

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN-Managua

Recinto Universitario Rubén Darío

Facultad De Ciencias e Ingeniería



**Seminario de Graduación para optar al título de
Ingeniero Geólogo**

**Tema: Cartografía Geológica a Semidetalle del cuadrángulo NE
De la Hoja Topográfica WAPI serie 3353-III Escala 1:50000**

Elaborado: Br. Yenner José Ruiz.

Br. Johany Gabriel Gómez

Tutor: Msc. Gema Velásquez

Asesor: Ing. Nelson Buitrago

Managua, Nicaragua 2 de septiembre del 2014

AGRADECIMIENTO

Este trabajo no sería completo, si al iniciar las páginas de este seminario de graduación no agradecemos:

Primeramente a Dios todo poderoso por concedernos el don de la vida y bendecirnos con la luz de la sabiduría.

A todos y cada uno de nuestros maestros, en especial a quienes colaboraron como miembros del tribunal, quienes sembraron en nuestro día a día sus conocimientos y experiencias.

Al Ministerio de Energía y Minas MEM-DGM.; en especial a los Ingenieros Carlos Zarruck Pérez, Nelson Buitrago. Por abrirnos las puertas y habernos brindado toda su colaboración para el desarrollo de ésta investigación.

Y prioritariamente a nuestra gloriosa Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-Managua, en especial a la Facultad de Ciencias e Ingeniería, y al Departamento de Tecnología, por haber sido un libro abierto lleno de principios, valores y sobre todo ciencia y excelencia, que nos ayudó a desarrollarnos en unos profesionales y preparados a enfrentar nuevos retos.

DEDICATORIA

A nuestro padre celestial, quien fue la fuerza constante, para levantarnos ante las adversidades de la vida.

A nuestros queridos padres pilares fundamentales, por habernos dado la vida, todo su amor y confianza para formarnos en hombres de bien, con principios y valores ante la sociedad y ayudarnos alcanzar nuestros sueños hechos realidad.

A nuestros adorados hermanos, abuelos y tíos, quienes con su ejemplo y sus sabios consejos nos fortalecieron el camino de nuestra vida estudiantil.

A todos los profesores, quienes han hecho de nuestra vida, unas personas valientes y decididas.

A todos nuestros grandes amigos de la universidad; con quienes caminamos gran parte de nuestra carrera universitaria; por enseñarnos el verdadero significado de la amistad, les llevaremos siempre en nuestra mente y en nuestro corazón.

Resumen

El área de estudio se ubica en el departamento de Chontales, colindante con la Región Autónoma del Atlántico Sur (RAAS), geológicamente caracterizada por el grupo Pre-Matagalpa, : 1. Unidad de rocas sedimentarias, 2. Unidad de Rocas Volcánicas.

La Unidad de sedimentos Terciarios (Tcre), los cuales corresponden a los depósitos más antiguos del área de edad Oligoceno-Eoceno, interpretado por sillitas y calizas intercaladas con tobas. Estos depósitos de caliza originada por el resultado de la precipitación química y las tobas, son evidencia de la actividad volcánica que se produjo en el área. La Unidad de brechas (Terr), de edad Cretáceo-Eoceno (Pre-Eoceno) y la unidad de andesitas (Terma), de edad Cretáceo Superior, tiene su origen en estructuras volcánicas semicirculares cercanas al área de estudio.

También se propone un modelo estructural que determina el área definiendo 3 patrones de lineamientos estructurales con orientaciones Este - Oeste, Noreste - Suroeste y Noroeste - Sureste. Definiendo los de mayor extensión Este - Oeste y Noroeste - Sureste. El patrón de lineamientos Este-Oeste se propone en este trabajo como la primera fase de deformación y Noroeste - Sureste como probablemente la última fase de deformación que afecto el área en estudio.

Las rocas volcánicas que se identificaron en el área se caracterizaron por medio de análisis geotécnicos con el objetivo de proponer bancos de materiales no metálicos aptos, para el aprovechamiento económico en el área de estudio.

CONTENIDO

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	1
I.1. Localización Geográfica y Vías de acceso	2
I.2. Clima y Vegetación	4
I.3. Fisiografía	4
1.4. Metodología.....	5
CAPITULO II. GEOTECTÓNICA DE CENTROAMÉRICA Y NICARAGUA	7
II.1. Marco tectónico de Nicaragua.....	9
II. 2. Geología Regional	11
a) Provincias fisiográficas de Nicaragua.....	11
CAPITULO III. GEOLOGÍA LOCAL	14
a) Unidad Rocas Sedimentarias Rio Escondido (Tcre)	14
b) Unidad de Andesita (Terma)	17
c) Unidad de Toba Rio Rama (Terr)	20
d) Unidad de Suelo aluvial (Qal).....	23
CAPITULO IV. MORFO-ESTRUCTURAS	25
IV.1 Morfo-Estructuras del Área de Estudio.....	25
a) Fases de deformación Este-Oeste.....	26
b) Fases de deformación Noreste-Suroeste.....	27
c) Fases de deformación Noroeste-Sureste.....	28

CAPITULO V. GEOLOGIA ECONÓMICA	29
V.1 Bancos de Materiales.....	29
a) Localización	29
b) Procedimiento de Campo.....	30
c) Criterios de Selección de Bancos de Materiales	31
d) Pruebas Realizadas en el Laboratorio	31
CAPITULO VI. CONCLUSIONES RECOMENDACIONES.....	36
VI.1 Conclusiones.....	36
VI.2. Recomendaciones	37
BIBLIOGRAFIA.	38

Anexos

Anexo 1. Mapa de Puntos de Muestreo	42
Anexo 2. Mapa geológico.....	43
Anexo 3. Descripción Petrográfica	44
Anexo 4. Mapa Modelo Topográfico.....	47
Anexo 5. Mapa de Pendientes	48
Anexo 6. Mapa de elevación	49
Anexo 7. Mapa Morfoestructural	50
Anexo 8. Mapa de Localización de bancos de materiales.....	51
Anexo 9. Tabla de Punto de Muestreo.....	52

Índice de Figuras y Fotos

Figura 1. Mapa de ubicación	3
Figura 2. Mapa tectónico de Centro América	10
Figura 3. Mapa Geológico de Nicaragua	13
Fotografía N°1. Diferenciación marcada y espesores de suelo y sedimento..	15
Fotografía N°2. Siltita, Toba y Calizas	17
Fotografía N°3. Afloramiento de Andesita Basalto, andesita auto-brechadas.....	18
Fotografía N°4. Corte transversal de andesita autobrechada, Andesita basalto y basalto.....	20
Fotografía N°5. Afloramiento unidad de brecha.....	22
Fotografía N°6. Unidad de brecha	23
Fotografía N°7. Espesor de suelo aluvial	24

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

La cartografía geológica es una técnica que consiste principalmente en el análisis e interpretación de los procesos geológicos que han originado la formación de diversas estructuras geológicas y unidades litoestratigráficas que se encuentran aflorando en un área. La información que nos proporciona la realización de la Cartografía Geológica es muy útil, ya que nos brinda una mayor visualización de los distintos ambientes geológicos que se han desarrollado en las diferentes provincias geológicas de Nicaragua al pasar el tiempo (Compton R., 1970).

Esta investigación se sustenta con la información de los trabajos preexistente y reciente de hojas topográficas circundantes del área, analizando la geología e incluyendo algunos aspectos, litológicos, estructurales, petrográficos y anotaciones sobre minería no metálica; obtenidas mediante la interpretación de fotografías aéreas, trabajo de campo y análisis de laboratorios.

En la Región Central y la Región Autónoma del Atlántico Sur (RAAS) de Nicaragua, existen algunas hojas topográficas que carecen de mucha información geológica y una verificación in situ de las unidades debido al mal acceso con que cuentan estas regiones del Norte y Sur del país.

Los investigadores que han realizado sus trabajos en el pasado, se vieron afectados por todos estos inconvenientes impidiendo tener un mayor acceso a estos lugares aledaños.

Actualmente Nicaragua carece de información geológica de todo el territorio nacional, excepto la provincia del Pacífico en la cual se han realizado diversos estudios a detalle.

Dado lo anterior en este trabajo se planteó el objetivo general de la elaboración de un mapa geológico semi-detallado del cuadrángulo Noreste correspondiente a 185 Km² de la hoja topográfica WAPI serie 3353-III escala 1:50000, editada por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales INETER, 1988.

A partir de la realización de los objetivos específicos que incluyeron: delimitación de las unidades litológicas predominantes en el área así como la propuesta de un modelo morfoestructural y delimitación de bancos de materiales no metálicos para el aprovechamiento como agregados para la construcción.

I.1. Localización Geográfica y Vías de acceso

Geográficamente el área de estudio se encuentra ubicado en el borde de la franja de la provincia central y los llanos de la Costa Atlántica de Nicaragua, como punto de referencia geográfica, se encuentra ubicada en la región Sureste de Nicaragua, a una distancia de 290 Km de la Capital Managua, en el cuadrante Topográfico Wapi serie 3353-III, editado por INETER (1989), el área de trabajo cubre una extensión topográfica superficial de 185 Km², cuyos puntos y zonas de Exploración geológica se ubican en la parte Noreste de la hoja topográfica entre las coordenadas UTM N 1383000 E 785000, N 1383000 E 799000, N 1370000 E 799000, N1370000 E 785000 (Ver figura 1)

Vías de Acceso:

La principal vía de acceso al municipio de Wapi partiendo de la capital Managua es la carretera Managua- El Rama, la cual se encuentra asfaltada y en muy buen estado. El Rama es la ciudad más importante cercana al área de estudio, ubicada a 290 Km de la capital.

En la altura del kilómetro 278 se gira hacia la izquierda tomando una trocha que se dirige hacia el municipio de Wapi que dista a unos 32 km al noroeste de ciudad Rama, esta es una calle de tierra que se encuentra recubierta con balastro, permitiendo un buen acceso en tiempo de verano pero sin embargo al caer el invierno las condiciones de acceso son un poco más complicado debido al deterioro causado por las lluvias y el paso de los vehículos pesados que transitan en dichos caminos.

El municipio solo cuenta con calles de tierra recubiertas con balastro y de tierra sin balastro, las vías de acceso a las comunidades son de tierra sin revestimiento que son transitables solo en épocas de verano, la única vía recubierta con balastro es la que comunica los municipios Wapi- El Tortuguero.

MAPA DE UBICACION DE WAPI

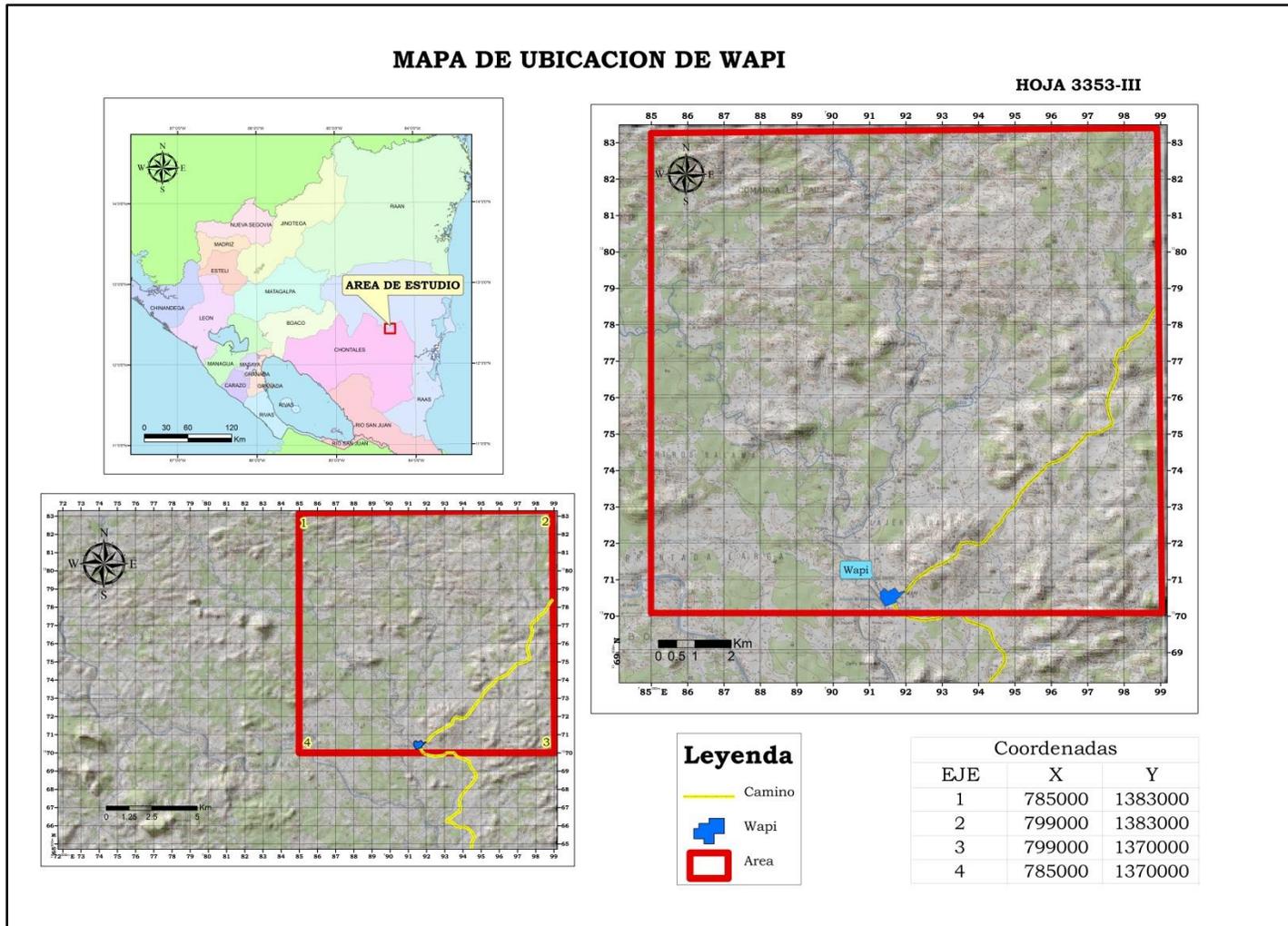


Figura 1. A. Mapa de ubicación A) Límites Departamentales del área de estudio B) Hoja topográfica de Wapi C) Área de estudio.

I.2. Clima y Vegetación

Clima:

Para determinar el clima se utilizó la clasificación de Köppen, caracterizando el área como un clima tropical húmedo y monzónico, su temperatura media es de 26°C debido a las características propias del lugar como son altitud, latitud, orografía y la proximidad al mar. Su precipitación pluvial oscila entre los 300 y 4000 mm en los periodos lluviosos que son entre los meses de Junio a Diciembre, con pequeñas lloviznas entre los meses de enero y febrero (Brenes y castillo, Dipall, 1999).

Vegetación:

La zona de estudio cuenta con una diversidad que está cubierta, en algunos sectores por vegetación semi boscosa latifoliada, constituida principalmente por árboles maderables con alturas hasta de 20 m, los lugares de poca vegetación, está cubierta por pastizales verdes la mayor parte del año.

I.3. Fisiografía

El área de estudio se caracteriza por una fisiografía suave, La altura promedio es de 100 m.s.n.m., siendo el sector de la comunidad Correntada Larga, la zona donde tienen menos altura (40 m.s.n.m.), mientras que en el área de la comunidad El Caracol (Zona Norte del área) el promedio es de 100-185 m.s.n.m.

Un tercio del área (33%) corresponde a tierras de relieve ondulado, con pendientes menores de 15% donde los suelos presentan un buen drenaje natural, son bien desarrolladas y aptas para uso agropecuario.

El 25% restante comprende suelos con relieve fuertemente ondulado y escarpado con pendientes de 15% a 30%, que se adaptan sólo a bosques y eventualmente a pastizales.

