independiente es el tiempo; por lo tanto, hay variación horaria de consumo de agua y variación diaria.

Mientras que la variable carga contaminante depende del caudal y la DBO₅.

Diseño experimental

Para este proyecto se utilizó el diseño al azar, es decir comparativo, el mismo que servirá para alcanzar el objetivo propuesto; estos serán además comparados con datos bibliográficos.

Dentro del proceso investigativo intervienen diversas variables que se clasifican dependiendo de los parámetros a evaluar, las mismas que son:

Tabla 4.
Variables y subvariables

Variables Subvariables			
Parámetros físicos	Temperatura, conductividad, turbidez, sólidos, color, índice de		
	volumen de lodo, y caudal		
Parámetros	Cloruros, pH, nitrógeno total, nitrógeno de amonio, fosfatos, fósforo		
químicos	soluble, fósforo total, sulfuros, alcalinidad, DQO, DBO5, tensoactivos y		
	aceites y grasas		
Parámetros	Coliformes fecales y totales		
microbiológicos			

Nota: Valle, V.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis de los datos

Resultados de los parámetros del agua residual

Los resultados de la evaluación física, química y microbiológica, que fueron realizados durante los meses de octubre a enero son los siguientes:

Tabla 5.

Parámetros físicos del agua residual doméstica – sector Guápulo

Parámetro	Expresado	Unidad	Valor
Temperatura	T	°C	15,2
Conductividad	Cond	ms/cm	0,40
Turbidez	-	NTU	122,85
Sólidos totales	ST	mg/l	597,3
Sólidos totales fijos	STF	mg/l	103,3
Sólidos totales volátiles	STV	mg/l	494,00
Sólidos totales disueltos	STD	mg/l	423,8
Sólidos totales en suspensión	STS	mg/l	173,50
Sólidos sedimentables	-	ml/L	0,93
Color	-	Unidades de color	480
Índice del volumen del lodo	IVL	ml/mg	343,91
Caudal	Q	$m^3/{ m s}$	0,0010

Nota: Valle, V.

Tabla 6.

Parámetros químicos del agua residual doméstica - sector Guápulo

Parámetro	Expresado	Unidad	Valor
Cloruros	-	mg/L de cl	0,08
potencial de Hidrógeno	pН	-	7,21
Nitrógeno total	N	mg/L	40
Nitrógeno de amonio	N-NH3	mg/L	8,25
Fosfatos	(PO4) -3	mg/L	14,8
Fósforo soluble (inorgánico)	-	mg/L	5,6
Fósforo total	P	mg/L	7,5
Sulfuro	S	mg/L	5,4
Alcalinidad	-	mg/L	161,12
		CaCO3	
Demanda química de oxígeno	DQO	mgO_2/L	47,00
Demanda bioquímica de oxigeno	DBO5	mgO_2/L	16,00
(5días)			
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/L	987,2

Tensoactivos	Sustancias activas al azul de	mg/L	2,895
	metileno		

Nota: Valle, V.

Tabla 7.

Parámetros microbiológicos del agua residual doméstica - sector Guápulo

Parámetro	Expresado	Unidad	Valor
Coliformes totales	CT	NMP/100ml	1,6x10 ¹⁴
Coliformes fecales	CF	NMP/100ml	$1,1x10^6$

Nota: Valle, V

Algunos parámetros evaluados para determinar la calidad del agua residual doméstica en el sector Guápulo, están dentro de la composición típica de este tipo de agua. Esta composición está basada en Romero Rojas, 2010 y Metcarlf & Eddy INC, 2003:

Tabla 8.

Composición típica de las aguas residuales domésticas – parámetros físicos del sector Guápulo

Parámetro	Unidad	Valor	(Romero Rojas, 2010)	(Metcarlf & Eddy INC, 2003)*
Temperatura	°C	15,2		
Conductividad	ms/cm	0,40		
Turbidez	NTU	122,85		
Sólidos totales	mg/l	597,3	720	350
Sólidos totales fijos	mg/l	103,3		145

Sólidos totales volátiles	mg/l	494,00	200	145
Sólidos totales disueltos	mg/l	423,8	500	250
Sólidos totales en suspensión	mg/l	173,50	220	100
Sólidos sedimentables	ml/L	0,93	10	5
Color	Unidades de color	480		
Índice del volumen del lodo	ml/mg	343,91		

Nota: Valle, V.

Tabla 9. Composición típica de las aguas residuales domésticas – parámetros químicos del sector Guápulo

Parámetro	Unidad	Valor	(Romero Rojas, 2010)	(Metcarlf & Eddy INC, 2003)*
Cloruros	mg/L de el	0,08	50	30
potencial de Hidrógeno	-	7,21		
Nitrógeno total	mg/L	40	40	20
Nitrógeno de amonio	mg/L	8,25	25	12

Fuente: (Metcarlf & Eddy INC, 2003); (Romero Rojas, 2010) *Valores tomados de la composición típica del agua residual doméstica en concentración débil (Metcarlf & Eddy INC, 2003, pág. 125)

Fosfatos	mg/L	14,8		
Fósforo soluble (inorgánico)	mg/L	5,6	5	3
Fósforo total	mg/L	7,5	8	4
Sulfuro	mg/L	5,4		
Alcalinidad	mg/L CaCO3	161,12	100	50
Demanda química de oxígeno	mgO ₂ /L	47,00	500	250
Demanda bioquímica de oxigeno (5días)	mgO ₂ /L	16,00	220	110
Aceites y grasas	mg/L	987,2	100	50
Tensoactivos	mg/L	2,895		

Nota: Valle, V

Fuente: (Metcarlf & Eddy INC, 2003); (Romero Rojas, 2010) *Valores tomados de la composición típica del agua residual doméstica en concentración débil (Metcarlf & Eddy INC, 2003, pág. 125)

Tabla 10.

