



T
551.81
BRIe

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA



**"GEOLOGIA DEL CUADRANGULO 77° 45' - 78°
00' DE LONGITUD OESTE Y 01° 00' - 01° 10' DE
LATITUD SUR, ESCALA 1:50.000 (AREA
APROXIMADA: 500 KM², LOCALIZADA EN
PUERTO NAPO, PROVINCIA DE NAPO"**

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del Título de:

INGENIERO GEOLOGO

Presentada por:

SALOMON/BRITO VILLARROEL

GUAYAQUIL - ECUADOR

1985

AGRADECIMIENTO

Deseo dejar constancia de mi profundo agradecimiento a la Dirección General de Geología y Minas, por brindarme la oportunidad de realizar mi tesis de grado; y en especial al Ing. Roberto Nicolalde, por haber compartido generosamente sus conocimientos y experiencias.

Igualmente agradezco al Ing. Jorge Calle García, Director de Tesis, por su acertada dirección y sugerencias brindadas para poder culminar el presente trabajo.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Que con su amor y sacrificio hicieron posible mi formación profesional.

A FLOR MARIA

Esposa paciente y abnegada, por su invaluable estímulo.

A MIS HERMANOS

TRIBUNAL DEL GRADO

PRINCIPALES:

Ing. Jorge Calle G.

Ing. Eugenio Núñez del Arco

Ing. Sergio Aguayo E.

SUPLENTE:

Ing. Gastón Proaño

Ing. Raúl Torres

DECLARACION EXPRESA:

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL)



SALOMÓN BRITO VILLARROEL

RESUMEN

El área de Puerto Napo, cuya Geología a escala 1:50.000 es el objeto de este trabajo de tesis, se encuentra ubicada en parte sobre el flanco oriental de la Cordillera Real y en parte sobre el cierre Sur del Levantamiento Napo, cubriendo una superficie aproximada de 500 kilómetros cuadrados.

La metodología seguida fue la adoptada por la Dirección General de Geología y Minas en su Proyecto de Levantamiento de la Carta Geológica Nacional a escala 1:100.000.

En la zona de estudio afloran rocas intrusivas de edad jurásica y rocas sedimentarias de edades cretácea, terciaria y cuaternaria, que han sido agrupadas en trece unidades litoestratigráficas. La descripción de estas formaciones y el estudio de las geoformas y cambios estructurales producidos, permiten reconstruir la historia geológica del área. Estas formaciones, regionalmente están constituyendo cuatro unidades geotectónicas: el Flanco Este de la Cordillera Real, la Zona de Empuje de la Cordillera Real, el Levantamiento Napo y el Flanco Este de la Cordillera Oriental.

Importantes indicios de minerales metálicos y no metálicos fueron detectados en el área, los cuales merecen ser investigados a corto plazo, la geología presentada en este trabajo puede servir para realizar obras de infraestructura con miras al racional aprovechamiento de los recursos.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	vi
INDICE GENERAL	vii
INDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE APENDICES	xi
INDICE DE MAPAS	xii
INTRODUCCION	13
Objetivo del trabajo	13
Trabajos anteriores	14
Método de trabajo	16
CAPITULO I	
GENERALIDADES FISICO - GEOGRAFICAS	22
1.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA	22
1.2. VIAS DE ACCESO	22
1.3. CLIMA, VEGETACION Y FAUNA	23
1.4. GEOGRAFIA ECONOMICA	24
CAPITULO II	
GEOLOGIA REGIONAL	26
2.1 NATURALEZA Y DISTRIBUCION DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS, SERIES O FORMACIONES DE ROCA	26
2.2. ESTRUCTURAS REGIONALES PRINCIPALES	29
2.3. HISTORIA GEOLOGICA REGIONAL	32

CAPITULO III	
GEOLOGIA LOCAL	39
3.1. GEOMORFOLOGIA	39
3.1.1. Interpretación Fotogeológica	40
3.2. ESTRATIGRAFIA	47
3.2.1. Espesor y agrupamiento de la secuencia estratigráfica	47
3.2.2. Descripción sistemática de las formaciones	
presentes en el área:	49
ROCAS INTRUSIVAS	50
FORMACION MISAHUALLI	52
FORMACION HOLLIN	55
FORMACION NAPO	58
FORMACION TENA	62
FORMACION TIYUYACU	65
FORMACION CHALCANA	68
FORMACION ARAJUNO	71
FORMACION CHAMBIRA	74
FORMACION MERA	78
DEPOSITOS DE TERRAZAS ALUVIALES	80
DEPOSITOS LAHARITICOS	81
DEPOSITOS ALUVIALES	82
3.3. PETROGRAFIA	83
3.4. ESTRUCTURAS	107
3.4.1. Descripción de las tendencias e interrelaciones de	
los principales rasgos tectónicos	107

	Pág.
3.4.2. Discordancias	107
3.4.3. Plegamientos	108
3.4.4. Fallas	109
3.5 GEOLOGIA ECONOMICA	110
ARCILLAS	111
ASFALTO	112
CALIZA	113
CARBON	113
COBRE Y SULFUROS METALICOS	114
MATERIALES DE CONSTRUCCION	114
MINERALES RADIOACTIVOS	114
ORO	115
ROCAS ORNAMENTALES	115
YESO	116
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	117
CONCLUSIONES	117
RECOMENDACIONES	119
BIBLIOGRAFIA	121
APENDICES	123

INDICE DE FIGURAS

N°	Pág.
1 Ubicación de los cuadrángulos de Levantamiento Geológico, escala 1:100.000, según la Dirección General de Geología y Minas	17
2 Índice de Hojas Adyacentes	18
3. Diagrama de Flujo de la Metodología utilizada para el Levantamiento Geológico de la Hoja de Puerto Napo, escala 1:50.000	21

INDICE DE APENDICES

Pág.

APENDICE A:

**FOTOGRAFIAS DE LOS AFLORAMIENTOS DE LAS
UNIDADES DE ROCA ESTUDIADAS**

124

INDICE DE MAPAS

- LAMINA N° 1: MAPA DE UBICACIÓN**
- LAMINA N° 2: INDICE DE FOTOGRAFIAS AEREAS**
- LAMINA N° 3: MAPA GEOLOGICO Y PERFILES GEOLOGICOS**
- LAMINA N° 4: MAPA DE AVANCE DE TRABAJO DE CAMPO Y
RUTAS GEOLOGICAS SEGUIDAS**

INTRODUCCION

1. OBJETIVO DEL TRABAJO

El presente trabajo de tesis pretende cubrir la fase de conocimiento de la geología a escala 1:50.000 de un área de nuestro país, con miras a la dotación de la infraestructura y al aprovechamiento de los recursos naturales, siendo los principales objetivos específicos los siguientes:

- a) Estudio geológico de la Hoja de Puerto Napo a escala 1:50.000 como parte integrante de la Cuenca Oriental y parte del Flanco Subandino de la Cordillera Real.
- b) Reconocimiento de las formaciones rocosas existentes, así como la descripción de su litología.
- c) Estudio de los principales ambientes de depositación, así como también de fenómenos diastróficos y volcánicos, que han ocurrido en la zona.

- d) Establecimiento de la distribución y orientación de las principales estructuras geológicas y la influencia que tuvo la orogenia andina en la formación de las mismas, así como también en la acumulación de hidrocarburos y minerales existentes en el área de estudio.

- e) Somero estudio e inventario de yacimientos e indicios de minerales tanto metálicos como no metálicos y sus posibilidades de aprovechamiento.

2. TRABAJOS ANTERIORES

La región oriental ecuatoriana ha sido estudiada por varios geólogos extranjeros que han visitado nuestro país y principalmente por las compañías que han realizado exploraciones a lo largo de nuestra historia petrolera.

Wasson y Sinclair estudiaron los afloramientos del río Misahuallí en 1.927 que corresponden a las actuales formaciones Misahuallí y Hollín.

Los geólogos de la Compañía Shell realizaron en los años 1.940 a 1.950 los estudios geológicos más importantes, al momento, en la zona submontañosa oriental. Entre los principales están Kappeler, Hess, Baygelaar entre otros. Goldschmid recopiló estos trabajos en su obra *The Napo Uplift (El Levantamiento Napo)*, su mapa a escala 1:500.000 ha sido la mejor referencia para trabajos posteriores.

Posteriormente, en el año 1.953, H. J. Tschopp realiza una descripción de las formaciones que conforman la Cordillera Napo Galeras en su reporte *Oil Exploration in the Orient of Ecuador (Exploración de Petróleo en el Oriente Ecuatoriano)*. Estudios posteriores han sido realizados al Este del área de investigación, siempre con miras a la exploración del petróleo.

Actualmente CEPE (Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana), está realizando trabajos exploratorios en una extensa zona, al Norte del área objeto de este estudio, con la finalidad de detectar y evaluar la presencia de crudo pesado; existiendo la posibilidad de que la Corporación realice algunas perforaciones, las mismas que

servirán en el futuro para ampliar aún más el conocimiento de la geología expuesta en este trabajo.

Finalmente cabe mencionar que la Dirección General de Geología y Minas programó para el período 1.981 - 1.982, el levantamiento geológico de la Hoja de Tena (hoja geológica N° 102, ver Figura N° 1), dentro del Proyecto de Levantamiento Geológico de la Carta Geológica Nacional, escala 1:100.000, la misma que está conformada por cuatro hojas a escala 1:50.000, una de las cuales es la Hoja de Puerto Napo (ver Figura N° 2), tema del presente trabajo de tesis, realizado gracias a que el autor viene prestando sus servicios en dicha dependencia y al haber sido designado integrante del grupo de dos geólogos, encargado de trabajar en esta hoja.

3. METODO DE TRABAJO

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

En primer lugar se recopilaron y estudiaron algunos de los trabajos geológicos existentes sobre el Oriente Ecuatoriano, con la finalidad

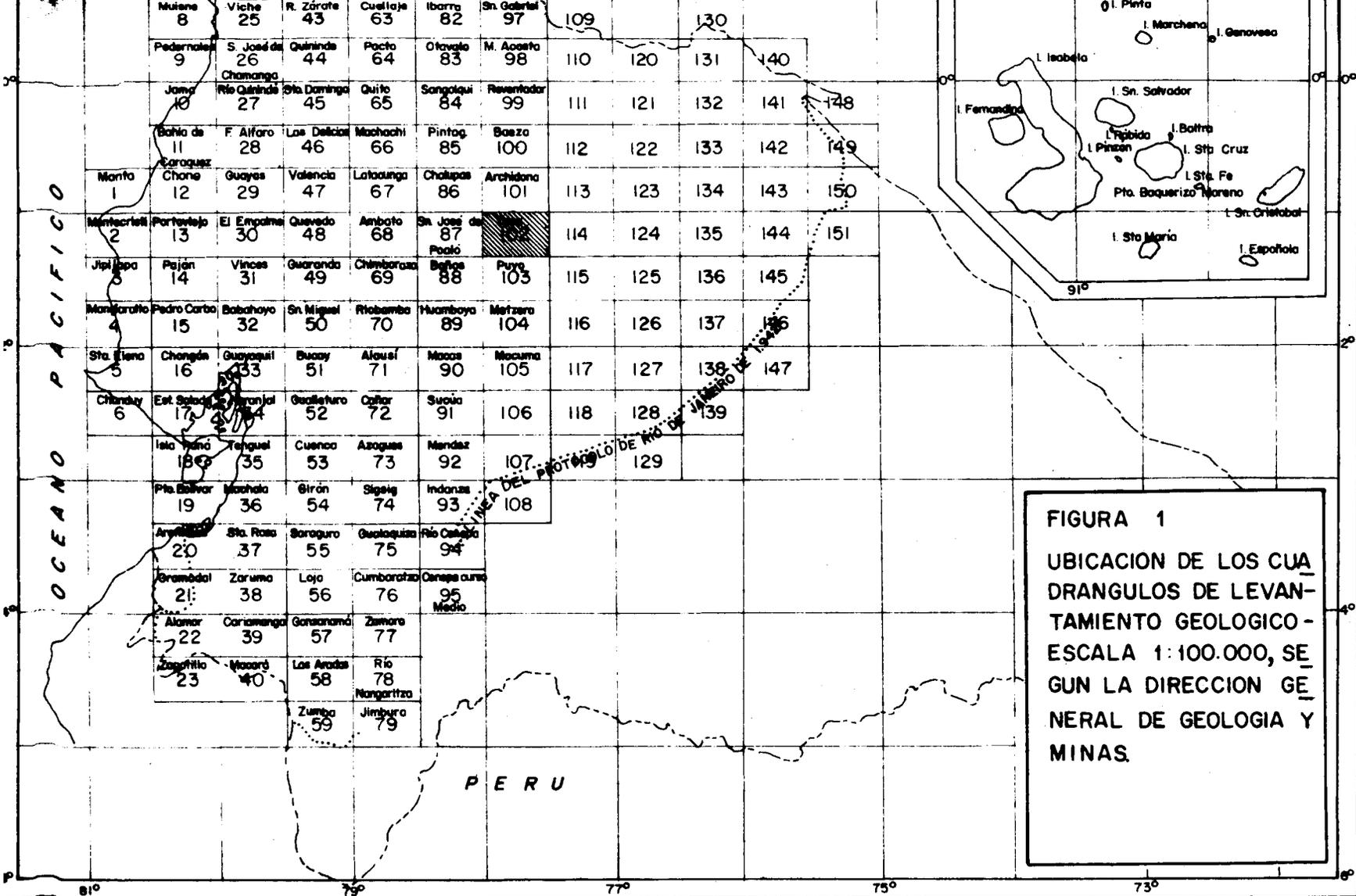


FIGURA 1
 UBICACION DE LOS CUADRANGULOS DE LEVANTAMIENTO GEOLOGICO-
 ESCALA 1:100.000, SEGUN LA DIRECCION GENERAL DE GEOLOGIA Y
 MINAS.

<p>ÑIII - F4 CHALUPAS 391-11</p>	<p>OIII - E3 TENA 4091-111</p>	<p>OIII - E4 RIO PUSUNO 4091-11</p>
<p>ÑIV - B2 RIO MULATOS 3990-1</p>	<p>OIV - A1 PUERTO NAPO 4090-IV</p>	<p>OIV - A2 AHUANO 4090-1</p>
<p>ÑIII - B4 RIO PIATUA 3990-11</p>	<p>OIV - A3 SANTA CLARA 4090-111</p>	<p>OIV - A4 ARAJUNO 4090-11</p>

INDICE DE HOJAS ADYACENTES

de tener una idea anticipada sobre la geología regional principalmente, procediéndose luego a obtener las fotografías aéreas de la zona, así como también los mapas planimétrico y topográfico a escala 1:50.000 del área de Puerto Napo, editados por el Instituto Geográfico Militar.

