

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

**FACULTAD DE CIENCIAS
AMBIENTALES**

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

**“DIAGNOSTICO DE LAS DESCARGAS LÍQUIDAS DEL CAMPUS
MIGUEL DE CERVANTES DE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL
SEK ”**

Realizado por:

ANDREA CAROLINA NÚÑEZ SOLÍS

Director del proyecto:

Magister. Walberto Gallegos, Ph.D.

Como requisito para la obtención del título
de:

MÁSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

Quito, 30 de julio del 2018

DECLARACION JURAMENTADA

Yo, ANDREA CAROLINA NÚÑEZ SOLÍS, con cédula de identidad # 180414376-4, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



FIRMA Y CÉDULA

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“DIAGNOSTICO DE LAS DESCARGAS LÍQUIDAS DEL CAMPUS MIGUEL
DE CERVANTES DE LA UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK”**

Realizado por:

ANDREA CAROLINA NÚÑEZ SOLÍS

como Requisito para la Obtención del Título de:

MÁSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

ha sido dirigido por el profesor

WALBERTO GALLEGOS

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



FIRMA

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

MIGUEL MARTINEZ-FRESNEDA

PABLO CASTILLEJO

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante el
tribunal examinador



FIRMA



FIRMA

Quito, 30 de JULIO de 2017

DEDICATORIA

Dedicado a mi madre Mariana Solís, a mi padre Oswaldo Núñez, quienes han inculcado en mi la perseverancia, la constancia, la dedicación y sobre todo los valores haciendo de mi la persona que soy.

A mi hermana Maritza Núñez por el ejemplo de superación que me ha enseñado, A mi hermano Luis Núñez por ser mi apoyo incondicional. A mis amigos y compañeros de maestría por los conocimientos compartidos.

AGRADECIMIENTO

A toda mi familia por apoyarme en el transcurso de la maestría y siempre estar pendientes de mi persona, a mi director de tesis Walberto Gallegos por el apoyo brindado en el desarrollo del trabajo de fin de carrera.

Para someter a: *Rev.*

To be submitted: *Rev.*

“Diagnóstico de las descargas líquidas del Campus Miguel de Cervantes de la Universidad Internacional SEK”

Andrea Núñez¹, Walberto Gallegos^{*1}

¹Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales. Quito, Ecuador.

***AUTOR DE CORRESPONDENCIA:** Magister. Walberto Gallegos, Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales. Quito, Ecuador.

Teléfono: +593-987922521; email: walberto.gallegos@uisek.edu.ec

Resumen

La Universidad Internacional SEK (Campus Miguel de Cervantes), consume agua potable en promedio 660 m³ mensuales. Las aguas residuales generadas son descargadas sin controles, o tratamiento químico, físico o microbiológico, para este proceso cuenta con dos fosas sépticas, una de ellas recoge descargas de la facultad de Ciencias Ambientales y la otra de la Facultad de Ingeniería Mecánica. Ambas fosas tienen capacidad de 22,5 m³, hay momentos que las fosas sépticas se llenan y rebosan libremente a través de tuberías al terreno aledaño. Los lodos decantados de las fosas sépticas se retiran cada 6 meses por una compañía gestora de residuos, que se dedica a la limpieza de fosas. En el resto de las instalaciones Administración, Dispensario médico, cafetería, Facultad de Seguridad y Salud Ocupacional y Psicología, las descargas son enviadas por tubería directa al río Monjas. Adicionalmente se identificará los diferentes productos químicos que se utilizan en las actividades de la Universidad y que aportan a la contaminación del agua.

Con esta información se procede a evaluar las aguas residuales. con el fin de proteger la salud e integridad de las personas, ecosistemas del ambiente, impulsar buenas prácticas ambientales, y cumplir con normas de la Secretaría del Ambiente del DMQ.

PALABRAS CLAVE: AGUAS RESIDUALES /CONTAMINACIÓN/FOSAS SÉPTICAS/PRODUCTOS QUÍMICOS/ECOSISTEMA

Abstract

SEK International University (Campus Miguel de Cervantes) has an average demand of potable water of 660 m³ per month. The wastewater is discharged without controls, or chemical, physical or microbiological treatment; for this process it has two septic tanks, one of them collects discharges from the Faculty of Environmental Sciences, and the other one from the Mechanical Engineering Faculty. Both tanks have 22.5 m³ of capacity, there are moments when the septic tanks fill and overflow freely through pipes to the land that is in the other side of the construction. The decanted sludge from the septic tanks is removed every 6 months by a waste management company, which is dedicated to cleaning septic tanks. The other faculties like Administration, Medical Dispensary, cafeteria, Faculty of Occupational Health and Safety and Psychology discharge their wastewater by a pipe to the Monjas River. Additionally, different chemical products that are used in the activities to contribute the water pollution of the University are going to be identified.

With this information, wastewater is evaluated in order to protect the health and integrity of people, ecosystems of the environment, promote good environmental practices, and comply with regulations of the Secretary of Environment of the DMQ.

KEYWORDS: WASTEWATER / POLLUTION / SEPTIC TANKS / CHEMICAL PRODUCTS / ECOSYSTEMS

Introducción

La contaminación del agua es un problema no únicamente actual, pero se ha vuelto de mayor interés debido al incremento de las diferentes actividades humanas, el incremento de la población, al ser mayor número de personas se genera mayor contaminación y mayor consumo de agua. Las diferentes actividades generan aguas residuales ya sean industriales, domésticas, de agricultura, de servicios como centros educativos, de minerías, entre otras. Las aguas residuales domésticas son una fuente común de contaminación del agua, ya que contiene desperdicios y desechos sólidos u orgánicos como las heces, la orina; así como también residuos de lavandería.

En las regiones rurales de América Latina y el Caribe, la cobertura de sistemas de alcantarillado fue del 64% para el año 2015 (Lentini, 2015), llegándose a tratar el agua residual en un 34% (UNESCO, 2017). La mayoría de estos sistemas de tratamiento son plantas convencionales construidas en las etapas finales de los sistemas de alcantarillado, los cuales se ubican antes de una descarga a cuerpos de agua. Estos sistemas de tratamiento se basan en tecnologías de remoción de baja carga contaminante y bajo costo de construcción y operación. La tecnología más usada es la fosa séptica, construida generalmente de concreto o plástico (Jouravlev, 2004).

En la ciudad de Quito la cobertura de alcantarillado llegó a ser del 92,88 % hasta octubre del 2016 según datos obtenidos de la EPMAPS, de ésta cobertura en los últimos tiempos la EPMAPS a través de su Programa de Descontaminación de Ríos y Quebradas de Quito, viene implementando plantas de tratamiento de aguas residuales, como es el caso de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales -PTAR- Quitumbe, que solucionará una pequeña parte de la descontaminación de los ríos del Distrito Metropolitano. .

La Constitución de la República del Ecuador del 2008, en su artículo 30, garantiza a las personas el "derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica"; y, a su vez, establece que los gobiernos autónomos descentralizados municipales tienen la competencia exclusiva para planificar el desarrollo cantonal, así como para ejercer el control sobre el uso del suelo en el cantón (artículo 264, numerales 1 y 2).

Artículo 10 de la Constitución de la República del Ecuador describe que las personas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos son titulares y gozarán de los derechos garantizados en la Constitución y en los instrumentos internacionales. La naturaleza será sujeto de aquellos derechos que le reconozca la Constitución;

Artículo 12 de la Constitución de la República del Ecuador dispone que el agua es un derecho humano fundamental e irrenunciable, que constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y que por lo tanto es esencial para la vida;

Que, el artículo 14 de la Constitución de la República del Ecuador reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumakawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados;

Que, el numeral 27 del artículo 66 de la Constitución de la República del Ecuador, determina el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza;

Que, el artículo 71 de la Constitución de la República del Ecuador, reconoce a la naturaleza el derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema;

Que, el artículo 73 de la Constitución de la República del Ecuador describe que el Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional;

Que, el artículo 83 de la Constitución de la República del Ecuador establece que algunos de los deberes y responsabilidades de los ecuatorianos, en materia ambiental, son los siguientes: defender la integridad territorial del Ecuador y sus recursos naturales, respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional,

sustentable y sostenible, conservar el patrimonio cultural y natural del país, y cuidar y mantener los bienes públicos;

El código Orgánico del Ambiente (COA), publicado el 12 de abril del 2017, tiene por objeto garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger los derechos de la naturaleza para la realización del buen vivir o Sumak Kawsay. Las disposiciones de este Código regularán los derechos, deberes y garantías ambientales contenidos en la Constitución, así como los instrumentos que fortalecen su ejercicio, los que deberán asegurar la sostenibilidad, conservación, protección y restauración del ambiente, sin perjuicio de lo que establezcan otras leyes sobre la materia que garanticen los mismos fines.

Art. 5.- Derecho de la población a vivir en un ambiente sano. El derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado comprende: La conservación, manejo sostenible y recuperación del patrimonio natural, la biodiversidad y todos sus componentes, con respeto a los derechos de la naturaleza y a los derechos colectivos de las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades;

Acuerdo Ministerial 061, año II – Edición especial N° 316 ,Quito, lunes 4 de mayo de 2015,
parágrafo I, del agua

Art. 209 De la calidad del agua.- Son las características físicas, químicas y biológicas que establecen la composición del agua y la hacen apta para satisfacer la salud, el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Acuerdo Ministerial 097, Registro Oficial N° 387 - Miércoles 4 de noviembre de 2015

El presente Acuerdo expide el Anexo 1 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente referente a la Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. La norma tiene como objeto la prevención y control de la contaminación ambiental en lo relativo al recurso agua.

Anexo 1 del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua.

La presente Norma tiene por objeto la prevención y control de la contaminación ambiental , en lo relativo al recurso agua. Además su objetico principal es proteger salvaguardar y preservar el recurso agua para los usos asignados, la integridad de las personas, ecosistemas, y sus interrelaciones y el ambiente en general.

Ordenanza Metropolitana del Distrito Metropolitano de Quito N° 138

En el Distrito Metropolitano de Quito, para el control de descargas líquidas al alcantarillado o a cauces de agua, y criterios de calidad de agua según su uso, existe la ordenanza N° 138. La cual se base en el siguiente Suplemento.

Suplemento del Registro Oficial 853, 3-X-2016).

Que el artículo 71 de la Constitución señala que: “La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. (...) El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema”

El Ministerio del Ambiente realizó más de 450 inspecciones de control de descargas en cuerpos de agua a nivel nacional en los dos primeros meses del 2017 e indicó que en el Ecuador el mayor foco de contaminación de los cuerpos de agua lo constituyen las descargas domésticas de viviendas ubicadas en zonas de aglomeración urbana, exentas de sistemas de alcantarillado y plantas de tratamiento.

