



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

"La Universidad Católica de Loja"

ESCUELA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA Y MINAS

**"ESTUDIO GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL E INVENTARIO
DE DESLIZAMIENTOS DEL ÁREA DOS
DE LA CUENCA DE MALACATOS"**

*TRABAJO DE FIN DE CARRERA PREVIA A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA
EN GEOLOGÍA Y MINAS*

AUTOR:

Walter Enrique Apolo Valarezo

DIRECTOR:

Ing. John Soto Luzuriaga

LOJA – ECUADOR

“Estudio Geológico-Estructural e Inventario de Deslizamientos del Área Dos en la
Cuenca de Malacatos”

U.T.P.L.

WALTER ENRIQUE APOLO VALAREZO



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

“La Universidad Católica de Loja”

Ingeniero
John Soto Luzuriaga
DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

Haber dirigido y revisado minuciosamente el presente trabajo de fin de carrera, previa a la obtención del título de Ingeniero en Geología y Minas, realizada por el señor Walter Enrique Apolo Valarezo. La cual reúne la suficiente validez técnica e investigativa, por lo cual autorizo su presentación a la Dirección Escuela para los fines consiguientes.

Loja, 5 de octubre del 2010

f.).....

AUTORÍA

Todos los conceptos, resultados y conclusiones vertidas en la presente tesis son de exclusiva responsabilidad del autor.

Walter Enrique Apolo Valarezo

CESIÓN DE DERECHOS

Walter Enrique Apolo Valarezo, declaro conocer y aceptar la disposición el Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice:

“Forman parte del patrimonio de la Universidad de la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional operativo de la Universidad”

Walter Enrique Apolo Valarezo

AGRADECIMIENTO

A mis padres Ivo Walter y Flora Edilma qué son mi guía y mi razón para seguir, es que gracias a su apoyo y confianza he sabido alcanzar mis metas, a mis hermanas Mercy Viviana y Valeria Elizabeth por luchar junto a mí y darme fuerza en todo momento, os debo tanto.

El agradecimiento a Ing. John Soto Luzuriaga por su orientación en este trabajo, a los distinguidos profesores de la escuela de Geología y Minas, que han compartido sus conocimientos, sabiduría y experiencias de vida, gracias por el respaldo y la motivación para dar un paso hacia adelante

A la familia Freire Serrano que han sido un gran apoyo, brindándome su amistad y generosidad, más aún me han preparado para enfrentar este reto, gratitud infinita Verónica Aydehé por ayudarme en este arduo camino

Mil gracias al Ing. Bolívar Muñoz y al Ing. Alex Mera por todo cuanto han hecho por mí, Gracias a todos

Walter

DEDICATORIA

Dedico la presente investigación a Dios por darme esta oportunidad, a mis padres Ivo Walter y Flor Edilma por su apoyo incondicional, que con su sacrificio me han permitido hacer realidad este anhelo. Además quiero dedicar este trabajo a mis hermanas Mercy Viviana y Valeria Elizabeth por estar junto a mí en todo momento, asimismo a mis sobrinos Derian y Menalí

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
ANTECEDENTES	12
OBJETIVOS	14
CAPITULO I	
1 Características físico – geográficas de la zona	15
1.1 Ubicación	15
1.2 Acceso	16
1.3 Relieve Orográfico e Hidrografía	17
1.4 Clima	19
1.5 Flora y Fauna	20
1.6 Aspecto socio económico y cultural	20
CAPITULO II	
2 Metodología y trabajo de campo	22
2.1 Levantamiento Geológico	22
2.2 Fotointerpretación de la zona de estudio	23
2.3 Inventario de deslizamientos	22
2.4 Trabajo de Oficina	24
CAPITULO III	
3 Geología	25
3.1 Geología Regional	25
3.1.1 Estructura	30

“Estudio Geológico-Estructural e Inventario de Deslizamientos del Área Dos en la
Cuenca de Malacatos”

U.T.P.L.

WALTER ENRIQUE APOLO VALAREZO

3.2	Geología Local	32
3.2.1	Rocas Metamórfica	32
3.2.2	Rocas Volcánicas	33
3.2.3	Rocas Sedimentarias	36
3.2.4	Depósitos Coluviales	45
3.2.5	Depósitos Aluviales	46
3.2.6	Geología Estructural del sector	47
3.3	Geomorfología	48
CAPITULO IV		
4	Interpretación de resultados	53
4.1	Cortes de secciones geológicas locales	56
4.2	Relación geología-pendientes	57
5	CONCLUSIONES	59
6	RECOMENDACIONES	62
7	BIBLIOGRAFÍA	63
8	ANEXOS	65
	• Anexo I Fotografías Aéreas	66
	• Anexo II Descripción de los principales afloramientos.	68
	• Mapa Geológico – Estructural a escala 1:10000 y cortes de secciones geológicas locales	82

INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo de tesis está orientado a realizar el “ESTUDIO GEOLÓGICO-ESTRUCTURAL E INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS DEL ÁREA DOS DE LA CUENCA DE MALACATOS”, que comprende los sectores de Trinidad, el Pedregal, San José, Ceibopamba; con este trabajo se determinó las características geológicas, estructurales, morfológicas, tectónicas y en la elaboración del mapa geológico a detalle de la cuenca de Malacatos, de la misma forma en la identificación de deslizamientos existentes hasta la actualidad, sus posibles causas y efectos.

Se trabajó con un mapa base de la cuenca de Malacatos a escala 1:25000, que facilitó la realización del estudio geológico, y la elaboración de mapa de pendientes, e inventario de movimientos de masas. La parte fundamental de este trabajo consiste en definir a través de mapeo de campo a mayor detalle la geología estructural de esta zona.

Para el levantamiento geológico se realizó el recorrido de la zona de estudio, analizando detalladamente cada uno de los afloramientos tanto naturales como artificiales, y examinando los deslizamientos presentes en el sector. Con todo esto se realizó la interpretación de toda la información obtenida en la zona de estudio para dar un aporte geológico local y para el respectivo inventario de deslizamientos presentes en la zona.

El polígono de estudio alcanza un área de 2800 ha, está constituido por rocas metamórficas de la unidad Chiguinda, que componen el basamento de la cuenca; filitas, pizarras, mica-esquistos, cuarcitas, son característicos de esta unidad. Las rocas volcánicas de la formación Loma Blanca se localizan en el flanco Oeste de la cuenca, aflorando tobas, tobas aglomeráticas, brechas volcánicas e igminbritas.

Asociada a la formación Loma Blanca se localiza el miembro Solanda el cual esta caracterizado por estratificación de arenisca tobáceas y conglomerados de matriz limo-arenosa; los estratos poseen una dirección de N 202° y buzando 9° NW.

La cuenca sedimentaria de Malacatos es de edad Miocénica y está compuesta de tres formaciones; San José, Santo Domingo, Cerro Mandango.

La formación San José descansa discordante sobre la formación Loma Blanca, aflora en una franja de 2 km de ancho, constituida por areniscas calcáreas, calizas, algunas capas de tobas, estos estratos tienen una dirección de N 275° - N 350° y el buzamiento oscila entre 9° a 70° NE.

La formación Santo Domingo descansa armoniosamente sobre la formación San José. En esta formación afloran lutitas grises intercaladas con arcillo-limolitas. Además se localizan estratificación de arcillas grises y micro – conglomerados. Los estratos de la formación Santo Domingo se depositan con una dirección de N 297 – N 340 buzando de entre 11° y 43° NE.

La formación Cerro Mandango se deposita concordantemente sobre la formación Santo Domingo y está formada especialmente por estratos de areniscas gruesas y conglomerados de matriz limo – arenosa, el tamaño de los clastos es de entre 1 y 15 cm pero en algunos casos pueden alcanzar 1,5 m de diámetro. Tiene un buzamiento entre 10° y 20° al NE y una dirección de N 340.

El yeso se concentra en estructuras falladas, se localizaron minas de explotación artesanal, en el yacimiento de yeso las zonas de enriquecimiento pueden llegar a alcanzar los 20 metros de espesor, esta veta tiene una dirección de N 300° - N 340 con un buzamiento de hasta 82° NE.

En el área de estudio se identificó una falla normal la misma que separa la formación Loma Blanca de la unidad Chiguinda, esta falla sigue el curso del río Solanda, ubicado en el flanco Sur - Oeste del polígono. Una falla inversa se localizó en la formación San José, esta falla es de poca extensión, además se observó micro - fallas evidenciando un fuerte tectonismo en el sector.

Esta información geológica obtenida durante el levantamiento de campo fue analizada y procesada utilizando las técnicas SIG, lo que permitió disponer de una base de datos georeferenciados. Logrando elaborar un mapa geológico definitivo a color a escala 1:10000, así como también dos perfiles o cortes

“Estudio Geológico-Estructural e Inventario de Deslizamientos del Área Dos en la
Cuenca de Malacatos”

U.T.P.L.

WALTER ENRIQUE APOLO VALAREZO

geológicos, la respectiva leyenda y simbología, la misma que se describe en el presente trabajo.

ANTECEDENTES

La zona de estudio esta localizada en el flanco Nor - Oeste de la parroquia Malacatos, Provincia de Loja, por la vía que conduce a Malacatos y el sector el Tambo.

Se han realizado varias publicaciones sobre la geología de la provincia de Loja información tanto de L.B. Kennerley (1973); además de las aportaciones realizadas por el proyecto minero FODEP (1992); y M. Litherland (1994), entre otros; aunque esta información no ha sido actualizada, se han ejecutado pocas investigaciones geológicas a detalle del sector, pues a partir de los últimos aporte sobre la cuenca de Malacatos realizados por Hungerbühlher y su equipo de trabajo (2001), quienes elaboraron un mapa geológico del Sur del Ecuador, realizando ensayos de las rocas y fósiles que sirvieron luego para determinar la edad relativa de las rocas presentes en la zona.

Otro aporte importante lo realizó el Proyecto Multinacional Andino: Geo-Ciencias para las Comunidades Andinas Ecuador-Perú-Canadá (Abril 2005) Proporcionando el Mapa Binacional Ecuador- Perú, realizando una investigación del Sur del Ecuador y Norte de Perú.

Por lo expuesto anteriormente, se pretende contribuir con información veraz y actualizada sobre los contactos entre las distintas formaciones geológicas, su composición, elementos estructurales, tectónica.

Por tal razón La Universidad Técnica Particular de Loja y la Escuela de Geología y Minas formulan la elaboración de un estudio geológico estructural detallado a escala 1:10000 de la Hoya de Malacatos, donde se analicen las características estructurales y las formaciones geológicas existentes, con el fin de establecer un nuevo mapa geológico y estructural a mayor detalle de la cuenca de Malacatos.

Es así que, a través de profesionales en formación de la Escuela de Geología y Minas, se está realizando estos levantamientos geológicos a mayor detalle, conjuntamente con la identificación de minerales.

“Estudio Geológico-Estructural e Inventario de Deslizamientos del Área Dos en la
Cuenca de Malacatos”

U.T.P.L.

WALTER ENRIQUE APOLO VALAREZO

De esta forma se aportará información para que los técnicos capacitados sobre los temas de realización de Mapas Geológicos, tomen como guía este análisis con su respectiva investigación geológica y que sirvan de base para posteriores estudios.

OBJETIVOS

Objetivo General:

- ✧ Realizar un mapa Geológico-Estructural e inventario de deslizamientos con detalle a escala 1:10.000 de la zona dos (2) de la cuenca sedimentaria de Malacatos.

Objetivos Específicos:

- ✧ Levantamiento geológico detallado del sector.
- ✧ Elaborar un mapa Geológico-Estructural detallado de la zona de estudio.
- ✧ Elaborar un mapa de Deslizamientos detallados de la zona de estudio con su respectivo inventario.
- ✧ Identificar y definir los contactos de las formaciones geológicas presentes en esta zona.

CAPÍTULO I

1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO – GEOGRÁFICAS DE LA ZONA

1.1. Ubicación

Malacatos se localiza en la región Sur – Este del Ecuador a 33 km de la ciudad de Loja. El sector de estudio se localiza al Nor – Oeste de la parroquia Malacatos, comprende los barrios: Trinidad, San José, El Pedregal, La Calera, Santo Domingo; el polígono tiene una extensión de 2800 ha (Gráfico 1).

El área está limitada con Loma Sauce y Loma Filo de Picota al Norte; hacia el Sur con el cerro Pilastra; al Este con la quebrada San Francisco; al Oeste con el cerro Gualache y quebrada La Chonta. La zona de estudio se enmarca en las siguientes coordenadas UTM. (Datum PSAD-56) del Área 2 de la Cuenca de Malacatos (Tabla 1).

Nº	Coord. X	Coord. Y
1	686000 E	9538000 N
2	693000 E	9538000 N
3	693000 E	9534000 N
4	686000 E	9534000 N

Tabla 1. Coordenadas UTM de Ubicación del Polígono 2

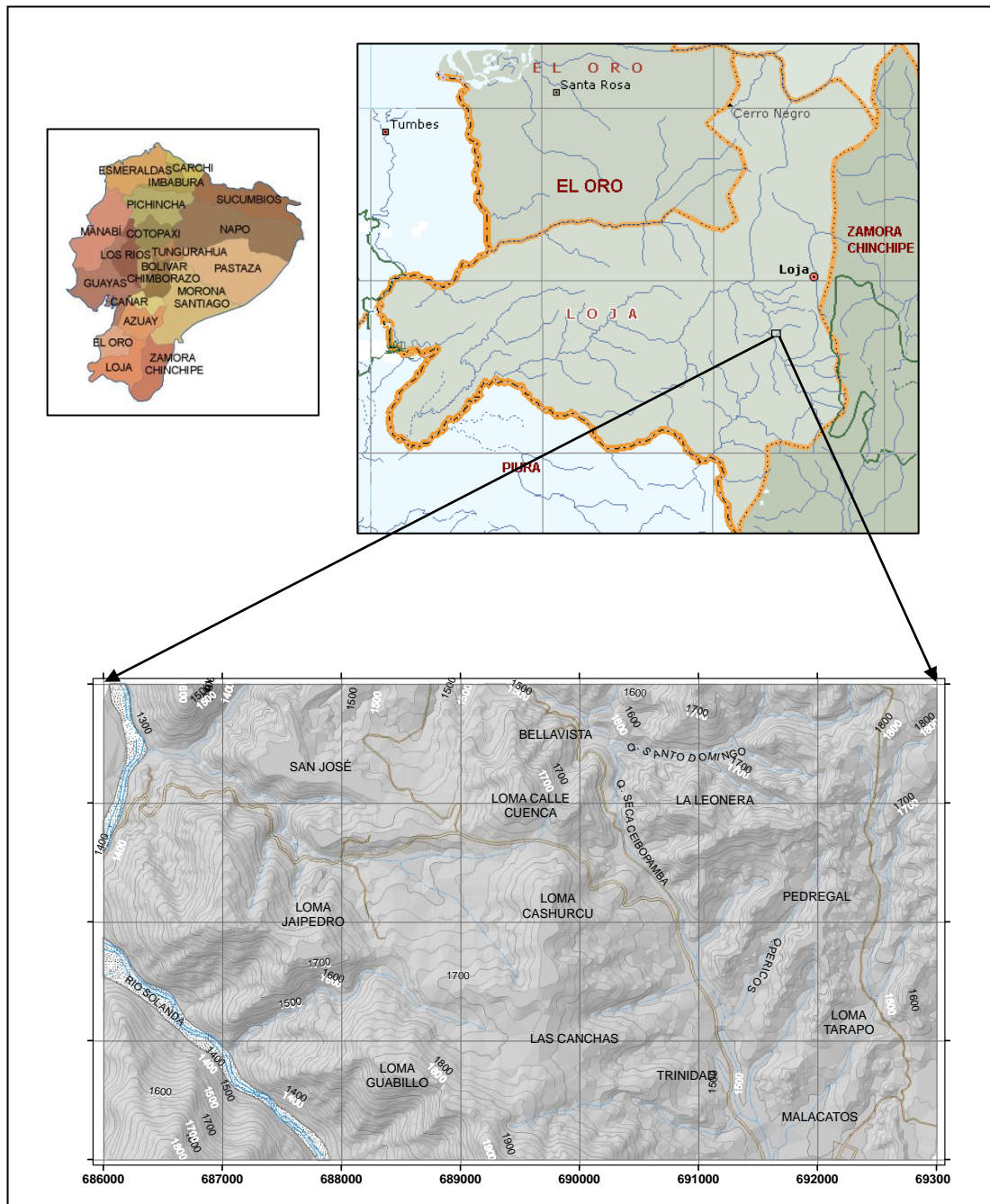


Gráfico 1. Ubicación de la zona de estudio respecto a la Provincia de Loja

1.2. Acceso

Para llegar a la parroquia Malacatos se lo puede hacer por la vía de primer orden Loja – Vilcabamba. El recorrido que dura al menos 40 minutos hasta llegar al barrio Trinidad de la misma parroquia, donde inicia el polígono (Gráfico 2),

Además se puede acceder a la parroquia Malacatos por la vía Catamayo - El Tambo – Malacatos; o por la vía Quinara - Malacatos, ambas vías son de segundo orden.

