



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
GRADO ACADÉMICO DE INGENIERA GEÓLOGA**

TEMA:

**ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA SUBCUENCA DEL RÍO
SAN JACINTO DEL CANTÓN EL GUABO, PROVINCIA DE EL
ORO, ECUADOR**

Autora: Lisseth Yajaira Tinoco Zurita.

Tutor: Ing. Geol. César Borja Bernal, M.Sc.

Guayaquil, Abril 2019.

CERTIFICACIÓN

En calidad de Tutor de titulación certifico que el presente trabajo ha sido elaborado por la señora Lisseth Yajaira Tinoco Zurita, por lo que autorizo su presentación.



ING. Geol. César Borja Bernal, M.Sc.
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
C.I. 0601605918



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA



UNIDAD DE TITULACIÓN

ANEXO 4

Guayaquil, 22 de febrero del 2019

Señor Ingeniero

Richard Banda Gavilanes, Ph.D.

DIRECTOR (E) DE LA CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA

FACULTAD CIENCIAS NATURALES

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Ciudad.-

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA SUBCUENCA DEL RIO SAN JACINTO DEL CANTÓN EL GUABO, PROVINCIA DE EL ORO, ECUADOR**, de la estudiante **LISSETH YAJAIRA TINOCO ZURITA**, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de Trabajo de Titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el estudiante está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

Ing. Geol. Cesar Borja Bernal, M.S.c
TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN
C.I. 0601605918

CC: Gestora de Titulación de la Carrera.



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA



UNIDAD DE TITULACIÓN

RÚBRICA DE EVALUACIÓN TRABAJO DE TITULACIÓN

ANEXO 5

Título del Trabajo: ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA SUBCUENCA DEL RIO SAN JACINTO DEL CANTÓN EL GUABO, PROVINCIA DE EL ORO, ECUADOR Autor(s): LISSETH YAJAIRA TINOCO ZURITA		
ASPECTOS EVALUADOS	PUNTAJE MÁXIMO	CALF.
ESTRUCTURA ACADÉMICA Y PEDAGÓGICA	4.5	4.5
Propuesta integrada a Dominios, Misión y Visión de la Universidad de Guayaquil.	0.3	0.3
Relación de pertinencia con las líneas y sublíneas de investigación Universidad / Facultad/ Carrera	0.4	0.4
Base conceptual que cumple con las fases de comprensión, interpretación, explicación y sistematización en la resolución de un problema.	1	1
Coherencia en relación a los modelos de actuación profesional, problemática, tensiones y tendencias de la profesión, problemas a encarar, prevenir o solucionar de acuerdo al PND-BV	1	1
Evidencia el logro de capacidades cognitivas relacionadas al modelo educativo como resultados de aprendizaje que fortalecen el perfil de la profesión	1	1
Responde como propuesta innovadora de investigación al desarrollo social o tecnológico.	0.4	0.4
Responde a un proceso de investigación – acción, como parte de la propia experiencia educativa y de los aprendizajes adquiridos durante la carrera.	0.4	0.4
RIGOR CIENTÍFICO	4.5	4.5
El título identifica de forma correcta los objetivos de la investigación	1	1
El trabajo expresa los antecedentes del tema, su importancia dentro del contexto general, del conocimiento y de la sociedad, así como del campo al que pertenece, aportando significativamente a la investigación.	1	1
El objetivo general, los objetivos específicos y el marco metodológico están en correspondencia.	1	1
El análisis de la información se relaciona con datos obtenidos y permite expresar las conclusiones en correspondencia a los objetivos específicos.	0.8	0.8
Actualización y correspondencia con el tema, de las citas y referencia bibliográfica	0.7	0.7
PERTINENCIA E IMPACTO SOCIAL	1	1
Pertinencia de la investigación	0.5	0.5
Innovación de la propuesta proponiendo una solución a un problema relacionado con el perfil de egreso profesional	0.5	0.5
CALIFICACIÓN TOTAL *	10	10
* El resultado será promediado con la calificación del Tutor Revisor y con la calificación de obtenida en la Sustentación oral.		


Ing. Geol. César Borja Bernal, M.Sc.
No. C.I. 0601605918

fecha: Guayaquil 22 de abril del 2019





UNIDAD DE TITULACIÓN

ANEXO 6

CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado **Ing.Geol. César Borja Bernal, MS.c**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **LISSETH YAJAIRA TINOCO ZURITA**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniera Geóloga.

Se informa que el trabajo de titulación: **ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA SUBCUENCA DEL RIO SAN JACINTO DEL CANTÓN EL GUABO, PROVINCIA DE EL ORO, ECUADOR**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio (indicar el nombre del programa antiplagio empleado) quedando el 0% de coincidencia.

URKUND

Document [lisseth.tinoco.docx](#) (048319712)

Submitted 2019-02-25 12:16 (-05:00)

Submitted by César (geologoborja@gmail.com)

Receiver cesar.borjab.ug@analysis.arkund.com

0% of this approx. 11 pages long document consists of text present in 0 sources.

<https://secure.arkund.com/view/16964445-251036-988649#DccxDglxDADBV6>

Ing.Geol. César Borja Bernal, MS.c
C.I. 0601605918





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA



UNIDAD DE TITULACIÓN

Guayaquil, 15 de Marzo del 2019

ANEXO 7

Señor Ingeniero

Ing. Banda Gavilanes Richard, Ph.D.

DIRECTOR (E) DE LA CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA

FACULTAD CIENCIAS NATURALES

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la **REVISIÓN FINAL** del Trabajo de Titulación **ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA SUBCUENCA DEL RIO SAN JACINTO DEL CANTÓN EL GUABO, PROVINCIA DE EL ORO, ECUADOR** de la estudiante **LISSETH YAJAIRA TINOCO ZURITA**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

- El título tiene un máximo de 23 palabras.
- La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.
- El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.
- La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.
- Los soportes teóricos son de máximo 10 años.
- La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que la estudiante **LISSETH YAJAIRA TINOCO ZURITA** está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunico a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

Clelia Naranjo Freire
Ing. Geol. Clelia Isabel Naranjo Freire, M.C.C
DOCENTE TUTOR REVISOR
C.I. 092386080-3

CC: Gestora de Titulación de la Carrera.





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA



UNIDAD DE TITULACIÓN

RÚBRICA DE EVALUACIÓN MEMORIA ESCRITA TRABAJO DE TITULACIÓN

ANEXO 8

Título del Trabajo: ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA SUBCUENCA DEL RIO SAN JACINTO DEL CANTÓN EL GUABO, PROVINCIA DE EL ORO, ECUADOR Autor(s): LISSETH YAJAIRA TINOCO ZURITA			
ASPECTOS EVALUADOS	PUNTAJE MÁXIMO	CALF.	COMENTARIOS
ESTRUCTURA Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA	3	3	
Formato de presentación acorde a lo solicitado	0.6	0.6	
Tabla de contenidos, índice de tablas y figuras	0.6	0.6	
Redacción y ortografía	0.6	0.6	
Correspondencia con la normativa del trabajo de titulación	0.6	0.6	
Adecuada presentación de tablas y figuras	0.6	0.6	
RIGOR CIENTÍFICO	6	6	
El título identifica de forma correcta los objetivos de la investigación	0.5	0.5	
La introducción expresa los antecedentes del tema, su importancia dentro del contexto general, del conocimiento y de la sociedad, así como del campo al que pertenece	0.6	0.6	
El objetivo general está expresado en términos del trabajo a investigar	0.7	0.7	
Los objetivos específicos contribuyen al cumplimiento del objetivo general	0.7	0.7	
Los antecedentes teóricos y conceptuales complementan y aportan significativamente al desarrollo de la investigación	0.7	0.7	
Los métodos y herramientas se corresponden con los objetivos de la investigación	0.7	0.7	
El análisis de la información se relaciona con datos obtenidos	0.4	0.4	
Factibilidad de la propuesta	0.4	0.4	
Las conclusiones expresa el cumplimiento de los objetivos específicos	0.4	0.4	
Las recomendaciones son pertinentes, factibles y válidas	0.4	0.4	
Actualización y correspondencia con el tema, de las citas y referencia bibliográfica	0.5	0.5	
PERTINENCIA E IMPACTO SOCIAL	1	1	
Pertinencia de la investigación/ Innovación de la propuesta	0.4	0.4	
La investigación propone una solución a un problema relacionado con el perfil de egreso profesional	0.3	0.3	
Contribuye con las líneas / sublíneas de investigación de la Carrera/Escuela	0.3	0.3	
CALIFICACIÓN TOTAL*	10	10	

* El resultado será promediado con la calificación del Tutor y con la calificación de obtenida en la Sustentación oral.

Clelia Naranjo Freire

Ing. Geol. Clelia Isabel Naranjo Freire, M.C.C.

No. C.I.092386080-3

fecha: 15 de marzo del 2019



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA**



UNIDAD DE TITULACIÓN



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Ministerio Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
ABRIL 2019			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Estudio Hidrogeológico de la Subcuenca del Rio San Jacinto del Cantón El Guabo, Provincia de El Oro, Ecuador		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Liseth Yajaira Tinoco Zurita		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Ing.Geol. Clelia Isabel Naranjo Freire, M.C.C Ing.Geol. César Borja Bernal, MS.c		
INSTITUCIÓN:	Universidad de Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Facultad de Ciencias Naturales		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:	Ingeniera Geóloga		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	Abril del 2019	No. DE PÁGINAS:	133
ÁREAS TEMÁTICAS:	Ciencias Geológicas		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Caracterización, Formaciones, Hidrogeológicas, Subcuenca, Valoración. Assessment, Characterization, Formations, Hydrogeological, Sub-basin,		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
RESUMEN			
La Subcuenca del Rio San Jacinto se encuentra ubicada al suroccidente del Ecuador, es parte de la Cuenca Naranjal Pagua. Este estudio tiene como objetivo realizar la caracterización hidrogeológica de las formaciones que se encuentra dentro de la Subcuenca del río San Jacinto.			

La metodología a seguir fue levantamiento geológico e hidrológico, análisis geofísico, de laboratorio y climatológico.

Se describieron seis formaciones: Fortuna, Trancas, Unidad de Tobas Dacíticas, Unidad de lavas andesíticas que constituyen al Grupo Saraguro, Granodiorita y Depósitos Cuaternarios; y 19 afloramientos que consiste de tobas de plagioclasas, cuarzo areniscas, tobas Dacíticas, lavas andesíticas, granodiorita y sedimentos. Mediante análisis granulométrico se determinó tres tipos de suelos detríticos: arcilla arenosa con trazas de limo, arenas arcillosas y gravas arenosas con trazas de arcillas.

En base a las características Hidrogeológicas se determinó que los Depósitos Cuaternarios, son favorable para la acumulación de agua y la Unidad de Lavas Andesíticas para la circulación de agua. Por lo tanto, la Unidad de Lavas Andesíticas se las clasifico como buenas; y los Depósitos Cuaternarios como muy buenas, según el rango de importancia de valoración hidrogeológica.

ABSTRACT

The sub-basin of the San Jacinto River is located in southwestern Ecuador, it is part of the Naranjal Pagua Basin. The objective of this study is to carry out the hydrogeological characterization of the formations found within the sub-basin of the San Jacinto River. The methodology to be followed was the geological and hydrogeological survey, geophysical, laboratory and climatological analysis. Six formations were described: Fortuna, Trancas, Dacitic Toba Unit, Andesitic lavas unit that constitute the Saraguro Group, Granodiorite and Quaternary Deposits; and 19 outcrops consisting of tuffs of plagioclase, quartz sandstones, Dacitic tuffs, andesitic lavas, granodiorite and sediments. By means of granulometric analysis, three types of detrital soils were determined: sandy clay with traces of silt, clay sands and sandy gravels with traces of clay. Based on the hydrogeological characteristics, it was determined that the Quaternary Deposits are favorable for the accumulation of water and the Andesitic Lavas Unit for the circulation of water. Therefore, the Andesitic Lavas Unit was classified as good; and the Quaternary Deposits as very good, according to the range of importance of hydrogeological assessment.

ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0995603662	E-mail: lisseth_yajaira@hotmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Facultad de Ciencias Naturales	
	Teléfono: (04) 308-0777	
	E-mail: info@fccnugye.com	





UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA



UNIDAD DE TITULACIÓN

ANEXO 11

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR

Habiendo sido nombrado **CLELIA ISABEL NARANJO FREIRE, DOCENTE REVISORA** del trabajo de titulación **ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA SUBCUENCA DEL RIO SAN JACINTO DEL CANTÓN EL GUABO, PROVINCIA DE EL ORO, ECUADOR**, certifico que el presente Trabajo de Titulación, elaborado por **LISSETH YAJAIRA TINOCO ZURITA**, con C.I. No.0706584034, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de **INGENIERA GEÓLOGA**, en la Carrera de Ingeniería Geológica /Facultad de Ciencias Naturales, ha sido **REVISADO Y APROBADO** en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.

Guayaquil, 15 de marzo del 2019

Clelia Naranjo Freire
Ing. Geol. Clelia Isabel Naranjo Freire, MC.C
DOCENTE TUTORA REVISORA
C.I. No. 092386080-3





**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA GEOLÓGICA**



UNIDAD DE TITULACIÓN

ANEXO 12

**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE
LA OBRA CON FINES ACADÉMICOS**

Yo, **LISSETH YAJAIRA TINOCO ZURITA** con C.I. No. 0706584034, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA SUBCUENCA DEL RIO SAN JACINTO DEL CANTÓN EL GUABO, PROVINCIA DE EL ORO, ECUADOR**, son de mi absoluta propiedad y responsabilidad Y **SEGÚN EL Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN***, autorizo el uso de una licencia gratuita intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la presente obra con fines académicos, en favor de la Universidad de Guayaquil, para que haga uso del mismo, como fuera pertinente

LISSETH YAJAIRA TINOCO ZURITA
C.I. No. 0706584034



*CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899 - Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no

DEDICATORIA

Infinitamente a Dios por ser la luz que ha guiado mi camino y fortalecer mi corazón.

A mis padres, quienes me convirtieron en una persona valiente y bondadosa, por su amor y apoyo incondicional en cada una de las etapas de mi vida y a mi hijo Cristhian Eliam Contreras Tinoco por ser el motivo de inspiración de cada día seguir adelante y nunca rendirme.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser la luz de mi caminar.

A mis padres que son mi mayor inspiración y por contar con su apoyo incondicional en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida.

A mi hermana María del Cisne Tinoco por su constante apoyo.

A mi Tía Mirian Tinoco por su infinita ayuda.

A mi Tía Carmita Zurita por brindarme siempre su amor y apoyo incondicional.

A la Señora Galudt Alban por su apoyo incondicional.

A mi Revisora de Tesis Ing. Clelia Naranjo Freire por sus conocimientos académicos, ayuda y apoyo incondicional que me orientaron a culminar esta etapa.

A mi Tutor de Tesis Ing. Cesar Borja Bernal por sus conocimientos académico que me ayudaron a culminar esta etapa.

A la Universidad de Guayaquil y a los Docentes de la Facultad de Ciencias Naturales, por sus conocimientos impartidos a lo largo de mi formación académica.

A Evelyn Fernández y Elizabeth Carabajo, por brindarme su hermosa amistad, apoyo, ayuda, paciencia incondicional cuando más lo necesite y por volverse parte de mi vida en el trans curso de toda mi etapa de universidad.

A Ximena Nativi, Hermel Pineda, Víctor García, Jordan Resabala, Miguel García y Aaron Mendoza, por ser las personas que me brindaron siempre su ayuda incondicional.

A todos los corazones de cada persona que estuvieron dispuestos a brindarme su ayuda.



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE INGENIERIA GEOLÓGICA**



UNIDAD DE TITULACIÓN

ANEXO 13

**ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO DE LA SUBCUENCA DEL RIO SAN
JACINTO DEL CANTÓN EL GUABO, PROVINCIA DE EL ORO, ECUADOR**

Autor: Lisseth Yajaira Tinoco Zurita

Tutor: Ing. César Borja Bernal, Msc.

RESUMEN

La Subcuenca del Río San Jacinto se encuentra ubicada al suroccidente del Ecuador, es parte de la Cuenca Naranjal Pagua. Este estudio tiene como objetivo realizar la caracterización hidrogeológica de las formaciones que se encuentra dentro de la Subcuenca del río San Jacinto. La metodología a seguir fue levantamiento geológico e hidrológico, análisis geofísico, de laboratorio y climatológico.

Se describieron seis formaciones: Fortuna, Trancas, Unidad de Tobas Dacíticas, Unidad de lavas andesíticas que constituyen al Grupo Saraguro, Granodiorita y Depósitos Cuaternarios; y 19 afloramientos que consiste de tobas de plagioclasas, cuarzo areniscas, tobas Dacíticas, lavas andesíticas, granodiorita y sedimentos. Mediante análisis granulométrico se determinó tres tipos de suelos detríticos: arcilla arenosa con trazas de limo, arenas arcillosas y gravas arenosas con trazas de arcilla.

En base a las características Hidrogeológicas se determinó que los Depósitos Cuaternarios, son favorable para la acumulación de agua y la Unidad de Lavas Andesíticas para la circulación de agua. Por lo tanto, la Unidad de Lavas Andesíticas se las clasifico como buenas; y los Depósitos Cuaternarios como muy buenas, según el rango de importancia de valoración hidrogeológica.

Palabras Clave: Caracterización, Formaciones, Hidrogeológica, Subcuenca, Valoración.



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE INGENIERIA GEOLÓGICA**



UNIDAD DE TITULACIÓN

ANEXO 14

**HYDROGEOLOGICAL STUDY OF THE SUB-BASIN FROM THE RIVER SAN
JACINTO OF THE CANTON EL GUABO, PROVINCE OF EL ORO,
ECUADOR**

Author: Lisseth Yajaira Tinoco Zurita

Tutor: Ing. César Borja Bernal, M.Sc.

ABSTRACT

The sub-basin of the San Jacinto River is located in southwestern Ecuador, it is part of the Naranjal Pagua Basin. The objective of this study is to carry out the hydrogeological characterization of the formations found within the sub-basin of the San Jacinto River. The methodology to be followed was the geological and hydrogeological survey, geophysical, laboratory and climatological analysis. Six formations were described: Fortuna, Trancas, Dacitic Toba Unit, Andesitic lavas unit that constitute the Saraguro Group, Granodiorite and Quaternary Deposits; and 19 outcrops consisting of tuffs of plagioclase, quartz sandstones, Dacitic tuffs, andesitic lavas, granodiorite and sediments. By means of granulometric analysis, three types of detrital soils were determined: sandy clay with traces of silt, clay sands and sandy gravels with traces of clay. Based on the hydrogeological characteristics, it was determined that the Quaternary Deposits are favorable for the accumulation of water and the Andesitic Lavas Unit for the circulation of water. Therefore, the Andesitic Lavas Unit was classified as good; and the Quaternary Deposits as very good, according to the range of importance of hydrogeological assessment.

Keywords: Assessment, Characterization, Formations, Hydrogeological, Sub-basin,

Índice general

RESUMEN	IV
CAPITULO I	10
INTRODUCCIÓN	10
1.1. Antecedentes	12
1.2. Justificación	13
1.3. Planteamiento del problema	13
1.4. Objetivos	13
1.4.1. Objetivo General.....	13
1.4.2. Objetivos Específicos	13
1.5. Ubicación	14
1.6. Marco tectónico.....	16
1.6.1. Geología Histórica	16
1.6.2. Geología Estructural.....	17
1.6.3. Geología Regional.....	18
1.7. Metodología	20
1.7.1. Levantamiento Geológico e Hidrológico de campo	20
1.7.2. Análisis Geofísico	24
1.7.3. Análisis Laboratorial	24
1.7.4. Determinación de Porosidad y Permeabilidad.....	26
1.7.5. Análisis Climatológico.....	28
1.7.6. Valoración de los resultados de las características hidrogeológicas de las formaciones de la Subcuenca del río San Jacinto.....	28
CAPITULO II	32
Características de los afloramientos de la subcuenca del río san jacinto.....	32
2.1. Descripción Geológica e Hidrológica de Campo.....	32
2.1.1. Descripción Geológica de afloramientos de la subcuenca del río san jacinto.	34
2.1.2. Características Hidrológicas	43
2.1.3. Caracterización de pozos profundos de agua subterránea	46
2.2. Ejecución de los sondeos eléctricos verticales (sev) en la subcuenca del río san jacinto.....	48
CAPITULO III	51

RESULTADOS	51
3.1. Análisis de laboratorio.....	51
3.1.1. Ensayo Granulométrico del material más Fino que pasa por el tamiz N.- 200	51
3.1.2. Ensayos Granulométricos de suelos finos y gruesos utilizando la norma técnica del INEN 6968 (2011).	52
3.2. Analisis Geofisico.....	54
3.3. Análisis de materia Orgánica	58
3.4. Permeabilidad y porosidad.....	59
3.4.1. La Unidad de Lavas Andesíticas:	59
3.4.2. Los afloramientos de la Formación Las Trancas:	59
3.4.3. El afloramiento de la Unidad de Tobas Dacíticas:	60
3.4.4. La Formación La Fortuna:	60
3.4.5. Granodiorita:.....	60
3.4.6. Los afloramientos de los Depósitos Cuaternarios:	60
3.5. Análisis climatológico	63
3.6. Valoración de resultados de las características hidrogeológicas de la sub cuenca del rio san jacinto.....	67
CAPITULO IV	69
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	69
CAPITULO V	77
CONCLUSIONES	77
CAPITULO VI	80
REFERENCIAS	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Coordenadas de los vértices del área de estudio.....	14
Tabla 2.- Método para medir el caudal de agua de arroyos o canales	23
Tabla 3.- Coeficiente de Permeabilidad	27
Tabla 4.- Permeabilidad de la matriz rocosa	27
Tabla 5.- Porosida Total.....	28
Tabla 6.- Tabla Base de Valoración de los Resultados de la Subcuenta del Río San Jacinto.....	29
Tabla 7.- Valoración del afloramiento por cada variable	30
Tabla 8.- Rango de importancia.....	30
Tabla 9.- Descripción Geológica de los Afloramientos de la Subcuenta del Río San Jacinto.....	42
Tabla 10.- Cálculo de caudales de los ríos de la Subcuenta del Río San Jacinto	45
Tabla 11.- Cálculo de Caudales de Vertientes de la Subcuenta del Río San Jacinto .	45
Tabla 12.- Características Constructivas de Pozos de la Subcuenta del río San Jacinto	47
Tabla 13.- Coordenadas de SEV de la Subcuenta del río San Jacinto.....	48
Tabla 14.- Determinación de suelo para los materiales más finos que pasa el tamiz N _o 200	52
Tabla 15.- Análisis granulométrico de suelos, utilizando las normas técnicas del INEN para materiales finos y gruesos.	53
Tabla 16.- Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) de la Subcuenta del Río San Jacinto	56
Tabla 17.- Materia Orgánica de las Formaciones de la Subcuenta del Río San Jacinto.	58
Tabla 18.- Permeabilidad de las Formaciones de la Subcuenta del Río San Jacinto.	61
Tabla 19.- Porosidad de las Formaciones de la Subcuenta del Río San Jacinto.	62
Tabla 20.- Series mensuales de Temperatura media de datos Meteorológicos	63
Tabla 21.- Precipitación medias (mm).....	65
Tabla 22.- Caracterización de la Formación más apta para la circulación de aguas subterráneas	68
Tabla 23.- Rango de importancia.....	68

INDICE DE ANEXO

Anexo 1. Mapa Geológico, Estructural e Hidrológico de la Subcuenca del Río San Jacinto.....	82
Anexo 2. Descripción de los Afloramientos y Análisis granulométrico.....	86
Anexo 3. Laboratorial – Ensayos Granulométricos para la determinación de material fino que pasa por el Tamiz N ₀ 200 Inen (2010) y Ensayos Granulométricos de suelos finos y gruesos utilizando la norma técnica del INEN 6968 (2011).	101
Anexo 4 . Fotografía del Levantamiento Geológico e Hidrogeológico realizada en campo.....	126
Anexo 5. Fotografías de los Ensayos de Laboratorio.....	130

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El Grupo Saraguro (Eoceno Tardío) sobreyace a las rocas metamórficas y subyace a los Depósitos Cuaternarios (figura 1).

En la Subcuenca del Río San Jacinto se realizaron estudios geológicos, climatológicos y geofísicos para determinar qué tipo de litología es favorable para el almacenamiento y acumulación del agua subterránea, en el Grupo Saraguro, (Formaciones: Las Trancas, Tobas Dacíticas y La Fortuna) Granodioritas y Depósitos Cuaternarios.

Manzo y Naranjo (2012), determinaron que existen Formaciones geológicas impermeables, porosas e intergranulares, que tienen interés hidrogeológico y litologías que presentan mayor importancia hídrica. Actualmente, no existe un estudio hidrogeológico a detalle de las formaciones que conforman el Grupo Saraguro, Granodioritas y Depósitos Cuaternarios que se encuentran dentro de la Subcuenca del Río San Jacinto.

La hidrogeología es una rama de la geología, fundamentalmente estudia la relación e interacción entre agua y roca, en todo lo relacionado con el origen, génesis de las aguas subterráneas, difusión, circulación y captación de las mismas (Busso, 2019).

La mayoría de agua dulce en el mundo se encuentra en los glaciares con 68.7%, en aguas subterráneas 30.1%, agua superficial (ríos y lagos) 0.4% (Blanco y de la Torre, 2015).

En Ecuador existen zonas de agua subterránea que sirven para abastecer a poblaciones y a cultivos constituyendo un recurso esencial para la seguridad alimenticia y el funcionamiento de los ecosistemas (Atinencia y Carguachi, 2016).

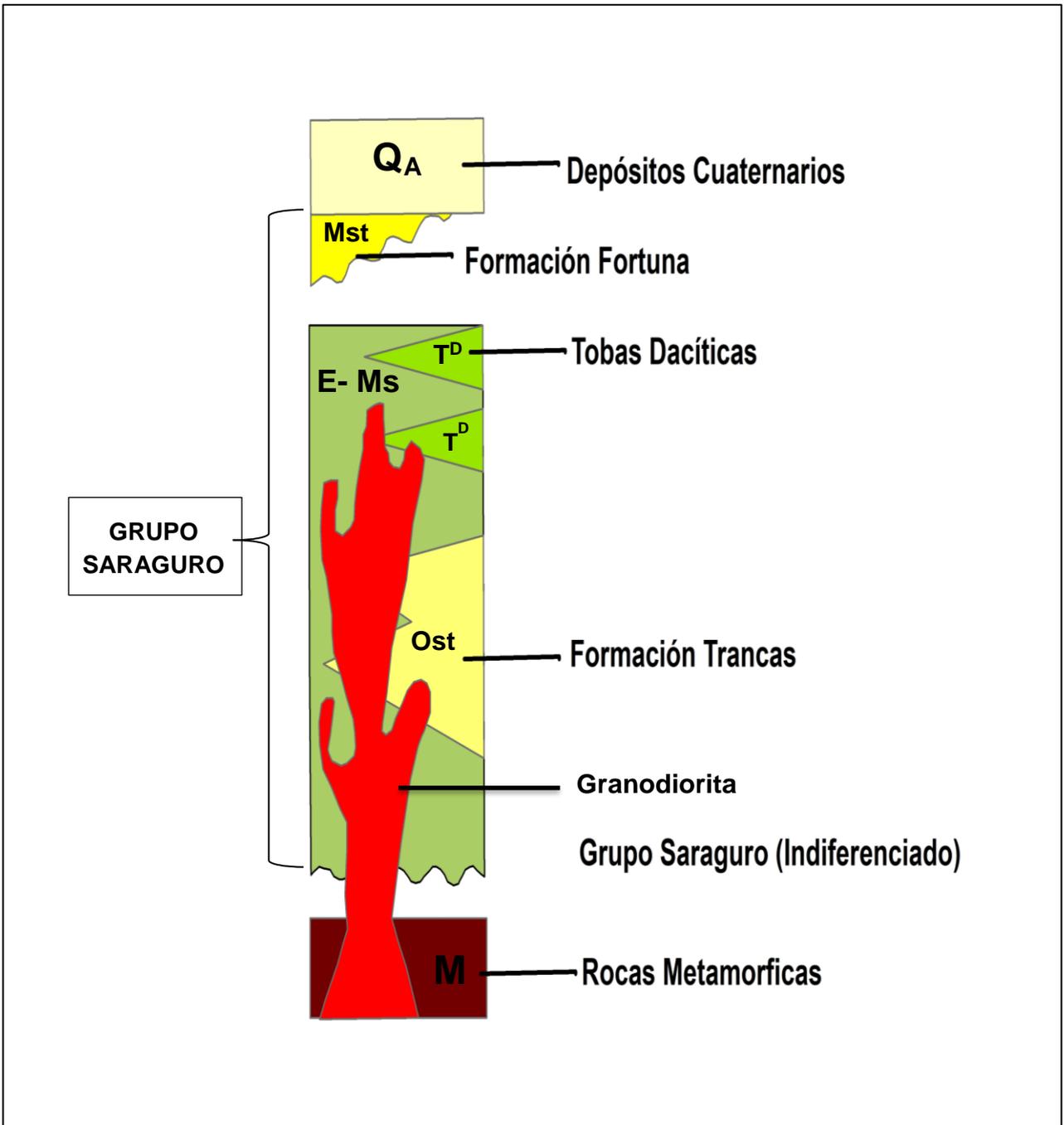


Figura 1.- Grupo Saraguro sobryace a rocas metamórficas y subyace a los Depósitos Cuaternarios. **Fuente:** PRODEMİNCA, 1997.