“ La contaminación del agua consiste en una modificación, generalmente provocada por el hombre, de la calidad del agua, haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca, actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural”(Carta del Agua, Consejo de Europa, 1968)

“Los contaminantes del agua se pueden clasificar de acuerdo a su naturaleza, ya sea física, química o biológica.

a) Agentes físicos: Calor

b) Compuestos Químicos Inorgánicos:

Tabla 1. Compuestos Químicos Inorgánicos

Sales	Aniones	$(\text{Cl})^-$, $(\text{SO}_4)^{2-}$, $(\text{HCO})^{3-}$, $(\text{CO}_3)^{2-}$, $(\text{S})^{2-}$, $(\text{Br})^-$, $(\text{CN})^-$, $(\text{F})^-$
	Cationes	$(\text{Ca})^{2+}$, $(\text{Mg})^{2+}$, $(\text{Na})^+$, $(\text{K})^+$
Ácidos y Bases		H_2SO_4 , HNO_3 , HCl , $\text{Na}(\text{OH})$, KOH
Elementos Tóxicos	Metales	Hg, Be, Pb, Cu, Cd, Zn, Fe, Mn, Cr
	No Metales	As, Sb, Se, B
Elementos Radiactivos		^{226}Ra , ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{230}Th
Gases		H_2S , NH_3 , Cl_2 , CO_2 , O_2
Especies Minerales no disueltas		Sílice, arcilla

Fuente: Orozco Barrenetxea, 2003

c) Compuestos Químicos Orgánicos

Hidratos de carbono, aminoácidos, proteínas,

Aceites y grasas

Hidrocarburos

Jabones y detergentes

Pesticidas y policloprobifenilo

Otros compuestos orgánicos: Fenoles, trihalometanos, hidrocarburos aromáticos policíclicos, clorofenoles, Nitrosaminas, etc

d) Bionutrientes

Compuestos nitrogenados: NH_4 , NO_3 , NO_2 , y organonitrogenados

Compuestos fosforados: PO_4 , y organofosforados

e) Microorganismos

Bacterias

Virus

Hongos

Algas''(Orozco Barrenetxea, 2003)

Para evaluar la calidad y contaminación del agua, se utilizan índices de calidad, los cuales integran todos los indicadores de manera resumida.

Índices de calidad

''La utilización de Índices de Calidad tiene la función de facilitar la interpretación sobre la calidad de un ambiente cualquiera (como un río) de forma integral y única.

Tabla 2. Tabla de índices y criterios de calidad del agua

Nota	Concepto
0 a 25	Muy malo
26 a 50	Malo
51 a 70	Regular
71 a 90	Bueno
91 a 100	Excelente

Fuente: Lobo, 2015

El índice de calidad de agua (ICA) se calcula por la multiplicación ponderada de la calidad del agua correspondiente a cada parámetro evaluado como se indica en la siguiente fórmula.

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{wi}$$

Ec 1

Donde:

wi: es el peso correspondiente al i-ésimo parámetro, un número entre 0 y 1, atribuido en función de su importancia para la configuración global de calidad, siendo que:'' (Lobo, 2015)

$$\sum w_i = 1$$

Ec 2

La Universidad Internacional SEK se encuentra comprometida con el mejoramiento de las Buenas Prácticas Ambientales y ser pionera en la implementación de Gestión Ambiental, por lo que al analizar las descargas líquidas que la misma genera, tendrá un diagnóstico y de ésta manera generar posibles soluciones para que las descargas líquida cumplan con la normativa legal ambiental en los límites máximos permisibles para a cuerpos receptores.

Además se va a determinar los mayores consumidores de agua por facultad o edificio, se va a evaluar cuál es el área de la Universidad genera mayor contaminación, midiendo los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales, con base en la norma técnica 002 del DQO, para priorizar la gestión en dicho punto o foco de contaminación, y finalmente se va a analizar el efecto de productos químicos utilizados en las diferentes áreas de la Universidad, mediante los resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que se obtengan de los análisis, para generar posibles soluciones ya sea minimizando su uso o mediante prácticas que ayuden a reducir el impacto de los mismos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio se localiza en el campus Miguel de Cervantes- Carcelén de la Universidad Internacional SEK, la misma que se encuentra Ubicada en la ciudad de Quito perteneciente a la provincia de Pichincha.

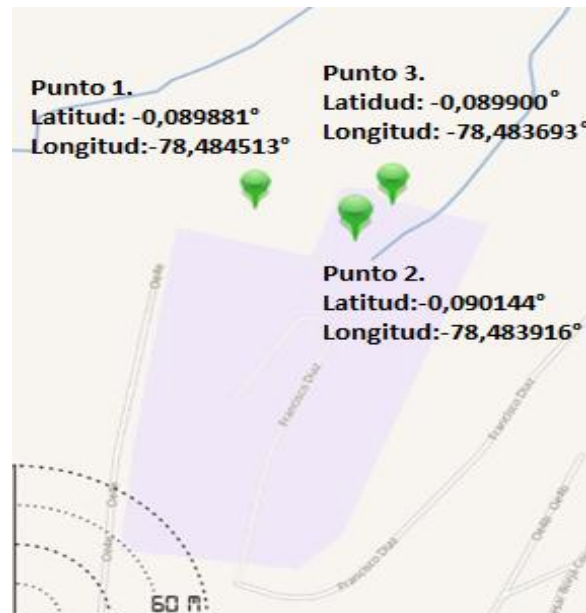
Figura 1. Área de Estudio, vista satelital



Fuente: Google Earth, 2018

Las coordenadas geográficas de donde se tomaron las muestras de las descargas líquidas se pueden apreciar en la siguiente figura:

Figura 2. Coordenadas de los puntos de muestreo



Fuente: Núñez Andrea, 2108

La Universidad Internacional SEK del campus Carcelén cuenta con tres edificios bien definidos, son 1589 el número de personas entre estudiantes y administrativos que ocupan las instalaciones del Campus de Carcelén, las cuales asisten entre 8 y 20 días al mes según el programa y carrera de estudio elegida. Toda ésta información fue de suma importancia para conocer las actividades que se realiza en cada edificio o.

La distribución de las carreras se puede apreciar en la siguiente tabla en donde se indican las facultades y las carreras dictadas en las mismas.

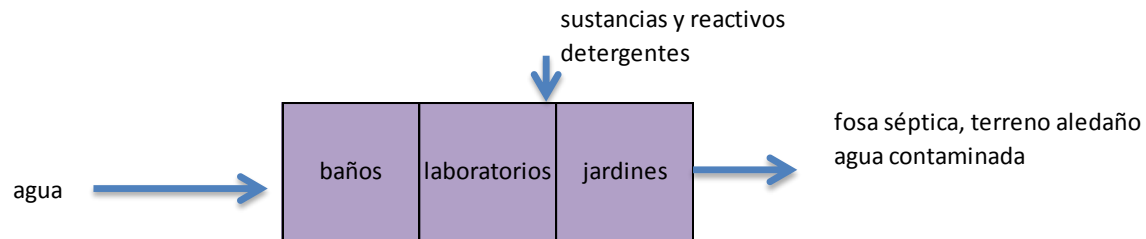
Tabla 3. Tabla de distribución de facultades y carreras

Facultad de Ciencias Ambientales (Edificio 4)	
Pregrado	Postgrado
Ingeniería Ambiental	Maestría en Gestión Ambiental
Biotecnología	
Facultad de Seguridad y Salud Ocupacional, Facultad de Administración (Edificio 1, Edificio 2, Edificio 3)	
Pregrado	Postgrado
Psicología Clínica	Maestría en Tecnologías de la Información
Psicología	Maestría en Gestión del Talento Humano
Seguridad y Salud Ocupacional presencial	Maestría en Seguridad y Salud Ocupacional
Seguridad y Salud Ocupacional semipresencial	Maestría en Psicología con mención en Psicoterapia
Negocios	Maestría en administración de Negocios
Licenciatura en Negocios	
Facultad de Mecánica (Edificio 5)	
Pregrado	Postgrado
Ingeniería Automotriz	Maestría en Diseño Mecánico
	Maestría en Ecoeficiencia Industrial

Fuente: Base de datos de la Universidad Internacional Sek, 2018

Los diagramas de flujo que se indican a continuación nos indican las actividades para la que se está utilizando el agua en cada facultad.

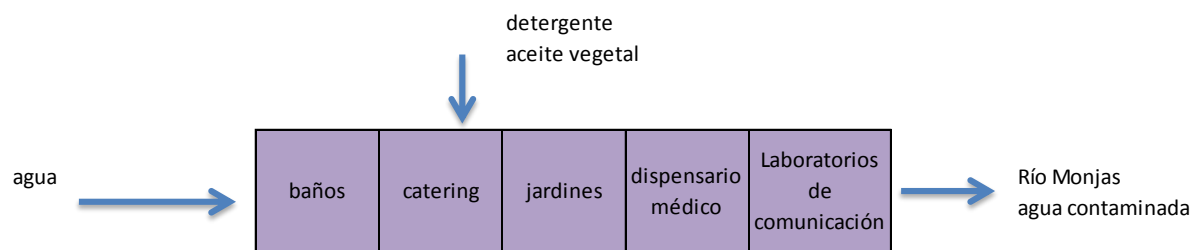
Figura 3. Diagrama de Flujo del Edificio 4



Fuente: Núñez Andrea, 2018

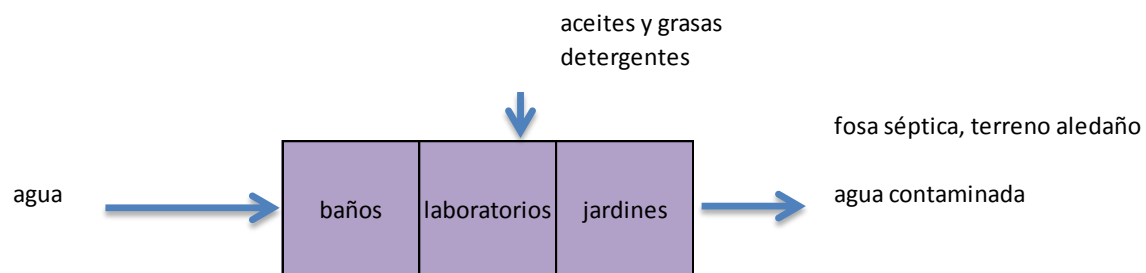
*En el dispensario médico lo único que generan son desechos infecciosos sólidos y éstos son enviados a un gestor ambiental.