Asimismo, la tectónica ha jugado un papel principal en la fisiografía actual de la zona, sobre todo en el sector Oeste del área de estudio. La composición de las rocas aflorantes ha dado lugar a la formación de planicies onduladas en el sector este de la hoja

En el área de estudio se reconocieron las siguientes unidades fisiográficas:

Planicies: se enmarca en el sector oeste de la hoja, se caracteriza por su configuración llana, con lomas de poca altitud, se halla disectada por quebradas poco profundas que desembocan en el río Wapi. La morfología de esta unidad está controlada principalmente por la naturaleza de las rocas aflorantes, que están compuestos por una secuencia de rocas de origen sedimentario.

Mesetas: También llamadas altiplanicies, tienen forma de planicie elevada que está situado a una altura considerable sobre el nivel del mar. Se encuentran generalmente rodeadas de montañas y pueden tener ondulaciones y lomeríos en su superficie.

1.4. Metodología

El presente trabajo que se realizó fue dividido en tres etapas principales que se describen a continuación:

a) Trabajo de Gabinete:

En esta fase se recolectó toda la información existente tales como: mapas topográficos, fotografías aéreas (editadas por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) en los años 1971 -1973, (serie de vuelo 89206 – 89251) y estudios previos realizados en el área o en zonas aledañas (informes técnicos, tesis, artículos).

Luego se procedió a la interpretación de la información antes mencionada. Se preparó el mapa topográfico a escala 1:50,000 de la hoja topográfica de Wapi (3353-III), editado por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), 1988, en donde se plasmaron las estructuras geológicas, contactos litológicos a partir de análisis de modelos de sombra e interpretación de fotografías aéreas.

b) Trabajo de Campo:

En esta segunda fase se realizó la localización y caracterización geológica de los principales afloramiento in situ con sus respectivas descripciones litológicas. Esta etapa consistió en el muestreo y descripción macroscópica de las rocas en diferentes puntos, usando como mapa guía la interpretación de las fotografías aéreas y modelo de sombras, plasmado en el mapa topográfico (escala 1:50,000).

c) Análisis e Interpretación de los Datos de Campo.

Una vez terminada la etapa de campo se procedió a analizar todos los datos obtenidos tanto en campo como en la etapa de gabinete, georeferenciando la porción Este de la hoja topográfica WAPI, y digitalizando la información recopilado en campo, con la herramienta del software ArcMap 10.0.

Así mismo Se analizaron cada una de las muestras obtenidas en campo, macroscópicamente y se elaboraron 10 secciones delgadas para su descripción microscópica para tener una mejor idea de la litología que rige el área de estudio.

Al mismo tiempo se procedió a la redacción de un informe final.

CAPITULO II. GEOTECTÓNICA DE CENTROAMÉRICA Y NICARAGUA

Centroamérica se localiza en la margen Oeste de la placa caribe, la que limita al Norte con la placa Norteamericana a través del sistema de falla Motagua-Polochic-Jocotan y la fosa Caimán; al Este por la fosa de Puerto Rico y la zona de subducción de las Antillas menores; al Sur por la placa Suramericana y al Oeste por la fosa Mesoamericana. La placa Cocos, de origen oceánico colinda al Norte y al Noreste con la fosa mesoamericana; al Sureste con la placa de Nazca, a través del sistema de fractura de Panamá, al Sur con el centro de extensión de Galápagos y la placa Nazca; y al Oeste con la placa Pacífico (Dengo 1962) (Ver figura 2).

Según Dengo (1973,1990) y Venable, (1994) plantean que la composición del basamento, de Centroamérica se encuentra dividida en tres grandes bloques estructurales y un micro bloque que a continuación se describen:

Bloque Maya: de naturaleza continental, constituye la parte Norte de Guatemala y Sur de México, posee un espesor entre los 20 y 25 Km hacia el Norte (Dengo 1973 y 1990).

Bloque Chortis: predomina en la mayor parte de los países Centroamericanos, Guatemala, Honduras, el Salvador y la parte Norte de Nicaragua, constituido por una corteza de tipo continental (Donnelly, 1990).

Bloque Chorotega: está constituido por una secuencia ofiolítica de basamento de origen oceánico que abarca el Sur de Nicaragua, Costa Rica y Panamá. Según Denyer, Alvarado y Aguilar (2000), el bloque Chorotega tiene una actividad geológica constante reflejada por un vulcanismo activo y constituido por rocas de alta densidad y espesores considerables, que varían desde basaltos masivos, basaltos en almohadillas, a rocas sedimentarias radiolaritas con intrusiones de diques y sills.

Venable (1994), propone el micro-bloque Siuna como un área tectónica independiente del bloque Chortis y Chorotega, al que llamó **Terreno Siuna**. Originalmente esta área era atribuida al Bloque Chortis, sin embargo Venable lo caracterizó un terreno de arco de isla con características y depósitos minerales similares a los de Bloque Chorotega más que al Bloque Chortis, debido a la presencia de unidades de rocas ultramáficas.

En Nicaragua, el bloque Chortis está representado, por el complejo Metamórfico de Nueva Segovia, que a su vez representa a las rocas más antiguas de Nicaragua. Estas rocas fueron agrupadas en la formación Palacagüina y esquistos de Nueva Segovia (Zoppis (1957), y Del Guide (1960). En el Noreste de Nicaragua se han encontrado rocas sedimentarias de edad Mesozoicas que probablemente sobreyacen al Basamento Metamórfico del bloque Chortis (Venable, 1994).

El basamento oceánico del Bloque chorotega está representado en la parte Norte de Costa Rica, por el complejo Ofiolítico de Nicoya y las rocas ultramáficas de Santa Elena, el primero no está muy bien definido acerca de cuáles son las series de rocas que deben ser incluidas en el mismo. El límite entre el Bloque chorotega con el Bloque Chortis es aún desconocido, algunos autores (Escalante, (1990); Dengo, (1962), entre otros) han propuesto para este límite un sistema de fallas situado al Sur de la frontera entre Nicaragua y Costa Rica. Otros Autores han sugerido que el límite se ubica en el río San Juan donde afloran peridotitas y serpentinitas, las que probablemente están asociadas a las peridotitas de Santa Elena (Astorga, (1988) y Rodríguez, (2005).

II.1. Marco tectónico de Nicaragua

Nicaragua tectónicamente se localiza en la parte Oeste de la placa Caribe, cerca de su zona de subducción. En donde a través de la fosa Mesoamericana la Placa de Cocos subduce oblicuamente por debajo de la placa Caribe con un ángulo aproximado de 65° , por debajo de Nicaragua (Rupke et al., 2002) y una velocidad de 1.4 ± 2.5 mm/año (De Mets, 2001) dando como resultado de este proceso de subducción, el origen del Arco Volcánico de América Central (AVAC) y la depresión de Nicaragua, ambas paralela a la fosa Mesoamericana (Dengo y Case, 1990) (Ver figura 2).

La formación del AVAC da inicio a finales del Plioceno, en el extremo Noreste de la Depresión Nicaragüense (McBirney y William, 1965). La cual se extiende desde el Salvador hasta Costa Rica, a lo largo del eje de la depresión Nicaragüense en dirección Noroeste-Sureste (Frischbutter, 2002). Se forma debido a la subducción oblicua por debajo de la Placa Caribe, que genera una rotación en sentido de las agujas del reloj del bloque paralelo (bloque ante-arco) (Carr et al., 2003).

Según McBirney & William (1965), la depresión de Nicaragua comenzó a formarse a finales del Cenozoico por los esfuerzos de tensión local producida por la compresión regional creada entre las placas Cocos y Caribe.

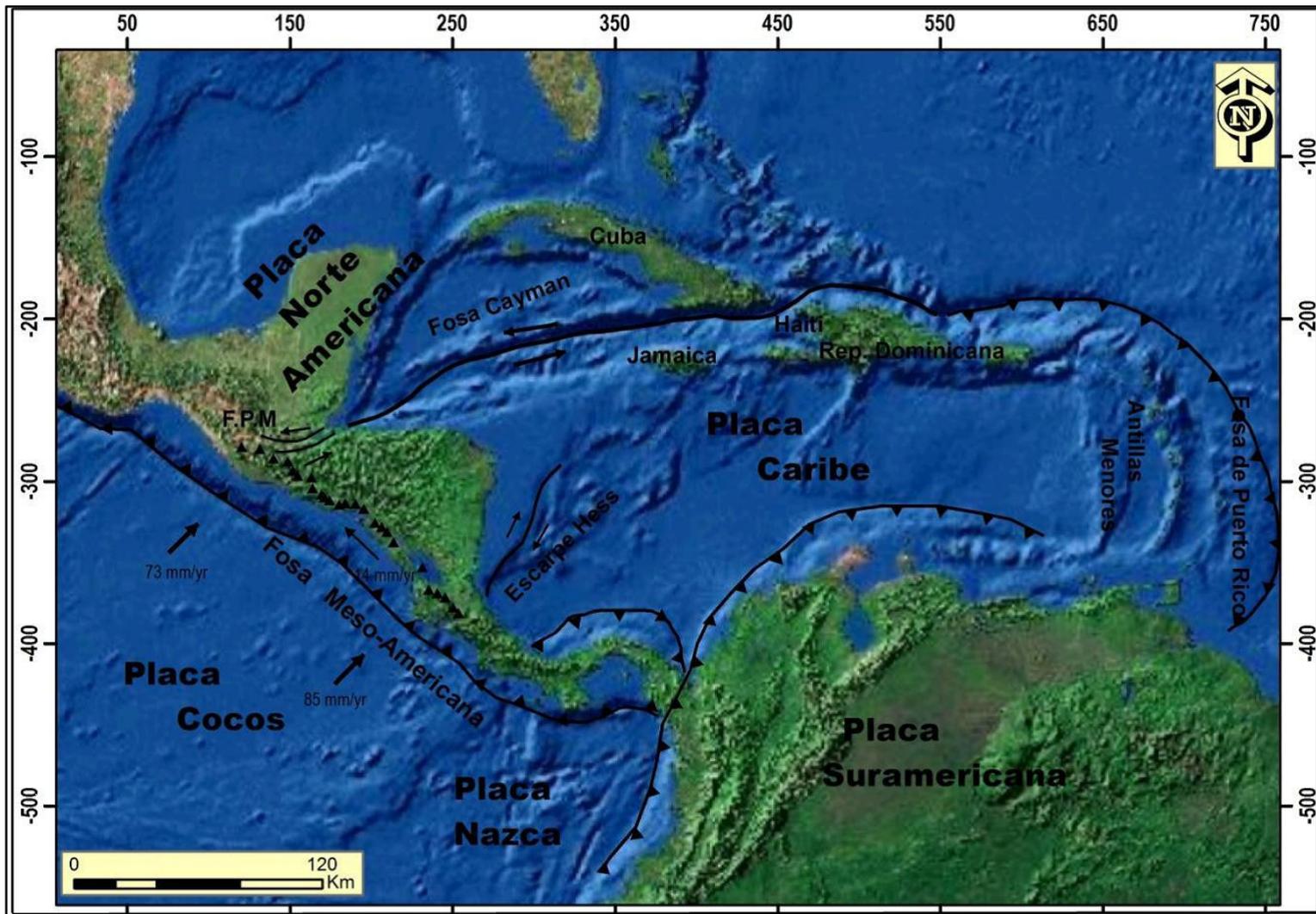


Figura 2. Mapa tectónico de Centro América (modificado de Frishbutter, 2002, Avellán 2009, por Velázquez, 2011)

II. 2. Geología Regional

a) Provincias fisiográficas de Nicaragua

Nicaragua está dividida en cinco Provincias Geológicas (Ver figura 3): Provincia de la Costa del Pacífico, provincia de la Depresión de Nicaragua, Provincia Central, Provincia del Norte y Provincia de los Llanos de la Costa Atlántica (McBirney y Williams, 1965; Hodgson, 2000), las que se describen a continuación:

Provincia de la planicie de la costa del pacifico

Constituida por rocas sedimentarias y volcánicas con edades Mesozoicas-Terciarias que van desde la plataforma continental hasta la fosa Mesoamericana conformada por las formaciones Rivas, Brito, Masachapa, El Fraile, El Tamarindo, El Salto, La Capa o Miembro Sapoá.

Provincia de la depresión de Nicaragua

Con edades Miocénicas, abarca todo los materiales de origen volcánico que fueron depositados en el Graben de Nicaragua y en el graben de Managua. Esta provincia está representada por el grupo la Sierra y su división Sierra Inferior y Superior, así como el grupo Managua (Kuang, 1971)

Provincia del Norte.

Según Hodgson (1976), se encuentra conformada por rocas Metamórficas de edad Paleozoicas las cuales se encuentran cortadas por cuerpos intrusivos de composición ácida con edad Cretácico Tardío. Constituyendo las rocas más antiguas de Nicaragua.

Provincia de los llanos de la Costa Atlántica

Está constituida por rocas sedimentarias Cuaternarias y volcánicas de edad Terciaria y se encuentran ubicadas a lo largo de la costa del Caribe en la denominada Cuenca de la Mosquita.

Cabe mencionar que el área de estudio se encuentra dentro de la provincia del Norte y la de los llanos de la Costa Atlántica.

Provincia Central

Las rocas de esta provincia han sido divididas en dos grandes grupos:

Grupo Matagalpa: constituido por ignimbritas -andesíticas a riolíticas; depósitos piroclásticos, (Eherenborg, 1996).

Grupo Pre-Matagalpa: refleja una morfología consistente en arrugamientos, curvas arqueadas, flexuras con pequeños plegamientos, de tal manera que la interpretación de la Geología de Nicaragua está realizada en base a imágenes de radar (Hunting 1972), muchos de estos afloramientos de rocas volcánicas fueron señalados como sedimentos del Mesozoico de la formación Metapán.

Sten Ake Elmin, (1985), describe rocas volcánicas alternadas entre rocas básicas, tobas y sedimentos, denominado como Pre- Matagalpa. Las edades radiométricas de algunas rocas del grupo señalan valores hasta de 95.600.000 de años.

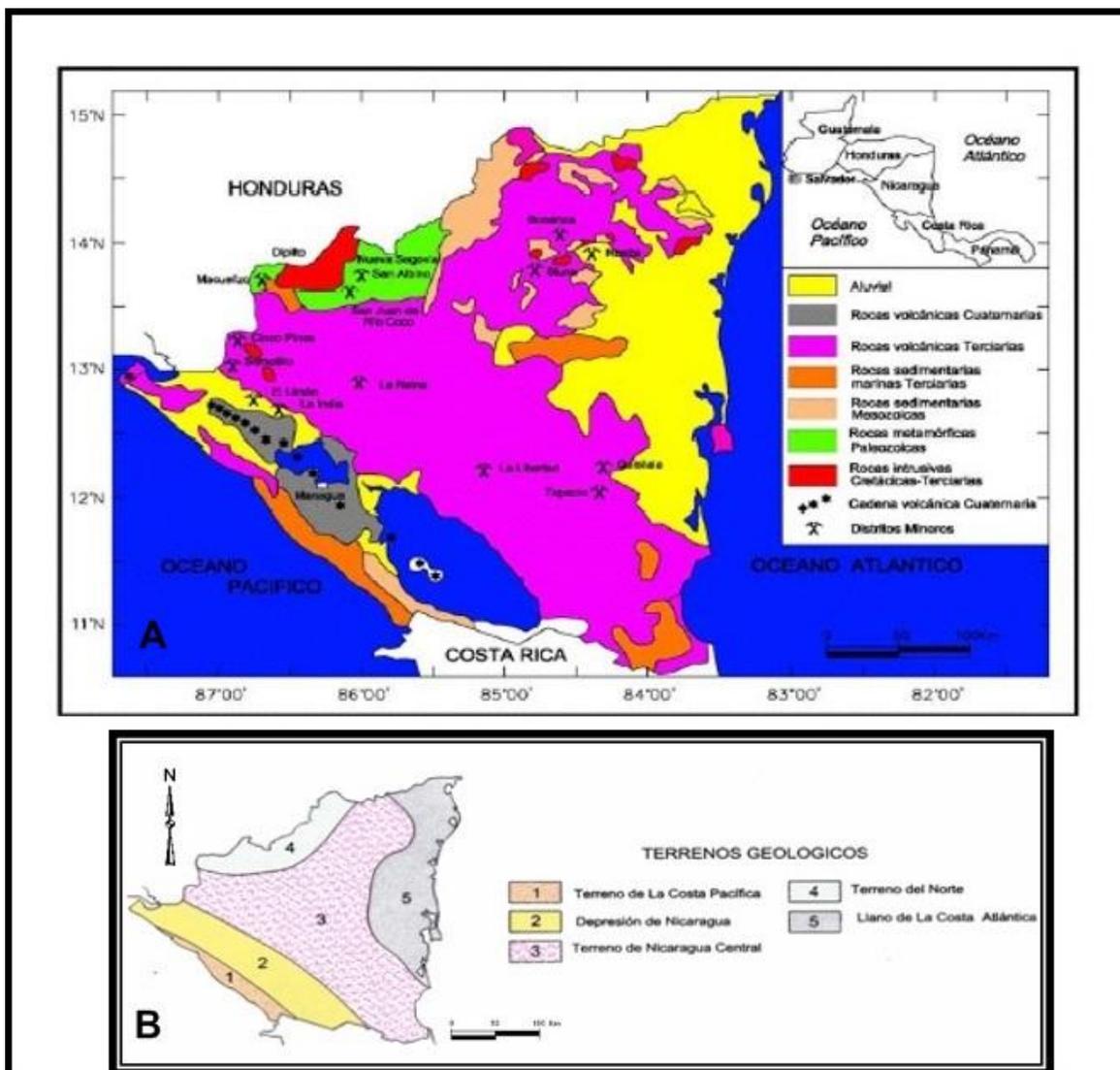


Figura 3. A) Mapa Geológico de Nicaragua B) Terrenos geológicos de Nicaragua en la parte inferior (Tomado de Rodríguez 1994, Modificado del Mapa Geológico Preliminar (Esc 1, 000,000), (1973).