1.1. ANTECEDENTES

No existen estudios hidrogeológicos de las Formaciones que constituyen la Subcuenca del Río San Jacinto, sin embargo, se recopiló información base de la caracterización y prospección de aguas subterráneas en áreas cercanas a la zona de investigación.

La caracterización hidrogeológica de La Unidad Machala realizada por Manzo y Naranjo en 2012 al Suroccidente del Ecuador, determinan que existen litologías predominantes (depósitos coluviales y Cuaternario) que presentan mayor importancia hídrica; como formaciones impermeables (Grupo Tahuín, Formaciones Macuchi y La Fortuna) y porosas intergranulares que tienen un relativo interés hidrogeológico (Formación Turi, Tarqui y Puná).

Según Aguilar y Marquínez (2001) la prospección y exploración de aguas subterráneas en la provincia de El Oro tiene como objetivo reconocer el tipo de litologías que son captadoras de agua e identificar zonas hidrológicamente favorables para determinar los lugares más propicios para perforar.

Cedeño (2013) indica que los suelos clasificados son materiales granulares de los cuales 35% o menos de las partículas pasan a través del tamiz N.- 200. Los suelos que tienen más del 35% de partículas que pasan a través del tamiz N.- 200 se clasifican dentro de los grupos de material fino como arcilla y limo.

Las litologías que predominan en la Subcuenca del Río San Jacinto, son tobas de composición dacítica a riolítica, lavas andesíticas y rocas ígneas; además, al noreste rocas intrusivas y al oeste terrazas aluviales (PRODEMINCA, 1997).

1.2. JUSTIFICACION

El presente estudio busca aportar información con respecto a la falta de investigación hidrogeológica de las Formaciones de la subcuenca del Río San Jacinto, con el fin de aportar información geológica, geofísica y análisis de laboratorio que ayudaran a realizar una zonificación litológica y ampliar los conocimientos de los recursos hidrológicos, determinando cuál formación geológica es la más adecuada para almacenar o facilitar la circulación del agua.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

No existe información sobre los tipos de litología del Grupo Saraguro, Granodiorita y Depósitos Cuaternarios. Además, existe escasa información sobre la caracterización hidrogeológica, prospección geofísica y granulometría de la Subcuenca del Río San Jacinto

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Realizar la caracterización hidrogeológica de las Formaciones que se encuentra dentro de la Subcuenca del Río San Jacinto: Las Trancas (Oligoceno), Tobas Dacíticas (Oligoceno), La Fortuna (Mioceno) que conforman el Grupo Saraguro (Eoceno Tardío); Granodioritas (Oligoceno – Mioceno) y Depósitos Cuaternarios.

1.4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Realizar un reconocimiento geológico e hidrológico del área de estudio.
- ✓ Describir y analizar las muestras obtenidas en campo, mediante normas estandarizadas de laboratorio y realizar ensayo granulométrico.
- ✓ Ejecutar un estudio de prospección geofísica mediante los Sondeos Eléctricos Verticales SEV, en lugares previamente seleccionados.
- ✓ Realizar análisis climatológico en base a los reportes por el INAMHI.

1.5. UBICACIÓN

La Subcuenca del Río San Jacinto es parte de la Cuenca Naranjal Pagua que nace en la Cordillera Occidental. El área de estudio se encuentra ubicada en el cantón el Guabo de la Provincia de El Oro, las coordenadas del área de estudio se las observa en la (tabla1 y figura 2)

Tabla 1.- Coordenadas de los vértices del área de estudio

Puntos	Coordenadas UTM. Datum: WGS 84, Zona 17S	
	X	Y
A	641399	9657600
B	622423	9655154
C	650983,	9643144
D	629298	9640993

Fuente: Autora

MAPA DE UBICACIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RÍO SAN JACINTO

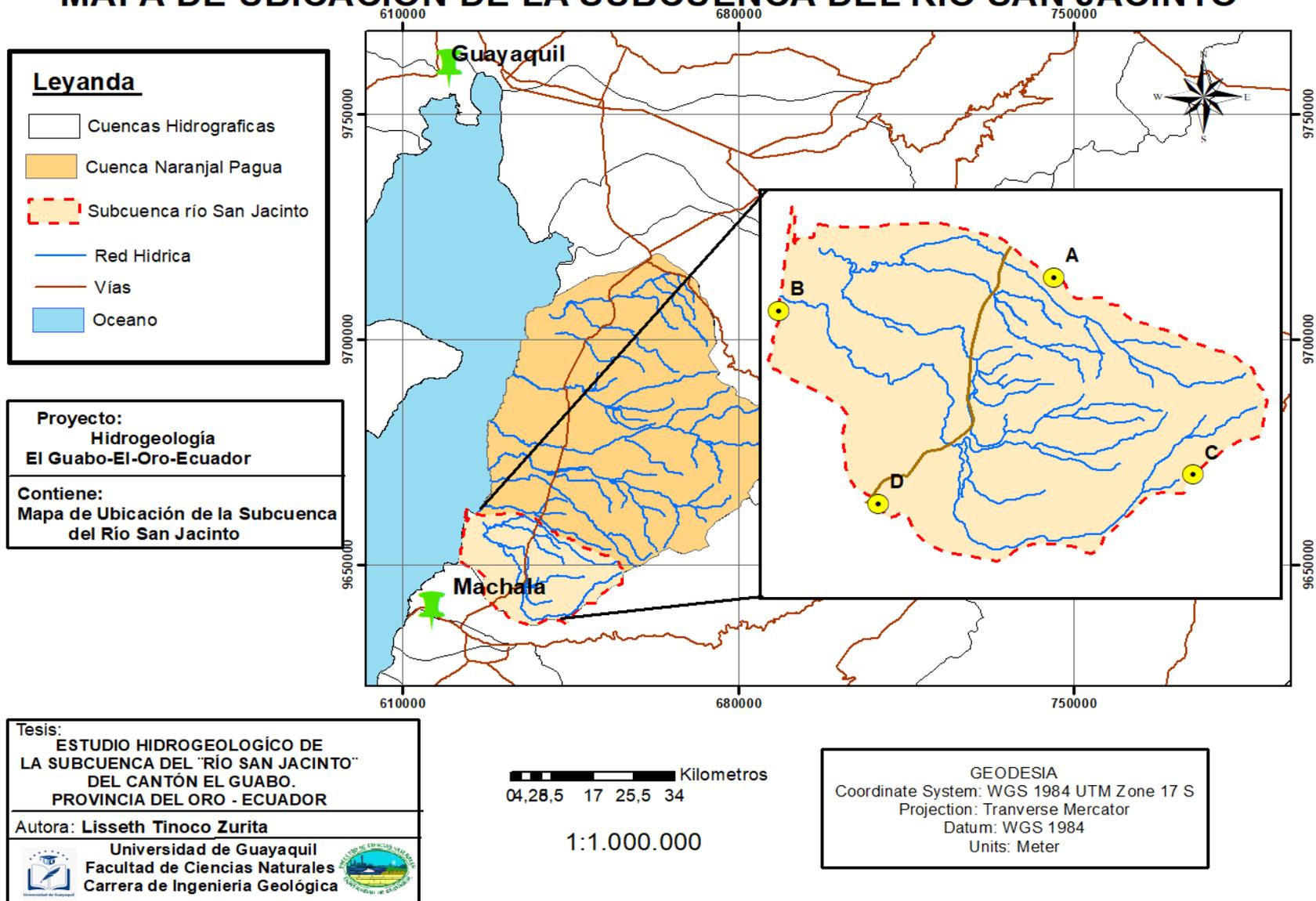


Figura 2. Mapa de ubicación de la Subcuenca hidrográfica del Río "San Jacinto"

1.6. MARCO TECTÓNICO

1.6.1. Geología Histórica

Las rocas más antiguas del área según (Aspden et. al. 1995) son metasedimentos pre-Cretácicos del Complejo Metamórfico El Oro. El límite occidental de los metasedimentos corresponde a la falla Bulubulu (Dunkley & Gaibor., 1997) que separa rocas metamórficas al SE de la unidad Pallatanga al NW. La unidad Pallatanga (Cretácico medio y tardío), que geoquímicamente es similar a la formación Piñón de piso oceánico, se interpreta como una secuencia ofiolítica que fue acrecionada al margen del continente sudamericano en el Cretácico tardío. (PRODEMINCA, 1997).

Según (Megard, 1989) las rocas andesíticas del arco volcánico y sedimentos relacionados de la unidad Sacapalca (Paleoceno-Eoceno) muy probablemente se acumularon en una fosa bordeada por la falla localizada entre la Cordillera Real al Este y el Terreno El Oro-Amotape-Tahuín al Oeste. Mediante fundamentos de los datos geoquímicos y petrográficos disponibles indican un arco volcánico calco-alcalino de margen continental, al menos parte del cual, puede ser contemporáneo con el arco de islas Macuchi.

En el Eoceno tardío el vulcanismo continental representado por rocas del Grupo Saraguro de afinidad calco-alcalino comenzó a depositarse sobre un basamento de rocas metamórficas y secuencias volcánicas más antiguas de las unidades Sacapalca y Pallatanga. El adelgazamiento de espesor de estas rocas hacia la Cordillera Real implica que fue un área positiva durante la depositación en la cual la falla Girón tal vez definía el margen Este de un graben local, donde se acumularon gruesas secuencias de materiales volcánicos. Fallas sin-depositacionales tales como el cinturón Gañarín y el sistema de fallas Girón, probablemente se desarrollaron sobre fallas fundamentalmente en el basamento, restringiendo las cuencas terciarias, los centros volcánicos y las intrusiones subvolcánicas.

En 1997 Dunkley & Gaibor mencionan que, los primeros eventos volcánicos corresponden a la erupción en gran escala de flujos piroclásticos dacíticos-riolíticos seguidos por voluminosas lavas andesíticas. Los eventos posteriores fueron actividad volcánica explosiva acida con una erupción de flujos de ceniza riolíticos tales como la Formación Jubones (Mioceno Temprano), tales como la formación, seguidos por una fase de emplazamiento de granitoides de 19-16 Ma.

Hace alrededor de 18 Ma (Mioceno Temprano), una extensión E-O resultó en la sedimentación de las cuencas Inter montañosas como: Santa Isabel, Girón, Cuenca y Catamayo.

1.6.2. Geología Estructural

El sistema de fallas Jubones y el sistema de fallas Girón son estructuras regionales que dividen terrenos lito tectónicos.

La Subcuenca del Río San Jacinto al Norte limita con la falla subordinadas derivadas del sistema de fallas Girón, el sistema de fallas de Jubones localizada al sur del área de estudio, yuxtapone los basaltos de la Unidad Pallatanga con el complejo metamórfico de El Oro y marca el límite S del terreno Pallatanga dentro del terreno Chaucha. Se trata de una falla de dirección E-O interpretada de carácter inversa, con vergencia al N, también hay evidencias de movimiento senestral. (Pratt et al., 1997).

Al este del área de estudio se encuentra el sistema de fallas Girón, aun activo e incluye pliegues, fallas inversas y cabalgamientos de dirección N a NE, es decir de Rumbo Andino y que yuxtapone el terreno Chaucha con el terreno Alao, esta falla es esencialmente de carácter inversa con vergencia al SE y al E del sistema de fallas Jubones. (Pratt et al., 1997). Al Oeste de la zona de estudio está representada por llanuras costeras. (PRODEMINCA, 1997).

1.6.3. Geología Regional

✓ Rocas Metamórficas edad (Paleoceno al Cretácico)

Interpretadas como la continuación al N del Complejo Metamórfico El Oro, subyacen la mayor parte del area. Estas rocas están ocultas por rocas volcánicas más jóvenes al NE del Sistema de Fallas Jubones. Predominan rocas metasedimentarias incluyendo algunas de muy bajo grado, tales como pizarras. Sin embargo, gneises, algunos granitos conteniendo granate, hay una profunda declinación del grado metamórfico hacia el E, donde estratos con andalucita y biotita pasan a turbaditas no metamorfizadas. (Aspden et al, 1995).

✓ Grupo Saraguro (Eoceno Tardío)

Los Volcánicos Saraguro o Grupo Saraguro es de un ambiente deposicional subaéreo (Dunkley y Gaibor 1997) y ocupa la porción N y E del distrito Zaruma Portovelo, es decir, un 60% del mismo. El Grupo consiste de tobas soldadas de flujo de ceniza, probablemente facies de flujo de salida de caldera, de composición riolítica a dacíticas. Participan lavas de composición andesítica a basaltos – andesíticas con textura masiva y porfírica, material volcánico retrabajado, tobas de composición dacítica a andesítica y brechas. (Wilson Rodrigo, 2009).

✓ Formación Las Trancas (Oligoceno)

Se localiza hacia el O desde el área tipo en Las Trancas hacia la planicie costera al S de Ponce Enríquez. Litológicamente está constituida por tobas de lapilli líticas, andesíticas y dacíticas, brechas tobaceas, conglomerados, lutitas rojas y areniscas. Progresivamente sobreyace a estratos más antiguos hacia el O cortando al Grupo Saraguro. (Pratt et., 1997).

✓ **Formación Fortuna (Mioceno)**

Sobreyace estratos más antiguos de discordancia angular, busando suavemente desde el páramo, cerca de la Enramada, hasta las planicies costeras en Pasaje. Geoquímica y petrográficamente es muy similar a las Tobas de la formación Jubones, pero con una mayor cantidad de matriz fina (vitroclastos) y contiene únicamente cristales diseminados de plagioclasas, biotitas y cuarzo. (Pratt et., 1997).

✓ **Formación Jubones (Mioceno)**

La Formación Jubones sobreyace lo más antiguo estratos del Grupo Saraguro con una fuerte discordancia angular en algunos lugares consiste de tobas ricas en cristales de plagioclasa, biotita y cuarzo. Diaclasas de enfriamiento de forma en forma columnar de gran escala y una débil foliación de soldadura están bastantes esparciadas. (Pratt et., 1997).

✓ **Rocas Intrusivas (Oligoceno – Mioceno)**

Gabros y microgabros con textura variolítica común, ocurren como parte de la Unidad Pallatanga Cuarzo dioritas y granodioritas/tonalitas están ampliamente esparcidas instruyendo las rocas. PRODEMINCA (Proyecto desarrollo minero y control ambiental), (1997).

✓ **Depósitos Cuaternarios**

Amplias zonas a lo largo de los drenajes principales se encuentran cubiertas por terrazas aluviales. Por otro lado, los depósitos aluviales cubren principalmente rocas Cretáceo – Terciarias en las partes bajas de las planicies costera. Al E de Pasaje se identificaron depósitos de abanicos aluviales Cubriendo el Grupo Saraguro. PRODEMINCA (Proyecto desarrollo minero y control ambiental), (1997).

1.7. Metodología

1.7.1. Levantamiento Geológico e Hidrológico de campo

En el área de estudio de la Subcuenta del Río San Jacinto se realizó el levantamiento geológico e hidrológico que permitió identificar las litologías de las Formaciones y cálculos de medición de caudales. Esta etapa del estudio hidrogeológico de la Subcuenta fue dividida en dos fases: Reconocimiento y Descripción litológica de los afloramientos y el levantamiento.

➤ **Reconocimiento y Descripción litológica de los afloramientos**

Utilizando el mapa de la Cordillera Occidental (1:200.000) se reconocieron seis formaciones Geológicas donde se pudo identificar diecinueve afloramientos. Las metodologías empleadas en esta etapa fueron divididas en dos:

- ✓ **Fase 1.-** Para el reconocimiento de las Formaciones geológicas Compton (1970), propone realizar los levantamientos geológicos aproximados mientras se camina a lo largo de una ruta predeterminada por arroyos o filos, ubicando los contactos y otros rasgos geológicos que serán extrapolados y georreferenciados (GPS). Los itinerarios deben planificarse para cortar lo más perpendicular posible a las estructuras geológicas regionales. Este método es utilizado por las siguientes razones: presencia de espesa vegetación y suelos arenosos que impiden la búsqueda de unidades de roca. Mediante este método se obtendrá la identificación de formaciones y posteriormente la ubicación de los afloramientos obtenidos en campo.

- ✓ **Fase 2.-** Para la descripción litológica según Compton (1970) esta fase se basa en analizar las siguientes características texturales: color de la roca; tamaño, forma selección y angulosidad del grano. Con el fin de obtener la clasificación de las formaciones (anexo 2).

➤ Levantamiento Hidrológico

Para la identificación, medición y cálculo de los pozos, vertientes y ríos de la Subcuenca del Río San Jacinto se realizó el levantamiento hidrológico tiene como objetivo establecer el caudal por donde circula el agua. Este proceso se divide en tres etapas: levantamientos hidrológicos de pozos, levantamientos hidrológicos de vertientes y ríos.

Etapa 1.- Levantamiento Hidrológico de Vertientes y Ríos

- ✓ Vertientes. - Esta etapa de levantamiento hidrológico consistió en la identificación de vertientes que se encuentran dentro del área de estudio, para el cálculo de caudales de las vertientes se lo realizó mediante el método volumétrico propuesto por Castellón (2014), este autor propone tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido, recomendando realizar esta técnica como mínimo por tres ocasiones para disminuir la incertidumbre del método. Para obtener el caudal en lts/seg, se divide el volumen obtenido en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniendo el caudal promedio de las vertientes. Para el cálculo final del caudal investigado se aplica la siguiente formula:

$$Q = V/t$$

Q= caudal

V= volumen

t= tiempo

- ✓ Ríos.- Esta etapa de levantamiento hidrológico consistió en la identificación de Ríos que se encuentra dentro de la Subcuenca, para el cálculo de medición de caudales en Ríos se ejecutara en base al método del flotador propuesto por Chamorro (2011), el cual se basa en escoger un tramo recto (A - B) donde el agua fluya naturalmente, para después medir del ancho del río (m) y la distancia (m) del tramo identificado (A - B), posteriormente se determinó la sección del cauce en (m²). Después se calcula el tiempo que demora en recorrer un flotador del punto A al punto B para obtener la velocidad media del agua (m/s). Este procedimiento se recomienda realizarlo como mínimo cuatro veces para disminuir los errores del método. Para obtener el caudal expresado en (m³/seg), se multiplica el área de la sección en (m²) por la velocidad media del agua expresa en (m/seg), obteniendo el caudal promedio. Para el cálculo final del caudal se aplica la siguiente formula según Chamorro (2011).

$$Q = A \times V_m$$

Q = Caudal de agua, expresada en metros cúbicos sobre segundos (m³/s).

A = Área de la sección, expresada en metros cuadrados (m²). Tramo A – B x ancho del río

V = Velocidad media del agua, expresado en metros sobre segundos (m/s).

Mediante la tabla de Método para medir el caudal de agua de arroyos o canales, con el cual se pude definir el tipo de caudal de los Ríos FAO

(Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1997). (Tabla 2)

Tabla 2.- Método para medir el caudal de agua de arroyos o canales

Método	Caudal de agua	Exactitud	Observaciones	Equipo
Rápido y aproximado	Pequeño	Una aproximación	Para una estimación rápida	Ninguno
Cubo	Muy pequeño	Muy grande	El más exacto de todos los métodos	Presa, tubos, cubos, botella de 1 l. reloj
Flotador	De pequeño a grande	Pequeña a mediana	Más conveniente para arroyos de agua tranquila	Flotador, estacas, línea, vara de medir, reloj
Flotador y sección transversal		Mediana		Flotador, estacas, línea, vara de medir, hoja de registrar, reloj
Mancha de colorante y sección transversal				Colorante, estacas, línea, vara de medir, hoja registrar, reloj
Presa, triangular	No varía mucho 114 l/s o menos, o varía de pequeño a grande	Grande	Para registrar el caudal durante un periodo de tiempo	Madera, planchas de metal o láminas acanaladas de tejado; m herramientas para 1 trabajar la madera o el metal, pala, pico, línea, nivel, vara de medir.
Presa, rectangular	No varía mucho y es de más de 114 l/s			

Fuente: (FAO 1997).

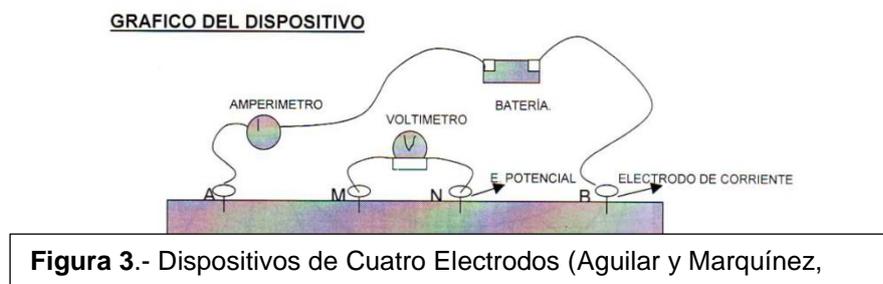
Etapa 2.- Levantamiento Hidrológico de Pozos

Se identificaron 31 pozos, empleando la metodología propuesta por Martínez (2006), que consiste en caminar a lo largo de una ruta predeterminada y ubicar los puntos de interés según las siguientes características: identificación geográfica de los puntos de extracción de agua (manantial, pozo excavado, galería, pozo perforado, afloramiento del nivel freático u otros); características constructivas (profundidad, diámetro y cimentación del pozo); y datos hidrológicos (nivel freático). Este método se lo utilizó para poder determinar las concentraciones de los pozos de aguas subterráneas emplazados dentro del área de estudio. (Tabla 11|).

1.7.2. Análisis Geofísico

Para el análisis Geofísico se ejecutó SEV (Sondeos Eléctricos Verticales) mediante el dispositivo Schlumberger.

El sondeo eléctrico vertical consiste básicamente en la obtención de la curva de variación entre la profundidad y la resistividad aparente del dispositivo Schlumberger, utilizando cuatro electrodos **A**, **M**, **N**, **B**, los electrodos **A** y **B** que inyectan la corriente y los electrodos **M** y **N** midan la diferencia de potencial creados por **A** y **B**. (Aguilar y Marquínez, 2001; figura 3).



1.7.3. Análisis Laboratorial

En las Formaciones Geológicas del área de estudio se obtuvo las muestras de campo de suelos detríticos (arena, arcilla y gravas) de los diferentes afloramientos, se procedió a realizar los análisis de laboratorio que consiste en dos tipos de ensayos: Análisis Granulométrico y presencia de materia orgánica.

✓ Análisis Granulométrico

En el ensayo granulométrico se analizaron las muestras litológicas tomadas en campo, las cuales pasaron por un proceso de clasificación de sedimentos. El ensayo se divide en dos etapas: Determinación del material más fino que pasa por el tamiz No 200 (INEN, 2010) y Análisis granulométrico de fino y grueso (INEN, 2011).

a) Determinación del material más fino que pasa por el tamiz No 200.

El alcance de la norma INEN - NTE 697 (2010) incluye dos procedimientos, en este trabajo únicamente se utilizó el proceso de lavado con agua, consistió en lavar una muestra de áridos, utilizando agua. Se colocó la muestra en el tamiz de 75 µm (No. 200) y se procedió a lavar obteniendo la decantación del material más fino y las partículas gruesas retenidas en el tamiz (No. 200). Se seco el material lavado y se calculó la pérdida de masa resultante del tratamiento de lavado, como un porcentaje de la masa de la muestra original y se informó como el porcentaje de material más fino. Para el cálculo del material más fino se utilizó la siguiente formula:

$$A = (B - C) / B \times 100$$

A: Porcentaje del material más fino que pasa el tamiz con aberturas de 75µm (No 200) mediante lavado.

B: Masa seca original de la muestra.

C: Masa seca de la muestra luego del lavado.

b) Análisis granulométrico de fino y grueso.

La norma INEN - NTE696 (2011) tiene como alcance determinar la graduación de las partículas. El ensayo indica los siguientes procesos: la muestra en condiciones secas y de masa conocida son separadas por tamaños a través de una serie de tamices de aberturas ordenadas de forma decreciente tamiz No 4 (4,8mm), No 8 (2,4mm), No 10 (2,0mm), No 50 (0.3mm), No 100 (0.15), No 200 (0,080) colocando la muestra en la parte superior de los tamices, agitando los tamices manualmente durante un tiempo determinado hasta que todos los granos se desplacen y se retenga una cantidad de sedimentos en todas las aberturas. Se procede a pesar lo retenido de cada tamiz en la balanza digital adquiriendo los diferentes pesos, finalmente realizando los cálculos se obtienen los porcentajes de

sedimentos retenidos, que pasan por los tamices ya definidos. Según los porcentajes ya especificados definimos el nombre litológico. Por lo consiguiente se expresan las siguientes formulas (anexo):

$$A = B/C \times 100$$

$$D = 100 - A$$

A: Porcentaje Retenido

B: Peso Retenido Acumulado

C: Suma Total del peso Retenido Parcial

D: Porcentaje que Pasa

A: Porcentaje Retenido

✓ **Análisis de materia Orgánica**

Para la comprobación de materia orgánica se analizaron las muestras de sedimentos obtenidas en campo, utilizando la metodología de Ordoñez et, al (2006), que sugieren anotar la ubicación de las muestras y codificarlas. La muestra a su vez se la sumerge en agua oxigenada y se observa si presenta efervescencia lo que indicara la posible existencia de materia orgánica.

1.7.4. Determinación de Porosidad y Permeabilidad

Para la determinación de la porosidad y permeabilidad en suelos detríticos se utilizó los nombres litológicos adquiridos de los análisis granulométricos y también se obtuvo la permeabilidad y porosidad en matrices rocosas, dando como resultado las denominaciones cualitativas y cuantitativas de las formaciones de la Subcuenca del Río San Jacinto.

✓ **Permeabilidad del Suelo:**

En el área de estudio de la Subcuenca del Río San Jacinto para la obtención de la permeabilidad en suelos detríticos como en matriz rocosa se correlaciono con tablas existentes. El análisis de permeabilidad para suelo se realizó en base al tipo de litología obtenida según los análisis granulométricos para material fino y grueso, posteriormente se ubicó el tipo de material en la tabla FAO (1997). Para obtener la permeabilidad del macizo rocoso se utilizó el tipo de roca para luego ubicarlo en la tabla elaborada por Luis González (2002) y obtener denominaciones cuantitativas y cualitativas de la permeabilidad. (Tabla 3 y 4).

Tabla 3.- Coeficiente de Permeabilidad

Coeficiente de Permeabilidad (K)		K m/s
Tipo de Suelo-Permeabilidad		10
Grava Limpia		10^{-1}
Arenas Limpias		10^{-2}
Arenas limpias y mezclas de agua	Rápida	10^{-3}
Arenas muy finas		10^{-4}
Limos orgánicos e inorgánicos		10^{-5}
Mezclas de arenas, limo y arcilla	Moderada	10^{-6}
Depósitos estratificados de arcilla, etc.		10^{-7}
Suelos impermeables, por ejemplo, arcillas homogéneas por debajo de la zona de meteorización	Lenta	10^{-8}
		10^{-9}
		10^{-10}
		10^{-11}

Fuente: (FAO 1997)

Tabla 4.- Permeabilidad de la matriz rocosa

PERMEABILIDAD DE LA MATRIZ ROCOSA	
ROCA	PERMEABILIDAD
Arenisca	Moderada
Caliza y dolomía	
Esquistos	Lenta
Pizarras	
Granito	
Lutita	
Rocas metamórficas	
Rocas volcánicas	
Sal	

Fuente: Luis González (2002)

✓ POROSIDAD DE SUELO Y ROCA

En la Subcuenca del Río San Jacinto para la obtención de la porosidad para suelo y macizo rocoso se correlaciono usando tablas existentes. El análisis de porosidad para suelo detríticos fue realizado en base al tipo de litología obtenida según los análisis granulométricos para material fino y grueso, posteriormente se ubicó el tipo de material en la tabla (Sanders, 1998). Para obtener la porosidad del macizo rocoso se utilizó el tipo de roca para luego ubicarlo en la tabla

elaborada del mismo autor y obtener las denominaciones cualitativa y cuantitativa de porosidad. (tabla 5).

Tabla 4.- Porosida Total

Porosidad % Total	
Arcillas	40 a 60
Limos	35 a 50
Arenas finas, arenas limosas	20 a 50
Arena gruesa o bien clasificada	21 a 50
Grava	25 a 40
Shale intacta	1 al 10
Shale fracturada/alterada	30 a 50
Arenisca	5 a 35
Calizas, dolomías NO carstificadas	0,1 a 25
Calizas, dolomías carstificadas	5 a 50
Rocas ígneas y metamórficas sin fracturar	0,01 a 1
Rocas ígneas y metamórficas fracturadas	1 a 10

Fuente: Sanders (1998)

1.7.5. Análisis Climatológico

Para el análisis climatológico se realizó una visita técnica a INHAMI, obteniendo información sobre los reportes mensuales de precipitación (mm) y temperatura (°C) que fueron tomadas de la estación climatológica más cerca que corresponde a la Universidad Técnica de Machala (UTM) (GRANJA STA.INES) obteniendo la media de precipitaciones mensuales comprendida dentro del periodo 1990 – 2013. (Anexo 2, tabla 10 y 11).

1.7.6. Valoración de los resultados de las características hidrogeológicas de las formaciones de la Subcuenca del Río San Jacinto.

En base a los resultados que se obtuvo en el estudio de la Subcuenca del Río San Jacinto, se realizaron entrevistas a un determinado número de personas definiendo una tabla con diferentes características hidrogeológicas, con el

objetivo de clasificar que formación es favorable para la acumulación y circulación del agua subterránea en el área.

