



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS
NATURALES NO RENOVABLES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL
Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL**

TÍTULO

**“ESTUDIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL DEL ÁREA DE
EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES EN LA PARROQUIA SELVA ALEGRE
DEL CANTÓN SARAGURO.”**

TESIS DE GRADO PREVIO A OPTAR EL TÍTULO
DE INGENIERO EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y
ORDENAMIENTO TERRITORIAL.

AUTOR:

Guido Misael Salazar Piedra.

DIRECTOR:

Ing. Ángel Alberto Jiménez León. Mg. Sc.

LOJA - ECUADOR

2014

CERTIFICACIÓN

Ing. Ángel Alberto Jiménez León. Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Haber dirigido, asesorado, revisado y corregido el presente trabajo de tesis de grado, en su proceso de investigación cuyo tema versa en ***“ESTUDIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL DEL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA PARROQUIA SELVA ALEGRE DEL CANTÓN SARAGURO.”***, previa a la obtención del título de **Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**, realizado por el señor egresado **Guido Misael Salazar Piedra**, la misma que cumple con la reglamentación y políticas investigación, por lo que autorizo su presentación y posterior sustentación y defensa.

Loja, 15 de Julio del 2014.



Ing. Ángel Alberto Jiménez León. Mg. Sc

DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo Guido Misael Salazar Piedra declaro ser autor intelectual del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.



Autor: Guido Misael Salazar Piedra.

Firma:

Cédula: 1103779433

Fecha: 24 de Octubre de 2014.

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.

Yo, **Guido Misael Salazar Piedra** declaro ser autor de la tesis titulada: **“ESTUDIO GEOLÓGICO-AMBIENTAL DEL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA PARROQUIA SELVA ALEGRE DEL CANTÓN SARAGURO.”**, como requisito para optar al grado de: **Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios podrán consultar el contenido del presente trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las que exista un convenio con la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinte y cuatro días del mes de Octubre del dos mil catorce, firma el autor.

Firma:

Autor: Guido Misael Salazar Piedra

Cédula: 1103779433

Dirección: Loja, calle Tumaco y Ancón

Correo Electrónico: gmsalapie@hotmail.es

Teléfono: 2616335. Celular 0980237531

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Ángel Alberto Jiménez León, Mg. Sc.

Tribunal de Grado: Ing. Nixon Carlomagno Chamba Tacuri, Mg. Sc.

Ing. Janine Elizabeth Asanza González, Mg. Sc.

Ing. Fermín Alexander González Sisalima, Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por regalarme la vida y a su vez haber puesto en mi la sabiduría y la capacidad para afrontar los retos de esta profesión compleja pero muy hermosa; agradezco a mi familia que de una u otra forma fueron el puntal fundamental y contribuyeron para el alcance de este fin.

De igual manera debo agradecer a la Universidad Nacional de Loja, al Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables y a la carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial, a los Docentes por haber impartido sus conocimientos alcanzados a lo largo de su vida y desarrollo profesional para mi formación y preparación es esta carrera.

Agradezco al Sr. Ing. Ángel Alberto Jiménez León quien en calidad de director de tesis colaboro con asesoramiento, revisión y corrección para el desarrollo del presente trabajo, por sus valiosas observaciones y sugerencias.

Gracias a todos por su apoyo.

Atentamente

Guido Misael Salazar Piedra.

DEDICATORIA

Con todo cariño y de manera muy especial dedico a toda mi Familia que supieron ser guía, sostén moral y ayuda económica, durante mi etapa como estudiante hasta poder llegar a la culminación de mi carrera profesional. A Dios por hacer de mí lo que ahora soy y seré en adelante, por darme la fortaleza para poder saber enfrentar los obstáculos presentados a lo largo de este trayecto importante de mi vida.

A los docentes quienes impartieron en las aulas sus conocimientos, gracias a su entrega, comprensión, enseñanza y dedicación. Gracias por todo y a todos.

Guido Misael Salazar Piedra.

ÍNDICE

1.	TÍTULO.....	12
2.	RESUMEN.....	13
3.	INTRODUCCIÓN.....	15
4.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	18
4.1.	GEOLOGÍA GENERAL.....	18
4.1.1.	<i>Geología.....</i>	18
4.1.2.	<i>Litología.....</i>	18
4.1.2.1.	<i>Definición:.....</i>	18
4.1.2.2.	<i>Tipos de Rocas:.....</i>	18
4.1.2.2.1.	<i>Rocas Ígneas.....</i>	18
4.1.2.2.2.	<i>Rocas Sedimentarias.....</i>	19
4.1.2.2.3.	<i>Rocas Metamórficas.....</i>	20
4.1.3.	<i>Geomorfología.....</i>	20
4.1.4.	<i>Geología Estructural.....</i>	21
4.2.	ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.....	22
4.2.1.	<i>Resistencia a la compresión simple.....</i>	22
4.2.2.	<i>Ensayo de penetración estándar (SPT).....</i>	23
4.2.3.	<i>Mecánica de suelos.....</i>	23
4.2.4.	<i>Ensayo de mecánica de suelos.....</i>	23
4.2.5.	<i>Clasificación de los suelos.....</i>	24
4.2.6.	<i>Caracterización de los macizos rocosos.....</i>	25
4.3.	RECURSO HÍDRICO.....	26
4.3.1.	<i>Agua Residual.....</i>	26
4.3.2.	<i>Características de las aguas residuales.....</i>	26
4.3.2.1.	<i>Características Físicas.....</i>	26
4.3.2.2.	<i>Características Biológicas.....</i>	31
5.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
5.1.	MATERIALES.....	33
5.2.	MÉTODOS.....	34
5.2.1.	<i>Metodología para el primer objetivo.....</i>	34
5.2.2.	<i>Metodología para el segundo objetivo.....</i>	35
5.2.3.	<i>Metodología para el tercer objetivo.....</i>	36
6.	RESULTADOS.....	38
6.1.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	38
6.1.1.	<i>Accesos.....</i>	38
6.1.2.	<i>Ubicación.....</i>	39
6.1.3.	<i>Vialidad.....</i>	39
6.1.4.	<i>Clima.....</i>	40
6.1.5.	<i>Hidrografía.....</i>	40
6.2.	RESULTADOS DEL PRIMER OBJETIVO.....	41
6.2.1.	<i>Topografía del sector.....</i>	41
6.2.2.	<i>Estudio Geológico – Geotécnico.....</i>	41

6.2.2.1.	<i>Geología regional.</i>	41
6.2.2.2.	<i>Geología local.</i>	43
6.2.2.3.	<i>Geomorfología.</i>	44
6.2.2.4.	<i>Geotecnia.</i>	44
6.2.2.4.1.	<i>Calicata.</i>	44
6.2.1.4.2.	<i>Estabilidad de paredes de calicata.</i>	46
6.3.	RESULTADO PARA EL SEGUNDO OBJETIVO.....	46
6.3.1.	<i>Suelos.</i>	46
6.3.1.1.	<i>Muestreo y técnicas específicas.</i>	46
6.3.1.2.	<i>Procedimiento para el Contenido de humedad del suelo.</i>	47
6.3.1.3.	<i>Procedimiento para el límite líquido y plástico del suelo.</i>	47
6.3.1.4.	<i>Procedimiento para la granulometría del suelo.</i>	48
6.3.1.5.	<i>Ensayos y resultados.</i>	50
6.3.1.6.	<i>Mecánica de rocas.</i>	50
6.3.1.7.	<i>Ensayo a la compresión.</i>	50
6.3.1.8.	<i>Resultados del ensayo a la compresión.</i>	51
6.3.1.9.	<i>Ensayo de penetración estándar S.P.T.</i>	52
6.4.	RESULTADO PARA EL TERCER OBJETIVO.....	56
6.4.1.	<i>Características físicas, químicas y biológicas de las Aguas Residuales.</i>	56
6.4.2.	<i>Índice de Calidad del Agua.</i>	57
7.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	63
8.	CONCLUSIONES.....	64
9.	RECOMENDACIONES	66
10.	BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXOS	69

LISTADO DE CUADROS.

Cuadro 1. Ficha para la caracterización de Afloramiento 91

LISTADO DE TABLAS.

Tabla 1. Coordenas de Ubicación del Área de Emplazamiento	39
Tabla 2. Clasificación de Laderas.....	41
Tabla 3. Resultado de Granulometria a los 2 metros.....	48
Tabla 4. Resultado de Granulometria a los 4 metros.....	49
Tabla 5. Resultado de Granulometria a los 6 metros.....	49
Tabla 6. Resultado de los Estudios de Suelo	50
Tabla 7. Resultado de Ensayo a la Compresión	51
Tabla 8. Clasificación del ICA	58
Tabla 9. ICA Muestra 1 (Descarga).....	59
Tabla 10. ICA Muestra 2 (Descarga).....	60
Tabla 11. ICA Muestra 1 (Luego de Uso).....	61
Tabla 12. ICA Muestra 2 (Luego de Uso).....	62

LISTADO DE FIGURAS.

Figura 1. Acceso a Selva Alegre desde Saraguro.....	38
Figura 2. Ubicación del Sector de Estudio	39
Figura 3. Geología de la parroquia Selva Alegre	42
Figura 4. Columna Estratigráfica	43
Figura 5. Curva de Esfuerzo deformación del Ensayo de Compresión Simple	52
Figura 6. Ensayo de Penetración Estandar (S.P.T).....	53
Figura 7. Resultado del Tipo de Suelo del Sector de Estudio	54

1. TÍTULO.

“Estudio geológico-ambiental del área de emplazamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en la parroquia Selva Alegre del cantón Saraguro.”

2. RESUMEN.

Los estudios presentados en la siguiente tesis se los realizó en el año 2013 y 2014 en la parroquia Selva Alegre del Cantón Saraguro Provincia de Loja. Los análisis se los realiza con la finalidad de conocer con precisión las condiciones del terreno en el que se ha planteado el posible sitio de emplazamiento de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la mencionada parroquia. Se planificó y realizó una investigación geológica-ambiental que permite desarrollar los trabajos consistentes en un levantamiento topográfico, geológico-ambiental de superficie.

Geológicamente en este sector se tiene la presencia de arcillas de alta plasticidad y existen afloramientos de piroclastos siendo andesita con meteorización por influencia climática.

Para la geotecnia se realizó, excavación manual de una calicata, que sirvió para sacar muestras y llevarlas al laboratorio para su clasificación del suelo por la SUCS, AASHTO, ensayo a la compresión simple, un sondeo mecánico de penetración estándar (S.P.T). El lugar de emplazamiento de la Planta de Tratamiento tiene un polígono que abarca una superficie de 6501.5207 m².

El muestreo de agua se lo realizó por dos ocasiones en los puntos: de descarga final del alcantarillado y luego en la parte inferior del dren artificial realizado por los moradores del sector que hacen uso del agua de alcantarillado para riego de sus cultivos, dicho muestreo se lo realizó siguiendo las normas de muestreo como son el uso de envases estériles de 2 litros y su traslado en menos de 24 horas al laboratorio para iniciar su análisis, luego con los resultados obtenidos y tomando el valor de 9 parámetros se procedió a realizar el cálculo del ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA, según la teoría de Martínez de Bascaran (1979), dando como resultado un agua de calidad pésima no solo para el consumo humano sino para cualquier tipo de uso, por lo que todo los resultados expuestos más adelante nos demuestran él porque del interés del desarrollo del presente trabajo, con el fin de preservar y mejorar las condiciones del recurso hídrico en su uso para el riego y el riesgo de salud al que estamos expuestos por el consumo de los productos en los cuales se utiliza este recurso.

SUMMARY.

The studies presented in the thesis was realized in 2013 and 2014 in the Canton of Loja Province Saraguro Selva Alegre parish. The analyzes are performed in order to know precisely the terrain in which it raised the possible site of a site Treatment Plant Wastewater said parish. We planned and performed a geological-environmental research to help you develop a consistent work environment geological, topographical surface.

Geologically the area is the presence of clay has high plasticity and are being andesite pyroclastic outcrops with weathering by climatic influence.

For geotechnical, manual excavation of a pit, which served to take samples and carry the laboratory for soil classification by USCS, AASHTO, to simple compression test, a mechanical sounding standard penetration (SPT) was performed. The installation location of the treatment plant has a polygon that covers an area of 6501.5207 m².

The water sampling was made on two occasions in points: final discharge of sewage and then in the bottom of the artificial drain made by the inhabitants of the sector that make use of sewage water for irrigation of their crops, said sampling was made following the sampling rules such as the use of sterile containers of 2 liters and transfer in less than 24 hours to the lab to start your analysis, then the results obtained and taking the value of 9 parameters proceeded to perform the calculation INDEX OF WATER QUALITY, according to the theory of Martinez Bascaran (1979), resulting in water of poor quality not only for human consumption but for any type of use, so all the results discussed below we demonstrate him because of the interest of the development of this work, in order to preserve and improve water resource use for irrigation and the health risks to which we are exposed by the consumption of the products in which this resource is used.

3. INTRODUCCIÓN.

En Ecuador muchas corrientes son receptoras de descargas directas de residuos domésticos. La mayor parte de las aguas negras no han recibido tratamiento. Aún las grandes ciudades se encuentran a menudo altamente contaminadas y carecen de infraestructura de saneamiento para tratar los residuos peligrosos.

Según la Organización Mundial de la Salud (1995), en este país menos del 5% de las aguas residuales reciben algún tipo de tratamiento, provocando que el 65% de las aguas en las micro - cuencas de la región Sierra ecuatoriana actualmente se encuentren contaminadas.

La población del cantón Saraguro se caracteriza por tener un alto índice de pobreza rural que alcanza el 62% en promedio, además del alto grado de degradación de los recursos naturales, problemas sociales como la desnutrición infantil, el desempleo, la emigración, entre otros. Los sistemas productivos de las familias productoras se orientan básicamente a la generación de alimentos para su abastecimiento y los bajos excedentes (15%) se comercializan para cubrir los costos de actividades como la educación, vestimenta y otras necesidades básicas de sustento.

Una de principales restricciones para el incremento de la producción y productividad de los cultivos y la ganadería en estas áreas marginales son: los altos niveles de degradación de los recursos suelo, agua y biodiversidad; la baja disponibilidad de tecnologías productivas eficientes y amigables con el ambiente; como lo es el manejo de las aguas residuales producidas en el sector de Selva Alegre, teniendo como problema que estas aguas descargadas en la micro - cuenca cercana al lugar son utilizadas por sus pobladores y otras poblaciones para riego y ganadería afectando a la salud de los habitantes que son los consumidores finales de estos productos con alto nivel de contaminación.

Con el aumento de la población de una manera desordenada y sin control dentro de la zona urbana como en la rural trae muchos problemas puesto que las necesidades básicas van en aumento y en ocasiones las obras de alcantarillado o abastecimiento de servicios no están diseñados para poder soportar este crecimiento, y, la contaminación de los recursos ambientales aumenta incluyendo los niveles de aguas residuales elevando los niveles de contaminación en el efluente en el que se realiza la descarga de estas aguas.

OBJETIVOS.

Objetivo general.

- ✓ Realizar un estudio geológico-ambiental a detalle en el área de emplazamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales en la parroquia Selva Alegre del cantón Saraguro.

Objetivos específicos.

- ✓ Realizar el estudio geológico estructural a detalle del área de emplazamiento para la planta de tratamiento de aguas residuales.
- ✓ Establecer las bases geotécnicas para la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales.
- ✓ Analizar las características del recurso hídrico residual que actualmente es destinado para uso de riego.

4. REVISIÓN DE LITERATURA.

4.1. GEOLOGÍA GENERAL.

4.1.1. Geología.

De acuerdo con López Marinas (2000) menciona que la Geología es la ciencia aplicada al estudio y solución de los problemas de la ingeniería y del medio ambiente producidos como consecuencia de la interacción entre las actividades humanas y el medio geológico. El fin del estudio de la geología es asegurar los factores geológicos condicionantes en las obras de ingeniería.”¹.

4.1.2. Litología.

4.1.2.1. Definición:

La litología es la parte de la geología que trata de las rocas, especialmente de su tamaño de grano, del tamaño de las partículas y de sus características físicas y químicas. Entendemos por roca una masa de materia mineral coherente, consolidada y compacta. Se puede clasificar por su edad, su dureza o su génesis (ígneas, sedimentarias y metamórficas).

Cuando existen rocas masivas de un solo tipo, o con una estructura similar, la naturaleza de las rocas puede condicionar el relieve. Los tipos de relieve por causas litológicas más significativos son: el relieve cárstico, el relieve sobre rocas metamórficas y el relieve volcánico. (Doctor Tupak Obando, Geólogo y Gestor Ambiental, 2010).

4.1.2.2. Tipos de Rocas:

4.1.2.2.1. Rocas Ígneas.

La roca ígnea resultante es función de la composición original (constituyentes minerales) del magma parental y de la velocidad de enfriamiento (textura). Es sobre la base de estos dos parámetros, constituyentes minerales y textura, que se hacen las clasificaciones de las rocas ígneas.²

¹ López Marinas, J. M. (2000). Geología aplicada a la ingeniería civil. Ed. Ciedossat 2000. Madrid.

² Navarrete Edison, J. M. (2005). Apuntes de Geología General. Profesor de Geología General (FICT-ESPOL).

De acuerdo a la composición química, las rocas ígneas se pueden clasificar de manera general en:

- Rocas máficas o básicas con alto contenido de minerales oscuros y pesados.
- Rocas intermedias con un contenido promedio de minerales oscuros y pesados y minerales claros y livianos.
- Rocas félsicas o ácidas con alto contenido de minerales claros y livianos.

De acuerdo al sitio en donde solidificaron, las rocas ígneas se clasifican en dos grandes divisiones:

- Rocas ígneas intrusivas o plutónicas solidificadas dentro de la corteza.
- Rocas ígneas extrusivas o volcánicas solidificadas en la superficie terrestre.³

4.1.2.2. Rocas Sedimentarias.

Etimológicamente, la palabra sedimento proviene del latín sedimentum = asentamiento.

Sedimento es todo material que se asienta o deposita a partir de aire o agua (Zumberge, 1.976).

Roca sedimentaria es la roca que se forma a partir de la litificación o diagénesis (compactación + cementación) de los sedimentos.

Los sedimentos se acumulan en tierra o en agua, generalmente en depresiones de la superficie terrestre conocidas como cuencas sedimentarias.

ORIGEN.

Los sedimentos o partículas sedimentarias tienen tamaños que varían desde fragmentos microscópicos hasta grandes bloques. Existen dos tipos de sedimentos de acuerdo a su origen: detríticos y no detríticos.

- **Sedimentos detríticos o clásticos.** Son aquellos que se mantienen en el tamaño de las partículas durante su evolución y se dividen y toman nombres de acuerdo al tamaño o granulometría. La escala de Wentworth es una escala granulométrica establecida en el

³ Navarrete Edison, J. M. (2005). Apuntes de Geología General. Profesor de Geología General (FICT-ESPOL).

año de 1.922, constituida por clases de tamaños que tienen nombres específicos para cada una. Esta escala es de naturaleza geométrica y la razón exponencial entre clases sucesivas es 2. Su descripción es la siguiente:

> 256 mm CANTO RODADO (GRAVA)

256 - 4 mm GUIJARRO (GRAVA)

4 - 2 mm GRANULO (GRAVA)

2 - 1/16 mm ARENA

1/16 - 1/256 mm LIMO

< 1/256 mm ARCILLA

• **Sedimentos no detríticos o no clásticos.** Son aquellos producidos por precipitación provocada inorgánicamente (sedimentos químicos) u orgánicamente (sedimentos orgánicos). En la precipitación se forman partículas sólidas a partir de soluciones, donde los elementos se encuentran en estado iónico.⁴

4.1.2.2.3. Rocas Metamórficas.

Castro, Antonio 1989. Indica las rocas metamórficas son aquellas rocas formadas por la re-cristalización de las rocas ígneas o sedimentarias (rocas preexistentes) por la acción de la presión y temperatura (metamorfismo), que ocurre a considerables profundidades de la superficie terrestre. Es decir, las rocas metamórficas son aquellas que han sufrido una transformación al pasar a ocupar un lugar en la corteza terrestre donde las condiciones de presión y temperatura son distintas a las existentes donde se originaron.⁵

4.1.3. Geomorfología.

La geomorfología es la ciencia que estudia las formas de la Tierra. Se institucionalizó a finales del siglo XIX y principios del XX y sus haberes se asientan en los saberes acumulados por las demás ciencias de la Tierra que se sistematizaron a partir de la

⁴ Navarrete Edison, J. M. (2005). Apuntes de Geología General. Profesor de Geología General (FICT-ESPOL).

⁵ Navarrete Edison, J. M. (2005). Apuntes de Geología General. Profesor de Geología General (FICT-ESPOL).

actitud ilustrada respecto de la naturaleza y sus complejas consecuencias en nuestra cultura.