CAPITULO III. GEOLOGÍA LOCAL

El área de estudio ha sido definida geológicamente, tomando como base la interpretación de fotografías aéreas (Escala 1:40,000), mapa topográfico (Escala 1:50,000), editados por el INETER, (1988), investigación de documentación existente (Tesis de grado, informes técnicos, informes mineros entre otros) los cuales forman parte de la base de datos geológicos recolectados por la Dirección General de Minas, exploración de campo, muestreo de afloramientos (Ver anexo 1) y análisis de secciones delgadas.

Tomando en cuenta lo antes mencionado se caracterizó la litología del área en tres unidades: Unidad de rocas sedimentarias, unidad de rocas volcánicas (Brechas y andesitas). Dichas Unidades no se disponen en una secuencia uniforme dentro del área y en varias de ellas se presentan variabilidad en cuanto a su textura, contenido mineral. Este contraste se atribuye probablemente a que los eventos que depositaron estas unidades se originaron por distintos eventos y centros volcánicos.

Dichas unidades se describen a continuación siguiendo el orden desde la más antigua a la más reciente (Ver anexo 2).

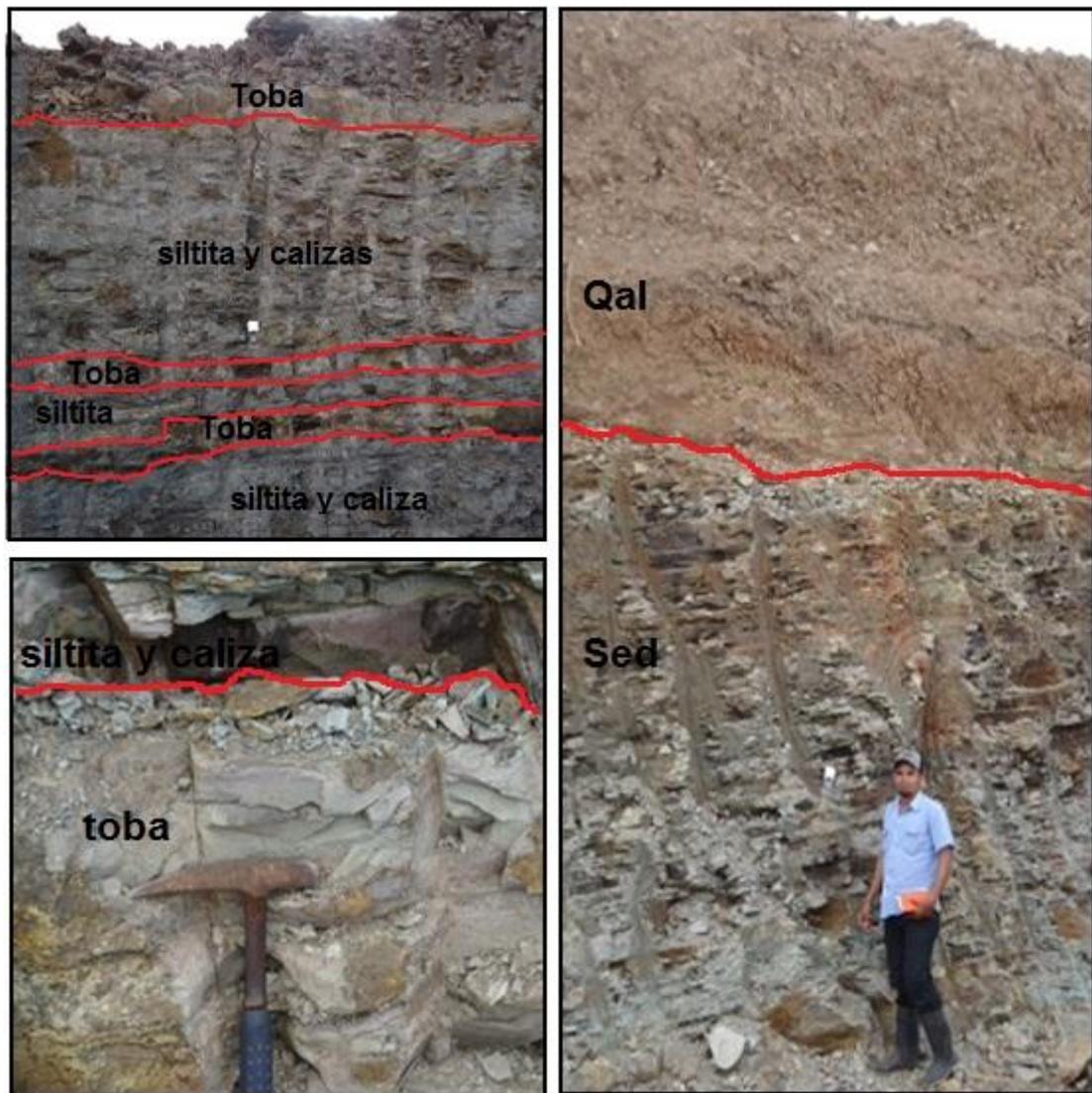
a) Unidad Rocas Sedimentarias Rio Escondido (Tcre)

Esta Unidad aparentemente corresponde a los depósitos de sedimentos más antiguos del área de edad Oligoceno-Eoceno (Hogdson, 2000), caracterizada por siltitas, calizas y toba retrabajada, probablemente de origen pre-volcánico. Dicha unidad se encontró aflorando en la quebrada "Correntada Larga" (coordenadas: 1372199N; 0786794E)

Además se encontró en sitios de extracción de material utilizado para revestimiento de trochas (coordenada: 1371173N; 0792576E), El espesor aproximado de esta unidad es de 4 m y los espesores de las capas intercaladas de calizas y siltitas varían entre 2 a 5 cm. Asimismo, los estratos se presentan

diacclasadas y de forma horizontal con un ángulo de buzamiento de 10°NW (Ver foto No 1).

La estratificación está representada por siltitas verdosas de textura muy fina, intercalada con tobas color gris amarillento de grano medio, las cuales presentan los mayores espesores y además calizas verdosas (Ver foto No. 2). Esta Unidad esta sobreyacida por suelo aluvial de aproximadamente 3 m de espesor y las Unidades de origen volcánico.



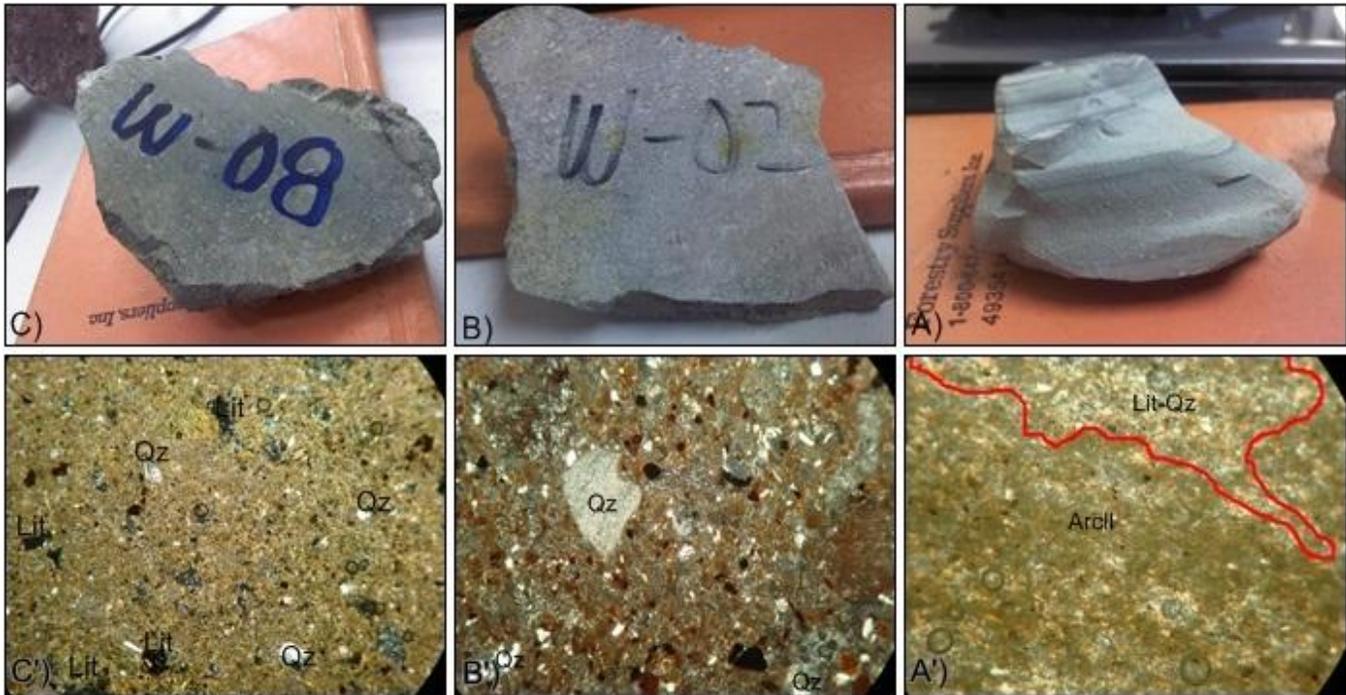
FOTOGRAFÍA N°1 A) DIFERENCIACIÓN MARCADA Y ESPESORES DE SUELO Y SEDIMENTO. B) ESPESOR DE CAPAS DE TOBAS AMARILLENTAS. C) CALIZAS INTERCALADAS ENTRE TOBAS Y SILTITAS.

Según el análisis petrográfico realizado para esta unidad las rocas presentan las siguientes características (Ver foto 2).

Siltita, se pueden observar la coloración verdosa, la estratificación es característica en la roca y esta identificable en la sección delgada por presentar orientación en los minerales. La presencia de arcilla es abundante (45%), esta puede ser identificada fácilmente por la coloración amarillenta opaca, el cuarzo (35%) y líticos (15%) están fragmentados y se observan muy finos presentando una coloración más clara (Ver anexo 3; Tabla 1).

Toba lítica, de tonalidad gris claro textura porfiritica, estructura compacta. La matriz es vítrea (50%), integrada de feldespato (5%), cuarzo (25%), biotita (5%), los clastos presentan ligera orientación paralela a los planos de estratificación debido a esta característica posiblemente sea una toba retrabajada (Ver anexo3; Tabla 2).

Caliza, presenta una tonalidad amarillenta verdosa, mayormente compuesta por carbonato (40%) este se observa abundantemente en toda la sección delgada, posiblemente sea de un origen químico de precipitación debido a que no se observaron detritos, la presencia de líticos (15%) y fragmentos silicatos (15%) son muy escasos (Ver anexo 3; Tabla 3).



FOTOGRAFÍA N°2 A) SILTITA DE COLORACIÓN VERDOSA CLARA DE GRANOS MUY FINO PRESENTANDO LAMINACIÓN. A') SECCIÓN DELGADA DE LA SILTITA DONDE SE OBSERVA ABUNDANTE ARCILLA DE COLORACIÓN VERDOSA CLARA. B) TOBA DE COLORACIÓN GRIS CLARO, COMPACTA CON FRAGMENTOS DE LÍTICOS MUY PEQUEÑOS. B') SECCIÓN DELGADA DE TOBA, PRESENTANDO MATRIZ VÍTRICA, CON ABUNDANTES CRISTALES DE CUARZO. C) CALIZA DE COLORACIÓN VERDOSA, DE GRANO MEDIO, MUY MASIVA. C') SECCIÓN DELGADA DE CALIZA EN DONDE SE OBSERVA ABUNDANTE CARBONATOS, ESCASOS LÍTICOS Y SILICATOS.

b) Unidad de Andesita (Terma)

Esta unidad fue propuesta por Hodgson (1984), de edad Cretáceo Superior (Hodgson, 2000). En el área esta unidad se localiza principalmente en las comunidades "Lajero Grande" (1371173N; 0792576E) y "El Naranjo" (1379030N; 0798550E). El relieve está representado por pequeñas lomas con elevaciones topográficas de 80 a 100 m.s.n.m. Generalmente las rocas se presentan de forma masiva fuertemente diaclasadas (Ver foto 3).

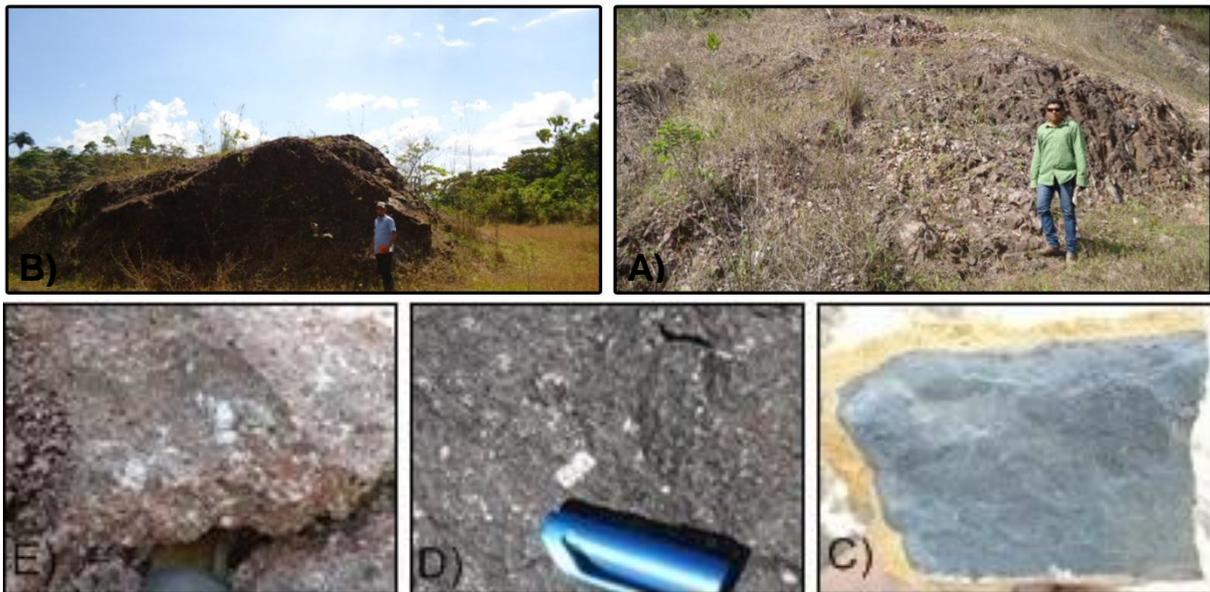
Las rocas predominantes en la unidad presentan coloración gris oscura cuando están sanas, las alteraciones en la roca por lo general son pigmentaciones de

color rojizo dentro de la roca, algunas veces de color amarillentas en la parte superficial, la textura predominante por lo general es afanítica.