La siguiente tabla presenta las siguientes variables: Clasificación del suelo, interperismo, porosidad, permeabilidad, meteorización, oxidación de hierro, pozos, vertientes, ríos, diaclasamientos y geofísica; cada característica cuenta con un rango que fue adaptado a un valor específico (1= desfavorable y 10= favorable) que evaluara a cada formación (tabla 6).

La tabla de evaluación de cada Formación en la Subcuenca se la realizó en base a la tabla 5, mediante esta tabla se obtuvo el valor para cada variable realizando una sumatoria, dando como resultado el valor total de cada formación (tabla 7).

El valor total obtenido en la sumatoria, se la colocó en el rango establecido, de esta manera se especificó la clasificación de excelente, muy buena, buena y mala para la acumulación y circulación del agua subterránea (tabla 8).

Tabla 5.- Tabla Base de Valoración de los Resultados de la Subcuenta del Río San Jacinto

RANGO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VARIABLE										
Clasificación de suelos (tipo)	limo		arcilla			arena			grava	
Interperismo (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Porosidad (%)	4		10		20		30		40	
Permeabilidad (m/s)	10 ⁻¹¹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁹	10 ⁻⁸	10 ⁻⁷	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻²	10
Meteorización 100%	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Pozos (unidad)	1	4	8	11	14	18	21	24	28	31
Vertientes (unidad)		1			2			3		6
Ríos (unidad)	1,00		2,00			3,00		4,00		
Diaclasamiento (%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Geofísica		BAJO			MEDIO			ALTO		

Fuente: (Autora).

Tabla 6.- Valoración del afloramiento por cada variable

Unidad de Lavas Andesíticas											Total
Escala de valoración	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Clasificación de suelos						X					6
Interperismo (Del Afloramiento)			X								3
Porosidad (Del Afloramiento)			X								1
Permeabilidad (Del Afloramiento)							X				7
Meteorización (Del Afloramiento)					X						5
Pozos (Concentración de agua Subterránea)											
Vertientes (medición de caudales)						X					6
Ríos (medición de caudales)											
Diaclazamientos (Del Afloramiento)						X					6
Geofísica	X										1
											35

Fuente: (Autora).

Tabla 7.- Rango de importancia

Rango de Importancia	
80 - 100	Excelente
50 - 80	Muy Buena
30 - 50	Buena
10 - 30	Mala

Fuente: (Autora).

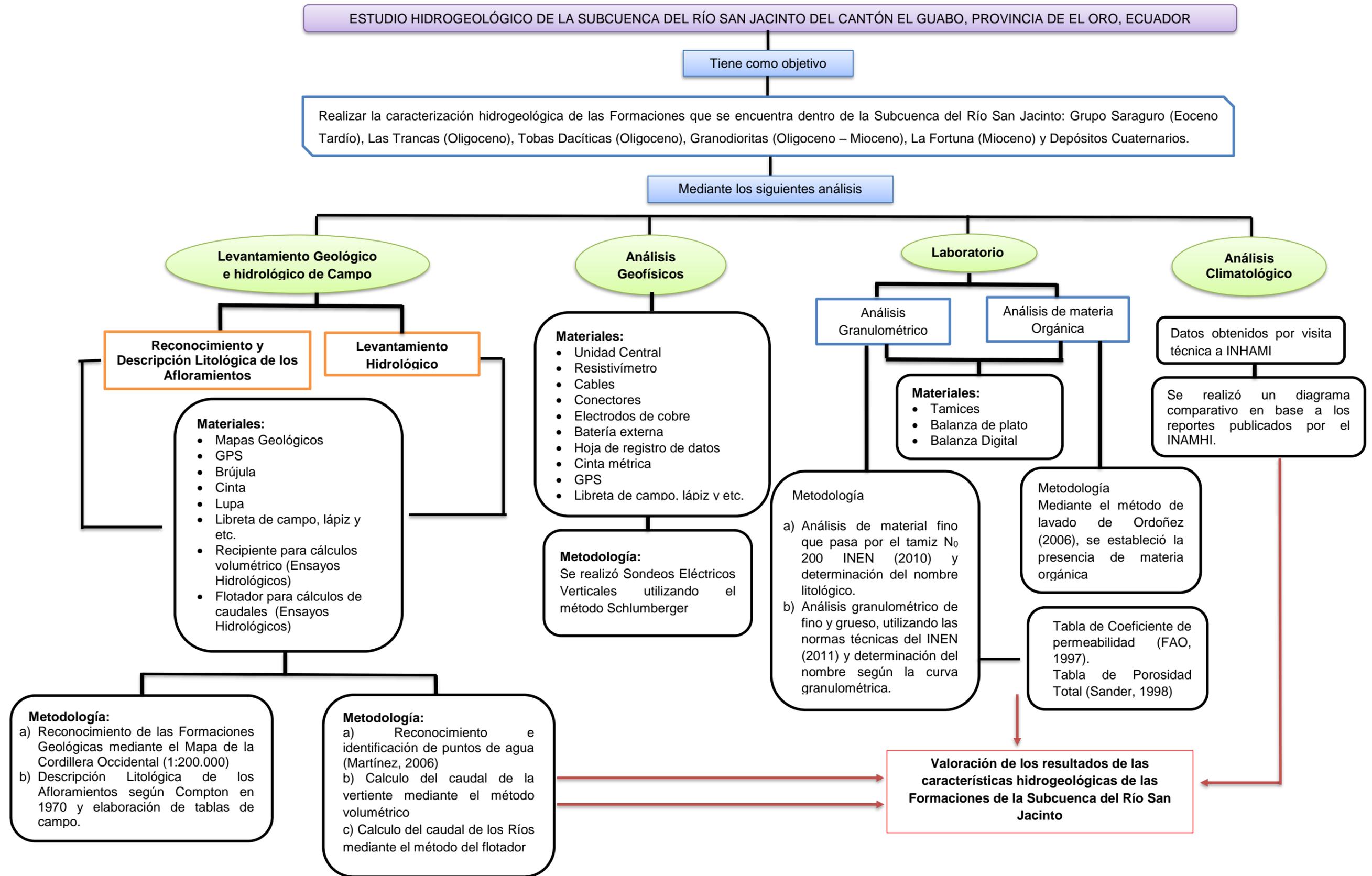


Figura 4.- Diagrama de flujo descripción de la metodología el cual se divide en 4 etapas explicando el método empleado y los materiales que se utilizó en cada etapa del área de estudio.

CAPITULO II

CARACTERISTICAS DE LOS AFLORAMIENTOS DE LA SUBCUENCA DEL RÍO SAN JACINTO

En el area de estudio se identificaron 19 afloramientos en 6 formaciones (Grupo Saraguro que se constituye de unidad de Lavas Andesíticas, Las Trancas, Tobas Dacíticas, Fortuna; Granodiorita y los Depósitos Cuaternarios) de acuerdo a las siguientes características en base a descripción geológica, hidrológica, geofísica y climatológica.

2.1. Descripción Geológica e Hidrológica de Campo

Para la caracterización Geológica realizada en la Subcuenca del Río San Jacinto se describió características texturales de la roca, tamaño, forma del grano (rocas sedimentarias) y datos estructurales de los afloramientos. En la parte Hidrológica se realizó la identificación de pozos de aguas subterráneas, medición y cálculo de caudales en 4 ríos y 6 vertientes.

Mapa Geológico 1:150.000

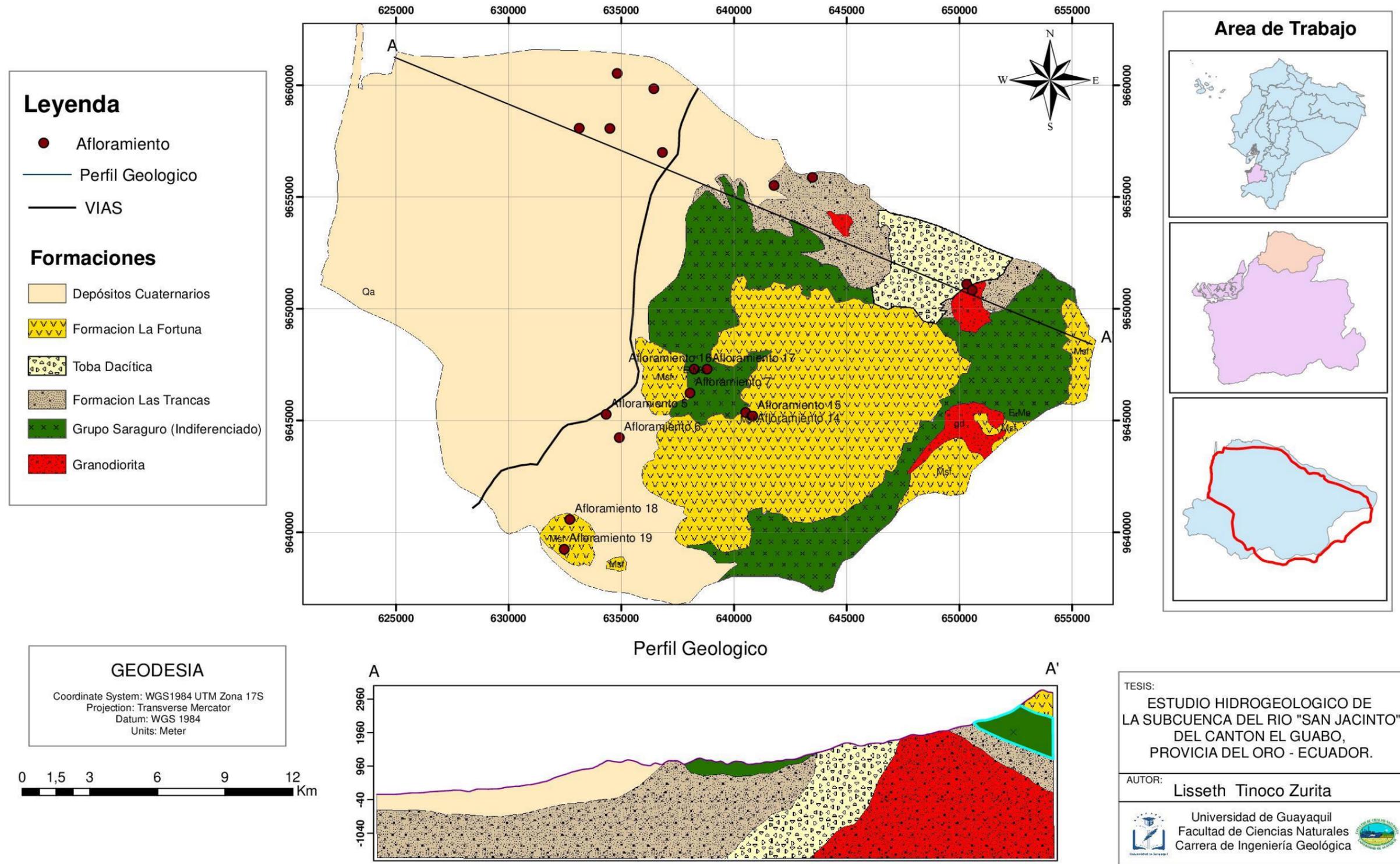


Figura 5.- Mapa Geológico de los afloramientos de la Subcuenca del Río San Jacinto. PRODEMINCA, 1997.

2.1.1. Descripción Geológica de afloramientos de la Subcuenca del Río San Jacinto.

✓ Grupo Saraguro

Unidad de Lavas Andesíticas (Eoceno Tardío):

Los afloramientos 13, 14, 15, 16 y 17, litológicamente se constituyen de lavas andesíticas, de color gris azulado medio a gris oscuro; su espesor varía entre 30 a 4 metros; posee textura afanítica con cristales diseminados de cuarzo, piroxenos, feldespatos y anfíboles. En los afloramientos se observó meteorización, interperismo, moderada oxidación y diaclasamiento irregular, con aperturas de 3 a 5 mm sin material de relleno; presenta un buzamiento de 60 a 80° NE. Existe presencia de agua y abundante cobertura vegetal.

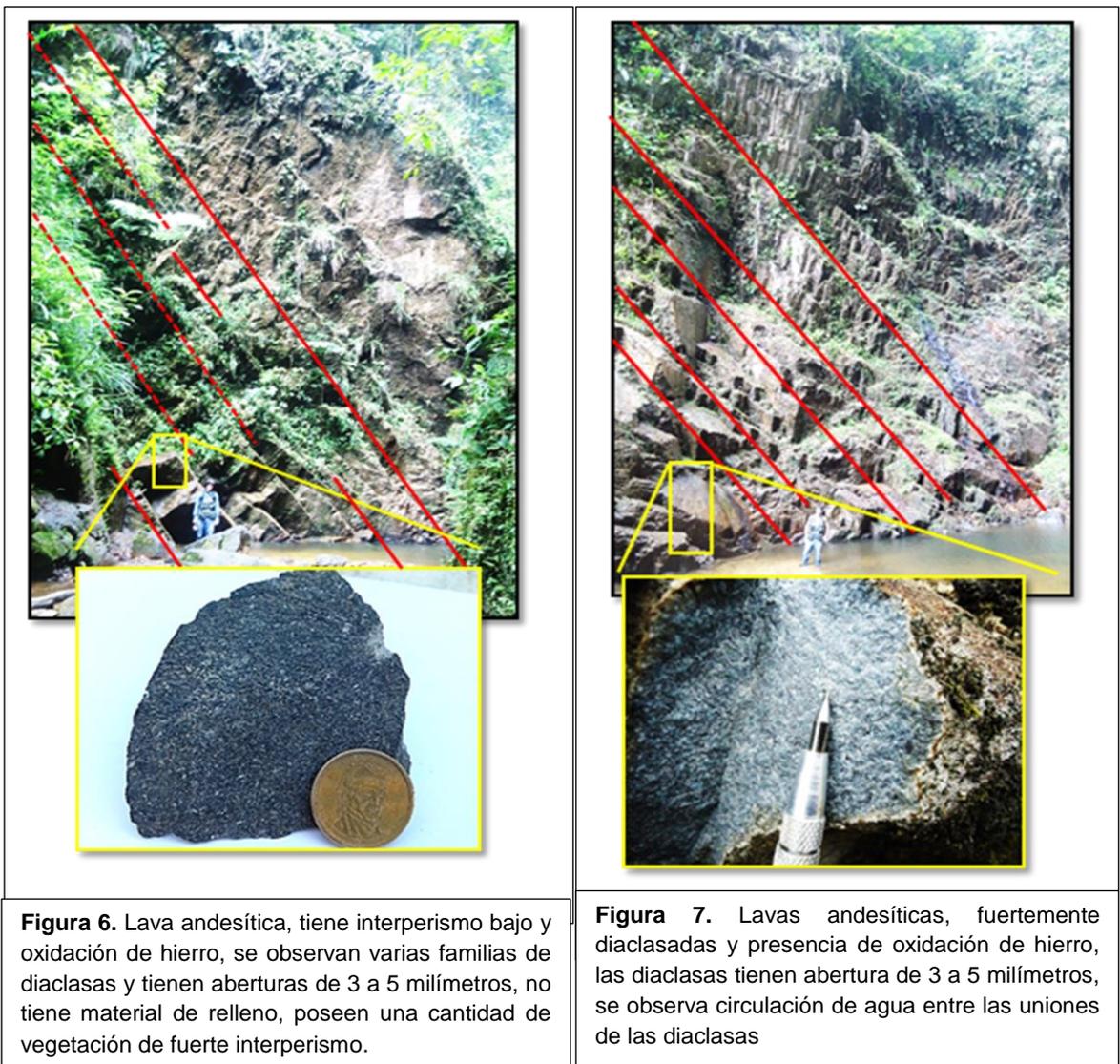


Figura 6. Lava andesítica, tiene interperismo bajo y oxidación de hierro, se observan varias familias de diaclasas y tienen aperturas de 3 a 5 milímetros, no tiene material de relleno, poseen una cantidad de vegetación de fuerte interperismo.

Figura 7. Lavas andesíticas, fuertemente diaclasadas y presencia de oxidación de hierro, las diaclasas tienen aperturas de 3 a 5 milímetros, se observa circulación de agua entre las uniones de las diaclasas

Formación Las Trancas (Oligoceno):

Constituida por los afloramientos 9 y 10 presentando areniscas y cuarzoareniscas conglomeráticas, capas decimétricas masivas, de color blanco y marrón amarillento pálido; su espesor varía de 3 a 10m; el tamaño y forma del grano va de muy grueso a gruesos conformado por guijarros moderadamente clasificados y bien compactados. En los afloramientos reconocidos en campo se observó meteorización y diaclasamiento irregular, con aperturas cerradas; presenta un buzamiento de 10° a 30 NE. Existe abundante cobertura vegetal.



Figura 8. Presentes estratos, decimétricos masivos, su tipo de roca es cuarzo arenisca conglomerática, el tamaño de forma de su grano va de grueso a guijarros, subredondeado a subanguloso, que se encuentra a 511m sobre el nivel del mar.

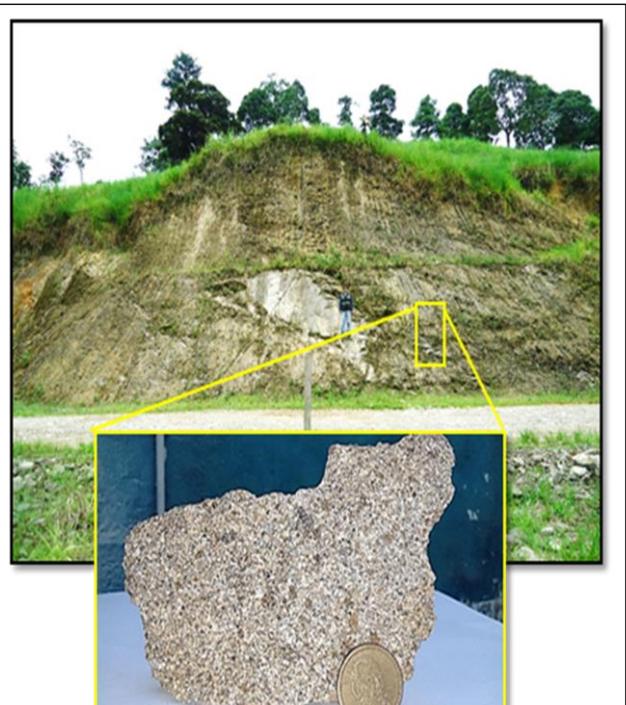
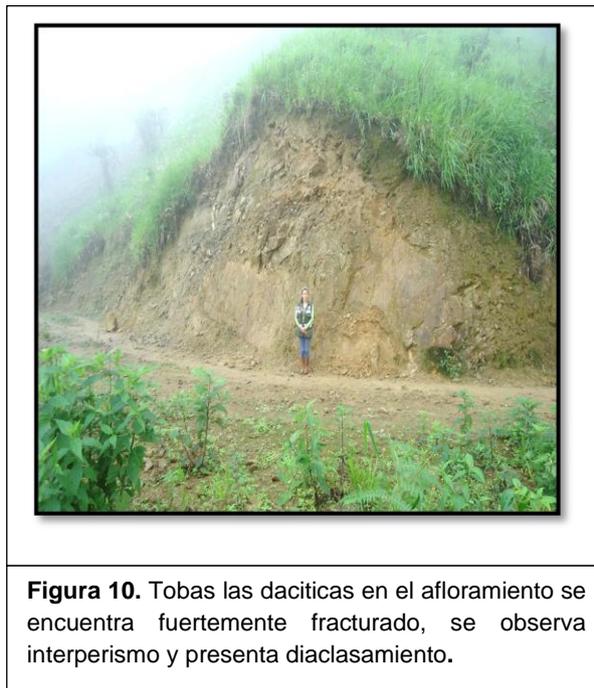


Figura 9. Presenta fuerte interperismo, está conformada por areniscas de tamaño de su grano, que va de gruesos a guijarros moderadamente clasificadas y compactadas.

Unidad de Tobas Dacíticas (Oligoceno):

Litológicamente el afloramiento 11 está conformado por tobas dacíticas de color naranja muy pálido; su espesor de 5 metros; posee texturas afanítica con cristales diseminados de cuarzo y feldespato. Observando en el afloramiento fracturas, interperismo y oxidación y diaclasamiento irregular, presenta buzamiento de 56 a 72 NE. Existe presencia de abundante cobertura vegetal.



Formación La Fortuna (Mioceno):

Está caracterizada por los afloramientos 18 y 19, que están formados por tobas de cristales, de color naranja muy pálido a blanco; su espesor varía entre 40 a 5 metros; posee textura fanerítica con cristales diseminados de plagioclasas, biotita, clastos líticos de forma angulosa y pequeñas cantidades de cuarzo. Los puntos investigados se observaron interperismo, meteorización y diaclazamientos irregular; presentan buzamiento de 52° a 129 S.



Figura 11. Tobas de cristales, está fuertemente fracturado e intemperizado por medio de agentes antropogénicos y presenta diaclasas.

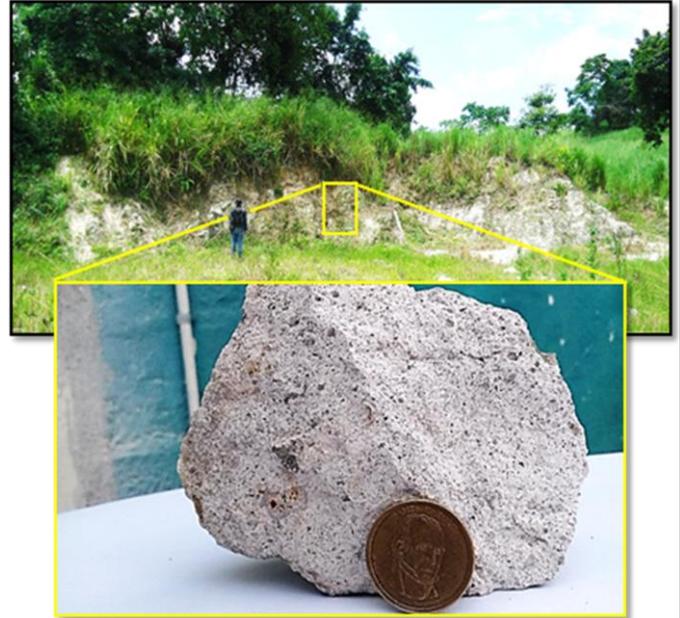


Figura 12. Tobas de cristales está fuertemente fracturado en intemperizado.

✓ Granodiorita (Oligoceno – Mioceno):

Mediante los datos obtenidos en campo el afloramiento 12 litológicamente se constituye de granodiorita; de color gris blanco y negro; su espesor es de 2 metros; posee textura fanerítica con cristales diseminados como plagioclasa, cuarzo, biotita, feldespato y piroxenos. En el afloramiento se observó fracturas e interperismo, meteorización esferoidal y oxidación de hierro. Existe presencia de abundante cobertura vegetal.



✓ Depósitos Cuaternarios:

Caracterizado por los afloramientos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8, se encuentran constituidos de terrazas aluviales, poseen matriz arenosa, presentan mala compactación y mala clasificación, están litológicamente conformados por arenas arcillosas, arcillas y conglomerados de bloques y guijarros.

Los afloramientos (1 y 3) representados por arenas arcillosas; de color marrón amarillento moderado a marrón amarillento pálido; su espesor es de 5 metros; el tamaño de grano va de medio a grueso, los afloramientos (2, 7 y 8) constituidos de conglomerados de bloques y guijarros; de color de naranja amarillento oscuro a marrón claro; su espesor va de 4 a 1.70 metros; la forma del grano va de centimétricos, subredondeados a subangulosos, los afloramientos (5 y 6) conformado por arcillas, de color marrón amarillento pálido a gris oliva claro; su espesor va de 5 a 3 metros y el tamaño de sus granos es de tamaño fino .

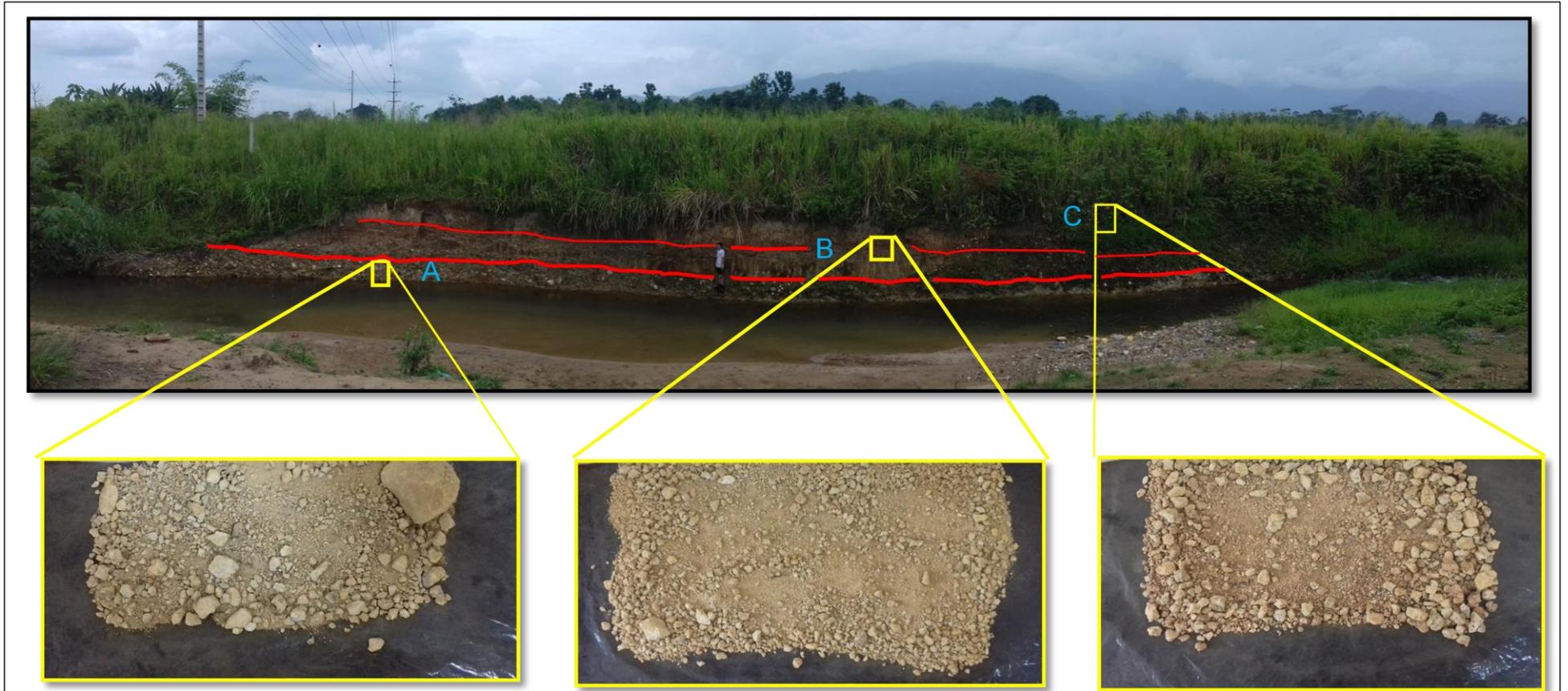


Figura 14. El afloramiento se encuentra a 1m sobre el nivel del mar (Unidad a, conglomerado de guijarros con una matriz areno arcillosa de color naranja amarillento oscuro), (Unidad b, arena limosa con traza de guijarros de color naranja amarillento oscuro), (Unidad c, arena gruesa de color marrón claro).

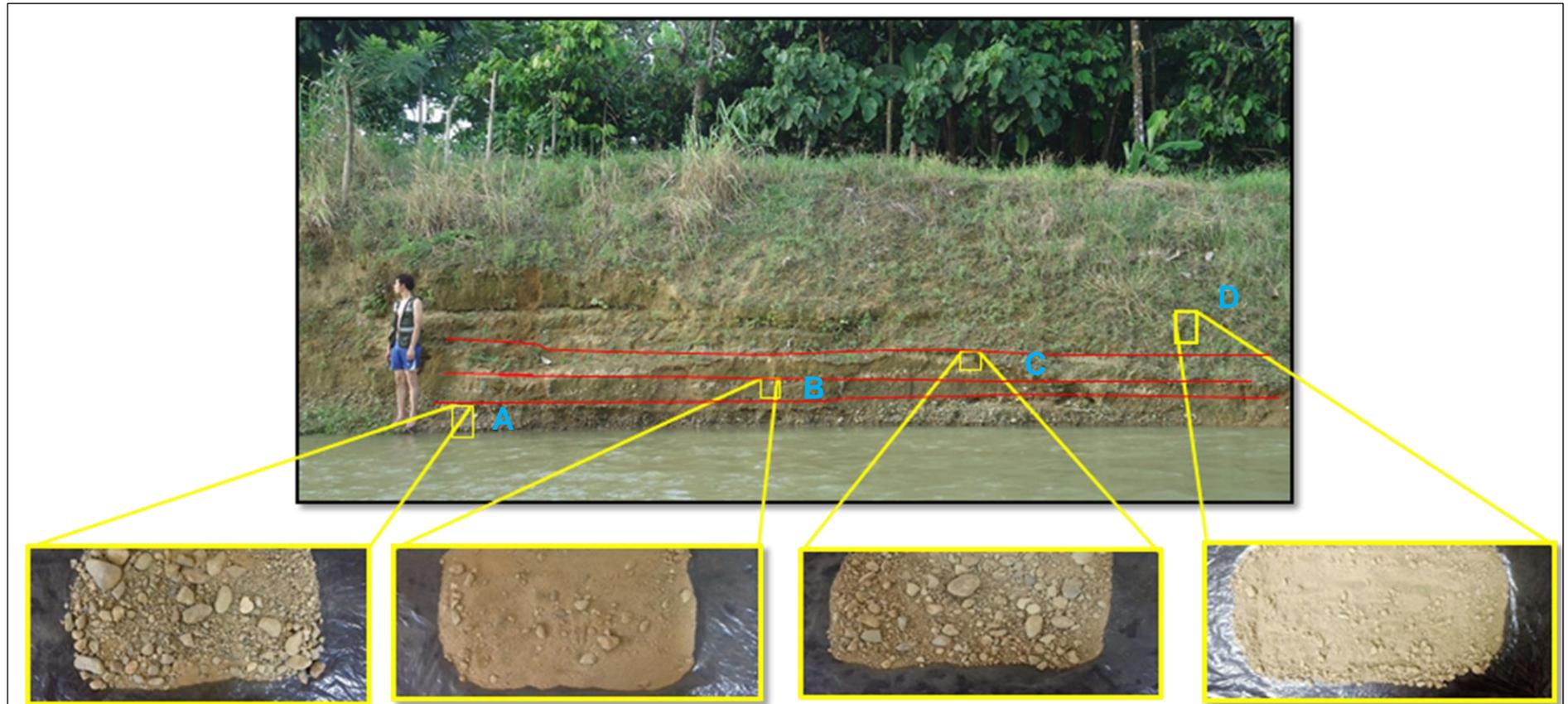


Figura 15. El afloramiento se encuentra a 1msnm y tiene una altura de 4m, (Unidad a, conglomerado de gijaros arenoso),(Unidad b, arena limosa), (Unidad c, microconglomerado de grava y arena), (Unidad d, arenas, de color marrón amarillento moderado).