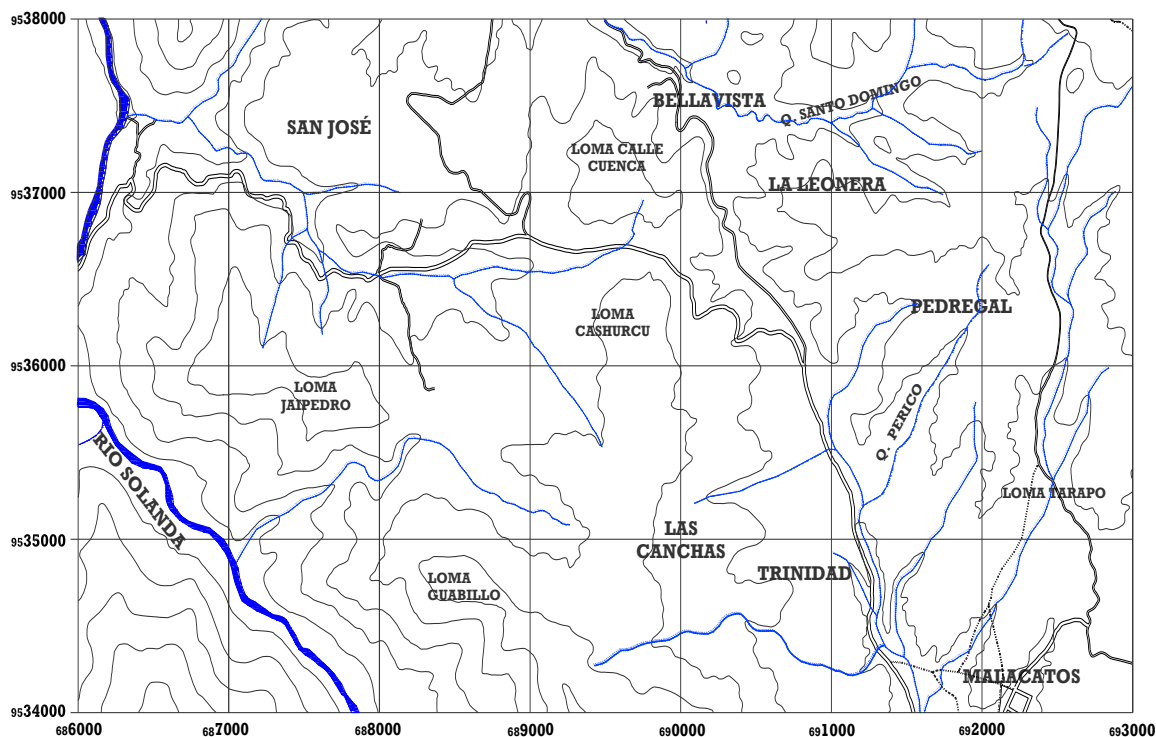


Gráfico 2. Vías de acceso y redes de drenaje

1.3. Relieve Orográfico e hidrografía

El sector posee grandes elevaciones con fuertes pendientes, tal es el caso de loma Jaipetro (Foto 1), y Loma Guabillo cuyas cotas fluctúan entre 1400 y 1700 m.s.n.m.

“Estudio Geológico-Estructural e Inventario de Deslizamientos del Área Dos en la Cuenca de Malacatos”

U.T.P.L.

WALTER ENRIQUE APOLO VALAREZO

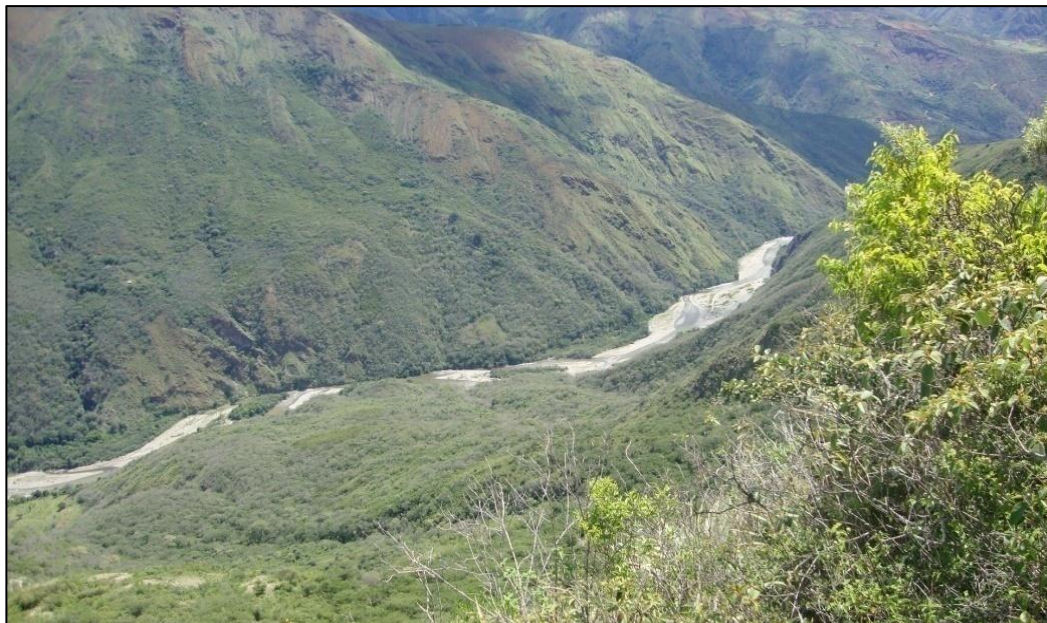


Foto 1. Pendientes Abruptas; Vista Panorámica del río Solanda

El barrio San José presenta un relieve con pendientes suaves (entre 0° y 10°), existen un sin número de quebradas secas e intermitentes y quebradas con poco caudal, con drenaje dendrítico característico para esta zona (Foto 2).



Foto 2. Panorámica orientada al Sur del Barrio San José

Los cursos que integran la red de drenaje dendrítica se encuentran bien integrados y son en su totalidad de carácter temporarios. Los valles fluviales pueden presentar un relleno sedimentario que modifica parcialmente su perfil transversal transformando los valles en “V” en valles de fondo parcialmente.

1.4. Clima

La parroquia Malacatos posee un clima subtropical promedio de 20,4°; la temperatura mínima es de 5°C, con una precipitación anual promedio de 647 mm, humedad del 82%, heliofania 5,6% por hora, velocidad del viento 1,6m/s.

El régimen pluviométrico está entre invierno y verano, con lluvias en los meses de Enero a Junio y la época de sol entre Julio y Diciembre (Gráfico 3).

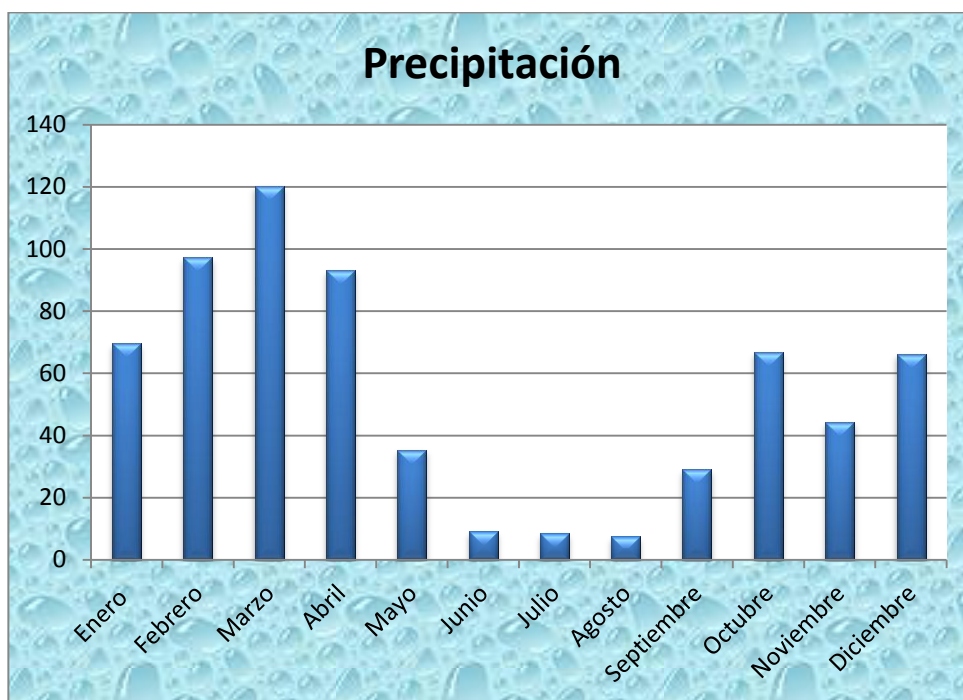


Gráfico 3. Precipitación Media de la Parroquia Malacatos (datos analizados desde el año 1976 al 2006)

1.5. Flora y Fauna

La zona de estudio tiene una gran variedad de flora encontrándose especies madereras como: ciprés, pino, eucalipto, cedro, sembríos de maíz, tomate, pimienta, fréjol, pepino, yuca, hortalizas, árboles frutales de consumo como: papaya, limón, mora, guineo, naranja, chirimoya, granadilla, tomate de árbol, café, tabaco, yuca, tomate, níspero, etc., además plantaciones de caña de azúcar de la cual se procesa para elaborar panela, y destilar el aguardiente de la mejor calidad. En la mayoría del sector existen árboles espinosos. Entre las especies dominantes de matorrales tenemos: mimosa y acacia. El pastizal es algo predominante en el Norte de la zona en donde se pueden encontrar algunos animales que se alimentan de los mismos.

La fauna del sector es también muy variada encontrándose: mamíferos, aves, reptiles y peces, entre los más comunes tenemos: ganado vacuno, bovino, porcino, reptiles, gran variedad de aves, animales domésticos (gallinas, perros, gatos), además de roedores como las guatusas, etc.

1.6. Aspecto socio económico y cultural

En la zona existe 6546 habitantes que representan el 3.4% de la población total del cantón Loja. La mayoría de pobladores se dedican la producción agrícola en épocas de lluvia mientras que en épocas de sequía emigran a la ciudad para realizar otras acciones que apoyen en el mejoramiento de ingresos.

La producción agrícola ocupa un espacio predominante en esta región siendo la actividad de mayor interés ya que aproximadamente el 70% de la superficie del terreno está destinada, a los sembríos de caña de azúcar y sus productos como son: la panela, azúcar, guarapo, y aguardiente. Además cultivan productos como maíz, fréjol, hortalizas, yuca, café, y algunas frutas.

Dentro de la parte pecuaria tenemos ganado menor como cuyes, aves de corral y cerdos; ganado mayor como ganado vacuno. Todos estos productos son comercializados dentro y fuera de la zona.

Un grupo de pobladores se dedican a la extracción de material pétreo, además de elaboración de ladrillos y tejas, representado un ingreso significativo para sus familias. También se observó que unas pocas familias trabajan en la explotación de yeso y carbón de algunos yacimientos vecinos.

Un gran número de habitantes no tiene un nivel educativo alto; la mayoría termina solamente la instrucción primaria, pues son muchos los que abandonan sus estudios, ya que estadísticamente en el área rural va disminuyendo el número de pobladores que logran concluir sus estudios secundarios y universitarios, actualmente se ha establecido una escuela para cada barrio, además de tres colegios dentro de la parroquia Malacatos.

La atención en salud del Cantón Loja se inscribe en el Modelo de Atención del MSP biologicista y medicalizado, con servicios de salud distribuidos en cuatro Áreas la No 1, 2, 3 y 12. El área 12 ocupa el sector Sur oriente del cantón Loja, constituida por las parroquias rurales Yangana, Quinara, Vilcabamba, San Pedro de Vilcabamba y Malacatos.

El área 12 ofrece un conjunto de atenciones tanto de fomento y de protección (vacunación, control y vigilancia epidemiológica, etc.), como de atención individual para la rehabilitación de la enfermedad (consulta interna y hospitalización). La parroquia Malacatos cuenta con un sub-centro de salud, con atención gratuita.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA Y TRABAJO DE CAMPO

Para la realización de este trabajo se siguió de una manera sistemática la metodología que a continuación se describe:

2.1. Levantamiento Geológico

El levantamiento geológico consiste en la recolección y documentación de información en los afloramientos como; elementos estructurales, potencia de los estratos, elaboración de la columna estratigráfica; con todos estos elementos nos permite elaborar el mapa geológico.

Junto con la documentación geológica se recolectó muestras de rocas para ser analizadas en el laboratorio, con el fin de clasificarlas dándoles sus respectivos nombres (Foto 3).



Foto 3. Muestra de roca para análisis petrográfico

2.2. Fotointerpretación de la zona de estudio

La fotointerpretación se basó en fotografías aéreas del año 1984 a escala 1:60000. Mediante el uso de un estereoscopio se definió los contactos entre las formaciones, la litología, así como la morfología, definiéndose también los deslizamientos ocurridos hasta 1984.

Los resultados obtenidos son correlacionados con los datos de campo; la fotointerpretación proporciona información tanto de la geomorfología del terreno, reconocimiento de algunas estructuras (pliegues y fallas); y como parte importante podemos identificar las litologías presentes en el terreno. (López Jimeno, 2003).