Sin embargo en la comunidad de "San Antonio" se encontró afloramientos de dos tipos de andesita:

La primera se clasifica como una Andesita Basalto de coloración oscuras presentando una textura porfiritica, observándose fácilmente los cristales de plagioclasas y olivinos (coordenadas 1373919N; 0797585E) (Ver foto 3).

La segunda se clasificó como una Andesita Auto-brechada, de coloración rojiza con vesicularidad y abundantes presencia de clastos de composición de la misma lava andesítica, los cuales se soldaron en el flujo durante su desplazamiento, estas se encuentran aflorando en grandes bloques (coordenadas 1374055N; 0797585E) (Ver foto 3).



FOTOGRAFÍA N°3 A) AFLORAMIENTO DE ANDESITA BASALTO. B) AFLORAMIENTO DE ANDESITA AUTOBRECHADAS. C) ANDESITA PREDOMINANTES EN LA UNIDAD. D) ANDESITA BASALTO DE COLOR OSCURO PRESENTANDO TEXTURA PORFIRITICA. E) BRECHA ANDESITICA ROJIZA, MASIVA PRESENTANDO VESICULARIDAD.

La sección transversal y El análisis petrográfico de las secciones delgadas permitieron describir las muestras como se presenta a continuación:

El corte transversal realizado, muestra de andesita auto-brechada presenta abundantes clastos angulosos y sub-redondeados, los cuales no eran visibles en su totalidad en la muestra de mano que se tomó, ya que la roca se presentaba de manera masiva con vesicularidad media y los clastos alterados.

En la sección delgada se observa la matriz vítrea (40%) con óxido de hierro (25%) muy predominante, con abundantes líticos de composición andesítica, algunos de estos se observan de coloración rojiza debido a la presencia de óxido, característica en la roca (Ver foto 4 y Anexo 3; Tabla 4).

El corte transversal muestra la Andesita basáltica de coloración oscura con pigmentaciones rojizas, de textura porfirítica. En la sección delgada se observan la matriz (25%) formada por numerosas plagioclasas (35%) básicas del tipo labradorita de maclado muy grueso, máficos alterados a óxidos de hierro (5%), olivinos (15%) y piroxenos (15%) de tipo granular (Ver foto 4 y Anexo 3; Tabla 5).

El corte transversal muestra un Basalto de coloración gris oscura de textura afanítica, masivo. En la sección delgada se observa la Textura holocristalina, la matriz (20%) se encuentra muy cristalizada, con presencia de numerosos listones de plagioclasas (50%) gruesas, abundantes granos de piroxeno (10%), olivino (10%) y máficos (5%) (Ver foto 4 y Anexo 3; Tabla 6).



FOTOGRAFÍA N°4 A) CORTE TRANSVERSAL ANDESITA AUTOBRECHADA DE COLOR ROJIZO. A') PRESENTA LA MATRIZ VITRICA, CON ABUNDANTES ÓXIDO DE HIERRO EN CLASTOS. B) CORTE TRASVERSAL DE ANDESITA BASALTO DE TEXTURA PORFIRITICA. B') SE OBSERVAN ABUNDANTES PLAGIOCLASAS CON PRESENCIA DE PIROXENO. C) CORTE TRANSVERSAL BASALTO, MASIVO DE TEXTURA AFANITICA. C') SE OBSERVA LA TEXTURA OLOCRISTALINA, CON ABUNDANTES LISTONES DE PLAGIOCLASAS.

c) Unidad de Toba Rio Rama (Terr)

Esta unidad se encuentra en el segmento Norte del área, abarcando aproximadamente el 45% total del sitio de estudio. Esta unidad fue propuesta por Hodgson (1984), como unidad Terr, caracterizado por rocas volcánicas: Toba y Brecha de edad Cretáceo – Eoceno (Pre-Eoceno) (Hodgson, 2000).

En el área de estudio se caracterizó por la presencia de brecha que aparentemente se observa en concordancia con la unidad de rocas andesíticas, y la unidad de suelo aluvial la cual se observa que sobreyace a esta unidad.

Los mejores afloramientos del área se encontraron en las comunidades de "La Paila" (1381809N; 0790391E), "El Apante" (1378587N; 0791974E) y a lo largo de caminos de penetración temporales sobre la carretera hacia el poblado del "Tortuguero".

Además se caracteriza por ser la unidad de mayor extensión en el área presentándose en relieves de forma bastante irregular. Con elevaciones topográficas no mayores a los 154 m.s.n.m. caracterizándose por la presencia de bloques masivos in situ de hasta 4m de altura, cortada por intrusivos de composición Andesítica que se encuentra asociada a estructuras de calderas antiguas cercanas al área de estudio.

Litológicamente esta unidad está representada por Brechas rosadas blanquecinas compactas, poligénicas con abundantes clastos. Aproximadamente el 50% de los clastos se presentan angulosos y en algunos casos muy redondeados, estos por lo general son de composición andesíticos, dacíticos en una matriz compuesta de ceniza (Ver foto 5).

También, esta brecha se encuentran de forma in situ meteorizadas de un color gris oscuro y algunas con un alto grado de alteración mayormente del tipo clorítica, presentándose generalmente en los clastos (Ver foto 5).

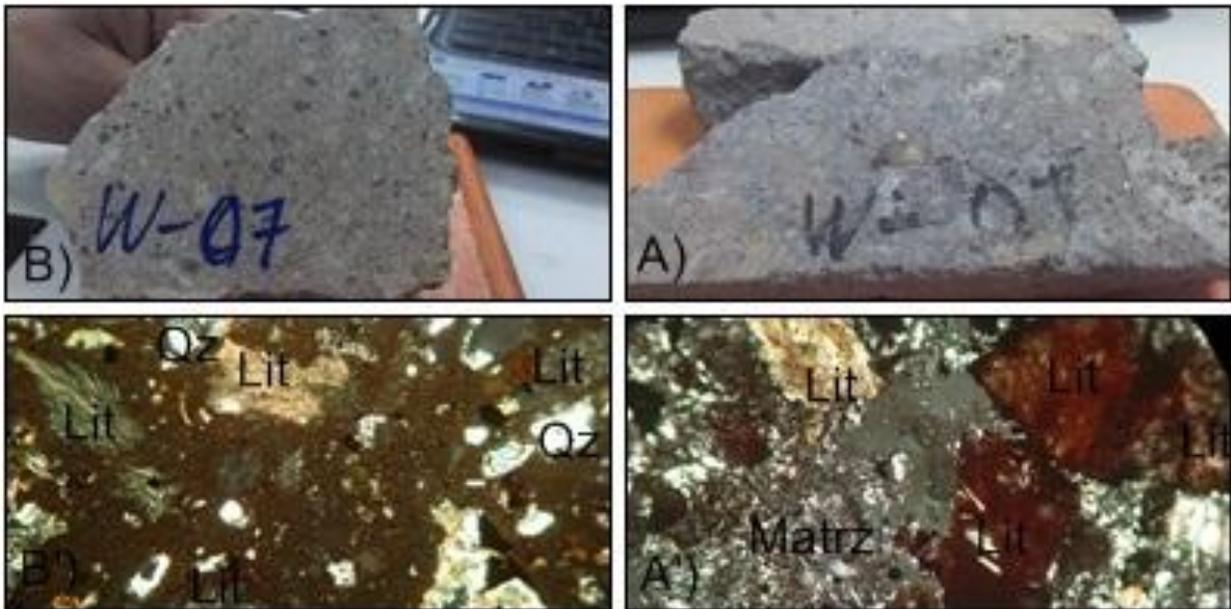
Asimismo, macroscópicamente presenta una tonalidad clara rosada, en el corte transversal realizado se puede observar que es una roca compacta con abundancia de clastos angulosos y sub redondeados del tipo andesíticos, dacíticos en una matriz de ceniza (Ver foto 6)



FOTOGRAFÍA N°5 A) AFLORAMIENTO UNIDAD DE BRECHA. B) BLOQUES DE BRECHAS IN SITU A ESCALAS. C) BRECHA ROSADA MUY COMPACTA, DE MAYOR ABUNDANCIA EN LA UNIDAD. D) BRECHA DE COLORACIÓN GRIS PRESENTANDO CLORITIZACIÓN EN ALGUNOS CLASTOS. E) BRECHA COMPACTA EN LA CUAL LOS CLASTOS SE OBSERVAN MUY REDONDEADOS.

Según el análisis petrográfico realizado, las rocas de esta Unidad presentan las siguientes características.

En la sección delgada, se observa la matriz (25%), la cual se encuentra muy alterada y desvitrificada, presenta textura clástica, con abundantes líticos anhedrales hematítico (45%), volcánicos de composición poli-mixtos (Ver fotografía 6 y Anexo 3; Tabla 7 y 8).



FOTOGRAFÍA N°6 A) BRECHA ROSADA CLARA CON ABUNDANTES CLASTOS SUBANGULOSOS. A') SE OBSERVAN ABUNDANTES LÍTICOS EN UNA MATRIZ DESVITRIFICADA. B) BRECHA MUY CLARA, COMPACTA CON ABUNDANTES CLASTOS SUBANGULOSOS. B') SE OBSERVA LA MATRIZ VÍTREA ARCILLOSA CON ABUNDANTE PRESENCIA DE LÍTICOS.

d) Unidad de Suelo aluvial (Qal)

Esta unidad se encuentra, principalmente, en la parte septentrional del mapa geológico de Wapi, principalmente se determinó su espesor muy puntualmente en la zona de "Balawas" (Coordenadas 1373403N; 0786639E) y comarca "Correntada larga" (Coordenadas 1372199N; 0786794E).

Los depósitos de suelo aluvial presentan rodados de cuarzo calcedonio en su mayoría con diferentes tamaños y proveniente de las partes más altas de la zona. El origen de esta unidad es debido a los procesos de denudación que afectan el área. El espesor estimado es de 3m y se encuentra sobreyaciendo a la unidad sedimentaria, unidades de Brechas y unidad de Andesitas (Ver foto 7).



FOTOGRAFÍA N°7. A) SE OBSERVA EL ESPESOR DE SUELO ALUVIAL. B) PRESENCIA DE ABUNDANTE RODADOS. C) PRESENCIA DE ABUNDANTE CUARZO CALCEDONIO.

CAPITULO IV. MORFO-ESTRUCTURAS

IV.1 Morfo-Estructuras del Área de Estudio

Para realizar los análisis e interpretaciones morfo estructurales de la parte Noreste del área de estudio se tomó como base la hoja topográfica Wapi editada por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales INETER 1988. Para la realización de mapas modelos que son de utilidad para definir las características de los patrones de lineamientos estructurales, como son: mapas de curvas, mapa de pendiente, mapa de elevación y mapa sombreado (Ver anexo 4, 5, 6 y 7).

El mapa de curvas juega un papel muy importante en la interpretación e identificación de las estructuras en el terreno y su morfología. En el análisis del mapa topográfico y las curvas de nivel se logran observar zonas donde las curvas y los ríos forman lineamientos cerrados con direcciones preferenciales relacionados a sistemas de fallas regionales que atraviesan la zona.

De igual forma el análisis del mapa de pendientes nos ayudó a definir patrones geomorfológicos en base a la semejanza de pendientes tomando como referencia el cambio de coloración.

También se realizó el mapa de elevación; y el mapa del modelo sombreado nos permitió observar con mayor facilidad, las características del terreno en tres dimensiones que, junto con la fotointerpretación, facilita trazar las morfoestructuras existentes en el área de estudio.

Tomando en cuenta los resultados de la interpretación de las herramientas utilizadas anteriormente, se logró definir 3 fases de deformación de lineamientos principales, en donde la primera fase tiene un rumbo preferencial: Este -Oeste, la segunda Noreste – Suroeste y la tercer fase con un rumbo preferencial Noroeste - Sureste.

Así mismo, se propone que la primera fase de deformación Este – Oeste, se refiere regionalmente a la migración de la actividad volcánica del Terciario – Cretácico. La segunda Noreste – Suroeste, se encuentra relacionado a estructuras regionales como, el lineamiento Isabelia- Zona de fractura de Murra y falla rio Bocay descrita por Hodgson 1982 y por último el sistema Noroeste – Sureste, corresponde a la zona de fracturas Matiguas (Hogdson, 2000).

Los sistemas de lineamientos más destacados en la región son los de rumbo Noreste - Suroeste, que están siendo desplazados por estructuras lineales más jóvenes con dirección Noroeste -Sureste.

En base a la geometría y arreglo estructural los patrones Este - Oeste y Noreste - Suroeste se comportan con un arreglo en echelón y zonas de relevo. Mientras que en el patrón Noroeste - Sureste se puede observar comúnmente un lineamiento del tipo normal.

a) Fases de deformación Este-Oeste

El lineamiento Este - Oeste es la primer fase de deformación y de acuerdo a sus prolongacion en toda el área de estudio, se puede deducir que los lineamientos son de carácter regional ya que todas las unidades litológicas presentes en el área están siendo intersectadas por este tipo de lineamientos.

Se lograron definir 3 patrones de lineamientos bien marcados: El primer patrón de lineamiento fue nombrado en este documento con el nombre de Lajero Grande y se localiza en la parte sur del área de estudio, en el extremo Este con una extensión de casi 8 kilómetros de longitud, cortando las unidades Terma y Qal, pasando por los ríos de "Valentín", "Wapi" y "San Antonio" y atravesando los cerros "El Coco" y en la parte Norte al cerro "Lajero Grande".

El segundo lineamiento se encuentra en la parte Central del área de estudio atravesando los ríos "San Valentín", "La Ignacia" y "Wapi". Presenta una extensión de 13 kilómetros que cubre toda el área de estudio, pasando por las unidades Terma, Qal y Terr y posiblemente sea de carácter regional. A este lineamiento que se encuentra dentro de nuestra área de estudio se nombró como lineamiento

Caracol. El cual en un segmento de su rumbo es desplazado por una estructura con dirección Noroeste - Sureste.

El tercer patrón más evidente corresponde al lineamiento "Valentín", presenta un carácter regional ya que cubre toda el área de estudio, tiene una extensión de 14 kilómetros y se encuentra en la parte Norte cortando las unidades Terma y Terr, atravesando la unidad Qal hacia el Oeste. Este lineamiento es desplazado por un patrón dominante que se encuentran en dirección Noroeste - Sureste.

b) Fases de deformación Noreste-Suroeste

Estos lineamientos, dentro del área de estudio tiene una dirección preferencial N60°E y se encuentra afectado por los patrones de lineamientos en dirección Noroeste - Sureste. Se lograron determinar 5 lineamientos en esta dirección de los cuales los más característicos se encuentran en la parte Norte y Sureste del área de estudio.

El primer patrón lleva por nombre "Arenal", cubriendo un área de 9 kilómetros en la parte Norte del área, siguiendo la dirección del río el Arenal y cortando las unidades Terr y Qal en ese extremo, aparentemente en la parte Norte se extiende más allá de la hoja en esa misma dirección.

El segundo lineamiento lleva por nombre la "Ignacia", se encuentra en la parte Norte del área de estudio, cubre un área de 7 kilómetros siguiendo el patrón del río en dirección preferencial N55°E, según la interpretación realizada de las fotografías aéreas y los mapas topográficos, este patrón solo se encuentra en la unidad Terr prolongándose en la parte Norte con la misma dirección.