Figura 4. Diagrama de Flujo del Edificio 1, Edificio 2 y Edificio 3



Fuente: Núñez Andrea, 2018

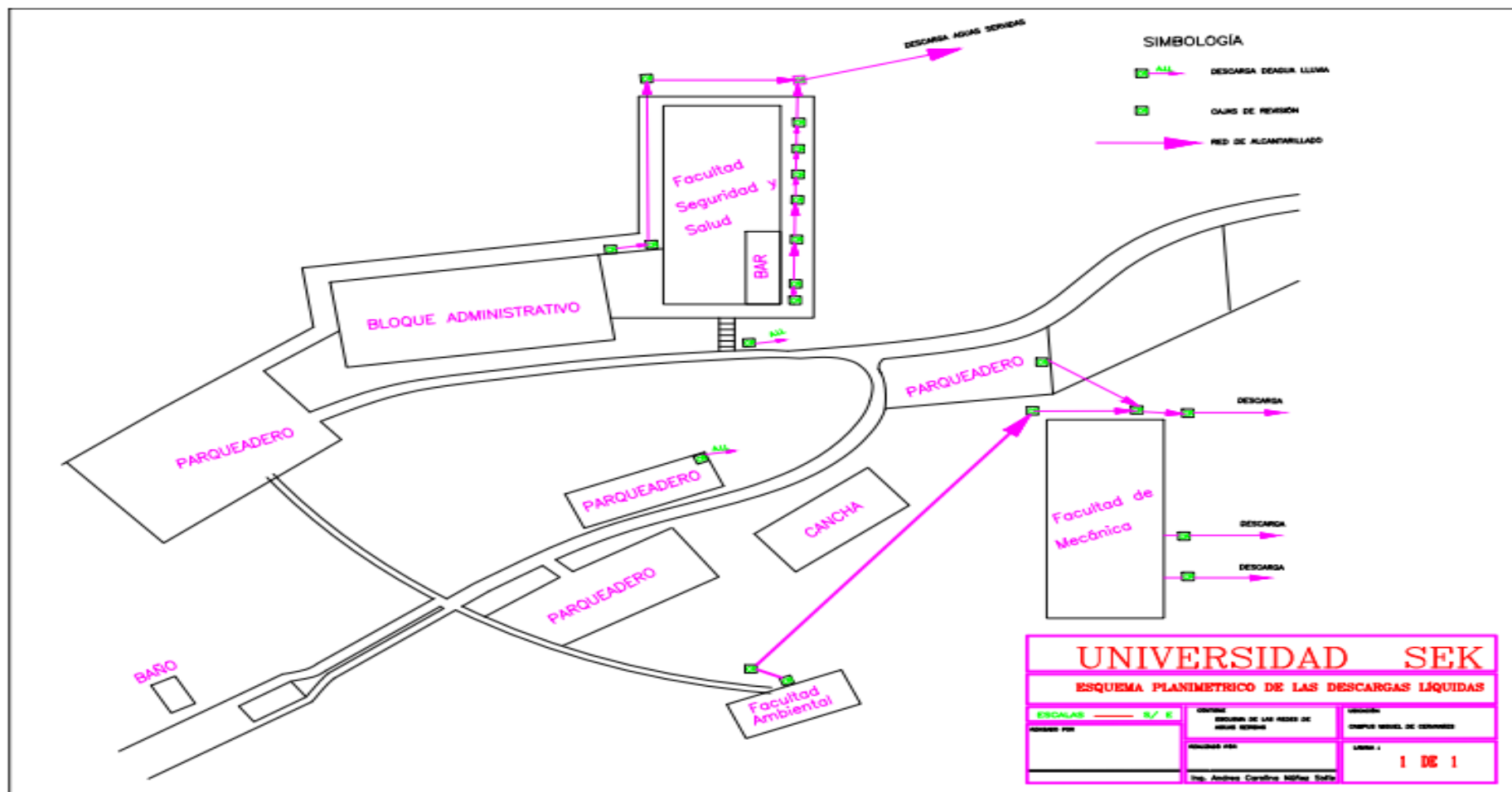
Figura 5. Diagrama de Flujo del Edificio 5



Fuente: Núñez Andrea, 2018

Elaboración del Esquema del diseño Sanitario de la Universidad SEK

Figura 6. Esquema Planimétrico de las descargas líquidas



Fuente: Núñez Andrea,2018

En base a la figura 7 se pudo definir los puntos de muestreo a considerar. Al contar con la ubicación de los puntos de muestreo se tomó como criterio para la evaluación de parámetros la norma técnica 002 de la Ordenanza Municipal 138, en donde se indica los límites permisibles para el control de descargas líquidas y una guía de parámetros a analizar según la actividad económica de una empresa o institución. (Ver Anexo 1)

Parámetros a analizar

Los parámetros y métodos de análisis que se decidieron realizar se pueden visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 4. Parámetros y Métodos de análisis

Parámetros	Métodos
Caudal	Método Volumétrico
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	Método Estándar 5210D
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Método Estándar 5220A
Sólidos Suspendidos Totales	Método Estándar 2540D
Nitrógeno amoniacal	APHA 4500 NH3
Nitrógeno orgánico/TOTAL	APHA 4500 N-ORG
Grasas y aceites	Método Estándar 5520B
SAAM	Método Estándar 5540C
Ph	Método Estándar 4500-H+B
Temperatura	Método Estándar 2550B
Sulfatos	Método Estándar 4500E
Coliformes Fecales	Método Estándar 9923B
Fósforo total	Método Estándar 4500P
Nitratos	APHA 4500 NH3
Oxígeno Disuelto	ASTM D888-18
Turbidez	Método Estándar 2130 B
Sólidos totales Disueltos	Método Estándar 2540C

Fuente: Núñez Andrea, 2018

Método de muestreo

El método de muestreo para las descargas de aguas que genera la Universidad Internacional SEK se determinó por la norma técnica 002 en la sección que tiene la GUÍA PARA LA FRECUENCIA DE MUESTREO EN FLUJO CONTINUO, Las muestras compuestas resultarán de muestras simples de acuerdo a la Tabla No. 4, considerando de 4 a 16 horas por día de la descarga, realizando cuatro muestras simples por punto en un intervalo de una hora.

Tabla 5. Guía para la frecuencia de muestreo en flujo continuo

Horas por día de la descarga	Número de muestras simples	Intervalo entre toma de muestras simples	
		Mínimo	Máximo
Menor a 4	Mínimo 2		
Más de 4 y hasta 16	4	1	2
Más de 16 y hasta 24	6	3	4

Fuente: Norma Técnica para el control de descargas líquidas NT 002, 2016

“Las muestras compuestas deberán componerse de alícuotas de volumen proporcional al caudal. La composición de las muestras en proporción al caudal medido se realizará tomando alícuotas de volumen (V_t), utilizando las siguientes relaciones.

$$V_t = \frac{V * Q_t}{n * Q_m}$$

Ec 3:

Dónde:

V_t es el volumen individual de cada una de las alícuotas, en ml.

V es el volumen de la muestra compuesta, ml (generalmente 3500 ml).

Q_t es el caudal medido al momento del muestreo de cada una de las alícuotas. l/s.

n es el número de alícuotas individuales de que se compone la muestra.

Qm es el caudal medio en el período de muestreo, l/s.``(Norma Técnica para el Control de descargas líquidas (NT 002, 2016)

Protocolo de muestreo

Con el fin de realizar un muestreo eficiente y representativo de muestras de agua, se realiza el protocolo de muestreo, en donde se describen los materiales y equipos utilizados, así como también los procedimientos de recolección de muestras y las buenas prácticas para la preservación de las mismas.

1. Equipos de protección personal requeridos.

Mandil, botas de seguridad, guantes de nitrilo

2. Materiales y Equipos requeridos

Envases para el muestreo de plástico y de vidrio rotulados, mínimo de un litro, cuaderno de registro y lápiz, hielera, Probeta de 1000ml, GPS , medidor de pH portátil, termómetro, agua destilada para la limpieza de los electrodos y sondas.

ENVASES

Si se quiere utilizar un envase usado se recomienda que haya contenido agua y que se lo lave así mismo con agua sin utilizar detergentes.

3. Procedimiento de recolección de muestras

3.1. Procedimiento para la toma de la muestra para análisis físico-químico

- a) Verificar que el rotulado del envase sea el correcto.
- b) Enjuagar 2 a 3 veces con el agua de la fuente que se va a muestrear, desechando el agua de enjuague.
- c) Medir el Ph, oxígeno disuelto y la temperatura in situ

- d) Recolectar la muestra en el envase
- e) Cerrar el envase asegurando su cierre hermético.
- f) Guardar la muestra colectada en una hielera (se recomienda como tiempo máximo de entrega a Laboratorio de 4 días).

3.2. Procedimiento para la toma de la muestra para análisis microbiológico

- a) El envase a utilizarse deberá estar esterilizado y durante la toma debe prestarse atención a mantener una adecuada asepsia para evitar la contaminación accidental de la muestra, el envase puede ser plástico o de vidrio.
- b) Verificar que el rótulo del envase sea el correcto.
- c) Abrir el recipiente estéril, evitando todo contacto de los dedos con la boca e interior del recipiente y sosteniendo la tapa de manera que ésta mire para abajo (realizarlo con mucha asepsia).
- d) Medir el pH y la temperatura in situ
- e) Llenar el frasco con la muestra y mantenerlo inclinado a 45° para evitar la introducción de partículas externas.
- f) Tapar herméticamente.
- g) Almacenar la muestra en una hielera que sea exclusivamente para colocar muestras de agua.

“Debe evitarse las siguientes tres cosas que afectan a los organismos vivos en una muestra para análisis microbiológico:

las temperaturas por arriba de los 6°C, la luminosidad y las temperaturas de congelamiento.

Las dos primeras cosas hacen que esos organismos se multipliquen y la muestra no sea válida y de resultados que no reflejen la realidad. La tercera hace que se mueran y de un resultado de no contaminación cuando sí puede haberla.´´(Lucas Gallo Mendoza, et al, 2011)

En el cuaderno de registro anotar la fecha y hora de la toma así como las coordenadas geográficas del punto de muestreo.

Buenas prácticas para la preservación de muestras

En la siguiente tabla se muestran la manera de conservación de las muestras utilizados en métodos estándares para la examinación de agua y agua residual, y el tiempo máximo en que debe ser analizada la muestra según el parámetro.

Tabla 6. Conservación y Tiempo máximo estimado para el análisis de parámetros

Determinación	Conservación	Tiempo Máximo
DBO	Refrigeración a 4 °C	6 horas
DQO	H ₂ SO ₄ ; pH<2	Lo antes posible
SST	Refrigeración a 4 °C	24 horas o no más de los 7 días
Nitrógeno amoniacal	4 °C, H ₂ SO ₄ ; pH<2	24 horas
Nitrógeno Total	4 °C, H ₂ SO ₄ ; pH<2	24 horas
Grasas y aceites	4 °C, H ₂ SO ₄ ; pH<2	24 horas
SAAM	20 mg/L HgCl ₂	24 horas
Ph		Inmediato
Temperatura		Inmediato
Sulfatos	Refrigeración a 4 °C	7 días
Coliformes Fecales	Refrigeración a 4 °C	48 horas
Fósforo total	Filtrar y Refrigeración a 4 °C	48 horas
Nitratos	Refrigeración a -20 °C	48 horas
Oxígeno Disuelto	H ₂ SO ₄ ; pH<2	48 horas
Turbidez	Analizar el mismo día, refrigerar, guardar en la oscuridad	24 a 48 horas
Sólidos totales Disueltos	Refrigeración a 4 °C	24 horas

Fuente: Dorys Farardo, 2005 ; Eugene W, et al, 1999

Tratamiento Estadístico de Datos

Para analizar los valores obtenidos se procedió a utilizar herramientas estadísticas como la media, con medidas de dispersión, desviación estándar. Las medias se compararon con los límites máximos permisibles por cuerpo receptor de la Norma Técnica para el control de descargas líquidas NT 002.

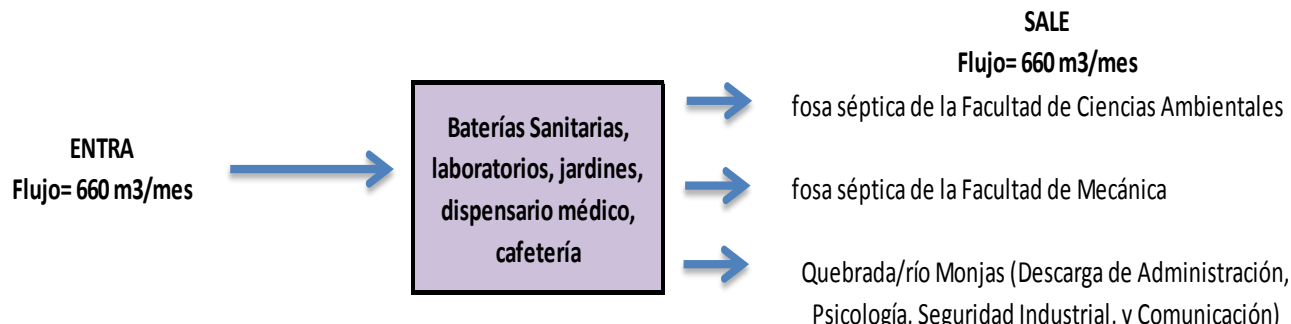
Se calculó el Índice de Calidad utilizando el programa IQAdata desarrollado por el Dr. Lobo de la Universidad de Santa Cruz del Sol de Brasil.

RESULTADOS

Balance de masa de la demanda de agua de la Universidad Internacional SEK

Balance de masa real general de todo el campus de Carcelén, obtenido mediante un promedio de los consumos de agua de las facturas emitidas por EPMAPS del 2017.