Una vez analizado y seleccionado el material fotográfico y cartográfico, se procedió a la interpretación fotogeológica preliminar, es decir a la separación de las diferentes unidades litológicas y principales rasgos tectónicos, utilizando un estereoscopio de espejos Hilger Watts de fabricación inglesa. Con los rasgos geológicos trazados directamente en las fotografías se elaboró un mapa fotogeológico preliminar, utilizando para ello el aparato denominado *Zoom Transfer Scope*, esta información fue transferida a una carta censal, escala 1:50.000, sobre este mapa se estudiaron y trazaron las rutas geológicas a seguirse por carreteras, ríos y senderos en el trabajo de verificación de campo.

Las comprobaciones de campo se efectuaron durante seis salidas, de 19 días cada una, con la finalidad de describir lo más detalladamente posible los afloramientos encontrados a lo largo de

las rutas geológicas previamente trazadas (ver Lámina N° 4). Esta fase se la realizó por carreteras utilizando un vehículo tipo Jeep, por algunos ríos navegables como el Napo utilizando canoa a motor y una gran parte por caminos y senderos a pie, requiriéndose en algunos casos la construcción de picas por los nativos que sirvieron de guías.

El siguiente paso fue la revisión y corrección del mapa fotogeológico preliminar, haciendo uso de las comprobaciones de campo y de los resultados de los análisis petrográficos realizados en los laboratorios de la D.G.G.M. Finalmente se elaboró y coloreó el mapa geológico definitivo, tomando ya como base la Hoja Topográfica de Puerto Napo, recientemente publicada, escala 1:50.000, así como también 3 perfiles geológicos, la respectiva leyenda y simbología geológicas y la explicación de la geología. la misma que se describe en el presente trabajo (ver Lámina N° 3).

En el diagrama de flujo de la Figura N° 3 se muestra un resumen de la metodología seguida por el autor para la realización de este trabajo de tesis.

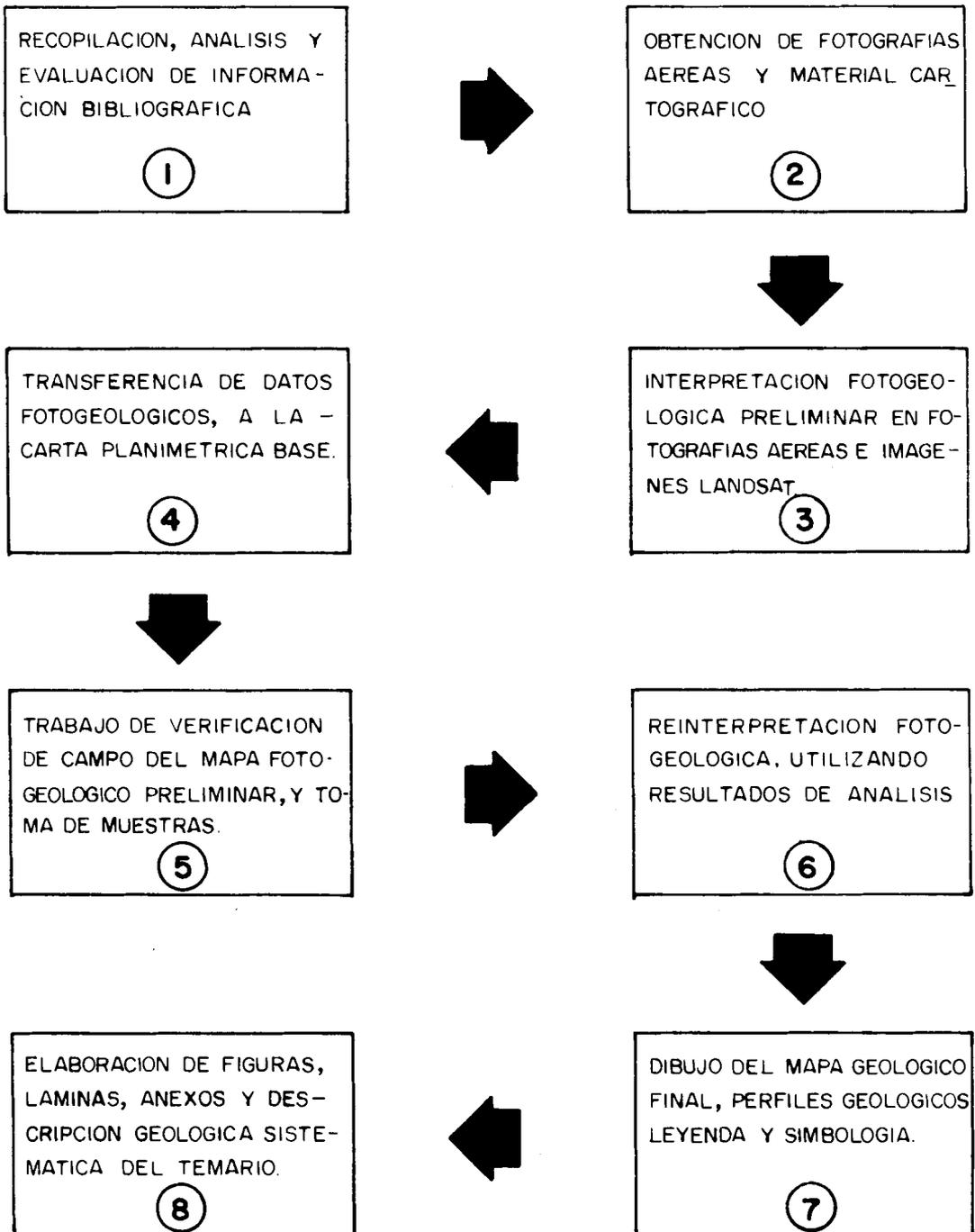


FIG. 3 .— DIAGRAMA DE FLUJO DE LA METODOLOGIA UTILIZADA PARA EL LEVANTAMIENTO GEOLOGICO DE LA HOJA DE PUERTO NAPO ESCALA 1: 50.000

CAPITULO I

GENERALIDADES FISIO-GEOGRAFICAS

1.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA DEL AREA

La Hoja de Puerto Napo está comprendida entre los meridianos $77^{\circ} 45'$ y $78^{\circ} 00'$ de longitud Oeste, y los paralelos $01^{\circ} 00'$ y $01^{\circ} 10'$ de latitud Sur, abarca una área aproximada de 500 kilómetros cuadrados (ver Lámina N° 1).

La zona se encuentra localizada en las estribaciones orientales de la Cordillera Real, pertenece a la Provincia de Napo y se ubica al Sur de su capital, Tena.

1.2. VIAS DE ACCESO

El acceso a la zona de estudio se lo puede hacer por dos vías terrestres principales: Quito - Baeza - Tena - Puerto Napo y Quito - Ambato - Baños - Puyo - Puerto Napo.

La ciudad de Tena, adyacente a la zona, posee una pista de aterrizaje para avionetas y helicópteros.

En el área existen algunos caminos vecinales carrozables: Puerto Napo hacia Puerto Misahuallí, y Tena - Napo - Talag - Río Jatunyacu. También existen algunos caminos y senderos de corta longitud.

El río Napo permite la navegación fluvial en pequeñas canoas a motor fuera de borda, en su curso medio e inferior.

1.3. CLIMA, VEGETACION Y FAUNA.

El clima de la zona es variable en relación con su altura, subtropical - húmedo en la parte más baja del área y frío andino en la zona de la Cordillera Real, con temperaturas que fluctúan entre los 25 °C y los 14 °C, respectivamente.

La pluviosidad de la zona es casi permanentemente alta, los *períodos secos* prolongados llamados *veranillos* no duran más de dos

semanas, la precipitación anual en Puerto Napo varía entre los 3.000 y 5.000 mm.

La vegetación corresponde a tres sub-pisos climáticos: *La selva andina* que está entre las altitudes de 1.500 y 2.000 m.s.n.m., donde se encuentra una variedad de arbustos y árboles, *La selva subandina intermedia* que se encuentra entre los 800 y 1.500 m.s.n.m., donde se hallan variedades de maderas y *La Llanura* con alturas entre los 500 y 800 m.s.n.m., constituye una densa faja forestal llamada *selva* que asimismo contiene una variedad de árboles gigantescos de maderas finas.

La fauna es de igual forma variada y abundante, típica de zonas selváticas.

1.4. GEOGRAFIA ECONOMICA

El área se encuentra escasamente poblada, siendo la Parroquia de Puerto Napo el principal centro poblado, siguiéndole en importancia Carlos Julio Arosemena Tola, Pano y Talag.

Las principales actividades de la gente son: la agricultura, son propicias la ganadería, el comercio, la construcción, la artesanía, la caza, la pesca, el turismo y la minería.

CAPITULO II

GEOLOGIA REGIONAL

21. NATURALEZA Y DISTRIBUCION DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS, SERIES O FORMACIONES DE ROCA

El área estudiada está situada parcialmente en la zona subandina, es decir en las estribaciones orientales de la Cordillera Real y también en lo que se conoce como el *Levantamiento Napo*, cuyo eje pasa por el volcán Sumaco y abarca desde la Cordillera de Lumbaqui al Norte, profundizándose al Sur, en la *Depresión Pastaza*, hasta la población de Carlos Julio Arosemena T. El río Napo es considerado como el límite en superficie entre el Levantamiento Napo y la Depresión Pastaza.

La subcuenca del río Napo está conformada por rocas volcánicas, intrusivas, sedimentarias (principalmente) y metamórficas, que descansan sobre rocas metamórficas precámbricas pertenecientes al *Escudo Guayanés* y que no afloran en la región.

Rocas metamórficas de Edad Mesozoica se encuentran al Norte de la Cuenca, en las cercanías de Baeza. Estas rocas fueron estudiadas por R. Trow, quien diferenció dos unidades: La *Formación Cuyuja*, que aflora entre Papallacta y Baeza, compuesta principalmente por esquistos leucocráticos, esquistos verdes, metavolcanitas y, en menor escala, filitas grafitosas y ortogneises; y la *Formación Baeza* que está distribuida en el *Graben de Cosanga*, con una tendencia general NE-SO, constituida por metagrauvas, metavolcanitas, cuarcitas, pizarras rojas y mármol, que a veces contiene fauna fósil. Geólogos de CEPE y de la D.G.G.M. consideran que estas rocas pertenecen o son correlacionables a las formaciones mesozoicas *Misahuallí*, *Hollín*, *Napo* y *Tena*, en vista de que conservan sus características primarias, a pesar de haber sufrido un metamorfismo incipiente.

Al Sur y al Este de la subcuenca, se hallan ampliamente distribuidas rocas sedimentarias pertenecientes a formaciones que van desde el Jurásico hasta el Reciente.

Localmente se considera como basamento de la subcuenca a la *Formación Misahuallí*, compuesta de rocas volcánicas del Jurásico

y que afloran junto al *Batolito de Abitagua-Guacamayos* y en el fondo de los encañonados que forman los ríos Hollín, Jondachi, Misahuallí y otros de menor importancia. Sobre esta formación descansan las rocas sedimentarias de las formaciones *Hollín, Napo y Tena*, las mismas que afloran al Norte y al centro de la subcuenca y que están suprayacidas por las formaciones terciarias *Tiyuyacu, Chalcana, Arajuno y Chambira*, las mismas que tienen sus afloramientos principales al Sur y Sureste de la subcuenca. Finalmente, sobre esta formaciones descansan los sedimentos del Plio-Cuaternario de la *Formación Mera* y de los depósitos de terrazas y aluviales, los que ocurren al Sureste de la subcuenca y junto a los ríos principales.

Rocas plutónicas de naturaleza y textura granítica se hallan al Oeste del área, conformando el *Batolito de Abitagua-Guacamayos*, este cuerpo de grandes dimensiones se extiende desde Río Negro al Sur hasta las inmediaciones de Cosanga en el Norte.

Rocas volcánicas de edad reciente se encuentran ampliamente distribuidas en el Norte de la subcuenca, cubriendo a las formaciones más antiguas ubicadas en los alrededores del volcán

Sumaco y cerro Pan de Azúcar, las mismas que están constituidas por lavas, piroclastos y ceniza de composición andesítica-basáltica. La amplia distribución y espesor de estas rocas, sugiere la ocurrencia de algunos flujos extrusivos desarrollados en el área.

2.2. ESTRUCTURAS REGIONALES PRINCIPALES

Regionalmente, el área del presente estudio forma parte de la cadena de cuencas marginales ubicadas entre la *Cordillera de los Andes* y el *Escudo Sudamericano*, que se extiende desde Venezuela al Norte hasta Bolivia al Sur. Las principales estructuras longitudinales distinguidas en el área se describen a continuación:

- a. *El Flanco Este de la Cordillera Real*, constituido por rocas metamórficas de edad paleozoica, fuertemente plegadas y falladas, cuya presencia influyó notablemente en la tectónica global del área subandina.
- b. *La Zona de Empuje de la Cordillera Real*, es una franja ubicada al Este de la Cordillera, la misma que ha sido afectada por los

esfuerzos tectónicos de mayor intensidad. Aquí se encuentran las mayores fallas inversas regionales paralelas a la Cordillera, las que probablemente han sido los conductos para el flujo magmático que dio lugar a la formación del *Batolito de Abitagua-Guacamayos*, a las rocas de la *Formación Misahuallí* y a parte de las rocas que constituyen el volcanismo reciente. Dentro de esta zona se han formado estructuras, entre las que se pueden mencionar el *Batolito de Abitagua-Guacamayos al Sur*, el *Horst de Borja* y el *Graben de Cosanga al Norte*.

c. *El Domo Anticlinal de Napo y la Cordillera de Galeras*, de aproximadamente 150 kilómetros de longitud y 50 kilómetros de ancho (denominado *Napo Uplift* por Tschopp, 1.953). La estructura está limitada al Norte por el río Aguarico y al Sur por el río Napo, el eje del domo tiene una dirección NNE-SSO y pasa por el cráter del volcán Sumaco (3.900 m.s.n.m.), siendo ésta la cota más alta de la unidad. Hacia el Sur, la estructura se profundiza en dirección de la *Depresión Pastaza*, y al parecer continúa en profundidad en la *Subcuenca del Pastaza*. El *Domo Anticlinal Napo* se profundiza también hacia el Oeste en dirección a la *Zona de Empuje* formando un sinclinal, denominado *Sinclinal*

Subandino; en cambio el flanco Este tiene buzamientos suaves, pero conforme se acerca a la ruptura producida por el empuje de la *Cordillera Galeras* se presentan buzamientos fuertes y en la zona misma de la falla principal de esta cordillera, denominada localmente *Falla Galeras*, puede tener inclusive buzamientos verticales inversos. Al Oeste de esta falla se han formado además una serie de estructuras anticlinales como Guataracu, Galeras, Vuano y Oglan, paralelos a la estructura principal.