Figura 16. Terraza aluvial litológicamente formada por conglomerado de bloques y guijarros centimétricos con una matriz de grava y arenas, de color naranja grisáceo, el tamaño sus granos van de subredondeados a subangulosos.

Tabla 8.- Descripción Geológica de los Afloramientos de la Subcuenca del Río San Jacinto

CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLOGICAS								
Geología	Afloramientos	Coordenadas	N. de Diaclasas	Aperturas	Presencia de Agua	Porosidad	Permeabilidad	
Grupo Saraguro	(Lavas Andesíticas del Grupo Saraguro)	Afloramiento 13	X: 640523 Y: 9645356	Dos familias de diaclasas de diferentes direcciones las cuales son (65/90; 0/65)	2 - 3 mm	X	Secundaria; variable	Va de moderada a lenta
		Afloramiento 14	X: 640800 Y: 9645200	Una familia de diaclasa con dirección (180/40)	3 - 5 mm	X	Secundaria; variable	Va de moderada a lenta
		Afloramiento 15	X: 640832 Y: 9645194	Una familia de diaclasa con dirección (145/60)	3 - 5 mm	Si	Secundaria; variable	Va de moderada a lenta
		Afloramiento 16	X: 638234 Y: 9648354		X	X	Variable	Va de moderada a lenta
		Afloramiento 17	X: 638810 Y: 9647295		X	X	Variable	Va de moderada a lenta
	Trancas	Afloramiento 9	X:643481 Y:9655871		X	Si	Variable	Va de moderada a lenta
		Afloramiento 10	X:641779 Y:9655513	Una familia de diaclasa con dirección (10/30 S)	Cerradas	X	Variable	Va de moderada a lenta
	Tobas Dacíticas	Afloramiento 11	X: 650328 Y: 9651097	Cuatro familias de diaclasas de diferentes direcciones las cuales son (48/72; 25/74; 56/72; 54/22)	Cerradas	X	Secundaria variable	Va de moderada a lenta
	Fortuna	Afloramiento 18	X: 632721 Y: 9640570	Cinco familias de diaclasas de diferentes direcciones las cuales son (120/44; 110/40 ; 129/52 ; 75/80 ; 109/84)	Cerradas	X	Elevada	Va de moderada a lenta
		Afloramiento 19	X: 632468 Y: 9639236		X	X	Elevada	Va de moderada a lenta
	Granodiorita	Afloramiento 12	X: 650574 Y: 9650831		X	X	Muy baja	Lenta
	Depósitos Cuaternario	Afloramiento 1	X: 634819 Y: 9660524		X	X	Elevada	Rápida
Afloramiento 2		X: 636828 Y: 9656988		X	X	Elevada	Rápida	
Afloramiento 3		X: 633139 Y: 9658074		X	X	Elevada	Moderada	
Afloramiento 4		X: 634495 Y: 9658061		X	X	Elevada	Rápida	
Afloramiento 5		X: 6343334 Y: 9645272	punto de control	X	X	X	Elevada	Moderada

Fuente: Autora

2.1.2. Características Hidrológicas

La Subcuenca del Río San Jacinto es parte de la Cuenca Naranjal Pagua que nace en la Cordillera Occidental, en la zona de estudio el sistema de drenaje, está caracterizada por tres microcuencas, las cuales están representadas por los Ríos Pagua, Colorado y Chaguana, las redes de drenaje presentan un patrón generalmente de tipo dendrítico con direcciones de flujo predominantes NE, SO, NS; toda la red de drenaje de la Subcuenca del Río San Jacinto desemboca en el Océano Pacífico.

➤ **Caracterización de Vertientes y Ríos**

Para la caracterización hidrológica de la Subcuenca del Río San Jacinto se realizó la identificación, la medición de puntos de agua y su posterior cálculo de caudales promedios en ríos y vertientes.

✓ **Ríos**

Se identificaron cuatro Ríos Chaguana, Zapote, Pagua y Colorado de estos 4 ríos tres de ellos pasan por los Depósitos Cuaternarios y uno por la Formación La Fortuna del Grupo Saraguro.

Los caudales máximos aproximados medidos en las nacientes de los Ríos fueron de 0.6 lts/sg y en las partes bajas de 10.15 m³/sg, cabe destacar que los caudales fueron aforados en época de verano.

• **Depósitos Cuaternarios**

Los Ríos Pagua, Zapote y Chaguana, que pasan por los Depósitos son perennes, sus aguas son oscuras, en los márgenes de los ríos presentan exuberante vegetación que disminuye en la parte baja de la cota.

El Río Pagua: Nace en la Formación Fortuna, su curso medio pasa por la Formación Las Trancas y su curso bajo pasa por las Depósitos Cuaternarios, desembocando en el Océano Pacífico, presenta secciones transversales de 7.28 m² aproximadamente, los caudales tienen velocidad de circulación de 0.59 m/sg y caudales promedios de 4.29m³/sg. (tabla 9).

El Río Zapote: Su curso alto nace en la Formación Fortuna, el cual se une con Río Yucal y su curso bajo pasa por las Depósitos Cuaternarios siendo su desembocadura en el Océano Pacífico, presentan secciones transversales de aproximadamente de 10.94 m², los caudales tienen velocidad de circulación de 0.21 m/sg y con caudal promedios de 2.3m³/sg. (tabla 9).

El Río Chaguana: Su curso alto nace en la Formación Fortuna y se une con el Río San Jacinto, su curso bajo pasa por los Depósitos Cuaternarios siendo su desembocadura en el Océano Pacífico, presentan secciones transversales de 21.14 m² aproximadamente, los caudales tienen velocidad de circulación de 0.48 m/sg y con caudales promedios de 10.15m³/sg. (tabla 9).

- **Formación la Fortuna**

El Río Colorado nace en la Formación Fortuna que corresponde al Grupo Saraguro, la circulación de agua de este Río es perenne, sus aguas son oscuras y en el margen del río presenta vegetación exuberante.

El Río Colorado en su curso alto nace en la Formación Fortuna, su curso medio pasa por la Unidad de Lavas Andesíticas del Grupo Saraguro el cual se une con Río Zapote y su curso bajo pasa por las Depósitos Cuaternarios siendo su desembocadura en el Océano Pacífico, se estima que el caudal es de 0.6 lts/sg. (tabla 9).

Tabla 9.- Cálculo de caudales de los ríos de la Subcuenca del Río San Jacinto

Formación	Nombre de los Ríos	Código de Ríos	Media de los tiempos resultantes	Área de la Sección	Velocidad	Caudal	Tamaño de sus Caudales
Depósitos Cuaternario	Río Pagua	R001	23.8 sg	7.28 m ²	0.59 m/s	4.29 m ³ /sg	Caudales que van de pequeños a grandes
	Río Zapote	R002	37.25 sg	10.94 m ²	0.21 m/sg	2.3 m ³ /sg	
	Río Chaguana	R003	29.25 sg	21.14 m ²	0.48 m/s	10.15 m ³ /sg	

Fuente: (Autora)

Formación	Nombre del Río	Código del Río	Media de los tiempos resultantes	Volumen Conocido (Botella 600 ml)	Caudal
La Fortuna del Grupo Saraguro	Naciente del Río Colorado	R004	4.8 sg	0.6 lts/sg	0.6 lts/sg

Fuente: (Autora)

✓ Vertientes

En el área de estudio se identificaron seis vertientes (V001, V002, V003, V004, V005 y V006). Los seis manantiales están emplazados en el Grupo Saraguro en la Unidad de Lavas Andesíticas. Los aforos fueron ejecutados en época de verano y tiene como resultados caudales de 0.015 hasta 1.85 lts/sg. (tabla 10).

Tabla 10.- Cálculo de Caudales de Vertientes de la Subcuenca del Río San Jacinto

Formación	Código de Vertientes	Media de los tiempos obtenidos	Volumen	Caudal
Unidad de Lavas Andesíticas del Grupo Saraguro	V001	20.75 sg	0.6 lts	0.028 lts/sg
	V002	15.75 sg	0.6 lts	0.038 lts/sg
	V003	1.4 sg	0.6 lts	0.43 lts/sg
	V004	0.325 sg	0.6 lts	1.85 lts/sg
	V005	0.425 sg	0.6 lts	1.41 lts/sg
	V006	39 sg	0.6 lts	0.015 lts/sg

Fuente: (Autora)

2.1.3. Caracterización de pozos profundos de agua subterránea

En el área de estudio se realizó el levantamiento de 31 pozos profundos de agua subterránea, ubicándose en los Depósitos Cuaternarios, esta información se realizó mediante entrevistas a los pobladores consultándoles las siguientes características de los pozos; características constructivas (profundidad, diámetro y altura de tubería parte exterior) y datos hidrológicos de los pozos (profundidad del nivel freático y nivel del agua en época de invierno y verano).

La máxima profundidad de perforación identificada es de 120 m y la mínima de 3.30 m, el diámetro máximo es de 83 cm y el mínimo de 7cm. El sistema de extracción de agua de todos los pozos es por bombeo.

Según las características hidrológicas de los pozos la máxima profundidad del nivel freático es de 15m y la mínima de 1m, en su mayor parte el nivel de agua se mantiene y en ciertas ocasiones sube, pero nunca se seca.

Tabla 11.- Características Constructivas de Pozos de la Subcuenca del Río San Jacinto

Puntos de Agua	Identificación Geográfica			Características Constructivas				Datos Hidrológicos		
	Coordenadas			Profundidad del Pozo (m)	Diámetro (cm)	Altura de tubería parte exterior (cm)	Sistema de Extracción	Profundidad del Nivel Freático (m)	Nivel del Agua	
	X	Y	Z						Invierno	Verano
1	634157	9641186	28,88	3.30	30	3	Bomba	1.90	Se mantiene	Se seca
2	634658	9640381	30,19	8	40	Nivel del suelo	Bomba	7	Se mantiene	Baja un poco
3	631090	9639749	43,54	11	70	3	Bomba	2.20	Se mantiene	Se mantiene
4	631596	9646344	29,32	2.80	70	100	Bomba	2.10	Sube	Se mantiene
5	631607	9646365	25,98	7.10	20	5	Bomba	2	Se mantiene	Se mantiene
6	631452	9646965	34,57	19	20	6	Bomba	2.8	Se mantiene	Se mantiene
7	625841	9650901	16,32	3	80	0.50	Bomba	1	Sube	Se mantiene
8	625815	9650852	15,66	4	40	Nivel del suelo	Bomba	1.5	Sube	Se mantiene
9	635901	9660326	37,27	9	80	4	Bomba	2	Se mantiene	Se mantiene
10	636118	9660038	24,81	60	20	Nivel del suelo	Bomba	2	Se mantiene	Se mantiene
11	635454	9660058	38,7	9.30	18	38	Bomba	2.50	Se mantiene	Se mantiene
12	635456	9660053	41,5	25	18	38	Bomba	15	Se mantiene	Se mantiene
13	636049	9661059	26,29	98	24	10	Bomba	7	Sube	Se mantiene
14	635473	9661269	15,94	15	24	5	Bomba	3	Sube	Se mantiene
15	634747	9661656	18,69	15	80	12	Bomba	10	Sube	Se mantiene
16	634343	9661476	15,58	30	24	Nivel del suelo	Bomba	1.5	Sube	Se mantiene
17	633277	9660487	15,67	5.75	18	25	Bomba	1	Sube	Se mantiene
18	632278	9660185	23,7	15	20	Nivel del suelo	Bomba	1	Sube	Se mantiene
19	632947	9660487	17,14	27	24	15 cm	Bomba	1	Sube	Se mantiene
20	632985	9656752	27,34	80	20	40 cm	Bomba	5	Se mantiene	Se mantiene
21	626031	9653865	17,96	18	19	20 cm	Bomba	6	Se mantiene	Se mantiene
22	626238	9653275	11,93	11	18	15 cm	Bomba	4	Sube	Se mantiene
23	626552	9652961	14,84	80	50	Nivel del suelo	Bomba	15	Se mantiene	Se mantiene
24	627135	9652916	24,2	120	50	15 cm	Bomba	8	Se mantiene	Se mantiene
25	627781	9651891	14,74	120	46	15 cm	Bomba	6	Se mantiene	Se mantiene
26	630461	9651759	22,04	120	40	Nivel del suelo	Bomba	20	Se mantiene	Se mantiene
27	630475	9649634	32,49	3.70	83	55	Bomba	1.50	Sube	Se mantiene
28	631139	9648727	23,3	4.40	37	7	Bomba	1.50	Se mantiene	Se mantiene
29	631860	9647778	29,9	8.56	20	65	Bomba	1.60	Se mantiene	Se mantiene
30	624509	9639690	16,32	18	19	6	Bomba	6	Se mantiene	Se mantiene
31	623774	9639509	22,06	12	18	6	Bomba	2	Se mantiene	Se mantiene

Fuente: Autora

2.2. EJECUCIÓN DE LOS SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES (SEV) EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SAN JACINTO.

Para el levantamiento geofísico realizado sobre las formaciones de la Subcuenca del Río San Jacinto, se utilizó el equipo Pro Syscal, se realizaron cuatro SEV cuyas coordenadas y ubicación de cada formación se las observa en la tabla N° 13.

Tabla12.- Coordenadas de SEV de la Subcuenca del Río San Jacinto

Punto Estación	Coordenadas UTM Datum; WGS 84, Zona 17		Formación
	X	Y	
SEV 1	631889	9640014	Grupo Saraguro
SEV 2	624235	9655760	Depósitos Cuaternarios
SEV 3	644188	9656661	Grupo Saraguro
SEV4	650574	9650831	Granodiorítica

Fuente: (Autora)

El SEV 1

Se encuentra ubicado en el centro turístico Mirador, el sondeo se lo realizo sobre la Formación La Fortuna. (figura 8)



Figura 17. SEV 1 sobre la Formación Fortuna

El SEV 2

Se encuentra ubicado en los terrenos de una camaronera a lado izquierdo de las instalaciones de CELEC, el sondeo se lo realizo sobre los Depósitos Cuaternarios. (figura 9)



Figura 18. SEV 2 sobre los Depósitos Cuaternarios

El SEV 3

Se encuentra ubicado a 2 km de la entrada San Miguel de Brasil a nivel de la carretea, el sondeo se realizó sobre el Grupo Saraguro.



Figura 19. SEV 3 sobre el Grupo Saraguro

El SEV 4

Se encuentra ubicado en el pueblo San Vicente a nivel de la carretera, el sondeo se realizó sobre Granodiorita. (figura 11)



Figura 20. SEV 4 sobre Granodiorita

CAPITULO III

RESULTADOS

3.1. ANÁLISIS DE LABORATORIO

El análisis de clasificación de suelos para caracterización hidrogeológico fue ejecutado bajo las normas INEN O697 (2010) y 6968 (2011). Del levantamiento geológico se tomaron 13 muestras de materiales detríticos de las cuales 10 muestras (F01, 03, 04, 05, 06, 08, GO2A, 02B, 02C, 04B, 07, 08A, 08B y 08C) fueron materiales Cuaternarios, 1 (F10) de la Formación Trancas y dos (G016 y G017) de la Unidad de Lavas Andesíticas del Grupo Saraguro.

3.1.1. Ensayo Granulométrico del material más Fino que pasa por el tamiz N.- 200

Las Muestras analizadas por este método seis pertenecen a los Depósitos Cuaternarios y una a la Formación Las Trancas del Grupo Saraguro. Este ensayo nos permite separar la arena fina de limo y la arcilla.

- **Depósitos Cuaternarios**

Los Depósitos Cuaternarios fueron analizados con la ayuda de las muestras (F01, 03, 04, 05, 06 y 08) estas muestras presentaron porcentajes de materiales gruesos retenido en el Tamiz N.- 200 que van desde 1% a 70% aproximadamente y materiales más finos que pasa por el Tamiz N.- 200 en porcentajes que van desde 30% hasta 99% aproximadamente. Esto permitió clasificar a los suelos como arcillas arenosas o arenas arcillosas con trazas de limo, destacándose las arcillas arenosas como las más representativas de este Depósito.

- **Formación Trancas del Grupo Saraguro**

La Formación Las Trancas fue analizada mediante la muestra (F 10), presentando un porcentaje del material grueso retenido en el tamiz N.- 200 de 66% y de material más fino que pasa por Tamiz N.- 200 de 34%, lo cual nos permite clasificar a los suelos de esta Formación como arenas arcillosas con trazas de limos.

Tabla 13.- Determinación de suelo para los materiales más finos que pasa el tamiz N_o 200

Formación	Afloramiento	Código de la Muestra	Porcentaje resultante del material más fino que pasa en tamiz N.- 200	Porcentaje del material Grueso	DEFINICIÓN DEL NOMBRE LITOLÓGICO
Depósitos Cuaternarios	Afloramiento 1	F 01	37.72%	62.28	Arena arcillosa con trazas de limo
	Afloramiento 3	F 03	71.51%	28.49	Arcilla arenosa
	Afloramiento 4	F 04	54.79%	45.21	Arcilla arenosa
	Afloramiento 5	F 05	98.99%	1.01	Arcilla con trazas de arena
	Afloramiento 6	F 06	78.35%	21.65	Arcilla arenosa
	Afloramiento 8	F 08D	30.45%	69.55	Arena arcillosa con trazas de limo
Trancas del Grupo Saraguro	Afloramiento 10	F 10	30%	70%	Arenas arcillosas con traza de limo

Fuente: (Autora)

3.1.2. Ensayos Granulométricos de suelos finos y gruesos utilizando la norma técnica del INEN 6968 (2011).

De las 10 muestras de suelo de los diferentes afloramientos se analizaron 8 muestras que pertenecen a los Depósitos Cuaternarios y 2 muestras de suelo sobre Lavas Andesíticas del Grupo Saraguro.

- **Depósitos Cuaternarios**

En estos Depósitos se analizaron ocho muestras de suelo (GO2A, 02B, 02C, 04B, 07, 08A, 08B y 08C), como resultado del tamizado y uso de la curva granulométrica se obtuvo mayores cantidades de grava arenosa con trazas de arcilla y arcillas.

- **Lavas Andesíticas del Grupo Saraguro**

Las muestras de suelo obtenidas en Lavas Andesíticas se analizaron dos (G016 y G017), mediante el tamizado se adquirió diferentes pesos, utilizando la curva granulométrica da como resultado arenas arcillosas.

Tabla 14.- Análisis granulométrico de suelos, utilizando las normas técnicas del INEN para materiales finos y gruesos.

Formación	Afloramiento	Código de la Muestra	Definición del nombre litológico
Muestras de suelo de los Depósitos Cuaternarios	Afloramiento 2	G 02A	Grava con trazas de arcilla
		G 02B	Arena Arcillosa
		G 02C	Arena Arcillosa
	Afloramiento 4	G 04B	Grava arenosa con trazas de arcilla
	Afloramiento 07	G 07	Grava arenosa con trazas de arcilla
	Afloramiento 8	G 08A	Arena arcillosa
		G 08B	Arcilla
		G 08C	Arena arcilla limosa
	Muestras de suelo de Lavas Andesíticas del Grupo Saraguro	Afloramiento 16	G 016
Afloramiento 17		G 017	Arena arcillosa

Fuente: (Autora)

3.2. Análisis Geofísico

En la Subcuenca del Río San Jacinto mediante el análisis geofísico realizado sobre el Grupo Saraguro, Granodiorita y los Depósitos Cuaternarios se obtuvieron los siguientes resultados:

- ✓ El SEV 1. Con una profundidad de 130 m se identificó 4 estratos y el SEV 3 con una profundidad 150 m se identificó 3 estratos.
 - ✓ El SEV 4. Con una profundidad de 150 metros fue realizado sobre la granodiorita y se identificó 3 estratos.
 - ✓ El SEV 2. Con una profundidad de 150 metros fue realizado sobre los Depósitos Cuaternarios y se identificó 3 estratos.
- **Grupo Saraguro:**

Presenta litologías que van desde tobas hasta lavas andesíticas con interperismo de muy variada génesis. El grupo Saraguro está caracterizado desde el punto de vista geoelectrico como una Formación con probabilidad media a baja de generar acuíferos consistentes y productivos, la investigación mediante sondeos eléctricos verticales determinó que al Grupo Saraguro como un estrato de multicapa hasta los 150 metros de profundidad; la primera capa de este grupo tiene espesores de 1.5 a 3.5 metros y se caracterizan por resistividades que van de 23 a 53 Ωm , esta capa corresponde a la primera capa de interperismo. La segunda capa que se interpretó tiene espesores que van desde 9 a 26 metros con resistividades que fluctúan entre 7 a 100 Ωm , e intercalaciones pequeñas de estratos más finos con resistividades bajas de 7 Ωm . Bajo esta capa las resistividades suben hasta más de 9800 Ωm , esta capa podría tratarse del basamento de la Subcuenca. La porosidad y permeabilidad de estos materiales dependerá de su grado de fracturación y granulometría.

- **GRANODIORITAS:**

Estas rocas están fuertemente intemperizadas, fracturadas y diaclasado. El estudio de resistividad eléctrica determinó 3 capas, la primera capa con un espesor de 2 metros con resistividades de 45 Ωm que corresponde a la capa más superficial e intemperizada, la segunda capa con espesor de 40 metros con resistividad de 180 Ωm , corresponde a las granodioritas con más posibilidades de generar acuíferos y bajo esta capa la resistividad de las granodioritas suben hasta los 800 Ωm , motivo por el cual se define que este tipo de rocas presenta una probabilidad media a baja de generar acuíferos explotables.

- **DEPÓSITOS CUATERNARIOS:**

Conformados por arenas, arcillas, conglomerados y guijarros. Mediante el estudio de resistividad eléctrica se pudo detectar tres estratos hasta los 150 metros prospectados, el estrato número uno con un espesor de 2 metros con resistividades de 2.5 Ωm , el segundo estrato emplazado con espesor de 30 metros y resistividad de 0.7 Ωm y bajo este estrato la resistividad sube hasta 1.4 Ωm , estas resistividades bajas y muy bajas hacen suponer que los estratos presentan materiales con minerales que actúan como buenos conductores los cuales probablemente serían de origen marino, esta formación tiene buenas probabilidades de formar acuíferos sin embargo en la zona prospectada estos pozos serían productores de agua de mala calidad.

Tabla 15.- Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) de la Subcuenca del Río San Jacinto

FORMACIÓN	N° SEV	AB/2	N° de estratos	Resistividad ad 1er estrato (Ωm)	Espesor 1er está (m)	Resistividad ad 2do estrato (Ωm)	Espesor 2do está (m)	Resistividad ad 3er estrato (Ωm)	Espesor 3er está a (m)	Resistividad 4to estrato (Ωm)	INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA	CARACTERIZACIÓN GEOELÉCTRICA
Grupo Saraguro	1 - 3	130	4	23	1,5	7	9	330	10	9853	Tobas de cristales (plagioclasa, biotita y cuarzo) y dacíticas y en ocasiones lavas andesíticas.	MEDIA A BAJA
		150	3	53	3,5	100	26	200				
Granodiorita	4	150	3	45	2	180	40	800			Granodioritas fuertemente intemperizadas, fracturadas y diaclasadas, con pérdida completa de sus propiedades mecánicas.	MEDIA A BAJA
Depósitos Cuaternarios	2	150	3	2,5	2	0,7	30	1,4			Depósitos Cuaternarios constituidos por arenas arcillosas, conglomerados, guijarros y arcillas.	ALTA A MEDIA

Fuente: (Autora)

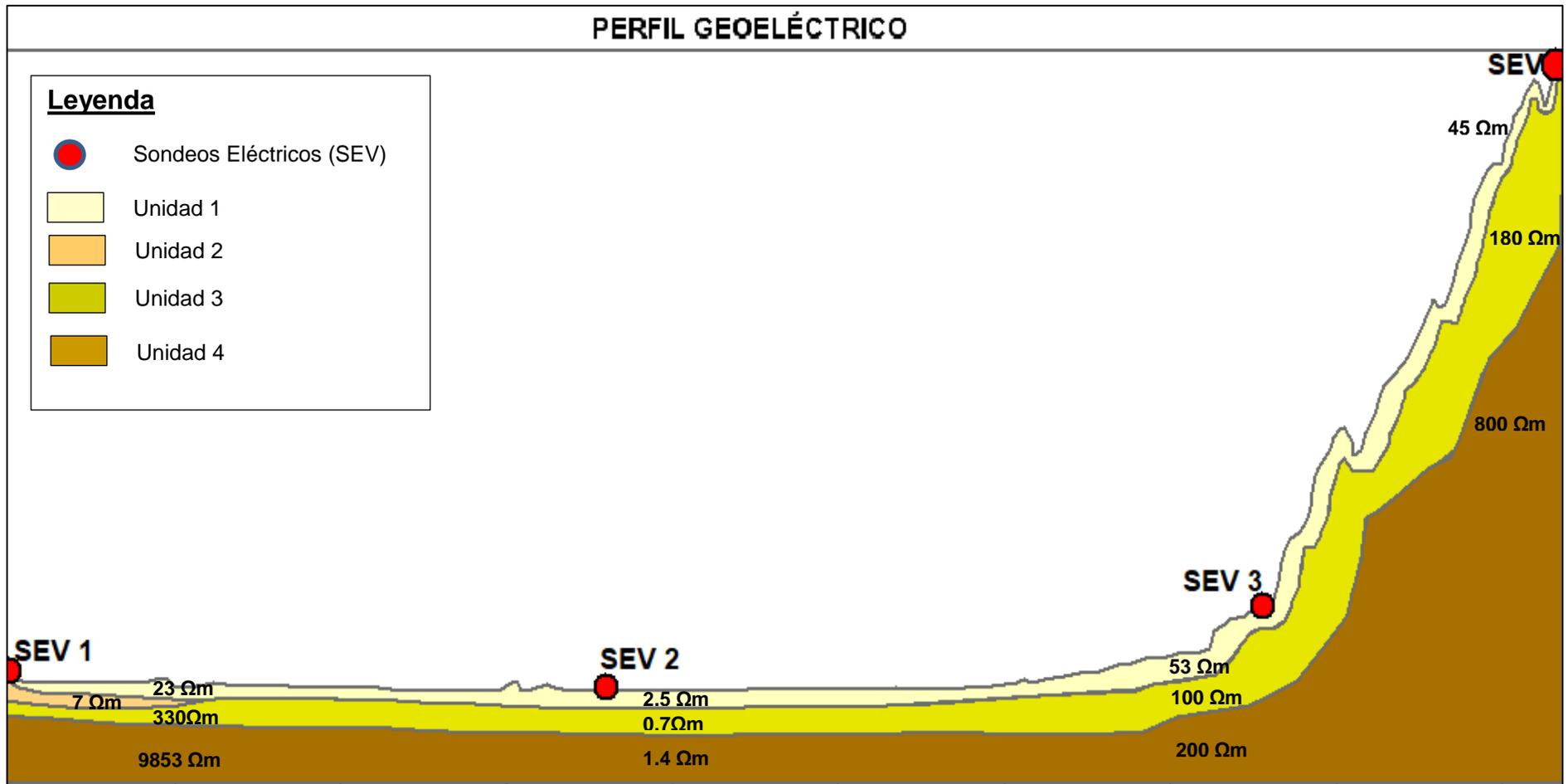


Figura 21.- Perfil Geoelectrico de la Subcuenca del Río San Jacinto **Fuente:** (Autora)

3.3. Análisis de materia Orgánica

En la Subcuenca del Río San Jacinto después de la obtención de las muestras, en el laboratorio se procedió a realizar el ensayo de comprobación de materia orgánica mediante la utilización de agua oxigenada.

Como resultado tenemos que existe efervescencia de media a baja en las siguientes formaciones; Las Trancas (F10), Unidad de Lavas Andesíticas (GO16 y GO17) que son parte del Grupo Saraguro y los Depósitos Cuaternarios (F01, F02A, F02B, F02C, F03, F04, G04B, F05, F06, G07, G08A, G08B, G08C Y G0D). Lo cual indica posible presencia de materia orgánica.