2.3. Inventario de deslizamientos

El mapeo de deslizamientos se lo realizó a escala 1:5000 con la utilización del formato propuesto por el proyecto Multinacional Andino - Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA-GCA), el cual nos ayuda a determinar la actividad del movimiento, litología, tipo de movimiento, material, velocidad del movimiento, deformación del terreno, cobertura y uso del suelo, causas, humedad del suelo, plasticidad y origen del suelo, además de la comprobación de los deslizamientos identificados mediante fotointerpretación.

Durante la investigación no se identificó deslizamientos, pues el 45 % del área total se localizan en rocas muy compactas de la Unidad Chiguinda y formación Loma Blanca y un 20% lo forman terrenos con una pendiente ligeramente inclinada (entre 0 ° y 8 °), lo que indica que la pendiente del terreno no es un factor que influya en la inestabilidad del terreno.

Se considera que algunas actividades humanas (agricultura, ganadería, construcciones de obras civiles, etc.), pueden influir en la inestabilidad del terreno, pero en este sector existe una población muy reducida, por lo que su actividad resulta intrascendente.

2.4. Trabajo de Oficina

El trabajo final consistió en la recopilación de toda la información obtenida, procesamiento de la misma; análisis y elaboración del inventario de deslizamientos, su ubicación dentro de la base geológica y como producto final edición del mapa geológico a escala 1:10000, apoyándose en programas informáticos como son: g7twin; (empleado para descargar Track de GPS); GPS Trackmaker (visualizar y descargar los puntos del GPS) y de programas de georeferenciación como son el AutoCAD y GIS.

CAPÍTULO III

3. GEOLOGÍA

3.1. Geología Regional

La Cuenca de Malacatos es una depresión alargada de 7 km de ancho y 25 km de largo (Gráfico 4), se extiende en dirección Noroeste - Sureste desde Catamayo al Norte y Yangana al Sur. Regionalmente el sector de estudio posee 6 formaciones geológicas, que originan una morfología muy variable; formaciones que se detalla a continuación.

UNIDAD CHIGUINDA.- El basamento de la cuenca esta constituido por rocas metamórficas en su mayoría de bajo grado; son característicos de esta formación las filitas negras, pizarras, esquistos grafiticos, cuarcitas y gneis. Forma un cinturón de hasta 30 km. de ancho en la parte Sur de la Cordillera. Está limitada al W por metagranitos Tres Lagunas y hacia el E por migmatitas de Sabanilla y esquistos de Upano.

Se desconoce su espesor pero se supone que es de varios kilómetros. Se asume que se deriva de una cuenca intracratónica y se la considera similar a rocas Carboníferas y Devónicas de la Depresión Perú-Bolivia. (Litherland et al., 1994). [Cordillera Real]. Las Rocas metamórficas de la Unidad Chigüinda son consideradas de edad Paleozoico (Kennerley 1973).

FORMACIÓN LOMA BLANCA.- Tiene una potencia de 2002 m (Kennerley, 1973 - 1980). Comprende rocas volcánicas de acidez intermedia tales como tobas, tobas aglomeráticas, Igminbritas, pómez, brechas volcánicas, flujos; además la presencia de diques y sills, revelan la proximidad de algunos centros eruptivos que frecuentemente los intruyen (Hungerbühlher, 2002), esta formación es considerada como la más antiguas de la cuenca de Malacatos, después de la Unidad Chiguinda. Hacia el Norte ocupan el ancho total de la cuenca, pero en dirección Sur están cubiertas de sedimentos que le permiten aflorar solamente en una banda estrecha a lo largo del lado oeste de la cuenca.

Las tobas son generalmente de color amarillo y de composición riolítica andesítica (Pilatasig, 2005). Los aglomerados pueden contener bloques parcialmente quebrados de más o menos un metro de diámetro. En el Sur, las tobas dominan y los aglomerados contienen muchos cristales de cuarzo y fragmentos de filitas que miden desde 1 a 4 cm de diámetro. Estos últimos se presume que han sido extraídos de la pared del conducto que atravesó las filitas de la serie Zamora, por donde fueron expulsados los piroclastos. (Hungerbühlher, 2002).

La formación Loma Blanca se asienta discordantemente sobre el basamento metamórfico Paleozoico (Unidad Chigüinda) y son sobreyacidas por las rocas sedimentarias de la Cuenca de Malacatos y de la formación Gonzanamá en el Norte. La formación Loma Blanca está cubierta en aparente concordancia por la formación San José.

Hungerbühler describe a estas roca volcánicas de edad Paleoceno-Eoceno-Oligoceno ($40.6 \pm 5.4 - 26.6 \pm 4.0$ Ma.). La formación Loma Blanca fue confundida con la joven formación Saraguro, ya que presentan similares litologías, pero se distinguen debido a que fueron depositadas en diferentes épocas y son de distintas regiones geográficas. (Hungerbülher, 2002).

MIEMBRO SOLANDA.- El Miembro Solanda con una potencia de 100m (localizado en 686 260/9 537 030) en el área de Río Solanda que fue definida por Hungerbühler (2002). El Miembro Solanda se caracteriza por tener Rocas Metamórficas, bolsas de guijarros, conglomerados, areniscas rojas y verdes, lutitas (apizarradas) depositadas por carga y descarga del río, e intercalaciones menores de tobas. El Pórfido de cuarzo al oeste del Río Solanda es descrito por Kennerley (1 973) y es asignado al pórfido de cuarzo Miembro Purunuma. Las tobas del Miembro Solanda son datadas del Oligoceno; de acuerdo al análisis de muestras por el método de zircon fission track ages; se estableció una edades de 33.4 ± 3.6 Ma (Hungerbühler 2002).

FORMACIÓN SAN JOSÉ.- Aflora en una franja de aproximadamente 1 km de ancho, entre Algarrobillito y Cerro Loma Blanca, y en un pequeño bloque fallado

a 2 km al Oeste del Pueblo el Tambo. Es discordante y sobreyace a la formación Loma Blanca en el bloque la Granja y en la parte Noroeste y Central de la cuenca. (Gráfico 4). Hungerbühler (2002) a la serie sedimentaria más baja la asigno a esta formación; es característica en el pueblo de San José dentro de las coordenadas 6888650/9537000; en parte sustituye a la formación Algarrobillo de Kennerley (1973), está constituida principalmente de areniscas calcáreas de espesor variable y calizas micríticas, arcilla/pizarra, encontrándose regularmente capas de tobas, brechas bioclásticas, láminas y capas de gravas con guijarros volcánicos. (Hungerbühlher, 2002). Las lutitas tienen vetas de yeso con algunos cristales de selenita y están impregnados con sulfuros. Sobre la formación se encuentra un filón de carbón más o menos sub-bituminoso. (Kennerley, J. B., 1973). Se observa estratificación tabular cruzada de ángulo horizontal y de bajo ángulo, con abundantes superficies y montículos de estratificación cruzada (Hungerbühlher, 2002).

Spindler y otros (1959) realizaron una investigación detallada de los sedimentos de Malacatos, entre las quebradas Cabalera y Santo Domingo, en una evaluación de las formaciones cargadas de carbón, las que fueron descritas como pelitas porque no tenían flexibilidad ni la apariencia de un material arcilloso normal, lo cual fue atribuido al mayor contenido de cenizas (tobas). (Kennerley, J. B., 1973).

Los foraminíferos marinos de agua dulce y salada, la fauna ostracodo implica un ambiente deposicional marino costero con diferentes aportaciones de agua dulce. Hungerbühlher basado en la fauna y la información de las facies menciona que la formación San José se depositó en mareas dominadas por ambientes deltaicos (Hungerbühlher, 2002).

El espesor máximo de la formación es de 200 m. Hungerbühler (2002) realizó algunos análisis de arenisca calcáreas y calizas de la formación San José; encontrando abundantes ostracodos, bivalvos, gasterópodos, escafópodos, foraminíferos, además de huesos y dientes de peces. El análisis de muestras por el método ZFT (Zircón Fission-Track); le permitió determinar edades de $13,5 \pm 1,2$ Ma., y $13,1 \pm 1,9$ Ma., correspondiendo al Mioceno Medio Tardío.

FORMACIÓN SANTO DOMINGO.- Esta formación se muestra al Norte en el bloque la granja, es dividida en dos miembros, (Miembro Yeso y Miembro Carbón); se localiza en la quebrada Santo Domingo 690000/9537750; sustituye la parte superior de la formación Algarrobillito y la formación Cabalera de Kennerley (1973). Con espesor variable de un máximo de 700 m. (Hungerbühlher, 2002).

El miembro Carbón está compuesto de repetidas secuencias de pozos estratificados bituminosos, lutitas negras y limolitas, en parte areniscas canalizadas con intervalos de estratificación cruzada y laminaciones tipo ripple. (Hungerbühlher, 2002). Las areniscas son de color gris a amarillo, generalmente arcósico, y llegan a ser conglomerados hacia el techo de la formación. Esta formación sigue armoniosamente sobre la formación San José y aflora en dos cinturones, uno directamente al este de la formación San José, entre Algarrobillito y Malacatos, y el otro por San Pedro y Vilcabamba.

Las lutitas bituminosas contienen hidrocarburos con un rendimiento del 60 – 80 kgr/ton (Litherland et al., 1994). Los depósitos calcáreos y diques clásticos son omnipresentes y varias capas de carbón continúan lateralmente, las mismas que alcanzan un potencia de 2 m (Putzer, 1968).

El miembro yeso de color verdoso, grano medio, areniscas bien ordenadas con laminaciones de tipo ripple y laminaciones de limonita. El yeso primario se produce en las areniscas como agujas prismáticas verticales y recrystalizan los planos en embudos formando lentes de brecha. (Hungerbühlher, 2002).

El yeso secundario es muy abundante hasta 20 cm de espesor. El yeso también se concentra en grandes estructuras (pliegues); que se encuentran cerca de la mina La Merced y en la quebrada Santo Domingo. Se ubica a esta formación en el Mioceno medio tardío. (Entre $14,6 \pm 1,8$ Ma., y $12,0 \pm 1,2$ Ma) (Hungerbühlher, 2002).

Los análisis de muestras de la formación Santo Domingo confirman una interferencia entre las dos formaciones (San José y Santo Domingo); como también se sugiere desde el mapeo de campo. Las facies y la mineralogía de

formación Santo Domingo implica ajuste de depósitos deltaicos costeros con predominio de las mareas y entornos pantanosos, similar a los de la formación San José.

FORMACIÓN CERRO MANDANGO.- Los principales afloramientos de esta formación se localizan dentro de un sinclinal entre Vilcabamba y Malacatos, los mismos que poseen una orientación SSE-NNW, (domina al Sur y al centro tectónico-estratigráfico, donde el espesor es de hasta 1000 m), y en el bloque la Granja.

Esta formación aflora extensamente en el Sur de la Cuenca de Malacatos, ocupando casi en su totalidad el ancho de la Cuenca de Vilcabamba. En el Sur yace directamente sobre la formación Loma Blanca. Imponente aflora en el pico Cerro Mandango, donde su estratificación es más o menos horizontal y forma peñascos sobresalientes alrededor de sus flancos. Está sobreyacida la formación Santo Domingo y rocas metamórficas antiguas con disconformidad angular y en parte recae concordante sobre la formación Quinara.

La sucesión entre el miembro Arenisca (inferior) y el miembro conglomerados (superior) es donde se puede observar la tremenda tendencia al alza de la formación (Hungerbülher, 2002). El miembro superior es más grueso en la parte meridional de la cuenca donde se pueden observar espectaculares discordancias progresivas (Hungerbülher, 2002). En cambio el miembro Inferior (areniscas) consiste de estratificación ondulada y cruzada, areniscas de grano grueso, gravas con guijarros metamórficos, y en menor cantidad limolitas. (Hungerbülher, 2002).

El miembro arenisca calificado dentro del miembro conglomerado, se caracteriza por canales ancho, clastos (metamórficos) soportando los conglomerados, areniscas gruesas y en poca cantidad limolitas. En ciertos lugares cristales blancos y líticos (clastos metamórficos) tobas, areniscas tobáceas y brechas de pómez; son intercaladas con suficientes capas de circón marcador para análisis ZFT (Zircón Fission-Track). (Hungerbülher, 2002).

La sucesión de facies representa la transición de una carga de fondo dominado por un sistema fluvial arenoso y de un sistema abanico aluvial, que avanza y se propagó de Sur a Norte. La fuente del material fue revisado exclusivamente situados en rocas metamórficas de la Cordillera Real (Hungerbülher, 2002).

El análisis de muestras de la formación Cerro Mandango determina edades entre $11,4 \pm 1,6$ y $7,7 \pm 0,8$ Ma., la transición entre el miembro Arenisca y el miembro Conglomerado se produjo hace 10 millones y la progresiva disconformidad es datada de 8 millones de años (Hungerbühler 2002).

3.1.1. Estructura

La cuenca de Malacatos es una depresión alargada de alrededor 7 km de ancho y 25 km de largo, se extienden en dirección Norte-noroeste desde Yangana al Sur hasta Catamayo, existen fallas importantes que limitan la cuenca, las cuales tienen una orientación en sentido Noroeste – Sureste, existiendo fallas menores con orientación paralela a las fallas principales. El lado oriental desde la depresión está limitado por fallas, hundidas en el costado oeste, lo que orienta el piso de la depresión de modo que los sedimentos se inclinan hacia el Este.

A través de toda la cuenca de Malacatos, los estratos tienen un buzamiento hacia el este desde 15 a 35°. Localmente, para toda la formación Santo Domingo los buzamientos son especialmente más verticales y algunos filones de carbón están inclinados en 60° o más. Spindler y otros (1959) notaron la presencia de pequeños plegamientos en la quebrada Cabalera.

En el conglomerado entre Taxiche y Malacatos se presentan plegamientos más importantes con una dirección de los ejes Norte-Noroeste. Directamente al Norte de Picota, en la parte este de la cuenca, los sedimentos de la formación de conglomerados son localmente verticales o casi volcados; eso nos permite deducir que hay una falla inversa de ángulo elevado, la cual ha desplazado los estratos a ésta posición. En contraste, los conglomerados de Cerro Mandango son más o

menos horizontales porque los buzamientos son bajos y el rumbo de la estratificación es más variado.

Hay muchas fallas en la cuenca de Malacatos, sobre todo porque se presenta la preservación de estratos terciarios en una depresión fallada, con un terreno metamórfico Paleozoico. Toda la parte este de la cuenca está fallada, existiendo una falla inversa de ángulo alto. En la parte central de la depresión, el lado oeste se encuentra también fallado, cortando las formaciones de la secuencia terciaria por abajo, de modo que el conglomerado Cerro Mandango queda junto a las rocas metamórficas. La repetición de la formación Santo Domingo en San Pedro y Vilcabamba se debe a una falla Norte-Sur a lo largo del centro de la cuenca. Muchas pequeñas fallas transversales (Este-Oeste) fueron observadas en el campo, causando una serie de deslizamientos de estratos (Gráfico 4).