Figura 7. Balance de Masa Real de la demanda de agua de la Universidad Internacional SEK- Campus Carcelén



Fuente: Núñez Andrea, 2018

Demandas de Agua por Edificios

Para la determinar la distribución de los consumos de agua por edificio se tomó en cuenta criterios para la dotación de agua en planteles educativos y residencias estudiantiles del libro Fundamentos de Hidráulica e Instalaciones de Abasto en las edificaciones de Samuel Melguizo B. (Ver Anexo 2), el número de estudiantes (pregrado presencial, semipresencial y postgrado), personal administrativo y docentes por facultad, y el número de días de asistencia de los estudiantes según la modalidad de estudio. Igualmente se pudo determinar el consumo de agua teórico que se debería tener al mes de todo campus Miguel de Cervantes.

Los resultados obtenidos aplicando criterios de dotaciones estándar para centros educativos se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 7. Resultado teórico de la demanda mensual de la Universidad Internacional SEK

POBLACIÓN	NÚMERO POBLACIONAL	DOTACIÓN (L/HAB/DIA)	CAUDAL DIARIO (L/DIA)	DIAS/MES DE ASISTENCIA	CAUDAL MES (m ³)
PREGRADO	362	40	14480	20	289,6
POSTGRADO	927	20	18540	8	148,32
SEMIPRESENCIAL	187	20	3740	8	29,92
DOCENTES Y ADMINISTRATIVOS	113	50	5650	20	113
CONSUMO TOTAL MENSUAL DEL CAMPUS CARCELEN					580,84

Fuente: Núñez Andrea, 2018; Samuel Melguizo, 2018

Tabla 8. Resultado teórico de la demanda mensual del Edificio 4

Facultad Ciencias Ambientales	NÚMERO POBLACIONAL	DOTACIÓN (L/HAB/DIA)	CAUDAL DIARIO (L/DIA)	DIAS/MES DE ASISTENCIA	CAUDAL MES (m ³)
PREGRADO	92	40	3680	20	73,6
POSTGRADO	65	20	1300	8	10,4
SEMIPRESENCIAL	0	20	0	8	0
DOCENTES Y ADMINISTRATIVOS	8	50	400	20	8
CONSUMO TOTAL MENSUAL DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES					92

Fuente: Núñez Andrea, 2018; Samuel Melguizo, 2018

Tabla 9. Resultado teórico de la demanda mensual del Edificio 5

Facultad Mecánica	NÚMERO POBLACIONAL	DOTACIÓN (L/HAB/DIA)	CAUDAL DIARIO (L/DIA)	DIAS/MES DE ASISTENCIA	CAUDAL MES (m ³)
PREGRADO	48	40	1920	20	38,4
POSTGRADO	61	20	1220	8	9,76
SEMIPRESENCIAL	0	20	0	8	0
DOCENTES Y ADMINISTRATIVOS	10	50	500	20	10
CONSUMO TOTAL MENSUAL DE LA FACULTAD DE MECÁNICA					58,16

Fuente: Núñez Andrea, 2018; Samuel Melguizo, 2018

Tabla 10. Resultado teórico de la demanda mensual del Edificio 1, Edificio 2 y Edificio 3

Facultad de Salud y Seguridad Ocupacional, Facultad Administración, y Edificio Central Administración	NÚMERO POBLACIONAL	DOTACIÓN (L/HAB/DIA)	CAUDAL DIARIO (L/DIA)	DIAS/MES DE ASISTENCIA	CAUDAL MES (m ³)
PREGRADO	222	40	8880	20	177,6
POSTGRADO	801	20	16020	8	128,16
SEMI PRESENCIAL	187	20	3740	8	29,92
DOCENTES Y ADMINISTRATIVOS	95	50	4750	20	95
CONSUMO TOTAL MENSUAL DE LA FACULTAD DE SSO, Facultad Administración, y Edificio Central Administración					430,68

Fuente: Núñez Andrea, 2018; Samuel Melguizo, 2018

Para facilitar la identificación de los puntos de muestreo se los denominó de la siguiente manera:

Punto de muestreo 1: Edificio 1, Edificio 2 y Edificio 3

Punto de muestreo 2: Edificio 4

Punto de muestreo 3: Edificio 5

Con los consumos teóricos encontrados se pudo estimar el consumo de agua por edificios tomando en cuenta el consumo promedio real mensual de la Universidad que son 660 m³/mes, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 11. Distribución de la demanda de agua mensual estimado por edificios.

Edificios	Distribución teórica m ³ /mes	Fracción volumétrica de consumo por facultad	Porcentaje de distribución, %	Distribución promedio real m ³ /mes
Edificio 1, 2 y 3	430,68	0,74	74,15	489,38
Edificio 4	92,00	0,16	15,84	104,54
Edificio 5	58,16	0,10	10,01	66,09
TOTAL	580,84	1,00	100,00	660,00

Fuente: Núñez Andrea, 2018

Cálculo del tiempo de residencia de las aguas residuales en las fosas sépticas de los Edificios

3 y 4

Se conoce que los volúmenes de las fosas sépticas de los dos edificios son de $22,5 \text{ m}^3$, además de las demandas de agua por mes de los edificios con dichos datos se procede a calcular los tiempos de residencia en las fosas sépticas como se indica a continuación:

$$\text{tiempo de residencia} = \frac{\text{Volúmen del depósito}}{\text{Caudal}}$$

Ec 4

Cálculo del tiempo de residencia en la fosa séptica del edificio 4

$$\text{tiempo de residencia} = \frac{22,5 \text{ m}^3}{104,54 \text{ m}^3/\text{mes}} = 0,22 \text{ mes} * \frac{20 \text{ días (consumo)}}{1 \text{ mes(trabajo)}}$$

Ec 5

$$\text{tiempo de residencia edificio 4} = 4,40 \text{ días}$$

Ec 6

Cálculo del tiempo de residencia en la fosa séptica del edificio 5

$$\text{tiempo de residencia} = \frac{22,5 \text{ m}^3}{66,09 \text{ m}^3/\text{mes}} = 0,34 \text{ mes} * \frac{20 \text{ días}}{1 \text{ mes}}$$

Ec 7

$$\text{tiempo de residencia edificio 5} = 6,80 \text{ días}$$

Ec 8

Caracterización de las aguas residuales de la Universidad Internacional Sek.

Los muestreos fueron realizados y analizados durante cuatro semanas seguidas, recolectando una muestra por semana por cada punto de muestreo definido.

Los resultados obtenidos de la caracterización se indican en las siguientes tablas.

Tabla 12. Resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos de aguas residuales en el punto 1

Punto de muestreo 1: Edificio 1, Edificio 2 y Edificio 3					
Parámetro	Unidades	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Caudal	L/s	0,24	0,18	0,15	0,21
DBO	mg/L	199,31	250,10	196,80	446,49
DQO	mg/L	514,00	407,00	243,00	1102,00
SST	mg/L	150,00	130,00	130,00	222,00
Nitrógeno amoniacal	mg/L	130,69	140,75	135,00	155,00
Nitrógeno orgánico/TOTAL	mg/L	185,00	190,00	180,00	225,00
Grasas y aceites	mg/L	46,51	50,51	70,51	60,50
SAAM	mg/L	0,22	0,42	0,28	0,14
pH		8,69	8,26	8,37	8,59
Temperatura	°C	18,40	18,70	17,56	19,10
Sulfatos	mg/L	34,00	55,00	55,00	27,00
Coliformes Fecales	UFC/100 mll	2*10 ⁷	1,73*10 ⁷	1*10 ⁷	2*10 ⁶
Fósforo total	mg/L	13,60	11,50	10,60	9,54
Nitratos	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00
Oxígeno Disuelto	mg/L	4,16	4,67	4,57	4,70
Turbidez	NTU	300,00	200,00	250,00	238,00
Sólidos totales Disueltos	mg/L	500,00	320,00	478,00	400,00

Fuente: Núñez Andrea, 2018

Tabla 13. Resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos de aguas residuales en el punto 2

Punto de muestreo 2: Edificio 4					
Parámetro	Unidades	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Caudal	L/s	0,04	0,05	0,03	0,02
DBO	mg/L	92,77	251,91	328,68	277,20
DQO	mg/L	198,00	324,00	1222,00	573,00
SST	mg/L	99,00	120,00	90,00	10,00
Nitrógeno amoniacal	mg/L	128,00	115,00	125,00	135,00
Nitrógeno orgánico/TOTAL	mg/L	150,00	135,00	130,00	165,00
Grasas y aceites	mg/L	14,40	28,40	16,40	10,00
SAAM	mg/L	0,15	0,13	0,06	0,10
pH		7,50	7,14	6,69	7,18
Temperatura	°C	18,50	18,40	17,04	19,40
Sulfatos	mg/L	43,00	15,00	12,00	6,00
Coliformes Fecales	UFC/100 Ml	$1,5 \cdot 10^7$	$1,54 \cdot 10^4$	$1,54 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^7$
Fósforo total	mg/L	7,78	8,96	10,54	6,45
Nitratos	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00
Oxígeno Disuelto	mg/L	6,00	5,78	4,89	4,78
Turbidez	NTU	50,00	35,00	64,00	48,00
Sólidos totales Disueltos	mg/L	100,00	80,00	70,00	150,00

Fuente: Núñez Andrea, 2018

Tabla 14. Resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos de aguas residuales en el punto 3

Punto de muestreo 3: Edificio 5					
Parámetro	Unidades	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Caudal	L/s	0,03	0,004	0,05	0,02
DBO	mg/L	194,93	86,22	155,43	392,04
DQO	mg/L	445,00	260,00	368,00	803,00
SST	mg/L	96,00	133,00	100,00	163,00
Nitrógeno amoniacal	mg/L	150,00	100,00	120,00	124,00
Nitrógeno orgánico/TOTAL	mg/L	165,00	105,00	100,00	137,00
Grasas y aceites	mg/L	180,40	160,40	164,40	30,00
SAAM	mg/L	0,27	0,11	0,07	0,06
pH		8,20	8,25	8,04	8,55
Temperatura	°C	18,40	18,40	17,61	18,60
Sulfatos	mg/L	26,00	16,00	35,00	9,00
Coliformes Fecales	UFC/100 Ml	1,08*10 ⁷	1,08*10 ⁶	2*10 ⁶	1,6*10 ⁶
Fósforo total	mg/L	6,45	5,34	7,57	5,67
Nitratos	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,00
Oxígeno Disuelto	mg/L	4,76	4,67	4,67	4,98
Turbidez	NTU	67,00	44,00	67,00	58,00
Sólidos totales Disueltos	mg/L	250,00	112,00	120,00	160,00

Fuente: Núñez Andrea, 2018

Análisis y evaluación de Resultados

Cálculo de la media y del coeficiente de Variación.

A continuación se presentan las medias de los parámetros analizados junto con el coeficiente de variación de cada punto de descarga.