Composición típica de las aguas residuales domésticas – parámetros microbiológicos del sector Guápulo

Parámetro	Unidad	Valor	(Romero Rojas, 2010)	(Metcarlf & Eddy INC, 2003)*
Coliformes totales	NMP/100ml	1,6x10 ¹⁴		$10^6 - 10^7$
Coliformes fecales	NMP/100ml	1,1x10 ⁶		

Nota: Valle, V

Fuente: (Metcarlf & Eddy INC, 2003); (Romero Rojas, 2010)

*Valores tomados de la composición típica del agua residual doméstica en concentración débil (Metcarlf & Eddy INC, 2003, pág. 125).

Los parámetros: sólidos totales, sólidos totales disueltos, sólidos sedimentables, cloruros, nitrógeno total, nitrógeno de amonio, fósforo total, DQO, DBO5; están dentro de la composición típica del agua residual citada. Mientras que los parámetros: sólidos totales disueltos, nitrógeno total, fósforo total; están dentro solo de los valores establecidos por Romero Rojas, 2010. Por otro lado, los parámetros sólidos totales volátiles, fósforo soluble (inorgánico), aceites y grasas y alcalinidad; no están dentro de los valores de composición típica del agua.

Según la normativa vigente que regula el recurso agua, reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria (TULAS), Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua.; los valores medidos se comparan con la tabla 9 de la presente norma, en la cual especifica en el artículo 5.2.4.6 "en condiciones especiales de ausencia de estudios del cuerpo receptor, se utilizarán los valores de limitaciones a las descargas a cuerpos de aguas dulce, con el aval de la Autoridad Ambiental Competente. Las concentraciones corresponden a los valores medidos

diarios" (Ministerio de Ambiente, 2015, pág. 23).

Tabla 11.

Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce parámetros físicos del sector Guápulo

Parámetro	Unidad	Valor	(Ministerio de Ambiente, 2015)*
Temperatura	°C	15,2	Condición natural ±3
Conductividad	ms/cm	0,40	
Turbidez	NTU	122,85	
Sólidos totales	mg/l	581,75	1600
Sólidos totales fijos	mg/l	103,25	
Sólidos totales volátiles	mg/l	494,00	
Sólidos totales disueltos	mg/l	482,5	
Sólidos totales en suspensión	mg/l	173,50**	130
Sólidos sedimentables	ml/L	0,93	
Color	Unidades de color	47,00	Inapreciable en dilución 1/20
Índice del volumen del lodo	ml/mg	16,00	

Nota: Valle, V.

Fuente: (Ministerio de Ambiente, 2015)

^{*}Valores tomados de la tabla 9. Límites de descargas a un cuerpo de agua dulce (Ministerio de Ambiente, 2015, pág. 23)

^{**} Parámetro que no cumple con la normativa

Tabla 12.

Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce parámetros químicos del sector Guápulo

Parámetro	Unidad	Valor	(Ministerio de Ambiente 2015)*
Cloruros	mg/L de cl	0,08	1000
potencial de Hidrógeno	-	7,21	6 - 9
Nitrógeno total	mg/L	40	50
Nitrógeno de amonio	mg/L	8,25	30
Fosfatos	mg/L	14,8	
Fósforo soluble (inorgánico)	mg/L	5,6	
Fósforo total	mg/L	7,5	10
Sulfuro	mg/L	5,4**	0,5
Alcalinidad	mg/L CaCO3	161,12	
Demanda química de oxígeno	mgO ₂ /L	47,00	200

Demanda bioquímica de oxigeno (5días)	mgO_2/L	16,00	100
Aceites y grasas	mg/L	987,2**	30
Tensoactivos	mg/L	2,895**	0,5

Nota: Valle, V.

Fuente: (Ministerio de Ambiente, 2015)

Tabla 13.

Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce parámetros microbiológicos del sector Guápulo

Parámetro	Unidad	Valor	(Ministerio de Ambiente, 2015)*
Coliformes totales	NMP/100ml	1,6x10 ¹⁴	
Coliformes fecales	NMP/100ml	1,1x10 ⁶ **	2000

Nota: Valle, V

Fuente: (Ministerio de Ambiente, 2015)

Carga contaminante

La carga contaminante o másica expresa la cantidad de un contaminante, que asegura un diseño confiable en los sistemas de tratamiento, la carga contaminante, se expresa en unidades de masa por unidad de tiempo. La carga contaminante es de origen doméstico.