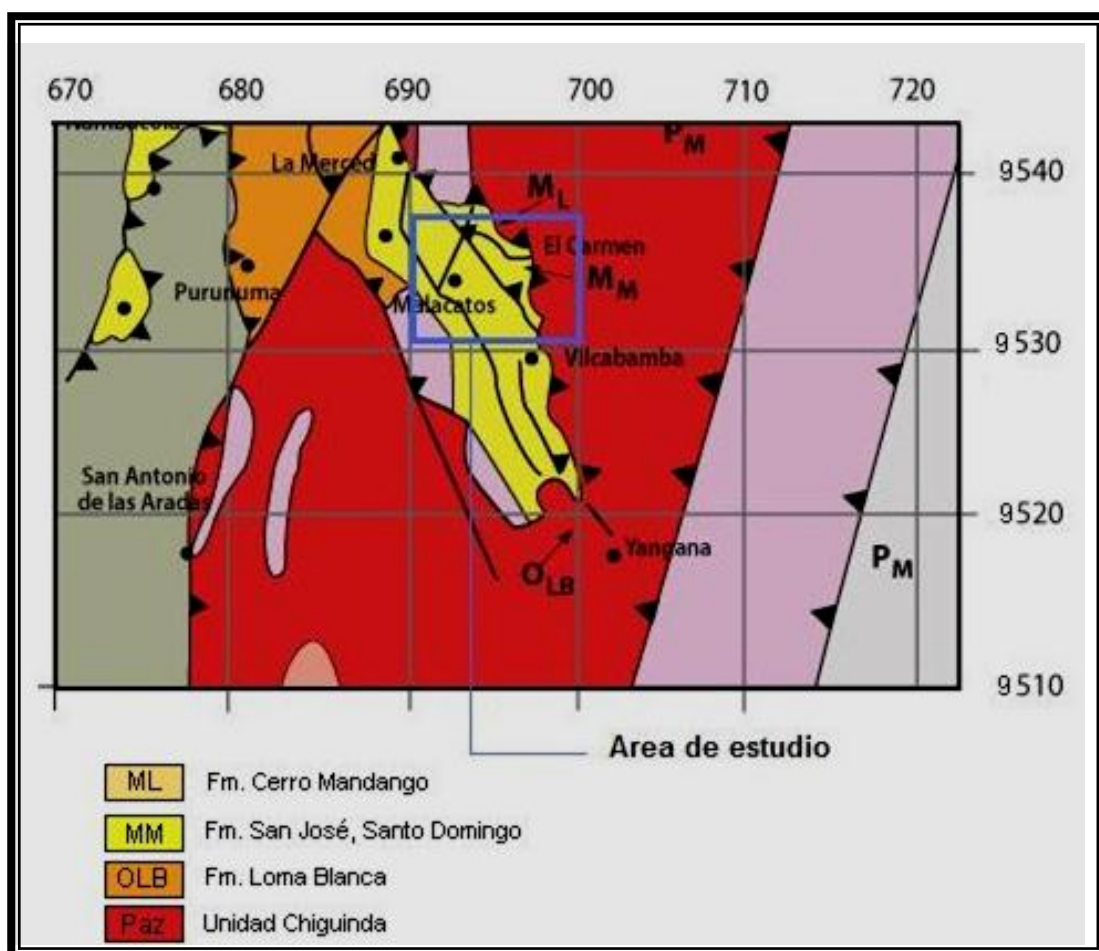


Gráfico 4. Ubicación del Área de estudio en el Mapa Geológico Regional (Hungerbühler 2002).

3.2. Geología Local

3.2.1. Rocas Metamórficas

El basamento de la cuenca se lo considera de bajo grado de metamorfismo y formado por rocas tales como esquistos sericíticos, verdes y grafitosos, mica esquistos, cuarcitas, principalmente se observó pizarras y filitas, asociadas a esta formación (Foto 4).

Las rocas metamórficas afloran en una pequeña extensión al Sur – Oeste y Nor – Oeste del polígono en un contacto inferido. Estas rocas metamórficas de edad Paleozoica, y por procesos de metamórficos se da el cambio de rocas de bajo grado de metamorfismo como las pizarras a una de mayor grado formando los esquistos.



Foto 4. Unidad Chiguinda, Filitas. (Coordenadas x=689606; y= 9532088; Datum PSAD 56)

Siguiendo el curso del río Solanda se puede distinguir una falla, la misma que es muy notoria en foto interpretación, esta falla separa la Unidad Chiguinda y la formación Loma Blanca, la dirección del río Solanda va conforme con la

dirección de la falla (Noroeste - Suroeste). Se ubica dentro de las coordenadas 687239/ 9534600 PASD 56) (Foto 5).



Foto 5. Vista Panorámica Rio Solanda (Coord. UTM X=689218; Y=9534031)

3.2.2. Rocas Volcánicas

Son características las rocas volcánicas de textura piroclástica, en tamaños gruesos las brechas volcánicas y en los finos las tobas, además de ignimbritas; originadas por flujos piroclásticos, estas rocas volcánicas son datadas del Oligoceno (Hungerbühler 2002).

En el área se observan tobas, tobas andesíticas y flujos andesíticos; con tonalidades que varían de amarillo a blanco, (Foto 6); las tobas que quedan expuestas en la superficie tienen tonalidad rojiza (producto de la oxidación de los materiales ferruginosos que la componen).

Contienen cristales de cuarzo y algunos fragmentos de esquistos, las tobas se la considera de composición riolítica con una acidez intermedia. Por

datación se las ubica entre Paleoceno – Eoceno – Oligoceno (con edades relativas entre 40.6 ± 5.4 – 26.6 ± 4.0 Ma).



Foto 6. Tobas Volcánicas compactas (Coord. UTM X=688082; Y=9535971)

Estas tobas son características de la **formación Loma Blanca** y se las localiza en el cerro Loma Blanca de la cual toma su nombre; además se depositan hacia el Nor – Oeste del polígono; principalmente en los cerros Loma Guabillo y Loma Jaipedro (ubicada en las coordenadas 688537- 9534730), a la formación Loma Blanca se la distingue fácilmente por presentar una tonalidad blanquecina, con poca vegetación y dar una forma redondeada a la cima de los cerros.

Estas rocas han sido depositadas sobre las rocas más antiguas de la Unidad Chiguinda formando una morfología irregular (Foto 7).

“Estudio Geológico-Estructural e Inventario de Deslizamientos del Área Dos en la Cuenca de Malacatos”

U.T.P.L.

WALTER ENRIQUE APOLO VALAREZO



Foto 7. Tobas Volcánicas Erosionadas (UTM PASD 56 x= 689830 y= 9534288)

Las tobas aglomeráticas contienen clastos o fragmentos volcánicos, entre 1 y 10 centímetros de diámetro, de color grisáceo con algunas tonalidades de verde por procesos de cloritización (Foto 8).



Foto 8. Tobas Aglomeráticas (Coord. UTM PSAD 56 x=689603 y=9533970)

Dentro de la formación Loma Blanca se distingue el **Miembro Solanda** que está constituido por areniscas tobáceas de color marrón, de una matriz limo arenosa, además de conglomerados de cuarcitas y tobas, siendo intercalados con capa de areniscas, esta estratificación tiene una dirección de N 202° y un buzamiento de 9° NW (Foto 9).



Foto 9. Conglomerados, Areniscas tobáceas (Coord. UTM PASD 56 X=688044; Y= 9536676)

Sobre la formación Loma Blanca descansa de forma discordante la formación San José.

3.2.3. Rocas Sedimentarias

En el Área de estudio se determinó distintos tipos de rocas sedimentarias, las mismas que se sitúan discordantemente sobre los volcánicos de la formación Loma Blanca, tales como son: formación San José, formación Santo Domingo y formación Cerro Mandango, las cuales se describen a continuación:

Formación San José.- aflora en un franja estrecha de al menos 2 km ocupando la parte central del polígono, se encuentra discordante y sobre yace a la formación Loma Blanca. Está constituida por areniscas calcáreas de espesor variable y calizas, además de capas de tobas.

Las areniscas de grano fino, afloran en la parte Norte del polígono, se presentan muy compactas, de color café a marrón, forma capas de unos pocos centímetros, pero que también pueden llegar a sobrepasar los 1.5 metros de espesor, con una dirección de N 327° y buzamiento 9° E, que han sido sometidas a diferentes procesos de erosión y meteorización (Foto 10).



Foto 10: Areniscas compactas (Coord. UTM X= 688373; Y= 9537529)

Además se realiza la explotación de una veta de carbón con potencia de entre 10 y 40 centímetros con los siguientes datos estructurales dirección N 25° y buzamiento de 41° al SE.

Capas de areniscas, arcillas y areniscas tobáceas se pueden distinguir en la formación San José, las mismas que tiene una dirección entre N 300° y N 327 con buzamiento de 9° E y 82° E. Las tobas de color blanco, se presentan compactas, están fuertemente tectonizadas, y las fracturas han sido rellenadas por vetillas de yeso. La potencia de estas capas oscilando entre 10 y 30 cm de espesor, (Foto 11). Esta formación pertenece al Mioceno Medio Tardío.

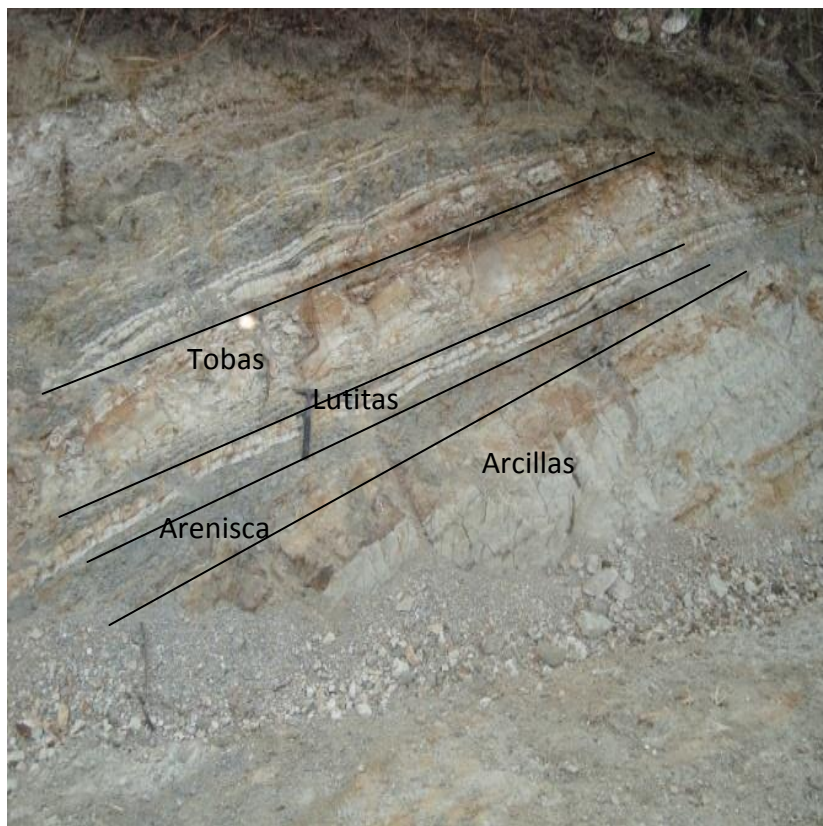


Foto 11. Formación San José, areniscas tobáceas (Coord. UTM X=690878; Y=9534448).

Por el alto contenido orgánico del que están compuestas algunas lutitas, cambiaron su coloración crema original, resultando una tonalidad oscura; lo que se evidenció en algunos afloramientos (Foto 12).

El yeso se concentra en estructuras plegada de gran potencia constituyendo un yacimiento de gran interés, actualmente se siguen realizando trabajos de explotación, los más significativos la mina San José y la Merced (Anexos; Afloramiento 7).



Foto 12. Intercalación de lutitas grises y vetillas de yeso (Coord. UTM X= 89720; Y=9537505).

La veta de yeso presenta una dirección N 318° y buzando 45° E. mas hacia el sur levemente cambia de dirección estableciéndose en N 300° buzando 45° E. (Foto 13 y Mapa G. Estructural). Esta formación se la ubica en el Mioceno Medio- Tardío de entre $13,5 \pm 1,2$ Ma., y $13,1 \pm 1,9$ Ma.



Foto 13. Intercalación de lutitas – yeso. (Concesión Santo Domingo; Coord.UTM X= 689704; Y=9537511).

Formación Santo Domingo.- Ocupa la parte central del polígono formada por dos miembros:

- Miembro Yeso
- Miembro Carbón.

El miembro Yeso que consta de capas intercaladas de finas lutitas de color crema y arcillas grises, tienen vetillas de yeso, en algunos casos asociaciones de sulfuros, siguiendo la misma estratificación, estas capas presentan una dirección promedio N 290° y buzando 35° E. (*Foto No. 14*)



Foto 14. Formación Santo Domingo, lutitas cremas y vetillas de yeso

El miembro carbón está formado por arcillas de color gris oscuro con la presencia de carbón bituminoso con una potencia de 20 cm. La dirección promedio es N 340° y buzando 20° E. (*Foto 15*).



Foto 15. Formación Santo Domingo, areniscas cafés, arcillas grises y capas de carbón

En la formación Santo Domingo las lutitas presentan distintas tonalidades pudiendo ir de cremas a grises, inclusive se presentan algunas de un pigmento rojizo producto de la oxidación, las lutitas son de tamaño fino, intercaladas con arcillo-limolitas de color crema.

Estratos de arcillas grises y micro- conglomerados rematan esta formación. Los conglomerados presenta una matriz limo-arcillosa y el tamaño de los clastos puede variar de 10 cm y 25 cm (Foto 16).

La formación Santo Domingo la potencia de las capas varía desde 5 -10 cm a 1.5 m. presentando fracturas que cortan los planos de estratificación, y en otros casos abundante fracturación, causando meteorización y erosión, a causa de la poca o la ausencia de vegetación.

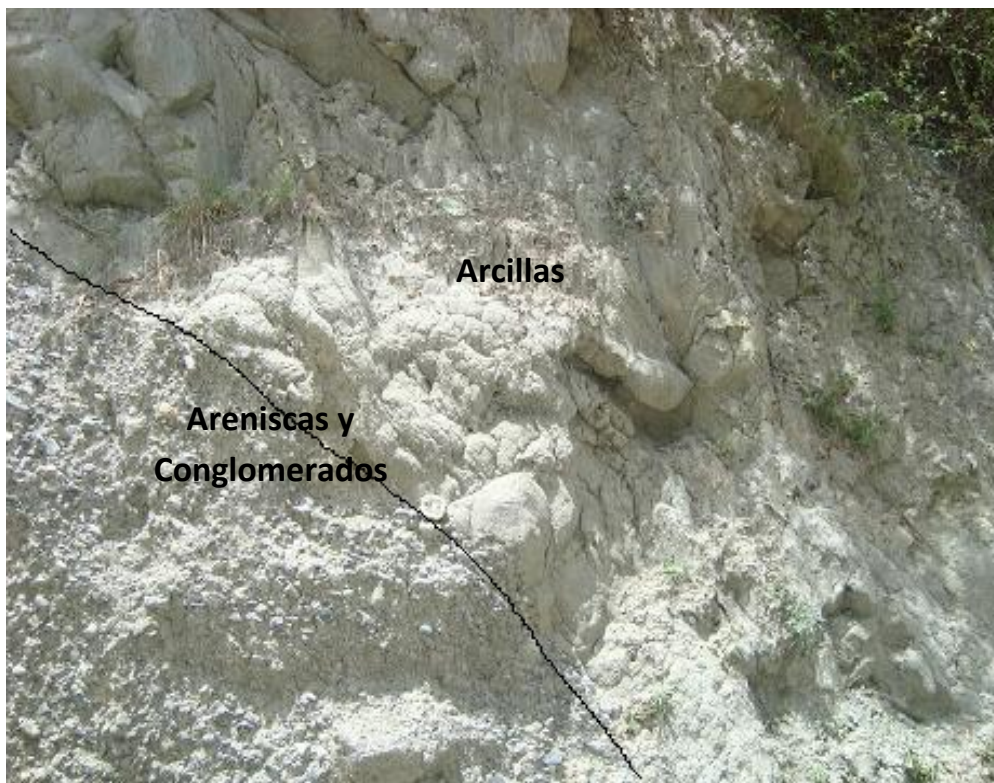


Foto 16: Formación Santo Domingo. (Coord. UTM X=69121; Y=9535882)

Esta formación es datada del Mioceno Medio Tardío, (Entre $14,6 \pm 1,8$ Ma, y $12,0 \pm 1,2$ Ma).