- d. *El Flanco Este de la Cordillera Galeras*, ubicado al Este de la *Falla Galeras* mencionada anteriormente. En esta estructura, la base del Cretácico se profundiza rápidamente hacia el Este en forma escalonada en dirección del eje de la cuenca terciaria, llegando aproximadamente a 3.000 metros de profundidad, este flanco está atravesado por numerosas fallas inversas y normales de dirección Norte-Sur y de desplazamiento vertical considerable, como en el caso de la *Falla Galeras*, donde el labio oriental está hundido unos 700 metros con relación al labio occidental, dato obtenido de la perforación del pozo *Oglan 1*.

Tomando en consideración este marco geológico regional, se puede establecer que la Hoja de Puerto Napo, objeto de este trabajo de tesis, se ubica en su mayor parte sobre el cierre Sur del *Levantamiento Napo* y parcialmente sobre la *Zona de Empuje* de la Cordillera Real.

2.3. HISTORIA GEOLOGICA REGIONAL

La historia geológica de la zona no es posible aún reconstruirla en su totalidad, por carecer de los elementos suficientes para poder hacer un análisis detallado de facies, variación de espesores, etc. Sin embargo, en base al trabajo realizado en esta tesis y a la bibliografía existente, se puede bosquejar en términos generales los fenómenos y procesos geológicos que ha experimentado esta área, hasta dar lugar a la actual estructura y configuración existentes.

Las rocas metamórficas del *Flanco Este de la Cordillera Real* son las más antiguas presentes en la región, probablemente Paleozoicas y que han sido deformadas por la Orogenia Pre-andina. Posteriormente a estas rocas no se han encontrado afloramientos del Triásico, ni del Jurásico inferior-medio. Durante el Jurásico superior

es probable la ocurrencia de erupciones volcánicas que originaron a la *Formación Misahuallí* y en el Oeste se inició la formación de los Andes, separando al mismo tiempo las aguas del mar Liásico oriental, el cual fue aislado poco a poco del mar occidental (actual océano Pacífico). Este mar, que cubrió la Cuenca Oriental, fue en este período completamente desplazado por las erupciones volcánicas hacia el Sur. Posteriormente la orogenia del Jurásico superior plegó un tanto a estas lavas para dar lugar al inicio de la conformación de la Cordillera Oriental, luego de este período ocurrió la erosión, peneplanización y ligera subsidencia de la subcuenca.

Durante el Cretácico se depositaron grandes volúmenes de arena silíceas sobre las rocas meteorizadas y erosionadas de la *Formación Misahuallí*, estos sedimentos están caracterizados por la ausencia de fauna fósil, además el hecho de que los granos están redondeados y bien clasificados indica que la fuente de estos sedimentos estuvo considerablemente lejana, estos estratos de arena se conocen actualmente como *Formación Hollín*.

Durante el Aptiense, un desierto de arena cubre la zona subandina produciéndose una lenta subsidencia, la misma que es compensada con la depositación de sedimentos tipo arena y por el lento ascenso inicial de la Cordillera Real.

En este tiempo se produce la irrupción de las aguas del mar, originando una transgresión marina y depositándose lentes arcillosos que se los encuentra en la parte superior de la *Formación Hollín*.

Posteriormente la cuenca se profundiza y se depositan importantes volúmenes de arenas, calizas y lutitas intercaladas, en un ambiente netamente marino, con abundante fauna y materia orgánica, dando lugar a la *Formación Napo*. A comienzos del Maestrichtense se producen levantamientos y posterior erosión de parte del miembro superior de la *Formación Napo*, en algunos lugares hacia el Norte incluso desaparece totalmente este miembro.

A finales del Maestrichtense se produce una gradual regresión marina, a consecuencia de lo cual la Subcuenca del Napo se continentaliza, simultáneamente se reactiva la formación de la

Cordillera Oriental de los Andes. En concordancia con lo anterior, se produce un cambio de facies progresivo en la sedimentación que pasó a ser de tipo continental, aunque en algunos lugares subsistió este ambiente se depositan las limolitas y areniscas basales de la este ambiente se depositan las limolitas y areniscas basales de la

las principales fases de la Orogenia Andina. Este régimen tectónico-magmático continúa hasta el Plioceno, lo cual indica que el ambiente de depositación es de régimen geosinclinal de tipo molásico.

La depositación de estos materiales provenientes de los Andes, hace que la subcuenca entre en un período de lenta subsidencia compensada por el aporte de dichos sedimentos, siendo la velocidad de levantamiento mayor que la de depositación, formándose sin embargo grandes espesores de rocas continentales: conglomerados, areniscas, limolitas y arcillas agrupadas en las formaciones *Chalcana*, *Arajuno* y *Chambira*, depositadas entre el Oligoceno y el Mioceno superior. En este lapso los Andes continúan ascendiendo y sigue su actividad tectónica, es decir las fallas, tanto de la cordillera como de la subcuenca, son reactivadas periódicamente. En el Eoceno medio y en el Oligoceno, capas de yeso fueron depositadas, lo que indica la existencia de un clima árido y la presencia de aguas marinas; en cambio, las rocas depositadas en el Mioceno medio contienen restos vegetales, lo que indica el predominio de un clima húmedo-tropical.

El miembro superior de la *Formación Chambira*, termina de depositarse a inicios del Plioceno. Este miembro se forma con el aporte de sedimentos de origen volcánico y fluviales de granulometría gruesa, que indica una reactivación tectónica y magmática que influye directamente en la conformación actual de la *Estructura Napo*, la misma que posteriormente sufrió algunos cambios menores. Las evidencias geológicas indican que en el Plioceno medio se produjeron dos zonas de ruptura de tipo cabalgante, una de las cuales se ubica al Oeste del *Domo Anticlinal Napo*, limitando al intrusivo. Además, pozos exploratorios, indican la existencia de fallas inversas menores paralelas a la falla principal de la cordillera. Esta actividad tectónica también afectó al *Batolito de Abitagua-Guacamayos*, fracturándolo fuertemente y levantándolo aun más, para conformar la actual Cordillera de Guacamayos.

La actividad tectónica siguió hasta el Cuaternario, es decir que la estructura principal continuó levantándose y erosionándose en este período, además la actividad volcánica es del tipo andesítico y tefrítico, típico del período post-orogénico de la actividad volcánica inicial. Este levantamiento y erosión dio lugar a la depositación de los sedimentos de la *Formación Mera*, principalmente al Sur del río

Napo en donde la subsidencia fue mayor. A fines del Pleistoceno, comienzan a formarse ya las primeras terrazas aluviales con el material de acarreo de los principales ríos. Simultáneamente, por el cráter del volcán Sumaco y por algunas fisuras se produjeron ciclos eruptivos explosivos, que dieron lugar al aporte de materiales piroclásticos, acompañados de vapor de agua, provocando la formación de torrenciales precipitaciones pluviales sobre el volcán, originando los grandes flujos laharíticos que se encuentran entre este volcán y el río Napo.

Finalmente, durante el Holoceno se produce la formación de los extensos depósitos aluviales del río Napo y otros ríos menores, con clastos provenientes principalmente de la Cordillera Real y la de Guacamayos, en donde ocurren importantes cantidades de oro, que tiene su origen seguramente en la faja metamórfica de la Cordillera Real.

CAPITULO III

GEOLOGIA LOCAL

3.1. GEOMORFOLOGIA

El área en estudio puede dividirse geomorfológicamente en cuatro zonas diferentes, a saber:

1. *Zona de montañas con crestas abruptas*, comprendida entre los 1.500 y 2.000 metros sobre el nivel del mar, relacionada con rocas plutónicas.
2. *Zona de colinas altas y medias*, con crestas agudas y redondeadas, comprendida entre los 1.000 y 1.500 metros sobre el nivel del mar, relacionada con rocas plutónicas y sedimentarias más recientes de las formaciones terciarias *Tiyuyacu, Chalcana, Arajuno, Chambira y Mera*.

3. *Zona de colinas bajas alargadas*, mesetas de relieve ondulado con colinas redondeadas y planicies, cuyas alturas varían entre los 600 y 1.000 metros sobre el nivel del mar, relacionada con rocas sedimentarias cretácicas, terciarias y cuaternarias de las formaciones *Napo, Tena, Tiyuyacu, Chalcana, Arajuno, Chambira y Mera*.
4. *Zona de terrazas y llanuras aluviales*, conformada por zonas planas que se hallan junto al cauce de los ríos principales, cuyas alturas fluctúan entre los 500 y 600 metros sobre el nivel del mar, constituidos por sedimentos de terrazas y aluviales recientes.

3.1.1 Interpretación Fotogeológica

a. Material Fotogeológico:

Para la elaboración del mapa fotogeológico preliminar se utilizó la carta censal de Tena escala 1:50.000, editada por el Instituto Geográfico Militar (I.G.M.). Además fotografías aéreas de escala 1:60.000, procesadas por el I.G.M., las cuales están distribuidas en las siguientes

líneas de vuelo con dirección Norte-Sur (ver Lámina N° 2).

<u>LINEA DE VUELO</u>	<u>FOTOS N°</u>
5	2417 - 2420
6	2450 - 2447
7	2472 - 2469
8	2495 - 2498

Adicionalmente se utilizaron las imágenes Landsat de Pastaza de escala 1:250.000, en banda 6 y 7, también elaboradas por el I.G.M.

b. Características fotogeológicas de las unidades litológicas:

Las características fotogeológicas de las unidades litológicas que afloran en el área descritas de acuerdo a la edad son:

Rocas platónicas de la Cordillera de Abitagua

Guacamayos: Tono gris medio a gris claro; textura gruesa y rugosa; drenaje persistente de patrón subparalelo a subdendrítico, denso, sección del valle en "V" aguda.

Son rocas de muy alta resistencia a la erosión; estratificación ausente, diaclasamiento en varias direcciones y en alta densidad; contactos bien marcados y persistentes; forma montañas con crestas agudas; tienen una cobertura superficial moderada, con vegetación muy densa y ausencia de cultivos.

Formación Napo: Tono gris medio a gris claro; textura gruesa y dispareja; drenaje interrumpido por fenómeno de karst, de patrón anómalo, densidad alta, sección del valle en "U".

Son rocas de resistencia moderada a la erosión, estratificación masiva, de aptitud subhorizontal, diaclasamiento casi ausente; contactos interrumpidos,

forma colinas redondeadas y mesetas onduladas; con una cubierta superficial moderada; vegetación muy densa en manchas, frecuentemente cultivada.

Formación Tena: Tono gris a gris claro; textura suave y lanosa; drenaje casi ausente, de patrón anómalo, y de baja densidad; sección del valle en "V".

Son rocas de baja resistencia a la erosión; bien estratificada con aptitud sub-horizontal, ausencia de diaclasamiento; contactos interrumpidos; forma mesetas onduladas con colinas redondeadas. Tiene una cubierta superficial moderada, vegetación densa y en manchas, frecuentemente cultivada.

Formación Tiyuyacu: Tono gris oscuro a gris medio; textura gruesa y rugosa; drenaje persistente, de patrón dendrítico a subparalelo, de alta densidad, con sección de valle en "V" aguda.

Son rocas de alta resistencia a la erosión; estratificación masiva, de aptitud subhorizontal; diaclasamiento ausente; contactos bien marcados y continuos; forma colinas alargadas con crestas agudas. Tiene una cobertura superficial muy delgada; vegetación densa a moderada, escasamente cultivada.

Formación Chalcana: Tono gris a gris medio; textura rugosa a suave fina; drenaje persistente de patrón subdendrítrico de densidad media; sección del valle en "V".

Son rocas de resistencia a la erosión de moderada a baja; estratificación masiva, con aptitud horizontal, ausencia de diaclasamiento; contactos interrumpidos e inciertos; forma colinas alargadas de mediana altura; tienen una cubierta superficial moderada; con vegetación; comúnmente cultivada.

Formación Arajuno: Tono gris medio; textura dispareja y gruesa; drenaje persistente, de patrón subdendrítico a subparalelo, densidad media, sección del valle en "V".

Son rocas de resistencia moderada a alta, estratificación masiva, de aptitud subhorizontal, ausencia de diaclasamiento, contactos inciertos e interrumpidos; forma colinas alargadas con crestas redondeadas; tiene una cobertura superficial moderada y delgada y vegetación densa; comúnmente cultivada.

Formación Chambira: Tono gris medio a gris claro; textura rugosa y pareja, drenaje persistente, de patrón dendrítico de densidad media, sección del valle en "V" aguda.

Son rocas de alta resistencia a la erosión; con estratificación subhorizontal masiva; diaclasamiento ausente, contactos inciertos e interrumpidos. Forma mesetas onduladas; tiene un recubrimiento superficial moderado, vegetación densa; frecuentemente cultivada.

Formación Mera: Tono gris medio a gris claro; textura rugosa y pareja; drenaje persistente de patrón dendrítico de alta densidad; sección del valle en "U".

Son rocas de alta resistencia a la erosión con estratificación masiva de aptitud subhorizontal; ausencia de diaclasamiento; contactos algo inciertos; forma mesetas onduladas, con colinas redondeadas. Tiene una cobertura superficial moderada con densa vegetación en manchas; intensamente cultivada.

Depósitos de terrazas y aluviales: Tono gris claro a claro; textura suave y fina, ausencia de drenaje superficial.

Son rocas de muy baja resistencia a la erosión, estratificación masiva, ausencia de diaclasamiento; contactos bien marcados y persistentes; forma llanuras planas y vegas junto a los ríos principales. Tiene una

cobertura superficial gruesa, densa vegetación en manchas; intensamente cultivada.

3.2 ESTRATIGRAFIA

3.2.1. Espesor y agrupamiento de la secuencia estratigráfica

La cobertura de una gruesa capa de suelo y sedimentos cuaternarios de ceniza volcánica y flujos de lodo, así como también la presencia de una densa vegetación en toda el área, dificultan en el campo la observación de parámetros necesarios para la determinación de la potencia real de las diferentes secuencias sedimentarias. Sin embargo, perforaciones realizadas en una amplia zona del Oriente para la exploración petrolera, permiten obtener espesores localizados, se ha encontrado que éstos son variables, aumentando hacia el Sur de la subcuenca.