^{*}Valores tomados de la tabla 9. Límites de descargas a un cuerpo de agua dulce (Ministerio de Ambiente, 2015, pág. 23)

^{**} Parámetro que no cumple con la normativa

^{*}Valores tomados de la tabla 9. Límites de descargas a un cuerpo de agua dulce (Ministerio de Ambiente, 2015, pág. 23)

^{**} Parámetro que no cumple con la normativa

El valor se calcula mediante la ecuación (1) (Romero Rojas, 2010, pág. 158)

$$W = 10^{-3} *Q*C(1)$$

Donde:

W = carga másica (kg/d)

 $Q = \text{caudal medido } (m^3/\text{d})$

C = concentración (mg/L)

Tabla 14.

Valores para calcular la carga contaminante

Caudal (O)	m ³ /s	m³/d	
Caudai (Q)	0,0010	86,4	
Concentración (C)	Valor de D	BO mg/L	
Concentración (C)	16	*	

Nota: Valle, V.

En función de la ecuación (1), se determinó que la carga orgánica o másica para este caso en particular es de 1,38 Kg/d.

$$W = 10^{-3} *86,4 *16$$

 $W = 1,38 \text{ Kg/d}$

Para el cálculo en términos de población equivalente, se la realiza con la ecuación (2) definida en Romero Rojas, 2010, pág. 158

$$P = \frac{1000W}{W_e} (2)$$

Donde:

^{*}valor tomado de los resultados de la tabla 6 de este proyecto

P = carga equivalente en personas - habitante

W = carga másica, kg/d

 W_e = carga equivalente, g/habitantes -día

Tabla 15.

Valores para calcular la carga equivalente

agraga mágica (W)	Kg/d		
carga másica (W)	1,38		
compo controlonto (M.)	Valor de DBO g/ habitantes –día		
carga equivalente (W _e)	61*		

Nota: Valle, V

Por lo tanto, se determinó que la carga equivalente en personas es de Kg/d.

$$P = \frac{1000W}{W_e}$$

$$P = \frac{1000 \, (1,38)}{61}$$

Caudal

Los resultados de la medición del caudal representan el mismo medido semanalmente, la variación diaria en horas del consumo de agua; además del consumo semanal horario y el caudal promedio.

Tabla 16.

Resumen del caudal semanal m³/s

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
	14/12/15	15/12/15	16/12/15	17/12/15	18/12/15	19/12/15	20/12/15
6:30	0,0007	0,0006	0,0007	0,0006	0,0008	0,0002	0,0002
am							

^{*}valor tomado de (Romero Rojas, 2010, pág. 20)

7:30 0,0013 0,0016	0,0009	0.0017	0.0015	0.0007	
	0,0007	0,0016	0,0015	0,0007	0,0007
am					
8:30 0,0015 0,0013	0,0008	0,0015	0,0017	0,0014	0,0016
am					
9:30 0,0012 0,0011	0,0007	0,0017	0,0012	0,0013	0,0015
am					
10:30 0,0011 0,0010	0,0008	0,0016	0,0010	0,0017	0,0018
am					
11:30 0,0010 0,0011	0,0008	0,0012	0,0008	0,0016	0,0020
am					
12:30 0,0010 0,0009	0,0007	0,0012	0,0010	0,0019	0,0021
pm					
13:30 0,0008 0,0008	0,0007	0,0010	0,0005	0,0010	0,0010
pm					
14:30 0,0007 0,0006	0,0006	0,0009	0,0008	0,0010	0,0011
pm					
15:30 0,0009 0,0009	0,0007	0,0009	0,0005	0,0007	0,0006
pm					
16:30 0,0009 0,0006	0,0006	0,0011	0,0005	0,0005	0,0005
pm					
17:30 0,0006 0,0005	0,0005	0,0009	0,0008	0,0008	0,0008
pm					
18:30 0,0007 0,0006	0,0006	0,0008	0,0008	0,0006	0,0006
pm					

Nota: Valle, V

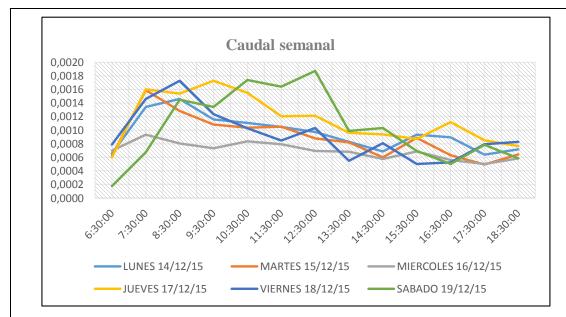
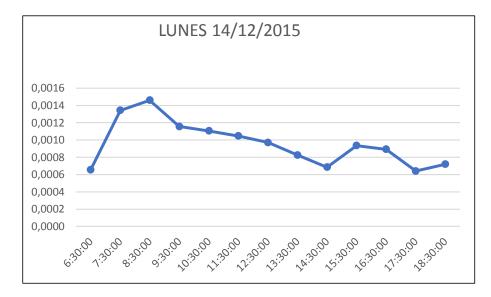
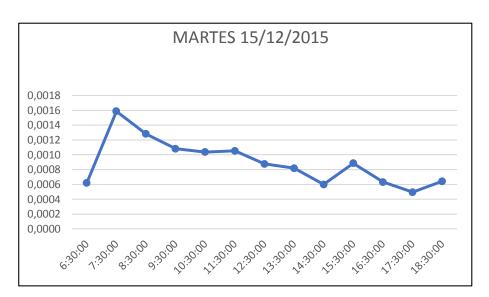
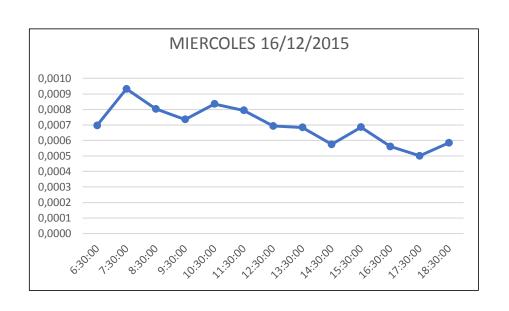