La geomorfología se especializa en estructural (que atiende a la arquitectura geológica) y climática (que se interesa por el modelado), incorpora las técnicas estadísticas sedimentológicas, en laboratorio y, sobre todo, pierde su aislamiento para convertirse en una ciencia que atiende múltiples factores e inserta el estudio del relieve al conjunto de relaciones naturales que explica globalmente la geografía física.

La geomorfología tiene que contar prioritariamente con el factor geológico que explica la disposición de los materiales. Las estructuras derivadas de la tectónica y de la litología configuran frecuentemente los volúmenes del relieve de un modo más o menos directo.⁶

4.1.4. Geología Estructural.

Rojas Grover, 2010 indica que la geología estructural es parte de la ciencia geológica que estudia la arquitectura de la tierra, el desarrollo, los procesos mecánicos y los movimientos de la corteza terrestre así como las deformaciones y las causas que originaron estas formas que presentan actualmente.

Características estructurales.- Las mesetas, las planicies y las cadenas montañosas, rasgos prominentes de la superficie de la tierra, producido la deformación de la corteza. Las rocas que tienen rasgos poseen ciertas características estructurales llamadas pliegues, fallas, juntas y discordancias.

Al descubrir la posición de los rasgos estructurales los geólogos han hallado conveniente el uso de 2 términos especiales buzamiento o echado y rumbo, que se puede atribuir más fácilmente a las rocas estratigráficas.

Buzamiento.- El buzamiento de una capa es su ángulo de inclinación respecto a la horizontal. La dirección del buzamiento es hacia la pendiente máxima de las capas y se expresa en función de los 4 puntos cardinales de una brújula. Se mide con un instrumento llamada clinómetro, y su valor va de 0° a 90°.

⁶ Duque Gonzalo, E. (2003). Manuel de Geología para Ingenieros. Universidad Nacional de Colombia, Manizales.

Rumbo o dirección.- Es la dirección de la intersección de la capa con un plano horizontal. Su dirección del rumbo se mide por medio de una brújula con el dial graduado en grados.

Estructuras de deformación.- Las estructuras resultantes de fuerzas diastróficas pueden clasificarse así: 1) inclinaciones o combaduras, 2) pliegues, 3) juntas o fracturas sin desplazamiento apreciados, 4) fracturas con desplazamientos, llamados fallas. Las capas uniformemente inclinadas se llaman homoclinales.

Pliegues.- Donde los estratos han estado sujetos a presiones superiores o su límite elástico puede alterarse lentamente por arqueamiento o plegamiento en serie más o menos simétricas de pliegues con crestas o senos alternados, pudiendo tener desde unos cuantos decímetros hasta centenares de Km. de extensión.

Tipos principales de estructuras plegadas.

Las principales estructuras plegadas tenemos: monoclinales, anticlinales, sinclinales, domos depósitos.

Monoclinal.- Es la extensión que conecta estratos horizontales o poco inclinados a ambos lados de la extensión.

Anticlinal.- Al curvamiento de las capas de rocas, cuya parte convexa está dirigida hacia arriba. Por eso la parte interior o sea en el núcleo del anticlinal, se localiza las rocas más antiguas, siendo su principal característica.

Sinclinal.- Al curvamiento de las capas cuya parte cóncava está dirigida hacia abajo. En el núcleo del sinclinal se localizan las rocas más jóvenes.

4.2. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.

Vásquez, 2002 indica que la geotécnica es la disciplina que estudia las características mecánicas de los materiales geológicos que conforman las rocas de formación. Esta disciplina está basada en los conceptos y teorías de mecánica de rocas y mecánica de suelos, que relacionan el comportamiento de la formación bajo los cambios de esfuerzo.

4.2.1. Resistencia a la compresión simple

Zienkiewicz, 1970 indica que la reacción del suelo o la roca a los esfuerzos es el factor más importante para el proyecto de cimentaciones, terraplenes, taludes y estructuras

para el sostenimiento del terreno. La resistencia a la compresión simple, llamada no confinada o uniaxial es el máximo esfuerzo de compresión que puede soportar un espécimen de roca. El ensayo a la compresión simple consiste en aplicar una fuerza hasta llegar a la rotura y conocida el área se determina el σ (esfuerzo) del espécimen.

4.2.2. Ensayo de penetración estándar (SPT)

El Ensayo de Penetración Estándar es el método de ensayo in-situ ampliamente usado para determinar las condiciones de compresibilidad y resistencia de los suelos. Este ensayo permite medir la resistencia a la penetración de un muestreador y al mismo tiempo permite obtener muestras para ser ensayadas en el laboratorio.

El procedimiento del Ensayo de Penetración Estándar (SPT) está indicado en la norma ASTM D-1586. Este ensayo consiste en hincar sobre el suelo un muestreador de caña partida cuya parte inferior está unida a un anillo cortante o zapata y la parte superior a una válvula y pieza de conexión a la línea de perforación. El muestreador tiene un diámetro externo de 51 mm. y un diámetro interno de 35 mm. Para el hincado se utiliza un martillo de 63.50 Kg. de peso que se deja caer libremente desde una altura de 76 cm. La longitud de hincado es de 450 mm en tres intervalos de 150 mm y se descarta el primer tramo por encontrarse en material disturbado.

4.2.3. Mecánica de suelos

“La mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la física y las ciencias naturales a los problemas que involucran las cargas impuestas a la capa superficial de la corteza terrestre. Un estudio de suelos permite dar a conocer las características físicas y mecánicas del suelo, es decir la composición de los elementos en las capas de profundidad, así como el tipo de cimentación más acorde con la obra a construir y los asentamientos de la estructura en relación al peso que va a soportar.”⁷.

4.2.4. Ensayo de mecánica de suelos

Contenido de humedad.- La determinación del contenido de humedad es un ensayo rutinario de laboratorio para determinar la cantidad de agua presente en una cantidad de suelo en términos de su peso en seco determinando por la norma (ASTM D2216- 71)

⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Estudio_de_suelos (Estudio de Suelos).

Límites líquidos y plástico de un suelo.- Los límites de Atterberg o límites de consistencia se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos. Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir 4 estados de consistencia según su humedad, y definen tres límites:

Límite líquido: Cuando el suelo pasa de un estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse. Para la determinación de este límite se utiliza la cuchara de Casagrande.

Límite plástico: Cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.

Límite de retracción o contracción: Cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y deja de contraerse al perder humedad.

Análisis granulométrico.- Su finalidad es obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo. Así es posible también su clasificación mediante AASHTO o SUCS. El ensayo es importante, ya que gran parte de los criterios de aceptación de suelos son utilizados en bases o sub-bases de carreteras, presas de tierra o diques, drenajes, etc. Para obtener la distribución de tamaños, se emplean tamices normalizados y numerados, dispuestos en orden decreciente.

4.2.5. Clasificación de los suelos

Existen dos tipos de clasificaciones: por la Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

El SUCS tiene tres grupos de clasificación mayores: suelos de grano grueso como arenas y gravas, suelos de grano fino como limos y arcillas, y suelos altamente orgánicos referidos como "turba". El SUCS además subdivide a esas tres mayores clases de suelos para clasificación.

La clasificación AASHTO establece 7 grupos de suelos y agregados con base en la determinación en el laboratorio de la granulometría, el límite líquido y el límite plástico. Un octavo grupo corresponde a los suelos orgánicos. Esta clasificación puede ser

utilizada cuando se requiere una clasificación geotécnica precisa, especialmente para la construcción de carreteras y obras civiles de importancia”⁸.

4.2.6. Caracterización de los macizos rocosos.

No existe clasificación sencilla alguna que pueda dar una idea del comportamiento complejo de la roca que rodea una excavación y esto es lo que se habrá comprendido del comentario anterior. Por lo tanto, puede ser necesaria alguna combinación de los factores como el RQD y la influencia de rellenos arcillosos y de la meteorización Bieniawski, del South African Council for Scientific and Industrial Research (CSIR). (Consejo de África del Sur para la Investigación Científica e Industrial) propuso una clasificación de este tipo.

Bieniawski aconseja que una clasificación de un macizo rocoso fisurado debe.

- ✓ Dividir el macizo en grupos de comportamiento parecido.
- ✓ Proporcionar una buena base para la comprensión de las características del macizo.
- ✓ Facilitar la planeación y el diseño de estructuras en la roca al proporcionar datos cuantitativos que se necesitan para la solución de problemas de ingeniería.
- ✓ Proporcionar una base común de comunicación efectiva para todas las personas interesadas en un problema de ingeniería.

Para cumplir con estos requisitos, Bieniawski propuso originalmente que su “Clasificación geomecánica” comprendiera los siguientes parámetros:

- ✓ Grado de meteorización.
- ✓ Resistencia a la compresión uniaxial de la roca inalterada
- ✓ Distancia entre sí de fisuras y estratificación.
- ✓ Separación de las fisuras (entre grietas).
- ✓ Continuidad de las fisuras.
- ✓ Infiltración de aguas subterráneas.

⁸ BOWLES J. (1980). Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. Editorial McGRAW-HILL LATINOAMERICANA, S. A. 210 pp.

4.3. RECURSO HÍDRICO.

4.3.1. Agua Residual.

“Se denomina aguas servidas a aquellas que resultan del uso doméstico o industrial del agua. Se les llama también aguas residuales, aguas negras o aguas cloacales”⁹.

Son residuales pues, habiendo sido usada el agua, constituyen un residuo, algo que no sirve para el usuario directo; son negras por el color que habitualmente tienen. Algunos autores hacen una diferencia entre aguas servidas y aguas residuales en el sentido que las primeras solo provendrían del uso doméstico y las segundas corresponderían a la mezcla de aguas domésticas e industriales.

En todo caso, están constituidas por todas aquellas aguas que son conducidas por el alcantarillado e incluyen, a veces, las aguas de lluvia y las infiltraciones de agua del terreno.

Para cuantificar el grado de contaminación y poder establecer el sistema de tratamiento más adecuado, se utilizan varios parámetros de acuerdo al posterior uso que se le vaya a dar al agua tratada como pueden ser para el riego, agua potable o consumo animal.

4.3.2. Características de las aguas residuales.

Aunque las características de cada agua residual son únicas, aquellas provenientes de diferentes zonas y fuentes, existen caracterizaciones típicas de las mismas. Éstas se pueden resumir a continuación:

4.3.2.1. Características Físicas.

Las principales características físicas son el contenido total de sólidos, el olor, la temperatura, la densidad, el color y la turbiedad.

Sólidos Totales: Se definen como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación de entre 103 y 105 °C. (Metcalf & Eddy 1991).

⁹ SNOEYINK, V.L y JENKINS, D (1988), Química del Agua, 2da Edición; Jhon Wiley & Sons, Nueva York

Los sólidos sedimentables, en cambio, son aquellos que se sedimentan en el fondo de un recipiente cónico (cono de Imhoff) en un período de una hora y representan la cantidad de lodo removible por sedimentación simple. Los sólidos totales se dividen en solubles y no solubles, los primeros son aquellos con tamaño menor a $1,2 \mu\text{m}$ y los segundos los que tiene tamaño mayor. Por último, los sólidos volátiles son la fracción orgánica que se volatiliza a temperaturas de $550 \pm 50 \text{ }^\circ\text{C}$ y son importantes en la determinación de lodos activados, crudos y digeridos. El residuo de esta calcinación en cambio son los sólidos fijos. Para tratamientos biológicos de aguas residuales se recomienda un límite de 16.000 mg/L de sólidos disueltos (Metcalf & Eddy, 1991).

Olores: Estos se dan debido a la liberación de gases durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. Su problemática está considerada como la principal causa de rechazo de la población para la instalación de plantas de tratamiento en la vecindad de sus hogares. Los olores generan en realidad una tensión psicológica, más no un daño al organismo. Estos se manifiestan como reducción del apetito, menor consumo de agua, náuseas y vómitos, entre otros (Metcalf & Eddy, 1991).

Temperatura: La temperatura de las aguas residuales es siempre mayor a la de suministro. Esto se debe principalmente al agua caliente que se utiliza en hogares e industrias. Éste parámetro es muy importante por cuanto puede influir en el desarrollo de la vida acuática, así como en las reacciones químicas y sus velocidades. Como sabemos a mayor temperatura, más rápida es la reacción de ciertas sustancias. La temperatura óptima para el desarrollo de actividad bacteriana esta entre los 25 y los $35 \text{ }^\circ\text{C}$ (Metcalf & Eddy, 1991).

Densidad: Se define como la masa del agua residual por unidad de volumen (kg/m^3). De esta característica depende la formación de corrientes de densidad en fangos de sedimentación u otras instalaciones de tratamiento. Tanto la densidad como el peso específico dependen de la temperatura y varían en función de la concentración total de sólidos (Metcalf & Eddy, 1991).

Color: Inicialmente las aguas residuales domésticas son de color gris, pero a medida que avanza el tiempo estas se vuelven más oscuras hasta llegar a un color negro. De esta manera se puede determinar la “edad” de una u otra agua residual. Además, por los colores de los contaminantes se pueden rastrear las mismas a su origen en plantas industriales (Metcalf & Eddy, 1991).

Turbiedad: Se ha tratado de definir el grado de turbiedad mediante medidas ópticas realizadas sobre muestras empíricas. En el estudio de esta propiedad existe bastante confusión y no existen pruebas precisas que nos permitan medir este parámetro. Sin embargo, uno de los métodos más utilizados para su estudio es el método de Dienert, el cual mide la cantidad de luz refractada utilizando montajes ópticos a 90° (Gomella & Guerree 1977).

Características Químicas.

Estas características pueden tratarse dentro de los siguientes grupos: materia orgánica, medición del contenido orgánico, materia inorgánica y los gases presentes en el agua residual.

Materia Orgánica: Los sólidos suspendidos pueden contener un 75% de materia orgánica y los disueltos un 40%. La materia orgánica de las aguas residuales es una combinación de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno (CHON); con las proteínas (40 – 60%), carbohidratos (25 – 50%) y grasas y aceites (10%) como los grupos principales. Las altas concentraciones de materia orgánica en el agua se miden con ensayos diferentes a aquellas aguas con bajas concentraciones (Gomella & Guerree 1977).

Medida del Contenido Orgánico: Se han establecido dos grupos de medición de acuerdo al grado de concentración de contenido orgánico. El primer grupo abarca concentraciones mayores de 1 mg/L, e incluye a la DBO, la DQO (Demanda Química de Oxígeno) y el COT (Carbono Orgánico Total). Además. Como complemento a estos ensayos también se usa la DTO (Demanda Teórica de Oxígeno). El segundo grupo abarca concentraciones entre 0,01 mg/L hasta 1 mg/L y se emplean métodos instrumentales como son la cromatografía de gases y la espectroscopia de masa. En cambio, la determinación de las concentraciones de pesticidas se lleva a cabo mediante el método de extracción con carbono-cloroformo, donde el agua pasa por una columna de carbón activado y los contaminantes son separados empleando el cloroformo (Metcalf & Eddy, 1991).

Demanda Bioquímica de Oxígeno: Éste es el parámetro más aplicado tanto a aguas residuales como a superficiales y es la DBO₅ o la DBO a los 5 días. Lo que se mide es el oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación

bioquímica de la materia orgánica. Aunque tiene ciertas limitaciones, este ensayo es usado porque mediante el mismo se pueden determinar la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente; dimensionar las instalaciones de tratamiento de aguas residuales; medir la eficacia de algunos procesos de tratamiento; y controlar el cumplimiento de las limitaciones a que están sujetos los vertidos (Metcalf & Eddy, 1991).

Demanda Química de Oxígeno: Este ensayo mide el contenido de materia orgánica en las aguas naturales y las residuales. Se emplea un agente químico fuertemente oxidante en el medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse. El dicromato potásico es muy usado como agente químico.

Este ensayo también se emplea en la medición de la materia orgánica presente en aguas residuales que contengan compuestos tóxicos para la vida biológica. En muchos tipos de aguas residuales se puede obtener una relación entre la DBO y la DQO (Metcalf & Eddy, 1991).

Carbono Orgánico Total: Este es otro método para medir la materia orgánica presente en el agua. Se utiliza especialmente cuando existen pequeñas concentraciones de materia orgánica. El ensayo se lleva a cabo inyectando una cantidad conocida de la muestra en un horno a alta temperatura o en un medio químicamente oxidante. En presencia de un catalizador, el carbono orgánico se oxida a anhídrido carbónico, la cual se mide cuantitativamente mediante un analizador de infrarrojos (Metcalf & Eddy, 1991).

Materia Inorgánica: Las concentraciones de sustancias inorgánicas en el agua aumentan tanto por el contacto con formaciones geológicas como por las aguas residuales (tratadas y sin tratar) que a ella se descargan. Puesto que las concentraciones de varios constituyentes inorgánicos afectan a los usos del agua, es conveniente examinar la naturaleza de algunos de estos (Metcalf & Eddy, 1991).

pH: Es la medida de la concentración del ion hidrógeno en el agua, expresada como el logaritmo negativo de su concentración molar. A pH bajo el poder bactericida del cloro es mayor; y a pH alto la forma predominante del nitrógeno amoniacal es el gas (NH₃), el cual es tóxico pero removible mediante arrastre de aire. El pH adecuado para

procesos de tratamiento y la existencia de la vida biológica está entre 6,5 y 8,5 (Gomella & Guerree 1977).

Cloruros: La contribución diaria por persona es de 6 a 9 gramos en aguas residuales. Altas concentraciones pueden causar problemas en calidad de agua de riego y en su sabor para su reuso. Los cloruros interfieren en el ensayo de la DQO, y en concentraciones mayores a 15.000 mg/L son considerados tóxicos para el tratamiento biológico convencional (Gomella & Guerree 1977).

Alcalinidad: Esta característica expresa la concentración de iones bicarbonato, carbonato e hidróxido. Se analiza mediante los cambios de pH, por lo que se puede decir que ayuda a regular los mismos. En general el agua residual es alcalina (Gomella & Guerree 1977).

Nitrógeno, Fósforo y Azufre: Los dos primeros son esenciales para el crecimiento de organismos protistas y plantas, razón por la cual son llamados nutrientes o bioestimuladores. El azufre es necesario para la síntesis de proteínas, y el mismo luego será liberado en los procesos de degradación de las mismas (Metcalf & Eddy, 1991).

Metales Pesados: Entre estos se encuentran plata, bario, cadmio, cromo, cobre, cobalto, níquel, plomo, zinc, hierro, mercurio, titanio, vanadio, niobio, molibdeno y manganeso. Algunos residuos industriales pueden contener concentraciones apreciables de metales pesados y requieren de un pretratamiento para permitir su descarga al alcantarillado municipal. En altas concentraciones, estos compuestos son tóxicos (Gomella & Guerree 1977).

Gases: Los que se encuentran con mayor frecuencia en aguas residuales son el nitrógeno (N_2), el oxígeno (O_2), el dióxido de carbono (CO_2), el sulfuro de hidrógeno (H_2S), el amoníaco (NH_3), y el metano (CH_4). Los tres primeros se encuentran en todas las aguas en contacto con la atmósfera, ya que estos gases forman parte de ella. Los tres últimos, en cambio, provienen de la descomposición de la materia orgánica presente en las aguas residuales (Metcalf & Eddy, 1991).

4.3.2.2. Características Biológicas.

Aquí podemos encontrar los principales grupos de microorganismos biológicos que se encuentran presentes y también los que intervienen en el tratamiento de las aguas residuales; los organismos patógenos; los organismos indicadores de contaminación; los métodos empleados para determinar organismos indicadores; y los métodos utilizados para determinar la toxicidad de las aguas tratadas (Metcalf & Eddy, 1991).

Microorganismos: El impacto a la salud pública más grande es la disentería, causada por la calidad microbiológica del agua de consumo humano. Aquí se incluyen enfermedades infecciosas y parasíticas como el cólera, la tifoidea, la disentería, la hepatitis, la giardiasis, el gusano de guinea y la esquistosomiasis. La bacteria principal dentro de éste grupo es la E. Coli O157:H7, la cual produce una toxina que causa graves enfermedades. Los virus presentes en el agua contaminada también causan enfermedades como la gastroenteritis y la Hepatitis-A entre otras. Los protozoos patógenos más importantes, en cambio, son los *Cryptosporidium* y la *Giardia* (Gomella & Guerree 1977).

Organismos Patógenos: Proceden de desechos humanos infectados o que son portadores de una determinada enfermedad. Los principales organismos patógenos son bacterias, virus, protozoos y el grupo de los helmintos (Metcalf & Eddy, 1991).

Presencia de Coliformes: Se utiliza el ensayo de fermentación en tubo múltiple y consta de tres fases. La primera es la fase de presunción y se basa en la capacidad de los coliformes para fermentar lactosa en medio fluido. La segunda fase es la de confirmación y se realiza un cultivo de bacterias coliformes en un medio que imposibilite el desarrollo y crecimiento de otros organismos. La tercera fase, que es el ensayo completo, relaciona los dos pasos anteriores (Metcalf & Eddy, 1991).