Los espesores estimados de cada unidad aflorante en la zona se mencionan más adelante en la descripción de las

formaciones. El espesor total de la cuenca alcanza a 3.000 metros en el área de estudio.

Con relación al agrupamiento de la secuencia estratigráfica, en la zona se encuentran rocas volcánicas de la *Formación Misahuallí* del Jurásico Superior que constituyen el basamento de la cuenca y que no aflora en el área de estudio. Siguiendo con la secuencia, se encuentran las formaciones sedimentarias cretácicas: *Hollín*, *Napo* y *Tena*, las mismas que se conforman de areniscas, calizas, lutitas y arcillas. Estas formaciones afloran en la parte Noreste del área a excepción de la *Formación Hollín* que aflora al Este, fuera de la Hoja, y yacen sobre la *Formación Misahuallí*. También afloran en el área las rocas sedimentarias de edad Terciaria, de las formaciones: *Tiyuyacu*, *Chalcana*, *Arajuno* y *Chambira*, que consisten principalmente de conglomerados, areniscas, areniscas conglomeráticas, limolitas y arcillas, se encuentran ubicadas en la parte central y Sur de la zona. Sedimentos de edad Cuaternaria de la *Formación Mera*, depósitos de terrazas, depósitos laharíticos, flujos de

lodo frío, ceniza volcánica y depósitos aluviales, afloran dentro del área y yacen indistintamente sobre formaciones más antiguas.

Finalmente cabe mencionar como una unidad aparte las rocas plutónicas del Jurásico Superior de la Cordillera Subandina que afloran al Oeste e intruyen a las formaciones sedimentarias (ver Lámina N° 3).

3.2.2. Descripción sistemática de las Formaciones presentes en el área

La columna estratigráfica de esta parte de la región oriental ecuatoriana está constituida por unidades que van desde el Jurásico Superior al Reciente. Se encuentran rocas intrusivas del Jurásico, rocas volcánicas de la *Formación Misahuallí* del Jurásico Superior, rocas sedimentarias que datan desde el Cretácico hasta el Reciente y finalmente ceniza y flujos de lodo volcánicos recientes. A continuación se describen de una manera sistemática las unidades presentes en el área investigada.

ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS (GRANITO DE ABITAGUA-GUACAMAYOS) (G)

Al Oeste de la Hoja aflora un granito que forma parte de un batolito de aproximadamente 120 kilómetros de longitud y 12 kilómetros de ancho, que se extiende desde las inmediaciones de Cosanga en el Norte, hasta el Sur de Río Negro, en el Sur. Ver fotografía N° 1, 2 y 3 (Apéndice A).

Se trata de un granito de color rosado, de grano grueso, textura típica; los minerales principales son: feldespato potásico, plagioclasa, microclina, cuarzo, biotita y hornblenda; y como minerales secundarios están minerales opacos y clorita.

El granito se encuentra cortado por diques ácidos de aplita y adamellita; y diques basálticos de hasta 15 metros de espesor.

Buenas exposiciones de este granito se encuentran en el río Jatunyacu, cerca de la desembocadura del río Huaysayacu, donde se presenta bastante duro y fresco con fracturas y diaclasas ortogonales que tienen la siguiente dirección e inclinación:

DIRECCION	INCLINACION
N 64° E	55° NO
S 30° E	60° SO

En cuanto a los contactos con las rocas encajantes éstos son fallados y la mayoría de las fallas cabalgan hacia el Este.

No se han detectado aureolas de metamorfismo termal de contacto.

La fase magmática y la intrusión inicial son sinorogénicas y posterior al plegamiento de la Cordillera

Cardinal Norandina, asociada a una edad pre-Tiyuyacu (Oligoceno). Al parecer el intrusivo fue parte de la fuente de acarreo de los cantos rodados del miembro inferior de la *Formación Tiyuyacu*.

La edad del granito ha sido determinada en 175 ± 5 millones de años (Rb/Sr) (M. Halpern, 1.978) y 178 ± 7 millones de años (K/Ar-biotita) (Herbert, 1.977), lo que sugiere pertenecer al Jurásico Medio (Hall y Calle, 1.981).

Este intrusivo se lo puede correlacionar en Colombia con el *Batolito de Ibugué* del Jurásico Tardío, que aflora a lo largo del pie oriental de la Cordillera Central de Colombia.

FORMACION MISAHUALLI (J-K_M)

Generalidades: Las rocas volcánicas de esta formación fueron descritas por primera vez por Wasson y Sinclair en 1.927, como basaltos y tobas Misahuallí (Misahuallí

basalts and tuffs). Posteriormente Goldschmid en 1.941 dio al conjunto el nombre de *Formación Misahuallí*.

Esta formación no aflora en el área mapeada, sin embargo se la describe aquí por considerar que es el basamento de la subcuenca del Napo, el afloramiento más cercano se ubica a unos 15 kilómetros al Este de la ciudad de Tena en el curso inferior del río Misahuallí.

Litología: Esta formación consiste principalmente de basaltos amigdaloides vítreos de color pardo oscuro, traquitas felsófiras e ignimbritas de color rosado, tobas deleníticas de color verdoso y rosado, interestratificadas con sedimentos detríticos.

Relación estratigráfica y contactos: Esta unidad se la considera base de la columna estratigráfica depositada en esta subcuenca; yace discordantemente sobre las areniscas y lutitas rojas de la *Formación Chapiza* y está en contacto discordante también con las areniscas suprayacentes de la *Formación Hollín*.

Edad, correlación y origen: Carece de fósiles, pero por su posición estratigráfica se la ha datado como Jurásico Superior hasta Cretácico inferior.

Una muestra de un pozo profundo en el oriente dio una edad radiométrica de 132 millones de años (K/Ar) (P. Espín en Hall y Calle, 1.981).

Las rocas de esta formación se presentan diaclasadas, alteradas y erosionadas en los lugares donde aflora, fuera del área de estudio y constituye el núcleo del anticlinal Napo. Su espesor se estima mayor a 280 metros.

Esta formación es correlacionada con las series Coca y Jondachi descritas por Colony y Sinclair en 1.932 al Norte y Noroeste, respectivamente. En Colombia es correlacionable con la *Formación Saldaña* de la cuenca media y alta del río Magdalena (Arreaza et al, 1.980).

Su origen es principalmente volcánico continental, subaéreo. La naturaleza química similar de estas rocas con el *Batolito de Abitagua-Guacamayos* sugiere que son comagmáticos, habiendo los volcánicos seguido a las etapas intrusivas (Hall y Calle, 1.981).

FORMACION HOLLIN (KH)

Generalidades: Esta unidad fue descrita por primera vez en 1.927 por los geólogos Wasson y Sinclair como Arenisca Hollín. En 1.953 Tschopp describe como *Formación Hollín* a los afloramientos del río Misahuallí, 15 kilómetros al Este de la ciudad de Tena, este afloramiento queda fuera del área de estudio, se lo describe aquí para una mejor comprensión de la geología regional e historia.

Litología: La *Formación Hollín* está conformada en su parte basal por lutitas y limolitas compactas alternadas con capas de arenisca cuarzosa de color blanco, de grano medio a grueso y presenta estratificación cruzada.

Siguiendo la secuencia se encuentran bancos de areniscas cuarzosas de color blanco amarillento, de grano grueso a fino, textura sacaroide, ocasionalmente limpias y bien clasificadas, a veces masivas o con estratificación cruzada, mostrando huellas de oleaje, los granos son subredondeados y subangulares. Entre las capas de arenisca de la parte superior se intercalan capas de lutitas grises, laminadas, micáceas y de fractura astillosa.

Las rocas de esta formación están falladas, diaclasadas y superficialmente alteradas por la oxidación de la pirita.

En un afloramiento en el curso inferior del río Misahualli se encuentra una capa de carbón de un metro de espesor, limitado por lutitas carbonosas y como roca de caja bancos de arena pertenecientes a la parte media de la formación, este carbón presenta abundante ceniza, algo de pirita y nódulos de ámbar (resina fósil), en la actualidad se están realizando estudios para determinar

la extensión, calidad y posible explotación de este recurso.

En la parte superior las areniscas están impregnadas de asfalto, en general esta formación constituye la roca almacenadora de petróleo en el Oriente Ecuatoriano.

Ambiente de sedimentación: El origen de la Formación Hollín es continental y en parte marino, fue depositada en la línea de costa de un mar transgresivo.

Relación estratigráfica y contactos: Ocupa el segundo lugar en la columna estratigráfica y descansa en discordancia angular sobre las rocas volcánicas de la Formación Misahuallí; el contacto con la suprayacente Formación Napo es concordante y está marcado por la presencia de un horizonte de arenisca glauconítica.

Edad, espesor y correlaciones: No se han encontrado fósiles guías en esta formación, tan solo abundantes restos de plantas, su edad ha sido determinada por

análisis palinológicos como Aptiense-Albense, que corresponde al Cretácico Inferior.

El espesor promedio en el área es de 200 metros.

Estas rocas se correlacionan con rocas idénticas encontradas en el río Hollín, de donde proviene el nombre de esta formación y en Colombia con la *Formación Caballos* de igual litología y edad que aflora en la cuenca alta y media del río Magdalena, descritas por Corrigan en 1.967.

FORMACION NAPO (K_N)

Generalidades: Wasson y Sinclair en 1.927 fueron los primeros en estudiar rocas de esta unidad como calizas y lutitas Napo. En 1.945 Tschopp describe como *Formación Napo* a los afloramientos ubicados en las cercanías de Puerto Napo, lugar donde se encuentra el afloramiento típico de esta unidad y del cual deriva su nombre. Ver fotografía N° 4 (Apéndice A).

Ubicación y área de distribución: El conjunto de rocas calcáreas de la *Formación Napo* afloran en la parte Noreste del área de estudio, abarcando una extensión aproximada de 25 Km², lo que constituye el 4.88% del total del área mapeada. Otros afloramientos se localizan en las carreteras Tena-Puerto Napo, Puerto Napo-Puerto Misahuallí y en el río Shinquipino, afluente del Napo.

Litología: Esta unidad es fundamentalmente calcárea, se caracteriza por la presencia de abundante fauna fósil, lo cual ha permitido que su edad sea bien determinada (ver fotografía N° 21, Apéndice A).

En consideración a la abundante presencia de calizas en su parte media, Tschopp en 1.953 dividió a esta formación en tres miembros. A continuación y de acuerdo con Tschopp se presenta esta división ocurrente en el área investigada:

Napo Inferior: Este miembro está constituido por areniscas, lutitas y calizas interestratificadas cíclicamente entre sí.

Las rocas predominantes son areniscas cuarzosas glauconíticas de color verde, de grano medio a fino, las lutitas son calcáreas, gris oscuras, fisibles y ricas en materia orgánica, y las calizas presentan textura bioclástica de coloración gris. Todas estas rocas están impregnadas de hidrocarburos en mayor o menor grado.

Napo Medio: Predominio de calizas masivas de color gris oscuro, contiene bancos de lumaquelas formando horizontes de hasta 3 metros de potencia, es característica de este miembro la presencia de lentes de chert de hasta 15 centímetros, estas calizas están intercaladas con algunas capas delgadas de lutitas negras.

Napo Superior: Las rocas que conforman este miembro son principalmente lutitas negras y duras, además se

encuentran interestratificados horizontes decimétricos de calizas gris oscuras con algunos fósiles, una característica especial de este miembro es el de ser considerado como rocas generadoras del petróleo en el oriente, por su origen orgánico.

Ambiente de sedimentación: Considerando su litología, variedad de fauna fósil y materia orgánica, se infiere que esta formación se depositó en un mar transgresivo, de allí su carácter calcáreo, la presencia de lentes u horizontes de chert en el miembro medio sugiere un ambiente de aguas someras.

Relación estratigráfica y contactos: El contacto con la infrayacente *Formación Hollín* es concordante y existe una discordancia erosional con la suprayacente *Formación Tena*.

Las rocas de la *Formación Napo* se hallan formando parte del anticlinal Napo y se presentan falladas, basculadas, parcialmente alteradas y erosionadas.

Edad, espesor y correlaciones: La edad de esta unidad ha sido determinada en base a la presencia de 36 géneros de moluscos, con 56 especies que están repartidos entre el Albense y el Coniacense, que corresponde al Cretácico medio-Cretácico superior.

La formación tiene un espesor variable, por cuanto el miembro superior se encuentra erosionado, en la zona de estudio es de 500 metros.

Rocas de esta misma formación afloran en el río Misahuallí, río Hollín al Norte y en la Cordillera de Cutucú y río Topo al Sur del área. En Colombia son correlacionables con las rocas de las *Formaciones Villeta y Guadalupe*, de igual litología y edad, ubicadas en la cuenca alta y media del río Magdalena.

FORMACION TENA (K-Pct)

Generalidades: Los primeros afloramientos de esta unidad fueron descritos en 1.939 por Kappeler y en 1.944 por Tschopp en los alrededores de la ciudad de Tena, de donde se deriva el nombre de esta formación.

El afloramiento típico se encuentra localizado a 3 kilómetros al Sur de Puerto Napo, en el talud de la carretera Puerto Napo-Puyo. (Ver fotografías N° 5, 6, 7, 8 y 9, Apéndice A).

Ubicación y área de distribución: Ocupa la parte Nororiental de la zona trabajada, al Sur y Este de Puerto Napo y también en los alrededores de Pano, alcanzando un área de aproximadamente 34 Km², representa el 6.84% del área.

Litología: En la base se encuentra areniscas calcáreas, conglomeráticas y de grano grueso de color gris verdoso en capas de dos a tres metros de espesor, presenta además localmente estratificación cruzada.

En la parte media predominan arcillas abigarradas de colores pardo rojizo, rojo claro, púrpura y verdoso, el color rojo predomina en las superficies descubiertas y los colores púrpura y verde se encuentran en profundidad, estas arcillas a veces se presentan masivas y a veces estratificadas en capas centimétricas y decimétricas.

La parte superior se caracteriza por la presencia de facies arenosas y de algunos conglomerados.

Ambiente de sedimentación: La composición litológica y la presencia de ciertos fósiles, indican que esta formación se depositó en un ambiente marino de agua salobre en la base, y continental de agua dulce, con una ligera transgresión marina en la parte superior.