Tabla 16.- Materia Orgánica de las Formaciones de la Subcuenca del Río San Jacinto.

Formación	Afloramientos	Código de Muestras	Materia Orgánica		
			Alta	Media	Baja
Grupo Saraguro	Las Trancas	9 y 10			X
	Lavas Andesíticas	16	G 016		X
		17	G 017		X
Depósitos Cuaternarios	1	F 01		X	
		G 02A		X	
	2	G 02B			X
		G 02C			X
	3	F 03			X
		F 04A			X
	4	G 04B			X
		F 05		X	
	6	F 06		X	
		G 07		X	
	8	G 08A			X
		G 08B			X
		G 08C			X
		F 08D			X

Fuente: (Autora)

3.4. PERMEABILIDAD Y POROSIDAD

En la Subcuenca del Río San Jacinto para obtener la permeabilidad y porosidad en macizos rocosos, en suelos clasificados, para suelos de la Formación Trancas y para suelos de la Unidad de Lavas Andesíticas del Grupo Saraguro, se correlaciono con tablas existentes de permeabilidad y porosidad de suelos, así como permeabilidad y porosidad de matriz rocosa, analizándose para esto varias características texturales de las matrices como: tamaño, cantidad de clastos y tipo de roca.

Según la correlación con las tablas existentes de permeabilidad y porosidad para suelos y macizos rocosos realizados en las Formaciones que se ubican en el area de estudio se interpretan los siguientes resultados:

- 3.4.1. La Unidad de Lavas Andesíticas: Presentan cuatro familias de diaclasas con aperturas de 2 a 5 mm, es decir por estos espacios puede existir una buena circulación o movimiento del agua, clasificando a esta unidad con una permeabilidad que va de moderada a rápida y con una porosidad promedio de 7%.
- 3.4.2. Los afloramientos de la Formación Las Trancas: Presenta un macizo rocoso de cuarzoareniscas con presencia de diaclasas cerradas, conglomeráticas y suelos que se clasifican como arenas arcillosas con trazas de limo, presenta granos que van de muy gruesos a guijarros, con buena clasificación y espacios intergranulares. Estas características establecen que las cuarzoareniscas no tienen espacios adecuados por donde pueda circular él agua, es decir podrían tener una permeabilidad lenta y porosidad de 5%

aproximadamente; y suelos con permeabilidad moderada a lenta y porosidad de 20% aproximadamente.

3.4.3. El afloramiento de la Unidad de Tobas Dacíticas: Presenta cuatro familias de diaclasas con aperturas cerradas, es decir que no permiten una buena circulación o movimiento del agua, clasificándolo con una permeabilidad de moderada a lenta y porosidad de 4% aproximadamente.

3.4.4. La Formación La Fortuna: Litológicamente compuesta por tobas de cristales presentan cinco familias diaclasas con aperturas cerradas, que no permiten una buena circulación o movimiento del agua clasificándolo como una permeabilidad de moderada a lenta y porosidad de 4% aproximadamente.

3.4.5. Granodiorita: Este afloramiento se encuentra muy meteorizado, sin presencia de fracturamiento ni diaclasas, es decir no permite una buena circulación de agua, clasificándolo principalmente con una permeabilidad lenta y porosidad de 1% aproximadamente.

3.4.6. Los afloramientos de los Depósitos Cuaternarios: Litológicamente compuesto por arcilla arenosa y arenas arcillosas con trazas de limo, el tamaño de grano es medio a grueso lo que permite una buena circulación de agua dentro de los espacios intersticiales. Se clasifican con una permeabilidad rápida a moderada y porosidad de 40% aproximadamente.

Tabla 17.- Permeabilidad de las Formaciones de la Subcuenca del Río San Jacinto.

Formación	Afloramientos	Código de Muestras	Nombre Litológico	Permeabilidad	
Grupo Saraguro	La Fortuna	18 y 19	18 y 19	Tobas de Cristales (roca)	Moderada a lenta
	Las Trancas	10	F 10	Arenas arcillosas con trazas de limo (suelo)	Moderada
		9	9	Cuarzoareniscas conglomeráticas (roca)	
	Tobas Dacíticas	11	11	Tobas Dacíticas (roca)	Moderada a lenta
	Lavas Andesíticas	13, 14 y 15	13, 14 y 15	Andesita (roca)	Moderada a rápida
		16	G 016	Arena arcillosa (suelo)	
17		G 017			
Granodiorita	12	12	Granodiorita (roca)	Lenta	
Depósitos Cuaternarios	1	F 01	Arena arcillosa con trazas de limo	Rápida, moderada	
		2	G 02A		Grava con trazas de arcilla
			G 02B		Arena Arcillosa
			G 02C		Arena Arcillosa
	3	F 03	Arcilla arenosa		
		F 04A	Arcilla arenosa		
	4	G 04B	Grava arenosa con trazas de arcilla		
	5	F 05	Arcilla con trazas de arena		
	6	F 06	Arcilla arenosa		
	7	G 07	Grava arenosa con trazas de arcilla		
	8	G 08A	Arena arcillosa		
		G 08B	Arcilla		
		G 08C	Arena arcilla limosa		
		F 08D	Arena arcillosa con trazas de limo		

Fuente: (Autora)

Tabla 18.- Porosidad de las Formaciones de la Subcuenca del Río San Jacinto.

Formación	Afloramientos	Código de Muestras	Nombre Litológico	Porosidad	
Grupo Saraguro	La Fortuna	18 y 19	18 y 19	Tobas de Cristales (roca)	Elevada
	Las Trancas	9 y 10	F 10	Arenas arcillosas con trazas de limo (suelo)	Variable
			9	Cuarzoareniscas conglomeráticas (roca)	
	Tobas Dacíticas	11	11	Tobas Dacíticas (roca)	Variable
	Lavas Andesíticas	13, 14 y 15	13, 14 y 15	Andesita (roca)	Variable
		16	G 016	Arena arcillosa (suelo)	
17		G 017			
Granodiorita	12	12	Granodiorita (roca)	Muy baja	
Depósitos Cuaternarios	1	F 01	Arena arcillosa con trazas de limo	Elevada	
		G 02A	Grava con trazas de arcilla		
	2	G 02B	Arena Arcillosa		
		G 02C	Arena Arcillosa		
	3	F 03	Arcilla arenosa		
	4	F 04A	Arcilla arenosa		
		G 04B	Grava arenosa con trazas de arcilla		
	5	F 05	Arcilla con trazas de arena		
	6	F 06	Arcilla arenosa		
	7	G 07	Grava arenosa con trazas de arcilla		
	8	G 08A	Arena arcillosa		
		G 08B	Arcilla		
		G 08C	Arena arcilla limosa		
		F 08D	Arena arcillosa con trazas de limo		

Fuente: (Autora)

3.5. ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO

Mediante los datos proporcionados del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) con series mensuales de temperaturas medias y precipitación media anual durante los años 1990 hasta 2013.

La información obtenida de temperaturas medias mensuales en °C (Tabla 20) y precipitaciones medias mensuales en mm (Tabla 21), fueron calculadas mediante promedio aritmético, a partir de las series de datos meteorológicos (precipitación anual y temperatura anual) de la estación climática "Granja STA. INES".

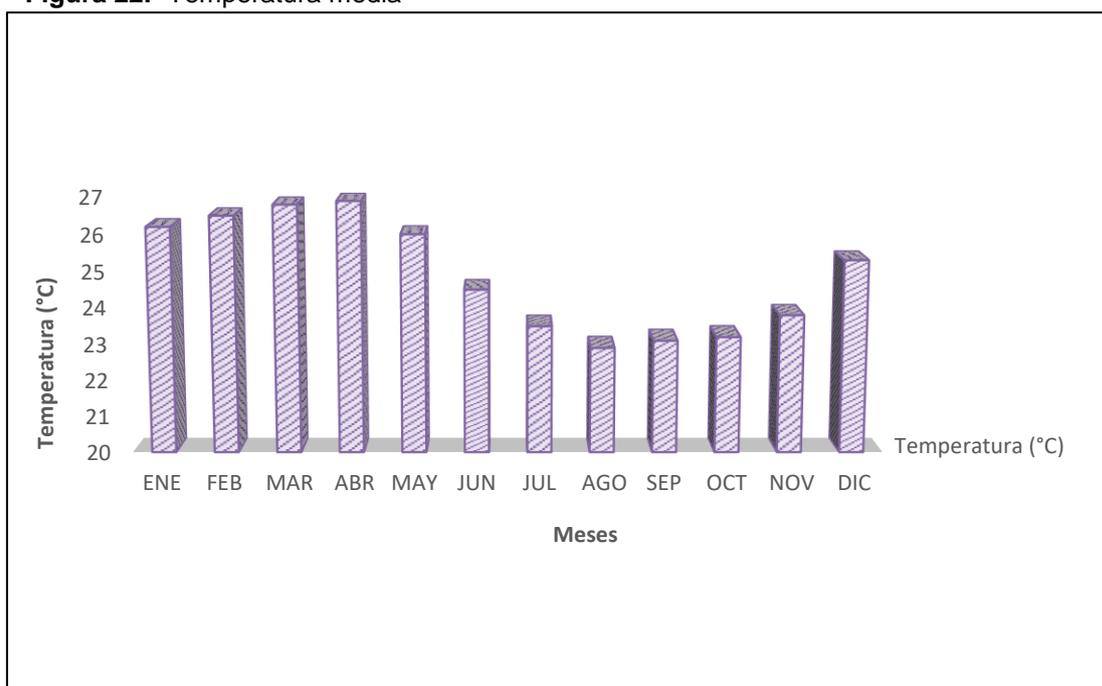
- ✓ Las temperaturas medidas para la estación "Granja STA. INES" se representa en gráfico de barras, de la siguiente manera.

Tabla 19.- Series mensuales de Temperatura media de datos Meteorológicos

Años 1990 - 2013	
Meses	Temperatura (°C)
ENE	26,2
FEB	26,5
MAR	26,8
ABR	26,9
MAY	26
JUN	24,5
JUL	23,5
AGO	22,9
SEP	23,1
OCT	23,2
NOV	23,8
DIC	25,3

Fuente: INAMHI

Figura 22.- Temperatura media



Fuente: (Autora)

- ✓ Es usual representar los datos de precipitación de una serie en una estación, mediante un gráfico de barras en ejes cartesianos (años/mm de precipitación) denominado yetograma. En este gráfico se dibuja una línea horizontal indicando la precipitación media del periodo.

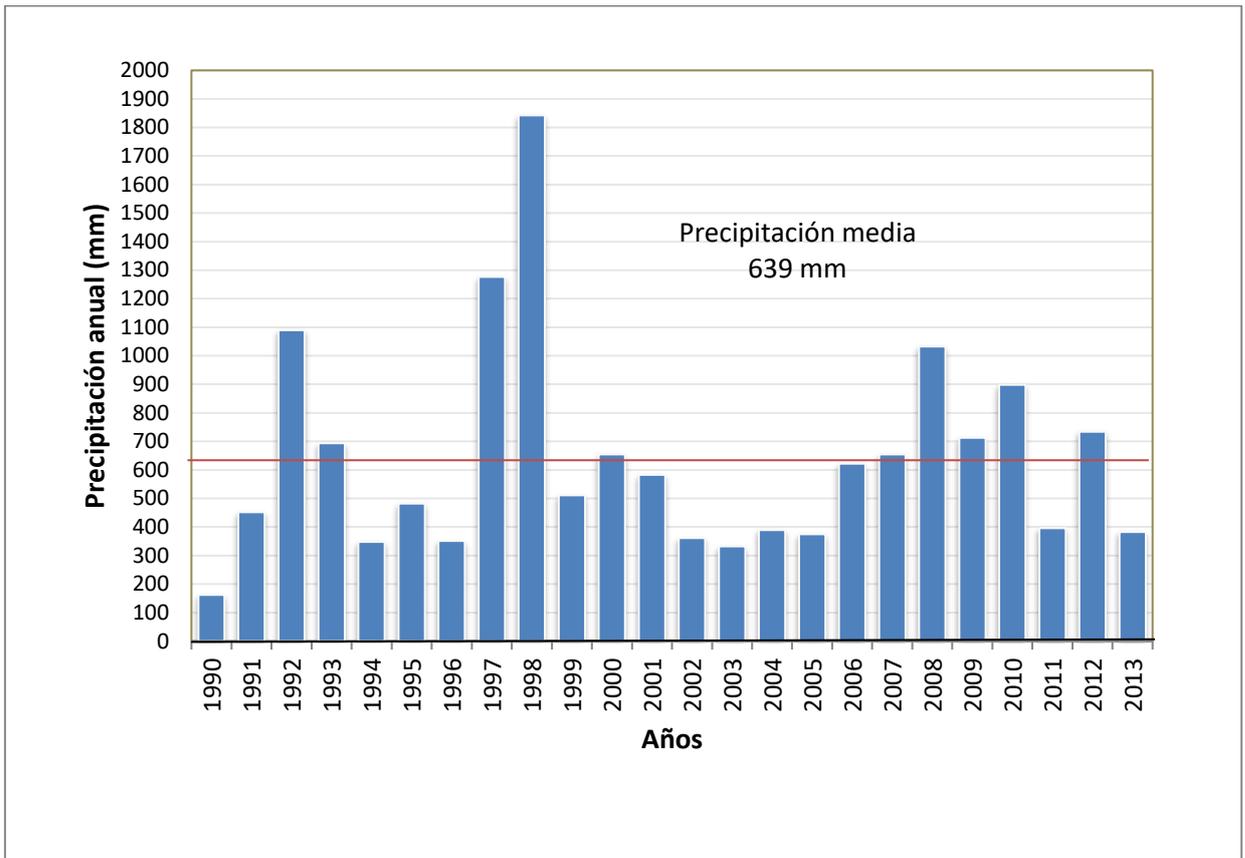
El yetograma es muy útil para comparar visualmente los años húmedos (1992, 1993, 1997, 1998, 2008, 2009, 2010 y 2012) que quedan por encima de la precipitación media (639 mm) y mientras q los años más secos son los que quedan por debajo. (Martínez *et al.*, 2005, p. 34).

Tabla 20.- Precipitación medias (mm)

Años	Precipitación anual (mm)
1990	161,8
1991	451,5
1992	1089,3
1993	693,6
1994	348
1995	481,8
1996	350,7
1997	1275,9
1998	1843
1999	511
2000	653,9
2001	582,45
2002	360,75
2003	332,4
2004	389,1
2005	374,2
2006	622,2
2007	653,9
2008	1032,4
2009	712
2010	897,9
2011	395,8
2012	733,8
2013	382,5

Fuente: INAM

Figura 23.- Yetograma de la estación "Granja STA. INES".



Fuente: (Autora).

3.6. VALORACIÓN DE RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DE LA SUB CUENCA DEL RÍO SAN JACINTO.

Para la realización de la caracterización hidrogeológica de la zona de estudio se establecieron rangos de importancia para los diferentes parámetros analizados en los afloramientos, identificando aspectos texturales y estructurales de la roca (clasificación de suelos y diaclasamientos); agentes físicos y químicos (interperismo y meteorización), porosidad y permeabilidad; características hídricas (ríos, vertientes y pozos) y características geofísica del sector ver (Tabla 6.- general de rangos).

Se establecieron diferentes valores de importancia hidrogeológica y se elaboró una clasificación cualitativa y cuantitativa, donde las Formaciones que se ubiquen en los rangos de 10 a 30 serán denominadas como hidrogeológicamente malas, del 30 al 50 buena, del 50 al 80 muy buena y del 80 al 100 excelente ver (Tabla 7.- rango de importancia).

- Las Unidades de Lavas Andesíticas presentan características estructurales e hídricas positivas y permeabilidad moderada a rápida. Clasificándola con un porcentaje de 7% de porosidad y ubicándola como una Formación hidrogeológicamente buena (anexo 2; tabla 12 valoración hidrogeológica de la Subcuenca).
- La Formación Las Trancas litológicamente es cuarzoareniscas, no tiene características hídricas favorables y presenta una permeabilidad lenta. Hidrogeológicamente es clasificada como una formación mala por presentar valores de 5% de porosidad (anexo 2; tabla 13 valoración hidrogeológica de la Subcuenca).
- Las características hídricas de la Unidad de Tobas dacíticas no son favorables para la acumulación o circulación de agua (permeabilidad moderada a lenta), por eso es clasificada hidrogeológicamente como mala con

un porcentaje de porosidad de 4 %. (anexo 2; Tabla 14 valoración hidrogeológica de la Subcuenca).

- Las tobas de cristales de la Formación La Fortuna presenta una permeabilidad de moderada a lenta, es decir, tiene características hidrogeológicas no favorables ubicándolas en una formación mala con porcentaje de 4% de porosidad (anexo 2; Tabla 15 valoración hidrogeológica de la subcuenca).
- La granodiorita presenta características hídricas no favorables y una permeabilidad lenta, por lo tanto, es una formación mala con porcentaje de 1% de porosidad (anexo 2; Tabla 16).
- Las características hídricas y geológicas de los Depósitos Cuaternarios son las más favorables, para la acumulación de agua, presentado así una permeabilidad rápida a moderada y porosidad elevada, clasificándolos como la una formación hidrogeológicamente muy buena con un valor de 41.

Tabla 21.- Caracterización de la Formación más apta para la circulación de aguas subterráneas

Formaciones	Valoración Hidrogeológica	Caracterización de la Formación más apta para la Circulación y Acumulación de Aguas Subterráneas
Unidad de Lavas Andesíticas	35	Buena
Formación Las Trancas	15	Mala
Unidad de Tobas Dacíticas	19	Mala
Formación La Fortuna	21	Mala
Granodiorita	13	Mala
Depósitos Cuaternarios	41	Muy Buena

Fuente: (Autora)

Tabla 23.- Rango de importancia

Rango de Importancia	
80 - 100	Excelente
50 - 80	Muy Buena
30 - 50	Buena
10 - 30	Mala

Fuente: (Autora).

CAPITULO IV

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS E HIDROLÓGICAS DE LAS FORMACIONES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO SAN JACINTO.

En la Subcuenca del Río san Jacinto se identificaron 6 Formaciones y 19 afloramientos para su debida caracterización geológica; y para la caracterización hidrogeológica se reconocieron 31 pozos de agua subterráneas en base a la medición de caudales en 4 ríos y 6 vertientes.

Características Geológicas

✓ Grupo Saraguro

Unidad de Lavas Andesíticas (Eoceno Tardío): Se constituyen de lavas andesíticas en los afloramientos 13, 14, 15, 16 y 17.

Formación Las Trancas (Oligoceno): Presenta areniscas y cuarzo areniscas conglomeráticas en los afloramientos 9 y 10.

Unidad de Tobas Dacíticas (Oligoceno): Se conforman por tobas Dacíticas en el afloramiento 11.

Formación La Fortuna (Mioceno): Los afloramientos 18 y 19, están formados por tobas.

✓ Granodiorita (Oligoceno – Mioceno): El afloramiento 12 se constituye de granodiorita.

✓ Depósitos Cuaternarios: Los afloramientos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8, se constituyen por terrazas aluviales.

Las lavas andesíticas de los afloramientos 13,14,15,15,17, son de color gris azulado medio a gris oscuro; de textura afanítica con cristales diseminados de cuarzo, piroxenos, feldespatos y anfíboles.

Las areniscas y cuarzo areniscas conglomeráticas de los afloramientos 9 y 10, son de color blanco y marrón amarillento, el tamaño y forma del grano es de muy grueso a gruesos conformado por guijarros moderadamente clasificados y bien compactados.

Las tobas dacíticas del afloramiento 11, son de color naranja muy pálido, de textura afanítica con cristales diseminados de cuarzo y feldespato.

Las tobas de cristales de los afloramientos 18 y 19, son de color naranja muy pálido a blanco; de textura fanerítica con cristales diseminados de plagioclasas, biotita, clastos líticos de forma angulosa y pequeñas cantidades de cuarzo.

La granodiorita del afloramiento 12, son color gris blanco y negro, de textura fanerítica con cristales diseminados como plagioclasa, cuarzo, biotita, feldespato y piroxenos.

Las terrazas aluviales de los afloramientos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8, poseen matriz arenosa, presentan mala compactación y mala clasificación, están litológicamente conformados por arenas arcillosas, arcillas y conglomerados de bloques y guijarros. Los afloramientos 1 y 3, presentan arenas arcillosas; de color marrón amarillento moderado a marrón amarillento pálido, el tamaño de grano va de medio a grueso.

Los afloramientos (2, 7 y 8) constituidos de conglomerados de bloques y guijarros, son de color naranja amarillento oscuro a marrón claro la forma del grano va de centimétricos, subredondeados a subangulosos.

Los afloramientos (5 y 6) conformado por arcillas, de color marrón amarillento pálido a gris oliva claro, el tamaño de sus granos es de tamaño fino.

En 1997, Dunkley y Gaibor definen que, la litología de la Subcuenca del Río San Jacinto se constituye de lavas andesíticas y tobas, soldadas de flujo de ceniza de composición dacíticas, de rocas ígneas intrusivas y de terrazas aluviales.

Por lo tanto, en la Subcuenca del Río San Jacinto se evidenciaron litologías como lavas andesíticas, tobas de cristales y dacíticas, granodioritas y arenas arcillosas, conglomerados de bloques, guijarros y arcillas. En consecuencia, la litología de la Subcuenca del Río San Jacinto es similar a las litologías que interpretaron Dunkley y Gaibor en 199.

Hidrología

- ✓ En la Subcuenca del Río San Jacinto el sistema de drenaje es de tipo dendrítico.

- ✓ La mayor concentración de pozos se identificó cerca del Río Chaguana, con niveles freáticos de 20 hasta 2m.

En la zona de estudio el sistema de drenaje está caracterizada por redes de drenaje de tipo dendrítico, la mayor concentración de pozos y de agua subterránea se identificó cerca del Río principal Chaguana con dirección noroeste y una mínima concentración de agua cerca al Río Colorado con dirección sureste. Así con un nivel freático que va desde 20 hasta 2m.

Manzano y Naranjo en el (2012) establecen que los Ríos principales de la Unidad Hidrológica Machala tienen formas dendríticas; que las cotas de espejos de agua que se observan, van desde un valor máximo de 48 m hasta un mínimo de 8m. También manifiestan que la acumulación de agua se presenta en dirección noreste y decrece hacia el sureste.

Por lo consiguiente en la Subcuenca del Río San Jacinto definió que existen semejanzas en los análisis realizados por Manzano y Naranjo en el (2012).

4.2. INTERPRETACIÓN ANÁLISIS GEOFÍSICOS

- ✓ En la Subcuenca del Río San Jacinto se obtuvieron resistividades en la Unidad de Lavas andesíticas y Fortuna de 9800 (Ωm).
- ✓ En Tobas Dacíticas y Fortuna tiene resistividades de 100 (Ωm).
- ✓ La Granodiorita con valores 800 Ωm .
- ✓ Los Depósitos Cuaternarios con resistividades de 0.7 a 2.5 (Ωm).

Según la geofísica realizada sobre las formaciones que se encuentra dentro de la Subcuenca del Río San Jacinto las resistividades están conformadas de la siguiente forma: La Unidad de Lavas Andesíticas y Las Tracas tienen resistividades que llegan a 9800 (Ωm), las Tobas dacíticas y Fortuna tiene resistividades de 100 (Ωm) y las Granodioritas con valores 800 Ωm y arcillas, arenas y gravas con posible contaminación de aguas salobres poseen resistividades de 0.7 a 2.5 (Ωm).

Custodio en 1976 define que las lavas poseen resistividades que van de 300 a 10000, las tobas de 20 a 100, las granodioritas 300 a 1000, las arcillas van de 2 a 20, las arenas de 130 a 1000 y las gravas de 100 a 10000.

Como resultado se obtuvo similares resistividades que están dentro de los parámetros expresadas por Custodio (1976).

4.3. Determinación de los Ensayos Laboratoriales.

Se analizaron 17 muestras de suelo, 7 para material fino y 10 para grueso perteneciente a los Depósitos Cuaternarios y a los suelos desarrollados sobre las Formaciones Tracas y Unidad de Lavas Andesíticas del Grupo Saraguro.

Material Fino

- ✓ Los suelos de los Depósitos Cuaternarios presentan porcentajes bajos de material grueso (1.01% a 69.55%) y porcentajes altos de material fino (30.45% a 98.99%). Por lo tanto, se evidencia más cantidad de material fino que grueso clasificando a los suelos como arcillas arenosas y arenas arcillosas con trazas de limo.

Cedeño David (2013) define que los suelos clasificados son materiales granulares de los cuales 35% o menos de las partículas pasan a través del Tamiz N°200. Los suelos que tienen más del 35% de partículas que pasan a través del tamiz N°200 se clasifican como material fino, estos suelos son principalmente limo y arcilla.

Obteniendo como resultado que en área de estudio son similares a las características expresadas por Cedeño David (2013).

4.4. CARACTERÍSTICAS DE POROSIDAD Y PERMEABILIDAD DE LAS FORMACIONES DE LA SUBCUENCA DEL RÍO SAN JACINTO

En la Subcuenca del Río San Jacinto para la obtención de permeabilidad y porosidad de los macizos rocosos y de los suelos se analizaron las características geológicas de los afloramientos y las propiedades texturales de las muestras de suelo utilizadas en los análisis laboratoriales correlacionándolo con tablas existentes para obtener permeabilidad y porosidad.

- ✓ Las Formaciones presentes en el Grupo Saraguro tiene permeabilidad que va de moderada a lenta y moderada a rápida, con porosidades que van de variable a elevada (4-10%).
- ✓ Los Depósitos Cuaternarios con permeabilidad rápida a moderada y una porosidad de 40%.

- ✓ La Granodiorita con porosidad muy baja (1%).

Las Formaciones presentes en el Grupo Saraguro (lavas, andesíticas y tobas) tienen características como diaclazamientos y fracturas con aperturas; meteorización; y suelos arenosos. Indicando permeabilidad va de moderada a lenta y moderada a rápida, con porosidades que van de variable a elevada (4 a 10%).

Los Depósitos Cuaternarios litológicamente compuestos por arenas arcillosas con trazas de limo, arcillas arenosas y conglomerados de bloques y guijarros; tamaño de grano de medio a grueso; y moderada clasificación, dan como resultado una buena circulación o movimiento del agua dentro de los espacios intersticiales, obteniendo así una permeabilidad rápida a moderada y una porosidad de 40%.

La granodiorita presenta elevada meteorización, es decir una porosidad muy baja (1%) porque no existen espacios intergranulares para que los fluidos (agua) puedan acumularse.

Según Manzano y Naranjo (2012). Los Depósitos Cuaternarios conformados por conglomerados, arenas y gravas tienen una alta permeabilidad, las unidades del Grupo Saraguro presentan secuencias volcánicas y sedimentarias consolidadas, es así que, su permeabilidad es muy alta y almacenan poca agua y son de baja producción.

Tiendo como resultado que las características del estudio de la Subcuenca del Río San Jacinto son similares a lo expresado por Manzano y Naranjo (2012).

4.5. CLASIFICACIÓN HIDROGEOLÓGICA DE LA FORMACIONES GEOLÓGICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO.

En el área de estudio mediante una clasificación cualitativa y cuantitativa se estableció cuáles son las formaciones geológicas con una mayor importancia para la acumulación de agua, teniendo como resultado los siguientes aspectos:

- ✓ Los Depósitos Cuaternarios hidrogeológicamente muy buena.
- ✓ La Unidad de Lavas Andesíticas hidrogeológicamente buena.
- ✓ La Formación Las Trancas hidrogeológicamente mala.
- ✓ La Formación La Fortuna hidrogeológicamente mala.
- ✓ Granodiorita hidrogeológicamente mala.

Los Depósitos Cuaternarios fueron clasificados como una Formación hidrogeológicamente muy buena para la acumulación de agua con un valor del 41. La Unidad de Lavas Andesíticas se ubican como la segunda mejor Formación con características hidrogeológicas, calificándola como buena para la circulación de agua con un valor de 35.

La Formación Las Trancas es la Formación menos favorable para la acumulación de agua, clasificándola como hidrogeológicamente mala con porcentaje de 15.

La Formación Las Fortuna es la formación menos favorable para la acumulación de agua, clasificándola como hidrogeológicamente mala con porcentaje de 21.

La Granodiorita es menos favorable para la acumulación de agua, clasificándola como hidrogeológicamente mala con porcentaje de 18.

Manzano y Naranjo (2012) definen a los Depósitos Cuaternario indiferenciado (Q) como de mayor interés hidrogeológico y las lavas andesíticas como buenas para la circulación.

En las Subcuenca del Río San Jacinto como resultado se obtuvo que los Depósitos Cuaternarios y las Lavas andesíticas Hidrogeológicamente es igual a lo mencionado por Manzano y Naranjo (2012).

CAPITULO V

CONCLUSIONES

1. En el área de estudio se identificaron seis tipos de litología: Tobas de cristales que corresponden a la Formación Fortuna, cuarzo areniscas perteneciente a la Formación Trancas, Unidad de Tobas Dacíticas, Unidad de Lavas Andesíticas las cuales son parte del Grupo Saraguro, Granodiorita y sedimentos de los Depósitos Cuaternarios.
2. En la Unidad de Lavas Andesíticas se constituyen de lavas andesíticas, en esta unidad se identificaron seis vertientes con caudales que van de 1.85 lts/sg hasta 0.015 lts/sg, obteniendo características geoeléctricas de media a baja, la clasificación granulométrica en suelos de Lavas Andesíticas son arenas arcillosas.