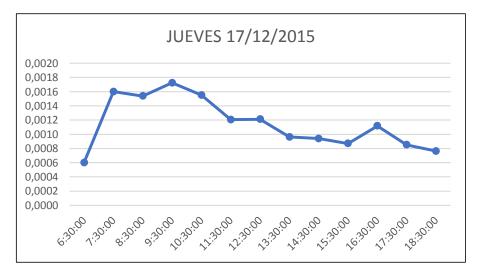
Figura 1. Caudal semanal $\,m^3/s$. Se presentó lluvia leve y no prolongada los días lunes, viernes y sábado. Elaborado por: Valle, V

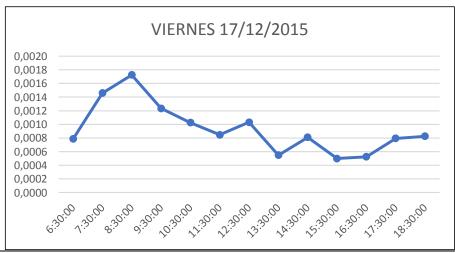


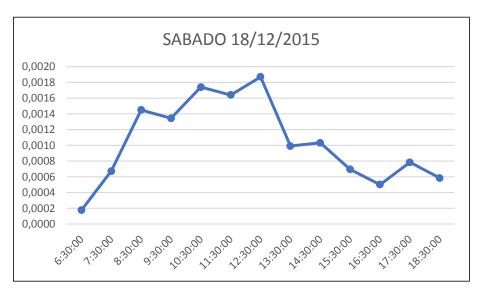












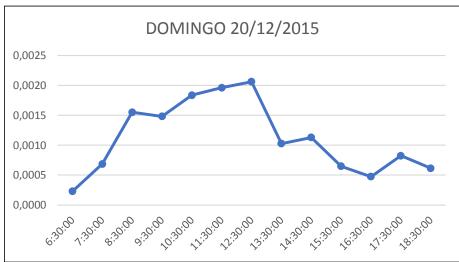
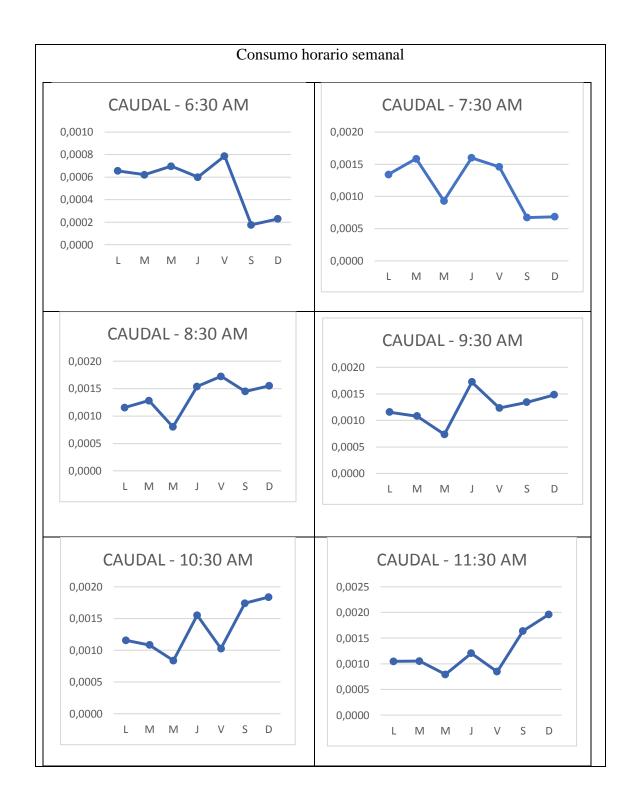
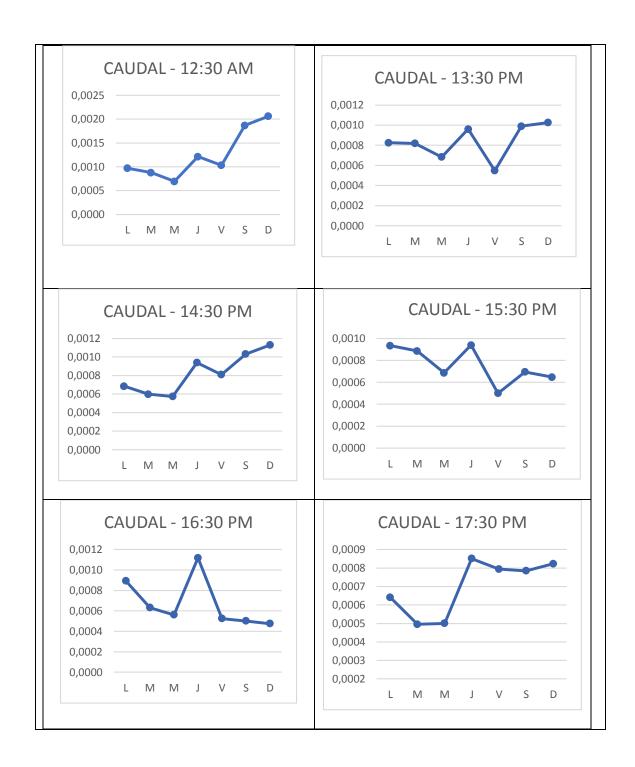