Tabla 15. Media y porcentaje del coeficiente de variación del punto 1

Punto de muestreo 1: Edificio 1, 2 y 3				
Parámetro	Unidades	Media	Desviación estándar	Coeficiente de Variación %
Caudal	L/s	0,19	0,04	20,33
DBO	mg/L	273,18	118,12	43,24
DQO	mg/L	566,50	373,99	66,02
SST	mg/L	158,00	43,70	27,66
Nitrógeno amoniacal	mg/L	140,36	10,59	7,55
Nitrógeno orgánico/TOTAL	mg/L	195,00	20,41	10,47
Grasas y aceites	mg/L	57,01	10,75	18,86
SAAM	mg/L	0,27	0,12	44,85
pH		8,48	0,20	2,33
Temperatura	°C	18,44	0,65	3,54
Sulfatos	mg/L	42,75	14,43	33,76
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	1,23*10 ⁷	8,08*10 ⁶	65,53
Fósforo total	mg/L	11,31	1,72	15,24
Nitratos	mg/L	0,00	0,00	0,00
Oxígeno Disuelto	mg/L	4,53	0,25	5,52
Turbidez	NTU	247,00	41,26	16,71
Sólidos totales Disueltos	mg/L	424,50	81,82	19,27

Fuente: Núñez Andrea, 2018

Tabla 16. Media y porcentaje del coeficiente de variación del punto 2

Punto de muestreo 2: Edificio 4				
Parámetro	Unidades	Media	Desviación estándar	Coeficiente de Variación %
Caudal	L/s	0,04	0,01	28,40
DBO	mg/L	237,64	101,72	42,81
DQO	mg/L	579,25	455,95	78,71
SST	mg/L	79,75	48,17	60,40
Nitrógeno amoniacal	mg/L	125,75	8,30	6,60
Nitrógeno orgánico/TOTAL	mg/L	145,00	15,81	10,90
Grasas y aceites	mg/L	17,30	7,87	45,48
SAAM	mg/L	0,11	0,04	34,09
pH		7,13	0,33	4,67
Temperatura	°C	18,34	0,97	5,31
Sulfatos	mg/L	19,00	16,43	86,48
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	8,77*10 ⁶	1,03*10 ⁷	117,60
Fósforo total	mg/L	8,43	1,74	20,63
Nitratos	mg/L	0,00	0,00	0,00
Oxígeno Disuelto	mg/L	5,36	0,62	11,51
Turbidez	NTU	49,25	11,87	24,10
Sólidos totales Disueltos	mg/L	100,00	35,59	35,59

Fuente: Núñez Andrea, 2018

Tabla 17. Media y porcentaje del coeficiente de variación del punto 3

Punto de muestreo 3: Edificio 5				
Parámetro	Unidades	Media	Desviación estándar	Coeficiente de Variación %
Caudal	L/s	0,02	0,02	77,54
DBO	mg/L	207,16	131,19	63,33
DQO	mg/L	469,00	235,24	50,16
SST	mg/L	123,00	31,40	25,53
Nitrógeno amoniacal	mg/L	123,50	20,55	16,64
Nitrógeno orgánico/TOTAL	mg/L	126,75	30,31	23,92
Grasas y aceites	mg/L	133,80	69,74	52,12
SAAM	mg/L	0,13	0,10	77,72
pH		8,26	0,21	2,58
Temperatura	°C	18,25	0,44	2,40
Sulfatos	mg/L	21,50	11,39	52,96
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	3,87*10 ⁶	4,64*10 ⁶	119,78
Fósforo total	mg/L	6,26	0,99	15,84
Nitratos	mg/L	0,00	0,00	0,00
Oxígeno Disuelto	mg/L	4,77	0,15	3,07
Turbidez	NTU	59,00	10,86	18,41
Sólidos totales Disueltos	mg/L	160,50	63,25	39,41

Fuente: Núñez Andrea, 2018

Las aguas residuales de la Universidad Internacional SEK, presentan características semejantes a las agua residuales domésticas. Según Metcalf Eddy, 1985. Los sólidos suspendidos totales de una agua residual doméstica tiene rangos de 100 a 350 mg/L. Las descargas líquidas de la Sek se encuentran dentro de dichos rangos. Igualmente Metcalf-Eddy indica que los valores de DQO y DBO de una agua residual doméstica se encuentra entre 250-1000 mg/L y 110-400 mg/L

respectivamente, y se puede observar que los valores obtenidos de DBO y DQO de la UISEK se encuentran dentro del rango.

Metcalf-Eddy indica que las grasas y aceites se encuentran en rangos de 50 mg/L a 150 mg/L de composición en descargas de aguas residuales domésticas y las descargas de la SEK oscilan entre dichos valores. Así mismo indica que el parámetro de fósforo total debe oscilar entre 4 mg/L y 15 mg/L , y en las aguas de la Universidad oscila entre 6 mg/L y 12 mg/L, lo que indica que se asemeja a concentraciones de aguas residuales domésticas.

Comparación de los resultados de los parámetros analizados con los límites permisibles para descargas a cuerpos de agua.

Tablas comparativas con los límites permisibles para descargas a cuerpos de agua. NT 002, 2016.

Tabla 18. Parámetros de calidad de las aguas residuales en el punto 1, que cumplen y no cumplen con el límite máximo permisible

Punto 1: Facultad de SSO, Facultad de Administración, Edificio Central Administrativo				
Parámetro	Unidades	Media	Límite máximo permisible	Cumple (C)/No Cumple(NC)
DBO	mg/L	273,18	100	NC
DQO	mg/L	566,50	160	NC
SST	mg/L	158,00	100	NC
Nitrógeno amoniacal	mg/L	140,36	30	NC
Nitrógeno orgánico/TOTAL	mg/L	195,00	50	NC
Grasas y aceites	mg/L	57,01	30	NC
SAAM	mg/L	0,27	0,5	C
Ph		8,48	6 A 9	C
Temperatura	°C	18,44	Condición Natural +_3	C
Sulfatos	mg/L	42,75	1000	C
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	$1,23 \cdot 10^7$	Remoción mayor al 99,9%	NC

Fuente: Núñez Andrea, 2018

Tabla 19. Parámetros de calidad de las aguas residuales en el punto 2, que cumplen y no cumplen con el límite máximo permisible

Punto 2: Facultad de Ciencias Ambientales				
Parámetro	Unidades	Media	Límite máximo permisible	Cumple (C)/No Cumple(NC)
DBO	mg/L	237,64	100	NC
DQO	mg/L	579,25	160	NC
SST	mg/L	79,75	100	C
Nitrógeno amoniacal	mg/L	125,75	30	NC
Nitrógeno orgánico/TOTAL	mg/L	145,00	50	NC
Grasas y aceites	mg/L	17,30	30	C
SAAM	mg/L	0,11	0,5	C
Ph		7,13	6 A 9	C
Temperatura	°C	18,34	Condición Natural +_3	C
Sulfatos	mg/L	19,00	1000	C
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	8,76*10 ⁶	Remoción mayor al 99,9%	NC

Fuente: Núñez Andrea, 2018

Tabla 20. Parámetros de calidad de las aguas residuales en el punto 3, que cumplen y no cumplen con el límite máximo permisible

Punto 3: Facultad de Mecánica				
Parámetro	Unidades	Media	Límite máximo permisible	Cumple (C)/No Cumple(NC)
DBO	mg/L	207,16	100	NC
DQO	mg/L	469,00	160	NC
SST	mg/L	123,00	100	NC
Nitrógeno amoniacal	mg/L	123,50	30	NC
Nitrógeno orgánico/TOTAL	mg/L	126,75	50	NC
Grasas y aceites	mg/L	133,80	30	NC
SAAM	mg/L	0,13	0,5	C
Ph		8,26	6 A 9	C
Temperatura	°C	18,25	Condición Natural +_3	C
Sulfatos	mg/L	21,50	1000	C
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	$3,87 \cdot 10^6$	Remoción mayor al 99,9%	NC

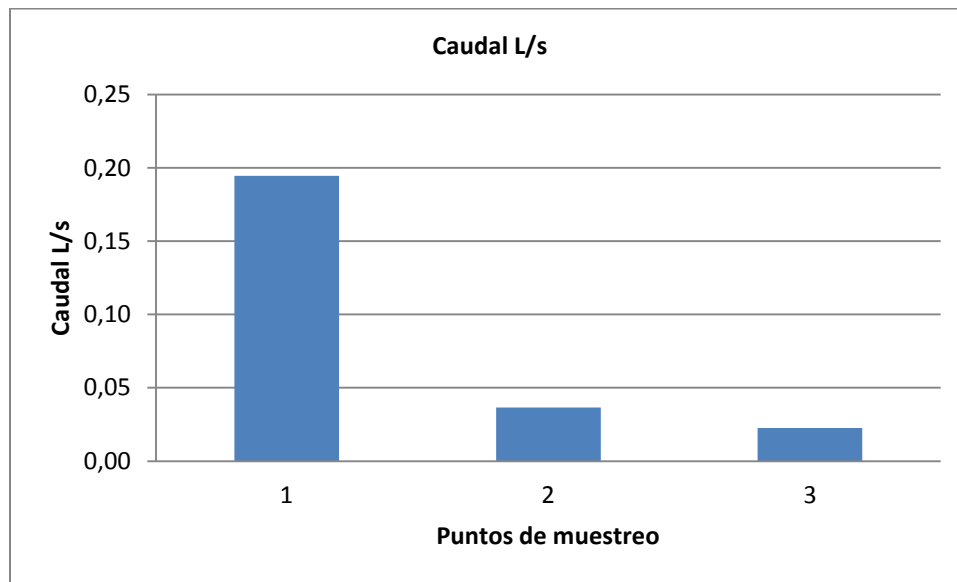
Fuente: Núñez Andrea, 2018

Los parámetros de SAMM, pH, temperatura, sulfatos, se encuentran bajo el límite máximo permisible en todos los puntos de muestreo. En el edificio 4 se observa que dos parámetros adicionales se encuentran bajo el límite máximo permisible, es decir que si cumplen con la norma y son: los sólidos suspendidos totales, los aceites y grasas.

Análisis comparativo de los parámetros analizados en los puntos de muestreo

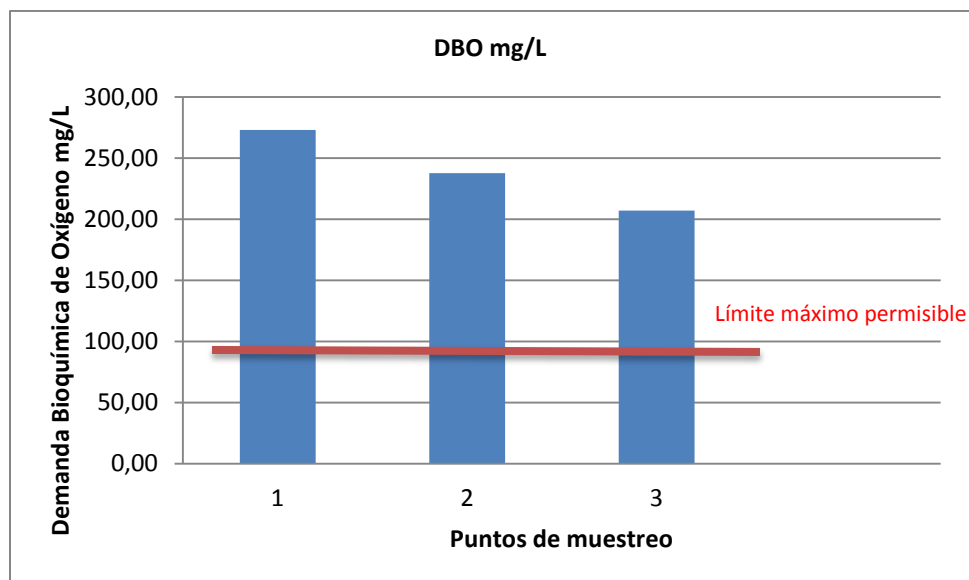
A continuación se muestran gráficas comparativas de cada parámetro en los tres puntos de muestreo.