Relación estratigráfica y contactos: Las rocas de esta formación se encuentran depositadas discordantemente sobre la *Formación Napo*. Con la suprayacente *Formación Tiyuyacu*, el contacto está marcado por un cambio brusco

de litología y la existencia de una ligera discordancia angular.

FORMACION TIYUYACU (E-O_T)

Generalidades: Hess en 1.939 da el nombre de *Formación Tiyuyacu* por primera vez a los afloramientos ubicados a 8 kilómetros al Sureste de Puerto Napo, en la Quebrada Tiyuyacu, de la cual toma su nombre.

Los afloramientos representativos del área se hallan 5 kilómetros al Sur de Puerto Napo y en el río Uchucullín en la vía en construcción Tena-Salcedo. Ver fotografías N° 8, 9, 10, 11 y 12 (Apéndice A).

Ubicación y área de distribución: Las rocas de esta unidad se hallan repartidas en la parte Nor-central y central-Este de la zona de estudio, cubriendo aproximadamente 75 Km², que representan el 14,65% del total del área.

Litología: Las rocas agrupadas en esta formación son conglomerados, areniscas conglomeráticas, areniscas, limolitas y arcillolitas.

Los conglomerados predominan en la base de la formación, éstos son de grano medio a grueso, con clastos de hasta 10 centímetros de diámetro, principalmente de cuarzo lechoso y chert, de bien redondeados a subredondeados y de bien a mal clasificados, englobados en una matriz arenosa de colores pardo rojizo, café rojizo y café amarillento, estas rocas forman bancos de 4 a 6 metros de potencia.

La secuencia continúa hacia arriba con intercalaciones de areniscas conglomeráticas y areniscas de grano grueso a fino, con estratificación cruzada, los granos de estas rocas son de cuarzo, chert y en un mínimo porcentaje se encuentran fragmentos de rocas principalmente metamórficas, además existen esporádicas capas decimétricas de limolitas y arcillolitas, finalmente en la parte superior de la formación existen conglomerados de

color gris claro intercalados con areniscas de grano fino, cerrando de esta manera la secuencia presente en el área, sin embargo hacia el Este de la cuenca la granulometría disminuye notablemente a limos y arcillas principalmente, alcanzando espesores de hasta 500 metros.

Ambiente de sedimentación: Esta unidad fue depositada en un ambiente fluvio-lacustre de agua dulce y en parte agua salobre, lo cual corresponde a un ambiente continental tipo molásico, los materiales que la componen provienen de la erosión de las rocas metamórficas de la Cordillera Real.

Relación estratigráfica y contactos: Esta unidad descansa discordantemente sobre la *Formación Tena*, el contacto con la suprayacente *Formación Chalcana* es transicional.

En el área de estudio, esta formación se encuentra en parte fallada, basculada, alterada y erosionada.

Edad, espesor y correlaciones: La ausencia de fósiles guías dificulta su datación. Sin embargo la presencia de unos pocos foramníferos en la base ubican a esta formación en el Eoceno-Oligoceno. El espesor promedio en la zona es de 250 metros.

La *Formación Tiyuyacu* también aflora al Norte en el río Coca, río Aguarico y al Este de Archidona. En Colombia es correlacionable con la *Formación Gualanday* de la misma edad y litología, descrita por Corrigan en 1967, en la Cuenca alta y media del río Magdalena.

FORMACION CHALCANA (OC)

Generalidades: Las rocas de esta formación fueron estudiadas por primera vez en 1939, por Hess, en la Quebrada Chalcana al Suroeste de Puerto Napo, fuera del área.

El afloramiento representativo en el área de esta unidad se halla al Sur de Puerto Napo, en las cercanías del caserío Apuya. Ver fotografías N° 13 y 14 (Apéndice A).

Ubicación y área de distribución: Las rocas de esta unidad se encuentran repartidas en la parte intermedia del área, sobre el cierre Sur del *Anticlinal Napo*, ocupando aproximadamente 45 Km², que representa el 8,79% del total del área investigada.

Litología: Consiste en areniscas abigarradas de grano medio a fino en bancos de algunos metros de espesor; de limolitas, arcillas limosas y arcillolitas también abigarradas, micáceas con vetillas esporádicas de yeso, hacen el todo de la formación. Capas de arcillas bentoníticas ocurren en la parte superior.

Ambiente de sedimentación: El ambiente de depositación de esta formación fue continental, de agua dulce, la presencia esporádica de yeso sugiere una pequeña incursión de agua salobre.

Relación estratigráfica y contactos: El contacto de esta formación con la infrayacente *Tiyuyacu* es transicional gradual y está suprayacida por la *Formación Arajuno* igualmente con un contacto transicional. Los estratos están en una posición subhorizontal a horizontal, se presentan poco erosionadas y meteorizadas.

Edad, espesor y correlaciones: En 1.956 Tschopp determinó la existencia de 8 especies de *Annobaculites*, 2 especies de *Haplophramoides* y otros foraminíferos, estos fósiles corresponden al Oligoceno.

El espesor de esta formación es variable, aumentando hacia el Sur, en el área investigada la potencia promedio ha sido determinada en 800 metros.

Rocas de esta misma formación afloran en el río Arajuno, al Este y fuera del área, también han sido encontradas en el pozo Tiputini. En Colombia se correlaciona con la

Formación Gualanday Superior de igual litología y edad, ubicada en la cuenca media y alta del río Magdalena.

FORMACION ARAJUNO (M_A)

Generalidades: Fue descrita por primera vez en 1.939 por Hess en el curso del río Arajuno, de donde toma su nombre, los afloramientos representativos de esta formación se encuentran localizados al Sur del área investigada en el lecho y paredes de los ríos Ansu y Pumayacu, cerca de la población de Carlos Julio Arosemena Tola. Ver fotografías N° 15 y 16 (Apéndice A).

Ubicación y área de distribución: Se encuentra ubicada al Sur y Sureste de la zona de estudio, ocupa un área aproximada de 95 Km², que constituye el 18,55% de la Hoja.

Litología: Debido a su gran espesor, Tschopp (1.956) dividió a esta unidad en tres miembros que son: Inferior,

Medio y Superior, los mismos que ocurren en la zona de investigación y que a continuación se detallan:

- **Miembro Inferior:** Está constituido por areniscas conglomeráticas de color gris verdoso, con mica y hornblenda, presenta estratificación horizontal e inclinada, con nódulos calcáreos e intercalación de lentes conglomeráticos de guijarros de cuarzo en una matriz areno-limosa, además ocurren esporádicos horizontes de arcilla bentonítica.
- **Miembro Medio:** Contiene arcillas de color rojo púrpura y rosadas, micáceas y plásticas en la pared basal; hacia arriba las arcillas son multicolores de predominante color rojizo, intercaladas en la parte intermedia con varias capas de areniscas moteadas de color gris de grano medio, bien clasificadas, micáceas, con brillo grafitico y nódulos limosos, con vetillas de yeso esparcidas en el todo de este miembro.

- *Miembro Superior:* Está compuesto de areniscas grises y multicolores entre rojo y café rojizo, micáceos, de grano grueso a fino, mal clasificadas; lentes de conglomerados de cuarzo en matriz arenosa y lentes arcillosos de color gris azulado y rojizo con abundante mica con brillo grafitico, en el que ocurre además un horizonte discontinuo de lignito de 20 centímetros de espesor, en donde hay vetillas de pirita como característica.

Ambiente de sedimentación: De acuerdo a su litología se deduce que los miembros Inferior y Medio se depositaron en un ambiente fluvio deltaico, mientras que el miembro Superior en un ambiente lagunar con clima tropical- húmedo y con vegetación exuberante.

Relación estratigráfica y contactos: Esta unidad yace concordantemente sobre la *Formación Chalcana* y está suprayacida concordantemente por la *Formación Chambira*, ambos contactos transicionales.

Las rocas de esta formación están en posición subhorizontal en el área, además se hallan poco falladas, erosionadas y meteorizadas.

Edad, espesor y correlaciones: Debido a su ambiente de depositación, esta formación carece de fósiles importantes, tan solo se encuentran restos de vegetales y de materia orgánica, su edad ha sido determinada como Mioceno, en base a su posición estratigráfica y por correlaciones estratigráficas.

El espesor es variable, aumentando hacia el Sur, en el área investigada se lo ha estimado en 1.000 metros aproximadamente. Esta unidad es equivalente a la *Formación Pastaza Superior* (Curaray) en el Suroriente del país, y en Colombia con la *Formación Honda* de igual litología y edad, ubicada en la cuenca alta y media del río Magdalena, estudiada por Corrigan en 1.967.

FORMACION CHAMBIRA (M_{CH})

Generalidades: La primera descripción de las rocas de la Formación Chambira la realizó Haus en 1.940 en el río Bobonaza al Sur del área de estudio.

El afloramiento representativo localizado en el área investigada se encuentra a 1 Km. al Sur del caserío La Serena, en la margen derecho del río Jatunyacu.

Ubicación y área de distribución: Esta unidad se halla al Sur-Sureste de la zona estudiada, cubriendo un área de 35 Km², lo que representa el 6.84% del total de la Hoja.

Litología: Los afloramientos típicos encontrados en la zona permiten dividir a esta formación en tres miembros:

- **Miembro Inferior:** Está compuesto por areniscas de grano muy grueso a medio, de color gris, presenta estratificación cruzada, se encuentran horizontes conglomeráticos, indicios de carbón y materia orgánica, además arcillas abigarradas por finas

intercalaciones de lutitas verdosas y abundantes restos vegetales.

- ***Miembro Medio:*** Está compuesto por areniscas cuarcíticas de color gris, mal clasificadas, por conglomerados y microconglomerados de cuarzo y pedernal; por arcillas bentoníticas con impresiones de hojas arcillolitas limosas abigarradas, micáceas, grafiticas, cuarzosas, con presencia de magnetita.
- ***Miembro Superior:*** Está compuesto por areniscas de color gris, mal seleccionadas, con pequeños lentes de arcillas abigarradas y lignito; por conglomerados con guijarros de rocas ígneas de 2 a 20 cm. de diámetro, además guijarros de cuarzo y pedernal mal seleccionados; pocos lentes arenosos con restos vegetales, troncos silicificados y carbonosos.

Ambiente de sedimentación: Por la litología y disposición estructural de esta unidad se infiere que su ambiente de depositación fue fundamentalmente fluvial

de curso alto y medio, es decir molásico de pie de monte, teniendo su origen en la Cordillera Real.

Relación estratigráfica y contactos: El contacto es concordante con la infrayacente *Formación Arajuno* y discordante con la suprayacente *Formación Mera*.

Las rocas de la *Formación Chambira* están en posición subhorizontal en la zona de estudio y se encuentran meteorizadas y erosionadas.

Edad, espesor y correlaciones: No se han encontrado fósiles guías, la edad ha sido determinada como Mioceno-Plioceno por su posición estratigráfica y correlaciones geológicas.

El espesor estimado de esta formación es de 1.100 metros.

Se correlaciona con los afloramientos de esta misma formación ubicados en el río Bobonaza al Sureste y en

Colombia con la *Formación Gigante* de la misma litología y edad, ubicada en la cuenca media del río Magdalena y estudiada por Corrigan en 1.967.

FORMACION MERA (P_M)

Generalidades: Los primeros afloramientos de esta unidad fueron estudiados por Tschopp (1.953), en las cercanías de Mera. En el área de trabajo, los afloramientos representativos están ubicados al Sur del río Jatunyacu sobre la margen derecha del río Pibi. Ver fotografía N° 17 (Apéndice A).

Ubicación y áreas de distribución: En esta zona, la *Formación Mera* se encuentra restringida a una pequeña superficie de 25 Km² al Sur del río Jatunyacu, representa el 4,88% del total del área mapeada.

Litología: Está conformada por conglomerados polimícticos, con 90% de clastos volcánicos, y un mínimo porcentaje de metamórficos o intrusivos, englobados en

una matriz arenosa. Los clastos se presentan redondeados en bancos que alcanzan los 15 metros de espesor, se encuentran además intercalaciones de bancos de areniscas tobáceas poco compactas, de color gris medio a oscuro de un espesor de 0,5 a 5 metros.

Ambiente de sedimentación: Las características litológicas, el tamaño y forma de los clastos así como su disposición estructural indican un ambiente continental, tipo fluvial, formando terrazas aluviales, con materiales arrastrados por fuertes corrientes desde la cordillera en ascenso tectónico y depositados en forma de conos de deyección.

Relación estratigráfica y contactos: Esta secuencia conglomerática se halla depositada en forma de abanicos, con varios niveles de terrazas escalonadas que descienden desde el borde de la Cordillera Real, hasta unos 60 Km. al Este y Sureste y descansa sobre formaciones más antiguas.

Edad, espesor y correlaciones: No se ha encontrado fósiles guías, pero por su posición estratigráfica se la considera de edad Plioceno-Pleistoceno.

El espesor es variable, dependiendo del número de niveles de terrazas, para la zona de estudio el espesor promedio se estima en 800 metros.

Otros afloramientos de esta formación se hallan al Sur y Sureste de Santa Clara, en la población de Mera. En Colombia es correlacionada con la *Formación Mesa*, de similar litología y edad, y que aflora en la cuenca alta y media del río Magdalena.

DEPOSITOS DE TERRAZAS ALUVIALES (\sim)

Estos depósitos atribuidos al Holoceno se encuentran medianamente distribuidos en las partes aledañas a los ríos principales: Jatunyacu, Napo, Ansu, Pano, Ilocullín, Ila y otros de menor importancia, ocupan un área aproximada de 45 Km² (8,79% del total mapeado), están

constituidos por gravas, arenas, limos y depositados por aguas de crecidas torrenciales sobre llanuras de inundación, las que fueron levantadas por movimientos orogénicos durante el Holoceno y luego cortados por los mismos ríos, formándose de esta manera los cauces actuales; están cubriendo parcialmente formaciones más antiguas, su espesor alcanza ocasionalmente hasta 50 metros.

DEPOSITOS LAHARITICOS (lh)

Estos depósitos se los encuentra en la carretera Puerto Napo-Tena, a unos 5 Km. al Noroeste de Puerto Napo. Ver fotografía N° 18 (Apéndice A). Consisten en una masa caótica de bloques de rocas volcánicas en su mayor parte metamórficas e intrusivas y sedimentarias en menor cantidad, el diámetro de estos bloques es de hasta 2,50 metros y son angulares a subangulares, englobados en una matriz de ceniza y arena volcánica de color gris parduzco y semicompacta. Este depósito volcano-sedimentario proviene del volcán Sumaco situado al

Norte de la zona. Crecidas torrenciales que descendieron aceleradamente por las laderas del volcán, quebradas y ríos, arrastraron consigo todo tipo de materiales flojos acumulados que encontraron a su paso, formando un flujo de lodo que luego se depositó sobre los paleorelieves de los flancos del volcán y de las llanuras aledañas. Posteriormente estos depósitos sufrieron los procesos de meteorización y erosión, quedando remanentes de los mismos en las cercanías de los ríos Tena y Misahuallí, sobre terrazas antiguas y parcialmente sobre formaciones más antiguas.