Formación Cerro Mandango.- se localiza en la parte Este del polígono estudiado, y se encuentra sobreyaciendo de forma concordante a la formación Santo Domingo, esta constituida principalmente de conglomerados con arenas de grano grueso.

El tamaño de los clastos varía entre 1 -15 cm de diámetro, pero a su vez rematando la formación se pueden disponer conglomerados cuyos clastos poseen un diámetro mayor a 0,50 m y pudiendo sobrepasar 1,5 m de diámetro, estos clastos están formados de cuarcitas, cuarzo, filitas y esquistos sercíticos que son derivados de las rocas metamórficas circundantes, con buena redondez en unos y otros con poca angulosidad indicando poca transportación, el conglomerado es generalmente amarillento - café (*Foto 17*).

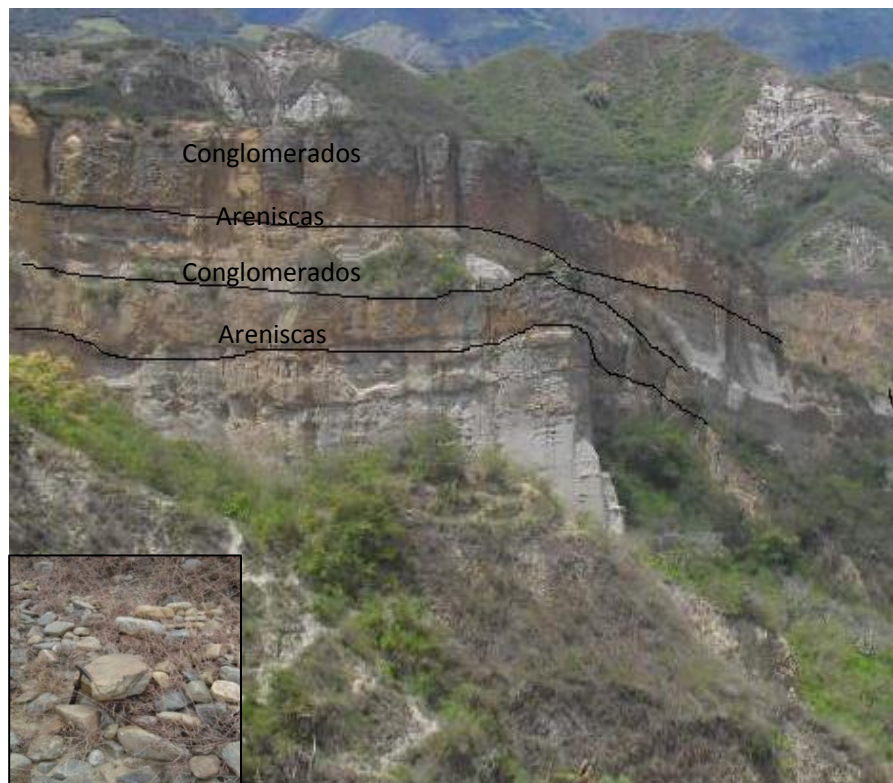


Foto 17. Formación Cerro Mandango: a) disposición de areniscas y conglomerados; b) presencia de cantos de un tamaño mayor a 50cm. (Coord. UTM X=691779; Y= 9536862)

La formación Santo Domingo se la considera de estratos tabulares donde el piso y techo de las capas son paralelos entre si, además se observa que en esta formación se identifica por estratos creciente ya que el espesor de los estratos se hace mayor hacia el techo.

Las capas de arenisca se intercalan con los paquetes de conglomerados dispuestos de forma clasificada, estas capas varían de tamaño de acuerdo al ambiente de depositacion en que se dieron.

Otro afloramiento de la formación Cerro Mandango se localiza dentro de las coordenadas 689197/9535453, al flanco oeste del polígono, donde se mapeo intercalaciones de areniscas marrones y micro-conglomerados con un diámetros entre 2 y 5 centímetros con una dirección de N 340° y un buzamiento de 25° al E (Foto 18).

“Estudio Geológico-Estructural e Inventario de Deslizamientos del Área Dos en la Cuenca de Malacatos”

U.T.P.L.

WALTER ENRIQUE APOLO VALAREZO



Foto 18. Areniscas intercaladas con micros conglomerados (Coord UTM X= 689197; Y=9535453).

De acuerdo al análisis de muestras por el método de ZFT se determina edades entre $11,4 \pm 1,6$ y $7,7 \pm 0,8$ Ma., correspondiente al Mioceno Superior. En esta formación la presencia de zonas de escarpes es común, inclusive formándose cárcavas en ciertos sectores (X=691725; Y= 9533787) *Foto 19 y Foto 20.*



Foto 19. Disposición de las capas de la formación Cerro Mandango (dirección N 340º; ang. buzamiento 10º NE) Coord. UTM X=691810; Y= 9536873)

Los conglomerados se caracterizan por canales amplios y por poseer una dirección preferente de N 340° y buzamiento sub-horizontales, teniendo un ángulo de buzamiento promedio de 10° al NE. Esta formación se encuentra descansando discordantemente sobre la formación Santo Domingo. (Foto 20)

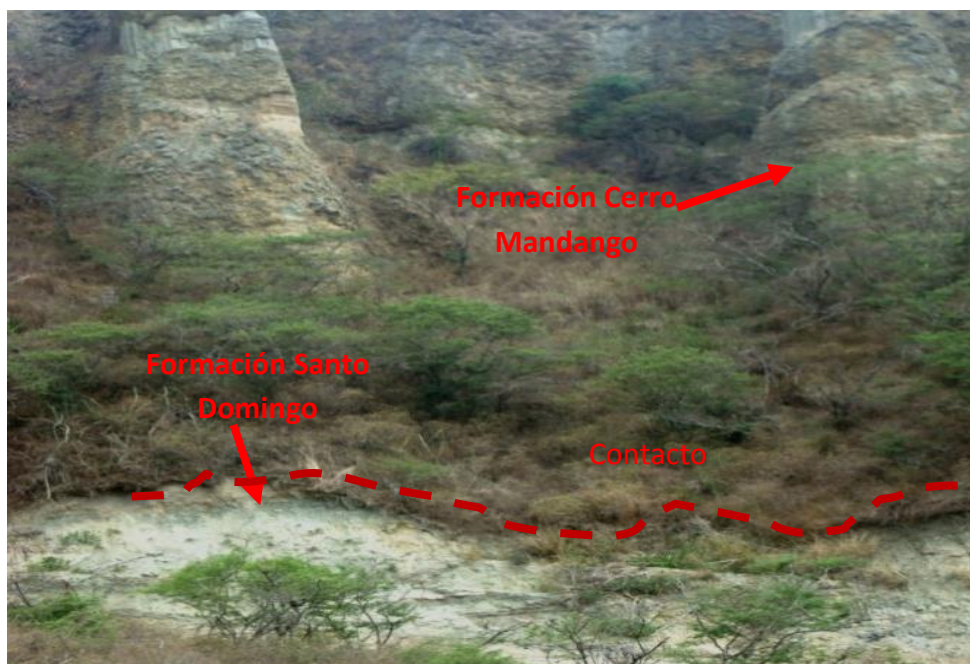


Foto 20. Contacto concordante formación Cerro Mandango y formación Santo Domingo. (Corrd. UTM X=691951; Y=9535549)

3.2.3. Depósitos Coluviales

Son acumulaciones constituidas por materiales de diversos tamaños pero de litología homogénea, englobados en una matriz arenosa que se distribuye irregularmente en la base de las vertientes, habiéndose formado por alteración y desintegración de las rocas ubicadas en las laderas de los cerros adyacentes.

Se caracterizan por contener gravas y bloques angulosos a sub angulosos distribuidos en forma caótica, sin selección ni estratificación aparente, con regular a pobre consolidación, (Foto 21); durante las épocas de precipitación abundante su movimiento es rápido como flujos y a su vez en temporadas de sequía su movimiento es lento solo por meteorización eólica.



Foto 21. Depósitos Coluviales Coord. UTM X=689881 Y= 9534358)

En el área de estudio se encuentran en la parte Norte y Sur en los pies de los Cerros Loma Blanca, Loma Guabillo, Loma Jaipedro, con materiales como: esquistos verdes, cuarcitas, pizarras, gneis, tobas, algunos aglomerados basales que tienen como cementos cuarzo.

El tamaño de estos depósitos oscila entre 1 y 30 metros de longitud y entre 1 y 20 metros de ancho, caracterizados por que no presentan capas definidas, además los materiales son muy angulosos y de baja redondez.

3.2.4. Depósitos Aluviales

Se forman a partir de acumulaciones fluviales de materiales sueltos o poco consolidados de naturaleza heterogénea, que han sido transportados grandes distancias por las corrientes de los principales ríos Malacatos, Vilcabamba y Solanda, y algunas quebradas secas.

Están conformados por cantos y gravas redondeadas; envueltos en una matriz areno –limosa, que se depositaron durante el Holoceno. El sedimento transportado es depositado al disminuir la velocidad de la corriente; estos sedimentos pueden alcanzar dimensiones de uno pocos metros a decenas (*Foto 22*).



Foto 22. Depósitos Aluviales. (UTM X=692417; Y= 9535564)

3.2.5. Geología Estructural del sector

El sector de estudio los estratos tienen un rumbo preferente hacia el NW – NE con un buzamiento de entre 10° y 72° . Referente a los estratos de la formación Cerro Mandango tienen una orientación de entre 10 a 20° y una dirección de N 340° (*Foto 23*).



Foto 23. Formación Cerro Mandango con buzamiento entre 0 y 12°

En la formación Santo Domingo generalmente las capas tienen una dirección N 330° y un buzamiento entre 8° y 82° al NE, con materiales altamente meteorizados y erosionados.

3.3 Geomorfología

El área de estudio se distingue geomorfológicamente varias zonas de interés, que topográficamente se ubican en cotas que van desde 1.200 a los 1.900 metros sobre el nivel del mar.

Mayoritariamente se encuentran pendientes inclinadas y pendientes abruptas, que evidencia en la zona tanto valles en U como en V, además de zonas de escarpes, siendo favorables para la formación de redes de drenajes dendríticas de quebradas secas.

“Estudio Geológico-Estructural e Inventario de Deslizamientos del Área Dos en la Cuenca de Malacatos”

U.T.P.L.

WALTER ENRIQUE APOLO VALAREZO

TIPO DE PENDIENTE	PENDIENTE EN ÁNGULO	PENDIENTE EN %
1. Terreno Llano	Menor a 2 °	Menor del 3%
2. Ligeramente Inclinado	2 ° a 5 °	3 – 8%
3. Inclinado	5 ° a 9 °	8 - 15%
4. Fuertemente Inclinado	9 ° a 17 °	15 - 30%
5. Abrupto	17 ° a 27 °	30 - 50%
6. Muy Abrupto	Mayor de 27 °	Mayor del 50%

Tabla 2. Clasificación de pendientes utilizada por el ministerio de agricultura para la caracterización de la capacidad agrológica de los suelos. Límites en base a una propuesta del Servicio de Conservación de Suelos de EE.UU.

1. Zona de montañas con crestas abruptas, comprendida entre los 1300 y 1900 metros sobre el nivel del mar, característicos de rocas metamórficas de la Unida Chiguinda (Paleozoico), volcánicas de la formación Loma Blanca y de algunas crestas de la formación Santo Domingo y Cerro Mandango; cuyas pendientes oscilan entre 35% y mayor al 50%; correspondiendo al 46 % del área total, considerándose de acuerdo a la clasificación de pendiente como abruptos y muy abruptos (*Foto 24*).



Foto 24. Zona de crestas y pendientes abruptas. Unida Chiguinda.

2. Zonas de colinas altas y medias, con crestas redondeadas y agudas, presentes en zonas con cotas entre los 1500 y 1700 metros sobre el nivel del mar, correlacionados con la rocas sedimentarias de la formación San José y Santo Domingo (Mioceno), con pendientes que oscilan entre 15 a 30% originando pendientes fuertemente inclinadas; ocupando el 30% de la superficie (*Foto 25*).



Foto 25. Zonas de colinas altas con crestas redondeadas. Fm San José y Fm. Santo Domingo.

3. Zonas de Colinas Bajas alargadas, mesetas de relieve ondulado con colinas redondeadas y planicies, cuyas cotas varían entre los 1500 a 1600 metros sobre el nivel del mar, relacionadas con rocas sedimentarias de la formación San José, la pendiente va de entre 5 a 15%, y ocupando una superficie del 17% del área total, identificándose una morfología con pendientes ligeramente inclinadas (*Foto 26*).



Foto 26. Zona de colinas bajas y alargadas. Fm. San José

4. Zonas de terrazas y llanuras aluvial, formadas en terrenos planos de inclinación leve, que se localizan junto al río Solanda, la altura de estas zonas varia entre 1300 a 1380 metros sobre el nivel del mar, formados por sedimentos cuaternarios de terrazas y aluviales recientes, la pendiente del sector varia entre 8 % y menos del 3%, ocupando una superficie del 17%, originado un terreno desde llanos a ligeramente inclinado (*Foto 27*).

La llanura aluvial o llanura de inundación de del río Solanda corresponde desde el punto de vista morfodinámico a las áreas cubiertas por el agua durante las crecidas que se producen luego de precipitaciones pluviales de alta intensidad y duración.



Foto 27. Terrazas Aluviales en el Río Solanda.

En general los materiales predominantes de las llanuras aluviales son sedimentos areno-gravosos, provenientes de la erosión de las áreas serranas. La presencia ocasional de bloques de 50 cm de diámetro o algo mayor, es un indicio del nivel de energía que se alcanza durante las crecidas.

CAPITULO IV

4. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Con la información recopilada durante el levantamiento geológico de campo, se realizó la interpretación y análisis de las estructuras cartográficas de la secuencia sedimentaria de la zona, para posteriormente ser correlacionada con el mapa geológico regional a escala 1: 100.000, y otros estudios realizados sobre la cuenca de Malacatos - Vilcabamba.