Figura 8. Caudal de las descargas líquidas de la Universidad Internacional Sek



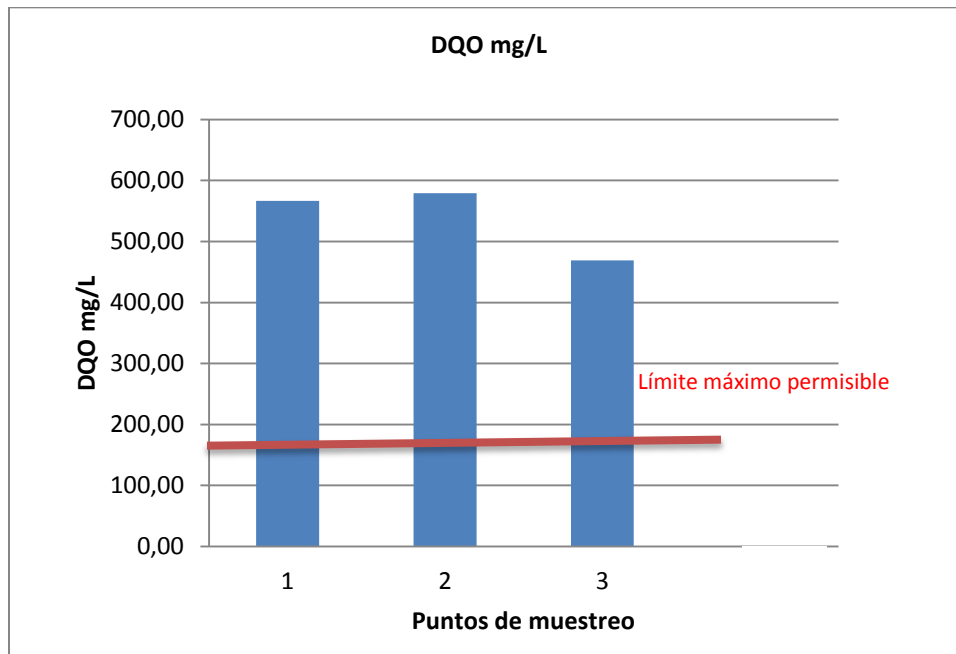
Fuente: Núñez Andrea, 2018

Figura 9. Demanda Bioquímica de Oxígeno de las descargas líquidas de la Universidad Internacional Sek



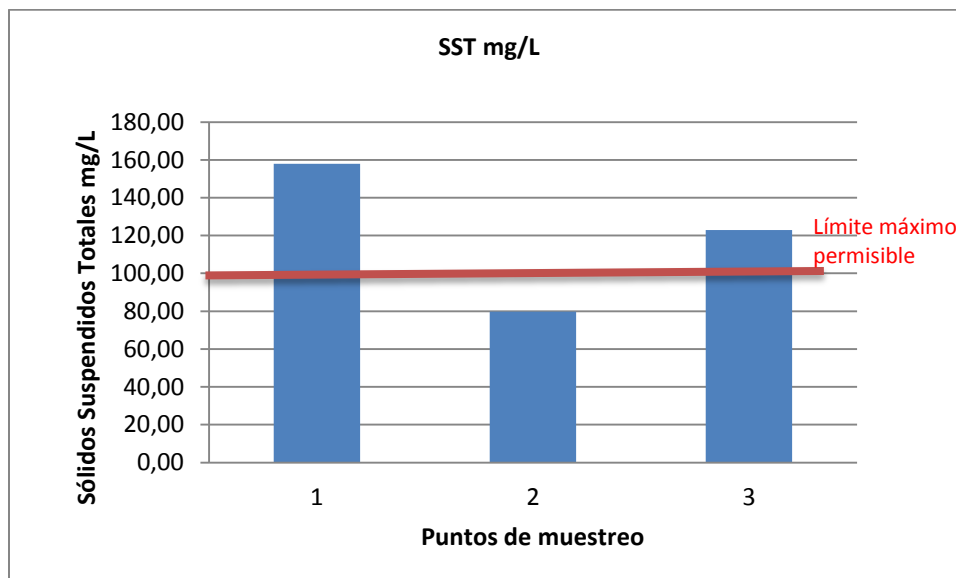
Fuente: Núñez Andrea, 2018

Figura 10. Demanda Química de Oxígeno de las descargas líquidas de la Universidad Internacional Sek



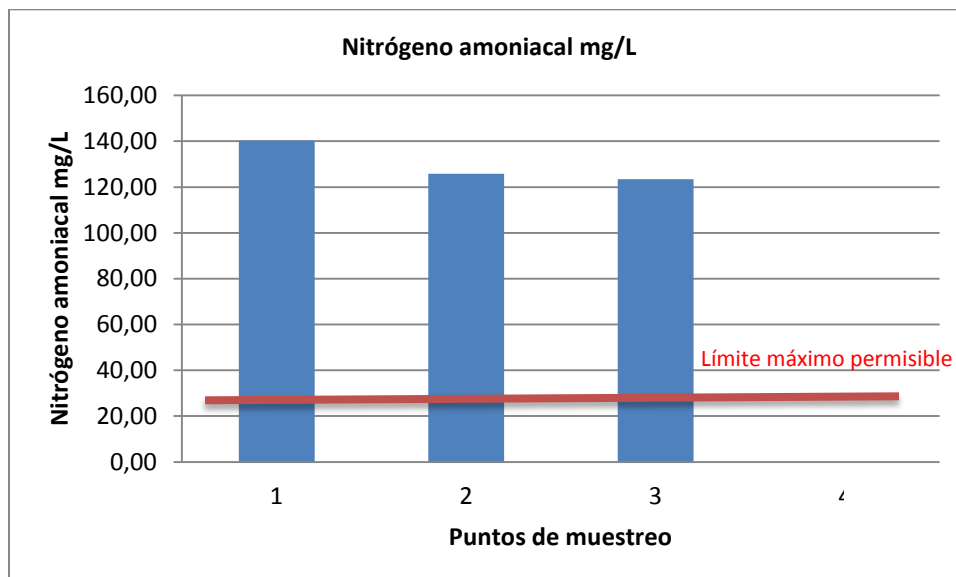
Fuente: Núñez Andrea, 2018

Figura 11. Sólidos Suspendidos Totales de las descargas líquidas de la Universidad Internacional Sek



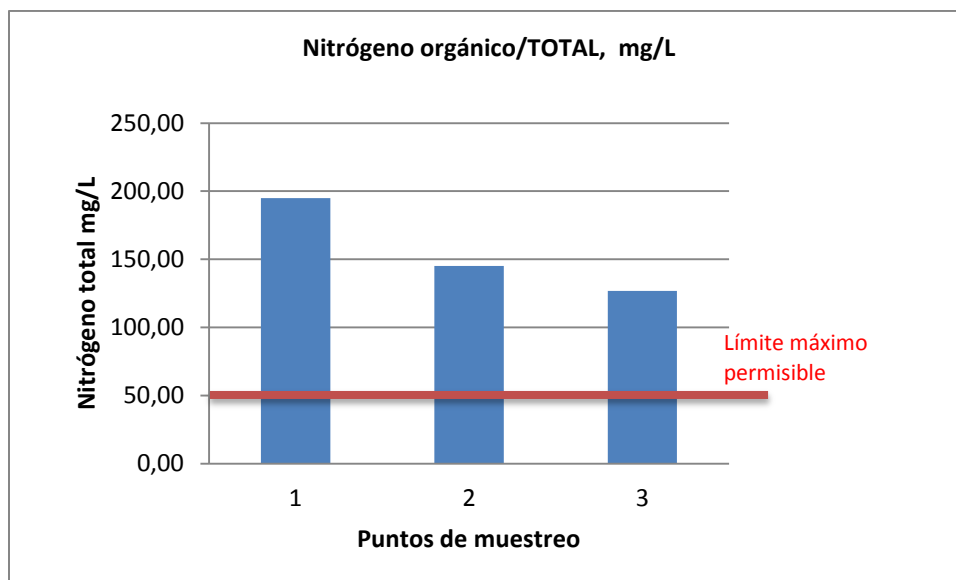
Fuente: Núñez Andrea, 2018

Figura 12. Nitrógeno Amoniacal de las descargas líquidas de la Universidad Internacional Sek



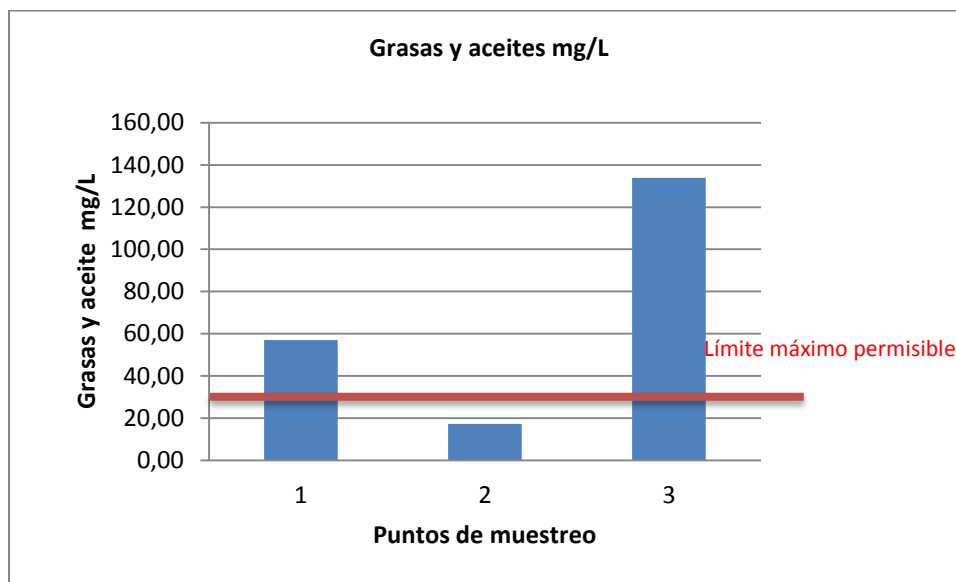
Fuente: Núñez Andrea, 2018

Figura 13. Nitrógeno Total de las descargas líquidas de la Universidad Internacional Sek



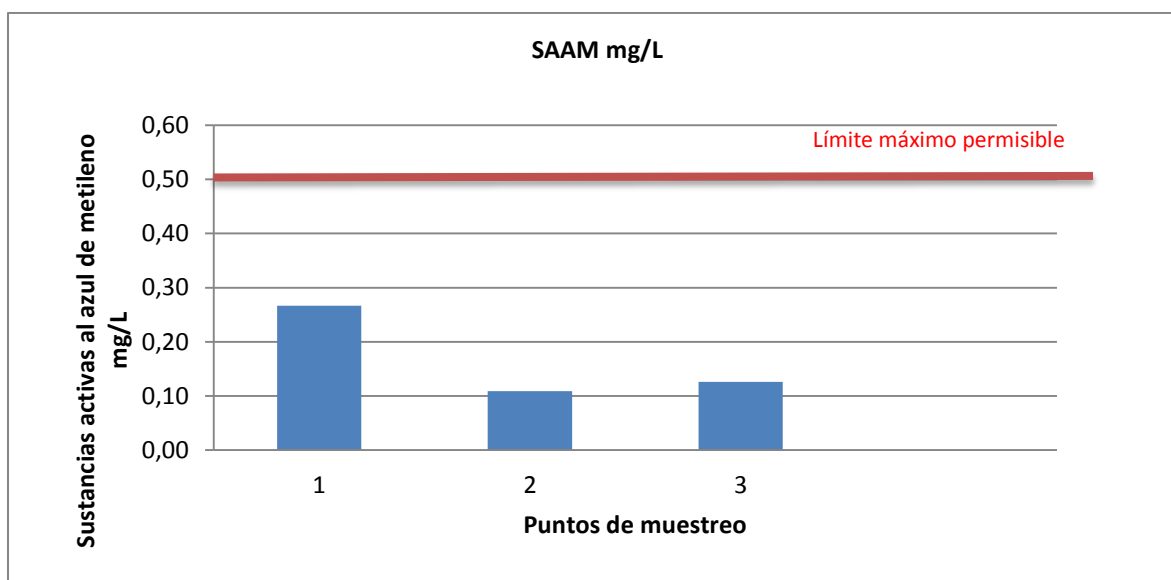
Fuente: Núñez Andrea, 2018

Figura 14. Aceites y Grasas de las descargas líquidas de la Universidad Internacional Sek