El tercer lineamiento de este patrón, lleva por nombre "El Llano" y se encuentra en la parte Sur del área en estudio, cubriendo un área de unos 4 kilómetros con una dirección preferencial de N45°E, atravesando las unidades Terr y Qal, que corresponden a una unidad de tobas y depósitos cuaternarios aluviales.

c) Fases de deformación Noroeste-Sureste

En esta fase de deformación Noroeste - Sureste, se logra apreciar un patrón de lineamientos que afecta el extremo Noroeste del área en estudio, atravesando la comarca "La Paila" y los sistemas de lineamientos Este – Oeste y los sistemas Noreste - Suroeste, este sistema tiene rumbos preferenciales en dirección $N60^{\circ}W$ que son evidentes en la zona Norte del área de estudio. A continuación se describen los lineamientos más evidentes encontrados.

El primer Lineamiento lleva por nombre "Hierba Buena", tiene una distancia aproximada de 11 kilómetros, cubriendo desde el extremo Noroeste hasta el Sureste atravesando las unidades geológicas Terr y Terma y los lineamientos que se encuentran en dirección Noreste - Suroeste.

El segundo lineamiento lleva por nombre "La Paila" y cubre una extensión de unos 10 kilómetros perpendicular al rumbo del lineamiento Hierba Buena, en el extremo Oeste pasa por la comunidad que lleva el mismo nombre extendiéndose hasta la parte Sureste del área de estudio, cortando las unidades geológicas Terr, Qal y Terma con posible extensión fuera del área de trabajo.

El tercer lineamiento más relevante en este trabajo lleva por nombre "Buenos Aires", se extiende desde el extremo Noroeste en la parte superior hasta el extremo Sureste en la parte inferior, cubriendo un área de unos 12 kilómetros, siendo este el más relevante de todos, cortando las unidades Terr, Qal y Terma.

CAPITULO V. GEOLOGIA ECONÓMICA

V.1 Bancos de Materiales

Para la localización de bancos de material a estudiar, contamos con el respaldo del Mapeo Geológico, ya que este proporcionó un listado de bancos que presentaban características de tener material de buena calidad, para posibles proyectos de infraestructura vial. Es preciso mencionar que los bancos de material propuestos en este trabajo ya habían sido explotados por ciudadanos de las comunidades o por empresas privadas, entre estos sitios están: "Lajero Grande" y "La Victoria".

Por lo tanto, se dará la debida importancia a este aspecto, ya que, en el Municipio de "Wapi" (Región Autónoma Atlántico Sur), no se cuenta con información de esta índole, la cual es de sumo interés en cuanto a factores económicos, y de tiempo. En este trabajo se contará con un mapa, en el cuál se ubicarán geográficamente y resultado de ensayos de laboratorio que caracterizan las propiedades físicas y mecánicas de los bancos de material.

a) Localización

Localizar un banco es más que descubrir un lugar en donde exista un volumen alcanzable y explotable de suelos o rocas que pueden emplearse en la construcción de una determinada parte de una vía terrestre, satisfaciendo las especificaciones de calidad.

Cuando se seleccionan "bancos de material" para la construcción de una estructura de pavimento, es necesario conocer la clase o clases de suelo existentes en dichos bancos, así como también si el material puede ser excavado removido y utilizado.

Lajero Grande

Este banco de material se localiza en el municipio de Wapi – el rama exactamente en las coordenadas N 1371173- E 0792576, el acceso es llegando al municipio de "Wapi" se toma la carretera al municipio del "Tortuguero", aproximadamente unos dos kilómetros de se encuentra un corte al lado izquierdo sobre la carretera, el cual presenta unos 4 m de altura por 15 de ancho, también se puede observar que se ha estado extrayendo material para revestimiento de caminos (Ver anexo 8).

La Victoria

El banco de material "Victoria" se encuentra localizado en las coordenadas N 1379030- E 0798550, se ubica aproximadamente a unos 10 km de la cabecera municipal. Para llegar al sitio, se parte del municipio "Wapi" tomando la carretera que va hacia el municipio de el Tortuguero, pasando por las comarcas "San Antonio" y "Naranja", llegando al rio el Caracol, se recorren unos 900 m llegando a un caserío en donde se puede observar al lado izquierdo de la carretera un acceso hacia el banco de material que se encuentra a unos 800 m de la entrada (Ver anexo 8).

b) Procedimiento de Campo

Para realizar el trabajo de campo y la obtención de las muestras en los bancos previamente ubicados, fue necesario recolectar muestras frescas y representativas en toda el área, para obtener resultados más satisfactorios. Las muestras fueron recolectadas en diferentes puntos del afloramiento y posteriormente depositadas en sacos macen y etiquetadas con sus respectivos códigos para ser enviadas al laboratorio y realizar los ensayos necesarios.

c) Criterios de Selección de Bancos de Materiales

Se hace un estudio tomando en cuenta las propiedades significativas que se obtienen de campo, registros de servicios y ensayos de laboratorio. Un agregado de buena calidad consiste en partículas sin fracturas, resistentes a la abrasión, con gradación adecuada y sin formas planas alargadas; se preferirán aquellos agregados que no pierden resistencia cuando se humedezcan o se sequen.

Es necesario evaluar los agregados que tenemos, ya que debemos considerar la importancia de un agregado debido a su valor económico, disponibilidad, ya que constituyen una fuente valiosa de información teniendo en cuenta las limitaciones que restringen su confiabilidad de los ensayos.

Es muy importante seguir un criterio para la selección del agregado para una guía general.

Independientemente de su empleo, la granulometría del agregado debe de ser uniforme y debe de cumplir con ciertos requisitos razonables de graduación, para que estén dentro de los límites de tolerancia de especificaciones usuales.

d) Pruebas Realizadas en el Laboratorio

Para determinar la calidad de los Bancos de materiales se realizaron los siguientes ensayos:

- Gravedad específica
- Absorción
- Prueba de desgaste con máquina de los Ángeles
- Resistencia a la compresión simple

Gravedad especifica

Para determinar la gravedad especifica primeramente la muestra se seca en un horno a T° de 60° - 110°C y se enfría al aire a la temperatura ambiente durante 1 a 3 horas. Una vez fría se determina el peso seco de la roca, y luego se sumerge en agua, durante 24 horas.

Después del período de inmersión, se saca la muestra del agua y se secan las partículas rodándolas sobre un paño absorbente de gran tamaño, hasta que se elimine el agua superficial visible. A continuación, se determina el peso de la muestra en el estado de saturada con superficie seca (S.S.S.). A continuación, se coloca la muestra en el interior de la canastilla metálica y se determina su peso sumergida en el agua. La canastilla y la muestra deberán quedar completamente sumergidas durante la pesada y el hilo de suspensión será lo más delgado posible para que su inmersión no afecte a las pesadas.

La gravedad especifica aparente es igual al peso saturado superficialmente seco por el peso entre el peso seco.

Prueba de desgaste de los materiales en la máquina de los ángeles

Este método se emplea para determinar la resistencia al desgaste de agregados naturales o triturados utilizando la Norma ASTM C 131, empleando la citada máquina con una carga abrasiva que consiste en esferas de acero, de un diámetro entre 46.38 mm (1 13/16") y 47.63 mm (1 7/8") y un peso comprendido entre 390 g y 445 g.

Para realizar esta prueba el primer paso fue triturar la roca, posteriormente se procede a determinar su granulometría para saber el tamaño de los agregados el que se encuentra en los rangos de 3/8 y 3/4 de pulgadas, se seleccionaron alrededor de 2506 gr los cuales se lavan y se secan y una vez listos se meten en la máquina de los ángeles, se seleccionan la cantidad de esferas o carga abrasiva a utilizar que depende de la granulometría del ensayo y en este caso en particular la granulometría se encuentra entre B y C por lo cual se introdujeron 7 bolas.

Una vez terminado el ensayo todo el material es tamizado en el tamiz N° 12 para determinar el porcentaje de desgaste que es el peso inicial menos el peso retenido en el tamiz entre el peso inicial por cien.

Medida de la resistencia a la compresión en Roca.

La resistencia a la compresión en la roca se determinó haciendo uso del esclerómetro o martillo suizo donde se prepararon las muestras de las rocas por medio de equipos de cortes y posteriormente se aplicó compresión por medio del martillo suizo.

Resultados del Laboratorio

Tabla 1. Resultado de laboratorio muestra de rocas del Banco "Lajero Grande"

Descripción	Lajero Grande
Peso específico Nominal (g/cm³)	2.83
Peso específico saturado y superficialmente seco (g/cm³)	2.84
Peso específico aparente (g/cm³)	2.86
% Absorción	0.5
% de desgastes	14.83
Resistencia a la compresión simple (Kg/cm²)	174-517

Tabla 2. Resultado de laboratorio muestra de roca del banco "Valentín"

Descripción	Valentín
Peso específico Nominal (g/cm³)	2.53
Peso específico saturado y superficialmente seco (g/cm³)	2.55
Peso específico aparente (g/cm³)	2.59
% Absorción	1
% de desgastes	15.23
Resistencia a la compresión simple (Kg/cm²)	217 – 555

Los ensayos de las muestras se realizaron para ver las características de las rocas y de acuerdo a su resultado ver los usos de los bancos de materiales encontrados en el área de estudio. Lo que más interesa en el campo de la tecnología del concreto y específicamente en el diseño de mezclas, es la densidad aparente que se define como la relación que existe entre el peso del material y el volumen que ocupan las partículas de ese material incluidos todos los poros.

De acuerdo a nuestros resultados de laboratorio podemos ver que La densidad del agregado se encuentra dentro del intervalo especificado, el cual determina que la roca madre se encuentra dentro de los límites de 2,48 y 2,8 grs /cm³.

La absorción que presenta la roca de acuerdo a las características físicas y especificaciones técnicas del laboratorio es de muy buena calidad, ya que nos indica que la roca presenta un porcentaje mínimo de poros o espacios vacíos en su matriz. Al momento de utilizar la roca como mezclas de agregado después de triturarlo tendrá un aporte de agua en una mínima dosis. En los resultados del laboratorio Se observa que el mínimo aumento en peso debido a la absorción del agregado fue de 0.5% para la tabla 1%, para la tabla 2. Puede ser que el agregado escogido en la tabla 1, las partículas escogidas sean más pequeñas que las partículas de la tabla 2 y por eso la diferencia entre el porcentaje de absorción, Una roca de buena capacidad podría ser la que absorbe menos de 5%.

Una adecuada Densidad aparente está entre 2.3 y 2.9 g/cm³, cuando mayor es su densidad mejor es su calidad y menor su absorción, podemos ver en los resultados de laboratorio que la densidad aparente para la tabla 1 es de 2.86 y para la tabla 2 es de 2.59.

Los límites recomendados si el agregado va a ser usado en concreto o en pavimentos rígidos el desgaste debe ser menor del 35%, si va a ser usado en otras estructuras el desgaste debe ser menor de 40%, en la tabla 1 se puede apreciar un porcentaje de desgaste de 14.83 % y para la tabla 2 un 15%, cumpliendo de esta forma los límites establecidos por las normas estándar.

Los límites de resistencia a la compresión en las rocas Deben de ser mayor a 210 kg/cm², en la tabla 1 los resultados son de 174-517 kg/cm² y en la tabla 2 los resultados son de 217-555 kg/cm².

De acuerdo a los resultados del laboratorio podemos decir que Los valores de resistencia a la compresión bajos corresponden a rocas meteorizadas frágiles y los valores de resistencia a la compresión alta corresponden a rocas sanas con mayor dureza.

Agregados con partículas esféricas y cúbicas son las más convenientes para concreto, porque tienen una mayor resistencia y es menor el consumo de cemento debido al mayor acomodo de las partículas, o sea mayor cantidad de material por unidad de volumen.

Las rocas dependiendo de su dureza pueden ser utilizadas ya sea en pavimentos como material selecto o material cero y en concreto como agregados finos o gruesos, lo importante es saber cuál es la calidad de la roca, que porcentaje de absorción tiene, entre menos absorba mejor es su calidad.

De acuerdo a estos resultados de análisis de laboratorio podemos decir que los bancos de materiales cumplen con todos los parámetros establecidos por las normas para ser usados como agregados para concretos y en pavimentos.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES RECOMENDACIONES

VI.1 Conclusiones

Tomando en cuenta los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

- la Geología local está constituida por 3 Unidades Litoestratigráficas: Unidad de Toba Río Rama, (Terr), Unidad Andesítica Río Mico (Terma), y suelos Aluvial (Qal).
- Los sistemas estructurales del área, se encuentra determinada por 3 fases de deformación presentando patrones de lineamientos principales en donde la primera fase tiene un rumbo preferencial: E-W, la segunda NE-SW y la tercer fase tiene un rumbo preferencial NW-SE.
- La geología económica del área se encuentra limitada a la unidad volcánica Terma ya que esta, se caracterizó mediante análisis físico mecánico de 2 bancos de materiales que presentan cualidades aptas para su aprovechamiento como agregados en la construcción.

VI.2. Recomendaciones

Para dar continuidad a este estudio y enriquecer el conocimiento geológico de Nicaragua se hacen las siguientes recomendaciones:

- Enfatizar más estudios de mapeos geológicos en la RAAS, para brindar un mayor seguimiento en cuanto al aporte de la geología en nuestro país.
- Se recomienda realizar un mapeo geológico detallado de las rocas volcánicas identificando los centros eruptivos que les dieron origen en base a sus facies cercanas, medias y distales.
- En base a que el área de estudio no se evidencian afloramientos representativos por causa de su topografía plana, es recomendable elaborar trincheras, y crear nuevas columnas con espesores mayores que nos determine mejor veracidad, en cuanto a la elaboración de columnas estratigrafía.
- Realizar estudio Radiométrico para determinar la edad absoluta de las diferentes unidades existentes en el área de estudio.
- Enfocar la geología económica a la identificación de Bancos de materiales de buena calidad para la promover de la minería no metálica en Nicaragua.

BIBLIOGRAFIA.