La edad de estos depósitos se la ha inferido al Holoceno por su posición estratigráfica; de espesor variable, alcanzando hasta 20 metros.

DEPOSITOS ALUVIALES (m)

Se encuentran en los cauces y orillas de los ríos principales como: Jatunyacu, Napo, Ansu. Están constituidos por materiales poligenéticos de tamaño

variable, es decir cantos rodados mal clasificados que fueron transportados por las crecidas torrenciales y depositados sobre llanuras de inundación sobre los mismos cauces de estos ríos. El espesor de estos depósitos es variable, alcanzando pocas decenas de metros, se los ha ubicado en el Holoceno.

3.3. PETROGRAFIA

La elaboración de las láminas delgadas y el análisis petrográfico de las mismas fueron realizados en el Laboratorio de Petrografía de la Dirección General de Geología y Minas.

Los resultados de los análisis petrográficos permitieron obtener una descripción detallada de las muestras representativas de cada unidad litológica, lo cual sirvió junto con las observaciones de campo, para deducir la evolución geológica del área estudiada.

A continuación se presentan las descripciones macroscópicas y microscópicas de varias muestras de rocas presentes en el área.

MUESTRA N°: NT-1

OBJETO: TESIS

DESCRIPCION MACROSCOPICA

Roca sedimentaria de origen químico, de color gris, criptocristalina bien consolidada.

COMPOSICION MINERALOGICA:

MINERALES PRINCIPALES:

Sílice: 99%

MINERALES SECUNDARIOS:

Cuarzo Secundario 1%

Óxidos de Hierro

MINERALES ACCESORIOS:

TEXTURA: Criptocristalina

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Sílice: Finogranular, pelítico. En sectores con óxido de hierro

OBSERVACIONES: Muestra tomada de aluvial del Río Ansu, lugar donde se explota oro aluvial.

CLASE:

Roca Sedimentaria

ROCA:

Chert

COORDENADAS:

Long: 77°49'19"W Lat:01°06'47"S

ANALIZADO POR:

Salomón Brito V.

ANALISIS PETROGRAFICO

MUESTRA N^o: NT-2

CTO: TESIS

DESCRIPCION MACROSCOPICA

plutónica de color rosado, de grano grueso, con plagioclasa, hornblenda, feldes-
y cuarzo; presenta fracturamiento y meteorización.

COMPOSICION MINERALOGICA:

MINERALES PRINCIPALES:

Plagioclasa: 40% Feldespato: 15%

Hornblenda : 40% Cuarzo : 5%

MINERALES SECUNDARIOS:

MINERALES ACCESORIOS:

ROCA: Granítica

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Plagioclasa: Cristales tabulares de composición media, de 1.0 a 0.5 mm, presenta
saussuritización.

Hornblenda: En cristales prismáticos de 1.0 a 0.4 mm., se observa un proceso de
cloritización.

Feldespato: Cristales anhedrales, presenta alteración a minerales del grupo del
caolín.

Cuarzo: Cristales anhedrales a subhedrales, de 0.6 a 0.2 mm., con extinción
ondulada.

REMARKS: Muestra tomada de aluvial del Río Ansu, lugar donde se explota oro
aluvial. Muestra afectada por intemperismo. Este rodado tiene su
origen probablemente en el Granito de Abitagua - Guacamayos. Ver
Lámina 1.

ROCA:
IntrusivaROCA:
GranodioritaCOORDENADAS:
77°49'19"W Lat: 01°06'47"SANALIZADO POR:
Salomón Brito V.



LAMINA 1 - MUESTRA NT-2:

Textura Granítica, intercalaciones de diferentes minerales en Hornblenda. GRANODIORITA. Aumento 12.5X.

ANALISIS PETROGRAFICO

MUESTRA N°: NT-8

OBJETO: TESIS.

DESCRIPCION MACROSCOPICA

Conglomerados de cantos de cuarzo blanco en un 95% y chert negro en un 5%. El tamaño de los clastos es de hasta 10 cm, la matriz es arenácea, de color violeta a gris, los clastos bien clasificados y redondeados.

COMPOSICION MINERALOGICA:

MINERALES PRINCIPALES:

Cuarzo = 100%

MINERALES SECUNDARIOS:

MINERALES ACCESORIOS:

LITOTURBA:

CLASTICA

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Cuarzo: Se presentan anhedrales, subhedrales, algunos redondeados, de un tamaño de 2.0 a 0.4 mm., con extinción ondulada por un posible tectonismo.

Entre los bordes de algunos cristales se han desarrollado micas blancas (muscovita).

OBSERVACIONES: Esta muestra fue tomada en un afloramiento bien expuesto en el talud de la carretera y corresponde a la Formación Tiyuyacu.

TIPO:

Litología Sedimentaria

ROCA:

Conglomerado Cuarzoso

COORDENADAS:

Long: 77°47'21"W Lat: 01°04'45"S

ANALIZADO POR:

Salomón Brito V.

ANALISIS PETROGRAFICO

MUESTRA N°: NT-18

OBJETO: TESIS

DESCRIPCION MACROSCOPICA

roca sedimentaria de grano fino a medio, de color verde rojizo, a veces multicolor. Presenta nódulos algo calcáreos de color café rojizo. Medianamente compacta.

COMPOSICION MINERALOGICA:

MINERALES PRINCIPALES:

Cuarzo: 60%

Micas : 30%

MINERALES SECUNDARIOS:

Carbonatos

Óxidos de Hierro

MINERALES ACCESORIOS:

Cacos

TEXTURA:

CLASTICA

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Microscópicamente se trata de una roca porosa con cemento basal, compuesta de micas y material pelítico.

CONSERVACIONES: La arenisca observada en afloramiento se encuentra intercalada con limolitas y arcillas abigarradas, los nódulos son de 5 a 20 cm de diámetro. Esta roca pertenece a la Formación Arajuno.

TIPO:

Arenisca Sedimentaria

ROCA:

Arenisca micácea

COORDENADAS:

Long: 77° 51'08"W Lat: 01°09'50"S

ANALIZADO POR:

Salomón Brito V.

MUESTRA N°: NT-25

PROYECTO: TESIS

DESCRIPCION MACROSCOPICA

Roca sedimentaria arenosa-limosa de grano fino, de color gris-verdoso a claro, medianamente compacta y meteorizada, bien laminada.

COMPOSICION MINERALOGICA:

MINERALES PRINCIPALES:

Cuarzo : 40%

Carbonatos: 60%

MINERALES SECUNDARIOS:

Plagioclasa no representativa

MINERALES ACCESORIOS:

TEXTURA:

CLASTICA

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Cuarzo : Los cristales son angulares, subhedrales y redondeados, de 0,3 a 0.06 mm, de extinción ondulada. Alrededor de estos cuarzos primarios se ha regenerado cuarzo de tipo autigénico.

Carbonatos: Principalmente de calcio, éstos se encuentran en forma de cemento de los granos de cuarzo.

OBSERVACIONES: La roca presenta cierto grado de porosidad. Los feldespatos se encuentran muy esporádicamente en la roca. Esta arenisca pertenece a la Formación Tena.

CLASE:

Roca Sedimentaria

ROCA:

Arenisca Calcárea

COORDENADAS:

Long: 77°47'22"W Lat: 01°02'50"S

ANALIZADO POR:

Salomón Brito V.

ANALISIS PETROGRAFICO

MUESTRA N°: NT-26B

OBJETO: TESIS.

DESCRIPCION MACROSCOPICA

roca calcárea fosilífera de color gris oscuro, de grano medio, los fósiles son principalmente gasterópodos.

COMPOSICION MINERALOGICA:

MINERALES PRINCIPALES:

Carbonatos: 99%

MINERALES SECUNDARIOS:

Barro
 Feldspatos 1%
 Analcónita

MINERALES ACCESORIOS:

TEXTURA: BIOCLASTICA

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Carbonatos: Los carbonatos primarios son pelíticos y se encuentran además carbonatos autigénicos cristalizados que han rellenado cavidades y vetillas.

Los otros minerales que componen el 1% se encuentran diseminados y esporádicamente en la lámina.

Observaciones: En afloramiento la caliza se presenta en capas de 2 metros interestratificados con lutitas negras, estas rocas pertenecen a la Formación Napo. Ver lámina 2.

LITOTIPO:

Litotipo: Sedimentaria

ROCA:

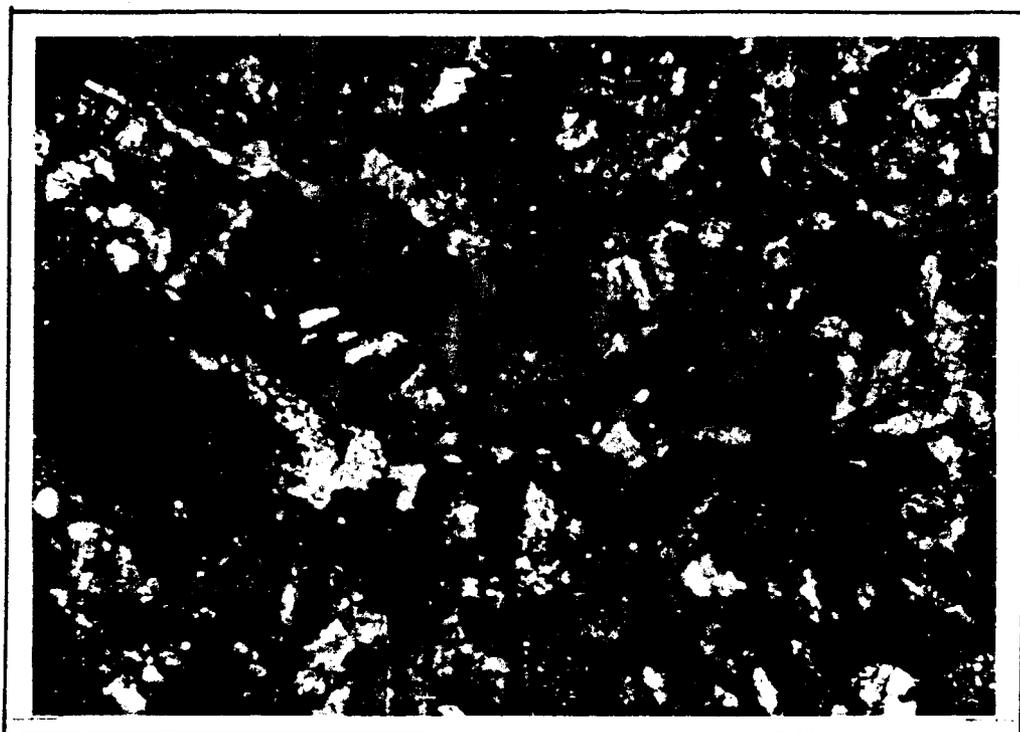
Caliza

COORDENADAS:

Coordenadas: Long: 77°47'35"W Lat: 01°02'30"S

ANALIZADO POR:

Salomón Brito V.



LAMINA 2 - MUESTRA NT-26B:

Caliza con microorganismos. Aumento 10X.

ANALISIS PETROGRAFICO

MUESTRA N°: NT-26C

OBJETO: TESIS

DESCRIPCION MACROSCOPICA

Caliza negra, de textura clástica de grano fino, con fósiles, con impregnaciones de asfalto y algo piritizada.

COMPOSICION MINERALOGICA:

MINERALES PRINCIPALES:

Carbonatos: 100%

MINERALES SECUNDARIOS:

MINERALES ACCESORIOS:

ROCA: CALCARENITICA

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Carbonatos: Carbonato de calcio pelíticos que se encuentran formando acumulaciones, dando una forma de mosaicos.

REMARKS: Roca de alta porosidad perteneciente a la Formación Napo (medio).

TIPO:
Sedimentaria

ROCA:
Caliza Pelítica

ESTRATIGRAFIA:

ANALIZADO POR:

Coordenadas: 77°47'3"W Lat: 01°02'30"S

Salomón Brito V.

ANALISIS PETROGRAFICO

MUESTRA N°: NT-23

0: TESIS

DESCRIPCION MACROSCOPICA

fosilífera de color gris medio a claro, de grano medio, contiene macrofósi-

COMPOSICION MINERALOGICA:

MINERALES PRINCIPALES:

Carbonatos 99%

MINERALES SECUNDARIOS:

Carbonatos 1%
Opalita

MINERALES ACCESORIOS:

ROCA: BIOCLASTICA

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Carbonatos: Los carbonatos de calcio primarios son pelíticos, existen además carbonatos autigénicos cristalizados relleno las cavidades.

Los minerales que componen el 1% restante están diseminados esporádicamente en la lámina.

LOCALIZACIONES:

Perteneciente a la Formación Napo. Ver Lámina 3.

LITOTIPIA: Sedimentaria

ROCA:

Caliza orgánica

COORDENADAS:

77°45'08"W Lat: 01°01'53"S

ANALIZADO POR:

Salomón Brito V.



LAMINA 3 - MUESTRA NT-28:

Caliza orgánica. Nícoles paralelos. Aumento 10X.

ANALISIS PETROGRAFICO

MUESTRA N°: NT-38B

TITULO: TESIS

DESCRIPCION MACROSCOPICA

plutónica de color gris claro, contiene feldespato, hornblenda y biotita principalmente. La roca es de grano medio.

COMPOSICION MINERALOGICA:

MINERALES PRINCIPALES:

Feldespato: 45%

Hornblenda : 35%

MINERALES SECUNDARIOS:

MINERALES ACCESORIOS:

Biotita: 15%

Opacos : 5%

ROCA: GRANITICA

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Feldespato: Cristales tabulares de 1 a 0.5 mm., de composición media tipo andesina, alterados, algunos sericitizados, otros han formado carbonatos por el calcio absorbido de las plagioclasas; y en forma de inclusión en las plagioclasas se observa epidota esporádicamente.

Hornblenda : Cristales prismáticos de 1.5 a 0.5 mm., con inclusiones de minerales opacos. En los bordes de estos prismas se ha desarrollado biotita.