En su matriz rocosa presento cuatro familias de diaclasas con aperturas de 2 a 5 mm es decir puede existir una buena circulación de agua clasificándola a esta Unidad con una permeabilidad que va de moderada a rápida y con una porosidad promedio de 7% aproximadamente, caracterizándola hidrogeológicamente como buena para la circulación del agua.

3. En el área de estudio la Formación Las Trancas conformada por areniscas y cuarzo areniscas conglomeráticas, adquiriendo características geoeléctricas de media a baja. Las muestras de suelo fueron clasificadas como arenas arcillosas con trazas de limo.

Presenta macizo rocoso de cuarzo arenisca con presencia de diaclasas cerradas y suelos que se clasifican como arenas arcillosas con traza de limo, el tamaño de sus granos va de gruesos a guijarros obteniendo una permeabilidad de moderada a lenta y porosidad de 5% aproximadamente y en suelos con permeabilidad moderada a lenta y porosidad de 20% aproximadamente. Caracterizándola hidrológicamente como una mala Formación.

4. En la Unidad de Tobas Dacíticas se conforman por tobas dacíticas, con caracterización geoelectrica que va de media a baja, obteniendo cuatro familias de diaclasas con aperturas cerradas, es decir no permite una buena circulación clasificándola con permeabilidad de moderada a lenta y porosidad de 4% aproximadamente. Hidrogeológicamente caracterizándola como mala Unidad para la posible circulación y acumulación de agua subterránea.
5. En la zona de estudio la Formación Fortuna se constituyen de tobas, identificando la naciente del Río Colorado con caudal de 0.6 lts/sg, adquiriendo características geoelectricas que va de media a baja. Litológicamente compuesta por tobas de cristales, presentando cinco familias de diaclasas con aperturas cerradas que no permite una buena circulación de agua clasificándola con permeabilidad de moderada a lenta y porosidad de 4% aproximadamente. Hidrogeológicamente caracterizándola como una mala Formación.
6. La Granodiorita se constituye de granodiorita que presenta características geoelectricas que va de media a baja. Este afloramiento se encuentra muy meteorizado sin presencia de fracturamiento ni diaclazamientos, es decir no permite una buena circulación de agua clasificándola con permeabilidad lenta y porosidad de 1% aproximadamente. Caracterizándola hidrogeológicamente como una mala Formación para la posibles circulación y acumulación de agua.
7. En la Subcuenca del Río San Jacinto para la caracterización hidrológica se identificaron tres Ríos que pasan por los Depósitos Cuaternarios con caudales que van de pequeños a grandes. La mayor concentración de pozos de aguas subterráneas se ubica en dirección Noreste y una mínima concentración hacia el Sureste, la máxima profundidad de perforación identificada es de 120 y mínima de 3.30m, el diámetro máximo es de 83 cm y mínimo de 7cm, el sistema de extracción de agua de los pozos es por bombeo, según las características hidrológicas el nivel freático va de 20 a

2m en su mayoría el nivel del agua se mantiene en ciertas ocasiones sube, pero nunca se seca.

Adquiriendo características geoelectricas que va de alta a media, como resultado de la clasificación de suelos detríticos se obtuvieron arcillas arenosas y arenas arcillosas como material más fino y arenas arcillosas, gravas arenosas con trazas de limo como el material grueso. Litológicamente el tamaño de sus granos es de medios a gruesos permitiendo una buena circulación de agua con permeabilidad de rápida a moderada y porosidad de 40% aproximadamente. Caracterizándola como la Formación hidrogeológicamente muy buena para la posible acumulación de agua.

8. En el área de estudio con las muestras obtenidas en campo se identificó que existe efervescencia que va de media a baja, indicando posible presencia de materia orgánica.
9. Como resultado del análisis climatológico en la Subcuenca del Río San Jacinto los años húmedos (1992, 1993, 1997, 1998, 2008, 2009, 2010 y 2012) que quedan por encima de la precipitación media (639 mm) y mientras q los años más secos son los que quedan por debajo.

CAPITULO VI

REFERENCIAS

Aguilar, Marquínez, 2001. Prospección y Exploración de Aguas Subterráneas Área Chacras. Prov. DE EL ORO“.

Aspden, J A, Bonilla, W y Duque, P, 1995. The el Oro metamorphic complex, Ecuador: Geology an economic mineral deposit. Overseas Geology and mineral resources, No 67, 63 pp.

Atiencia, Carguachi, 2016. Introducción a la Hidrogeología del Ecuador

Baldock, J, W.1982. Geología del Ecuador. Boletín de Explicación del Mapa Geológico (1:1,000.000) de la Republica del Ecuador. Ministerio de Recursos Naturales y Energético Quito, 54 pp.

Blanco y de la Torre, 2015. - Los recursos hídricos en el mundo: cuantificación y distribución.

Busso, D. A, 2019. Hidrogeología materia. Obtenido de <http://hidrogeologia.materias.gl.fcen.uba.ar/>

Castellón, 2014. Métodos de aforo de fuentes superficiales.

Cedeño, 2013. - Investigación de la estabilización de suelos con enzima aplicado a la sub-rasante de la avenida Quitumbe-Ñan, Cantón Quito.

Chamorro, 2011. Guía de Hidrometría, Estimación de caudales por el método del Flotador.

Compton, 1970. Geología de Campo, Profesor de Geología de la Universidad de Stanford, California.

Dunkley y Gaibor (1997). Informe No 2, Proyecto de Desarrollo Minero y Control Ambiental, Programa de información Cartográfica y Geológica: Geology of the Weatern of Ecuador between 2- 3 S.

FAO, 1997. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Permeabilidad del Suelo.

Feininger, T, 1978. Geology map of the western part of the El Oro Province (1:50,000). Escuela Politecnica Nacional, Quito, Ecuador.

Luis Gonzales, 2002. - Ingeniería Geológica, Propiedades físicas de la matriz, p 128.

Manzo y Naranjo, 2012. "Caracterización Hidrogeológica de la Unidad Machala"

Martínez et al, 2006.- Fundamentos de Hidrología, p 34.

Megard, F, 1989. The evolution the Pacific Ocean Margin in South America north of the Arica Elbow (18°S). In the evolution of the Pacific Ocean margins (Z. Ben – Abraham Editor). Oxford monographs on Geology and Geophysics.

Munsell, D, 2009. Rock-Color Chart: Geological Society of America, p.10.

NTE INEN 0697, 2010.- (Spanish): Áridos. Determinacion del material más fino que pasa por el Tamiz con aberturas de 75 um (Nº 200), mediante lavado.

NTE INEN 696, 2011: Áridos. Análisis Granulométrico en los Áridos, Finos y Gruesos.

Ordoñez, M. Jimenez, N. Suarez, J, 2006.- Micropaleontología Ecuatoriana: Datos Bioestratigraficos y Paleoecologicos de las cuencas: Graben de Jambelí, Progreso, Manabí, Esmeraldas y Oriente; del levantamiento de la Península de Santa Elena y de la cordillera Chongón Colonche, Costera y Occidental.

Pratt, W T, Figueroa, JF & Flores, B G, 1997. - Informe Nº 1, Proyecto de desarrollo Minero y Control ambiental, Programa de información Cartográfica y Geológica: Geology and mineral deposits of the the Weston Cordillera of Ecuador between 3-4° S. CODIGEM-BGS, Quito, Ecuador.

Prodeminca, 1997. - Proyecto desarrollo minero y control ambiental.

Sanders, 1998. - Amanual of Field Hydrogeology. Prentice-Hall, 381 pp.

USGS, 2003. Map of Quaternary Faults and Folds of Ecuador and Its Offshore Regions Nº 7.

ANEXO 1

Anexo 1. Mapa Geológico, Estructural e Hidrológico de la Subcuenca del Río San Jacinto

Mapa Estructural

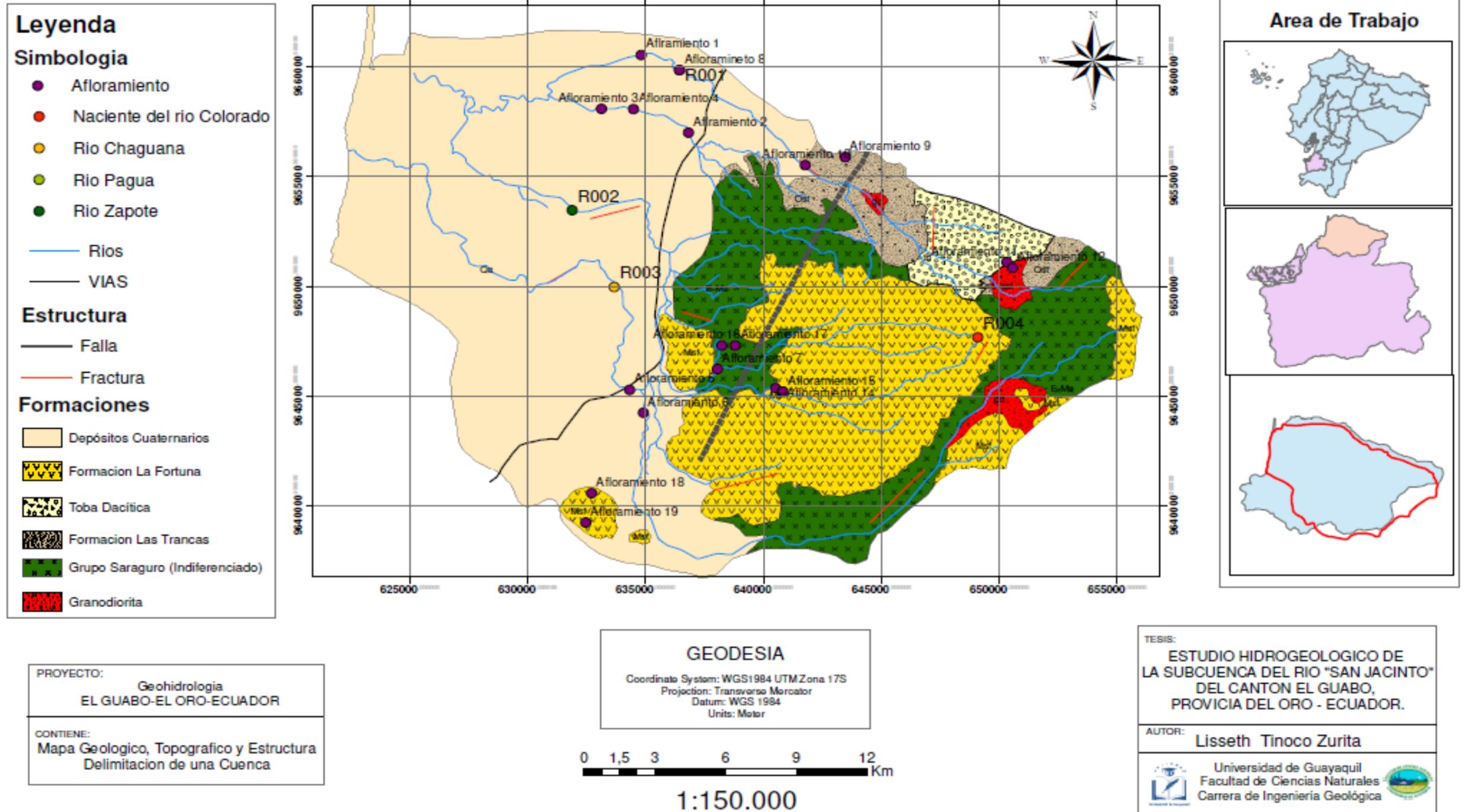


Figura 1.- Mapa Estructural de la Subcuenca del Río "San Jacinto". Mapas de Fallas de la USGS, 2003 N° 7.

Mapa Hidrológico

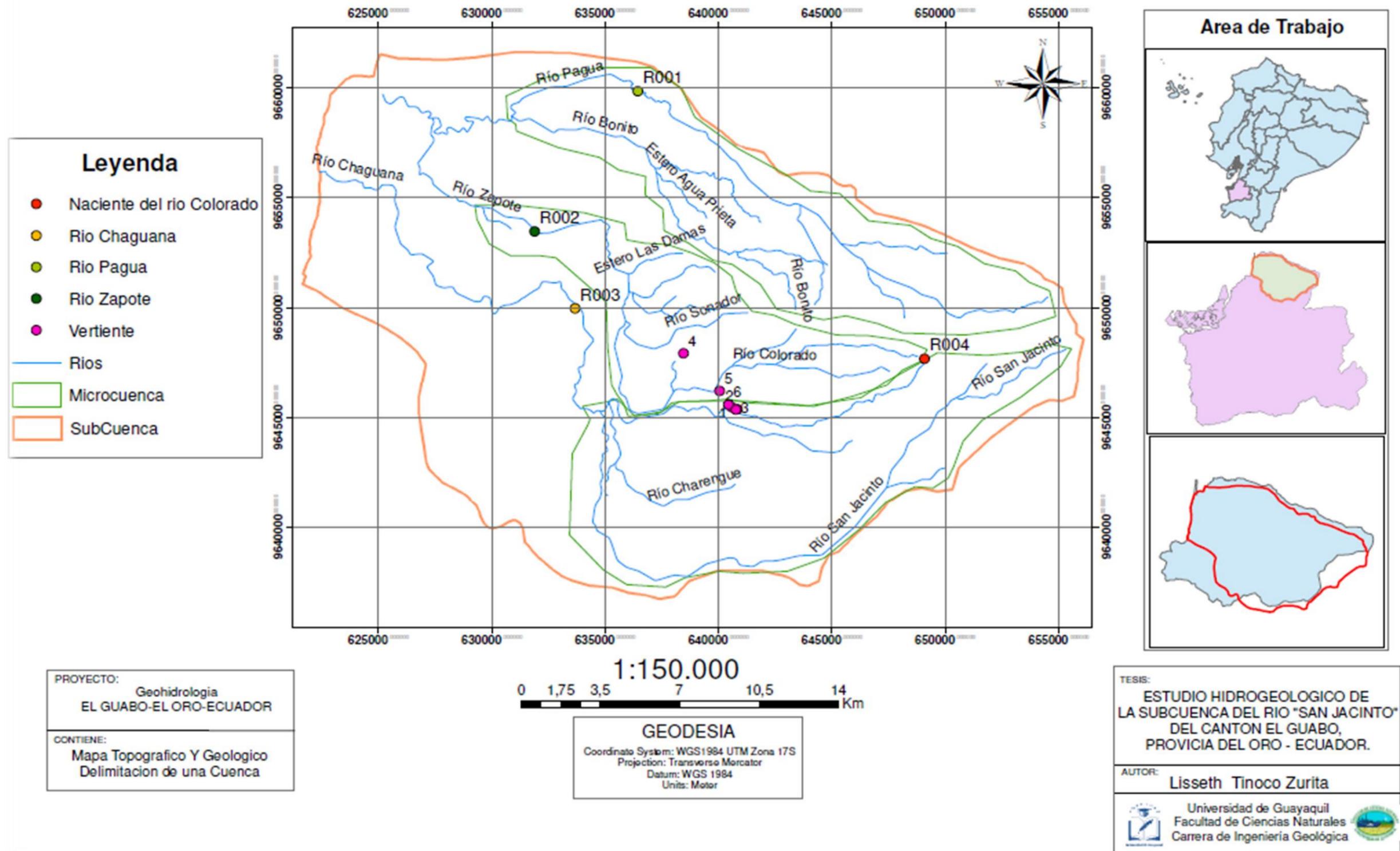


Figura 2.- Mapa Hidrológico de la Subcuenca del Río "San Jacinto"

Mapa Hidrologico

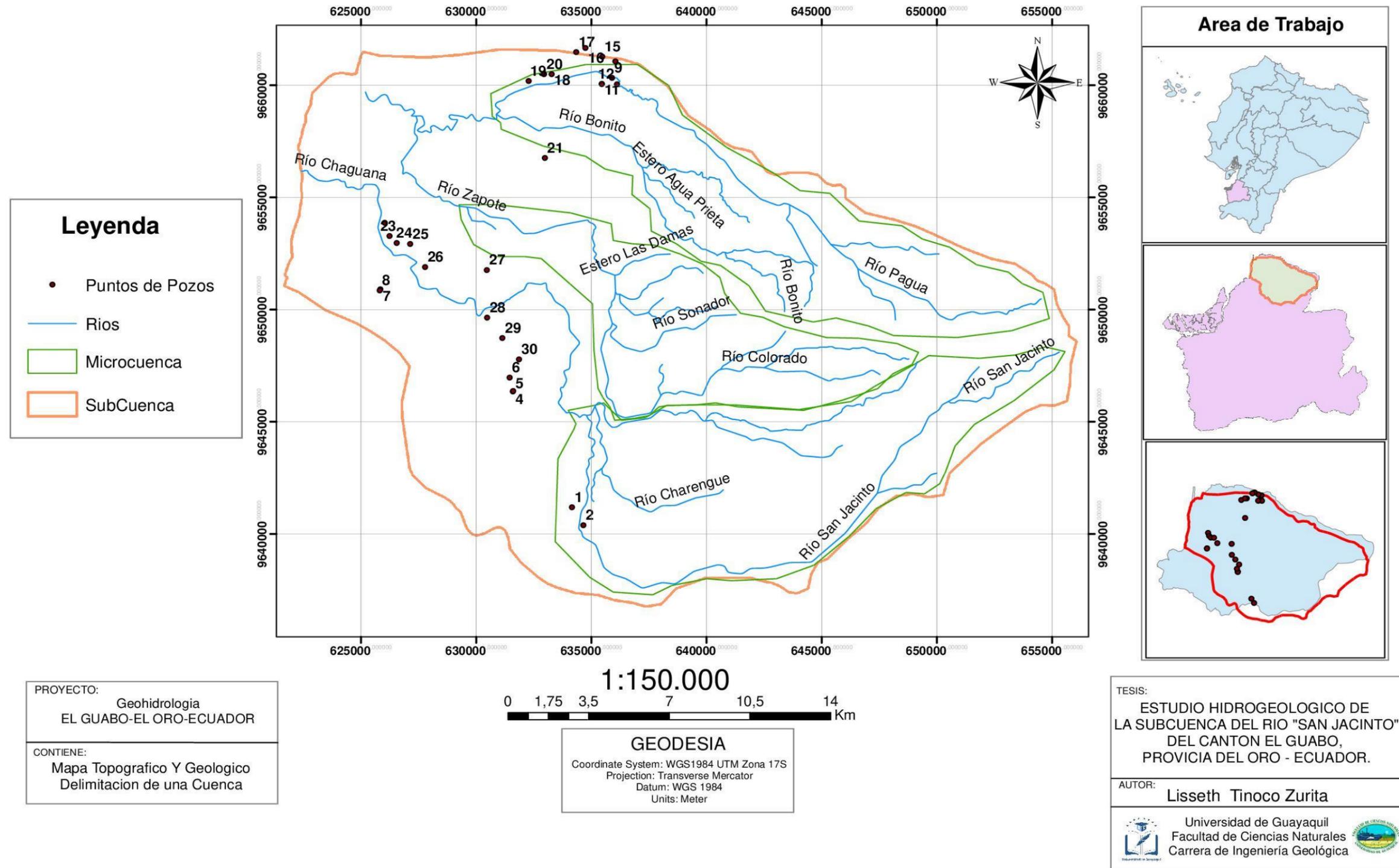


Figura 2.- Mapa Hidrológico de Pozos de la Subcuenca del Río "San Jacinto"

ANEXO 2

Anexo 2. Descripción de los Afloramientos y Análisis granulométrico

Tabla 1.- características texturales de rocas de los afloramientos de la Unidad de Lavas Andesíticas del Grupo Saraguro de la Subcuenca del Río San Jacinto.

Formación Geológica (Lavas Andesíticas del Grupo Saraguro)	Coordenadas	CARACTERÍSTICAS TEXTURALES DE LAS ROCAS					DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO
		Tipo de roca	Color	Textura	Minerales	Características (Magnetismo, carbonatación, alteración hidrotermal, meteorización)	
Afloramiento 13	X: 640523 Y: 9645356	Lava	Gris azulado medio	Afanítica	Cuarzo, limonita y alteración de feldespatos	Fuerte meteorización e interperismo y oxidación de hierro	El afloramiento se encuentra a 220 msnm y tiene una altura de 4 m aproximadamente, está fuertemente fracturado y se observa meteorización e interperismo
Afloramiento 14	X: 640800 Y: 9645200	Lava andesítica	Gris oscuro	Afanítica	Cuarzo, piroxenos, feldespatos	Interperismo bajo y oxidación de hierro	El afloramiento se encuentra a 294 msnm y tiene una altura de 30 m aproximadamente, se observan varias familias de diaclasas (145/60) y tienen aberturas de 3 a 5 mm, las aberturas no tienen material de relleno. Posee grandes cantidades de vegetación y fuerte interperismo.
Afloramiento 15	X: 640832 Y: 9645194	Lava andesítica	Gris medio oscuro	Afanítica	Cuarzo, piroxenos, feldespatos	Fuerte diaclazamientos y presencia de óxido de hierro (limonita)	El afloramiento se encuentra a 324 msnm y tiene una altura de 30 m aproximadamente, presenta familias de diaclasas (180/40 - 260/80) con aberturas de 3 a 5 mm, se observa circulación de agua entre las uniones de diaclasas y vegetación abundante.
Afloramiento 16	X: 638234 Y: 9648354	Lava andesítica		Fanerítica	Clorita, cuarzos, piroxenos, anfíboles, feldespatos	Alteración hidrotermal - propilitización (clorita) y fuerte interperismo con oxidación de hierro	El afloramiento se encuentra a 84 msnm y tiene una altura de 10 m aproximadamente, fuerte interperismo producto de la destrucción de los feldespatos
Afloramiento 17	X: 638810 Y: 9647295	Lava andesítica		Afanítica	Cuarzo, minerales ferros magnesianos, feldespatos	Interperismo alto y oxidación de hierro	El afloramiento se encuentra a 177 msnm y tiene una altura de 12 m aproximadamente, fuerte interperismo producto de la destrucción de los feldespatos y suelo con cobertura vegetal

Tabla 2. Características texturales de rocas de los afloramientos de La formación las trancas del Grupo Saraguro De La Subcuenca Del Río San Jacinto.

Formación Geológica (Las Trancas del Grupo Saraguro)	Coordenadas	DESCRIPCIÓN DEL AFLORAMIENTO	CARACTERISTICAS DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS		
			tipo de roca	Color	Tamaño y forma del grano (redondez, angulosidad); clasificación y compactación
Afloramiento 9	X:643481 Y:9655871	El afloramiento se encuentra 511 msnm y tiene una altura de 3 m aproximadamente, presenta estratos decimetricas masivos y se observa fuerte meteorización	Cuarzo arenisco conglomerática	Blanco	tamaño muy grueso a guijarros, subredondeado a subangulosos; y moderadamente clasificadas y moderadamente compactadas
Afloramiento 10	X:641779 Y:9655513	El afloramiento se encuentra a 125msnm, tiene una altura de 10 m aproximadamente, presenta fuerte meteorización e interperismo y se encuentra en contacto con una lutita rojiza (óxido de hierro)	Arenisca	Marrón amarillento pálido	Tamaño de grueso a guijarro, moderadamente clasificadas a bien clasificadas y bien compactadas

Tabla 3. Características texturales de roca de afloramiento de tobas dacíticas del Grupo Saraguro de la Subcuenca del Río San Jacinto.

Formación Geológica (Tobas dacíticas del grupo Saraguro)	Coordenadas	CARACTERÍSTICAS TEXTURALES DE LAS ROCAS					DESCRIPCIÓN GSN DEL AFLORAMIENTO
		Tipo de roca	Color	Textura	Minerales	Características (Magnetismo, carbonatación, alteración hidrotermal, meteorización)	
Afloramiento 11	X: 650328 Y: 9651097	Lava andesítica	Naranja muy pálido	Afanítica	Cuarzo, feldespatos, minerales ferromagnesianos	Fuertemente Intemperizado (oxidación de hierro)	El afloramiento se encuentra 1436 msnm y tiene una altura de 5m aproximadamente, está fuertemente fracturado, se observa meteorización e interperismo y presenta diaclasas con las siguientes direcciones; (48/72) (25/74) (56/72) (54/22).

Tabla 4. Características texturales de rocas de los afloramientos la formación fortuna del Grupo Saraguro de la Subcuenca del Río San Jacinto.

Formación Geológica (Fortuna del grupo Saraguro)	Coordenadas	CARACTERÍSTICAS TEXTURALES DE LAS ROCAS					Descripción de Afloramiento
		Tipo de roca	Color	Textura	Minerales	Características (Magnetismo, carbonatación, alteración hidrotermal, meteorización)	
Afloramiento 18	X: 632721 Y: 9640570	Toba de cristales	Naranja muy pálido	Fanerítica	Plagioclasa, biotita, clastos líticos de forma angulosa y pequeñas cantidades de cuarzo.	Interperismo y oxidación	El afloramiento se encuentra 10 msnm y tiene una altura de 40m aproximadamente, está fuertemente fracturado e interperizado por medio de agentes antropogénicos y presenta diaclasas con las siguientes direcciones; (120/44 - 110/40 -129/52 - 75/80 - 109/84).
Afloramiento 19	X: 632468 Y: 9639236	Toba de cristales	Blanco	Fanerítica	Plagioclasa, biotita, clastos líticos de forma angulosa y pequeñas cantidades de cuarzo.	Interperismo y oxidación	El afloramiento se encuentra 106 msnm y tiene una altura de 5m aproximadamente, está fuertemente fracturado e interperizado

Tabla 5.- Características texturales de roca granodiorita de la Subcuenca del Río San Jacinto.

CARACTERISTICAS TEXTURALES DE LAS ROCAS							
Formación Geológica (Granodiorita)	Coordenadas	Tipo de roca	Color	Textura	Minerales	Características (Magnetismo, carbonatación, alteración hidrotermal, meteorización)	Descripción de Afloramiento
Afloramiento 12	X: 650574 Y: 9650831	Granodiorita	Blanco, Negro	Fanerítica	Plagioclasa, cuarzo, biotita, feldespatos y piroxeno	Meteorización esferoidal	El afloramiento que se encuentra a 1548 msnm y dentro se observa a la granodiorita meteorizada esferoidalmente con una altura de 2m, está fuertemente fracturada y presenta oxidación de hierro.

Tabla 6. Características de rocas sedimentario de los Depósitos Cuaternarios de la Subcuenca del Río San Jacinto.

Formación Geológica (Deposito Cuaternario)	Coordenadas	DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO	CARACTERÍSTICAS DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS		
			Tipo de sedimento	Color	Tamaño y forma del grano (redondez, angulosidad)
Afloramiento 1	X: 634819 Y: 9660524	El afloramiento es una terraza aluvial de arena arcillosas no compactadas que se encuentra a 1 msnm y tiene una altura de 5m aproximadamente	Arena arcillosa	Marrón amarillento moderado	Arenas tamaño medio, subredondeado a subangulosos
Afloramiento 2	X: 636828 Y: 9656988	El afloramiento es un conglomerado de bloques, guijarros y arenas gruesas que se encuentra a 1 msnm y tiene una altura de 4m. Está formado por tres unidades litológicas (A - B - C).	A: Conglomerado de bloques y guijarros con una matriz areno arcillosa. B: Arena limosa con trazas de guijarros C: Arena gruesa	A: Naranja amarillento oscuro B: Naranja amarillento oscuro C: Marrón claro	A: Conglomerados de bloques y guijarros centimétritos y subredondeados. B: Arena de grano medio a grueso con trazas de guijarros C: Arena gruesa
Afloramiento 3	X: 633139 Y: 9658074	El afloramiento litológicamente es una arena arcillosa que se encuentra a 1 msnm y tiene una altura aproximadamente de 5.5m.	Arena arcillosa	Marrón amarillento pálido	El tamaño del grano de la arena va de medio a grueso con presencia de arcillas.
Afloramiento 4	X: 634495 Y: 9658061	El afloramiento está formado por arena con base conglomerática de guijarrosos que se encuentra a 1 msnm y tiene una altura aproximada de 2 m.	Arena con base conglomerática de guijarrosos	Marrón amarillento pálido	Conglomerado de guijarros subredondeados a subangulosos
Afloramiento 5	X: 6343334 Y: 9645272 punto de control	El afloramiento litológicamente es una arcilla que se encuentra a 1 msnm y tiene una altura de 5 m	Arcilla	Gris oliva claro	Arcillas de tamaño fino
Afloramiento 6	X: 634913 Y: 9644229	El afloramiento es una terraza formada por arcillas que se encuentra a 1 msnm y tiene una altura aproximada de 3m.	Arcilla	Marrón amarillento pálido a gris claro	Arcillas de tamaño fino
Afloramiento 7	X: 638054 Y: 9646228	El afloramiento es una terraza aluvial litológicamente formada por un conglomerado de bloques y guijarros con una matriz de gravas y arenas que se encuentra a 1 msnm y tiene una altura aproximada de 1.70m.	Conglomerado de bloques y guijarros con una matriz de gravas y arenas	Naranja grisáceo	Conglomerados de bloques y guijarros centimétritos y subredondeados y subangulosos.
Afloramiento 8	X: 636445 Y: 9659840	El afloramiento es un conglomerado de guijarro arenoso que se encuentra a 1 msnm y tiene una altura de 4m. Está formado por tres unidades litológicas (A - B - C - D).	A: Conglomerado de guijarros arenoso. B: Arena limosa C: Microconglomerado Grava y arena D: Arenas	Marrón amarillento moderado	A: Conglomerado de guijarros subredondeados a subangulosos con matriz de arena. B: Arena de grano de medio a grueso C: Micro conglomerado de gravas, subredondeados y arenas de grano medio. D: Arenas de grano medio.