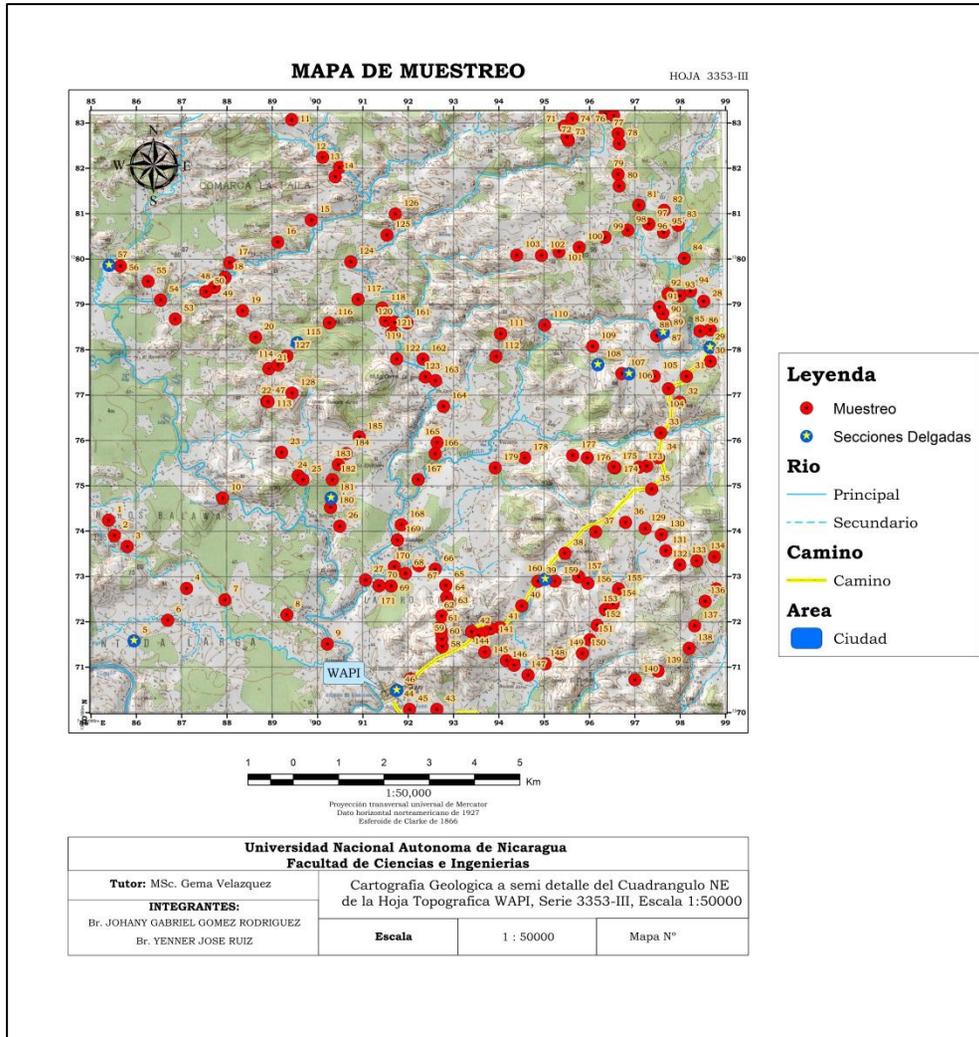
- Astorga A., (1988). Geodinámica de las Cuencas del Cretácico Superior-Paleógeno de la región forearc del sur de Nicaragua y norte de Costa Rica. San José.
- ASTM C 131. Standard test method for resistance to degradation.
- Balmaceda O., (2011). Guías de laboratorio de materiales de construcción.
- Carr M. et al., (2003), "Volcanism and geochemistry in Central America: Progress and problems". American Geophysical Union, Geophysical Monograph 138, pp. 153-173.
- Robert Compton, (1970) manual de geología aplicada.
- Dengo, (1962), caracterización tectónica de América Centro meridional
- Dengo, (1973). Estructuras geológicas, historia tectónica y morfología de América Central. Guatemala, Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnológica Industrial.
- Dengo y Case, J., (1990). The geology of North America. The Caribbean Region. Vol. H. Colorado.
- Dengo, (1990). The geology of North America. The Caribbean Region. Vol. H. Colorado.
- Donnelly, (1990), Geologic History of the Caribbean and Central America.
- DeMets Ch., (2001), "A new estimate for present-day Cocos-Caribbean.
- Denyer P. Alvarado, G. & Aguilar, T. (2000). Historia geológica. En Denyer,
- Ehrenborg J., (1996). A Nueva Estratigrafía de Rocas Volcánicas Terciarias en la Región Central de Nicaragua. Investigación científica en Nicaragua. Proyecto conjunto Suecia-Nicaragua. Luleå.
- Escalante G., (1990). The geology of southern Central America and western
- Sten Ake Elming, (1985), geosciences and engineering applied geophysics. Colombia. In Dengo, G., & Case, J., (eds) The Caribbean Region. The geology of North America. Vol. H. Colorado.
- Elming S. A., (1991), Proyecto Geo transversal Costa a Costa.

- Frischbutte A., (2002), “Structure of the Managua Graben, Nicaragua, from remote sensing images”, *Geofísica Internacional*, Vol. 41, Num. 2, pp 87-102
- Garayar, (1972), *Provincia de la depresión del Graben y arcos volcánicos de América Central*.
- Ginet G., Carranza G. (1987), *Prospección Geoquímica Regional de la Región central de Nicaragua Boaco-Rama*.
- Hodgson G., (1984), *Resumen de la Geología dentro de la Geotransversal Costa a Costa*.
- Hodgson G., (2000), *Geología Regional de Nicaragua (Introducción al Léxico Estratigráfico de Nicaragua)*.
- Hodgson G., (2002), *Geología histórica Regional e Historia Geológica Estructural Tectónica simplificada de Nicaragua y América Central*.
- Hodgson G. (2004), *Potencial Minero Metálico y No Metálico de Nicaragua*
- Hodgson G., (1952), *Sub división fisiográfica y caracterización geológica estructural*.
- Mills y Garayar J., (1972), *mapa paleográfico interpretado*
- McBirney (1956), *División fisiográfica de Nicaragua*.
- Price B, (1968), *Resumen y resultado de sondeos y exploraciones Distrito Minero Kisilala*.
- McBirney A. Williams H., (1965). *Volcanic History of Nicaragua*. University of California.
- Rupke L., et al., (2002), “Are the regional variation in Central American Arc lavas due to differing basaltic versus peridotitic slab sources of fluids, *Geological Society of America*, Vol., 30, No., 11, pp 1035 – 1038.
- Rodríguez D., (1994). *Geology and geochemistry of igneous rocks associated with minerals deposits in Northeastern Nicaragua, Central América*.
- Rodríguez D., (2005). *El río San Juan puente continental*. *El Nuevo Diario*. Managua.

- Venable, M., (1994). A geologic, tectonic and metallogenic evaluation of Siuna Terrane, The University of California.
- Zoppis Bracci, L., (1957). Estudio Geológico de la Región de Palacagüina y de su depósito de Antimonio. Servicio Geológico Nacional de Nicaragua. Boletín N°1. Managua.
- Zoppis Bracci, L., (1957) y Del Giudice, D., 1960. Geología de la Costa del Pacífico de Nicaragua. Servicio Geológico Nacional. Boletín N°1. Managua.

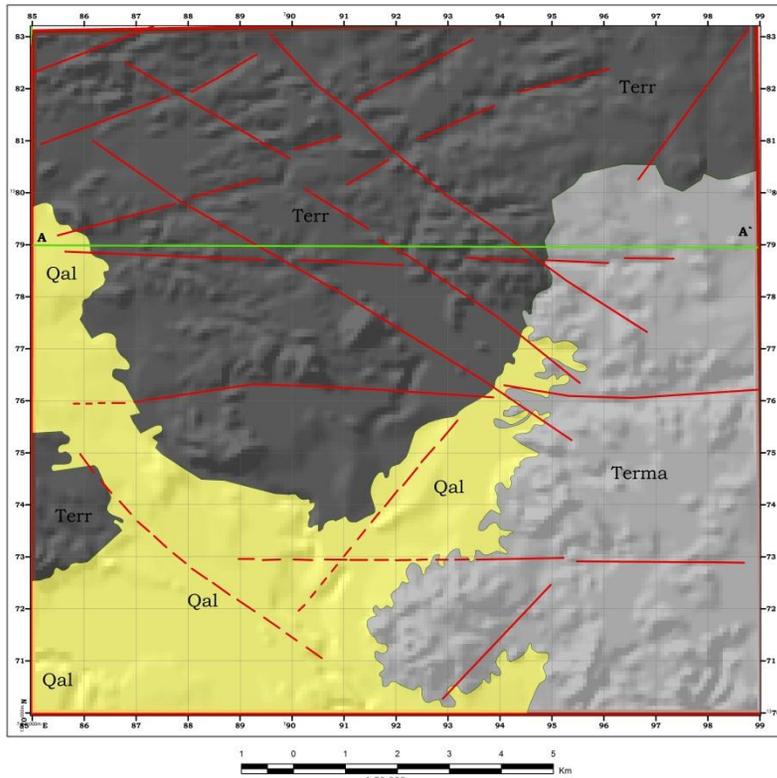
ANEXOS

Anexo 1. Mapa de Puntos de Muestreo

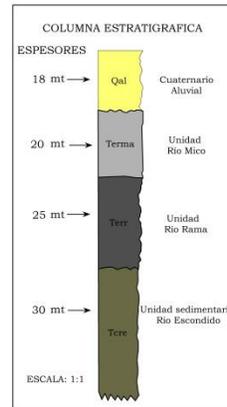
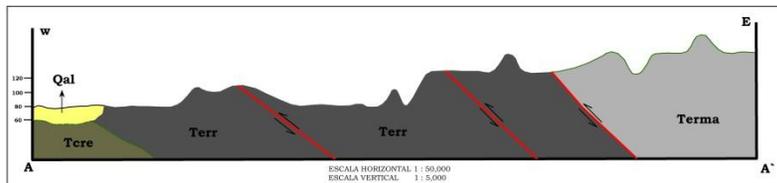


Anexo 2. Mapa geológico

MAPA GEOLOGICO DE WAPI 3353-III



Proyección transversal universal de Mercator
 Datos horizontales cartográficos de 1927
 Eje meridiano de Clarke de 1866



SIMBOLOGÍA DE FORMACIÓN

Qal = Cuaternario Aluvial
 Terma = Unidad Río Mico. (an, ba)
 Terr = Unidad Río Rama. (Tu, br.)
 Tere = Unidad sedimentaria Río Escondido. (St, Tu, La)

SIMBOLOGÍA LITOLÓGICA

br = Brecha
 an = andesita
 ba = Basalto
 La = Caliza
 Tu = Toba
 St = Silta

FALLAS Y FRACTURAS

La traza menor en la dirección de la inclinación de la falla

Estructura indefinida



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua		
Facultad de Ciencias e Ingeniería		
Título: MSc. Carlos Velázquez	Categoría: Geólogo a nivel de título del Cuaternario NE de la Hoja Topográfica WAPI, Serie 3353-III, Escala 1:50000	
AUTORES:		
Elaborado por: Carlos Velázquez	Escala: 1:50000	Mapa N°:

Digitalización: Bismarck Altamirano Ramirez.

Anexo 3. Descripción Petrográfica

Tabla 1

Muestra W03 (Siltita)			
Coordenadas: 1372199N; 0786794E			
Matriz: Arcillosa			
Composición	Vol. %	Textura	Observaciones
arcilla	45	Afanítica	La presencia de arcilla es muy abundante y se distingue por la coloración verdosa opaca.
Qz	35		
líticos	15		
otros	5		

Tabla 2

Muestra W02 (Toba Re trabajada)			
Coordenadas: 1371173N; 0792576E			
Matriz: 50% Vítreo.			
Composición	Vol. %	Textura	Observaciones
Qz	25	Porfiritica	Los clastos presentan orientación paralela a los planos de estratificación.
feldespato	5		
biotita	5		
Oxido de Fe	10		
Otros	5		

Tabla 3

Muestra W08 (Caliza)			
Coordenadas: 1372199N; 0786794E			
Matriz: 25% arcillosa			
Composición	Vol. %	Textura	Observaciones
carbonato	40	Micro porfiritica	Se observa que la presencia de carbonato es predominante.
Qz	15		
líticos	15		
otros	5		

Tabla 4

Muestra: W06 (Brecha Andesitica)			
Coordenadas: 1374055N; 0797585E			
Matriz :40% vitrica			
Composición	vol. %	textura	Observaciones
Plagioclasas	25	Porfiritica	Las plagioclasas se encuentran muy alteradas (corroídas). La matriz está compuesta de plagioclasas y mucha cantidad de hierro. Se observan clastos de composición básica intermedia de tamaños variable.
Piroxeno	5		
Oxido de Fe	25		
Otros	5		

Tabla 5

Muestra W 05 (Basalto Andesita)			
Coordenadas 1373256N;0797992E			
Matriz: 25% Muy cristalizada			
Composición	Vol. %	Textura	Observaciones
plagioclasas	35	Porfiritica	Matriz compuesta de Plagioclasas del tipo labradorita y vidrio.
Piroxeno	15		
Olivino	15		
Oxido de Fe	5		
Otros	5		

Tabla 6

Muestra W 09 (Basalto)			
Coordenadas: 1373919N; 0797585E			
Matriz: 20% vitrica			
Composición	Vol. %	Textura	Observaciones
plagioclasas	50	Vitrofirica	Matriz compuesta de abundante Plagioclasas y vidrio. Con presencia de piroxeno y maficos.
Piroxeno	10		
Olivino	10		
Oxido de Fe	5		
Otros	5		

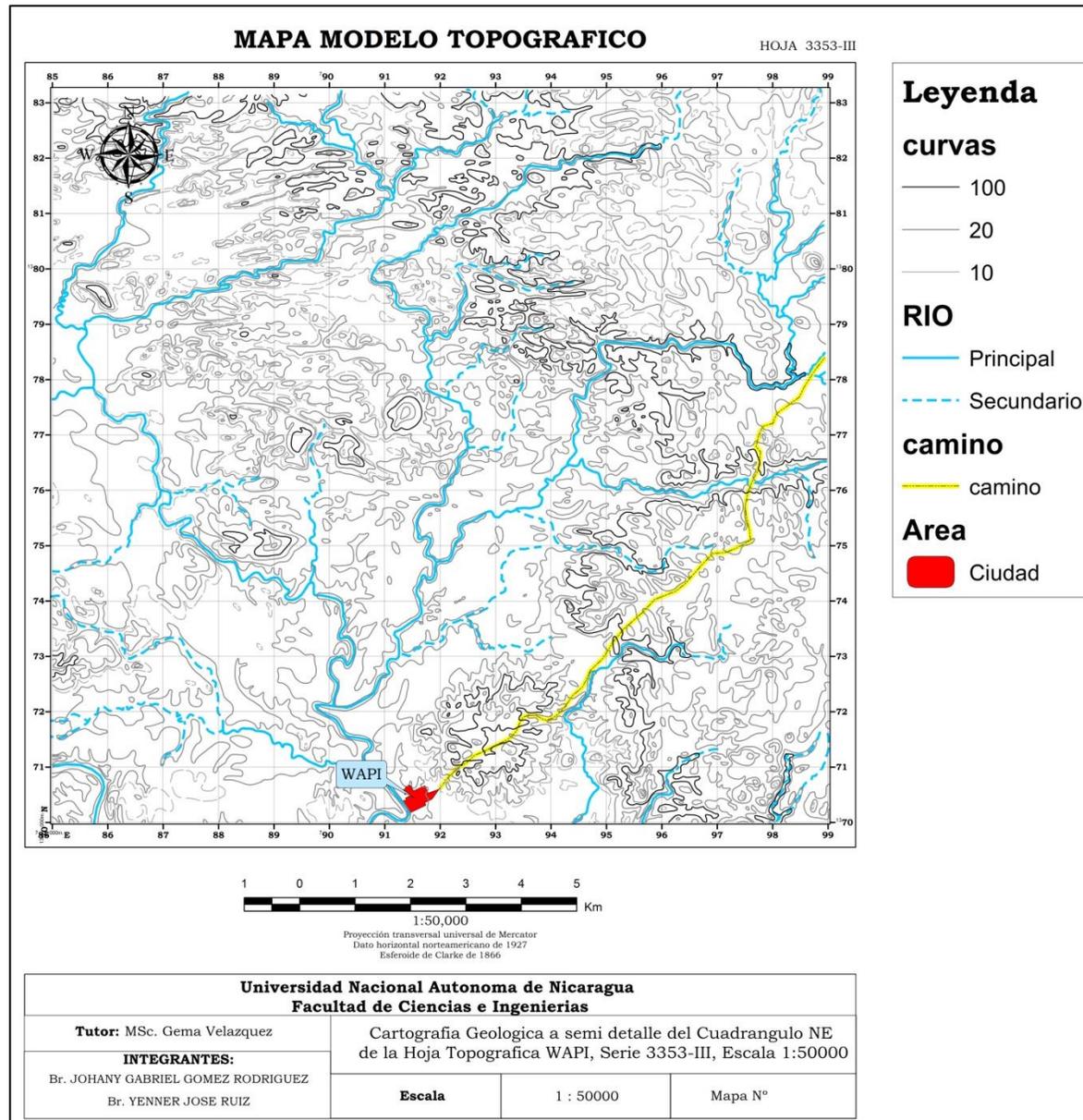
Tabla 7

Muestra W01 (Brecha)			
Coordenadas: 1381809N; 0790391E			
Matriz : 25 % desvitrificada			
Composición	Vol.%	Textura	Observaciones
líticos	45	Clástica	Se observa la presencia de abundantes líticos polimixticos anhedrales, presentando hematizacion.
vidrio volcánico	15		
Oxido de Fe	10		
Otros	5		