Ensayos de Toxicidad: Mediante estos ensayos se puede constatar la aptitud de las condiciones ambientales para el desarrollo de las determinadas formas de vida acuática; el establecimiento de concentraciones aceptables de los diferentes parámetros convencionales en las aguas receptoras, el estudio de la influencia de los parámetros de calidad cubre la toxicidad de la misma; la constatación de la toxicidad para diferentes especies de peces marinos y de agua dulce; entre otras medidas que permitan definir si

puede o no existir alteración y muerte del ecosistema marino en general (Metcalf & Eddy, 1991).

5. MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1. Materiales.

- ✓ GPS Garmin.
- ✓ Estación Total Trimble (GPS 5800 R4 SATELITAL).
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Brújula Brunton.
- ✓ Martillo Geológico.
- ✓ Lupa de bolsillo de 30x.
- ✓ Clinómetro.
- ✓ Ácido clorhídrico.
- ✓ Flexómetro.
- ✓ Barreta.
- ✓ Pala.
- ✓ Guantes.
- ✓ Frascos Esterilizados.
- ✓ Etiquetas.
- ✓ Marcadores.
- ✓ Lápiz.
- ✓ Carta Geológica de Saraguro escala 1: 100000.
- ✓ Libreta de Campo.

Para el trabajo de gabinete:

HARDWARE:

- ✓ Un ordenador.
- ✓ Plotter HP.
- ✓ Impresora.

SOFTWARE:

- ✓ TopoCal 2005.
- ✓ DraftSight 2005.
- ✓ AutoCAD 2009

5.2. Métodos.

Para el desarrollo del presente estudio se utilizó el Método Científico, el mismo que es un método de estudio sistemático de la naturaleza que incluye las técnicas de observación, reglas para el razonamiento y la predicción de sucesos, además otorga ideas sobre la experimentación planificada y los modos de comunicar los resultados experimentales y teóricos.

A continuación se establece en detalle la metodología a utilizarse para dar cumplimiento a los objetivos planteados.

5.2.1. Metodología para el primer objetivo

“Realizar el estudio geológico estructural a detalle del área de emplazamiento para la planta de tratamiento de aguas residuales”.

Se realizó un levantamiento topográfico a una escala 1:1000 utilizando el equipo topográfico; como la Estación Total Trimble GPS 5800 (R4) satelital, las mismas que en su tarjeta electrónica almacenará los puntos tomados en el campo con Datum WGS84, luego los datos serán bajados del equipo y procesados en el formato adecuado, para realizar el trabajo de oficina que consiste en la generación de las curvas de nivel, cada metro las secundarias y las principales cada cinco metros que se procesan en los software TopoCal 2005 y DraftSight; para la elaboración del mapa topográfico.

Luego de haber realizado el plano topográfico del sector de estudio se procedió a hacer la recolección de datos para la elaboración del mapa geológico-estructural, mediante la observación directa describiendo el tipo de roca, descripción de afloramientos (si existieran) usando las respectivas fichas de campo, con el reactivo (HCl) se determinara las propiedades químicas de las rocas como la presencia de carbonatos en las rocas. Para el levantamiento estructural se utilizó el flexómetro y cinta para realizar la medición de las dimensiones de los afloramientos (en caso de existir), para el levantamiento de la geología se utilizó la Carta Geológica de Saraguro, la misma que sirvió como base para la corroboración de la información obtenida en el campo.

Para determinar la geología del sector de estudio se elaboró una calicata, estratégicamente en el terreno de implementación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales la misma que tendrá las dimensiones de: ancho 1.20 m por 2 m de profundidad para poder plasmar la columna estratigráfica, para la elaboración del plano

geológico- estructural se lo hará uso del software TopoCal 2005, AutoCAD 2009 y DraftSight.

5.2.2. Metodología para el segundo objetivo.

“Establecer las bases Geotécnicas para la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales”.

Para cumplir con el segundo objetivo se utiliza la calicata excavada en la etapa de geología, en la misma se procede a extraer muestras y posteriormente se realizó los ensayos de laboratorio, esta calicata será referenciada dentro del mapa topográfico y geológico.

Se realizó los siguientes ensayos de mecánica de suelos.

- ✓ Un ensayo para determinar el contenido de humedad mediante la Norma ASTM D2216-71.
- ✓ Un ensayo para Límites líquido y plástico mediante la Norma ASTM 423– 66 (límite líquido) y D424 – 59 (límite plástico).
- ✓ Un ensayo para Análisis granulométrico mediante la Norma ASTM D421 – 58 y D422 – 63 (método mecánico).
- ✓ Un ensayo para Granulometría
- ✓ Clasificación de suelos mediante los métodos AASHTO y SUCS.
- ✓ Ensayos para Compresión Simple mediante la Norma ASTM 2166 – 66 y AASHTO T208 - 70.

Para saber la capacidad portante del suelo se realizará un S.P.T., el cual consiste en medir el número de golpes necesario para que se introduzca una determinada profundidad una cuchara (cilíndrica y hueca) muy robusta (diámetro exterior de 51 mm e interior de 35 mm), que permite tomar una muestra, naturalmente alterada, en su interior. El peso de la masa está normalizado, así como la altura de caída libre, siendo de 63'5 kilopondios y 760 mm respectivamente.

El resultado principal para esta exploración es la confirmación de la existencia de niveles freáticos o/y discontinuidades que puedan causar algún tipo de anomalías superficiales en caso de ser detectadas sobre el terreno objeto de análisis.

Una vez que se obtengan los resultados en laboratorio serán procesados en gabinete para poder determinar los resultados.

5.2.3. Metodología para el tercer objetivo.

“Analizar las características del recurso hídrico residual que actualmente es destinado para uso de riego”.

El desarrollo del presente análisis se lo realiza con la toma de 4 muestras en total, las mismas que fueron tomadas 2 en el punto de descarga y las otras 2 en un punto estratégico de la zona en la que se encuentran usando este recurso para el riego.

Esto se lo realizó siguiendo el respectivo protocolo para un muestreo simple que consiste en: Para tomar la muestra en los envases esterilizados se procede a realizar la homogenización de los mismos con el agua para luego proceder a llenar estos con 2 litros que es la capacidad de los envases, posteriormente se procede al traslado hacia el laboratorio para su análisis cumpliendo con la cadena de custodia respectiva. Los resultados son dados realizando la comparación según la Norma del TULSMA (Ex - TULAS) así como otras normas establecidas para este tipo de análisis como lo son MSP y USPHS. Todos los resultados y cuadros constan el su respectivo anexo. (Ver Anexo 4).

- ▶ Potencial Hidrógeno.
- ▶ Temperatura.
- ▶ Material Flotante.
- ▶ Ácido Sulfhídrico.
- ▶ Aceites y Grasas.
- ▶ Amoniacó.
- ▶ Cianuro Total.
- ▶ Cloro Libre.
- ▶ Hierro Total.
- ▶ Manganeso Total.
- ▶ Fluoruro Total.
- ▶ Nitrito.
- ▶ OD (Oxígeno Disuelto).
- ▶ Coliformes Fecales.

- ▶ Coliformes Totales.
- ▶ Nitrógeno Amoniacal.
- ▶ Bicarbonatos.
- ▶ Cloruros.
- ▶ Sodio.
- ▶ Transparencia de las Agua.
- ▶ Solidos Disueltos Totales.
- ▶ RAS (Relación de Adsorción de Sodio).
- ▶ Conductividad Eléctrica.
- ▶ Aluminio.
- ▶ Níquel.
- ▶ Zinc.
- ▶ Boro.
- ▶ Nitratos.

6. RESULTADOS

6.1. Descripción General del Área de Estudio.

6.1.1. Accesos

Para la descripción del acceso al lugar de estudio se hará referencias de tiempos y distancias desde la capital Nacional (Quito), es así que Selva Alegre está a una distancia de 618.7 Km² de la Ciudad de Quito, a la parroquia se llega tomando la Panamericana Sur desde Quito por una vía de primer orden por 579 Km² hasta la ciudad de Saraguro(8 horas en vehículo particular y 11 horas en transporte público) posteriormente por una vía de tercer orden por alrededor de 39.7 Km² hasta llegar a Selva Alegre (25 a 30 minutos en vehículo particular).

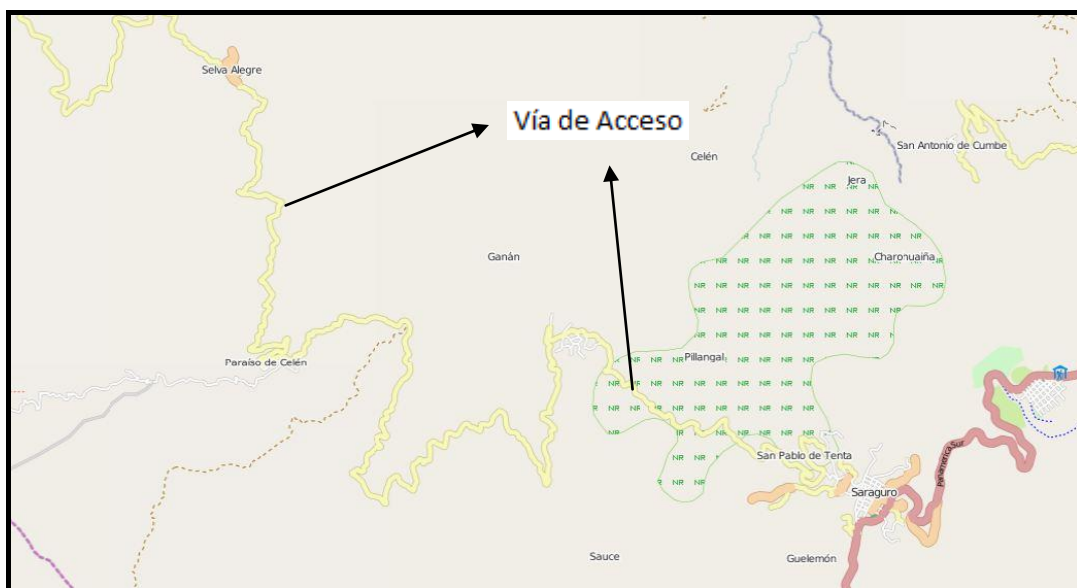


Figura 1. Acceso a Selva Alegre desde Saraguro.

Fuente: Global Mapper11.

Vía Aérea se puede llegar a la parroquia para esto se debe tomar el vuelo hasta el cantón Catamayo por alrededor de 45 minutos luego por vía terrestre por la carretera que conduce a Loja y posteriormente a Saraguro esto tomara aproximadamente unas 2 horas en una vía de primer orden. Y si se toma el vuelo desde Quito a la Ciudad de Cuenca se tarda aproximadamente 35 minutos de ahí por la panamericana Sur hasta Saraguro con un aproximado de 2 horas para posteriormente seguir por la vía que comunica Saraguro con sus parroquias.

6.1.2. Ubicación

El lugar de emplazamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se encuentra en la Provincia de Loja cantón Saraguro parroquia Selva Alegre, Ubicándose en el Nor-Occidente del cantón Saraguro.

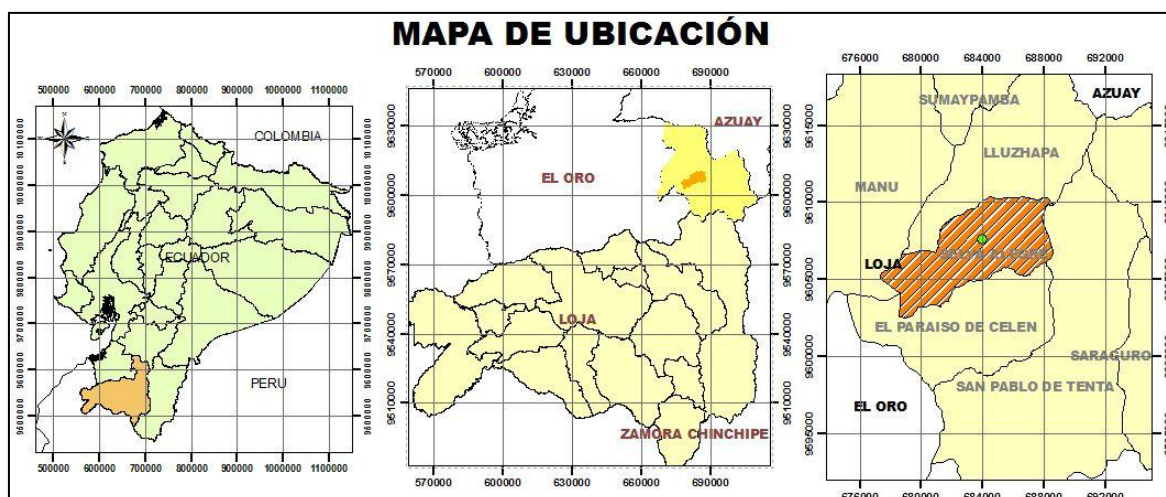


Figura 2. Ubicación del sector de estudio.

Fuente: Cartografía Temática IGM 2010.

La Ubicación del Sector de estudio en la parroquia en Coordenadas UTM-DATUM WGS84-Zona 17S. son:

Tabla N. ° 1. Coordenadas de Ubicación del Área de Emplazamiento.

	X	Y
1	684018.9876	9607583.955
2	684022.6610	9607596.8787
3	684004.6368	9607603.7745
4	684000.0808	9607589.9642

6.1.3. Vialidad.

Para viajar a Selva Alegre existe la vía que conecta Loja – Saraguro – Selva Alegre, la misma que en el tramo desde Saraguro se constituye en una vía de segundo orden, para llegar al sitio de estudio se lo hace por un camino estrecho puesto que la zona aún no es intervenida.

6.1.4. Clima.

La Parroquia de Selva Alegre, tiene una temperatura que oscila entre 10 a 16°C, característica de la alta serranía. Dependiendo de las épocas del año, tiene la presencia de dos estaciones, como son invierno y verano; en la parte alta con un clima frío y en la parte baja con clima templado y cálido seco, cubriendo extensas zonas como San pablo, El Tambo e Higuerón, Naranjo, la Esperanza y Guazhacorral.

6.1.5. Hidrografía.

Geográficamente, Selva Alegre tiene sus montañas con formación irregular, las estribaciones forman cuchillas que agudizan el frío. Como ejemplo tenemos las montañas denominadas Pucango, San Luis y Catizho.

De estas mismas montañas, los moradores de Selva Alegre, a través de trabajo comunitario, han realizado la captación, conducción y distribución del agua tratada para el beneficio del centro poblado y para algunos barrios que pertenecen a la parroquia.

La parroquia de Selva Alegre pertenece a la cuenca del Río Jubones, en la parte alta nacen vertientes, quebradas, lagunas y ríos cuyas aguas son utilizadas para el consumo humano y riego. El sistema hidrográfico está formado por dos microcuencas, el primero es el río Curiyacu, que nace de una laguna, además, sirve como límite parroquial entre Selva Alegre y Lluzhapa. El segundo, el río San Vicente es alimentado por varias quebradas, aguas abajo toma el nombre de río Naranjo que es empleada como límites con la parroquia San Pablo de Tenta. El río Narango y Curiyacu se unen en la comunidad de San Pablo, donde, se unen a otros para forman el río León afluente principal del río Jubones.

La microcuenca del río Curiyacu ocupa la mayor superficie, con 2823,79 ha, es decir el 62,28% de la parroquia pertenece a este sistema hidrológico. El río Naranjo cuenta con 1710,50ha, que representa el 37,72% del área de la parroquia.

6.2. Resultados del Primer Objetivo.

6.2.1. Topografía del sector.

El área de estudio se caracteriza por estar localizada en una zona de montaña, con colinas bajas, y por tener una topografía regular en la cual sobresalen elevaciones cuya altitud varía de los 2509 a 2545 m_s.n.m.

El área de estudio levantada cubre un polígono de 6501.5207 m², se utilizó la estación Total Trimble GPS R4 (satelital), para un mejor avance del trabajo, con curvas de nivel secundarias cada metro y las curvas principales cada 5 metros.

Según el porcentaje obtenido de acuerdo a los cortes realizados para obtener las pendientes en porcentajes tenemos: 19.46% para el primer corte, 14.33% para el segundo corte realizado en el terreno de estudio, estos valores según la tabla N. 2 en porcentaje se encuentran en intervalos de inclinación de entre 5 y 15 grados los mismos que son para pendientes tendidas. (Ver anexo 1 Levantamiento topográfico).

Tabla N° 2. Clasificación de laderas según O. K. Leontiev y G. I. Richagov.
Fuente: Apuntes de Topografía para agrónomos. (2008).

Intervalo de inclinación Grados	Denominación de la Pendiente	Valor de la pendiente en %
2° - 5°	Suaves	3 – 9
5° - 15°	Tendidas	9 – 27
15° - 35°	Pendiente media	27 – 70
35° y mas	Abruptas	70 y mas

6.2.2. Estudio Geológico – Geotécnico

6.2.2.1. Geología regional.

Dentro de la parroquia Selva Alegre se distingue dos formaciones geológicas, el volcánico Saraguro ocupa el 83,45% de la superficie y la formación volcánica Pisayambo abarca 750,26 ha, que representa el 16,55%.

El Grupo Saraguro es redefinido por (Dunkley & Gaibor, 1997), como una secuencia de rocas volcánicas subaéreal, calco-alcalinas, intermedias a ácidas, de edad Eoceno medio tardío a Mioceno temprano. El grupo descansa discordantemente sobre, o está fallado contra, la Unidad Pallatanga y rocas metamórficas. Predominan composiciones

andesíticas a dacíticas, pero son comunes rocas riolíticas. Once unidades litológicas han sido reconocidas dentro del Grupo. (Carta Temática IGM, 1973).

Formación Saraguro, aflora en los valles de terrenos profundamente disectados, siguiendo los ríos León, Paquisha, Tenta y Jubones. Estratos de lava y piroclastos se alteran en esta Formación de capas gruesas. Los piroclásticos varían de grano fino a conglomerados muy bastos, pero lo más común es una toba masiva aglomerática de color amarillo en estratos de 50 a 100 m., de espesor y que forman escarpes prominentes en los alrededores de Saraguro. Cerca de esta población afloran tobas arenosas, tobas de grano fino con bandeamiento multicolor y lentes de conglomerado. Las lavas interestratificadas son andesitas porfíricas. La Formación Saraguro descansa discordantemente al Este sobre la Serie Zamora y al Oeste sobre la Formación Piñon. Se encuentra suavemente plegada y sus ejes siguen rumbos Norte y NorEste; la estructura sinclinal del río León es la que más sobresale. Se estima que el espesor máximo de esta Formación llega a los 3000 m dentro del área de la hoja geológica.

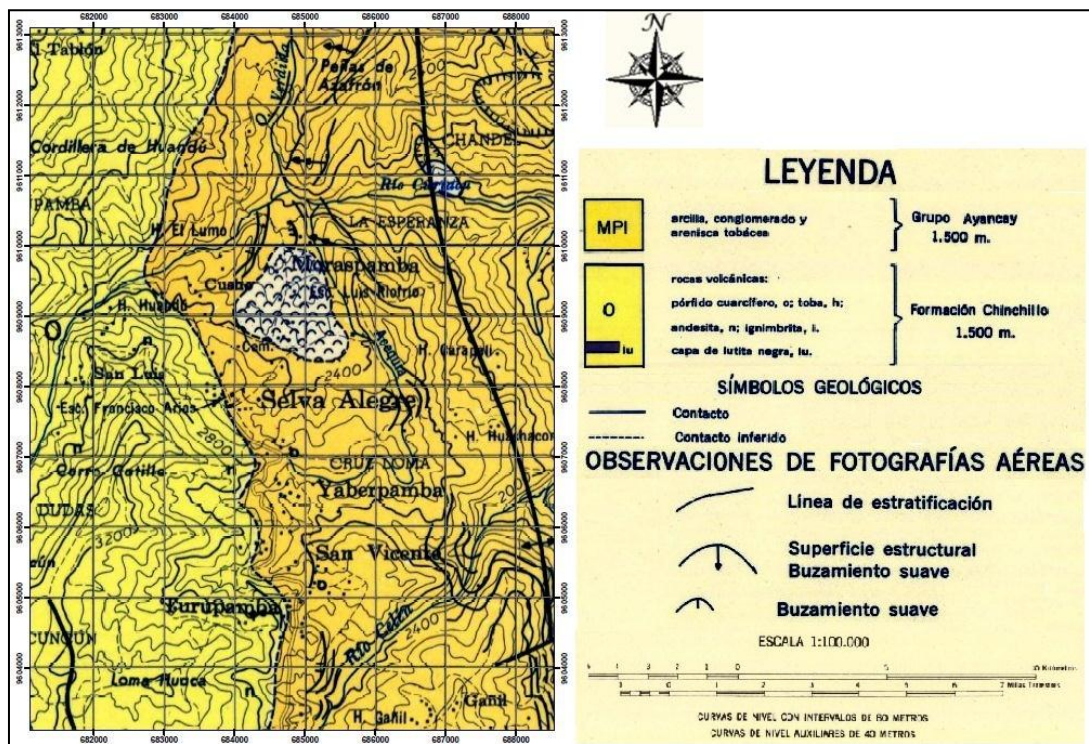


Figura 3. Geología de la parroquia de Selva Alegre.