Biotita : Cristales tabulares o en forma de escamas de 0.5 a 0.1 mm., con inclusiones de mineral opaco, fuertemente pleocroicas por ser muy ricos en Fe. En sectores se encuentra formando mosaicos.

Opacos : Los minerales opacos se encuentran incluidos tanto en hornblendas como en plagioclasas y diseminados en toda la lámina.

CONCLUSIONES: Roca proveniente del batolito de Abitagua - Guacamayos. Ver Lámina 4.

ROCA:

Tipo: intrusiva

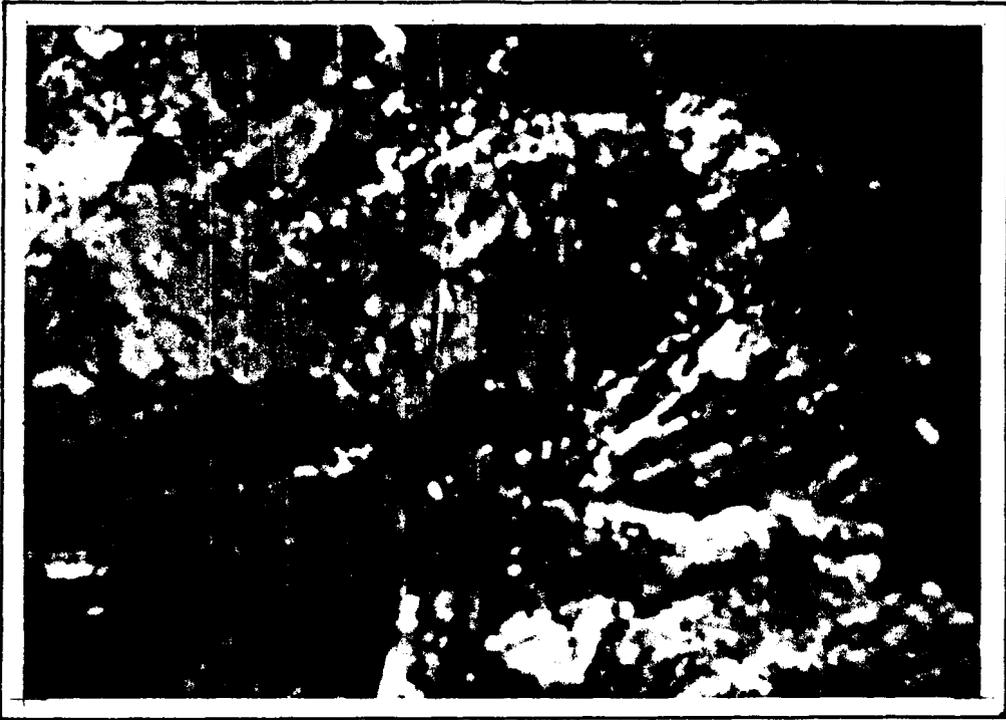
Diorita

COORDENADAS:

ANALIZADO POR:

77°57'27"W Lat: 01°06'26"S

Salomón Brito V.



LAMINA 4 - MUESTRA NT-38B:

Alteración de las Plagioclasas a Sericita y Epidota. Biotita reemplazando a Hornblenda y Opacos. Nícoles cruzados. DIORITA. Aumento 2.5X.10.

ANALISIS PETROGRAFICO

MUESTRA N°: NT-75

OBJETO: TESIS

DESCRIPCION MACROSCOPICA

roca sedimentaria color café-rojizo, de grano medio a fino. Presenta concreciones y nódulos calcáreos.

COMPOSICION MINERALOGICA:

MINERALES PRINCIPALES:

Cuarzo : 40%
Carbonatos : 60%
Majoclasa: no representativa

MINERALES SECUNDARIOS:

MINERALES ACCESORIOS:

TEXTURA: CLASTICA

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Cuarzo : Cristales angulares, subhedrales y redondeados, de 0.3 a 0.6 mm, de extinción ondulada; junto al cuarzo se ha regenerado cuarzo autigénico.
Carbonatos : Forman el cemento de los granos de cuarzo
Majoclasa: Presente en la roca esporádicamente

OBSERVACIONES: En afloramiento estas areniscas de la Formación Tena basal se encuentran bien estratificadas en caps de 1 a 3 metros de potencia. Ver lámina 5.

TIPO:

Roca Sedimentaria

ROCA:

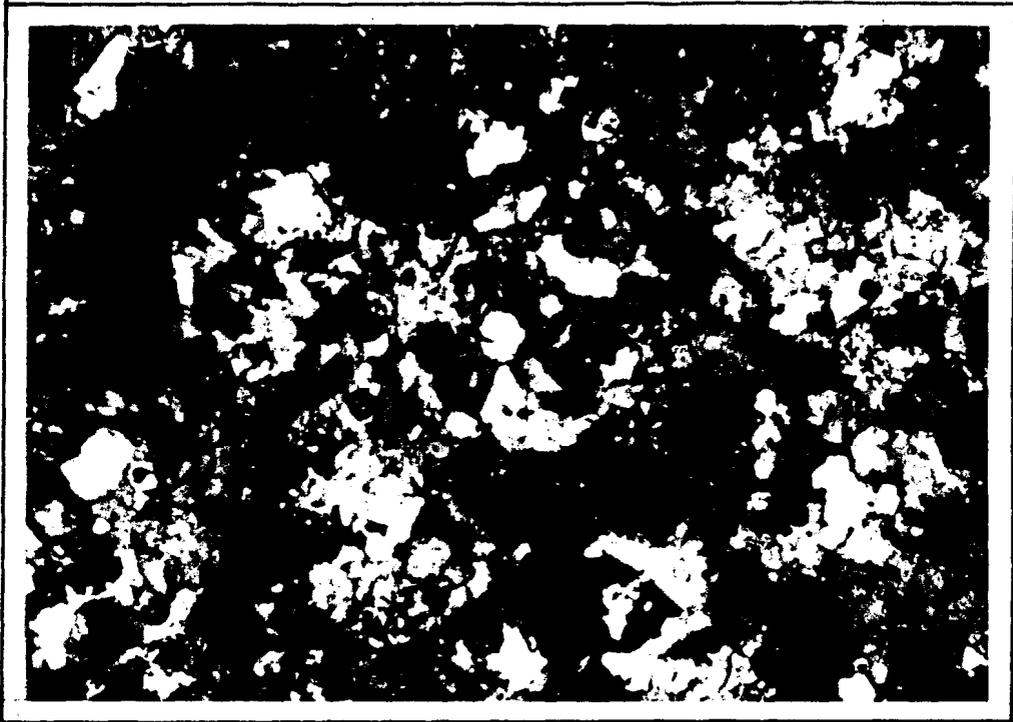
Arenisca Calcárea

COORDENADAS:

Long: 77°52'05"W Lat: 01°01'06"S

ANALIZADO POR:

Salomón Brito V.



LAMINA 5 - MUESTRA NT 75:

Arenisca con cemento carbonático. Roca porosa. Aumento -
10X.

ANALISIS PETROGRAFICO

MUESTRA N°: NT-81A

TITO: TESIS

DESCRIPCION MACROSCOPICA

intrusiva granítica de color rosado, de grano medio a grueso, con plagioclasa, despato, hornblenda y algo de cuarzo, poco meteorizada y muy fracturada y diacla

COMPOSICION MINERALOGICA:

MINERALES PRINCIPALES:

plagioclasa: 40%

despato : 20%

MINERALES SECUNDARIOS:

MINERALES ACCESORIOS:

hornblenda: 35%

cuarzos : 5%

ROCA: Granítica

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

plagioclasa: Cristales tabulares de composición media de 0.9 a 0.4 mm. La gran mayoría están saussuritizados.

despato : Cristales anhedrales, completamente alterados a minerales del grupo del caolín.

hornblenda : Cristales prismáticos de 1.0 a 0.4 mm., en proceso de alteración a clorita.

cuarzos : Se encuentran diseminados por toda la lámina.

CONCLUSIONES: Roca perteneciente al Granito de Abitagua-Guacamayos. Ver lámina 6.

ROCA:

Intrusiva

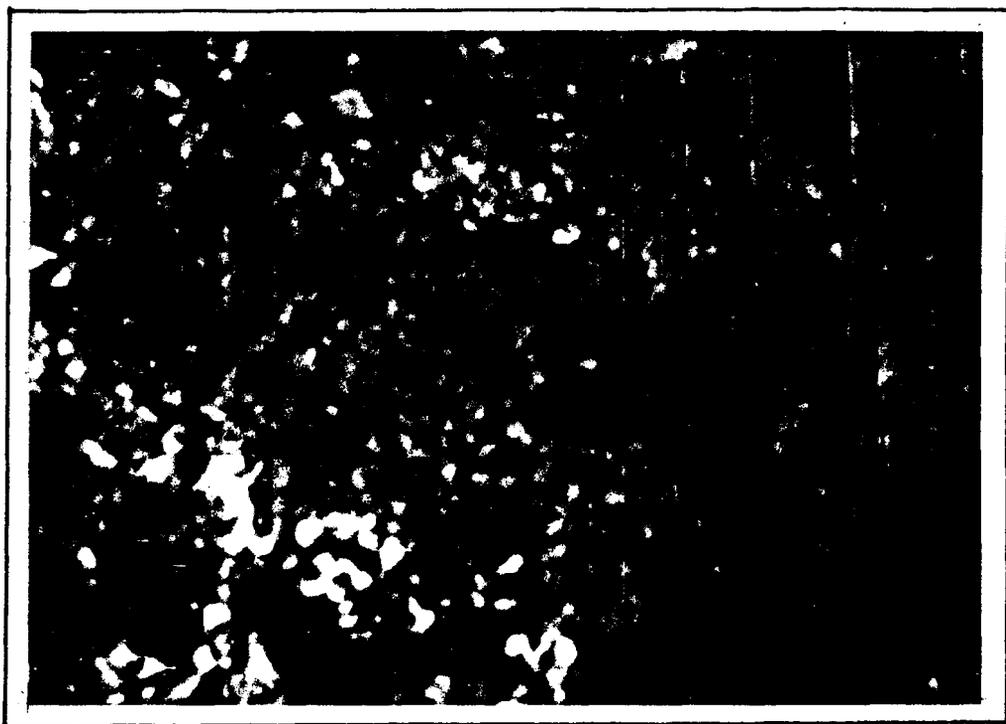
Granodiorita

COORDENADAS:

ANALIZADO POR:

: 77°56'01"W Lat: 01°03'18"S

Salomón Brito V.



LAMINA 6 - MUESTRA NT-81A

Alteración de los Feldespatos a minerales de Caolín y Hornblenda a Clorita (Clorita más oscura). GRANODIORITA.

ANALISIS PETROGRAFICO

MUESTRA N°: NT-81B

OBJETO: TESIS

DESCRIPCION MACROSCOPICA

roca plutónica de grano grueso, de color rosado, compuesta de feldespato, cuarzo, micoclasa, biotita, presenta meteorización superficial y está algo fracturada.

COMPOSICION MINERALOGICA:

MINERALES PRINCIPALES:

Cuarzo : 45%

Feldespatos: 35%

Micoclasa: 10%

MINERALES SECUNDARIOS:

MINERALES ACCESORIOS:

Biotita: 5%

Zirconos: 5%

ROCA: GRANITICA

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

Cuarzo : Cristales subhedrales, presentan extinción ondulada

Feldespatos: Cristales anhedrales, se observa en algunos un proceso de alteración a minerales del grupo caolín.

Micoclasa: Cristales de forma tabular, sericitizados.

Biotita : Cristales tabulares con fuerte pleocroismo, presenta inclusiones de minerales opacos. — *hacia el cuarzo?*

Zirconos : Se encuentran diseminados en toda la lámina

OBSERVACIONES: Roca perteneciente al Intrusivo de Abitagua - Guacamayos.

TIPO DE INTRUSIVO:
Intrusiva

ROCA:

Granito

COORDENADAS:

ANALIZADO POR:

Longitud: 77°56'01"W Lat: 01°03'18"S

Salomón Brito V.

MUESTRA N°: NT-140A

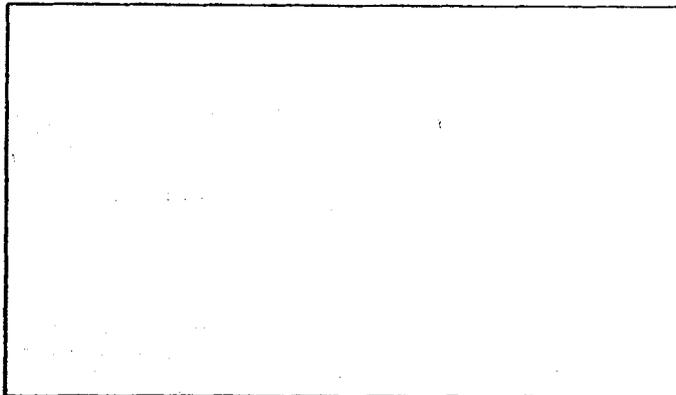
OBJETO: TESIS

DESCRIPCION MACROSCOPICA

roca plutónica de color rosado-blanquecino, de grano grueso, con fenocristales de cuarzo, feldespato potásico, biotita y plagioclasa. Algo fracturada y diclasada.

COMPOSICION MINERALOGICA:

MINERALES PRINCIPALES:	
Feldespato potásico:	40%
Cuarzo	: 30%
Plagioclasa	: 15%
MINERALES SECUNDARIOS:	
MINERALES ACCESORIOS:	
Biotita	: 10%
Opacitos	: 2.5%
Opacos	: 2.5%



TIPO: GRANITICA

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

- Feldespato : Cristales anhedrales de 1 a 0.5 mm., algunos en proceso de alteración a minerales del grupo del caolín. En los contactos entre minerales de esta misma especie se observa un crecimiento secundario del mismo mineral. Los feldespatos son del tipo microclina y ortoclasa.
- Cuarzo : Cristales subhedrales de 0.3 a 0.7 mm. Algunos cristales con extinción ondulada.
- Plagioclasa : Cristales tabulares de 0.2 a 0.5 mm., finamente maclados, sericitizados, de composición ácida de tipo albita-oligoclasa.
- Biotita : Cristales tabulares de 1.5 a 0.5 mm., con un fuerte pleocroismo, con inclusiones de minerales opacos. Algunos cristales están en proceso de cloritización.
- Opacitos y Opacos : Estos minerales accesorios se encuentran diseminados en toda la lámina esporádicamente.