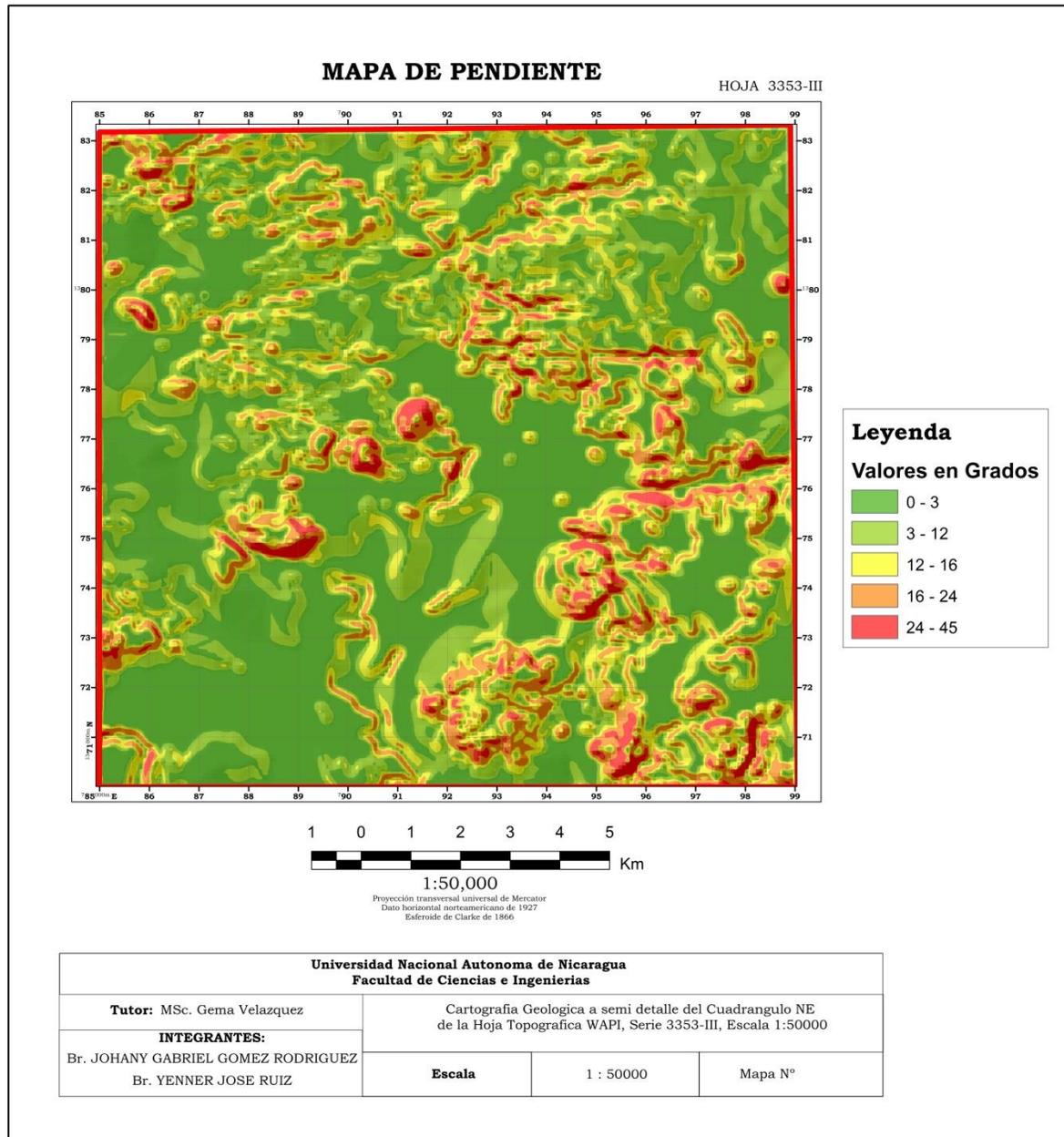
Tabla 8

Muestra W 07 (Brecha)			
Coordenadas: 1378587N; 0791974E			
Matriz : 35% vítrea			
Composición	Vol.%	Textura	Observaciones
líticos	25	Porfiritica	Se observa abundantes líticos en una matriz muy fina vítrea, de coloración café rojiza.
vidrio volcánico	5		
Qz	15		
Oxido de Fe	15		
Otros	5		

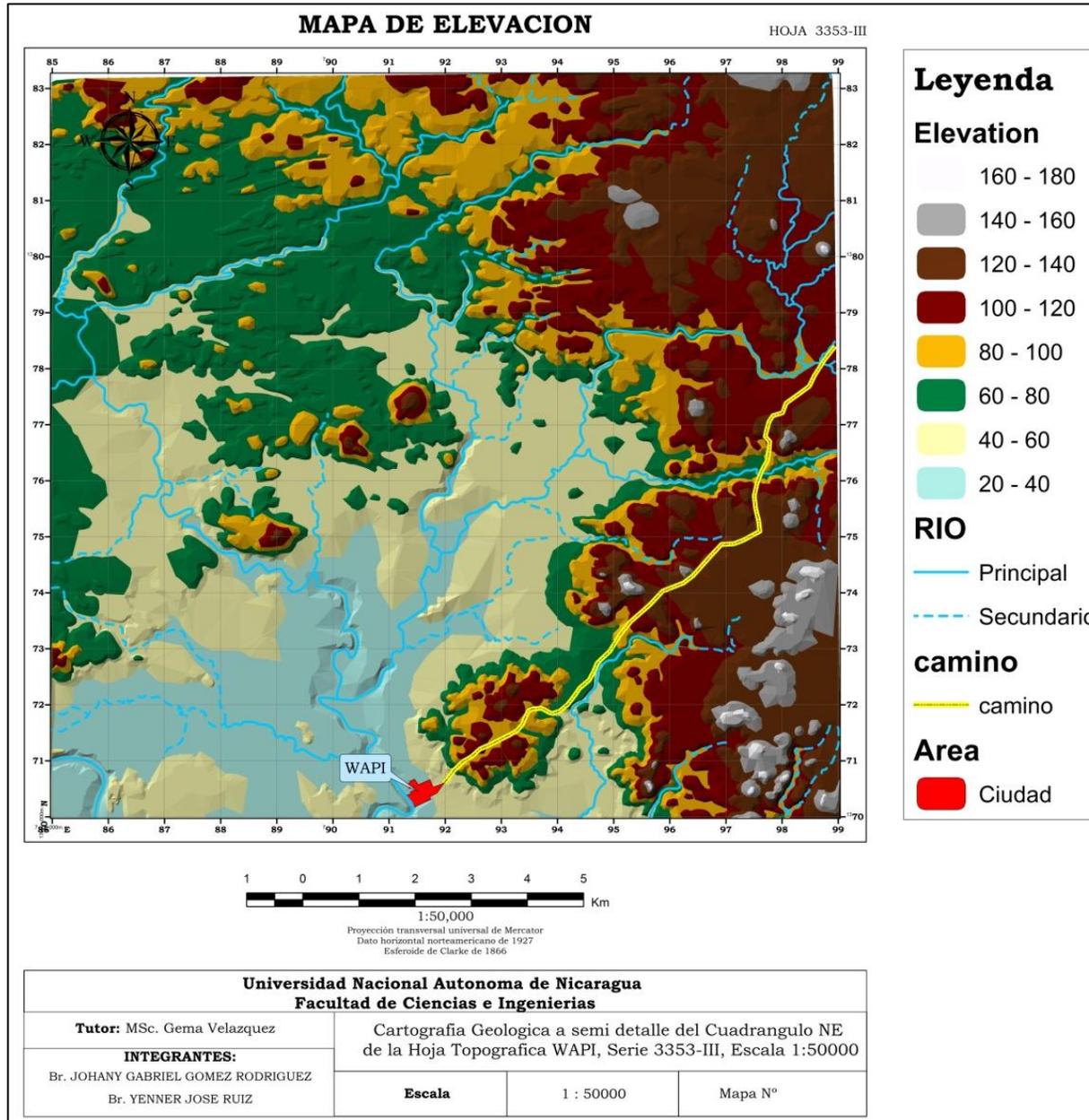
Anexo 4. Mapa Modelo Topográfico



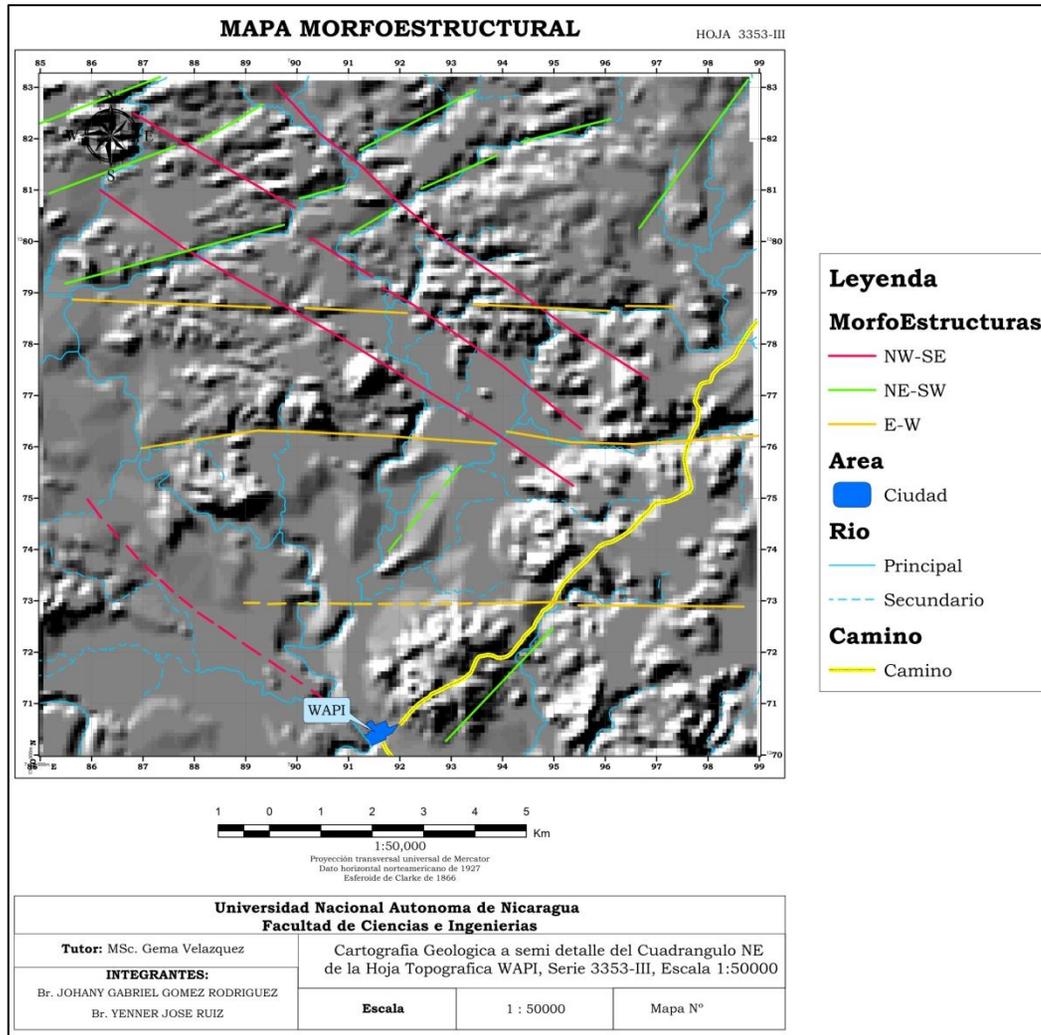
Anexo 5. Mapa de Pendientes



Anexo 6. Mapa de elevación

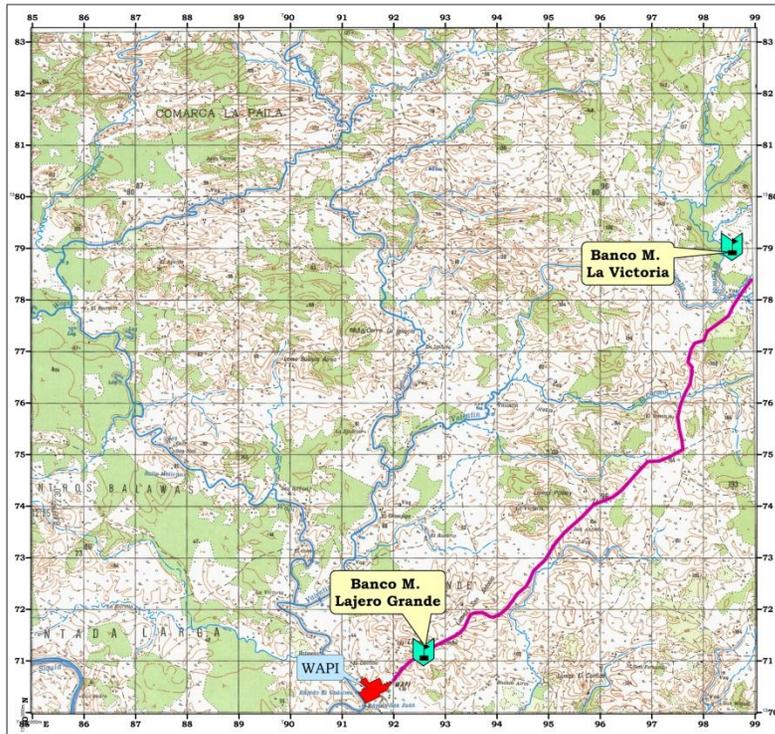


Anexo 7. Mapa Morfoestructural



Anexo 8. Mapa de Localización de bancos de materiales

UBICACIÓN DE BANCO DE MATERIALES (WAPI) HOJA 3353-III



Leyenda

-  B.materiales
-  Ciudad

Rios

-  Principal
-  Secundario
-  camino



1:50,000
Proyección transversal universal de Mercator
Datum horizontal norteamericano de 1927
Esteroides de Clarke de 1866

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
Facultad de Ciencias e Ingenierías

Tutor: MSc. Gema Velazquez

INTEGRANTES:

Br. JOHANY GABRIEL GOMEZ RODRIGUEZ
Br. YENNER JOSE RUIZ

Cartografía Geologica a semi detalle del Cuadrangulo NE
de la Hoja Topografica WAPI, Serie 3353-III, Escala 1:50000

Escala

1 : 50000

Mapa N°

Anexo. 9 Tabla de Puntos de Muestreo

N°	COORDENADAS		TIPO	DESCRIPCION
	ESTE	NORTE		
1	785390	1374239	Suelo	Suelo color rojizo con abundantes rodados de cuarzo calcedonio.
2	785519	1373902	Suelo	Suelo color rojizo limo arcilloso color rojizo.
3	785800	1373659	Suelo	Suelo color rojizo con rodados de cuarzo.
4	787109	1372735	Suelo	Suelo color rojizo con rodados de cuarzo calcedonio.
5	785950	1371577	Suelo	Suelo color rojizo con rodados de cuarzo calcedonio
6	786693	1372032	Suelo	Suelo color rojizo con abundantes rodados de cuarzo calcedonio.
7	787956	1372483	Suelo	Suelo color rojizo con rodados de cuarzo calcedonio.
8	789323	1372151	Suelo	Suelo color rojizo con rodados de cuarzo calcedonio.
9	790215	1371508	Suelo	Suelo color rojizo con rodados de cuarzo calcedonio.
10	787903	1374728	Suelo	Suelo color rojizo con rodados de cuarzo calcedonio.
11	789430	1383070	Brecha	Brecha volcánica color gris con matriz muy fina con abundantes clastos.
12	790110	1382241	Brecha	Brecha color rosado, blanquecino, muy compacta.
13	790483	1382016	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
14	790391	1381809	Brecha	Brecha color amarillento con clastos cloritizados.
15	789862	1380856	Brecha	Brecha volcánica muy compacta con clastos muy redondeados.
16	789121	1380372	Brecha	Se presenta de coloración oscura, muy alterada.