Fuente: Cartográfica Temática IGM 1973.

6.2.2.2. Geología local.

El área donde se ubica el sector de estudio cubre un polígono de 6501.5207 m², que comprende la parte Nor – Occidente del Cantón Saraguro, dentro de la Formación Saraguro durante el recorrido se ha observado afloramiento de bombas Piroclásticas, son rocas ígneas de tipo andesita porfirítica de grano fino tiene una coloración azulada con intercalaciones de cuarzo este tipo de roca se encontró antes de la llegada al sector de estudio a unos 30 metros antes del sitio de interés, se caracteriza por ser andesitas masivas de grano fino de coloración azul grisáceo, con un alto grado de meteorización, con fractura granular irregular, su textura poco áspera tiene intercalaciones de cuarzo brillante, sus diámetros van de 0.50 – 1 metro (piroclastos). No tiene elementos estructurales. Esto se encuentra fuera del sector de estudio (cerca de unos 20 a 30 metros de distancia) y se ha establecido una calicata en un sector estratégico, la que ha sido georeferenciada utilizando el mapa topográfico. La columna estratigráfica evidencia la presencia de arcilla de alta plasticidad en la zona de estudio tanto en los 2 metros de excavación de la calicata, como en los 6 metros del ensayo de S.P.T. realizado.

0-1	CL
1-2	CL
2-3	CL
3-4	CL
4-5	CH1
5-6	CH1

Figura 4. Columna Estratigráfica.

Fuente: El Autor.

El sector de estudio geológicamente está ubicado en la Formación Saraguro, pertenece al periodo (Eoceno) Terciario, conformada por rocas volcánicas, pórfido cuarcífero, toba, andesita, ignimbrita, capa de lutita negra, toba riolítica.

6.2.2.3. Geomorfología.

Utilizando la información disponible sobre los paisajes naturales y “dominios litotectónicos que se producen por consecuencia de los fenómenos ambientales y geológicos que han modelado la superficie terrestre.

En la parroquia se destaca la cordillera de Cubilan, alcanza los 3800 msnm, que se ubica al Sureste de la parroquia. En estas montañas existe un conjunto de pequeñas lagunas y nacen importantes quebradas como la Caña Brava y el río Curiyacu.

En forma general el relieve característicos de la zona es montañoso, con 1789,51 ha, que corresponde, al 39,47% de la superficie parroquial; las vertientes irregulares ocupan 922,53 ha, que equivale al 20,35%; relieves escarpados abarcan 863,32 ha, es decir, el 19,04%; con una menor extensión se encuentra las colinas medianas (15,79%) y Valles encañonados (5,36%).

En la zona de estudio el relieve se caracteriza por ser una zona de colinas bajas en los 6501.5207 m² que comprende el sector esto se evidencia al momento de realizar la topografía del sector al ver que no existe mucha variación en las alturas.

6.2.2.4. Geotecnia.

6.2.2.4.1. Calicata.

Se usó la misma calicata descrita en la parte inferior de esta sección, la que nos permitió realizar el estudio del terreno y sus características, que permiten cubrir el polígono de estudio, teniendo una profundidad de dos metros, dentro de la misma se realizó la recolección de muestras para su posterior análisis en el laboratorio.

La calicata se la realizó de manera manual en el sector de estudio debido a que hasta el sector no puede acceder una maquinaria para su realización, vale acotar que en esta excavación no se encontraron fósiles ni se llegó a tener presencia de nivel freático.

Las dimensiones de la calicata son: 1.20 x 2 m., constituida por 2 capas con un terreno homogéneo, sus estratos no presenta rumbo ni buzamiento alguno.



Fotografía. 1. Calicata del sector de estudio.

Descripción de la calicata.

Para la excavación de la calicata se lo realizó manualmente debido al acceso al lugar de estudio cabe mencionar que no hay presencia de fósiles.

Las dimensiones de la calicata se lo realizó (1.20 x 2m.), constituida por dos capas con un terreno homogéneo, sus estratos no presenta rumbo ni buzamiento. La Cobertura Vegetal (pasto), tiene una potencia de 0.25 m., constituida por material no consolidado como arcilla, limos, humus de coloración café oscuro de granulometría fina.

Criterio técnico.

Los resultados de este tipo de reconocimientos se registran en fichas en las que se indica la profundidad, continuidad de los diferentes niveles, descripción litológica, presencia de filtraciones de agua, situación de las muestras tomadas y fotografías.

Dentro del área de influencia del proyecto geológicamente esta constituidos en un 99% de material fino principalmente de arcillas, verificando mediante la construcción de la calicata, la secuencia de suelos de textura homogénea, estratificadas horizontalmente, con espesores de hasta cuatro metros, las mismas que van haciéndose más arcillosas en profundidad, son de tipo CL y CH1 de acuerdo a las SUCS.

El sector presenta arcillas de alta plasticidad que al momento de su excavación no presento dificultad.

Debido que en el sector donde se emplazará la planta de tratamiento presenta una topografía suave donde no se evidencia procesos geodinámicas.

Con relación al proyecto en estudio, debido a su morfología que es suave, no se ha podido observar sitios inestables, las laderas naturales se encuentran estables, en la mayoría cubierta por vegetación de pastos para ganado.

La cobertura vegetal tiene una potencia de 0.25 m., constituida por material no consolidado como arcilla, limos, humus de coloración café oscuro de granulometría fina. De acuerdo a los análisis de laboratorio realizados se determina la presencia de suelos A-7-6 que de acuerdo a la clasificación AASHTO son suelos finos limo arcillosos, que experimentan cambios de estados secos y húmedos, de acuerdo a la clasificación S.U.C.S. son suelos de baja compresibilidad (CL), de alta plasticidad presentan con un límite líquido 48% y un índice de plasticidad de 29% constituida un 15% de arena, y finos un 83%.

6.2.1.4.2. Estabilidad de paredes de calicata.

En la calicata hecha para el estudio, no se encontró presencia o infiltraciones de agua, luego de dejarla cubierta por un tiempo aproximado de tres días, para observar si existía cambio en la misma, sus paredes son estables y luego de un tiempo de monitoreo realizado a la calicata se la cubrió con un plástico a fin de que si hubiera la presencia de lluvias estas no afectarán la consistencia y estabilidad de paredes.

6.3. Resultado para el Segundo Objetivo.

6.3.1. Suelos.

6.3.1.1. Muestreo y técnicas específicas.

Lo empleado para realizar la extracción de las muestras son técnicas como la excavación de pozos y zanjas a cielo abierto más conocidas como calicatas.

La aplicación de este tipo de labor superficial ayuda a corroborar de una mejor manera las características del suelo puesto permite realizar una observación mucho más directa, teniendo como única limitante la profundidad que se puede alcanzar en la excavación manual de la calicata.

Luego de haber alcanzado cierta profundidad se realizó SPT (Ensayo de penetración standar), el cual nos ayudó a poder llegar hasta una profundidad de 6 m., para el estudio de suelos.

6.3.1.2. Procedimiento para el Contenido de humedad del suelo.

Para su determinación se usa el método tradicional el de secado al horno, teniendo en cuenta que el suelo se comporta como un depósito, al cual se le puede determinar la cantidad de agua almacenada en un cualquier momento. El contenido de humedad del suelo con base en volumen se expresa como:

$$w = (W_w / W_s) * 100 \quad (\%)$$

Dónde:

w = contenido de humedad expresado en %.

W_w = peso del agua existente en la masa de suelo.

W_s = peso de las partículas sólidas.

El resultado obtenido para el contenido de humedad de la muestra tomada en el sitio de interés es: 24.76% en los dos primeros metros de profundidad, 32.52% en los 3 a 4 metros y 38,27% en los 5 a 6 metros de profundidad.

6.3.1.3. Procedimiento para el límite líquido y plástico del suelo.

Para el ensayo del límite líquido, pulverizamos una cantidad 500 gramos, de suelo seco al aire libre, para obtener una muestra representativa del material que pasa el tamiz número 40. A continuación procedemos a calibrar el instrumento de casa grande.

En un recipiente se colocó la muestra, para luego añadir una pequeña cantidad de agua y se mezcló con una espátula en forma repetida hasta obtener una apariencia cremosa y homogénea. Luego se procedió a colocar la muestra en la casa grande, una pequeña cantidad de suelo, se emparejo la superficie de la pasta con una espátula hasta obtener una muestra comprimida horizontalmente centrada en la copa de Casa Grande.

Con la ayuda del ranurador, se cortó una ranura que separó el suelo en dos mitades, inmediatamente procedimos hacer el conteo de golpes necesarios para cerrar la ranura. Se retira la ranura cerrada con ayuda de la espátula, para colocarla en un capsula previamente pesada, para ingresarla al horno. Luego se colocó la muestra al horno por 24 horas.

Límite plástico.

Una vez hecha el procedimiento anterior del ensayo de límite líquido, se obtuvo una muestra el cual fue enrollado con las manos sobre una placa de vidrio para el moldeo en forma cilíndrica con un diámetro uniforme de 3.2 mm se observó el agrietamiento del suelo, y se tomó la muestra en una capsula, para ser pesada y secado en el horno, para el cálculo de contenido de humedad.

Índice de plasticidad.

Para el índice de plasticidad será el límite líquido menos el límite de plasticidad así como se lo explica en la siguiente expresión ($IP=LL-LP$).

6.3.1.4. Procedimiento para la granulometría del suelo.

Primero se pesó los recipiente vacíos, luego se pesa el recipiente más la muestra húmeda, agregamos agua y procedemos a lavar y lo que se retiene en el tamiz numero 200 lo colocamos en el horno.

Pesamos la muestra seca (horno), procedemos a tamizar mediante el agitador mecánico durante 5 minutos y pesamos el material retenido de cada tamiz.

Tabla N° 3. Resultados de Granulometría a los 2 metros de profundidad.

4.- GRANULOMETRIA			
PESO IN=		267.9	(H/S) H
PESO INICIAL DE CALCULO:		214.9	
TAMIZ	PESO R.	% R.A.	% PASA
1 1/2"	0.00	0.0	100
1"	0.00	0.0	100
3/4"	0.00	0.0	100
1/2"	0.00	0.0	100
3/8"	3.87	1.8	98
No. 4	3.50	3.4	97
No. 10	3.99	5.3	95
No. 40	5.32	7.8	92
No. 200	10.78	12.8	87
COLOR= CAFÉ CLARO			

Tabla N° 4. Resultados de Granulometría a los 4 metros de profundidad.

4.- GRANULOMETRIA			
PESO IN=	197.2	(H/S)	H
PESO INICIAL DE CALCULO:			148.8
TAMIZ	PESO R.	% R.A.	% PASA
1 1/2"	0.00	0.0	100
1"	0.00	0.0	100
3/4"	0.00	0.0	100
1/2"	0.00	0.0	100
3/8"	3.87	2.6	97
No. 4	1.47	3.6	96
No. 10	3.72	6.1	94
No. 40	7.13	10.9	89
No. 200	13.85	20.2	80
COLOR=	CAFÉ CLARO		

Tabla N° 5. Resultados de Granulometría a los 6 metros de profundidad.

4.- GRANULOMETRIA			
PESO IN=	99.7	(H/S)	H
PESO INICIAL DE CALCULO:			72.1
TAMIZ	PESO R.	% R.A.	% PASA
1 1/2"	0.00	0.0	100
1"	0.00	0.0	100
3/4"	0.00	0.0	100
1/2"	0.00	0.0	100
3/8"	0.00	0.0	100
No. 4	2.34	3.2	97
No. 10	2.03	6.1	94
No. 40	3.54	11.0	89
No. 200	6.14	19.5	81
COLOR=	CAFÉ CLARO		

6.3.1.5. Ensayos y resultados de Estudios de Suelo.

Los resultados presentados a continuación son los obtenidos luego de haber realizado los ensayos pertinentes siguiendo las diferentes normas y especificaciones necesarias.

Tabla N° 6. Resultados de los Estudios de Suelo.

RESUMEN DE DATOS DE CAMPO, DE LABORATORIO Y RESISTENCIAS OBTENIDAS										
PROYECTO: ESTUDIO GEOLÓGICO AMBIENTAL DEL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES										
OBRA: ESTUDIO DE SUELOS										
SOLICITADO POR: Sr. Guido Salazar REALIZADO POR: Ing. Diego I. Castillo										
OBRA	POZO	PROF. m.	C. H. %	L. L. %	L. P. %	I. P. %	ARENA %	FINOS %	CLASIF SUCS	CLASIF AASHTO
CIMENTACIÓN	1	1.00	24.67	47	20	27	9	88	CL	A-7-6
CIMENTACIÓN	1	2.00							CL	A-7-6
CIMENTACIÓN	1	3.00	32.52	44	20	24	17	79	CL	A-7-6
CIMENTACIÓN	1	4.00							CL	A-7-6
CIMENTACIÓN	1	5.00	38.27	51	19	32	16	81	CH1	A-7-6
CIMENTACIÓN	1	6.00							CH1	A-7-6

6.3.1.6. Mecánica de rocas.

La mecánica de rocas estudia el comportamiento mecánico de las masas rocosas que se encuentran bajo la acción de fuerzas producidas por fenómenos naturales o impuestos por el hombre.

6.3.1.7. Ensayo a la compresión.

El ensayo Uniaxial o de Compresión Simple se lo realizó sobre un cubo de 5x5x5 cm. de roca, al que se aplica gradualmente una fuerza uniaxial hasta que se produce su rotura, las deformación uniaxial que se van produciendo en la probeta y mediante comparadores o bandas extensométricas. Durante el ensayo se van registrando las curvas esfuerzo-deformación axial (σ - ϵ ax) de la probeta. Pueden igualmente medirse las deformaciones radiales o transversales de la probeta, obteniéndose la curva $\sigma - \epsilon$.

La resistencia a la compresión simple o resistencia uniaxial, es el máximo esfuerzo que soporta la roca sometida a compresión uniaxial, determinada sobre una probeta cilíndrica o cubica sin confinar en el laboratorio, y viene dada por:

$$T_c = \frac{F_c}{A} =$$

Dónde:

F_c: Fuerza compresiva aplicada

A: área de aplicación.

6.3.1.8. Resultados del ensayo a la compresión Simple.

Tabla N° 7. Resultados de Compresión Simple.

DATOS DE LA MUESTRA:			CONTENIDO DE HUMEDAD:		
DIÁMETRO:	3.09	cm.	Peso Hum. :	68.90	
ALTURA :	8.11	cm. cm2.	Peso Seco :	59.24	
ÁREA :	7.50	cm3. gr.	Peso Cap. :	24.85	
VOLUMEN :	60.82	gr/cm3	w (%) :	28.09	
PESO :	174.71		CONSTANTE DE CARGA		
DENSIDAD:	2.87		K =	0.1075	
DATOS DE LA PRUEBA:					
Dial de Deform. mm	Dial Carga	Deform. Unit. (%)	Carga (kg)	Área Corrg. (cm ²)	Tensión Desviante (Kg/cm ²)
0.0	0	0.00	0.00	7.50	0.00
0.5	0.12	0.62	1.31	7.55	0.17
1.0	0.20	1.23	2.19	7.59	0.29
2.0	0.32	2.47	3.51	7.69	0.46
3.0	0.39	3.70	4.27	7.79	0.55
4.0	0.44	4.93	4.82	7.89	0.61
5.0	0.46	6.17	5.04	7.99	0.63
6.0	0.47	7.40	5.15	8.10	0.64
7.0	0.46	8.63	5.04	8.21	0.61
RESULTADOS :		COMPRESIÓN SIMPLE: (Kg/cm ²) =			0.64

Interpretación

La figura 3 se muestra la curva esfuerzo-deformación obtenidas en el ensayo. Las curvas presentan una rama ascendente hasta alcanzar la resistencia de pico σ_p , y una rama descendente que refleja la pérdida de resistencia. El valor de la fuerza máxima que soporta la probeta dividido por el área sobre la que se aplica la fuerza es su resistencia a compresión simple. Este parámetro depende, hasta cierto punto, de la forma y tamaño

de la probeta, del contenido en humedad del régimen y velocidad de la carga aplicada, etc. En la muestra uno el esfuerzo llega a 0.65 kg/cm².



Figura N° 5. Curva de esfuerzo deformación del ensayo de compresión simple.

Fuente: El Autor.

6.3.1.9. Ensayo de penetración estándar S.P.T.

El ensayo de penetración estándar o SPT, se lo realizó en las coordenadas (Y= 9607596; X= 684014), cerca de donde se ubica la calicata antes usada, con la finalidad de poder tener una mejor observación de cómo se encuentra el material al inicio de la penetración en el ensayo S.P.T, obteniendo un pozo de 6 metros de profundidad.



Figura N° 6. Ensayo de penetración estándar. S.P.T (Y: 9607596; X: 684014).
Fuente: El Autor

Procedimiento:

1. Tenemos el tubo de penetración (NW), al que posteriormente procedemos a enroscar otro tubo el que va a ser el muestreador de paredes divisibles.
2. Se marca en el tubo 3 divisiones, cada una de 15 cm.
3. Con la pesa de (63.5 Kg.) por caída libre, se procede al enterrado del tubo muestreador.
4. Se tomara nota del No. de golpes por cada 15 cm. de penetración.
5. Aquí debemos tomar en cuenta que el número de golpes de los primeros 15 cm. de penetración sirven de asiento, por lo que no se los toma en cuenta.
6. Las lecturas de la 2da. y 3ra, penetración se suman y son éstos valores los que se toman en cuenta para determinar la capacidad soporte del subsuelo.

7. Se saca el tubo de penetración y se abre el tubo de paredes divisibles
8. Se realiza una descripción visual (C.C.D.E.T.O.)
9. Se embolsa la muestra y registra, para su envío al laboratorio

En Laboratorio se realizarán los siguientes ensayos:

- a) % de Humedad Natural.
- b) Granulometría.
- c) Clasificación del suelo por Sistema Unificado.
- d) Determinar la Capacidad Soporte del Suelo.

Resultados.

PROFUNDIDAD (M)	COLOR	COMPOSICION	DESCRIPCION
0-1	CL	C. H.= 24.7 % L.L.= 47 % L.P.= 20 % I.P.= 27 %	Arcilla de alta plasticidad
1-2	CL	C. H.= 24.7 % L.L.= 47 % L.P.= 20 % I.P.= 27 %	Arcilla de alta plasticidad
2-3	CL	C. H.= 32.5 % L.L.= 44 % L.P.= 20 % I.P.= 24 %	Arcilla de alta plasticidad
3-4	CL	C. H.= 32.5 % L.L.= 44 % L.P.= 20 % I.P.= 24 %	Arcilla de alta plasticidad
4-5	CH1	C. H.= 38.3 % L.L.= 51 % L.P.= 19 % I.P.= 32 %	Arcilla de alta plasticidad
5-6	CH1	C. H.= 38.3 % L.L.= 51 % L.P.= 19 % I.P.= 32 %	Arcilla de alta plasticidad

Figura N° 7. Resultado del tipo de Suelo del Sector de Estudio.

Fuente: El Autor

Interpretación del Pozo 1.

De la información obtenida, se puede determinar dos grupos de variables:

La profundidad de exploración alcanzó 6 metros debido que el ensayo se lo realizó desde la superficie, en el ensayo realizado no se encontró nivel freático.

Uno de los resultados principales en esta exploración es la confirmación de la inexistencia de niveles freáticos o/y discontinuidades que pudieran causar algún tipo de anomalías superficiales sobre el terreno objeto de análisis.

Los suelos encontrados en las excavaciones son principalmente suelos finos correspondientes a arcillas de alta plasticidad (CL), y una arcilla densa arenosa (CH1)

de alta plasticidad. Los suelos tienen una coloración café claro con un valor promedio de humedad del 31.82%, lo que presenta una humedad normal entre el límite líquido y plástico.

6.4. Resultado para el Tercer Objetivo.

6.4.1. Características físicas, químicas y biológicas de las Aguas Residuales.

Las Aguas residuales se caracterizan por sus propiedades físicas, sus componentes químicos y biológicos.

Para el análisis minucioso del recurso hídrico principal afectado por las malas prácticas de descarga de las aguas residuales, se ha seguido el protocolo explicado en la metodología que es el acordado con el laboratorio.

En el presente estudio únicamente se realizará el análisis de las propiedades haciendo referencia al uso del recurso en lo que es la agricultura y su uso para el riego, estas propiedades analizadas son:

- Potencial Hidrógeno.
- Temperatura.
- Material Flotante.
- Ácido Sulfhídrico.
- Aceites y Grasas.
- Amoniaco.
- Cianuro Total.
- Cloro Libre.
- Hierro Total.
- Manganeso Total.
- Fluoruro Total.
- Nitrito.
- OD (Oxígeno Disuelto).
- Coliformes Fecales.
- Coliformes Totales.
- Nitrógeno Amoniacal.