Figura 2. Valor de caudales diarios. Las puntas de los caudales varían según el día, en donde se distingue una variación significativa el sábado y domingo. Las puntas entre los días lunes a viernes se registran entre las 6:30 am a 09:30 am y las puntas de los fines de semana se registran a las 12:30 pm con caudales semejantes respectivamente. Se presentó lluvia leve y no prolongada los días lunes, viernes y sábado.

Elaborado por: Valle, V





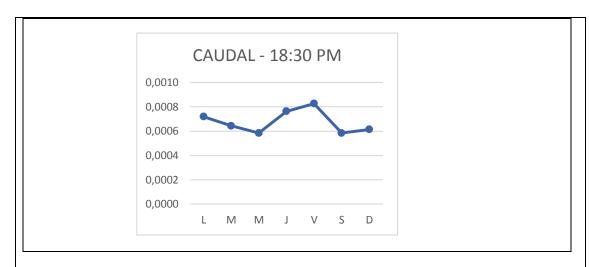


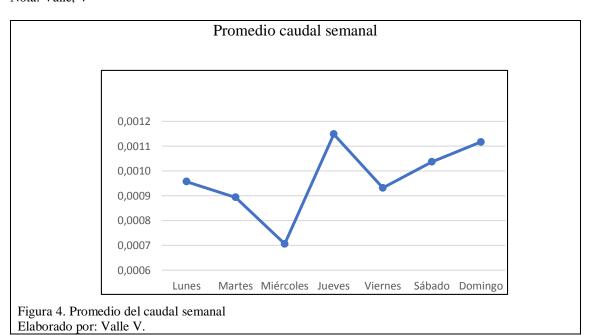
Figura 3. Valor de caudal horario semanal. El caudal tiene una variación diferente en cada hora durante toda la semana, en donde el valor más constante se presenta a la 14:30 pm. Elaborado por: Valle, V

Tabla 17.

Promedios diarios y promedio semanal del caudal m³/s

Promedios	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Promedio semanal
	0,0010	0,0009	0,0007	0,0011	0,0009	0,0010	0,0011	0,0010

Nota: Valle, V



3.2 Discusión

De los parámetros evaluados en este proyecto, la mayoría están dentro de la composición típica del agua residual doméstica, el valor más alejado de los citados es el de aceite y grasas, este valor se puede presentar por el alto contenido de grasas vegetales y animales en la descarga de los domicilios. Ya que las grasas y aceites se definen como "el conjunto de sustancias solubles que se separan de la porción acuosa y flotan formando natas, películas y capas iridiscentes sobre el agua, interfieren con la actividad biológica" (Cabezas & Valencia, 2015, pág. 110); pero este parámetro puede eliminarse fácilmente en los primeros pasos del tratamiento de agua.

La carga contaminante es de 1,38 Kg/d, mientras que en términos de población equivalente es de 22,6 g/habitantes – día; la cual en comparación al dato obtenido que es de 57,7 g/habitantes –día (Landazuri, Quevedo, Torres, Fernando, & Gómez, 2014), es un valor menor, las diferencias se atribuyen entre otros factores porque en el presente trabajo se consideró una pequeña población y los análisis se realizaron entre los meses de octubre a enero (invierno), en comparación al estudio de Landazuri, Quevedo, Torres, Fernando, & Gómez, 2014, el cual lo realiza para una población de 386 207 habitantes y la toma de muestras en el mes de febrero 2014.

El valor medido de caudal en el presente proyecto es de $0,0010 \ m^3/s$, el cual fue evaluado para una población aproximada de 25 habitantes del sector. A diferencia del caudal establecido para el Distrito Metropolitano de Quito que es de $0,11 \ m^3/s$ (Iagua, 2015) para una población de 2'239.191 habitantes.

Por otra parte, el análisis de las puntas o picos de los caudales diarios del sector, presentan variaciones típicas durante los días laborables (lunes a viernes), en donde se registran entre las 6:30 am a 9:30; valores que corresponden una variación típica, según Romero Rojas, 2010, los picos se registran entre las 7:00 am a 10:00 am (Romero Rojas, 2010, pág. 27); mientras que en Metcarlf & Eddy INC, 2003 se registra entre las 8:00 am a 10:00 am (Metcarlf & Eddy INC, 2003). Por otro lado para los fines de semana los picos cambian considerablemente, siendo la punta a las 12: 30 pm.