N°	COORDENADAS		TIPO	DESCRIPCION
	ESTE	NORTE		
17	788060	1379915	Toba	Toba color gris, muy compacta.
18	787959	1379591	Suelo	Sedimentos tobaceos muy compactos por debajo de suelo transportado.
19	788344	1378853	Brecha	Brecha de matriz blanquecina con abundantes clastos estos son muy pequeños.
20	788633	1378270	Toba	Tobas color gris rosado con abundantes clastos pequeños.
21	788925	1377579	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
22	788884	1376860	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
23	789207	1375734	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
24	789576	1375219	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
25	789678	1375132	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
26	790489	1374107	Suelo	Suelo color rojizo con abundantes rodados de cuarzo calcedonio.
27	791059	1372919	Suelo	Suelo color rojizo con abundantes rodados de cuarzo calcedonio.
28	798522	1379066	Andesita	Andesita de coloración gris oscura, de matriz afanítica.
29	798662	1378043	Andesita	Se observan de coloración gris, muy densa de textura afanítica.
30	798668	1377740	Andesita	De coloración gris, textura afanítica muy densa.

N°	COORDENADAS		TIPO	DESCRIPCION
	ESTE	NORTE		
31	798140	1377410	Andesita	Se presenta de coloración gris, con textura afanítica, muy densa.
32	797989	1376844	Andesita	Se presenta de coloración gris oscura con pigmentaciones blanquecinas y plagioclasas.
33	797571	1376167	Andesita	Se observan de coloración gris, muy densa de textura afanítica.
34	797524	1375617	Andesita	Se presenta de coloración gris oscura, muy densa de textura afanítica.
35	797373	1374925	Andesita	Andesita de coloración gris oscura, de matriz afanítica.
36	796796	1374192	Andesita	Andesita de coloración gris oscura, de matriz afanítica.
37	796136	1373981	Andesita	Andesita de coloración gris oscura, de matriz afanítica.
38	795459	1373508	Andesita	Andesita de coloración gris oscura, de matriz afanítica.
39	794861	1372892	Andesita	Andesita de coloración gris oscura, de matriz afanítica.
40	794506	1372352	Andesita	Andesita de coloración gris oscura, de matriz afanítica.
41	794023	1371879	Andesita	Andesita de coloración gris oscura, de matriz afanítica.
42	793400	1371783	Andesita	Andesita de coloración gris oscura, de matriz afanítica.
43	792633	1370068	Suelo	Suelo color rojizo con abundantes rodados de cuarzo calcedonio.

N°	COORDENADAS		TIPO	DESCRIPCION
	ESTE	NORTE		
44	792048	1370740	Andesita	Se presenta muy intemperizada, de coloración gris oscura la textura afanítica, solo se distingue al partir la roca.
45	792029	1370068	Suelo	Suelo color rojizo limo arcilloso.
46	791746	1370487	Andesita	Se encuentra presentando coloración gris, muy densa, de textura afanítica.
47	788881	1376860	Toba	Presenta color gris marrón, muy compacta, con abundantes clastos pequeños de coloración negro vitrica.
48	787724	1379376	Brecha	Se presenta de coloración rosada con abundantes clastos angulosos y sub angulosos.
49	787724	1379376	Brecha	Presenta coloración rosada clara, con abundantes clastos polimixticos angulosos y sub angulosos.
50	787537	1379277	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
51	786861	1378676	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
52	786534	1379092	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
53	786259	1379502	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
54	785649	1379843	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
55	785400	1379856	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
56	792751	1371451	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.

N°	COORDENADAS		TIPO	DESCRIPCION
	ESTE	NORTE		
57	792744	1371619	Brecha	Brecha volcánico color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
58	792728	1371782	Andesita	Andesita de coloración gris oscura, de matriz afanítica.
59	792695	1371877	Andesita	Andesita de coloración gris oscura, de matriz afanítica.
60	792739	1372127	Andesita	Andesita de coloración gris oscura, de matriz afanítica.
61	792913	1372386	Andesita	Andesita de coloración gris oscura, de matriz afanítica.
62	792850	1372542	Andesita	Andesita de coloración gris oscura, de matriz afanítica.
63	792830	1372803	Andesita	Andesita de coloración gris oscura, de matriz afanítica.
64	792596	1373159	Andesita	Andesita de coloración gris oscura, de matriz afanítica.
65	792236	1373238	Suelo	Suelo color rojizo con abundantes rodados de cuarzo.
66	791941	1373066	Suelo	Suelo color rojizo con abundantes rodados de cuarzo calcedonio.
67	791623	1372786	Suelo	Suelo color rojizo con abundantes rodados de cuarzo calcedonio.
68	791356	1372792	Suelo	Suelo color rojizo con abundantes rodados de cuarzo calcedonio.
69	795452	1382925	Suelo	Suelo color rojizo con abundantes rodados de cuarzo calcedonio.
70	795535	1382612	Suelo	Suelo color rojizo con abundantes rodados de cuarzo calcedonio.
71	795502	1382683	Toba	Tobas blanquecina con abundantes clastos pequeños muy compacta.

N°	COORDENADAS		TIPO	DESCRIPCION
	ESTE	NORTE		
72	795616	1383094	Toba	Tobas color gris blanquecino, con abundantes clastos pequeños muy compacta.
73	796349	1383204	Toba	Tobas color gris blanquecino con abundantes clastos pequeños de coloración oscuros vitrica, muy compacta.
74	796534	1383161	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
75	796631	1382762	Toba	Tobas coloración clara, con abundantes clastos pequeños polimixticos.
76	796656	1382540	Toba	Tobas color clara blanquecina, con abundantes clastos pequeños polimixticos.
77	796631	1381865	Toba	Tobas color marrón con abundantes clastos pequeños polimixticos se observa la presencia de vidrio volcánico.
78	796655	1381607	Toba	Tobas color gris rosado con abundantes clastos pequeños polimixticos.
79	797089	1381184	Toba	Tobas color gris marrón, con abundantes clastos pequeños polimixticos muy compacta.
80	797649	1381070	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.

N°	COORDENADAS		TIPO	DESCRIPCION
	ESTE	NORTE		
81	797958	1380746	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
82	798091	1380008	Toba	Tobas color gris marrón, con abundantes clastos pequeños polimixticos muy compacta.
83	798666	1378435	Toba	Tobas color gris rosado con abundantes clastos pequeños de coloración blanquecinos y verdosos
84	798439	1378409	Brecha	Brecha volcánica color marrón oscuro, con abundantes clastos angulosos polimixticos.
85	797629	1378373	Andesita	Se presenta coloración gris, con pigmentaciones rojizas, de textura afanítica.
86	797484	1378304	Andesita	Se observan de coloración gris, muy densa de textura afanítica.
87	797666	1378560	Andesita	Se observan de coloración gris, muy densa de textura afanítica con pequeñas pigmentaciones rojizas.
88	797618	1378795	Andesita	Se presenta de coloración gris, con textura afanítica, muy densa.
89	797541	1378936	Andesita	Se observa de coloración gris verdosa, de textura afanítica.
90	797736	1379231	Andesita	Se presenta de coloración gris, muy densa de textura afanítica.
91	798000	1379186	Andesita	Se presenta de coloración gris, muy densa de textura afanítica.
92	798230	1379289	Andesita	Se presenta de coloración gris, muy densa de textura afanítica.
93	797634	1380588	Andesita	Se presenta de coloración gris, muy densa de textura afanítica.

N°	COORDENADAS		TIPO	DESCRIPCION
	ESTE	NORTE		
94	797311	1380766	Andesita	Se presenta de coloración gris, muy densa de textura afanítica.
95	797311	1380766	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
96	796845	1380632	Toba	Tobas color gris rosado con abundantes clastos pequeños.
97	796341	1380475	Toba	Tobas color gris rosado con abundantes clastos pequeños.
98	795773	1380253	Toba	Tobas color gris rosado con abundantes clastos pequeños polimixticos muy compacta.
99	795327	1380162	Toba	Tobas color gris rosado con abundantes clastos pequeños muy compacta.
100	794941	1380076	Toba	Tobas color gris rosado con abundantes clastos pequeños muy compacta.
101	794395	1380083	Andesita	Andesita de coloración gris oscura, de matriz afanítica.
102	797742	1377135	Toba	Tobas color gris rosado con abundantes clastos pequeños blanquecinos y oscuros vitrica.
103	797429	1377413	Andesita	Se presenta de coloración gris oscura, de textura afanítica, muy densa.
104	796875	1377465	Andesita	Se presenta de coloración gris, de textura afanítica, muy densa.
105	796718	1377474	Andesita	Presentan coloración gris oscuro, de textura afanítica.

N°	COORDENADAS		TIPO	DESCRIPCION
	ESTE	NORTE		
106	796184	1377666	Andesita	Presentan coloración gris oscuro con textura afanítica.
107	796071	1378072	Andesita	Su coloración es gris, de textura afanítica con pequeñas pigmentaciones verdosas.
108	795012	1378543	Andesita-basalto	Su coloración es gris, de textura afanítica con pequeñas pigmentaciones verdosas.
109	794042	1378351	Andesita- basalto	Se presenta de coloración gris, vítrica con pigmentaciones color verdoso de textura afanítica.
110	793935	1377851	Toba	Tobas color gris rosado con abundantes clastos pequeños.
112	78890	1376853	Toba	Tobas color gris rosado con abundantes clastos pequeños
113	789124	1377661	Toba	Tobas color gris rosado con abundantes clastos pequeños.
114	789555	1378150	Toba	Tobas color gris rosado con abundantes clastos pequeños
115	790258	1378591	Toba	Tobas color gris rosado con abundantes clastos pequeños.
116	790894	1379105	Toba	Tobas color gris rosado con abundantes clastos pequeños.
117	791427	1378915	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
118	791498	1378637	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.

N°	COORDENADAS		TIPO	DESCRIPCION
	ESTE	NORTE		
119	791700	1378600	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
120	791643	1378352	Toba	Tobas color gris rosado con abundantes clastos pequeños.
121	791746	1377794	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
122	792381	1377396	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
123	790732	1379936	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos
124	791531	1380527	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos
125	791715	1380991	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
126	789322	1377860	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
127	789436	1377042	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos polimixticos angulosos.
128	797228	1374055	Brecha	Coloración gris oscuro, con abundantes clastos angulosos.
129	797586	1373919	Brecha	Brecha volcánica color gris oscuro con abundantes clastos angulosos.
130	797684	1373566	Andesita	Se presenta muy intemperizada, con pequeñas pigmentaciones blanquecina.

N°	COORDENADAS		TIPO	DESCRIPCION
	ESTE	NORTE		
131	797992	1373256	Basalto	Se presentan de coloración muy oscuros de textura afanítica.
132	798371	1373340	Andesita	De coloración gris oscuras, matriz afanítica.
133	798756	1373433	Andesita	Se presenta de coloración muy gris, vitrica, se observan plagioclasas y pigmentaciones de coloración rojizas.
134	798801	1372722	Andesita	Se presentan de coloración gris verdoso, vitrica de textura afanítica, muy densas.
135	798553	1372451	Andesita	Se presentan de coloración gris verdoso, vitrica de textura afanítica, muy densas.
136	798319	1371911	Andesita	Se presentan de coloración gris, vitrica, de textura afanítica.
137	798199	1371415	Andesita	Presentan coloración gris verdoso de textura afanítica.
138	797514	1370915	Andesita	Se presentan de coloración gris verdoso de textura afanítica, muy densas.
139	797003	1370721	Andesita	Presenta coloración muy gris vitrica, con pequeñas plagioclasas y abundante cuarzo.
140	793815	1371843	Andesita	Se presentan muy intemperizada de coloración oscura, rompiendo la roca se puede observar levemente su textura afanítica.
141	793630	1371747	Andesita	Se presentan de coloración gris oscura, muy densa, de textura afanítica.

N°	COORDENADAS		TIPO	DESCRIPCION
	ESTE	NORTE		
142	793547	1371699	Andesita	De coloración gris oscuro, muy compactas.
143	793690	1371331	Andesita	Se presenta muy intemperizada, con pequeñas pigmentaciones blanquecinas.
145	794336	1371043	Andesita	Se caracteriza por presentarse de coloración gris oscura, de textura afanítica.
146	794643	1370823	Andesita	Se presenta de color gris, muy denso, de textura afanítica.
147	795026	1371073	Basalto	De coloración muy oscuro, presentando textura afanítica.
148	795356	1371296	Andesita	Se presentan de coloración oscuras muy intemperizada, levemente cuando se rompe la roca se distingue la textura del tipo afanítica.
149	795845	1371302	Andesita	Se presentan de coloración gris, muy densas, de textura afanítica con pequeñas pigmentaciones rojizas.
150	796008	1371604	Andesita	De coloración gris, intemperizada a color gris oscuro, presentando textura afanítica.
151	796171	1371924	Andesita	Se presentan de coloración gris oscura, muy densa, de textura afanítica.
152	796349	1372266	Andesita	Se presentan de coloración gris, textura afanítica.
153	796524	1372391	Andesita	De coloración gris oscuro, con abundantes pigmentaciones de coloración rojizo y de textura afanítica.

N°	COORDENADAS		TIPO	DESCRIPCION
	ESTE	NORTE		
154	796641	1372724	Andesita	Su coloración es gris, de textura afanítica con pequeñas pigmentaciones de color rojizo.
155	795967	1372848	Andesita	Se presenta de coloración gris, muy compacta de textura afanítica.
156	795760	1372988	Andesita	Se presentan de coloración oscuras muy intemperizada, levemente cuando se rompe la roca se distingue la textura del tipo afanítica.
157	795239	1372895	Andesita	De coloración gris, presentando textura afanítica, con leves pigmentaciones de coloración rojizas.
158	795023	1372936	Andesita	Se presentan muy intemperizada de coloración oscura, cuando la roca se rompe se puede observar levemente su textura afanítica.
159	792325	1377793	Andesita	Se presentan de color oscuro, muy meteorizadas.
160	792604	1377317	Andesita	Se presenta de coloración gris, con textura afanítica con pigmentaciones de color rojizo.
161	792779	1376749	Brecha	De color gris rojiza, con abundantes clastos angulosos y sub angulosos.
162	792639	1375949	Brecha	Se presenta de coloración blanquecina, muy compacta con abundantes clastos angulosos.
163	792596	1375705	Brecha	Se identifica por presentar coloración rosada clara, con abundantes clastos.
164	792219	1375133	Brecha	De coloración blanquecina, de composición polimixtos.

N°	COORDENADAS		TIPO	DESCRIPCION
	ESTE	NORTE		
165	791850	1374137	Brecha	Se presenta de color rosado claro, con abundantes clastos angulosos y sub anguloso de coloración blanquecina y verdosa.
166	791761	1373799	Brecha	Se presenta de color gris claro, con abundantes clastos angulosos.
167	791695	1373212	Brecha	Presenta coloración rosa claro, con abundantes clastos angulosos.
168	791357	1372794	Brecha	Se presenta de color gris claro, con abundantes clastos angulosos.
169	797267	1375435	Suelo	Suelo color rojizo, con rodados de cuarzo calcedonio.
170	797095	1375410	Andesita	Se presenta de coloración gris, de textura afanítica.
171	796563	1375392	Suelo	Suelo color rojizo, con abundantes rodados de cuarzo calcedonio.
172	796536	1375414	Andesita	De coloración gris oscuras, matriz afanítica.
173	795954	1375614	Andesita	De coloración gris, intemperizada a color gris oscuro, presentando textura afanítica.
174	795631	1375667	Andesita	Se presenta de coloración oscura, con pigmentaciones de color rojizo.

N°	COORDENADAS		TIPO	DESCRIPCION
	ESTE	NORTE		
175	794571	1375614	Andesita	Presenta coloración gris oscura con textura afanítica.
176	793918	1375392	Andesita	Se presenta de coloración gris de textura afanítica.
177	790286	1374519	Suelo	Suelo color rojizo con abundantes rodados de cuarzo calcedonio sobreyaciendo Andesitas meteorizadas.
178	790299	1374727	Suelo	Presenta color rojizo, con abundantes rodados de cuarzo calcedonio, muy redondeados.
179	790458	1375465	Toba	Se presentan de color gris rosado, matriz ceniza con abundantes clastos pequeños de coloración oscuros vitrica.
180	790630	1375708	Brecha	De coloración gris oscuro, con abundantes clastos angulosos.
181	790919	1376075	Suelo	Presenta color rojizo, con abundantes rodados de cuarzo calcedonio.