De la Geología: de acuerdo al mapeo de los afloramientos y el análisis de las muestras obtenidas, se determinó que en el área dos de la cuenca de Malacatos-Vilcabamba aflora el basamento metamórfico de la Unidad Chiguinda, tobas volcánicas de la formación Loma Blanca, dentro de esta formación aflora el miembro Solanda con areniscas y conglomerados otras formaciones sedimentarias como son; San José, Santo Domingo, Cerro Mandango, y depósitos cuaternarios, terrazas aluviales que se localizan a lo largo del río Solanda.

Considerando la génesis de la cuenca se puede deducir que se formó en un ambiente continental tipo lagunar, que es afectado por un delta, donde la corriente fluvial desagua en el lago, dando origen a la formación San José, después se originó la formación Santo Domingo donde hubo un ajuste de depósitos deltaicos costeros con predominio de la mareas y entornos pantanosos similares a la formación San José. La formación Cerro Mandango se formó a partir de la transición de una carga de fondo dominada por un sistema fluvial arenoso a un sistema de abanico aluvial.

Los depósitos volcánicos tuvieron lugar en la etapa final del Oligoceno, depositándose sobre el basamento tobas y flujos de lava andesítica.

En la columna estratigráfica se describen rocas que van desde el Paleozoico hasta el reciente. Se encuentran rocas metamórficas del Paleozoico, volcánicas del oligoceno, rocas sedimentarias correspondientes al Mioceno Medio, adicionalmente se presentan depósitos tanto coluviales como aluviales (Gráfico 5).

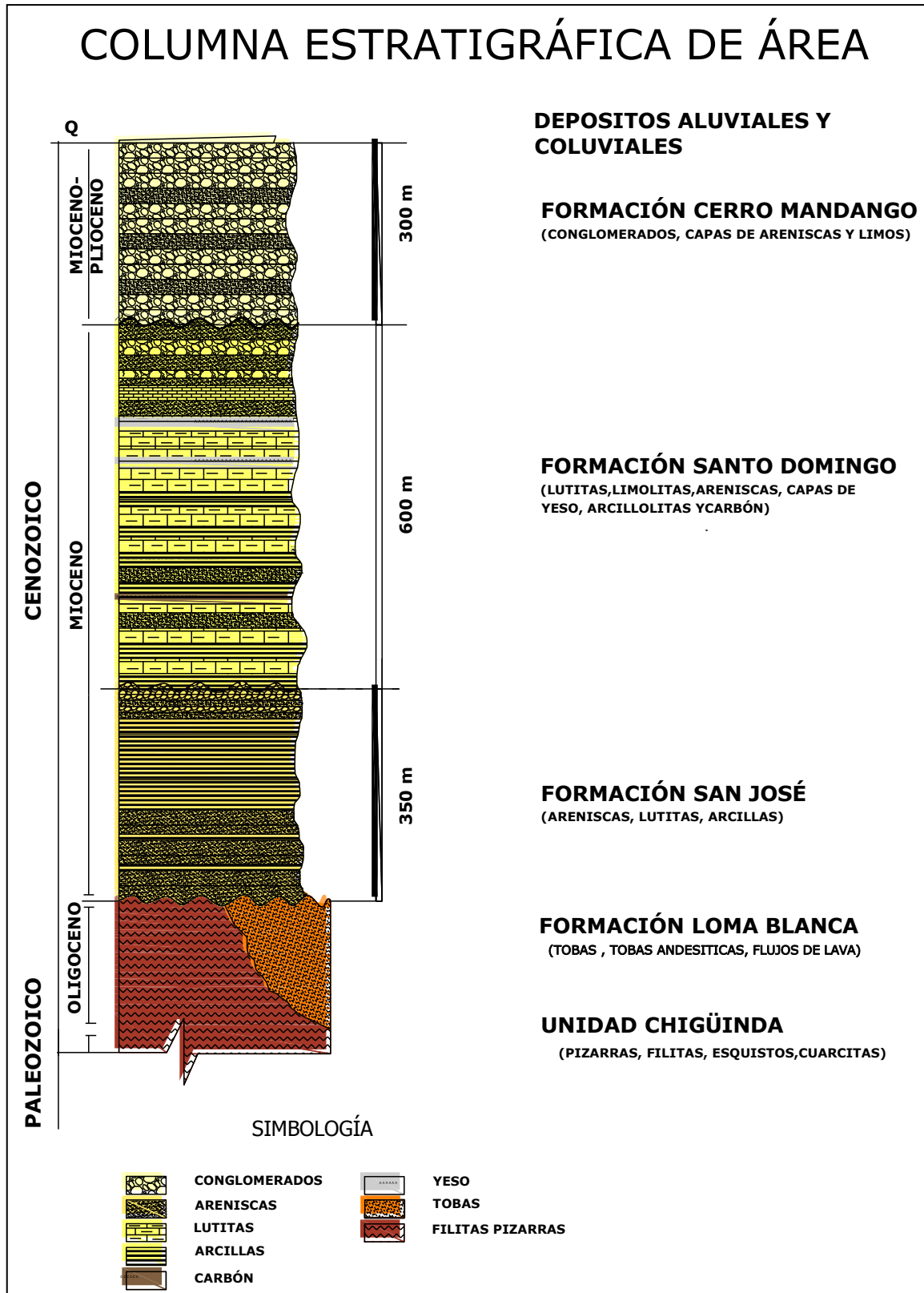


Gráfico 5. Columna Estratigráfica del Área de Investigación

La Unidad Chiguinda se caracteriza por estar formada filitas, pizarras esquistos sericíticos, grafiticos y cuarcitas, formando el basamento de la cuenca; la formación Loma Blanca de origen volcánico está constituida por tobas andesíticas, brechas volcánicas y flujos piroclásticos, donde las tobas presentan un color blanquecino amarillento y de composición andesítica.

La formación San José está formada principalmente por areniscas calcáreas de espesor variable y calizas además de tobas; carbón y yeso se localizan en la formación Santo Domingo además de capas de lutitas cremas, arcillas grises; para la formación Cerro Mandango son característicos los conglomerados e intercalaciones de areniscas gruesas, que son generalmente de color amarillento.

Del Inventario de Deslizamientos: En el sector de estudio no se localizaron deslizamiento ya que la mayor parte del área (45% de área total) posee pendientes abruptas pero en terrenos muy compactos como son la formación Loma Blanca y Unidad Chiguinda, y al menos el 40 % tiene pendientes ligeramente inclinadas y suaves, por lo cual no se originan deslizamientos, además en el sector no existe actividad humana importante que actué como factor condicionante y/o detonante de deslizamiento.

Estructuralmente: En la formación San José los estratos presentan un dirección entre N 288° y N 330° y buzamiento al E entre 8° y 82°, al igual que una veta de yeso presenta una dirección de N 318° y buzando 45° E.

La formación Santo Domingo los estratos tienen un buzamiento hacia el Este entre 11° y 35°, con una dirección de N 290° y N 355°. Adicionalmente se localiza una veta de carbón con los siguientes datos estructurales dirección N 340° y buzando 20° E.

Los conglomerados y areniscas de la formación Cerro Mandango poseen una dirección N 305° – N 340° y buzamiento entre 10° E y 20° E.

De acuerdo a fotointerpretación se localizó una falla que sirve de curso al río Solanda, la falla se ubicada en el flanco Sur-Oeste de polígono de estudio,

correspondiente a la Unidad Chiguinda, donde se pueden observar zonas de escarpes y un valle en V con pendientes muy pronunciadas.

En el sector de la mina de yeso la Merced se evidencia la presencia de una falla local inversa, la acción de esta falla de compresión afecta a las rocas circundantes y obligando a un reajuste de las capas y generando fallas de menor extensión. El rumbo de esta falla es N 75° E.

4.1. Cortes de secciones geológicas locales

Un corte geológico es la reconstrucción en profundidad de la estructura geológica de la zona; por ello se elaboro dos (2) cortes geológicos, distribuidos de tal forma que engloben las principales formaciones y estructuras del sector, además permitan describir de mejor manera la evolución de las depositaciones de las formaciones geológicas y la tectónica ocurrida en la zona de estudio; el corte A-A' se trazó con dirección Oeste a Este en la parte central del polígono y el corte B-B' realizado con dirección Suroeste – Noreste.

Realizando los cortes geológicos se pudo determinar que:

La Unidad Chiguinda constituye el basamento metamórfico de la cuenca, está formada por esquistos verdes y sericíticos; sobre esta y descansando de manera discordante se encuentra la formación Loma Blanca, compuesta por rocas volcánicas como tobas, tobas andesítica y guijarros metamórficos; sobre esta yace de manera concordante la formación San José, constituida de areniscas calcáreas, calizas, capas de tobas y capas de micro-conglomerados, a continuación descansa de forma armoniosa la formación Santo Domingo, formada de areniscas, lutitas intercalaciones de arcillo- limolita y concluyendo con conglomerados; para finalizar con la formación Cerro Mandango que yace de manera discordante sobre la Santo Domingo constituida de areniscas y conglomerados. Depósitos recientes como terrazas aluviales rematan la cuenca.

En el corte B-B' hacia el Este se puede observar un contacto erosivo entre la formación Santo Domingo y Cerro Mandango, se asume que la formación Santo

Domingo sufrió una erosión fluvial, lo cual permitió la depositación de los conglomerados de la formación Cerro Mandango, ya que esta formación aflora rematando los cerros y formando zonas de escarpe notorias

4.2. Relación geología-pendientes

La geología del lugar nos permite relacionar las pendientes con la geología, en donde terrenos con pendientes que van desde los 35° a 90° se le atribuyen a la Unidad Chiguinda, formación Loma Blanca y en ciertos sectores de la formación Cerro Mandango, donde forman crestas abruptas. Además la formación San José y Santo Domingo se forman en pendientes entre 8 y 30% consideradas entre fuertemente inclinadas y ligeramente inclinadas, geomorfológicamente formando colinas altas y medias con crestas redondeadas y amplias zonas de planicies. Con pendientes llanas se encuentran las terrazas aluviales y depósitos aluviales que ocupan el 17% del área total.

Este estudio geológico estructural de la cuenca de Malacatos se relaciona en un 45 % con el mapa geológico regional del sur del Ecuador de Hungerbürler, y se diferencia por incorporar en el mapa final el miembro Solanda de la formación Loma Blanca, además de dos afloramientos de la formación Cerro Mandango (Gráfico 6 y Gráfico 7).

Considerando el mapa de Hungerbürler se adiciona a este, el contacto entre las formaciones San José y Santo Domingo, que Hungerbürler no había definido por considerarlas de edades contemporáneas y las definió como una sola formación por cuestiones didácticas.

“Estudio Geológico-Estructural e Inventario de Deslizamientos del Área Dos en la Cuenca de Malacatos”

U.T.P.L.

WALTER ENRIQUE APOLO VALAREZO

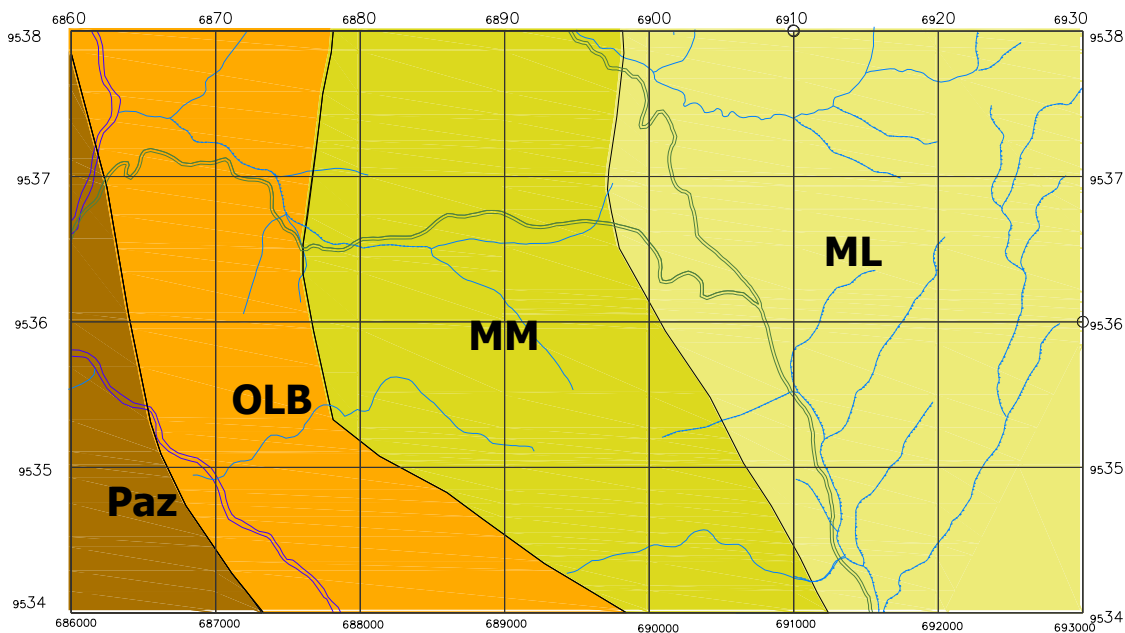


Gráfico 6. Mapa geológico regional de la cuenca de Malacatos Hungerbürler 2002

Se modifica el trabajo de Hungerbürler, con relación a la formación Cerro Mandango, pues esta formación se la define con una extensión menor a la propuesta por Hungerbürler, esto es corroborado con el trabajo de campo.