4. CONCLUSIONES

La evaluación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el agua residual doméstica de la ciudad de Quito – sector de Guápulo, muestra una calidad buena en general, ya que casi todos los parámetros se encuentran dentro de una composición típica del agua residual doméstica con una calidad y composición baja; por lo tanto, resultaría adecuado un tipo de tratamiento básico y preliminar para tratar este tipo de agua.

El lugar establecido para la toma de las muestras fue en sector de Guápulo, parroquia Itchimbia, el mismo que tiene el acceso principal por la calle La Tola. El sector establecido se puede apreciar en el anexo 1.

El análisis de las cargas horarias establecidas del sector de muestreo se las realizó en un periodo de una semana durante 12 horas seguidas, con el método volumétrico para medir el caudal respectivo; las puntas de los caudales se registraron que para los días lunes a viernes se encontraba a las 6:30 am a 9:30 am, mientras que los fines de semana se registró el pico a las 12:30 pm. Tomando en cuenta que hubo leves lluvias en algunos

días de toma de muestras. Estos resultados demuestran el uso principal del agua en los domicilios, valor que debe ser usado si se quiere aplicar un tratamiento de agua de cualquier tipo, debido al incremento de caudal a ciertas horas.

Es importante resaltar que el valor promedio del caudal es bajo, en comparación al valor establecido para la descarga del agua residual en Quito $(0,11 \ m^3/s)$, el valor evaluado en el proyecto es de $0,0010 \ m^3/s$, que representa el 1% del valor establecido para Quito, este valor ocurre principalmente porque el muestreo se da en una pequeña fracción de la población de la ciudad (1% de la población total de habitantes en la ciudad). Con respecto a la carga contaminante de la población del sector es un valor promedio que depende principalmente del caudal y del valor de DBO obtenido, aquellos valores representan un punto de partida para nuevos estudios en algunos sectores de la ciudad de Quito

El análisis de los parámetros del agua residual doméstica del sector, la misma que se descarga al río Machangara, no muestra una calidad adecuada para un tratamiento biológico, debido a que estos fueron analizados y se encuentran dentro de una composición propia de aguas residuales domésticas.

5. RECOMENDACIONES

Este proyecto servirá como motivación a nuevas investigaciones en diferentes sectores de las ciudades del Ecuador con el fin de verificar la calidad de las aguas residuales y buscar alternativas para un tratamiento; es por ello que se recomienda que con los datos evaluados en este proyecto se busque una o más alternativas específicas para dar el correcto tratamiento a las aguas residuales y así contribuir a la descontaminación de las

mismas.

Se recomienda revisar y analizar las alternativas propuestas en el trabajo experimental no publicado de Paladines & Salazar, 2016, para considerar factible el tipo de tratamiento de aguas residuales con las características evaluadas en este proyecto.

6. REFERENCIAS

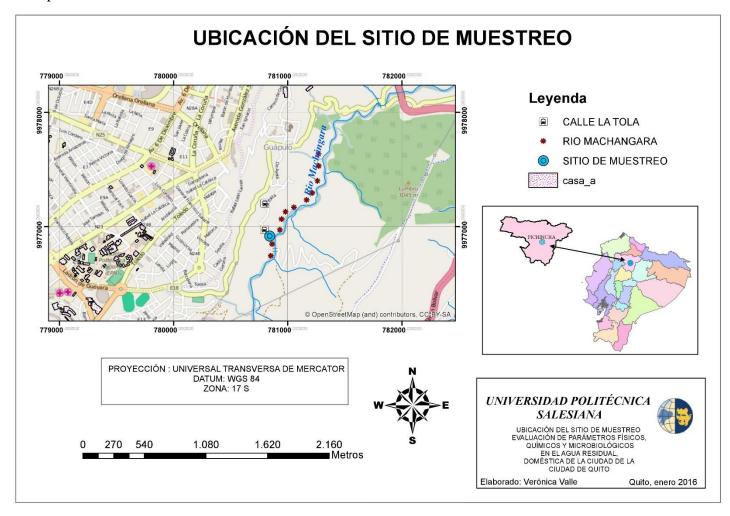
- American Public Health Association. (1992). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales). 17 Edición. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, S. A.
- Aqualia. (10 de julio de 2015). Los beneficios de la PTAR Piloto en Vindobona se extenderán al ámbito académico. Obtenido de http://www.iagua.es/noticias/ecuador/instituto-nacional-preinversion/15/07/10/beneficios-ptar-piloto-vindobona-se
- Cabezas, V., & Valencia, N. (2015). Evaluación de la calidad del agua del río Ushimana en el área de influencia de la parroquía Alangasí y propuesta del plana de gestión de las descargas contaminantes de la zona de estudio. Quito.
- EPMAPS. (enero de 2016). Agua de Quito. Obtenido de http://www.aguaquito.gob.ec/
- Iagua. (26 de mayo de 2015). *La inversion en agua saneamiento en Quito asciende a 825 millones de dólares en 10 años*. Obtenido de http://www.iagua.es/noticias/ecuador/epmaps/15/05/26/inversion-agua-y-saneamiento-asciende-825-millones-dolares
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (19 de noviembre de 1998). NTE INENE 2 169:98 Agua. Calidad de agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (09 de junio de 1998). NTE INENE 2 169:98 Agua. Calidad de agua. Muetreo. Manejo y conservación de muestras.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (24 de enero de 2000). NTE INEN 2 226:2000. Agua. Calidad del agua. Muestreo. Diseño de los programas de muestreo. Quito, Ecuador.
- Landazuri, A., Quevedo, J. L., Torres, M. C., Fernando, M., & Gómez, L. (Noviembre de