- Bicarbonatos.
- Cloruros.
- Sodio.
- Transparencia de las Agua.
- Solidos Disueltos Totales.
- RAS (Relación de Adsorción de Sodio).
- Conductividad Eléctrica.
- Aluminio.
- Níquel.
- Zinc.
- Boro.
- Nitratos.

Los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio realizados con el mapa de Puntos de Muestreo de Agua se los puede observar en los ANEXOS. (Ver Anexo 2 y Anexo 8).

6.4.2. Índice de Calidad del Agua.

Un índice de calidad de agua, consiste básicamente en una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros que caracterizan la calidad del agua.

El “ICA” adopta para condiciones óptimas un valor máximo determinado de 100, que va disminuyendo con el aumento de la contaminación el curso de agua en estudio (ver Anexo 7).

Para el cálculo del ICA planteado según Martínez Bascaran (1979), se debe tener un mínimo de 9 parámetros analizados, los mismos que de acuerdo a este autor tendrán un valor porcentual y un peso de acuerdo a los resultados obtenidos en los análisis.

En el cálculo del ICA a más de necesitar el peso y valor porcentual se necesita determinar el valor de la constante K, el cual se lo designa de acuerdo a las condiciones del agua en el momento de la toma de muestra de agua (in situ), es así que podemos tener valores desde 1 a 0.25 (según la contaminación aparente), para el presente trabajo

se ha tomado valores de 0.25 para el agua de la descarga y 0.50 para el agua después del uso(uso en riego).

La fórmula usada para el cálculo es:

$$I.C.A. = \frac{\sum C_i P_i}{\sum C_i} * K$$

Donde:

Ci= Valor Porcentual.

Pi= Peso.

K= constante que varía de 0,25 a 1, según la “contaminación aparente”.

A continuación se presenta los valores del ICA de las muestras tomadas.

Tabla N. 8. Clasificación del ICA propuesta por Bascaran.

Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua en función del uso					
IC A	Criterio General	Abastecimiento Público	Recreación	Pesca y Vida Acuática	Industrial y Agrícola
100	NO CONTAMINADO	NO REQUIERE PURIFICACION	ACEPTABLE PARA CUALQUIER DEPORTE ACUÁTICO	ACEPTABLE PARA TODOS LOS ORGANISMOS	NO REQUIERE PURIFICACION
95		LIGERA PURIFICACION			LIGERA PURIFICACION PARA ALGUNOS PROCESOS
90		ACEPTABLE			
85	POCO CONTAMINADO	MAYOR NECESIDAD DE TRATAMIENTO	ACEPTABLE PERO NO RECOMENDABLE	ACEPTABLE EXCEPTO PARA ESPECIES SENCIBLES	SIN TRATAMIENTO PARA LA INDUSTRIA NORMAL
80				DUDOSO PARA ESPECIES SENCIBLES	
75					
70	CONTAMINADO	DUDOSO	DUDOSO PARA EL CONTACTO DIRECTO	SOLO ORGANISMOS RESISTENTES	TRATAMIENTO EN LA MAYOR PARTE DE LA INDUSTRIA
65			SIN CONTACTO CON EL AGUA		
60			SEÑAL DE CONTAMINACION		
55	ALTAMENTE CONTAMINADO	NO ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	USO RESTRINGIDO
50					
45					
40					
35					
30					
25					
20					
15					
10					
5					
0					

Tabla N° 9. ICA muestra 1 (Descarga).

CALCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA)				
MUESTRA 1		AGUA DE DESCARGA		
27/02/2013				
PARÁMETROS	RESULTADOS	VALOR PORCENTUAL (Ci)	PESO (Pi)	Ci x Pi
Sulfatos	170	50	2	100
DBO5	130	0	3	0
Temperatura	19.3	100	1	100
Solidos Disueltos Totales	108	90	2	180
Potencial de Hidrógeno	7.08	100	1	100
Coliformes Totales	3.0E+03	50	3	150
Aceites y Grasas	Presencia	80	2	160
Cianuro Total	0,00	100	2	200
Aspecto	Desagradable	30	1	30
		Sumatoria=	17	1020
			k=0.25	
				$ICA = K \frac{\sum Ci \times Pi}{\sum Pi}$
			ICA=	15

Fuente: El Autor

Tabla N° 10. ICA muestra 2(Descarga).

CALCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA)				
MUESTRA 2		AGUA DE DESCARGA		
27/03/2013				
PARÁMETROS	RESULTADOS	VALOR PORCENTUAL (Ci)	PESO (Pi)	Ci x Pi
Sulfatos	175	50	2	100
DBO5	133	0	3	0
Temperatura	19.7	100	1	100
Solidos Disueltos Totales	110	90	2	180
Potencial de Hidrógeno	7.1	100	1	100
Coliformes Totales	3.2E+03	40	3	120
Aceites y Grasas	Presencia	90	2	180
Cianuro Total	0,00	100	2	200
Aspecto	Impropio	40	1	40
Sumatoria=			17	1020
			k=0.25	
				$ICA = K \frac{\sum Ci \times Pi}{\sum Pi}$
			ICA=	15

Fuente: El Autor

Los valores del ICA determinados para las muestras tomadas en la descarga son de 15% y de acuerdo a las tablas referenciales al ser inferiores a 50% es un agua de PÉSIMA CALIDAD.

Tabla N° 11. ICA muestra 1. (Luego de Uso).

CALCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA)				
MUESTRA 2		AGUA DESPUÉS DE USO (RIEGO)		
27/02/2013				
PARÁMETROS	RESULTADOS	VALOR PORCENTUAL (Ci)	PESO (Pi)	Ci x Pi
Sulfatos	0.00	100	2	200
DB05	0.03	100	3	300
Temperatura	19.8	100	1	100
Solidos Disueltos Totales	89.9	100	2	200
Potencial de Hidrógeno	7.79	90	1	90
Coliformes Totales	4.5E+02	90	3	270
Aceites y Grasas	Ausencia	90	2	180
Cianuro Total	0.00	100	2	200
Aspecto	Impropio	40	1	40
Sumatoria=			17	1580
			k=0.25	
			$ICA = K \frac{\sum Ci \times Pi}{\sum Pi}$	
			ICA=	23.24

Fuente: El Autor

Tabla N° 12. ICA muestra 2. (Luego de Uso).

CALCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA)				
MUESTRA 2		AGUA DESPUÉS DE USO(RIEGO)		
27/03/2013				
PARÁMETROS	RESULTADOS	VALOR PORCENTUAL (Ci)	PESO (Pi)	Ci x Pi
Sulfatos	0.00	100	2	200
DBO5	0.04	100	3	300
Temperatura	20.1	100	1	100
Solidos Disueltos Totales	83.9	100	2	200
Potencial de Hidrógeno	6.44	90	1	90
Coliformes Totales	4.6E+02	90	3	270
Aceites y Grasas	Ausencia	90	2	180
Cianuro Total	0.00	100	2	200
Aspecto	Impropio	40	1	40
Sumatoria=			17	1580
			k=0.25	
			$ICA = K \frac{\sum Ci \times Pi}{\sum Pi}$	
ICA=				23.24

Fuente: El Autor

Así mismo en las muestras tomadas en la Acequia y de acuerdo a los resultados obtenidos para el cálculo del Ica es 23.24%, esto da una PÉSIMA CALIDAD del agua ya que su rango es inferior a 50%.

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con respecto a la Geología, el sector de estudio geológicamente está ubicado en la formación Saraguro, pertenece al periodo (Eoceno) Terciario, conformada por rocas volcánicas con presencia de piroclastos. Información que finalmente se la corroboro en el recorrido de la zona.

En el análisis de las muestras de suelo tomadas estratégicamente, nos da que en el sector de estudio tenemos arcillas de alta plasticidad con una coloración café claro.

En lo referente al análisis geotécnico, el sector de estudio se encuentra constituido por un 90% de material fino con suelos: areno arcillosos, con un contenido promedio de humedad del 32%, los resultados del ensayo a la compresión simple se obtuvo un esfuerzo de 0.64 Kg/cm^2 , entre otro de los ensayos realizados se obtuvo el índice de permeabilidad de 6.5 m/día , una Gravedad específica de los sólidos del suelo de 2.76 y una cohesión de 0.3 Kg/m^2 , con los datos obtenemos y haciendo la comparación con la clasificación SUCS existe un suelo tipo CL y CH1, mientras que en la clasificación AASHTO es uno del tipo A-7-6, los mismos que son arcillas con un alto nivel de plasticidad.

El ICA posibilita la evaluación de los constituyentes que afectan la calidad del agua para sus diferentes usos y resumir esta evaluación en un simple valor que nos sirva como una manera de comunicar y representar la calidad en los cuerpos de agua.

El cálculo de este valor ayuda a tener una mayor perspectiva de cómo se encuentra el Agua en los puntos de muestreo, siendo esto en el primer punto de muestreo que se localiza en el sitio de descarga principal un ICA de 15% y en el segundo punto de muestreo nos da un ICA de 23.24% , que es un ICA para aguas de pésima calidad en ambos casos, estos resultados dan la idea que para poder realizar la recuperación de estas AGUAS requieren un tratamiento convencional para poder usarlas en el Riego.

8. CONCLUSIONES.

Posterior a todo el trabajo levantado y procesado como son los trabajos de campo, laboratorio y de oficina se obtiene las siguientes conclusiones y recomendaciones.

- ✓ El levantamiento topográfico a detalle permitió delimitar un polígono de 6501.5207 m², generando curvas de nivel a cada metro y las principales a 5 metros donde la cota más baja es 2530 y la más alta 2540 m_s.n.m., terreno con pendientes tendidas.
- ✓ Debido a que su topografía presenta poca diferencia de altura, no hay procesos geodinámicas, ni riesgos de tipo geológico de manera natural en el terreno de estudio.
- ✓ La litología de los materiales es de origen vulcano - sedimentario y meta volcánico que están definidas como depósitos de arcillas producto de la meteorización de los afloramientos de rocas existentes.
- ✓ Existe la presencia de arcilla de coloración café claro y en la parte baja una arcilla café más oscura, blocosa a subblocosa.
- ✓ No existe la presencia de fallas ni deslizamientos, ni de otros tipos de estructuras ni elementos estructurales dentro del polígono estudiado que es 6501.5207 m², que puedan poner en riesgo algún tipo de obras de infraestructura.
- ✓ La clasificación de suelos muestra claramente que hay predominio de arcillas con altos contenidos de finos en 90% y 10% de arenas, además se tiene un suelo de clasificación CH1 de alta plasticidad.
- ✓ Al momento de realizar el ensayo de S.P.T., no se encontró nivel freático hasta la profundidad de 6m. a la que se llegó en este ensayo.
- ✓ El ICA es una herramienta muy útil para comunicar información sobre la calidad del agua a las autoridades y al público. Puede demostrar rápidamente una imagen general del estado del recurso.

- ✓ Los resultados de los análisis físicos, químicos y biológicos demuestran la contaminación del agua proveniente del alcantarillado de agua residual de la Parroquia Selva Alegre y en el sitio de descarga luego que ha sido usada para riego.
- ✓ Los sitios escogidos para ser analizados estuvieron en la categoría de contaminados dentro del intervalo ICA de 0 a 49%, valores con los que el líquido solo podrá tener uso industrial o agrícola previo tratamiento.
- ✓ Los resultados a partir de este análisis sirven de herramienta eficaz para la toma de decisiones, al identificar potenciales impactos ambientales y de salud, en un tiempo oportuno que permite determinar medidas de prevención respectivas.

9. RECOMENDACIONES

- ✓ Por las características geo – mecánicas de las rocas presentes en estos sectores se recomienda la ejecución de la obra, claro está tomando en cuenta los resultados expuestos anteriormente. Básicamente controlando las infiltraciones para evitar una sobresaturación del suelo y con esto la alteración en el comportamiento físico – mecánico de los mismos, evitando posibles problemas de hundimiento o fugas de agua.

- ✓ Para el tratamiento convencional del agua se recomienda tomar en cuenta el ICA obtenido anteriormente así como tener un alcantarillado para aguas negras y aguas lluvias de manera separada, realizando el cambio del alcantarillado existente.

- ✓ Implementar un sistema diferente de riego, hasta poder realizar la implementación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, a fin de evitar la contaminación de los productos y las afectaciones a las personas.

- ✓ El único uso que se le puede dar al recurso tratado es tan solo para industrias o para riego, de ninguna manera se podrá utilizar este para el consumo humano.

- ✓ De acuerdo al valor obtenido del ICA para recuperar el agua y darle uso agrícola se debe realizar un tratamiento convencional.

10. BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- ✓ ABÓ Mario, GUTIERREZ Joaquín, TERRY, Carmen, Manejo de Aguas Residuales en la Gestión Ambiental, 2010.
- ✓ BOWLES J. (1980). Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. Editorial McGRAW-HILL LATINO AMERICANA, S. A. 215 pp.
- ✓ CABRERA R, Ricardo A. Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2, Trabajo de Graduación de Ingeniería Civil, Guatemala. 1989.
- ✓ CHANG GÓMEZ, José, Calidad de Agua, 2003.
- ✓ DUQUE ESCOBAR, Gonzalo P. As, Manual de Geología para Ingenieros, Universidad Nacional de Colombia, Manizales, 1998.
- ✓ GARCÍA, Donato. Geología Básica, 2011
- ✓ GAVILANES, Hernán. ANDRADE, Byron. Introducción a la Ingeniería de Túneles, Caracterización, Clasificación y Análisis Geomecánico de Macizos Rocosos. 2007.
- ✓ GOMELLA, G. & GUERRE, H. TRATAMIENTO DE AGUAS PARA ABASTECIMIENTO PÚBLICO. EDITORES TÉCNICOS ASOCIADOS, 1977.
- ✓ GÓMEZ PORTER, J. (1994). Las rocas: de las definiciones en los libros a las respuestas de los alumnos. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. Vol Extra (Septiembre): 140-145.
- ✓ K. TERZAGHI – R. Peck. El Ateno – 1973 Mecánica de suelos en la Ingeniería Práctica.
- ✓ LÓPEZ MARINAS, J. M. (2000). Geología aplicada a la ingeniería civil. Ed. Ciedossat 2000. Madrid.
- ✓ MELINI Guillermo, Clasificación de Aguas Residuales, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2012.
- ✓ METCALF, Leonard & EDDY, Harrison. Aguas Residuales De Ingeniería: El Tratamiento, Eliminación y Reutilización, 3D ED., MCGRAW-HILL, 1991.
- ✓ NAVARRETE Edison, J. M. (2005). Apuntes de Geología General. Profesor de Geología General (FICT-ESPOL).
- ✓ OBANDO, Tupak. Dr, Ciencia y Religión, 2010.

- ✓ PALADINES Agustín, SOTO John, 2010 Geología y Yacimientos Minerales del Ecuador.
- ✓ PETERSEN et al.,1983. Limnology and Oceanography 28 p.583-591
- ✓ RICHARDS, C. and MINSHALL, G. 1988. Am. Benthol. Soc.7: 77-86.
- ✓ ROJAS-CARRIZALES, Grover, Geología Estructural, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú, 2010.
- ✓ RODRÍGUEZ P., Carlos Eduardo. **“Introducción al curso de Dinámica de Suelos”**. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2002.
- ✓ TORRES S., Mario Camilo. **“Seminario técnico sobre Estudios Geotécnicos”**. Bogotá. 2002-2003.
- ✓ TORRES S., Mario Camilo. **“Propuesta para impartir formación de profundización en diferentes áreas de la ingeniería civil”**. Contiene cinco alternativas: Ingeniería Sísmica, Métodos Numéricos, Interacción Suelo–Estructura, Estabilidad de Taludes y Mecánica de Rocas Básica. Bogotá. 2002.
- ✓ WICANDER, R y MONROE, J. (2000). Fundamentos de Geología. International Thomson Editores, México.

PÁGINAS WEB

- ✓ http://es.wikipedia.org/wiki/Estudio_de_suelos (Estudio de Suelos).
- ✓ <http://es.wikipedia.org/wiki/Geof%C3%ADsica> (Geofísica).

Autor

gmsalapie@hotmail.es

ANEXOS

ANEXO 1

MAPA TOPOGRÁFICO DEL SECTOR DE ESTUDIO.

ANEXO 2

MAPA DE MUESTREO DE PUNTOS DE AGUA.

ANEXO 3

MAPA GEOLÓGICO DEL SECTOR DE ESTUDIO.

ANEXO 4

RESULTADOS DE LAS MUESTRAS DE AGUA.

1. INFORMACIÓN GENERAL:

# DE ORDEN: CISSA-ONEA Test Lab-13 - 051	SOLICITANTE: Egdo Guido Salazar
PROYECTO: Estudio geológico ambiental a detalle del área de emplazamiento de un Sistema de tratamiento de aguas residuales en la parroquia Selva Alegre del Cantón Saraguro.	DIRECCIÓN: Bernardo V. y Azuay
	TELEFAX: 072 - 574 991

2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

FECHA DE MUESTREO: 27 - 02 - 2013	MUESTRA: Agua Servida, descarga a la Acequia.
FECHA DE INGRESO: 27 - 02 - 2013	CODIGO: SA: 01 CANTIDAD: 2 500 ml
FECHA DE ANÁLISIS: 27 - 02 - 2013	PRESENTACIÓN: Envase plástico y Estéril
FECHA DE REPORTE: 08 - 03 - 2013	CANTON: Saraguro PROVINCIA: Loja
FECHA DE ENTREGA: 08 - 03 - 2013	PARROQUIA: Selva Alegre BARRIO: Selva Alegre

II. REFERENCIA ANALÍTICA:

-Límite Máx. Permisible de Descarga a un cuerpo de Agua dulce, según TULAS

3. ENSAYOS FÍSICOS - QUÍMICOS:

3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Temperatura	°C	19,3	Menor	a 35	AWWA	TULAS
Aceites y Grasas	PELICULAVISIBLE	Presencia	-	0,3 mg/l	ETAS	M S P-TULAS
Materia Flotante	MATERIAVISIBLE	Ausencia	-	Ausencia	TULAS	TULAS
Color Real	U.Pt- Co	25	Inapreciable	dilución 1/20	APHA	TULAS
Color Aparente	U.Pt- Co	370	-	-	APHA	USPHS-OMS
Turbiedad	N.T.U. o F.T.U	38	-	100	AWWA	-TULAS
Sólidos Totales	mg/l	135	-	1 600	AOAC 920.193	TULAS
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	108	-	1000	AOAC 920.193	-TULAS
Sólidos Disueltos Fijos	mg/l	10	-	-	AOAC 920.193	-
Sólidos Disueltos Volátiles	mg/l	98	-	-	AOAC 920.193	-
Sólidos Suspendidos	mg/l	26	-	100	AOAC 920.193	TULAS
Sólidos Suspendidos Fijos	mg/l	4,8	-	-	AOAC 920.193	-
Sólidos Susp. Volátiles	mg/l	21,2	-	-	AOAC 920.193	-
Sólidos Sedimentables	ml/l	2	-	1,0	IMHOFF	M S P-TULAS

3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	pH	7,08	5,0	9,0	AOAC 973.41	TULAS
Nitratos+Nitritos	mg/L	10,0	-	10	AWWA	TULAS
Manganeso Total	mg/l	0,18	-	2,0	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	3,60	-	10,0	1,10-PHENANTHROLINE	TULAS
Cianuro Total	mg/l	0,00	-	0,1	pyridine - pyrazolone	TULAS
Fósforo Total	mg/l	2,20	-	10	ÁCIDO ASCÓRBICO	TULAS
Cloro	mg/l	0,00	-	0,5	AWWA	TULAS
Nitrógeno Total	mg/l	8,20	-	15,0	NESSLER	TULAS
Sulfatos	mg/l	170	-	1000	TUBIDIMETRO	TULAS
Aluminio	mg/l	0,002	-	5,0	Aluminon	TULAS
Níquel	mg/l	0,004	-	2,0	1-(2-Pyridylazo)2-Naphthol	TULAS
Zinc	mg/l	0,002	-	5,0	Zincon	TULAS
D B Os	mg/l	130	-	100	AOAC 973 - 44	TULAS
D Q O	mg/l	28	-	250	AOAC973 - 46	TULAS
Coliformes Fecales	NMP/100ml	3.04E+03	= Remoción	> al 99,9% **	INEN 1 529-8	=TULAS

II. REFERENCIA ANALITICA:

Límite Máx. Permissible para la Preservación de Flora y fauna en Aguas Dulces, Frías o Cálidas en Cuerpos de Agua Sup.