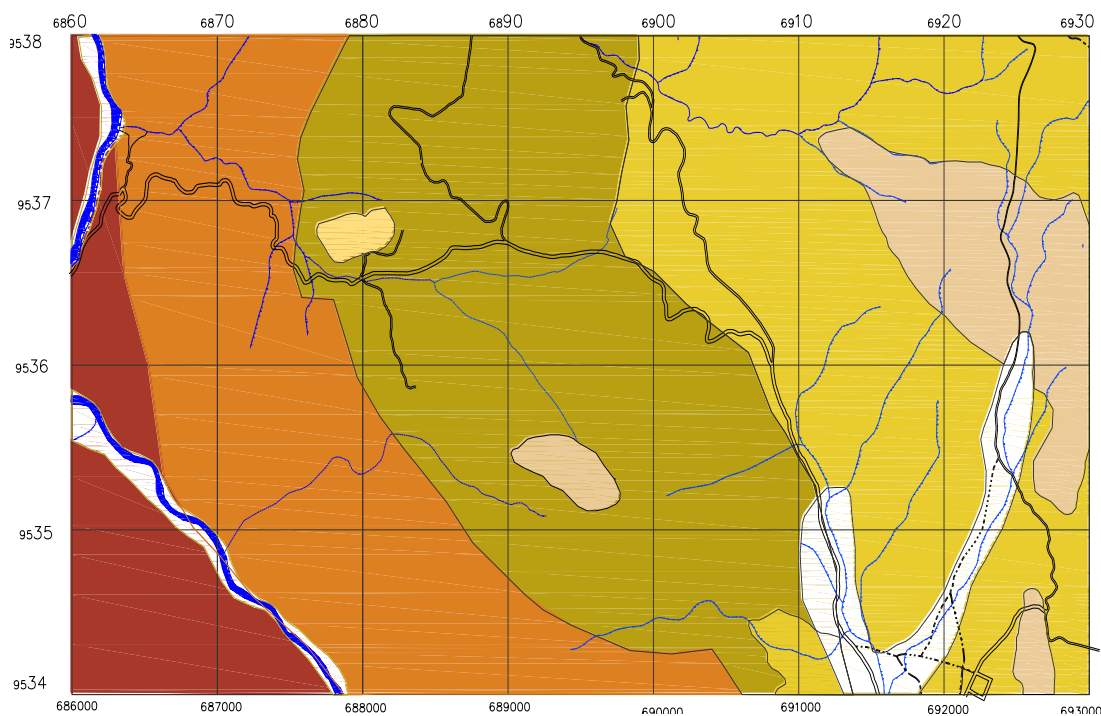


Gráfico 7. Mapa Geológico Local del Área dos de la cuenca de Malacatos

CONCLUSIONES

- El área dos se encuentra constituida por rocas metamórficas correspondientes a la Unidad Chiguinda que forma el basamento de la cuenca y rocas volcánicas de la formación Loma Blanca encontradas en los cerros Jaipedro loma Guabillo al Este, y el miembro Solanda q aflora sobre la formación Loma Blanca. Rocas Sedimentarias de la formación San José en una extensión de 2 km, en la flanco Nor- Este aflora la formación Santo Domingo y rematando con rocas de la formación Cerro Mandango compuesta por conglomerados de matriz arenosa.
- El límite de contacto entre las formaciones sedimentarias, las rocas volcánicas y el basamento metamórfico coincide en un 80% con el mapa geológico local.
- La Unidad Chiguinda esta formada por rocas metamórficas como: filitas, pizarras, cuarcitas, esquistos sericíticos, esquistos grafiticos, esquistos cuarcíticos. Esta unidad se localizan en el flanco occidental del polígono.
- La formación Loma Blanca está constituida por rocas volcánicas como tobas, tobas andesíticas, flujos piroclásticos, que ocupan la parte superior de los cerros Loma Guabillo y Jaipedro. Como parte de la formación Loma Blanca se localiza el miembro Solanda que esta formado por arenisca tobáceas y conglomerados, los clastos están constituidos por fragmentos de tobas y esquistos.
- La formación San José se ubica en la parte central del polígono y descansa discordante sobre la formación Loma Blanca, constituida por areniscas calcáreas de espesor variable (30 – 120 cm) y calizas; se encuentran laminas de tobas.

- En la formación San José los estratos se dispone con dirección N 300° y N 327° con buzamientos de 9° E y 82° E. Las areniscas son de color marrón con un buzamiento de 9 °E y una dirección promedio de N 327° E.
- Existen lutitas cremas y lutitas grises en la formación San José, estas lutitas grises por su alto contenido orgánico presenta una coloración gris oscura.
- Dentro de las coordenadas 689457/9536991 yace una veta de yeso, con una potencia de unos 15 cm, pero la zona explotación de yeso puede alcanzar los 20 m de potencia; esta veta tiene una dirección N 318° y buzando 45° E, hacia el sur cambia su dirección N 300° y buzando 45° E.
- En la formación Santo Domingo se observan dos miembros: el miembro Yeso y miembro Carbón; el miembro Yeso compuesto por lutitas finas de color crema y arcillas grises, vetillas de yeso, estos estratos presentan una dirección de N 290° y buzando 35° E.
- El miembro carbón está formado de carbón bituminoso (turba), con presencia de restos de hojas fosilíferas, estas capas de carbón tienen una potencia de 15 cm, están intercaladas con capas de arcilla grises. Hacia el Norte de esta formación, en la quebrada Santo Domingo; se realiza la extracción de una veta de carbón mineral con una dirección N 330° y buzando 45° E.
- El yeso de la formación Santo Domingo se concentra en estructuras plegadas constituyendo yacimientos de interés y que siguen siendo explotadas, tal es el caso de las minas la Merced y San José. En la quebrada Santo domingo se explota una mina de carbón con los siguientes datos estructurales N 148° E y buzando 40° E.

- La formación Cerro Mandango está constituido principalmente de conglomerados e intercalaciones de areniscas gruesas. Los conglomerados son formados por clastos de 25 cm de Ø, pero en algunos lugares también pueden llegar a sobrepasar los 50 cm de Ø, estos clastos están constituidos de cuarcitas, filitas y esquistos sericíticos derivados de las rocas metamórficas circundantes, de buena redondez en unos y presentando poca angulosidad en otros; el conglomerado generalmente es de color amarillento café. Las capas de areniscas se intercalan con los paquetes de conglomerados, estas capas varían de tamaño de acuerdo al ambiente de denostación en que se dieron, esta formación tienen una dirección N 305 y N340° buzando 10°E y 20° E.
- En la formación San José y dentro de las coordenadas 689687 – 9536008 se localiza una falla inversa con dirección N 75° y buzando al Este. Además en este sector se extrae yeso para comercializar.
- Hacia el flanco Sur oeste del polígono se localiza una falla que fue definida por fotointerpretación, se localiza en una zona con pendientes muy abruptas, donde fluye el río Solanda. No se pudo definir en el campo que tipo de falla es; ya que no se encontró indicios de su orientación y buzamiento, se interpreta como una falla normal
- El autor propone que la formación Santo Domingo fue erosionada lo que permitió posteriormente la denostación de la formación Cerro Mandango, formando un contacto erosivo lo que se puede observar en el Corte B-B’.

5. RECOMENDACIONES

✧ Realizar estudios geofísicos en el área de estudio para determinar detalladamente las secuencias de depositación sedimentaria evolución de la cuenca y potencia de relleno sedimentario.

✧ Gestionar recursos para poder adquirir fotografías aéreas más actuales y de mayor escala de la Provincia de Loja.

✧ Este trabajo también se podría utilizar como base geológica y topográfica para otros proyectos de interés local; como podrían ser proyectos ambientales, turísticos, de ordenamiento territorial etc.

✧ Para lograr un ordenamiento territorial adecuado, este trabajo se debe mejorar con estudios a escala mayor (1:5000) o al detalle que se requiera.

6. BIBLIOGRAFÍA:

- F.G.H. Blyth M.H. de Freitas. “GEOLOGÍA PARA INGENIEROS”. MÉXICO (2001). Octava Reimpresión.
- Gonzales de Vallejo Luis, “INGENIERÍA GEOLÓGICA “ Madrid (2005),
- Hungerbühler Dominik, Steinmann Michael, Winkler Wilfried, Sewaard Diane, Egüez Arturo, Peterson Dawn E., Urs Helg, Cliff Hammer. “NEOGENE STRATIGRAPHY AND ANDEAN GEODYNAMICS OF SOUTHERN ECUADOR”. (1997)
- Kennerley, J.B. “GEOLOGÍA DE LA PROVINCIA DE LOJA EN EL SUR DEL ECUADOR” (1982).
- Litherland et al., 1994. “BREVE LÉXICO ESTRATIGRÁFICO DEL ECUADOR.
- López Jimeno Carlos “ MANUAL DE TÚNELES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS” Gráficas Arias Montano, S.A., Madrid 2003
- Moreno Jiménez Antonio “SISTEMAS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA” México (2007). Primera reimpresión. Editorial Alfaomega.
- Morocho Segundo Ing. “ ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA “LA ARGELIA” .
- Pedraza Gilsanz, Javier. "GEOMORFOLOGÍA. PRINCIPIOS MÉTODOS Y APLICACIONES". Madrid (1996), Editorial Rueda.
- Pineda López Livia Dra. “CONSEJO CANTONAL DE SALUD DE LOJA”. Loja 2007.
- Pilatasig Luis, Palacios Oscar. “TRANSICIÓN DE LOS ANDES CENTRALES A LOS ANDES DEL NORTE: NUEVA COMPRESION BASADA EN EL RECONOCIMIENTO DE CAMPO Y NUEVOS DATOS GEOQUÍMICOS-GEOCRONOLÓGICOS”, Quito (2005).
- Pozo Rodríguez, Manuel. González Yélamos, Javier. Giner Robles, Jorge. “GEOLOGÍA PRÁCTICA”. Madrid (2004), Pearson Educación S.A.
- Putzer. H., “LIGNITO TERCIARIO EN EL GRABEN INTERANDINO DEL ECUADOR” Hannover, Alemania 1968.

“Estudio Geológico-Estructural e Inventario de Deslizamientos del Área Dos en la
Cuenca de Malacatos”

U.T.P.L.

WALTER ENRIQUE APOLO VALAREZO

- Spindler (J.P.), Mangez (G.), Mosquera (C.) & Herrera (J.I.), Quito 1959.
“Los carbones de Malacatos y Loja. Informe inedito. Mision Geol.-Min.
Franco-Ecuatoriana”, Dir. Gen. de Minas e Hidrocarburos.

ANEXOS

ANEXO I

FOTOGRAFÍAS AÉREAS

Línea de vuelo: 17
Fotos: 2871- 2872
Fecha de toma: 1984
Sobre: 20



Gráfico 8. Fotointerpretación del área dos de la cuenca de Malacatos

ANEXO II

DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES AFLORAMIENTOS

Afloramiento No. 1

Coordenadas UTM: 689219 – 9537200

Ubicación Geográfica: Mina San José

Dimensiones (a x h): 20/8

Datos estructurales: Dir Buz 38° / Buz 4°

Descripción Geológica:

Afloramiento artificial debido a la extracción del yeso existente en el lugar.

Se observan lutitas con tonalidades que van desde amarillo a gris, con intercalaciones de capas de yeso, los capas de lutitas y yeso poseen una potencia de 1 a 10 cm. Se encuentran fuertemente tectonizadas y meteorizadas.



Afloramiento No. 2

Coordenadas UTM: 689846 - 9536632

Ubicación Geográfica: Vía Barrio San José – El Tambo

Dimensiones (a x h): 20 / 9

Datos estructurales: Dir Buz 90° / Buz 72°

Descripción Geológica:

Este afloramiento es de tipo artificial.

Se observan una disposición casi vertical de capas de areniscas, amarillas oscuras y capas de lutitas grises.

Este afloramiento esta fuertemente tectonizado existiendo un sinnúmero de fracturas, las cuales están rellenas por yeso y azufre.

La potencia de las capas varía desde unos 5 cm hasta de 1 metro de espesor.



Afloramiento No. 3

Coordenadas UTM: 692662 - 9534540

Ubicación Geográfica: Vía que conduce desde el Pedregal - Malacatos

Dimensiones (a x h): 30 / 8

Datos estructurales:

Descripción Geológica:

Afloramiento artificial, de conglomerados de tamaño medio con una matriz limo-arcillosa, de tonalidad gris, presenta una redondez media de los clastos, los mismos que están compuestos de cuarcita y esquistos verdes.



Afloramiento No. 4

Coordenadas UTM: 692204 - 9534696

Ubicación Geográfica: Sector Trinidad

Dimensiones (a x h): 20/7

Datos estructurales: Dir Buz 75°/ Buz 14°

Descripción Geológica:

Tipo de afloramiento artificial; arcillas de color gris, el espesor de las capas varia entre 30 y 40 cm., sobre las arcillas tenemos una capa de lutitas grises, en todo el afloramiento se denota la presencia de yeso rellenando las fracturas

La vegetación en el lugar es baja.



Afloramiento No. 5

Coordenadas UTM: 692103 -9534940

Ubicación Geográfica: Sector Trinidad

Dimensiones (a x h): 30 / 20

Datos estructurales: Dir Buz 75°/ Buz 14°

Descripción Geológica:

Afloramiento de tipo artificial; se observa areniscas con intercalaciones de lutitas y arcilla, todo esta fuertemente erosionado. Existen algunas capas de yeso las cuales están relleno de las fisuras.

Las capas de arcillas poseen una potencia de 0,10 m. a 1,5 m., al igual que las capas de lutitas, además se dispone una capa de carbón (turba), con una potencia de entre 0,5 a 20 centímetros.



Afloramiento No. 6

Coordenadas UTM: 688044 - 9536676

Ubicación Geográfica: Altos del Barrio San José

Dimensiones (a x h): 12 / 8

Datos estructurales: Dir Buz 292° / Buz 9°

Descripción Geológica:

Este afloramiento es artificial, donde se observa conglomerados con matriz limo-arcillosa, entre los clastos podemos encontrar cuarcita y tobas, todo esto se encuentra intercalado con capas de areniscas con una potencia de 30 centímetros.



Afloramiento No. 7

Coordenadas UTM: 689687 - 9536008

Ubicación Geográfica: Sector Mina San José

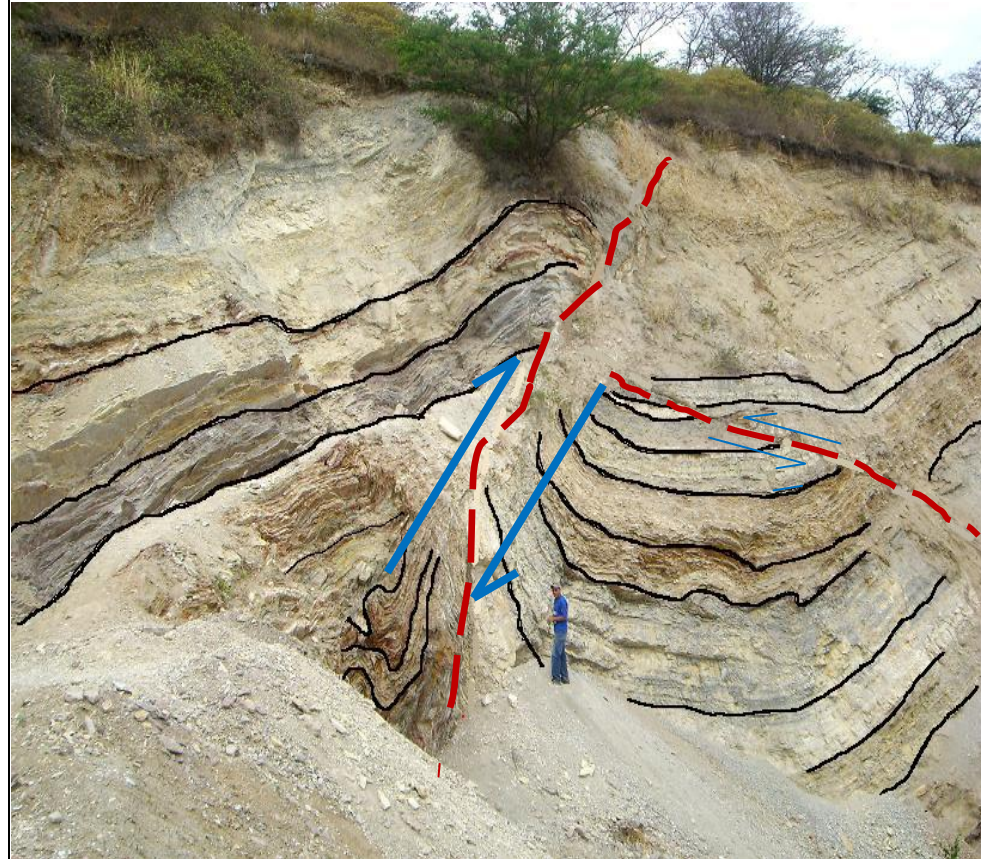
Dimensiones (a x h): 15 / 35

Datos estructurales: Dir Buz 15° / Buz 10°

Descripción Geológica:

Afloramiento Artificial, se distinguen mayoritariamente lutitas cafés, con intercalaciones de capas de yeso; en el flanco derecho de igual forma intercalaciones de lutitas cafés y grises, yeso, además de la presencia de azufre,

En este afloramiento se observa una falla inversa, donde el bloque de techo se encuentra sobre el bloque de piso, se realiza un ajuste de las capas, además con esta falla también se observa otra falla normal más pequeña de poca extensión.