Tabla 7.-Descripción de las características Hidrológicas de la Subcuenca del Río San Jacinto.

CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLOGICAS								
Geología	Afloramientos	Coordenadas	N. de Diaclasas	Aperturas	Presencia de Agua	Porosidad	Permeabilidad	
Grupo Saraguro	(Lavas Andesíticas del Grupo Saraguro)	Afloramiento 13	X: 640523 Y: 9645356	Dos familias de diaclasas de diferentes direcciones las cuales son (65/90 ; 0/65)	2 - 3 mm	X	Secundaria; variable	Va de moderada a lenta
		Afloramiento 14	X: 640800 Y: 9645200	Una familia de diaclasa con dirección (180/40)	3 - 5 mm	X	Secundaria; variable	Va de moderada a lenta
		Afloramiento 15	X: 640832 Y: 9645194	Una familia de diaclasa con dirección (145/60)	3 - 5 mm	Si	Secundaria; variable	Va de moderada a lenta
		Afloramiento 16	X: 638234 Y: 9648354		X	X	Variable	Va de moderada a lenta
		Afloramiento 17	X: 638810 Y: 9647295		X	X	Variable	Va de moderada a lenta
	Trancas	Afloramiento 9	X:643481 Y:9655871		X	Si	Variable	Va de moderada a lenta
		Afloramiento 10	X:641779 Y:9655513	Una familia de diaclasa con dirección (10/30 S)	Cerradas	X	Variable	Va de moderada a lenta
	Tobas Dacíticas	Afloramiento 11	X: 650328 Y: 9651097	Cuatro familias de diaclasas de diferentes direcciones las cuales son (48/72 ; 25/74 ; 56/72 ; 54/22)	Cerradas	X	Secundaria variable	Va de moderada a lenta
		Fortuna	Afloramiento 18	X: 632721 Y: 9640570	Cinco familias de diaclasas de diferentes direcciones las cuales son (120/44 ; 110/40 ; 129/52 ; 75/80 ; 109/84)	Cerradas	X	Elevada
	Afloramiento 19		X: 632468 Y: 9639236		X	X	Elevada	Va de moderada a lenta
	Granodiorita	Afloramiento 12	X: 650574 Y: 9650831		X	X	Muy baja	Lenta
Depósitos Cuaternario	Afloramiento 1	X: 634819 Y: 9660524		X	X	Elevada	Rápida	
	Afloramiento 2	X: 636828 Y: 9656988		X	X	Elevada	Rápida	
	Afloramiento 3	X: 633139 Y: 9658074		X	X	Elevada	Moderada	
	Afloramiento 4	X: 634495 Y: 9658061		X	X	Elevada	Rápida	
	Afloramiento 5	X: 6343334 Y: 9645272 punto de control		X	X	X	Elevada	Moderada

Tabla 8.-. Determinación del material fino que pasa por el tamiz N° 200 INEN 2010 del Río San Jacinto.

Sector	Afloramiento	Código de la Muestra	Peso de la muestra neta	Peso de la muestra neta luego del lavado	Peso del recipiente
<i>Tendales - Pagua</i>	<i>Afloramiento 1</i>	<i>F 01</i>	<i>76.963gr</i>	<i>47.932gr</i>	<i>31.082gr</i>
	<i>Afloramiento 3</i>	<i>F 03</i>	<i>69.988gr</i>	<i>19.937gr</i>	<i>31.082gr</i>
	<i>Afloramiento 4</i>	<i>F 04</i>	<i>83.974gr</i>	<i>37.968gr</i>	<i>31.082gr</i>
	<i>Afloramiento 5</i>	<i>F 05</i>	<i>93.006gr</i>	<i>0.938gr</i>	<i>31.082gr</i>
	<i>Afloramiento 6</i>	<i>F 06</i>	<i>75.975gr</i>	<i>0.959gr</i>	<i>31.082gr</i>
	<i>Afloramiento 8</i>	<i>F 08D</i>	<i>91.96gr</i>	<i>63.96gr</i>	<i>31.082gr</i>
<i>San Miguel de Brasil</i>	<i>Afloramiento 11</i>	<i>F 011</i>	<i>87.931gr</i>	<i>58.018gr</i>	<i>31.082gr</i>

Tabla 9. Análisis Granulométrico de fino y grueso, utilizando las Normas Técnicas del INEN (2011).

Afloramiento	Código de la Muestra	Peso de la muestra	TAMIZ 2"	TAMIZ 1 1/2"	TAMIZ 1"	TAMIZ 1/2 "	TAMIZ 3/8 "	TAMIZ 4	TAMIZ 8	TAMI Z 10	TAMIZ 40	TAMIZ 50	TAMIZ 100	TAMIZ 200
AFLORAMIEN TO 2	G 02A	428gr	148 gr			26 gr	186gr				30gr	10gr	18gr	8gr
	G 02B	566gr						114gr	80gr	132gr	120gr	38gr	42gr	20gr
	G 02C	338gr						182 gr	46 gr	12 gr	66 gr	8 gr	10 gr	8 gr
Afloramiento 07	G 07	1.116 gr		244 gr	218 gr	112 gr	348 gr				126 gr	12 gr	8 gr	4 gr
Afloramiento 8	G 08A	922 gr						114 gr	80 gr	132 gr	120 gr	38 gr	42 gr	20 gr
	G 08B	692 gr						134 gr	20 gr	8 gr	152 gr	118 gr	186 gr	52 gr
	G 08C	710 gr						140 gr	30 gr	10 gr	160 gr	120 gr	190 gr	60 gr
Afloramiento 16	G 016	414 gr						170 gr	68 gr	18 gr	96 gr	14 gr	18 gr	16 gr
Afloramiento 17	G 017	302 gr						60 gr	54 gr	26 gr	118 gr	12 gr	14 gr	10 gr

Tabla 10.- Temperatura Media Mensual de la Subcuenca del Río San Jacinto.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA														
Temperatura Media Mensual (°C)														
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS														
NOMBRE: GRANJA STA.INES(UTM)							CODIGO: M0292							
PERIODO: 1990 - 2013														
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
1990	26.4	26.5	27.7	26.6	25.5	24.5	23.0	21.9	22.2	22.8	23.1	24.9	295.1	24.5
1991	26.4	27.0	27.6	27.0	26.7	24.9	23.6	22.9	22.0	23.2	24.1	25.7	301.1	25.0
1992	26.5	27.2	27.1	27.6	27.2	25.6	24.3	23.2	22.7	23.3	23.6	24.8	303.1	25.2
1993	26.1	26.2	26.9	27.1		25.6	24.1	23.3		23.4	23.6	25.5	301.4	25.1
					26.5				23.1					
1994	26.0	26.5	26.4	26.4	25.9	24.1	22.2	21.7	22.1	23.8	24.1	25.9	295.1	24.5
1995	26.6	26.9	26.9	27.2	26.1	25.5	23.8	23.2	23.3	23.3	23.4	24.9	301.1	25.0
1996	26.1	26.7	26.8	26.6	25.6	22.7	22.1	22.3	22.3	22.0	23.1	25.2	291.5	24.2
1997	25.7	26.6	27.1	26.9	27.2	26.8	26.8	26.5	26.5	26.5	26.8	27.6	321.0	26.7
1998	27.2	27.2	27.6	28.3	27.8	26.5	24.8	23.7	24.7	23.8	24.5	25.2	311.3	25.9
1999	26.3	25.9	26.4	26.5	25.8	23.6	22.9	21.8	22.6	23.7	24.0	25.3	294.8	24.5
2000	25.7	26.1	26.8	26.9	26	24.5	23.5	22.9	22	23.2	23.8	25.3	296.7	24.7
2003	26.4	26.6	27.1	27.2	26.2	23.5	23.0	22.8	22.2	23.2	23.6	25.4	297.2	24.7
2004	26.2	26.7	27.2	26.6	25.6	23.3	21.9	22.3	23.4	23.3	23.6	25.4	295.5	24.6
2005	26.4	25.8	26.8	27.3	25.1	23.6	22.9	22.3	22.0	22.0	23.4	24.3	291.9	24.3
2006	26.1	26.1	26.4	26.7	25.4	23.9	22.8	23.3	23.5	23.9	24.1	25.8	298.0	24.8
2007	26.5	27.1	26.9	26.8	26.0	24.1	23.4	21.5	22	21.8	23.2	24.4	293.7	24.4
2008	25.5	26.2	26.4	26.8	25.1	24.5	23.9	24.0	24.0	23.6	23.8	25.2	299.0	24.9
2009	25.9	26.2	26.3	26.9	26.2	24.6	24.1	23.5	23.6	23.1	24.0		300.1	25.0
												25.7		
2010	26.8	27.4	27.1	27.3	26.4	24.7	23.9	22.9	22.6	22.8	22.8	24.7	299.4	24.9
2011	25.9	26.1	26.4	26.3	26.0	25.2	24.2	22.8	22.9	22.8	23.8		297.4	24.7
												25.0		
2012	25.7	25.8	27.0	26.9	26.5	25.6	24.7	23.2	23.3	23.2	24.3	25.3	301.5	25.1
2013	26.0	26.3	26.2	26.3	24.8	23.2	22.2	22.5	23.1	23.0	23.5	25.4	292.5	24.3
TOTAL	26.2	26.5	26.8	26.9	26.0	24.5	23.5	22.9	23.1	23.2	23.8	25.3	299.1	24.9

Tabla 11.- Precipitación Total Mensual de la Subcuenca del Río San Jacinto.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA														
Precipitación Total Mensual (mm)														
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS														
NOMBRE: GRANJA STA.INES(UTM)							CODIGO: M0292							
PERIODO: 1990 - 2013														
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
1990	8.6	32.8	2.9	25.4	13.0	11.0	7.9	9.6	6.3	21.8	12.6	9.9	161.8	13.4
1991	29.7	222.7	106.6	13.7	6.6	2.6	14.4	10.9	10.7	19.8	2.1	11.7	451.5	37.6
1992	84.5	282.1	212.4	314.6	121.8	17.2	4.5	6.3	13.9	8.3	13.3	10.4	1089.3	90.7
1993	53.2	205.7	152.1	137.2	35.6	6.6	12.7	1.9	6.9	15.7	18.1	47.9	693.6	57.8
1994	84.1	79.2	72.6	31.0	7.1	8.9	8.1	9.5	7.6	10.5	3.0	26.4	348.0	29.0
1995	114.9	70.5	149.9	43.9	24.2	2.7	12.4	14.5	10.6	14.3	11.8	12.1	481.8	40.1
1996	39.1	165.8	63.7	7.8	2.9	10.7	7.0	3.7	5.3	12.0	11.7	21.0	350.7	29.2
1997	23.6	117.2	257.9	76.1	59.6	62.1	22.4	10.7	29.4	47.9	137.7	431.3	1275.9	106.3
1998	452.2	469.2	290.9	288.6	162.8	63.7	33.9	8.3	12.6	18.9	10.1	31.8	1843.0	153.5
1999	15.7	210.8	103.7	20.0	28.1	11.9	17.2	9.9	12.8	14.1	12.3	54.5	511.0	42.5
2000	71.5	162.0	140.8	79.9	29.7	14.3	10.4	10.3	11.4	19.0	19.4	39.4	653.9	54.4
2003	34.8	69.8	76.3	3.7	7.1	20.7	8.8	14.2	20.8	20.6	27.4	28.2	332.4	27.7
2004	49.1	36.6	112.6	95.3	21.1	5.8	15.2	10.4	14.5	15.4	10.6	2.5	389.1	32.4
2005	27.8	31.0	118.6	117.6	2.7	2.8	4.0	6.6	7.8	21.0	13.6	20.7	374.2	31.1
2006	56.5	270.6	190.2	9.1	2.2	6.0	8.7	9.5	10.7	9.4	32.0	17.3	622.2	51.8
2007	93.7	26.1	223.6	34.8	10.1	15.1	10.2	16.1	11.4	11.8	12.9	14.2	653.9	54.4
2008	271.2	363.8	178.8	120.3	23.1	12.3	6.0	4.8	9.9	21.8	15.3	5.1	1032.4	86.0
2009	225.3	236.4	93.0	23.8	28.2	7.9	4.9	14.8	11.9	10.3	16.6	38.9	712.0	59.3
2010	102.6	325.7	275.6	77.4	16.0	12.8	9.2	16.4	18.2	18.8	14.0	11.2	897.9	74.8
2011	69.1	156.7	17.4	76.8	4.2	5.9	6.4	23.5	6.1	8.3	11.5	9.9	395.8	32.9
2012	233.0	159.1	110.1	156.9	21.8	2.3	1.5	4.6	5.8	14.0	12.5	12.2	733.8	61.1
2013	86.9	56.3	148.5	5.2	4.2	12.6	5.0	10.6	7.3	24.9	10.1	10.9	382.5	31.8
TOTAL	101,2	170,4	140,8	79,9	28,6	14,3	10,4	10,3	11,4	17,1	19,4	39,4	643,8	53,6

Tabla 12.- Valoración Hidrogeológica en la Unidad de Lavas Andesítica.

Unidad de Lavas Andesíticas											Total
Escala de valoración	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Clasificación de suelos						X					6
Interperismo (Del Afloramiento)			X								3
Porosidad (Del Afloramiento)			X								1
Permeabilidad (Del Afloramiento)							X				7
Meteorización (Del Afloramiento)					X						5
Pozos (Concentración de agua Subterránea)											
Vertientes (medición de caudales)						X					6
Ríos (medición de caudales)											
Diaclasamiento (Del Afloramiento)						X					6
Geofísica	X										1
											35

Tabla 13.- Valoración Hidrogeológica de la Formación Las Trancas.

Formación Las Trancas											Total
Escala de valoración	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Clasificación de suelos			X								3
Interperismo (Del Afloramiento)			X								3
Porosidad (Del Afloramiento)		X									1
Permeabilidad (Del Afloramiento)			X								3
Meteorización (Del Afloramiento)		X									2
Pozos (Concentración de agua Subterránea)											
Vertientes (medición de caudales)											
Ríos (medición de caudales)											
Diaclasamiento (Del Afloramiento)			X								2
Geofísica	X										1
											15

Tabla 14.- Valoración Hidrogeológica de la Unidad de Tobas Dacíticas.

Unidad de Tobas Dacíticas											Total
Escala de valoración	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Clasificación de suelos											
Interperismo (Del Afloramiento)				X							4
Porosidad (Del Afloramiento)		X									1
Permeabilidad (Del Afloramiento)				X							4
Meteorización (Del Afloramiento)						X					6
Pozos (Concentración de agua Subterránea)											
Vertientes (medición de caudales)											
Ríos (medición de caudales)											
Diaclasamiento (Del Afloramiento)				X							3
Geofísica	X										1
											19

Tabla 15.- Valoración Hidrogeológica de la Formación Fortuna.

Formación Fortuna											Total
Escala de valoración	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Clasificación de suelos											
Interperismo (Del Afloramiento)						X					6
Porosidad (Del Afloramiento)		X									1
Permeabilidad (Del Afloramiento)			X								3
Meteorización (Del Afloramiento)					X						5
Pozos (Concentración de agua Subterránea)											
Vertientes (medición de caudales)											
Ríos (medición de caudales)		X									2
Diaclasamiento (Del Afloramiento)			X								3
Geofísica	X										1
											21

Tabla 16.- Valoración Hidrogeológica de Granodiorita.

Granodiorita											Total
Escala de valoración	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Clasificación de suelos											
Interperismo (Del Afloramiento)		X									2
Porosidad (Del Afloramiento)	X										1
Permeabilidad (Del Afloramiento)		X									2
Meteorización (Del Afloramiento)							X				7
Pozos (Concentración de agua Subterránea)											
Vertientes (medición de caudales)											
Ríos (medición de caudales)											
Diaclazamientos (Del Afloramiento)											
Geofísica		X									1
											13

Tabla 17.- Valoración Hidrogeológica de los Depósitos Cuaternario.

Depósitos Cuaternarios											Total
Escala de valoración	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Clasificación de suelos							X				7
Interperismo (Del Afloramiento)											
Porosidad (Del Afloramiento)									X		4
Permeabilidad (Del Afloramiento)								X			8
Meteorización (Del Afloramiento)											
Pozos (Concentración de agua Subterránea)										X	10
Vertientes (medición de caudales)											
Ríos (medición de caudales)				X							3
Diaclazamientos (Del Afloramiento)											
Geofísica									X		9
											41

ANEXO 3

Anexo 3. Laboratorial – Ensayos Granulométricos para la determinación de material fino que pasa por el Tamiz N^o 200 Inen (2010) y Ensayos Granulométricos de suelos finos y gruesos utilizando la norma técnica del INEN 6968 (2011).

AFLORAMIENTO 1 – Muestra F01

Datos:

Peso total de la muestra: 108.045gr

Peso de la muestra seca luego del lavado: 79.014gr

Peso del recipiente: 31.082gr.

A: Porcentaje del material más fino que pasa el tamiz con aberturas de 75 um (N.- 200) mediante lavado.

B: Material seco original de la muestra.

C: Masa seca de la muestra luego del lavado.

G: Porcentaje del material grueso.

Procedimiento:

$$A = \frac{B-C}{B} \times 100$$

$$A = \frac{76.963-47.932}{76.963} \times 100$$

$$A = 37.72 \%$$

$$B = 108.045 \text{ gr} - 31.082 \text{ gr}$$

$$B = 76.963 \text{ gr}$$

$$C = 79.014 \text{ gr} - 31.082 \text{ gr}$$

$$C = 47.932 \text{ gr}$$

$$A = 37.72 \%$$

$$G: 62.28\%$$

Definición del nombre Litológico:

Arena arcillosa con trazas de limo

AFLORAMIENTO 2 - Muestra G02

G02A

A: Porcentaje Retenido

B: Peso Retenido Acumulado.

C: Suma Total del peso Retenido Parcial.

D: Porcentaje que Pasa

W: Porcentaje Retenido

Datos:

Peso total de la muestra: 428gr

A:

D:

Pr:

Procedimiento:

PORCENTAJE RETENIDO

$$A = B/C \times 100$$

$$A = 398/428 \times 100$$

$$A = 93 \%$$

PORCENTAJE QUE PASA

$$D = 100 - W$$

$$D = 100 - 93$$

$$D = 7 \%$$

TAMICES	PESOS
N.- 3	0 kg
N.- 2 ½"	0 kg
N.- 2"	148 kg
N.-1½"	0kg
N.-1"	0kg
N.- ¾"	0kg
N.- ½"	26 kg
N.-3/8"	186 kg
N.- 4	0 kg
N.- 8	0 kg
N.- 10	0 kg
N.- 40	30 kg
N.- 50	10 kg
N.- 100	18 kg
N.- 200	8 kg
Suma Total	428 kg

PORCENTAJE RETENIDO										
AFLORAMIENTO	CODIGO	FORMULA	TAMICES							
			N.- 200	N.- 40	N.- 10	N.- 4	N.- 1/2	N.- 3/4	N.- 2"	N.- 3"
AFLORAMIENTO 2	G02A	A= B/C x 100	79%	77%	57%	54%	0%	0%	0%	0%
PORCENTAJE QUE PASA										
AFLORAMIENTO	CODIGO	FORMULA	TAMICES							
			N.- 200	N.- 40	N.- 10	N.- 4	N.- 1/2	N.- 3/4	N.- 2"	N.- 3"
AFLORAMIENTO 2	G02A	D = 100 - W	21%	23%	43%	46%	100%	100%	100%	100%



Definición del nombre Litológico:
Grava con trazas de arcilla

G02B

Datos:

Peso total de la muestra: 566gr

A:

D:

Pr:

A: Porcentaje Retenido

B: Peso Retenido Acumulado.

C: Suma Total del peso Retenido Parcial.

D: Porcentaje que Pasa

W: Porcentaje Retenido

Pr: Peso retenido acumulado

Procedimiento:

PORCENTAJE RETENIDO

$$A = B/C \times 100$$

$$A = 398/428 \times 100$$

$$A = 93 \%$$

PORCENTAJE QUE PASA

$$D = 100 - W$$

$$D = 100 - 93$$

$$D = 7 \%$$

TAMICES	PESOS
N.- 3	0 kg
N.- 2 ½"	0 kg
N.- 2	0 kg
N.-1½"	0kg
N.-1"	0kg
N.- ¾"	0 kg
N.- ½"	0 kg
N.-3/8"	0 kg
N.- 4	114 kg
N.- 8	80
N.- 10	132kg
N.- 40	120 kg
N.- 50	38
N.- 100	42
N.- 200	20kg
Suma Total	566 kg

PORCENTAJE RETENIDO										
AFLORAMIENTO	CODIGO	FORMULA	TAMICES							
			N.- 200	N.- 40	N.- 10	N.- 4	N.- 1/2	N.- 3/4	N.- 2"	N.- 3"
AFLORAMIENTO 2	G02B	A= B/C x 100	68%	65%	43%	20%	0%	0%	0%	0%
PORCENTAJE QUE PASA										
AFLORAMIENTO	CODIGO	FORMULA	TAMICES							
			N.- 200	N.- 40	N.- 10	N.- 4	N.- 1/2	N.- 3/4	N.- 2"	N.- 3"
AFLORAMIENTO 2	G02B	D = 100 - W	32%	35%	57%	80%	100%	100%	100%	100%



Definición del nombre Litológico:

Arena arcillosa

G02C

Datos:

Peso total de la muestra: 566gr

A:

D:

Pr:

A: Porcentaje Retenido

B: Peso Retenido Acumulado.

C: Suma Total del peso Retenido Parcial.

D: Porcentaje que Pasa

W: Porcentaje Retenido

Pr: Peso retenido acumulado

Procedimiento:

PORCENTAJE RETENIDO

$$A = B/C \times 100$$

$$A = 268/338 \times 100$$

$$A = 79 \%$$

PORCENTAJE QUE PASA

$$D = 100 - W$$

$$D = 100 - 93$$

$$D = 7 \%$$

TAMICES	PESOS
N.- 3	0 kg
N.- 2 ½"	0 kg
N.- 2	0 kg
N.- 1½"	0kg
N.- 1"	0kg
N.- ¾"	0 kg
N.- ½"	0 kg
N.- 3/8"	0 kg
N.- 4	182 kg
N.- 8	46 kg
N.- 10	12kg
N.- 40	66 kg
N.- 50	8 kg
N.- 100	10 kg
N.- 200	8 kg
Suma Total	338 kg

PORCENTAJE RETENIDO										
AFLORAMIENTO	CODIGO	FORMULA	TAMICES							
			N.- 200	N.- 40	N.- 10	N.- 4	N.- 1/2	N.- 3/4	N.- 2"	N.- 3"
AFLORAMIENTO 2	G02C	A= B/C x 100	79%	77%	57%	54%	0%	0%	0%	0%
PORCENTAJE QUE PASA										
AFLORAMIENTO	CODIGO	FORMULA	TAMICES							
			N.- 200	N.- 40	N.- 10	N.- 4	N.- 1/2	N.- 3/4	N.- 2"	N.- 3"
AFLORAMIENTO 2	G02C	D = 100 - W	21%	23%	43%	46%	100%	100%	100%	100%



Definición del nombre Litológico:

Arena arcillosa

AFLORAMIENTO 3 – Muestra F03

Datos:

Peso total de la muestra: 101.07gr

Peso de la muestra seca luego del lavado: 51.019gr

Peso del recipiente: 31.082gr.

A: Porcentaje del material más fino que pasa el tamiz con aberturas de 75 um (N.-200) mediante lavado.

B: Material seco original de la muestra.

C: Masa seca de la muestra luego del lavado.

G: Porcentaje del material grueso

Procedimiento:

$$A = \frac{B-C}{B} \times 100$$

$$A = \frac{69.988-19.937}{69.988} \times 100$$

$$A = 71.51 \%$$

$$B = 101.07 \text{ gr} - 31.082 \text{ gr}$$

$$B = 69.988 \text{ gr}$$

$$C = 51.019 \text{ gr} - 31.082 \text{ gr}$$

$$C = 19.937 \text{ gr}$$

$$A = 71.51 \%$$

$$G: 28.49\%$$

Definición del nombre Litológico:

Arena arcillosa

AFLORAMIENTO 4 – Muestra 04

F04A

Datos:

Peso total de la muestra: 115.056gr

Peso de la muestra seca luego del lavado: 69.05gr

Peso del recipiente: 31.082gr.

A: Porcentaje del material más fino que pasa el tamiz con aberturas de 75 um (N.-200) mediante lavado.

B: Material seco original de la muestra.

C: Masa seca de la muestra luego del lavado.

Procedimiento:

$$A = \frac{B-C}{B} \times 100$$

$$A = \frac{83.974-37.968}{83.974} \times 100$$

$$A = 54.79 \%$$

$$A = 54.79\%$$

$$G: 45.21\%$$

$$B = 115.056\text{gr} - 31.082 \text{ gr}$$

$$B = 83.974\text{gr}$$

$$C = 69.05\text{gr} - 31.082 \text{ gr}$$

$$C = 37.968\text{gr}$$

Definición del nombre Litológico:

Arena arcillosa

G04B**Datos:**

Peso total de la muestra: 942kg

A:

D:

Pr:

A: Porcentaje Retenido**B:** Peso Retenido Acumulado.**C:** Suma Total del peso Retenido Parcial.**D:** Porcentaje que Pasa**W:** Porcentaje Retenido**Pr:** Peso retenido Acumulado**Procedimiento:****PORCENTAJE RETENIDO**

$$A = B/C \times 100$$

$$A = 864/942 \times 100$$

$$A = 92\%$$

PORCENTAJE QUE PASA

$$D = 100 - W$$

$$D = 100 - 92$$

$$D = 8\%$$

TAMICES	PESOS
N.- 3	0 kg
N.- 2 1/2"	0 kg
N.- 2	0 kg
N.-1 1/2"	150kg
N.-1"	144kg
N.- 3/4"	0 kg
N.- 1/2"	214 kg
N.-3/8"	256 kg
N.- 4	0 kg
N.- 8	0kg
N.- 10	0kg
N.- 40	68kg
N.- 50	30kg
N.- 100	42kg
N.- 200	32 kg
Suma	942 kg
Total	

PORCENTAJE RETENIDO										
AFLORAMIENTO	CODIGO	FORMULA	TAMICES							
			N.- 200	N.- 40	N.- 10	N.- 4	N.- 1/2	N.- 3/4	N.- 2"	N.- 3"
AFLORAMIENTO 4	G04B	A= B/C x 100	92%	88%	81%	81%	54%	31%	0%	0%
PORCENTAJE QUE PASA										
AFLORAMIENTO	CODIGO	FORMULA	TAMICES							
			N.- 200	N.- 40	N.- 10	N.- 4	N.- 1/2	N.- 3/4	N.- 2"	N.- 3"
AFLORAMIENTO 4	G04B	D = 100 - W	8%	12%	19%	19%	46%	69%	100%	100%



Definición del nombre Litológico:

Grava arenosa con trazas de arcilla

AFLORAMIENTO 5 – Muestra 05

F05

Datos:

Peso total de la muestra: 124.088gr

Peso de la muestra seca luego del lavado: 32.02gr

Peso del recipiente: 31.082gr.

A: Porcentaje del material más fino que pasa el tamiz con aberturas de 75 um (N.-200) mediante lavado.

B: Material seco original de la muestra.

C: Masa seca de la muestra luego del lavado.

G: Porcentaje del material grueso.

Procedimiento:

$$A = \frac{B-C}{B} \times 100$$

$$A = \frac{93.006-0.938}{93.006} \times 100$$

$$A = 98.99 \%$$

$$B = 124.088\text{gr} - 31.082 \text{ gr}$$

$$B = 93.006\text{gr}$$

$$C = 32.02\text{gr} - 31.082 \text{ gr}$$

$$C = 0.938\text{gr}$$

$$A = 98.99\%$$

$$G: 1.01\%$$

Definición del nombre Litológico:

Arcilla con trazas de arena

AFLORAMIENTO 6 – Muestra 06

F06

Datos:

Peso total de la muestra: 114.098gr

Peso de la muestra seca luego del lavado: 49.055gr

Peso del recipiente: 31.082gr.

A: Porcentaje del material más fino que pasa el tamiz con aberturas de 75 um (N.-200) mediante lavado.

B: Material seco original de la muestra.

C: Masa seca de la muestra luego del lavado.

G: Porcentaje del material grueso.

Procedimiento:

$$A = \frac{B-C}{B} \times 100$$

$$A = \frac{83.016-17.973}{83.016} \times 100$$

$$A = 78.35 \%$$

$$B = 114.098\text{gr} - 31.082 \text{ gr}$$

$$B = 83.016\text{gr}$$

$$C = 49.055\text{gr} - 31.082 \text{ gr}$$

$$C = 17.973\text{gr}$$

$$A = 78.35\%$$

$$G: 21.65\%$$

Definición del nombre Litológico:

Arcilla arenosa

AFLORAMIENTO 7 - Muestra G07

G07

Datos:

Peso total de la muestra: 1.116gr

A:

D:

Pr:

A: Porcentaje Retenido

B: Peso Retenido Acumulado.

C: Suma Total del peso Retenido Parcial.