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Temperatura	°C	19,3	Condiciones	Natural+3°C-20	AWWA	TULAS
+Sólidos Disueltos Totales	mg/l	108	-	3 000	AOAC 920.193	TULAS
+Potencial de Hidrógeno	pH	7,08	6,0	9,0	AOAC 973.41	TULAS
+Coliformes Totales	NMP/100ml	3,0E+03	-	1000	APHA 9221 B	TULAS
Materia Flotante	MATERIAVISIBLE	Ausencia	-	Ausencia	ETAS-TULAS	TULAS
Coliformes Fecales	NMP/100ml	3,04 E+03	-	200	INEN 1 529-8	TULAS
Ácido Sulhídrico	mg/l	0,0001	-	0,0002	SULFURO DE PLOMO	TULAS
Aceites y Grasas	PELICULAVISIBLE	Presencia	Ausencia	0,3mg/l	ETAS-M S P	M S P-TULAS
Amoniaco	mg/l	2,80	-	0,02	NESSLER	TULAS
Cianuro Total	mg/l	0,00	-	0,01	pyridine - pyrazolone	TULAS
Cloro Libre	mg/l	0,00	-	0,01	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	3,40	-	0,30	1,10-PHENANTHROLINE	TULAS
Manganeso Total	mg/l	0,18	-	0,10	AWWA	TULAS
Fluoruro Total	µg/l	0,00	-	4,00	SPADNS	TULAS
Aluminio	mg/l	0,002	-	0,10	Aluminio	TULAS
Níquel	mg/l	0,004	-	0,025	1-(2-Pyridylazo)2-Naphthol	TULAS
Zinc	mg/l	0,002	-	0,18	Zincon	TULAS
Boro	mg/l	0,76	-	0,75	Carmin	TULAS

Nota 1:

+ "Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Agrícola o de Riego"; correspondiente a la Tabla 6, de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, Libro VI - Anexo 1. Bajo el amparo del R_{65A} PCCA.

=TULAS Aquellos regulados con descargas de Coliformes Fecales menores o iguales a 3000 quedan exentos de tratamiento, contempla sobre el criterio de calidad en descarga a un cuerpo de agua dulce.

Nota 2:

-TULAS Dentro de la Norma del Límite Deseable Permissible marcados con el signo contempla sobre el criterio de calidad Admisible en Aguas que requiere Tratamiento Convencional o de Consumo Humano y Doméstico u otros usos.

INEN, OMS, USPHS e IEOS Según Normas de Límite Máx. Permissible para Agua Potable de Consumo Humano.

- Todos los resultados con el signo " - " no contempla fuente alguna sobre criterios de calidad Admisible.

NOMENCLATURA REFERENCIAL DE TERMINOLOGIA:

- NTU (Unidades de Turbiedad Nefelométrica) / - umhos/cm. (Micromhos por centímetro)
- FTU (Unidades de Formazin Turbidimétrica) / - °C (No exceda de 3 grados de la T_a Media de la Región)
- U. Pt. Co. (Unidad de Platino Cobaltó) / - mg/l y ml/l (Miligramos por litro y Mililitros por litro)
- U.F.C/ml (Unidad Formadora de Colonias por mililitro) / - m. (Profundidad mínima, en metros)
- (Gérmenes Totales o Aerobios Mesófilos) / - D B O₅ (Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días)
- NMP (Número más probable de bacterias por 100 mililitros) / - D Q O₇ (Demanda Química de Oxígeno y Oxígeno Disuelto)



CIESSA Cía. Ltda.
DNEA Test Lab

CENTRO DE INVESTIGACIÓN, ESTUDIOS Y SERVICIOS DE AGUAS Y SUELOS

RUC. 1191731766004

Aguirre # 19-95 entre Chile y Argentina / La Pradera

Tel. 072 517 707 Cel. 0915498777

Edgar A. Ojeda Noriega, INGENIERO

ONEA Test Lab

HIDRO SANITARIO

Edgar A. Ojeda Riascos, BIOQUIMICO

ONEA Test Lab

MICROBIOLOGIA

Tebaida Baja: Manuel Agustín Aguirre # 19-95 entre Chile y Argentina/ La Pradera: Cedros # 25-25 entre Alisos y Laureles
 Telefax:072-589 913/102707/ Teléfono: 072-584 594/Celular:0915498777/E. mail: ciessa1@hotmail.com.

1. INFORMACIÓN GENERAL:

# DE ORDEN: CIESSA-ONEA Test Lab-13 - 052	SOLICITANTE: Ego. Guido Salazar
PROYECTO: Estudio geológico ambiental a detalle del área de emplazamiento de un Sistema de Tratamiento de aguas residuales en la Parroquia Selva Alegre del Cantón Saraguro.	DIRECCIÓN: Bernardo y Azuay
	TELEFAX: 072 - 574 991

2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

FECHA DE MUESTREO: 27 - 02 - 2013	MUESTRA: Agua de Acequia		
FECHA DE INGRESO: 27 - 02 - 2013	CODIGO: SA: 02	CANTIDAD: 2 500 ml	
FECHA DE ANÁLISIS: 27 - 02 - 2013	PRESENTACIÓN: Envase plástico y Estéril		
FECHA DE REPORTE: 08 - 03 - 2013	CANTÓN: Saraguro	PROVINCIA: Loja	
FECHA DE ENTREGA: 08 - 03 - 2013	PARROQUIA: Selva Alegre	BARRIO: Selva Alegre	

I. REFERENCIA ANALÍTICA:

Límites Permisibles para agua Potable y Consumo Humano o Uso Doméstico que requiere Tratamiento Convencional

3. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO:

3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Olor	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	AWWA	USPHS
Sabor	-	Inobjetable	Inobjetable	Inobjetable	AWWA	USPHS
Color Real	U.Pt- Co	0	-	100	APHA	TULAS
Color Aparente	U.Pt- Co	63	-	-	APHA	USPHS-OMS
Turbiedad	N.T.U. o F.T.U	8	-	100	AWWA	TULAS
Temperatura	°C	19,8	Condición	Natural+0-3°C	AWWA	TULAS
Aceites y Grasas	PELICULAVISIBLE	Ausencia	Ausencia	0,3mg/l	M S P	M S P-TULAS
Materia Flotante	MATERIAVISIBLE	Ausencia	-	Ausencia	TULAS	TULAS
Sólidos Totales	mg/l	98,2	-	-	AOAC 920.193	M S P
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	89,9	-	1000	AOAC 920.193	TULAS
Conductividad Eléctrica	µmhos/cm	179,6	-	1250	AOAC 973.40	IEOS
Sólidos Suspendidos	mg/l	8,0	Ausencia	Ausencia	AOAC 920.193	MS P
Sólidos Sedimentables	ml/l	0,0	Ausencia	Ausencia	C. IMHOFF	MS P

3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	pH	7,79	6,0	9,0	AOAC 973.41	TULAS
Acidez Libre	mg/l	0,00	-	-	AOAC 973.42	-
Acidez Total	mg/l	0,00	-	-	AOAC 973.42	-
Alcalinidad a la Fenolftaleína	mg/l	0,00	-	-	AOAC 973.43	-
Alcalinidad Total	mg/l	65,0	-	-	AWWA	-
Bicarbonatos	mg/l	65,0	-	250	AWWA	IEOS
Carbonatos	mg/L	0,00	-	120	AWWA	IEOS

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Cianuro Total	mg/l	0,00	0,00	0.10	pyridine - pyrazolone	TULAS
Ácido Sulfhídrico	mg/l	0,00	0,0	0.05	SULFURO DE PLOMO	IEOS
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	0,02	-	1.0	NESSLER	TULAS
Amoniaco	mg/l	0,02	-	0.5	NESSLER	IEOS
Amonio	mg/l	0,03	-	0.05	NESSLER	TULAS
Calcio	mg/l	18,1	30	70	AWWA - ETAS	INEN
Dureza Cálcica	mg/l	44,9	150	500	AWWA - ETAS	OMS-IEOS
Dureza Total	mg/l	60,0	-	500	AWWA - ETAS	TULAS
Dureza Magnésica	mg/l	15,0	-	-	AWWA - ETAS	-
Magnesio	mg/l	3,65	12	30	AWWA - ETAS	INEN
Cloruros	mg/l	15,0	-	250	DE MOHR	TULAS
Sodio	mg/l	9,75	-	200	ARGENTOMÉTRICO	TULAS
Potasio	mg/l	5,70	10	500	ARGENTOMÉTRICO	IEOS
Manganeso Total	mg/l	0,00	-	0.1	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	0,16	-	1.0	1.10-PHENANTHROLINE	TULAS
Hierro Soluble	mg/l	0,20	0.3	0.8	1.10-PHENANTHROLINE	OMS-IEOS
Hierro Coloidal	mg/l	0,22	-	-	1.10-PHENANTHROLINE	OMS-IEOS
Hierro + Manganeso	mg/l	0,16	-	0.3	ETAS-COMB.	USPHS
Sílice	mg/l	12,0	-	5	MOLIBDATO DE SILICE	IEOS
Sulfatos	mg/l	0,00	-	400	TUBIDIMETRO	TULAS
Fosfatos	mg/l	0,41	-	0.3	ÁCIDO ASCÓRBICO	IEOS
Fósforo	mg/l	0,14	-	-	ÁCIDO ASCÓRBICO	-
Pentóxido Fósforo	mg/l	0,31	-	-	ÁCIDO ASCÓRBICO	-
Fluoruro Total	mg/l	0,00	-	1.5	SPADNS	TULAS
Cloro Libre	mg/l	0,00	0,5	0.3 - 1	AWWA	INEN
Cloro Total	mg/l	0,00	-	-	AWWA	-
Nitrógeno Nitrate	mg/l	1,20	-	10	REDUCCIÓN DE CADMIO	TULAS
Nitrato	mg/l	5,28	10	45	REDUCCIÓN DE CADMIO	INEN - USPHS
Nitrógeno Nitrito	mg/l	0,01	-	1.0	DIAZOTIZACIÓN	TULAS
Nitrito	mg/l	0,03	Cero	Cero	DIAZOTIZACIÓN	INEN
Nitratos + Nitritos	mg/l	5,31	-	10	ETAS-COMB.	OMS - IEOS
Anhidrido Carbónico Libre	mg/l	2,80	-	5	AWWA	IEOS
D B Os	mg/l	0,03	-	No > 2	AOAC 973 - 44	TULAS
D Q O	mg/l	16,0	-	-	AOAC973 - 46	IEOS
OD	mg/l	14,0	-	No < 6	AOAC 973 - 45	TULAS

4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Gérmens Totales	UFC/ml	109 000	Ausencia	30	AOAC 966.23 C	INEN
Coliformes Totales	NMP/100ml	450	-	3000	APHA 9221 B	TULAS
Coliformes Fecales	NMP/100ml	6	-	600	INEN 1 529-8	TULAS
Hogros - Levaduras	UFC/ml	0	0	0	FDA Cap. 18 1992	IEOS

-Límite Máx. Permisible para el Agua de Consumo Humano y Uso Doméstico, que requiere Tratamiento Convencional, según TULAS
 -Límite Máx. Permisible para Agua Potable de Consumo Humano, Según Normas: INEN, OMS, USPHS e IEOS.
 -Dentro de la Norma de referencia del Límite Deseable Permisible marcadas con el signo (-) no contempla fuente alguna sobre criterios de Calidad Admisible en Aguas que requiere Tratamiento Convencional o de Consumo Humano y Uso Doméstico.

Tebaida Baja: Manuel Agustín Aguirre # 19-95 entre Chile y Argentina/ La Pradera: Cedros # 25-25 entre Alisos y Laureles/Telf: 072-589 913-577 70-584 594/Telefax:072-589 913/577 707/Celular:091549877/E.mail: ciessa1@hotmail.com / eaguasyuelos1@yahoo.com

II. REFERENCIA ANALITICA:

Límite Máx. Permisible para la Preservación de Flora y fauna en Aguas Dulces, Frías o Calidas en Cuerpos de Agua Superficial

PARAMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	pH	7,79	6,5	9,0	AOAC 973.41	TULAS
Temperatura	°C	19,8	Condiciones Naturales	+3°C-20	AWWA	TULAS
Materia Flotante	MATERIAVISIBLE	Ausencia	-	Ausencia	M S P - TULAS	TULAS
Ácido Sulfhídrico	mg/l	0,00	-	0,0002	SULFURO DE PLOMO	TULAS
Aceites y Grasas	PELICULAVISIBLE	Ausencia	Ausencia	0,3mg/l	M S P - TULAS	TULAS
Amoniaco	mg/l	0,02	-	0,02	NESSLER	TULAS
Cianuro Total	mg/l	0,00	-	0,01	pyridine - pyrazolone	TULAS
Cloro Libre	mg/l	0,00	-	0,01	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	0,16	-	0,30	1,10-PHENANTHROLINE	TULAS
Manganeso Total	mg/l	0,00	-	0,10	AWWA	TULAS
Fluoruro Total	µg/l	0,00	-	4,00	SPADNS	TULAS
Nitrito	µg/l	30,0	-	60,0	DIAZOTIZACIÓN	TULAS
OD	mg/l	14,0	-	No < 6	AOAC 973 - 45	TULAS
Coliformes Fecales	NMP/100ml	6	-	200	INEN 1 529-8	TULAS
+Coliformes Totales	NMP/100ml	450	-	1 000	APHA 9221 B	TULAS
+Nitrógeno Amoniacal	mg/l	0,02	-	30,0	NESSLER	TULAS
+Bicarbonatos	meq/l	1,07	-	8,50	M S P - AWWA	TULAS
+Cloruros	meq/l	0,42	-	250	DE MOHR	TULAS
+Sodio	meq/l	0,42	-	200	ARGENTOMÉTRICO	TULAS
+Transparencia de las Agua	m (visual)	Visible	-	2,00	Disco Secchi	TULAS
+Sólidos Disueltos Totales	mg/l	89,9	-	3 000	AOAC 920.193	TULAS
+R A S	meq/l	0,54	-	15	M S P	TULAS
+Conductividad Eléctrica	mmhos/cm	0,18	-	3,00	AOAC 973.40	TULAS
*Coliformes Fecales	NMP/100ml	6	-	200	INEN 1 529-8	TULAS
*Coliformes Totales	NMP/100ml	450	-	1 000	APHA 9221 B	TULAS
*Temperatura	°C	19,8	Condiciones Naturales	+3°C-20	AWWA	TULAS
*Materia Flotante	MATERIAVISIBLE	Ausencia	-	Ausencia	M S P - TULAS	TULAS
*Aceites y Grasas	PELICULAVISIBLE	Ausencia	Ausencia	0,3mg/l	M S P - TULAS	TULAS
*Potencial de Hidrógeno	pH	7,79	6,5	9,0	AOAC 973.41	TULAS
*OD	mg/l	14,0	-	No < 6	AOAC 973 - 45	TULAS

NOTA:

* "Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Agrícola o de Riego": correspondiente a la Tabla 6, de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, Libro VI - Anexo I. Bajo el amparo del R.664 PCCA.

* "Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Recreativo": correspondiente a la Tabla 9, literal a), de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, Libro VI - Anexo I. Bajo el amparo del R.664 PCCA.

NOMENCLATURA REFERENCIAL DE TERMINOLOGIA:

- NTU	(Unidades de Turbiedad Nefelométrica)	/ - umhos/cm.	(Micromhos por centimetro)
- FTU	(Unidades de Formazin Turbidimétrica)	/ - mmhos/cm.	(Milimhos por centimetro)
- U. Pt. Co.	(Unidad de Platino Cobalto)	/ - mg/l y ml/l	(Miligramos por litro y Mililitros por litro)
- °C	(No exceda de 3 grados de la Ta. Media de la Región)	/ - meq/l	(Miliequivalente por litro)
- U.F.C/ml	(Unidad Formadora de Colonias por mililitro)	/ - m.	(Profundidad minima. en metros)
	(Gérmenes Totales o Aeróbicos Mesófilos)	/ - D B O5	(Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días)
- NMP	(Número más probable de bacterias por 100 mililitros)	/ - DQO	(Demanda Química de Oxígeno)
- R A S	(Relación de Adsorción de Sodio)	/ - OD	(Oxígeno Disuelto)




Edgar A. Ojeda Noriega, INGENIERO **Edgar S. Ojeda Riascos, BIOQUIMICO**
ONEA Test Lab **ONEA Test Lab**
HIDRO SANITARIO **MICROBIOLOGIA**

Tebalda Baja: Manuel Agustín Aguirre # 19-95 entre Chile y Argentina/ La Pradera: Cedros # 25-25 entre Alisos y Laureles/Telf: 072-589 913-577 70-584 594/Telefax:072-589 913/577 707/Celular:091549877/E.mail: ciessa1@hotmail.com / eaguasyuelos1@yahoo.com

1. INFORMACIÓN GENERAL:

# DE ORDEN: CIESSA-ONEA Test Lab-13 - 098	SOLICITANTE: Egdo. Guido Salazar
PROYECTO: Estudio geológico ambiental del área de emplazamiento de un Sistema de Tratamiento de aguas residuales en la Parroquia Selva Alegre del Cantón Saraguro.	DIRECCIÓN: Bernardo y Azuay
	TELEFAX: 072 - 574 991

2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

FECHA DE MUESTREO: 27 - 03 - 2013	MUESTRA: Agua Servida, descarga a la Acequia.	CANTIDAD: 2 500 ml
FECHA DE INGRESO: 27 - 03 - 2013	CODIGO: SA: 01	
FECHA DE ANÁLISIS: 27 - 03 - 2013	PRESENTACIÓN: Envase plástico y Estéril	
FECHA DE REPORTE: 08 - 04 - 2013	CANTON: Saraguro	PROVINCIA: Loja
FECHA DE ENTREGA: 08 - 04 - 2013	PARROQUIA: Selva Alegre	BARRIO: Selva Alegre

II. REFERENCIA ANALÍTICA:

-Límite Máx. Permisible de Descarga a un cuerpo de Agua dulce, según TULAS

3. ENSAYOS FÍSICOS - QUÍMICOS:

3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Temperatura	°C	19,7	Menor	a 35	AWWA	TULAS
Aceites y Grasas	PELICULAVISIBLE	Presencia	-	0,3 mg/l	ETAS	M S P-TULAS
Materia Flotante	MATERIAVISIBLE	Ausencia	-	Ausencia	TULAS	TULAS
Color Real	U.Pt- Co	27	Inapreciable	dilución 1/20	APHA	TULAS
Color Aparente	U.Pt- Co	378	-	-	APHA	USPHS-OMS
Turbiedad	N.T.U. o F.T.U	40	-	100	AWWA	-TULAS
Sólidos Totales	mg/l	135	-	1 600	AOAC 920.193	TULAS
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	110	-	1000	AOAC 920.193	-TULAS
Sólidos Disueltos Fijos	mg/l	12	-	-	AOAC 920.193	-
Sólidos Disueltos Volátiles	mg/l	98	-	-	AOAC 920.193	-
Sólidos Suspendidos	mg/l	28	-	100	AOAC 920.193	TULAS
Sólidos Suspendidos Fijos	mg/l	5	-	-	AOAC 920.193	-
Sólidos Susp. Volátiles	mg/l	23	-	-	AOAC 920.193	-
Sólidos Sedimentables	ml/l	2,5	-	1,0	IMHOFF	M S P-TULAS

3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	pH	7,10	5,0	9,0	AOAC 973.41	TULAS
Nitratos+Nitritos	mg/L	11,0	-	10	AWWA	TULAS
Manganeso Total	mg/l	0,19	-	2,0	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	3,80	-	10,0	1,10-PHENANTHROLINE	TULAS
Cianuro Total	mg/l	0,00	-	0,1	pyridine - pyrazolone	TULAS
Fósforo Total	mg/l	2,40	-	10	ÁCIDO ASCÓRBICO	TULAS
Cloro	mg/l	0,00	-	0,5	AWWA	TULAS
Nitrógeno Total	mg/l	8,50	-	15,0	NESSLER	TULAS
Sulfatos	mg/l	175	-	1000	TUBIDIMETRO	TULAS
Aluminio	mg/l	0,002	-	5,0	Aluminon	TULAS
Níquel	mg/l	0,004	-	2,0	1-(2Pyridylazo)2-Naphthal	TULAS
Zinc	mg/l	0,002	-	5,0	Zincon	TULAS
D B Os	mg/l	133	-	100	AOAC 973 - 44	TULAS
D Q O	mg/l	30	-	250	AOAC973 - 46	TULAS
Coliformes Fecales	NMP/100ml	3.24E+03	= Remoción	> al 99,9% **	INEN 1 529-8	=TULAS

II. REFERENCIA ANALITICA:

Límite Máx. Permissible para la Preservación de Flora y fauna en Aguas Dulces, Frías o Cálidas en Cuerpos de Agua Sup.