- 2014). Muestreo y caracterización de la descarga "Central Iñaquito", representativa de la cuenca urbana de la quebrada El Batán: Quito Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador.
- López, M. J. (febrero de 2015). Análisis físico químico de la calidad del agua en el canal "El macho" en la ciudad de machala. Machala, El Oro, Ecuador: Universidad Técnica de Machala.
- Metcarlf, & Eddy INC. (2003). *Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, vertido y reutilización; Cuarta edición Volumen I.* Madrid, España: McGraw -Hill.
- Ministerio de ambiente. (30 de julio de 2015). Acuerdo 097 : Anexos de la Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de http://suia.ambiente.gob.ec/documentos?p_p_auth=jylItn06&p_p_id=20&p_p_lif ecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&_20_struts_action=%2Fdocume nt_library%2Fview_file_entry&_20_redirect=http%3A%2F%2Fsuia.ambiente.g ob.ec%2Fdocumentos%3Fp_p_auth%3DjylItn06%26p
- Ministerio de ambiente. (30 de julio de 2015). Anexo 1, Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de http://suia.ambiente.gob.ec/documentos?p_p_auth=jylItn06&p_p_id=20&p_p_lif ecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&_20_struts_action=%2Fdocume nt_library%2Fview_file_entry&_20_redirect=http%3A%2F%2Fsuia.ambiente.g ob.ec%2Fdocumentos%3Fp_p_auth%3DjylItn06%26p
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (11 de noviembre de 2013). *Agencia pública de noticias de Quito*. Obtenido de http://www.noticiasquito.gob.ec/Noticias/news_user_view/quito_tendra_plantas_de_tratamiento_de_aguas_residuales--10312
- Paladines, A., & Salazar, A. (mayo de 2016). Determinación de tratamientos primarios para la depuración del agua residual doméstica. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Red Interamericana de Academias de Ciencias;. (2015). Desafíos del agua urbana en las Américas. *IANAS*, 38-39;63;93,184;498.
- Reinoso, I. (abril de 2015). Evaluación ambiental del Río Machangara. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Politecnica Nacional.

- Rogel, K., & Gallardo, M. (noviembre de 2014). Diseño de una planta de aguas residuales para la Universidad Politécnica Salesiana. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Rojas, Ricardo; CEPIS;. (2002). *Conferencia: sistemas de tratamiento de aguas residuales*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- Romero Rojas, J. A. (2010). *Tratamiento de Aguas Residuales: Teoría y principios de diseño*. Bogotá- Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Sardiñas Peña, O., Fernandez Novo, M., Chirales Rubalcaba, S., Hernández Rodríguez, Y., & Pérez Cabrera, A. (2006). Evaluación físico-química y microbiológica del agua de la presa El Cacao (Cotorro, Cuba). La Habana, Cuba: Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología.
- Sistema Nacional de Información. (2010). *Información estadística*. Obtenido de http://indestadistica.sni.gob.ec/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=SNI.qvw&host=QVS@kukuri&anonymous=truehttp://indestadistica.sni.gob.ec/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=SNI.qvw&host=QVS@kukuri&anonymous=true&bookmark=Document/BM24
- Wills , B. A., Vélez , S., Arboleda, A. F., & Garcés, J. P. (2010). Propuesta metodológica para la evaluación de sistemas de tratamiento de aguas residuales dómesticas en el sitio de origen. *Revista EIA: ISSN: 1794-1237*, 94.

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación del sitio de muestreo



Anexo 2. Registro fotográfico





Sitio de muestreo: coordenadas

UTM:

X: 780842 Y: 9976920



Toma de muestra



Etiquetado de muestra



Materiales y equipos - Sólidos totales y sólidos sedimentables



Materiales y equipos - Sólidos disueltos



Materiales y equipos: Espectrofotómetro y Turbidimetro



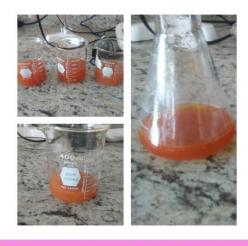
Materiales y equipos -Alcalinidad

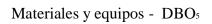


Materiales y equipos - p H y conductividad



Materiales y equipos - cloruros



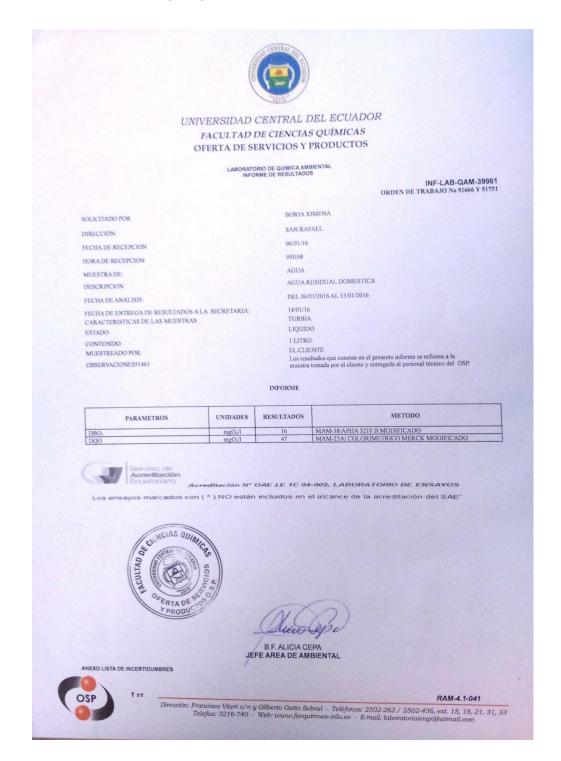






Materiales y equipos - Aceites y grasas

Anexo 3. Resultados de los análisis en el laboratorio O.S.P; Acreditado en el Servicio de Acreditación del Ecuador (SAE); N° OAE – LE 1C 04-002.





UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA INFORME DE RESULTADOS

INF.LAB.MI. 33788 ORDEN DE TRABAJO No. 51667

SOLICITADO POR:

DIRECCIÓN DEL CLIENTE: MUESTRA DE

DESCRIPCIÓN: LOTE:

FECHA DE ELABORACIÓN:

FECHA DE VENCIMIENTO: FECHA DE RECEPCIÓN: HORA DE RECEPCIÓN:

FECHA DE ANÁLISIS:
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA: 13/01/2016
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

COLOR: ESTADO:

CONTENIDO DECLARADO: CONTENIDO ENCONTRADO:

OBSERVACIONES:

MUESTREADO POR:

BORJA XIMENA SAN RAFAEL

AGUA AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA

06/01/2016 091158

CARACTERÍSTICO CARACTERÍSTICO LÍQUIDO

1 LITRO LOS RESULTADOS QUE CONSTAN EN EL PRESENTE INFORME SE REFIEREN A LA MUESTRA ENTREGADA POR EL CLIENTE AL OSP.

EL CLIENTE

INFORME

	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
PARAMETROS		1.6X10 ¹⁴	MMI-11/SM 9221-B
DICE DE COLIFORMES TOTALES	NMP/100 ml		MMI-12/SM 9221-E
DICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	1.1X10°	MINIT-12/3N1 7221 C

DATOS ADICIONALES:

NMP/100ml: Número mas probable de coliformes por 100 mililitros



Acreditación Nº OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

"Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"



Magaly Chasi - Msc. JEFE ÁREA DE MICROBIOLOGIA



Lin

RMI-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 3 Telefox: 3216-740 - Web; www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL INFORME DE RESULTADOS

BORJA XIMENA

INF-LAB-QAM- 40519 ORDEN DE TRABAJO No 52307

SOLICITADO POR: DIRECCIÓN:

DIRECCIÓN: SAN RAFAEL
FECHA DE RECEPCION: 22/03/16
HORA DE RECEPCION: 14H20

MUESTRA DE: AGUA

DESCRIPCION: AGUA RESIDUAL

FECHA DE ANALISIS: DEL 22/03/2016 AL 29/03/2016

FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS:
ESTADO:
LIQUIDO
CONTENIDO:
1 LITRO

MUESTREADO POR: EL CLIENTE

Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la OBSERVACIONES: muestra tomada por el cliente y entregada al personal técnico del OSP

INFORME

n. n. i samen on	visus (nuo 1	DESCRIPTION	, throng
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODO
NITROGENO DE AMONIO	mg/l	8.25	MAM-44/COLORIMETRICO HACH MODIFICADO
NITROGENO TOTAL	mg/l	40	MAM-45/METODO RAPIDO HACH
FOSFORO TOTAL	mg/l	7.5	MAM-17/APHA 4500-P C y/o C Y E MODIFICADO
FOSFATOS	mg/l	14.8	MAM-17/APHA 4500-P C y/o C Y E MODIFICADO
SULFUROS	mg/l	5.4	MAM-77/METODO/APHA 4500 S₂F MODIFICADO
FOSFORO SOLUBLE	mg/l	5.6	MAM-17/APHA 4500-P C y/o C Y E MODIFICADO
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (DETERGENTES ANIONICOS)	mg/l	2.895	MAM-74/APHA 5540 C MODIFICADO



Acreditación Nº OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE*

B.F. ALICIA CEPA JEFE AREA DE AMBIENTAL

ANEXO: LISTA DE INCERTIDUMBRE NOTA: LA FECHA DE REGEDERA CORRESPONDE A LA FECHA EN LA QUE SE EMITE LA FACTURA



RAM-4.1-041

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Telefonos: 2502-262/2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33 Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com