D: Porcentaje que Pasa

W: Porcentaje Retenido

Pr: Peso retenido acumulado

Procedimiento:

PORCENTAJE RETENIDO

$$A = B/C \times 100$$

$$A = 1052/1116 \times 100$$

$$A = 94 \%$$

PORCENTAJE QUE PASA

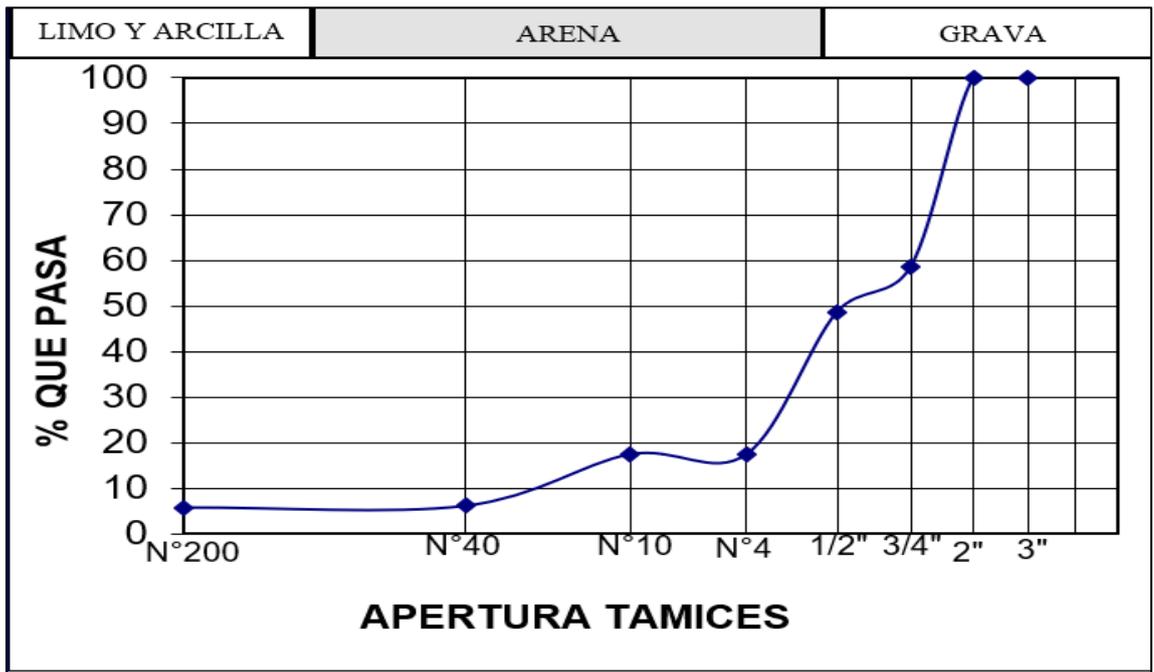
$$D = 100 - W$$

$$D = 100 - 94$$

$$D = 6 \%$$

TAMICES	PESOS
N.- 3	0 kg
N.- 2 1/2"	0 kg
N.- 2"	0 kg
N.-1 1/2"	244kg
N.-1"	218kg
N.- 3/4"	0kg
N.- 1/2"	112kg
N.-3/8"	348kg
N.- 4	0 kg
N.- 8	0 kg
N.- 10	0 kg
N.- 40	126kg
N.- 50	12 kg
N.- 100	8 kg
N.- 200	4 kg
Suma	1116 kg
Total	

PORCENTAJE RETENIDO										
AFLORAMIENTO	CODIGO	FORMULA	TAMICES							
			N.- 200	N.- 40	N.- 10	N.- 4	N.- 1/2	N.- 3/4	N.- 2"	N.- 3"
AFLORAMIENTO 7	G07	A= B/C x 100	94%	94%	83%	83%	51%	41%	0%	0%
PORCENTAJE QUE PASA										
AFLORAMIENTO	CODIGO	FORMULA	TAMICES							
			N.- 200	N.- 40	N.- 10	N.- 4	N.- 1/2	N.- 3/4	N.- 2"	N.- 3"
AFLORAMIENTO 7	G07	D = 100 - W	6%	6%	17%	17%	49%	59%	100%	100%



Definición del nombre Litológico:

Grava arenosa con trazas de arcilla

AFLORAMIENTO 8 - Muestra G08

G08A

Datos:

Peso total de la muestra: 1.116gr

A:

D:

Pr:

A: Porcentaje Retenido

B: Peso Retenido Acumulado.

C: Suma Total del peso Retenido Parcial.

D: Porcentaje que Pasa

W: Porcentaje Retenido

Pr: Peso retenido acumulado

Procedimiento:

PORCENTAJE RETENIDO

$$A = B/C \times 100$$

$$A = 386/566 \times 100$$

$$A = 68 \%$$

PORCENTAJE QUE PASA

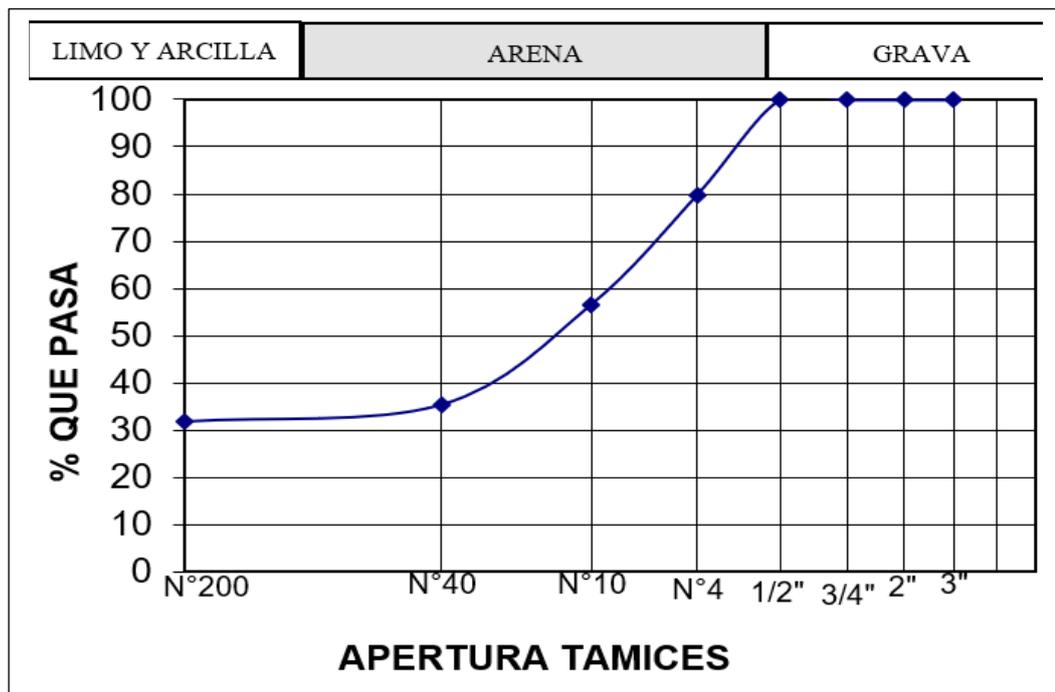
$$D = 100 - W$$

$$D = 100 - 68$$

$$D = 32 \%$$

TAMICES	PESOS
N.- 3	0 kg
N.- 2 ½"	0 kg
N.- 2"	0 kg
N.-1½"	0 kg
N.-1"	0 kg
N.- ¾"	0kg
N.- ½"	0 kg
N.-3/8"	0 kg
N.- 4	114 kg
N.- 8	80 kg
N.- 10	132 kg
N.- 40	120 kg
N.- 50	38 kg
N.- 100	42 kg
N.- 200	20 kg
Suma	566 kg
Total	

PORCENTAJE RETENIDO										
AFLORAMIENTO	CODIGO	FORMULA	TAMICES							
			N.- 200	N.- 40	N.- 10	N.- 4	N.- 1/2	N.- 3/4	N.- 2"	N.- 3"
AFLORAMIENTO 8	G08A	A= B/C x 100	68%	65%	43%	20%	0%	0%	0%	0%
PORCENTAJE QUE PASA										
AFLORAMIENTO	CODIGO	FORMULA	TAMICES							
			N.- 200	N.- 40	N.- 10	N.- 4	N.- 1/2	N.- 3/4	N.- 2"	N.- 3"
AFLORAMIENTO 8	G08A	D = 100 - W	32%	21%	57%	80%	100%	100%	100%	100%



Definición del nombre Litológico:

Arena arcillosa

G08B

Datos:

Peso total de la muestra: 692 kg

A:

D:

Pr:

A: Porcentaje Retenido

B: Peso Retenido Acumulado.

C: Suma Total del peso Retenido Parcial.

D: Porcentaje que Pasa

W: Porcentaje Retenido

Pr: Peso retenido acumulado

Procedimiento:

PORCENTAJE RETENIDO

$$A = B/C \times 100$$

$$A = 346/692 \times 100$$

$$A = 50 \%$$

PORCENTAJE QUE PASA

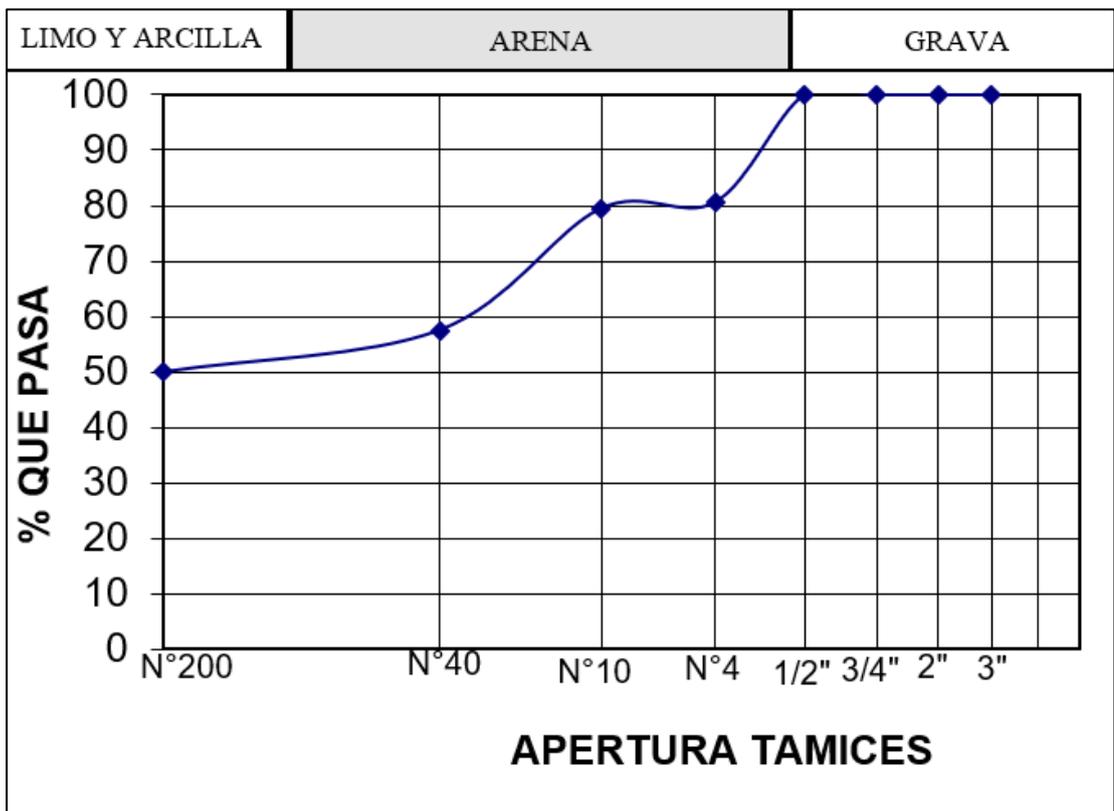
$$D = 100 - W$$

$$D = 100 - 50$$

$$D = 50 \%$$

TAMICES	PESOS
N.- 3	0 kg
N.- 2 ½"	0 kg
N.- 2"	0 kg
N.-1½"	0 kg
N.-1"	0 kg
N.- ¾"	0kg
N.- ½"	0 kg
N.-3/8"	0 kg
N.- 4	134 kg
N.- 8	20 kg
N.- 10	8 kg
N.- 40	152 kg
N.- 50	118 kg
N.- 100	186 kg
N.- 200	52 kg
Suma	692 kg
Total	

PORCENTAJE RETENIDO										
AFLORAMIENTO	CODIGO	FORMULA	TAMICES							
			N.- 200	N.- 40	N.- 10	N.- 4	N.- 1/2	N.- 3/4	N.- 2"	N.- 3"
AFLORAMIENTO 8	G08B	$A = B/C \times 100$	50%	42%	21%	19%	0%	0%	0%	0%
PORCENTAJE QUE PASA										
AFLORAMIENTO	CODIGO	FORMULA	TAMICES							
			N.- 200	N.- 40	N.- 10	N.- 4	N.- 1/2	N.- 3/4	N.- 2"	N.- 3"
AFLORAMIENTO 8	G08B	$D = 100 - W$	50%	58%	79%	81%	100%	100%	100%	100%



Definición del nombre Litológico:

Arcilla

F08D

Datos:

Peso total de la muestra: 123.042gr

Peso de la muestra seca luego del lavado: 95.051gr

Peso del recipiente: 31.082gr.

A: Porcentaje del material más fino que pasa el tamiz con aberturas de 75 um (N.-200) mediante lavado.

B: Material seco original de la muestra.

C: Masa seca de la muestra luego del lavado.

Procedimiento:

$$A = \frac{B-C}{B} \times 100$$

$$A = \frac{91.96 - 63.96}{91.96} \times 100$$

$$A = 30.45 \%$$

$$B = 123.042\text{gr} - 31.082 \text{ gr}$$

$$B = 91.96\text{gr}$$

$$C = 95.051\text{gr} - 31.082 \text{ gr}$$

$$C = 63.96\text{gr}$$

$$A = 30.45\%$$

Nombre de la muestra:

Arena arcillosa

AFLORAMIENTO 10 – Muestra 010

F010

Datos:

Peso total de la muestra: 117.062gr

Peso de la muestra seca luego del lavado: 91.182gr

Peso del recipiente: 31.082gr.

A: Porcentaje del material más fino que pasa el tamiz con aberturas de 75 um (N.- 200) mediante lavado.

B: Material seco original de la muestra.

C: Masa seca de la muestra luego del lavado.

G: Porcentaje del material grueso.

Procedimiento:

$$A = \frac{B-C}{B} \times 100$$

$$A = \frac{85.98 - 60.10}{85.98} \times 100$$

$$A = 30 \%$$

$$B = 117.062 \text{ gr} - 31.082 \text{ gr}$$

$$B = 30 \text{ gr}$$

$$C = 91.182 \text{ gr} - 31.082 \text{ gr}$$

$$C = 60.10 \text{ gr}$$

$$A = 30 \%$$

$$G: 70\%$$

Definición del nombre Litológico:

Arena arcillosa con trazas de limo

AFLORAMIENTO 16 - Muestra G016

G016

Datos:

Peso total de la muestra: 414gr

A:

D:

Pr:

A: Porcentaje Retenido

B: Peso Retenido Acumulado.

C: Suma Total del peso Retenido Parcial.

D: Porcentaje que Pasa

W: Porcentaje Retenido

Pr: Peso retenido acumulado

Procedimiento:

PORCENTAJE RETENIDO

A = B/C x 100

A = 300/414x100

A = 72 %

PORCENTAJE QUE PASA

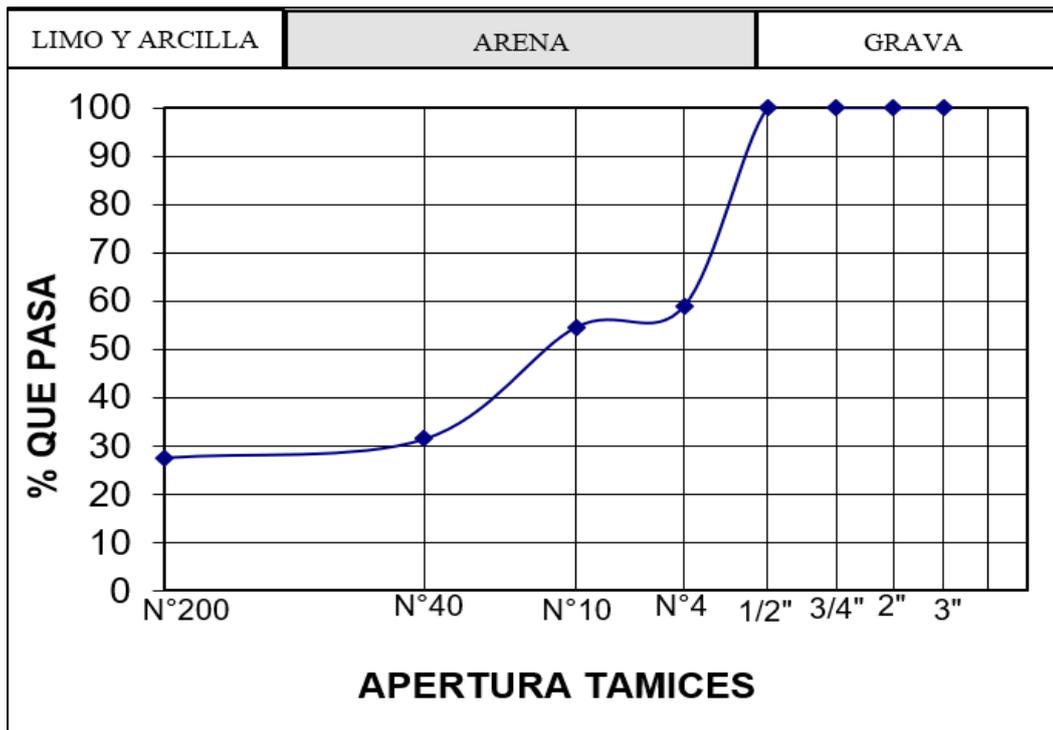
D = 100 – W

D = 100 - 72

D = 28 %

TAMICES	PESOS
N.- 3	0 kg
N.- 2 ½"	0 kg
N.- 2"	0 kg
N.-1½"	0 kg
N.-1"	0 kg
N.- ¾"	0kg
N.- ½"	0 kg
N.-3/8"	0 kg
N.- 4	170 kg
N.- 8	68 kg
N.- 10	18 kg
N.- 40	96 kg
N.- 50	14 kg
N.- 100	18 kg
N.- 200	16 kg
Suma	414 kg
Total	

PORCENTAJE RETENIDO										
AFLORAMIENTO	CODIGO	FORMULA	TAMICES							
			N.- 200	N.- 40	N.- 10	N.- 4	N.- 1/2	N.- 3/4	N.- 2"	N.- 3"
AFLORAMIENTO 16	G016	A= B/C x 100	72%	69%	45%	41%	0%	0%	0%	0%
PORCENTAJE QUE PASA										
AFLORAMIENTO	CODIGO	FORMULA	TAMICES							
			N.- 200	N.- 40	N.- 10	N.- 4	N.- 1/2	N.- 3/4	N.- 2"	N.- 3"
AFLORAMIENTO 16	G016	D = 100 - W	28%	31%	55%	59%	100%	100%	100%	100%



Definición del nombre Litológico:

Arena arcillosa

AFLORAMIENTO 17 - Muestra G017

G017

Datos:

Peso total de la muestra: 302 kg

A:

D:

Pr:

A: Porcentaje Retenido

B: Peso Retenido Acumulado.

C: Suma Total del peso Retenido Parcial.

D: Porcentaje que Pasa

W: Porcentaje Retenido

Pr: Peso retenido acumulado

Procedimiento:

PORCENTAJE RETENIDO

A = B/C x 100

A = 214/302x100

A = 71 %

PORCENTAJE QUE PASA

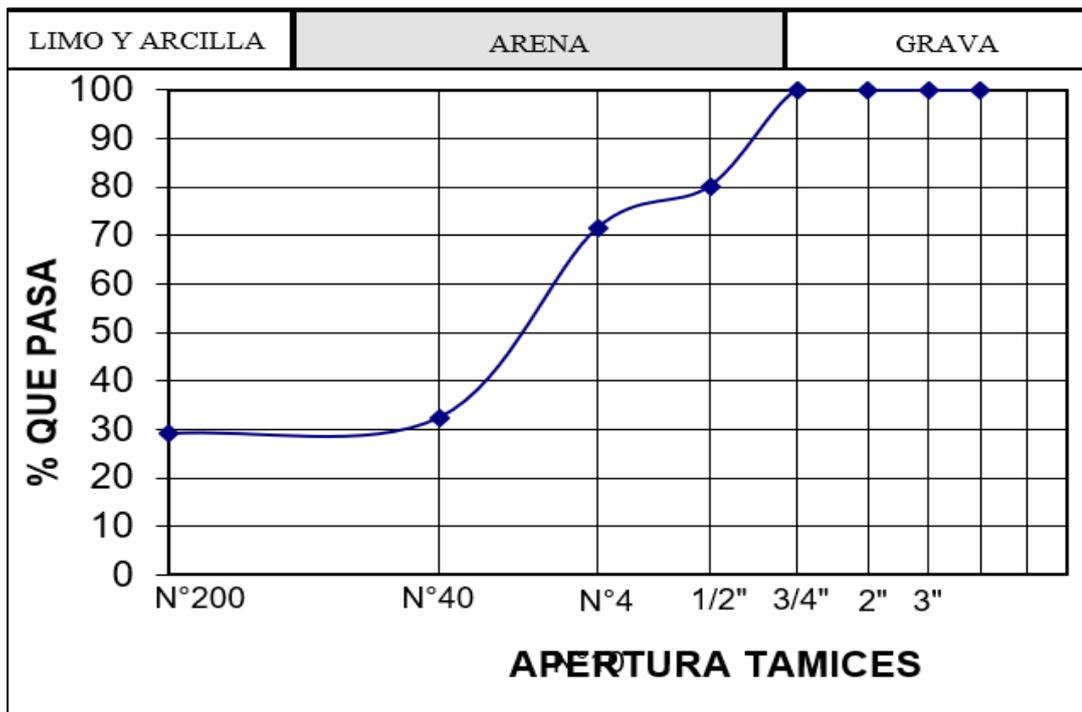
D = 100 - W

D = 100 - 71

D = 29 %

TAMICES	PESOS
N.- 3	0 kg
N.- 2 ½"	0 kg
N.- 2"	0 kg
N.-1½"	0 kg
N.-1"	0 kg
N.- ¾"	0kg
N.- ½"	0 kg
N.-3/8"	0 kg
N.- 4	60 kg
N.- 8	54 kg
N.- 10	26 kg
N.- 40	118 kg
N.- 50	12 kg
N.- 100	14 kg
N.- 200	10 kg
Suma	302 kg
Total	

PORCENTAJE RETENIDO										
AFLORAMIENTO	CODIGO	FORMULA	TAMICES							
			N.- 200	N.- 40	N.- 10	N.- 4	N.- 1/2	N.- 3/4	N.- 2"	N.- 3"
AFLORAMIENTO 17	G017	A= B/C x 100	71%	68%	28%	20%	0%	0%	0%	0%
PORCENTAJE QUE PASA										
AFLORAMIENTO	CODIGO	FORMULA	TAMICES							
			N.- 200	N.- 40	N.- 10	N.- 4	N.- 1/2	N.- 3/4	N.- 2"	N.- 3"
AFLORAMIENTO 17	G017	D = 100 - W	29%	32%	72%	80%	100%	100%	100%	100%



Definición del nombre Litológico:

Arena arcillosa

ANEXO 4

Anexo 4.- Fotografías del Levantamiento Geológico e Hidrológico realizadas en Campo



Figura 1. Terraza aluvial de arena arcillosa no compactada que se encuentran a 1 m sobre el nivel del mar, de color marrón amarillento moderado, el tamaño del grano es de medio subred ondeado a subangulo.



Figura 3. Arena arcillosa de color marrón amarillento pálido, el tamaño de grano de la arena va de medio a grueso con presencia de arcillas que se encuentran a 1m sobre el nivel del mar.

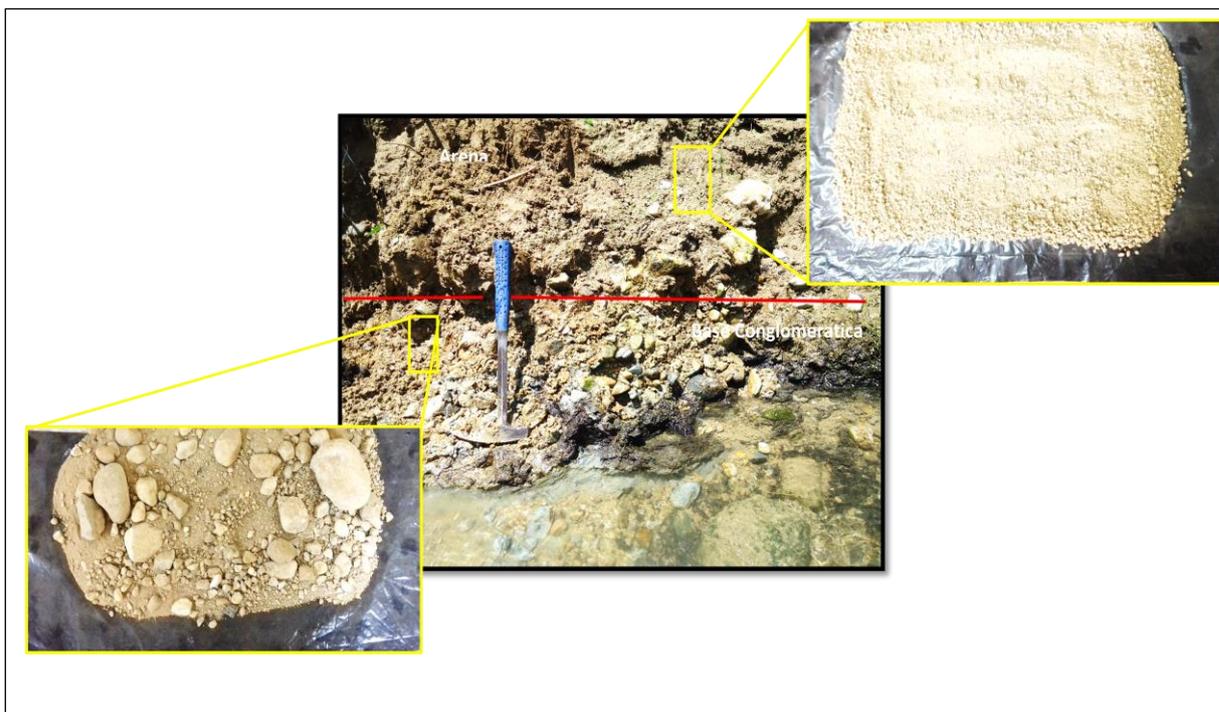


Figura 4. Arena con base conglomerática de guijarros, de color marrón amarillento pálido, los conglomerados de guijarros son subredondeados a subangulosos, que se encuentran a 1m sobre el nivel del mar



Figura 5: Arcilla color gris oliva claro, tamaño del grano fino, se encuentra a 1m sobre el nivel del mar.



Figura 6. Terraza formada por arcilla de color marrón amarillento pálido a gris claro, el tamaño de grano fino



Figura 9. Presentes trastos, decimétricos masivos, su tipo de roca es cuarzo arenisca conglomerática, el tamaño de forma de su grano va de grueso ijarros, subredondeado a subanguloso, que se encuentra a 511m sobre el nivel del mar.



Figura 13. Lava fuertemente meteorización, interperismo y oxidación de hierro.



Figura 16. Lavas andesíticas que están fuertemente intemperizadas con oxidación de hierro.



Figura 17. Lava andesítica, fuertemente intemperizado y suelo con cobertura vegetal.

ANEXO 5

Anexo 5.- Fotografías de los ensayos en laboratorio.

**Laboratorio: Método Granulométrico para
muestras Finas**



Secado de muestras



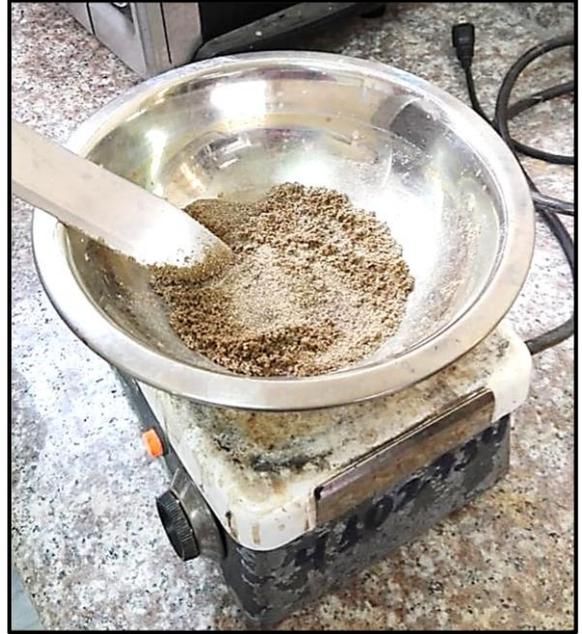
Tamiz N.- 200 lavado de muestra previamente pesada



Decantación del material más fino



Sedimento grueso retenido en el Tamiz N.-
200 después del decantado



Secado de la muestra retenida

**Laboratorio: Método Granulométrico para
muestras Gruesas**



Tamices y Balanza



Ordenamiento de tamices según el tamaño de sus aperturas y agitando la muestra para su clasificación dependiendo el tamaño del grano.



Muestra retenida en el tamiz según su tamaño



Material más fino que pasa el tamiz N.- 200



Peso de cada muestra retenida en cada tamiz