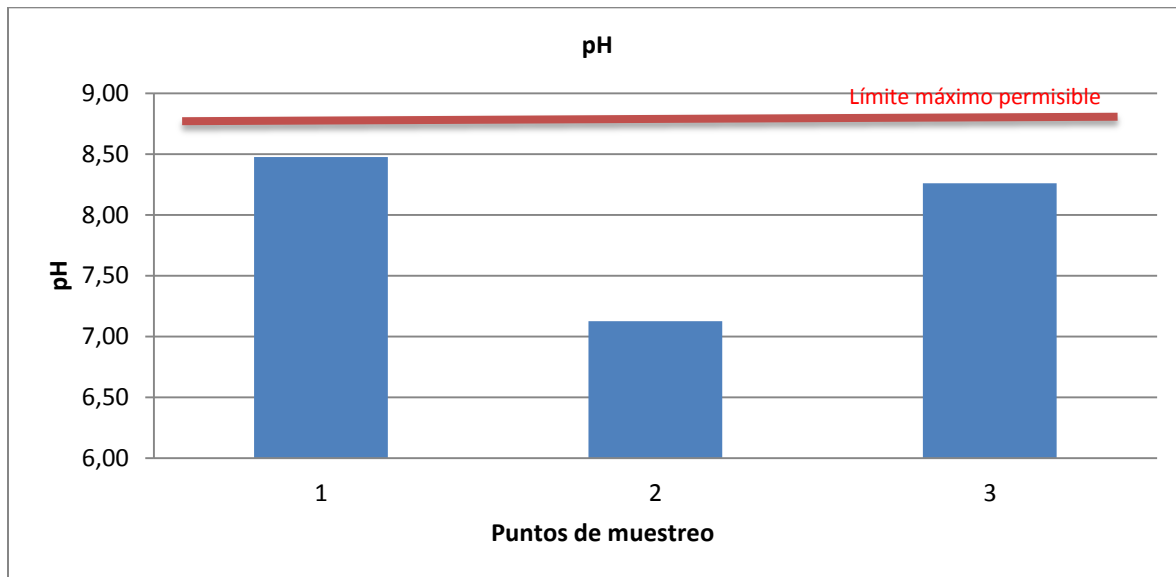
Fuente: Núñez Andrea, 2018

Figura 15. Sustancias activas al azul de metileno de las descargas líquidas de la Universidad Internacional Sek



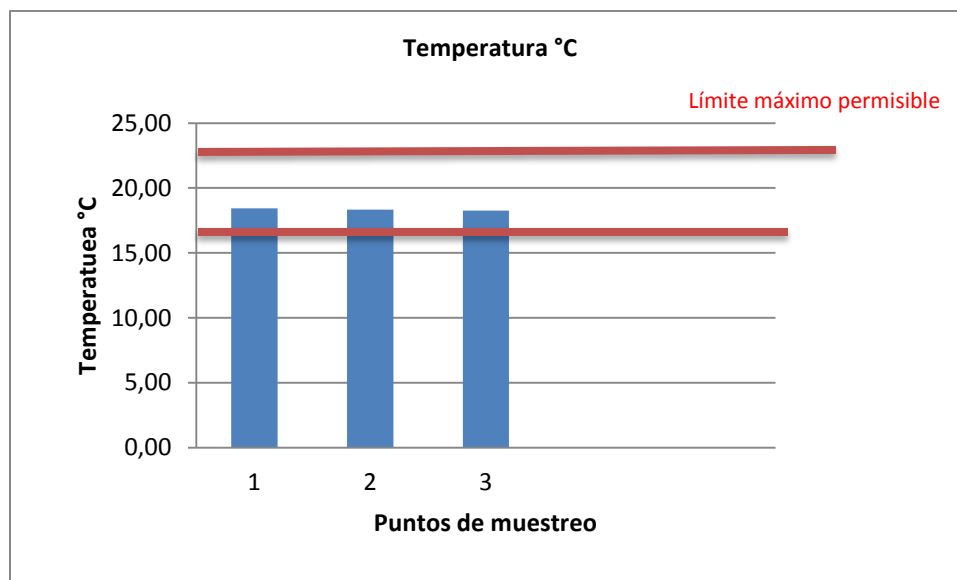
Fuente: Núñez Andrea, 2018

Figura 16. Potencial de Hidrógeno de las descargas líquidas de la Universidad Internacional Sek



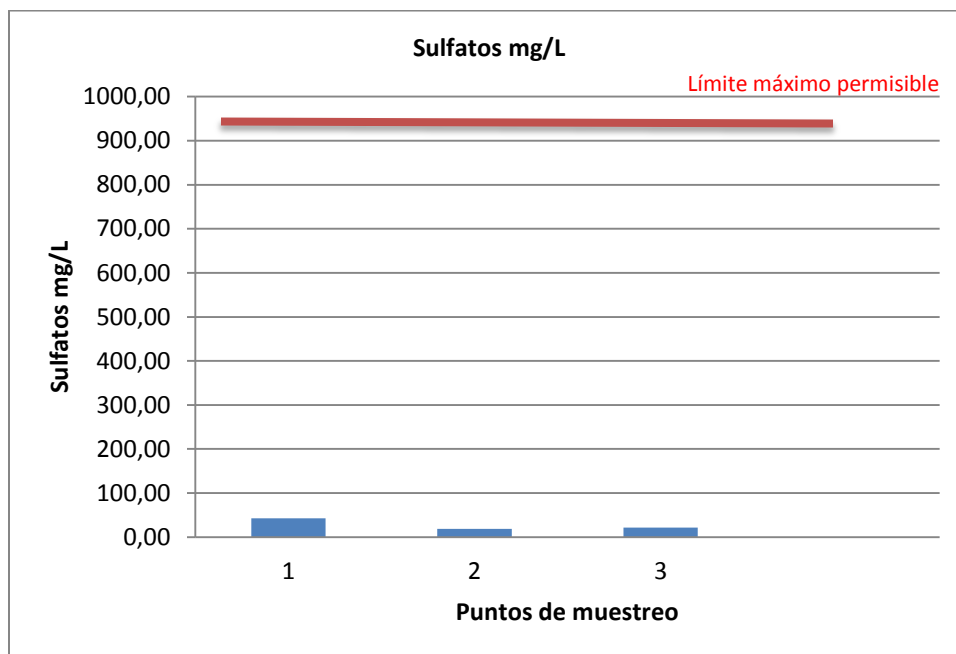
Fuente: Núñez Andrea, 2018

Figura 17. Temperatura de las descargas líquidas de la Universidad Internacional Sek



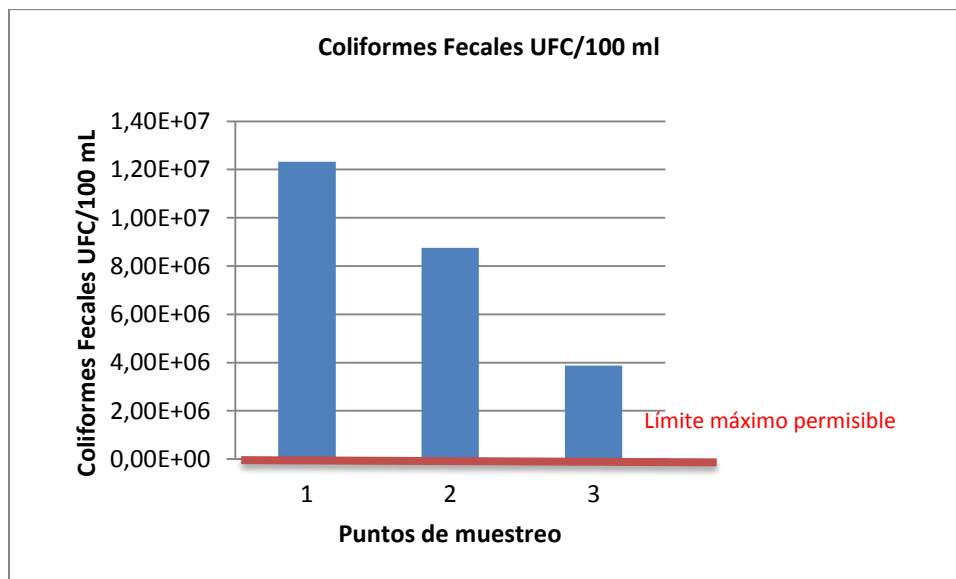
Fuente: Núñez Andrea, 2018

Figura 18. Sulfatos de las descargas líquidas de la Universidad Internacional Sek



Fuente: Núñez Andrea, 2018

Figura 19. Coliformes fecales de las descargas líquidas de la Universidad Internacional Sek



Fuente: Núñez Andrea, 2018

Las aguas residuales de la Universidad Internacional Sek no cumplen con los límites máximos permisibles para descargas a cuerpos receptores, se ve evidenciado en 7 parámetros

puntuales DBO, DQO, SST, GRASAS Y ACEITES, NITRÓGENO AMONIACAL, NITRÓGENO ORGÁNICO/TOTAL Y COLIFORMES FECALLES. Además se puede apreciar que las concentraciones más altas de los parámetros analizados se encuentran en el punto 1 (Edificio 1,2 y 3).

Las tomas de las muestras de agua se realizaron en verano por lo que se podría decir que los resultados obtenidos serían los más aproximados a la realidad, cuando se tome muestras en invierno se debería considerar que las aguas lluvias pueden influenciar en la dilución de las aguas residuales para el punto de muestreo 2 (Edificio 4) y en el punto de muestreo 3 (Edificio 5), ya que va a existir una mezcla de agua lluvia con las aguas descargadas de dichos puntos.

Índices de calidad

Los índices y parámetros utilizados deben ser apropiados para cada ambiente por lo que para calcular el índice de calidad de las aguas residuales de la Universidad Internacional Sek se utilizó el programa IQAdata con los registros de UNISC, el cual tiene las ponderaciones desarrolladas por la Universidad de Santa Cruz del Sol para Brasil.

A continuación se muestran los índices de calidad obtenidos para cada punto de muestreo, el cual requiere de nueve parámetros que son: DBO, coliformes fecales, fosfato total, nitratos, oxígeno disuelto, pH, sólidos totales disueltos, temperatura, turbidez.

Tabla 21. Índice de Calidad y de Contaminación de las descargas líquidas de la Universidad Internacional Sek

Punto de muestreo	Índice de Calidad	Criterio
Punto 1	8,65	Muy Malo
Punto 2	12,28	Muy Malo
Punto 3	11,49	Muy Malo

Fuente: Núñez Andrea, 2018

Como se puede apreciar según los criterios utilizados en la Tabla 1, el índice de calidad de agua en los tres puntos de muestreo es de muy malo.

Análisis de los productos químicos utilizados en el Edificio 4

Debido a que en el Edificio 4 se cuenta con actividades prácticas en los diferentes laboratorios, se procedió a realizar un levantamiento de información de los productos químicos más utilizados comparando la frecuencia de compra entre los años 2016 y 2017.