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Temperatura	°C	19,7	Condiciones	Natural+3°C-20	AWWA	TULAS
+Sólidos Disueltos Totales	mg/l	110	-	3 000	AOAC 920.193	TULAS
+Potencial de Hidrógeno	pH	7,10	6,0	9,0	AOAC 973.41	TULAS
+Coliformes Totales	NMP/100ml	3,2E+03	-	1000	APHA 9221 B	TULAS
Materia Flotante	MATERIA VISIBLE	Ausencia	-	Ausencia	ETAS-TULAS	TULAS
Coliformes Fecales	NMP/100ml	3,24 E+03	-	200	INEN 1 529-8	TULAS
Ácido Sulfhídrico	mg/l	0,0001	-	0,0002	SULFURO DE PLOMO	TULAS
Aceites y Grasas	PELÍCULA VISIBLE	Presencia	Ausencia	0,3mg/l	ETAS-M S P	M S P-TULAS
Amoniaco	mg/l	2,90	-	0,02	NESSLER	TULAS
Cianuro Total	mg/l	0,00	-	0,01	pyridine - pyrazolone	TULAS
Cloro Libre	mg/l	0,00	-	0,01	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	3,80	-	0,30	1,10-PHENANTHROLINE	TULAS
Manganeso Total	mg/l	0,19	-	0,10	AWWA	TULAS
Fluoruro Total	µg/l	0,00	-	4,00	SPADNS	TULAS
Aluminio	mg/l	0,002	-	0,10	Aluminon	TULAS
Níquel	mg/l	0,004	-	0,025	1-(2-Pyridylazo)2-Naphthol	TULAS
Zinc	mg/l	0,002	-	0,18	Zincon	TULAS
Boro	mg/l	0,78	-	0,75	Carmine	TULAS

Nota 1:

+ "Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Agrícola o de Riego"; correspondiente a la Tabla 6, de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua, Libro VI - Anexo 1. Bajo el amparo del R_{66A} PCCA.

=TULAS Aquellos regulados con descargas de Coliformes Fecales menores o iguales a 3000 quedan exentos de tratamiento, contempla sobre el criterio de calidad en descarga a un cuerpo de agua dulce.

Nota 2:

-TULAS Dentro de la Norma del Límite Deseable Permissible marcados con el signo contempla sobre el criterio de calidad Admisible en Aguas que requiere Tratamiento Convencional o de Consumo Humano y Doméstico u otros usos.

INEN, OMS, USPHS e IEOS Según Normas de Límite Máx. Permissible para Agua Potable de Consumo Humano.

- Todos los resultados con el signo " - " no contempla fuente alguna sobre criterios de calidad Admisible.

NOMENCLATURA REFERENCIAL DE TERMINOLOGIA:

- NTU (Unidades de Turbiedad Nefelométrica) / - µmhos/cm. (Micromhos por centímetro)
- FTU (Unidades de Formazin Turbidimétrica) / - °C (No exceda de 3 grados de la Ta. Media de la Región)
- U. Pt. Co. (Unidad de Platino Cobalto) / - mg/l y ml/l (Miligramos por litro - y Mililitros por litro)
- U F C/ml (Unidad Formadora de Colonias por mililitro) / - m. (Profundidad mínima, en metros)
- (Gérmens Totales o Aerobios Mesófilos) / - D B O5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días)
- N M P (Número más probable de bacterias por 100 mililitros) / - D Q O D (Demanda Química de Oxígeno y Oxígeno Disuelto)



CIESSA Chile Ltda.
ONEA Test Lab
CENTRO DE INVESTIGACIÓN
ESTUDIOS Y SERVICIOS DE AGUAS Y SUELOS

RUC. 1191731766004

Edgar A. Ojeda Noriega, INGENIERO Manuel A. Aguirre # 19-95 entre Chile y Argentina / Edgar S. Ojeda Riascos, BIOQUIMICO

ONEA Test Lab Tel. 072 577 707 Cel. 091549877 2589913 / ONEA Test Lab

HIDRO SANITARIO / MICROBIOLOGIA

Tebaida Baja: Manuel Agustín Aguirre # 19-95 entre Chile y Argentina/ La Pradera: Cedros # 25-25 entre Alisos y Laureles/Telf: 072-589 913-577 70-584 594/Telefax:072-589 913/577 707/Celular:091549877/E.mail: ciessa1@hotmail.com / eaguasysuelos1@yahoo.com

1. INFORMACIÓN GENERAL:

# DE ORDEN: CIESSA-ONEA Test Lab-13 - 099	SOLICITANTE: Egdo. Guido Salazar
PROYECTO: Estudio geológico ambiental del área de emplazamiento de un Sistema de Tratamiento de aguas residuales en la Parroquia Selva Alegre del Cantón Saraguro.	DIRECCIÓN: Bernardo y Azuay TELEFAX: 072 - 574 991

2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

FECHA DE MUESTREO: 27 - 03 - 2013	MUESTRA: Agua de Acequia	CANTIDAD: 2 500 ml
FECHA DE INGRESO: 27 - 03 - 2013	CODIGO: SA: 02	
FECHA DE ANÁLISIS: 27 - 03 - 2013	PRESENTACIÓN: Envase plástico y Estéril	
FECHA DE REPORTE: 08 - 04 - 2013	CANTON: Saraguro	PROVINCIA: Loja
FECHA DE ENTREGA: 08 - 04 - 2013	PARROQUIA: Selva Alegre	BARRIO: Selva Alegre

I. REFERENCIA ANALITICA:

Límites Permisibles para agua Potable y, Consumo Humano o Uso Doméstico que requiere Tratamiento Convencional

3. ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO:

3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Olor	-	Ausencia	Ausencia	Ausencia	AWWA	USPHS
Sabor	-	Inobjetable	Inobjetable	Inobjetable	AWWA	USPHS
Color Real	U.Pt- Co	0	-	100	APHA	TULAS
Color Aparente	U.Pt- Co	35	-	-	APHA	USPHS-OMS
Turbiedad	N.T.U. o F.T.U	5	-	100	AWWA	TULAS
Temperatura	°C	20,1	Condición	Natural+0-3°C	AWWA	TULAS
Aceites y Grasas	PELIGULAVISIBLE	Ausencia	Ausencia	0,3mg/l	M S P	M S P-TULAS
Materia Flotante	MATERIAVISIBLE	Ausencia	-	Ausencia	TULAS	TULAS
Sólidos Totales	mg/l	89,5	-	-	AOAC 920.193	M S P
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	83,9	-	1000	AOAC 920.193	TULAS
Conductividad Eléctrica	µmhos/cm	167,9	-	1250	AOAC 973.40	IEOS
Sólidos Suspendedos	mg/l	5,0	Ausencia	Ausencia	AOAC 920.193	M S P
Sólidos Sedimentables	ml/l	0,0	Ausencia	Ausencia	C. IMHOFF	M S P

3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	pH	6,44	6,0	9,0	AOAC 973.41	TULAS
Acidez Libre	mg/l	0,00	-	-	AOAC 973.42	-
Acidez Total	mg/l	0,00	-	-	AOAC 973.42	-
Alcalinidad a la Fenolftaleína	mg/l	0,00	-	-	AOAC 973.43	-
Alcalinidad Total	mg/l	66,0	-	-	AWWA	-
Bicarbonatos	mg/l	66,0	-	250	AWWA	IEOS
Carbonatos	mg/L	0,00	-	120	AWWA	IEOS

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Cianuro Total	mg/l	0,00	0,00	0.10	pyridine - pyrazolone	TULAS
Ácido Sulhídrico	mg/l	0,00	0,0	0.05	SULFURO DE PLOMO	IEOS
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	0,02	-	1.0	NESSLER	TULAS
Amoniac	mg/l	0,02	-	0.5	NESSLER	IEOS
Amonio	mg/l	0,03	-	0.05	NESSLER	TULAS
Calcio	mg/l	18,0	30	70	AWWA - ETAS	INEN
Dureza Cálcica	mg/l	44,9	150	500	AWWA - ETAS	OMS-IEOS
Dureza Total	mg/l	59,0	-	500	AWWA - ETAS	TULAS
Dureza Magnésica	mg/l	14,1	-	-	AWWA - ETAS	-
Magnesio	mg/l	3,42	12	30	AWWA - ETAS	INEN
Cloruros	mg/l	15,0	-	250	DE MOHR	TULAS
Sodio	mg/l	9,75	-	200	ARGENTOMÉTRICO	TULAS
Potasio	mg/l	5,90	10	500	ARGENTOMÉTRICO	IEOS
Manganeso Total	mg/l	0,00	-	0.1	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	0,17	-	1.0	1,10-PHENANTHROLINE	TULAS
Hierro Soluble	mg/l	0,22	0.3	0.8	1,10-PHENANTHROLINE	OMS-IEOS
Hierro Coloidal	mg/l	0,24	-	-	1,10-PHENANTHROLINE	OMS-IEOS
Hierro + Manganeso	mg/l	0,17	-	0.3	ETAS-COMB.	USPHS
Sílice	mg/l	12,0	-	5	MOLIBDATO DE SILICE	IEOS
Sulfatos	mg/l	0,00	-	400	TUBIDIMETRO	TULAS
Fosfatos	mg/l	0,39	-	0.3	ÁCIDO ASCÓRBICO	IEOS
Fósforo	mg/l	0,13	-	-	ÁCIDO ASCÓRBICO	-
Pentóxido Fósforo	mg/l	0,30	-	-	ÁCIDO ASCÓRBICO	-
Fluoruro Total	mg/l	0,00	-	1.5	SPADNS	TULAS
Cloro Libre	mg/l	0,00	0.5	0.3 - 1	AWWA	INEN
Cloro Total	mg/l	0,00	-	-	AWWA	-
Nitrógeno Nitrato	mg/l	1,20	-	10	REDUCCIÓN DE CADMIO	TULAS
Nitrato	mg/l	5,28	10	45	REDUCCIÓN DE CADMIO	INEN - USPHS
Nitrógeno Nitrito	mg/l	0,01	-	1.0	DIAZOTIZACIÓN	TULAS
Nitrito	mg/l	0,03	Cero	Cero	DIAZOTIZACIÓN	INEN
Nitratos + Nitritos	mg/l	5,31	-	10	ETAS-COMB.	OMS - IEOS
Anhídrido Carbónico Libre	mg/l	2,90	-	5	AWWA	IEOS
D B O ₅	mg/l	0,04	-	No > 2	AOAC 973 - 44	TULAS
D Q O	mg/l	17,0	-	-	AOAC973 - 46	IEOS
OD	mg/l	14,0	-	No < 6	AOAC 973 - 45	TULAS

4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS:

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Gérmens Totales	UFC/ml	113 000	Ausencia	30	AOAC 966.23 C	INEN
Coliformes Totales	NMP/100ml	458	-	3000	APHA 9221 B	TULAS
Coliformes Fecales	NMP/100ml	7	-	600	INEN 1 529-8	TULAS
Hongos - Levaduras	UFC/ml	0	0	0	FDA Cap. 18 1992	IEOS

-Límite Máx. Permisible para el Agua de Consumo Humano y Uso Doméstico, que requiere Tratamiento Convencional, según TULAS

-Límite Máx. Permisible para Agua Potable de Consumo Humano, Según Normas: INEN, OMS, USPHS e IEOS.

-Dentro de la Norma de referencia del Límite Deseable Permisible marcadas con el signo (-) no contempla fuente alguna sobre criterios de Calidad Admisible en Aguas que requiere Tratamiento Convencional o de Consumo Humano y Uso Doméstico.

Tebaida Baja: Manuel Agustín Aguirre # 19-95 entre Chile y Argentina/ La Pradera: Cedros # 25-25 entre Alisos y Laureles/Telf: 072-589 913-577 70-584 594/Telefax:072-589 913/577 707/Celular:091549877/E. mail: ciessa1@hotmail.com / aguasysuelos1@yahoo.com

II. REFERENCIA ANALITICA:

Límite Máx. Permisible para la Preservación de Flora y fauna en Aguas Dulces, Frías o Calidas en Cuerpos de Agua Superficial

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	RESULTADOS	LÍMITE DESEABLE	LÍMITE MAX. PERMISIBLE	MÉTODO	NORMA
Potencial de Hidrógeno	pH	6,44	6,5	9,0	AOAC 973.41	TULAS
Temperatura	°C	20,1	Condiciones	Natural+3°C-20	AWWA	TULAS
Materia Flotante	MATERIAVISIBLE	Ausencia	-	Ausencia	M S P - TULAS	TULAS
Ácido Sulfhídrico	mg/l	0,00	-	0,0002	SULFURO DE PLOMO	TULAS
Aceites y Grasas	PELICULAVISIBLE	Ausencia	Ausencia	0,3mg/l	M S P - TULAS	TULAS
Amoniaco	mg/l	0,02	-	0,02	NESSLER	TULAS
Cianuro Total	mg/l	0,00	-	0,01	pyridine - pyrazolone	TULAS
Cloro Libre	mg/l	0,00	-	0,01	AWWA	TULAS
Hierro Total	mg/l	0,17	-	0,30	1,10-PHENANTHROLINE	TULAS
Manganeso Total	mg/l	0,00	-	0,10	AWWA	TULAS
Fluoruro Total	µg/l	0,00	-	4,00	SPADNS	TULAS
Nitrito	µg/l	30,0	-	60,0	DIAZOTIZACIÓN	TULAS
OD	mg/l	14,0	-	No < 6	AOAC 973 - 45	TULAS
Coliformes Fecales	NMP/100ml	7	-	200	INEN 1 529-8	TULAS
+Coliformes Totales	NMP/100ml	458	-	1 000	APHA 9221 B	TULAS
+Nitrógeno Amoniacal	mg/l	0,02	-	30,0	NESSLER	TULAS
+Bicarbonatos	meq/l	1,08	-	8,50	M S P - AWWA	TULAS
+Cloruros	meq/l	0,42	-	250	DE MOHR	TULAS
+Sodio	meq/l	0,42	-	200	ARGENTOMÉTRICO	TULAS
+Transparencia de las Agua	m (visual)	Visible	-	2,00	Disco Secchi	TULAS
+Sólidos Disueltos Totales	mg/l	83,9	-	3 000	AOAC 920.193	TULAS
+R A S	meq/l	0,55	-	15	M S P	TULAS
+Conductividad Eléctrica	mmhos/cm	0,17	-	3,00	AOAC 973.40	TULAS
*Coliformes Fecales	NMP/100ml	7	-	200	INEN 1 529-8	TULAS
*Coliformes Totales	NMP/100ml	458	-	1 000	APHA 9221 B	TULAS
*Temperatura	°C	20,1	Condiciones	Natural+3°C-20	AWWA	TULAS
*Materia Flotante	MATERIAVISIBLE	Ausencia	-	Ausencia	M S P - TULAS	TULAS
*Aceites y Grasas	PELICULAVISIBLE	Ausencia	Ausencia	0,3mg/l	M S P - TULAS	TULAS
*Potencial de Hidrógeno	pH	6,44	6,5	9,0	AOAC 973.41	TULAS
*OD	mg/l	14,0	-	No < 6	AOAC 973 - 45	TULAS

NOTA:

* "Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Agrícola o de Riego"; correspondiente a la Tabla 6, de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efuentes: Recurso Agua, Libro VI - Anexo 1. Bajo el amparo del R_{GA} PCCA.

* "Criterios de Calidad Admisibles para Aguas de Uso Recreativo"; correspondiente a la Tabla 9, literal a)... de la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efuentes: Recurso Agua, Libro VI - Anexo 1. Bajo el amparo del R_{GA} PCCA.

NOMENCLATURA REFERENCIAL DE TERMINOLOGÍA:

- NTU (Unidades de Turbiedad Nefelométrica)	/ - µmhos/cm. (Micromhos por centímetro)
- FTU (Unidades de Formazin Turbidimétrica)	/ - mmhos/cm. (Milimhos por centímetro)
- U. Pt. Co. (Unidad de Platino Cobalto)	/ - mg/l y ml/l (Miligramos por litro y Mililitros por litro)
- °C (No exceda de 3 grados de la Ta. Media de la Región)	/ - meq/l (Miliequivalente por litro)
- U F C/ml (Unidad Formadora de Colonias por mililitro)	/ - m. (Profundidad mínima, en metros)
(Gérmes Totales o Aerobios Mesófilos)	/ - D B O5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días)
- N M P (Número más probable de bacterias por 100 mililitros)	/ - DQO (Demanda Química de Oxígeno)
- R A S (Relación de Adsorción de Sodio)	/ - OD (Oxígeno Disuelto)

Edgar A. Ojeda Noriega, INGENIERO A. Aguirre # 19-95 entre Chile y Argentina / La Pradera: Cedros # 25-25 entre Alisos y Laureles/Tel: 072-589 913-577 70-584 594/Telefax:072-589 913/577 707/Celular:091549877/E. mail: ciessa1@hotmail.com / equagsysuelos@yahoo.com

Edgar S. Ojeda Riascos, BIOQUIMICO



ONEA Test Lab
HIDRO SANITARIO



ONEA Test Lab
MICROBIOLOGIA

Tebaida Baja: Manuel Agustín Aguirre # 19-95 entre Chile y Argentina/ La Pradera: Cedros # 25-25 entre Alisos y Laureles/Tel: 072-589 913-577 70-584 594/Telefax:072-589 913/577 707/Celular:091549877/E. mail: ciessa1@hotmail.com / equagsysuelos@yahoo.com

ANEXO 5

TABLAS DE VALORES DE CONTAMINACIÓN APARENTE PARA CONSTANTE “K”.

K = constante que toma los siguientes valores

- 1,00 para aguas claras sin aparente contaminación
- 0,75 para aguas con ligero color, espumas, ligera turbidez aparente no natural.
- 0,50 para aguas con apariencia de estar contaminada y fuerte olor.
- 0,25 para aguas negras que presenten fermentaciones y olores.

ANEXO 6

VALOR PORCENTUAL ASIGNADO A LOS DIEZ PARÁMETROS PROPUESTOS POR BASCARAN

Parámetro	Dureza	Sólidos disueltos	Plaguicidas	Grasas y aceites (percloroformo)	Sulfatos	Nitratos	Cianuros	Sodio	Calcio	Magnesio	Fosfatos	Nitritos	DBO ₅	Valor porcentual
VALOR ANALÍTICO	>1.500	>20.000	>2	>3	>1.500	>100	>1	>500	>1.000	>500	>500	>1	>15	0
	1.000	10.000	1	2	1.000	50	0,6	300	600	300	300	0,50	12	10
	800	5.000	0,4	1	600	20	0,5	250	500	250	200	0,25	10	20
	600	3.000	0,2	0,60	400	15	0,4	200	400	200	100	0,20	8	30
	500	2.000	0,1	0,30	250	10	0,3	150	300	150	50	0,15	6	40
	400	1.500	0,05	0,15	150	8	0,2	100	200	100	30	0,10	5	50
	300	1.000	0,025	0,08	100	6	0,1	75	150	75	20	0,05	4	60
	200	750	0,01	0,04	75	4	0,05	50	100	50	10	0,025	3	70
	100	500	0,005	0,02	50	2	0,02	25	50	25	5	0,010	2	80
	50	250	0,001	0,01	25	1	0,01	15	25	15	1	0,005	1	90
<25	<100	0	0	0	0	0	<10	<10	<10	0	0	<0,5	100	
Unidad de medida	mgCO ₃ Ca/l	mg/l	p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.	p.p.m.	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	%
Peso	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	3	----

UNIDADES PORCENTUALES DE OTROS PARÁMETROS QUE INTERVIENEN EN LA CALIDAD DEL AGUA.

Parámetro	pH	Conductividad	Oxígeno Disuelto	Reducción del permanganato	Coliformes	Nitrógeno amoniacal	Cloruros	Temperatura	Detergentes	Aspecto	Valoración Porcentual
VALOR ANALÍTICO	1/14	>16.000	0	>15	>14.000	>1,25	>1.500	>50-8	>3,00	Pésimo	0
	2/12	12.000	1	12	10.000	1,00	1.000	45/-6	2,00	Muy malo	10
	3/12	8.000	2	10	7.000	0,75	700	40/-4	1,50	Malo	20
	4/11	5.000	3	8	5.000	0,50	500	36/-2	1,00	Desagradable	30
	5/10	3.000	3,5	6	4.000	0,40	300	32/0	0,75	Impropio	40
	6/9,5	2.500	4	5	3.000	0,30	200	30/5	0,50	Normal	50
	6,5	2.000	5	4	2.000	0,20	150	28/10	0,25	Aceptable	60
	9	1.500	6	3	1.500	0,10	100	26/12	0,10	Agradable	70
	8,5	1.250	6,5	2	1.000	0,05	50	24/14	0,06	Bueno	80
	8	1.000	7	1	500	0,03	25	22/15	0,02	Muy bueno	90
7	<750	7,5	<0,5	<50	0	0	21 a 16	0	Excelente	100	
Unidad de medida	Udad.	µmhos/cm	mg/l	mg/l	nº/100 ml	p.p.m.	p.p.m.	°C	mg/l	Subjetiva	%
Peso	1	4	4	3	3	3	1	1	4	1	----

Los valores analíticos que corresponden a un valor porcentual menor que 50, se entienden como no permisibles. Se precisaran medidas correctoras.

ANEXO 7

CLASIFICACIÓN DEL ICA PROPUESTA POR BASCARAN.

Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua en función del uso					
ICA	Criterio General	Abastecimiento Público	Recreación	Pesca y Vida Acuática	Industrial y Agrícola
100	NO CONTAMINADO	NO REQUIERE PURIFICACION	ACEPTABLE PARA CUALQUIER DEPORTE ACUATICO	ACEPTABLE PARA TODOS LOS ORGANISMOS	NO REQUIERE PURIFICACION
95		LIGERA PURIFICACION			LIGERA PURIFICACION PARA ALGUNOS PROCESOS
90					
85	ACEPTABLE	MAYOR NECESIDAD DE TRATAMIENTO		ACEPTABLE EXCEPTO PARA ESPECIES SENCIBLES	SIN TRATAMIENTO PARA LA INDUSTRIA NORMAL
80					
75			ACEPTABLE PERO NO RECOMENDABLE	DUDOSO PARA ESPECIES SENCIBLES	
70					
65	POCO CONTAMINADO		DUDOSO	DUDOSO PARA EL CONTACTO DIRECTO	SOLO ORGANISMOS RESISTENTES
60		SIN CONTACTO CON EL AGUA			
55	CONTAMINADO	NO ACEPTABLE	SENAL DE CONTAMINACION	NO ACEPTABLE	USO RESTRINGIDO
50					
45					
40	ALTAMENTE CONTAMINADO	NO ACEPTABLE		NO ACEPTABLE	NO ACEPTABLE
35					
30					
25					
20					
15					
10					
5					
0					

ANEXO 8

RESULTADOS MUESTRAS DE SUELO.

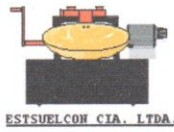


RESUMEN DE DATOS DE CAMPO, DE LABORATORIO Y RESISTENCIAS OBTENIDAS

PROYECTO: ESTUDIO GEOLÓGICO AMBIENTAL DEL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES
 OBRA: ESTUDIO DE SUELOS
 SOLICITADO POR: Sr. Guido Salazar
 REALIZADO POR: Ing. Diego I. Castillo

OBRA	POZO	PROF. m.	C. H.	L. L.	L. P.	I. P.	GRAVA	ARENA	FINOS	SUCS	AAASHTO	GOLPES N				N30	da	COHESIÓN	PERMEAB.
												15 cm	30 cm	45 cm	cm				
CIMENTACIÓN	1	1,00	24,67	47	20	27	9	88	CL	A-7-6	18	16	16	32	5,1				
CIMENTACIÓN	1	2,00							CL	A-7-6	10	11	12	23	4,2				
CIMENTACIÓN	1	3,00	32,52	44	20	24	17	79	CL	A-7-6	10	8	10	18	3,7			0,3	6,5
CIMENTACIÓN	1	4,00							CL	A-7-6	8	12	12	24	4,3				
CIMENTACIÓN	1	5,00	38,27	51	19	32	16	81	CHI	A-7-6	7	9	10	19	3,8				
CIMENTACIÓN	1	6,00							CHI	A-7-6	14	13	16	29	4,8				


 Ing. Diego I. Castillo
 CONSULTOR
ESTUÉRCOL CÍA. LTDA.
 Estudios de Suelos, Laboratorio,
 Construcción y Consultoría
 Loja-Ecuador



CALCULO DE ASENTAMIENTOS

PROYECTO ESTUDIO GEOLÓGICO AMBIENTAL DEL
 ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA
 DE AGUAS RESIDUALES

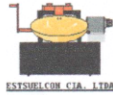
OBRA: ESTUDIO DE SUELOS
 SOLICITADO POR: Sr. Guido Salazar
 REALIZADO POR: Ing. Diego I. Castillo
 POZO: 1

POZO	PROFUNDIDAD	N30	B	qa	d
	M	golpes	m	T/m2	mm
1	1	32	1	51.0	25
	1	32	1.5	51.0	30
	1	32	2.0	51.0	33
	2	23	1.0	42.0	29
	2	23	1.5	42.0	34
	2	23	2.0	42.0	37
	3	28	1.0	37.0	21
	3	28	1.5	37.0	25
	3	28	2.0	37.0	27

Ing. Diego I. Castillo

CONSULTOR

ESTSUELCON CIA. LTDA.
 Estudios de Suelos, Laboratorio,
 Construcción y Consultoría
 Loja-Ecuador



ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA
Tele-fax: 2340594. Celular: 093883061-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

PESO ESPECÍFICO DE AGREGADOS

PROYEC: ESTUDIO GEOLÓGICO AMBIENTAL DEL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE UNA
PLANTA DE AGUAS RESIDUALES
OBRA: ESTUDIO DE SUELOS
LOCALZ.: SELVA ALEGRE MUESTRA: 1
FECHA: OCTUBRE-2013

MUESTRA: Insitu - Selva Alegre

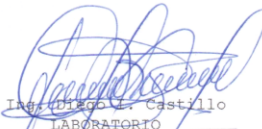
PESO ESPECÍFICO SUELO

NORMA DE ENSAYO: ASTM D854-58

DATOS:		
VOLUMEN PICNOMETRO:	500.00	ml
PESO PICNOMETRO+AGUA+SUELO=Wbws	742.11	gr
TEMPERATURA	20.00	°C
PESO PICNOMETRO+AGUA=Wbw	686.27	gr
PESO PLATO EVAPORADOR	253.11	gr
PESO PLATO EVAP.+SUELO SECO	340.58	gr
PESO SUELO SECO=Ws	87.47	gr
Ww=Ws+Wbw-Wbws	31.63	gr
Gs= α Ws/Ww	2.76	

Gravedad Específica de los solidos del suelo (G:

2.76


Ing. DIEGO L. Castillo
LABORATORIO
ESTSUELCON CIA. LTDA.
Estudios de Suelos, Laboratorio,
Construcción y Consultoria
Loja-Ecuador

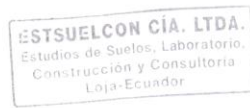


ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA
 Tele-fax: 2540594, Celular: 093883061-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE HOJA 1

PROYECTO:		ESTUDIO GEOLÓGICO AMBIENTAL DEL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES			
OBRA:		ESTUDIO DE SUELOS			
LOCALIZ.:	SELVA ALEGRE	POZO No.:	:	1.00	
FECHA:	OCT.- 2013	OPERADOR:	C.F.G.C.	PROFUND. (m)	2.00
DATOS DE LA MUESTRA:			CONTENIDO DE HUMEDAD:		
DIÁMETRO:	3.09 cm.	Peso Hum.:	:	68.90	
ALTURA:	8.11 cm.	Peso Seco:	:	59.24	
ÁREA:	7.50 cm ² .	Peso Cap.:	:	24.85	
VOLUMEN:	60.82 cm ³ .	w (%):	:	28.09	
PESO:	174.71 gr.				
DENSIDAD:	2.87 gr/cm ³	CONSTANTE DE CARGA			
				K =	0.1075
DATOS DE LA PRUEBA:					
Dial de Deform. mm	Dial Carga	Deform. Unit. (%)	Carga (kg)	Area Corrg. (cm ²)	Tensión Desviante (Kg/cm ²)
0.0	0	0.00	0.00	7.50	0.00
0.5	0.12	0.62	1.31	7.55	0.17
1.0	0.20	1.23	2.19	7.59	0.29
2.0	0.32	2.47	3.51	7.69	0.46
3.0	0.39	3.70	4.27	7.79	0.55
4.0	0.44	4.93	4.82	7.89	0.61
5.0	0.46	6.17	5.04	7.99	0.63
6.0	0.47	7.40	5.15	8.10	0.64
7.0	0.46	8.63	5.04	8.21	0.61
RESULTADOS :			COMPRESIÓN SIMPLE: (Kg/cm ²) = 0.64		





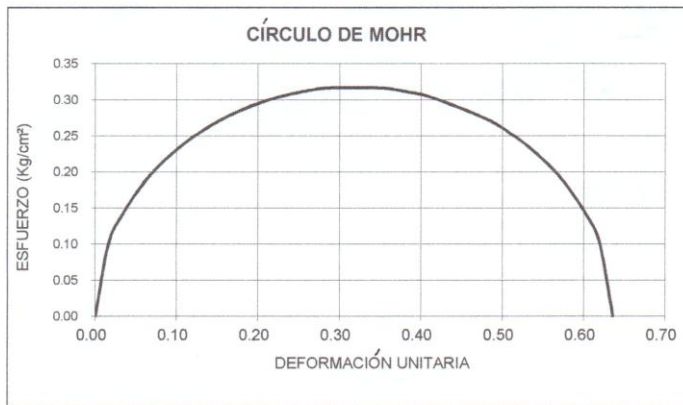
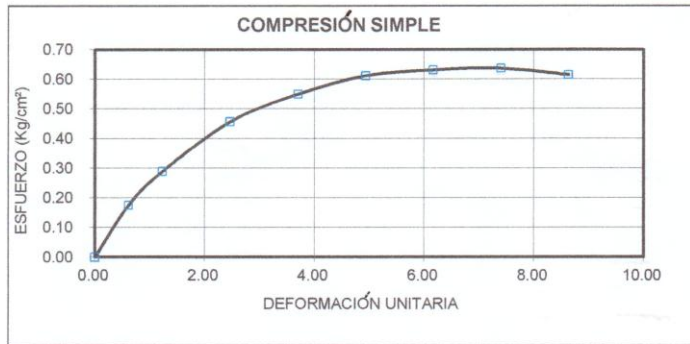
ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA
tel-fax: 2540594. Celular: 093883061-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

HOJA 2

PROYECTO:	ESTUDIO GEOLÓGICO AMBIENTAL DEL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES		
OBRA:	ESTUDIO DE SUELOS		
LOCALIZ.:	SELVA ALEGRE	MUESTRA No. :	1.00
FECHA:	OCT.- 2013	OPERADOR:	C.F.G.C. PROFUND. (m) 2.00



[Handwritten Signature]
Ing. Diego J. Castillo J.
LABORATORIO

ESTSUELCON CIA. LTDA.
Estudios de Suelos, Laboratorio,
Construcción y Consultoría
Loja-Ecuador

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DEL SUELO



PROYECTO:
OBRA:
SOLICITADO POR:
REALIZADO POR:
POZO: 1

EMPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS
ESTUDIO DE SUELOS
Sr. Guido Salazar
Ing. Diego I. Castillo

PROFUNDIDAD D. (M)	COLOR	COMPOSICIÓN	DESCRIPCIÓN
0-1	CL	C. H. = 24.7 % L. L. = 47 % L. P. = 20 % I. P. = 27 %	Arcilla de alta plasticidad
1-2	CL	C. H. = 24.7 % L. L. = 47 % L. P. = 20 % I. P. = 27 %	Arcilla de alta plasticidad
2-3	CL	C. H. = 32.5 % L. L. = 44 % L. P. = 20 % I. P. = 24 %	Arcilla de alta plasticidad
3-4	CL	C. H. = 32.5 % L. L. = 44 % L. P. = 20 % I. P. = 24 %	Arcilla de alta plasticidad
4-5	GH1	C. H. = 38.3 % L. L. = 51 % L. P. = 19 % I. P. = 32 %	Arcilla de alta plasticidad
5-6	GH1	C. H. = 38.3 % L. L. = 51 % L. P. = 19 % I. P. = 32 %	Arcilla de alta plasticidad

Diego I. Castillo
Ing. Diego I. Castillo

CONSULTOR
ES/SUELOS CIA. LTDA.
Estudios de Suelos, Laboratorio,
Construcción y Consultoría
Loja-Ecuador



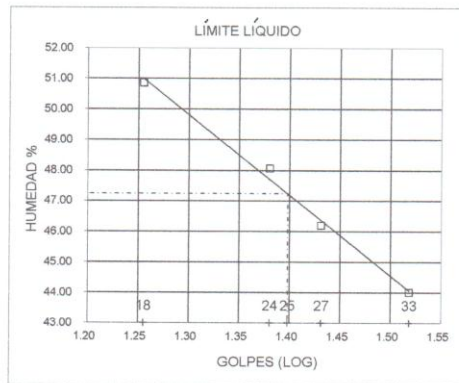
ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA
 e-fax: 2540594. Celular: 093863061-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

ESTSUELCON CIA. LTDA.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

PROY. : ESTUDIO GEOLÓGICO AMBIENTAL DEL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES						
OBRA : ESTUDIO DE SUELOS						
UBIC. : SELVA ALEGRE				MUESTRA 1		
FECHA : OCTUBRE-2013		OPERADOR: O.V		PROFUND. 2.00 m.		
	GOLPES	PESO HM.	SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		70.42	63.18	25.30	19.11	
		72.57	62.15	27.68	30.23	24.67
2.- LIM. LÍQUIDO	33	29.87	26.86	20.02	44.01	
	27	27.69	24.96	19.05	46.19	
	24	27.94	25.21	19.53	48.06	
	18	34.72	32.35	27.69	50.86	47.24
3.- LIM. PLÁSTICO		29.55	29.04	26.51	20.16	
		28.54	27.99	25.33	20.68	20.42
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN.-		
PESO IN= 267.9 (H/S) H				GRAVA= 0 %		
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 214.9				ARENA= 9 %		
				FINOS= 87 %		
TAMIZ	PESO R. %	R.A.	% PASA	LL = 47.00 %		
1 1/2"	0.00	0.0	100	LP = 20.00 %		
1"	0.00	0.0	100	IP = 27.00 %		
3/4"	0.00	0.0	100			
1/2"	0.00	0.0	100			
3/8"	3.87	1.8	98	CLASIFICACIÓN:		
No. 4	3.50	3.4	97	SUCS = CL		
No. 10	3.99	5.3	95	AASHTO= A-7-6		
No. 40	5.32	7.8	92	IG(86)= 25		
No. 200	10.78	12.8	87	IG(45)= 16		
COLOR= CAFÉ CLARO						



Diego I. Castillo
 Ing. Diego I. Castillo
 LABORATORIO
ESTSUELCON CIA. LTDA.
 Estudios de Suelos, Laboratorio,
 Construcción y Consultoría
 Loja-Ecuador



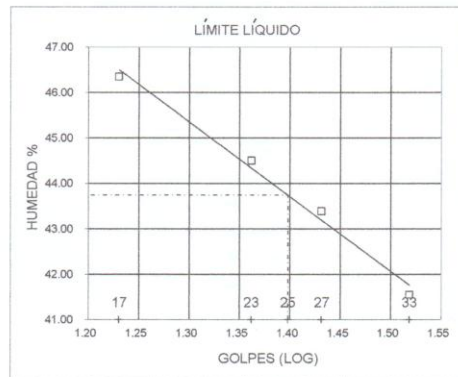
ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA
 -*fax: 2540554. Celular: 093863061-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

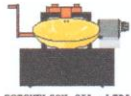
ESTSUELCON CIA. LTDA.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

PROY. : ESTUDIO GEOLÓGICO AMBIENTAL DEL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES						
OBRA : ESTUDIO DE SUELOS						
UBIC. : SELVA ALEGRE			MUESTRA 1			
FECHA : OCTUBRE-2013		OPERADOR: O.V		PROFUND. 4.00 m.		
	GOLPES	PESO HM.	SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		83.34	69.50	27.97	33.33	
		79.88	67.18	27.14	31.72	32.52
2.- LIM. LÍQUIDO	33	37.75	34.75	27.53	41.55	
	27	27.46	24.90	19.00	43.39	
	23	35.27	32.84	27.38	44.51	
	17	32.27	29.92	24.85	46.35	43.75
3.- LIM. PLÁSTICO		29.55	29.04	26.51	20.16	
		28.54	27.99	25.33	20.68	20.42
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN.-		
PESO IN= 197.2 (H/S) H				GRAVA= 0 %		
PESO INICIAL DE CÁLCULO: 148.8				ARENA= 17 %		
				FINOS= 80 %		
TAMIZ	PESO R. %	R.A.	% PASA	LL = 44.00 %		
1 1/2"	0.00	0.0	100	LP = 20.00 %		
1"	0.00	0.0	100	IP = 24.00 %		
3/4"	0.00	0.0	100			
1/2"	0.00	0.0	100			
3/8"	3.87	2.6	97	CLASIFICACIÓN:		
No. 4	1.47	3.6	96	SUCS = CL		
No. 10	3.72	6.1	94	AASHTO= A-7-6		
No. 40	7.13	10.9	89	IG(86)= 19		
No. 200	13.85	20.2	80	IG(45)= 14		
COLOR= CAFÉ CLARO						




 Ing. Diego I. Castillo
 LABORATORIO
 ESTSUELCON CIA. LTDA.
 Estudios de Suelos, Laboratorio,
 Construcción y Consultoría
 Loja-Ecuador



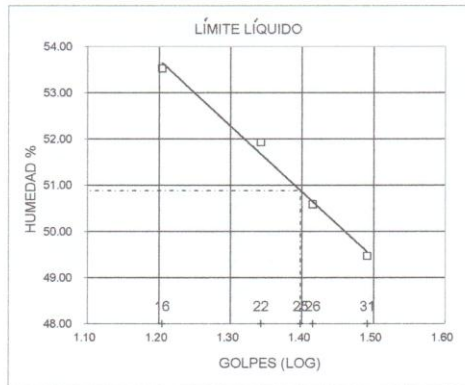
ESTSUELCON CIA. LTDA.

ESTUDIOS DE SUELOS, LABORATORIO, CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORIA
 .e-fax: 2540594. Celular: 093983061-099692335 Email: estsuelcon@gmail.com

ESTSUELCON CIA. LTDA.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

PROY. : ESTUDIO GEOLÓGICO AMBIENTAL DEL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DE UNA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES						
OBRA : ESTUDIO DE SUELOS						
UBIC. : SELVA ALEGRE						
FECHA : OCTUBRE-2013						
			OPERADOR: O.V	MUESTRA 1		
				PROFUND. 6.00	m.	
	GOLPES	PESO HM.	SECO	DE CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO HUMEDAD		71.98	59.61	27.11	38.06	
		83.65	68.08	27.62	38.48	38.27
2.- LIM. LÍQUIDO	31	26.06	23.73	19.02	49.47	
	26	32.81	30.22	25.10	50.59	
	22	35.74	33.32	28.66	51.93	
	16	32.87	30.44	25.90	53.52	50.88
3.- LIM. PLÁSTICO		23.04	22.46	19.46	19.33	
		32.27	31.47	27.30	19.18	19.26
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN.-		
PESO IN=	99.7	(H/S)	H	GRAVA= 5 %		
PESO INICIAL DE CÁLCULO:	72.1			ARENA= 16 %		
				FINOS= 81 %		
TAMIZ	PESO R. %	R.A.	% PASA	LL = 51.00 %		
1 1/2"	0.00	0.0	100	LP = 19.00 %		
1"	0.00	0.0	100	IP = 32.00 %		
3/4"	0.00	0.0	100			
1/2"	0.00	0.0	100			
3/8"	0.00	0.0	100			
No. 4	2.34	3.2	97	CLASIFICACIÓN:		
No. 10	2.03	6.1	94	SUCS = CH1		
No. 40	3.54	11.0	89	AASHTO = A-7-6		
No. 200	6.14	19.5	81	IG(86) = 26		
COLOR= CAFÉ CLARO				IG(45) = 18		



[Handwritten Signature]
 Ing. Diego A. Castillo
 LABORATORIO
ESTSUELCON CIA. LTDA.
 Estudios de Suelos, Laboratorio,
 Construcción y Consultoría
 Loja-Ecuador

ANEXO 9

FOTOGRAFÍAS.



Fotografía 1. Equipo Usado en el Levantamiento Topográfico.



Fotografía 2. Calicata



Fotografía 3. Muestreo de Agua en Descarga.



Fotografía 4. Muestra de Agua luego del Uso.



Fotografía 5. Lugar de Muestreo de Agua luego del Uso.



Fotografía 6. Área de Emplazamiento.



Fotografía 7. Piroclastos existentes a unos 30 metros del Área de Emplazamiento.



Fotografía 8. Realización del S.P.T.

Fotografía 9. Ensayo de Permeabilidad INSITU.






Fotografía 10. Muestra de suelo Extraído. (Testigo).

ANEXO 10

Cuadro N.º 1. Ficha para la caracterización de afloramiento

AFLORAMIENTO N°1	
UBICACIÓN:	X=683990; Y= 9607573
DATUM:	WGS 84 Zona 17 S
TIPO DE ROCA	Piroclastos
DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	
<p>Bombas Piroclásticas, son rocas ígneas de tipo andesita porfírica de grano fino tiene una coloración azulada con intercalaciones de cuarzo este tipo de roca se encontró en la parte anterior a la llegada del sector de estudio a unos 30 metros antes del sitio de interés, se caracteriza por ser andesitas masivas de grano fino de coloración azul grisáceo, con un alto grado de meteorización, con fractura granular irregular , su textura poco áspera tiene intercalaciones de cuarzo brillante, sus diámetros van de 0.50 – 1 metro (piroclastos). No tiene elementos estructurales.</p>	
	

Fuente: El Autor.