Afloramiento No. 8

Coordenadas UTM: 689846 - 9536632

Ubicación Geográfica: Vía que conduce al Barrio San José

Dimensiones (a x h): 8 / 20

Datos estructurales: Dir Buz 90° / Buz 72°

Descripción Geológica:

En este afloramiento artificial se puede observar una disposición casi vertical de las capas de areniscas tobáceas amarillas y lutitas grises y amarillas, las lutitas se encuentran fracturadas su espesor va de unos cuantos centímetros hasta algunos metros; existe tanto yeso vertical como horizontal que rellena las fisuras.



Afloramiento No. 9

Coordenadas UTM: 691959 - 9535476

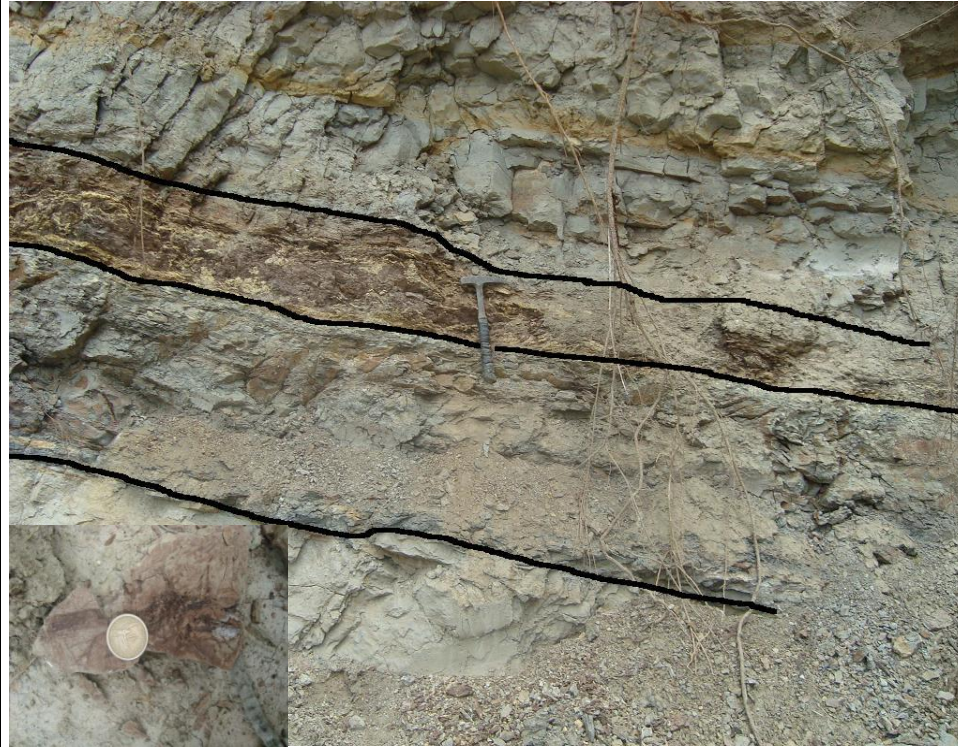
Ubicación Geográfica: Quebrada Pericos

Dimensiones (a x h): 45 / 32

Datos estructurales: Dir Buz 65° / Buz 32°

Descripción Geológica:

Afloramiento artificial, consta de lutitas grises con un espesor de 15 cm. Además se puede observar carbón (turba); el cual contiene restos de plantas en especial hojas bien conservadas, que se puede observar la huella que ha quedado impregnada en la roca.



Afloramiento No. 10

Coordenadas UTM: 690870 - 9534500

Ubicación Geográfica: Sitio Ceibopamba

Estado de Alteración:

Dimensiones (a x h): 15 / 10

Datos estructurales: Dir Buz 45° / Buz 40°

Descripción Geológica:

Afloramiento artificial en el cual se observa una estratificación de lutitas que están intercaladas con estratos de areniscas, la potencia de los estratos varia entre 5 has 40 cm



Afloramiento No. 11

Coordenadas UTM: 687728 - 9537038

Ubicación Geográfica: Quebrada seca bajos de la vía que conduce desde San José - el Tambo

Dimensiones (a x h): 12 / 18

Datos estructurales:

Descripción Geológica:

Afloramiento artificial.

Tobas andesíticas fracturas, con una tonalidad gris; una roca compacta, que ha sido erosionada por una quebrada presente



Afloramiento No. 12

Coordenadas UTM: 690178 - 9537361

Ubicación Geográfica: Quebrada seca de Ceibopamba

Estado de Alteración:

Dimensiones (a x h): 12 / 20

Datos estructurales: Dir Buz 120° / Buz 20°

Descripción Geológica:

Afloramiento Artificial, donde se observa una capa de arenisca de color amarillo, que presentan signos de oxidación por efectos del intemperismo, y se observa una capa de arcillas conteniendo micro-conglomerados, los cuales presentan un diámetro máximo de 5cm., con escasa vegetación



ANEXO III

“Estudio Geológico-Estructural e Inventario de Deslizamientos del Área Dos en la Cuenca de Malacatos”

U.T.P.L.

WALTER ENRIQUE APOLO VALAREZO

BREVE DESCRIPCIÓN GEOLOGICA

INTRODUCCIÓN: El área se encuentra ubicada en la parroquia Malacatos perteneciente al cantón y provincia de Loja, abarcando la parroquia Malacatos y los barrios Trinidad, Pineda, San José, Bolívar, entre otros. El sector es accidentado con terrenos montañosos de pendientes abruptas, y variados sectores de pastoreo con pendientes suaves, cuya actividad humana entre 1980 y 2000 ha sido, en la Sabana alta, el sector de cultivo y flujo de M^o-C^o. La cuenca de Malacatos posee un clima cálido seco y con época de mayor precipitación entre los meses de Febrero a Abril, existiendo mayormente cultivos en los terrenos fértiles.

GEOLOGÍA: Las rocas metamórficas y volcánicas se presentan en una gran extensión; los sedimentos terciarios ocupan gran parte del pájaro.

Unidad Chigüinda (Paleozoico) constituye el basamento de la cuenca alta en una gran zona extendida al Sur-Oeste del pájaro en un contacto abrupto, formado por granito, filita, mica, esquistos, esquistos verdes y areniscas, calcáreas.

En el área de estudio se identifica una falla normal la misma que separa la formación Loma Blanca de la unidad Chigüinda, esta falla sigue el curso de la Sabana, ubicada en la zona Sur-Oeste del pájaro.

Formación Loma Blanca (Oligoceno) aflora principalmente en el cono Loma Blanca, la parte superior de los conos Loma Guadalupe y Loma Japato, formada por rocas volcánicas como lavas aglomeradas, tólas volcánicas, brechas volcánicas y fajas productivas. Las lavas presentan un color blanquecino amarillento y de composición andesítica.

Membera Sabana: constituido por estratificación de areniscas calcáreas y conglomerados de matriz fino - mediana, gruesa, gruesa una dirección N 20° E buzando 9° NE.

Formación San José: aflora en una franja estrecha de 2 km de ancho, se encuentra intercalada y adyacente a la formación Loma Blanca. Constituido por areniscas calcáreas de espesor variable y caliza, calizas de bloques, las estratificación buzan entre 10° a 30° NE, con dirección entre N 20° E - N 30° E.

Las areniscas se presentan en color rosado y una potencia de 1.5 m de espesor, con un buzamiento de 1° NE y dirección de N 20° E. El resto se constituye en estratificación tabular, en el contacto de arena las zonas de entrecruzamiento pueden llegar a alcanzar los 20 metros de espesor, esta zona tiene una dirección de N 30° E - N 30° NE con un buzamiento de hasta 6° NE.

Una falla normal se localiza en la formación San José, esta falla no es muy extendida, además se observó mica - filita, volcánicas un fuerte buzamiento de 10°.

Formación Santa Dominga: Constituye un fuerte conglomerado sobre la formación San José, aflora en forma de cascadas de areniscas, areniscas gruesas intercaladas con mica - conglomerados los estratos de la formación Santa Dominga se extiende de N 20° E al NE con buzamiento entre 1° NE a 4° NE. Estratos de areniscas gruesas y mica - conglomerados que forman esta formación, los conglomerados presentan una matriz fino-mediana y el tamaño de los clastos puede variar de 30 cm a 25 cm.

Además se observó la explotación de una veta de carbón con potencia de entre 30 y 40 centímetros, con los siguientes datos estructurales dirección N 20° E buzamiento de 10° a 12°.

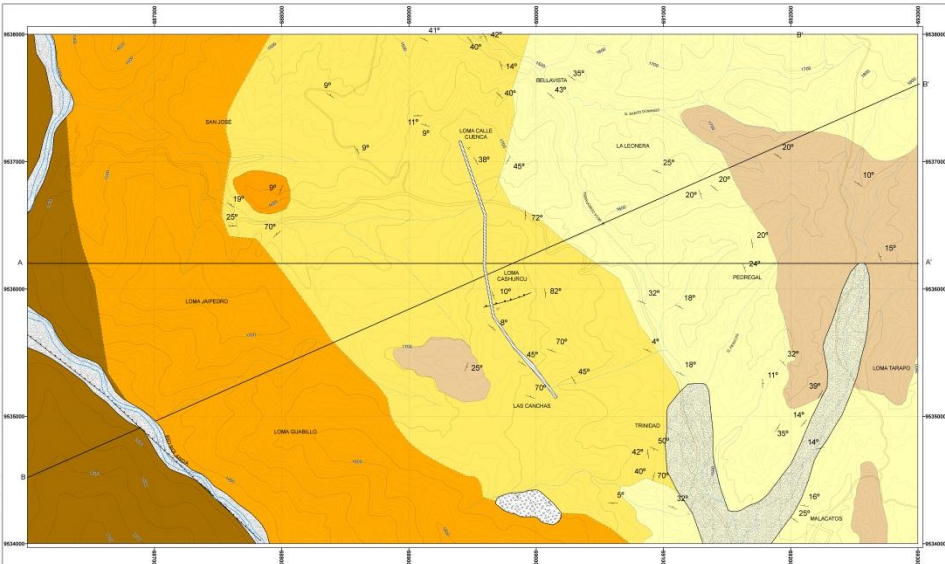
Formación Cerro Mandango: Aflora en la parte Este del pájaro, y pertenece a la formación Santa Dominga, esta constituido principalmente de conglomerados e intercalaciones de areniscas gruesas. Los conglomerados son formados por clastos de 25 cm de diámetro, pero en algunos lugares pueden llegar a sobrepasar los 50 cm de diámetro, estos clastos están constituidos de cuarzo, filita y esquistos, areniscas calcáreas de las rocas metamórficas (conglomerados), de buena selección en otros y presentando poca angulosidad, estos clastos varían de tamaño de acuerdo al ambiente de deposición en que se depositó. Dentro de esta formación se tiene carbón superior como se describe, incluye también carbón oxidado en ciertos sectores (C^o - 66/72, T^o - 90/370). Los conglomerados se constituyen por estratos gruesos y por presentar una dirección promedio de N 30° E buzamiento de 10° a 12°.

Depósitos Aluviales (Cuaternario) se localizan en la parte norte y sur en las pie de los conos Loma Blanca, Loma Guadalupe, Loma Japato, entre las lavas se constituyen por cantos gruesos y bloques angulosos a sub angulosos distribuidos de forma caótica, se seleccionó en estratificación aguada, con espesor a priori considerable. Estas constituidas por materiales como: esquistos verdes, lavas, granitos, gneis, filitas, algunas aglomeradas basales que tienen como componente cuarzo. Estas lavas tienen un tamaño de hasta 30 m. de longitud y 20 m. de ancho.

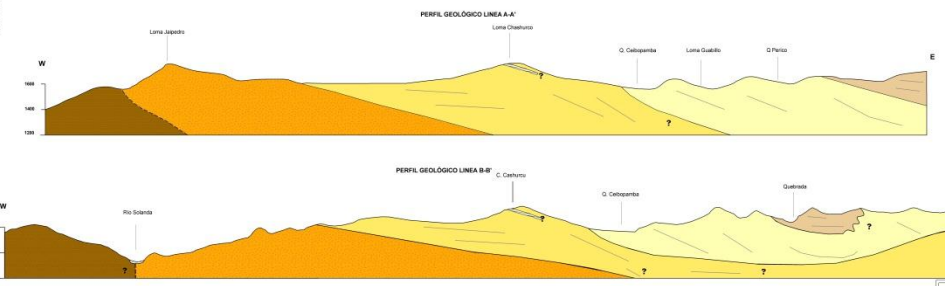
Depósitos Aluviales (Cuaternario) se localizan en las cañales y colinas de las cuencas Malacatos, Bolívar, Sabana y algunas quebradas secas. Están conformados por cantos y grava mediana, encontrada en una matriz arena fina, arenosa, aluvial y reciente. El material transportado en depósitos al disminuir la velocidad de la corriente, esta sedimenta cuando alcanza dimensiones de uno pocos metros a decenas.

REFERENCIAS:

- Hospitalario, Berrocal, Rodríguez, Michel, Mena, Nolasco, Sosa, David, Ejeite, Alicia, Navarro, Bravo, E., en 1984, 1977, 1980, "GEOLÓGICA STRATIGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO DE LA PROVINCIA DE LOJA".
- Alvarez, J.A. "GEOLÓGICA DE LA PROVINCIA DE LOJA EN EL SIGLO DEL SIGLO XX".



PROYECCIÓN TRANSVERSAL DE MERCATOR DATUM HORIZONTAL PSAD 56 ZONA 17 Escala 1:10,000



Escalas Horizontal 1:10,000 Vertical 1:10,000



LEYENDA

Depósitos Aluviales	Holoceno	Cuaternario
Depósitos Coluviales		
Fm. Cerro Mandango conglomerados, areniscas	Mioceno	Terciario
Fm. Santa Dominga areniscas calcáreas, mica, filita		
Fm. San José conglomerados, lavas	Oligoceno	Paleozoico
Fm. Sabana areniscas calcáreas, conglomerados		
Fm. Loma Blanca lavas aglomeradas		
Unidad Chigüinda granitos, cuarzo, gneis		

SIMBOLOGÍA

Stratificación	Mina
Falla Normal	Curvas Principales
Falla Inversa	Curvas Secundarias
Contacto Normal	Vías
Contacto Supuesto	Camino
Contacto Discordante	Rio
Veta Yeso	Quebradas

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
 ESCUELA DE GEOLOGÍA Y MINAS
 WALTER ENRIQUE APOLO VALAREZO
 TÍTULO: ESTUDIO GEOLOGICO-ESTRUCTURAL E INVENTARIO DE DESLIZAMIENTOS DEL AREA DOS EN LA CUENCA DE MALACATOS
 FECHA: 11/08/2016