Tabla 22. Productos químicos más utilizados y que se compraron en el año 2017 en el Edificio 4

Productos químicos más utilizados al año	Cantidad, g
Sulfato de cobre	1000
Poliacrilato de sodio	250
Fluoruro de amonio	100
Verde de bromocresol	20
Cloruro de sodio	500
Manganeso	100
Floculante pac sólido	4000
Acetato de uranilo	100
Acetato de sodio anhídrico	500
Tiocianato de potasio	500
Edta sal disódica	500
Hexano	2620

Fuente: Andrea Núñez, 2018

Como se puede observar en la tabla N° 22, la cantidad de productos químicos que se utiliza al año no es considerable respecto a la cantidad de agua consumida al año por el Edificio 4 que utiliza 1104 m³/año, además el uso de las sustancias químicas no es a diario y no todo se bota por el drenaje de agua sino que existen botellas de plástico en donde se colocan los químicos

utilizados. Por lo que no se tomó en cuenta dichos productos químicos para realizar el análisis de las aguas residuales.

CONCLUSIONES

Según el balance de masa realizado se observa que los edificios que tienen un mayor porcentaje de consumo de agua son los edificios 1,2 y 3 con un consumo de 489,38 m³/mes. Utilizando dotaciones de agua recomendadas para centros educativos se obtuvo teóricamente una demanda de agua de 430,68 m³/mes, con dicha información se concluye que se tiene un consumo de agua del 13,63% mayor a lo recomendado en normas de diseño del libro de Samuel Melguizo.

Las aguas residuales de la Universidad Internacional Sek no cumplen con los límites máximos permisibles para descargas a cuerpos de agua, se ve evidenciado sobre todo en 7 parámetros puntuales DBO, DQO, SST, GRASAS Y ACEITES, NITRÓGENO AMONIACAL, NITRÓGENO ORGÁNICO/TOTAL Y COLIFORMES FECALES.

El Caudal de los edificios 1, 2 y 3 es mucho mayor en comparación al de los edificios 4 y 5, por lo que de igual manera se puede evidenciar un mayor consumo en ese punto de muestreo en donde existe un mayor número de personas.

Según el índice de calidad calculado para cada punto de muestreo, se determina que los edificios que generan mayor contaminación son el 1,2 y 3, que representa el punto de muestreo 1.

De los productos químicos identificados y que se utilizan en común en los cinco edificios de estudio son los detergentes, los cuales presentan mayor concentración de SAAM en los Edificios 1,2 y 3, y de igual manera en dicho punto se tiene mayor concentración en el DBO, lo que evidencia la influencia de los detergentes en el DBO.

La relación de DBO5/DQO es de 0,4 para descargas líquidas domésticas que no contienen contaminantes químicos, y los valores obtenidos de las descargas de la SEK cumplen dicho valor de relación.

En la UISEK no existe separación de aguas lluvias con aguas residuales para los edificios 4 y 5.

El sistema de tuberías y fosas sépticas que tiene la Universidad no sirven para descargar las aguas residuales a un cuerpo receptor cumpliendo con los límites máximos permisibles que dicta la norma técnica 002 del DMQ.

Los tiempos de residencia de las aguas residuales de los edificios 4 y 5 en las fosas sépticas fueron de 4 y 6 días respectivamente, indicando que se tiene un tiempo prudencial para que los sólidos se puedan sedimentar y posteriormente puedan ser recolectados por un gestor.

RECOMENDACIONES

Implementar medidores de agua en cada edificio, para determinar con mayor exactitud los consumos de agua, y de esta manera comparar con los consumos ideales que se debería tener para reducir su consumo.

Separar las aguas lluvias de aguas servidas.

Mejorar el sistema de descarga de los edificios 4 y 5, para que las descargas dejen de ser enviadas al terreno aledaño, ya que podría traer problemas en el futuro.

Realizar un estudio de factibilidad para la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales para la Universidad, con el fin de cumplir con los límites máximos permisibles.

Ampliar el monitoreo de aguas residuales para invierno y verano

BIBLIOGRAFIA

- Reyes Sánchez, S., De Jesús, M., Ledesma, M., Delgado, E. R., Alma, Y., & Rojas Romero, E. (n.d.). ESTUDIO DE LA BIODEGRADACIÓN DE DETERGENTES LÍQUIDOS COMERCIALES DOMÉSTICOS PARA EL LAVADO DE ROPA, USADOS EN LA ZMG, JALISCO. Retrieved from http://congresos.cio.mx/13_enc_mujer/cd/cd_congreso_mujer_XIII/archivos/resumenes/S2/S2-BYQ12.pdf
- Características de las aguas residuales. (n.d.). Retrieved from <http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/Caracteristicas.PDF>
- Watershed Protection Plan Development Guidebook. (n.d.). Retrieved from https://epd.georgia.gov/sites/epd.georgia.gov/files/related_files/site_page/devwtrplan_b.pdf
- ORDENANZA METROPOLITANA QUE ESTABLECE EL SISTEMA DE MANEJO AMBIENTAL DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO. (n.d.), (1). Retrieved from http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/images/Secretaria_Ambiente/Documentos/calidad_ambiental/normativas/1.ORDENANZA_METROPOLITANA_QUE_ESTABLECE_EL_SISTEMA_D_871.pdf

NORMA TÉCNICA PARA CONTROL DE DESCARGAS LÍQUIDAS (NT002). (n.d.).

Retrieved from <http://www.chavezolutions.com/archivos/ordenanza-metropolitana-no-138/16-7-nt002/file.html>

Orozco Barrenetxea, C. (2003). *Contaminación ambiental: una visión desde la química*. Thomson.

Solís Segura, L. M., & López Arriaga, J. A. (2003). *Principios básicos de contaminación ambiental* - Google Libros. (Laura Gómez Vera, Lucina Ayala López, Victoria Neyra González, Leticia Magdaleno Pérez, & Juan Manuel García Guerrero, Eds.), 2003 (1era Edición). Toluca, México: Universidad Autónoma del Estado de México. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=pKP2BHi8FVsC&printsec=frontcover&dq=contaminacion+ambiental&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi9lefewr3bAhXC0FMKHZT0ABAQ6AEIJjAA#v=onepage&q=contaminacion+ambiental&f=false>

Eugene W. Rice, Rodger B. Baird, Andrew D. Eaton, & Leonore S. Clesceri (Eds.). (n.d.). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (22ND ed.). American Public Health Association. Retrieved from https://www.mwa.co.th/download/file_upload/SMWW_1000-3000.pdf

Nitrógeno en el agua. (2002). *Revista Ambientum :: La Primera Revista de Medio Ambiente on Line* ::, 2. Retrieved from https://www.ambientum.com/revista/2002_05/NTRGNO1.asp#

Esther Siles Fernández, José Monforte Garrido, Francesc Estrany Coda, Ramón Oliver Pujol, S. C. C. (n.d.). Eliminación del nitrógeno amoniacal en aguas residuales sanitarias - Esther Siles Fernández, José Monforte Garrido, Francesc Estrany Coda, Ramón Oliver Pujol, Sergi

Carreras Coma - [tecnicaindustrial.es](http://www.tecnicaindustrial.es). Retrieved June 19, 2018, from <http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-355-eliminacion-nitrogeno-amoniaca-aguas-residuales-sanitarias.aspx>

Sardiñas Peña, O., & Pérez Cabrera, A. (2004). *Revista cubana de higiene y epidemiología*. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología* (Vol. 42). Editorial Ciencias Médicas. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032004000200002

María del Carmen Espinosa Lloréns, Yadiana León Hernández, X. R. P. (2013). Problemática de la determinación de especies nitrogenadas (nitrógeno total y amoniacal) en aguas residuales | *Revista CENIC Ciencias Biológicas*. *Revista CENIC Ciencias Químicas*, 44, 1. Retrieved from <http://revista.cnic.edu.cu/revistaCQ/articulos/problematica-de-la-determinacion-de-especies-nitrogenadas-nitrogeno-total-y-amoniaca-en>

Claudia, Q. F. B., Garrido, P., Frida, D., León Rodríguez, M., Graciela, I. Q., & Delgadillo García, R. (n.d.). *UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN TRATAMIENTO DE AGUAS MANUAL DE LABORATORIO*. Retrieved from http://asesorias.cuautitlan2.unam.mx/fondo_editorial/comite_editorial/manuales/tratamiento_deaguas_manualprac.pdf

FAOLEX, F. (2015). Acuerdo N° 97/A - Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua (Anexo 1, Libro VI de la Calidad Ambiental, del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente). Retrieved June 28, 2018, from <https://www.ecolex.org/details/legislation/acuerdo-no-97a-norma-de-calidad-ambiental-y->

de-descarga-de-efluentes-al-recurso-agua-anexo-1-libro-vi-de-la-calidad-ambiental-del-
texto-unificado-de-la-legislacion-secundaria-del-ministerio-del-ambiente-lex-faoc1

Darwin, Esparza y Katty, Coral. (2016). Estudio comparativo del nivel de contaminación de las aguas residuales generadas por los procesos textiles de tintura de lana, utilizando colorantes naturales y sintéticos (Trabajo de fin de carrera de maestría). Universidad Internacional SEK, Quito.

Coral, K. (s. f.). *Control de la contaminación de Aguas Residuales*. Universidad Internacional SEK.

POSSELT,E.L.,COSTA,A.B.,LOBO,E.A.SoftwareIQADData2015.

ANEXO A.

Guía Orientativa de los parámetros de descarga a analizarse de la Norma Técnica 002

O. Otras Actividades de Servicios Comunitarios Sociales y personales		
9000	Disposición de desperdicios y aguas residuales, saneamiento y Actividades similares	
	Descargas de aguas residuales domésticas de centros poblados	caudal, DBO, DQO, SST, Nitrógeno amoniacal (NH ₃ -N), Nitrógeno orgánico, grasas y aceites, SAAM, pH, Temperatura, Sulfatos, Coliformes Totales, Coliformes fecales

Fuente: Norma Técnica 002 para descargas líquidas, 2015

Valores de Dotaciones estándares de Fundamentos de Hidráulica e Instalaciones de Abasto en las Edificaciones

III. Planteles Educativos y Residencias Estudiantiles		
Alumnado externo	40	litros /persona
Alumnado semi- interno	70	litros /persona
Alumnado interno o residente	200	litros /persona
Personal no residente	50	litros /persona
Personal residente	200	litros /persona

Nota: Otras dotaciones adicionales se calcularán separadamente, de acuerdo con las normas para cada caso

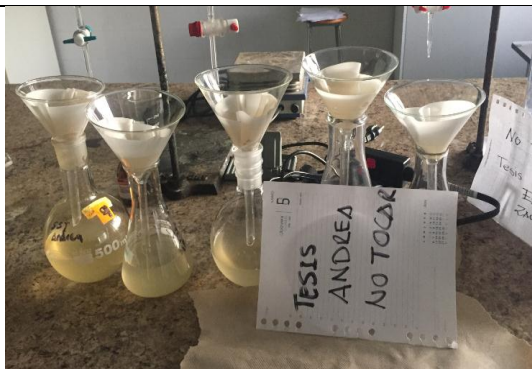
Fuente: Samuel Melguizo, 1989

ANEXO B

Fotos de los análisis y lugares de muestreo.

ANEXO B 1 Punto de muestreo 1	ANEXO B 2. Punto de muestreo 2
	
ANEXO B 3. Punto de muestreo 3	ANEXO B 4. Equipo de destilación para determinación de grasas y aceites
	

ANEXO B 5. Proceso de filtración para determinar Sólidos Suspendidos Totales



ANEXO B 6. Proceso de aireación para determinar DBO



ANEXO B 7. Proceso de decantación para determinar tensoactivos



ANEXO B 8 Proceso de conteo de coliformes fecales