NOTAS: En la lámina 7 se observan feldespatos, plagioclasas alteradas, con biotita, con minerales opacos incluidos.
Roca perteneciente al Batolito de Abitagua - Guacamayos

TIPO: Intrusiva

ROCA: Granito Leucocrático

COORDENADAS: 77°57'22"W Lat: 01°04'16"S

ANALIZADO POR: Salomón Brito V.



LAMINA 7 - MUESTRA NT-140A:

Textura Granítica. Alteración de los Feldespatos y Biotita. Nícoles cruzados. GRANITO LEUCOCRATICO. Aumento 2.5X .10.

ANALISIS PETROGRAFICO

MUESTRA N°: NT-140B

OBJETO: TESIS

DESCRIPCION MACROSCOPICA

roca plutónica de color rosado-claro, de grano medio, con cristales de cuarzo, feldespato, hornblenda.

COMPOSICION MINERALOGICA:

MINERALES PRINCIPALES:

feldespato: 45%
 cuarzo : 30%
 hornblenda: 20%

MINERALES SECUNDARIOS:

MINERALES ACCESORIOS:

opacos : 5%

TEXTURA: Microgranítica

DESCRIPCION MICROSCOPICA:

feldespato : Cristales subhedrales de un tamaño de 0.3-0.7, en sectores alterado a minerales del grupo del caolín.

cuarzo : Cristales subhedrales, finogranulares con inclusiones de mineral opaco.

hornblenda : Cristales prismáticos de 0.04-0.1 mm., pleocroicas. Algunos cristales con inclusiones de minerales opacos.

opacos : Se encuentran diseminados uniformemente.

OBSERVACIONES: En la lámina 8 puede observarse la textura microgranítica típica de la adamellitita (nícoles cruzados).
 Roca perteneciente al Batolito de Abitagua - Guacamayos.

TIPO:

Roca Intrusiva

COORDENADAS:

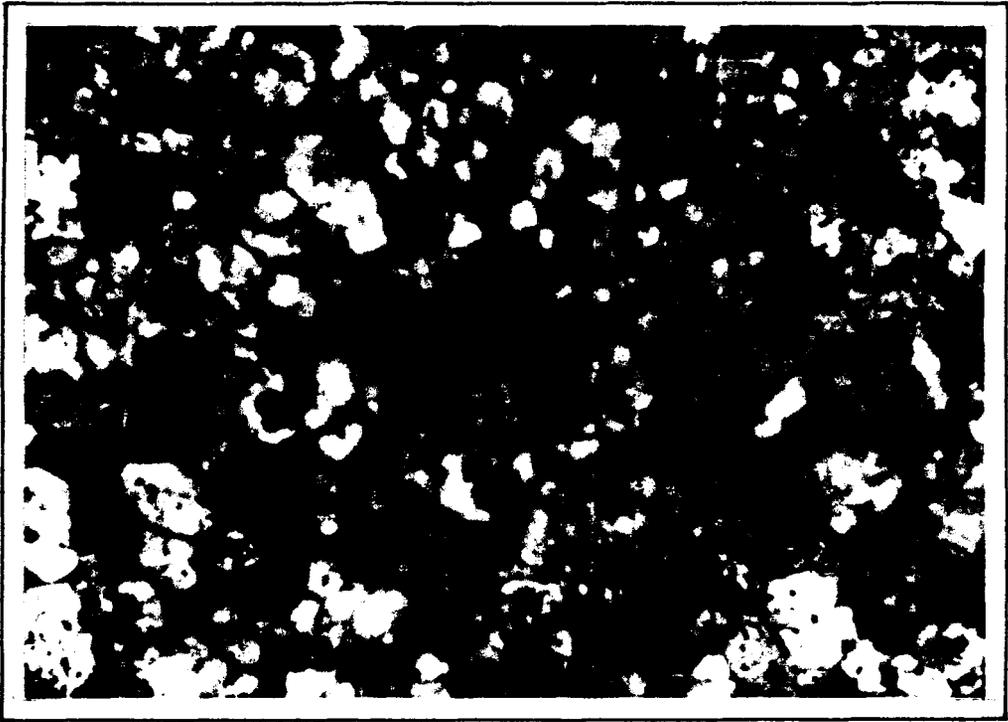
Long: 77°57'22"W Lat: 01°04'16"S

ROCA:

Adamellitita

ANALIZADO POR:

Salomón Brito V.



LAMINA 8 - MUESTRA NT-140B:

Textura Microgranítica. Hornblenda, Feldespato, Cuarzo y Opacos. Nícoles Cruzados. ADAMELLITA. Aumento 10X.10.

3.4 ESTRUCTURAS

3.4.1 Descripción de las tendencias e interrelaciones de los principales rasgos tectónicos

En el Capítulo de la Geología Regional (2.2), se describen las principales unidades geoestructurales a nivel regional, allí se ubica a la zona de estudio sobre el cierre Sur del Levantamiento Napo y parcialmente sobre la Zona de empuje de la Cordillera Real. En base a estas consideraciones se puede afirmar que la estructura local es relativamente compleja, presentando una serie de fallas de orientación paralela a la Cordillera Real, producto de fuerzas tectónicas compresionales originadas por el ascenso de la Cordillera Andina, esto se evidencia principalmente en el Batolito de Abitagua - Guacamayos, al Este del área. Cabe señalar que la última etapa de la orogenia andina no plegó mayormente al Levantamiento Napo, sino que originó una serie de fallas profundas, casi verticales, tanto paralelas al eje de la estructura como transversales al mismo, que modificaron la estructura inicial.

3.4.2 Discordancias

El miembro superior de la Formación Napo se halla erosionado en la mayor parte del área, razón por la cual el contacto con la suprayacente Formación Tena es

discordante erosional, además el cambio de facies es brusco, sin embargo en ciertos lugares la arenisca basal de la Formación Tena es algo calcárea, es decir que la erosión de las lutitas de la Formación Napo superior no fue uniforme. En el campo se pudo comprobar esta discordancia en el estribo Sur del puente sobre el río Napo por la diferente orientación y buzamiento de las dos formaciones; también se la observa 7 km al Este de Puerto Napo, en la Hacienda Latas, en donde el miembro Napo superior ha sido meteorizado luego de la erosión. Estudios micropaleontológicos (Faucher y otros, 1968), confirman también la existencia de la discordancia.

Tschoop sugirió que el contacto entre las formaciones Tena y Tiyuyacu es ligeramente discordante en base a evidencias geofísicas, cambios litológicos y observaciones en fotografías aéreas, esto es difícil determinar en el campo, sin embargo, el cambio litológico brusco se lo puede observar en un afloramiento en las cercanías de Pano.

3.4.3 Plegamientos

Localmente, el área estudiada ha sido plegada por los esfuerzos tectónicos a que ha sido sometida durante los eventos orogénicos descritos en la historia geológica. Los mayores plegamientos están restringidos a las zonas de los cabalgamientos al Oeste, junto al intrusivo, y

especialmente en el flanco oriental de la Cordillera de Galeras, fuera del área. En la zona misma de estudio, en el flanco Oeste del Levantamiento Napo, los buzamientos son suaves, aumentando a medida que se acerca al intrusivo, las medidas estructurales permiten trazar los ejes de anticlinales y sinclinales como se puede apreciar tanto en el mapa como en los perfiles geológicos esquematizados (ver lámina N° 3).

3.4.4 Fallas

La zona trabajada se encuentra afectada por un relativamente complicado conjunto de fallas, debido a su posición estructural. Se pueden distinguir tres sistemas principales: uno de rumbo Norte - Sur, otro de rumbo Suroeste - Noreste, y se puede hablar de un tercero de rumbo Noroeste - Sureste, menos importante.

En el sistema de fallas de rumbo Norte - Sur, se distinguen dos fallas principales: la que separa el intrusivo de la cuenca sedimentaria, denominada aquí como Falla Guacamayos y la Falla del Río Ansu, que se encuentra cubierta por los depósitos aluviales cuaternarios. La Falla Guacamayos es profunda e inversa, la misma que ha controlado la evolución geológica tectono-magmática de las zonas adyacentes y puede considerarse parte del conjunto de fallas regionales profundas que penetran dentro de la corteza, lo cual permitió la salida del magma

hacia la superficie y facilitó los movimientos tectónicos ascendentes de la cordillera andina. Los desplazamientos de este sistema de fallas son principalmente verticales.

En el sistema de fallas de rumbo Suroeste - Noreste se destaca la Falla Río Jatunyacu que nace en el intrusivo y sobrepasa Puerto Napo. En este sistema los desplazamientos son tanto horizontales como verticales.

Finalmente el sistema de fallas de rumbo Noroeste - Sureste está representado por la Falla del Río Illoculín, la misma que limita el lado Sur del intrusivo, ésta es una falla con desplazamiento horizontal, detectada muy claramente en la imagen Landsat.

Paralelas a estos tres sistemas principales, se encuentran numerosas fallas menores que en mayor o menor grado han afectado la estructura inicial de la subcuenca.

3.5. GEOLOGIA ECONOMICA

La zona estudiada tiene un potencial económico importante, tanto por la cantidad como por la calidad, de minerales metálicos como de no metálicos que se encuentran presentes sea aflorantes, o presentando buenos indicios prospectivos que ameritan una investigación más detallada. Es necesario e impostergable realizar las investigaciones geológico - mineras tendientes a evaluar las reservas de

arcillas, asfalto, calizas, carbón, materiales de construcción, minerales radiactivos, oro, rocas ornamentales y yeso existentes en la zona para luego implementar un plan conjunto de explotación, industrialización y uso adecuados. Existe además un enorme potencial hídrico en la región, el que debe ser evaluado para su posible aprovechamiento en la generación de energía hidroeléctrica y para la provisión de agua potable.

Con la existencia de estos importantes recursos ha surgido en el Congreso Nacional, la idea de construir una ciudad industrial en las orillas del río Napo, que vendría a solucionar algunos de los múltiples problemas socioeconómicos que afronta el país, como son el déficit de materia prima para la industria y el alto índice de desocupación que en la actualidad alcanza proporciones alarmantes.

A continuación se detallan, por orden alfabético, los principales recursos minerales presentes en el área:

ARCILLAS:

Se encuentran presentes en la Formación Tena, arcillas superficialmente rojas debido al contenido de minerales de hierro; no se han realizado análisis para determinar el tipo de arcilla de esta formación.

La Formación Chalcana también está conformada por arcillas abigarradas, en su parte media y superior (Ver fotografías N° 13 y 14, Apéndice A).

Una arcilla bentonítica se encuentra en la parte media de la Formación Arajuno; además en perforaciones petroleras se han detectado arcillas rojas y en parte tobáceas en la parte media de esta formación.

ASFALTO:

Buenos indicios de asfalto fueron encontrados en las rocas calcáreas de la Formación Napo; la acumulación de este hidrocarburo se ve favorecida por el fracturamiento de las calizas que ha originado una buena porosidad secundaria, existiendo incluso desarrollo cárstico. El mayor volumen de petróleo pesado ha emigrado a la infrayacente Formación Hollín, la misma que constituye la roca reservorio del petróleo que se encuentra en la Región Oriental de nuestro país. La presencia de petróleo pesado en estas formaciones ha dado lugar a la implementación del Proyecto Pungarayacu, llevado adelante por CEPE, al Norte de la zona estudiada, en donde se han realizado hasta el momento 19 perforaciones, hasta una profundidad máxima de 650 metros; los testigos de perforación han permitido determinar que el yacimiento va desde la superficie hasta 600 metros de profundidad y las reservas probables son del orden de 3.860 millones de barriles. Se ha previsto para el

futuro continuar estas investigaciones en el Sur de esta campo, es decir en la zona estudiada en este trabajo, en donde existen también condiciones favorables dada la distribución areal de la Formación Napo.

CALIZA:

En volumen, éste es el recurso más importante de la región y se la encuentra en la Formación Napo. En las quebradas ubicadas al Este de Puerto Napo están los más importantes afloramientos de caliza pertenecientes al miembro medio de la Formación Napo. En la actualidad se están realizando los estudios de factibilidad por parte de la Empresa de Cemento Chimborazo con miras a instalar una fábrica de cemento en Puerto Misahuallí, unos 20 km al Este de Puerto Napo. Esta caliza además puede ser utilizada en la elaboración de cal, en la industria del vidrio y papel.

CARBON:

Cerca de la población de Carlos Julio Arosemena Tola, existen buenos indicios de lignito en el miembro superior de la Formación Arajuno, son horizontes bien definidos aunque se presentan bastante impuros, es necesario por tanto efectuar análisis químicos y físicos para determinar la calidad del mineral. No se ha descartado la presencia de carbón en la Formación Tiyuyacu en los afloramientos

cercanos al intrusivo, pues se encontraron indicios en los aluviales del río Uchucullín.

COBRE Y SULFUROS METALICOS:

Minerales de cobre y otros sulfuros metálicos se encuentran asociados al Granito de Abitagua - Guacamayos, indicios de estos minerales fueron encontrados en los rodados de los principales ríos de la zona, en especial en los rodados de rocas básicas del río Jatunyacu, en donde se encuentra calcopirita, bornita, malaquita, piritita, etc.

MATERIALES DE CONSTRUCCION:

Grandes volúmenes de arenas, gravas y bloques se encuentran en las formaciones Tiyuyacu, Arajuno, Chambira, Mera y depósitos de terraza y aluviales, los mismos que son actualmente explotados para la construcción de viviendas y afirmado de carreteras en toda la zona.

MINERALES RADIOACTIVOS:

Importantes anomalías geoquímicas y sentilométricas de uranio han sido detectadas en las rocas fosfóricas del miembro superior de la Formación Napo y también cerca del contacto con la Formación Tena. Además, en los registros de los pozos de exploración petrolera que

atraviesan la Formación Napo aparecen horizontes anomálicos en los estratos que contienen rocas fosfóricas y cerca del contacto con la Tena. Sin embargo, en un programa de prospección - exploración de uranio hay que tener mucho cuidado, puesto que las lutitas negras también dan emisiones relativamente altas de rayos gamma y se los puede confundir con horizontes fosfáticos.

ORO:

Es el recurso más explotado en la actualidad por los habitantes de la región. se lo encuentra en placeres aluviales, en las terrazas de los ríos Jatunyacu, Napo, Ansu y Pano. Investigaciones recientes realizadas por la Dirección General de Geología y Minas (Proyecto Cóndor), indican que las formaciones Tiyuyacu, Arajuno, Chambira y Mera contienen este recurso y son fuente del oro que se continúa depositando en los aluviales actuales. El origen primario de este importante mineral se lo ubica en las rocas metamórficas de la Cordillera Real.

ROCAS ORNAMENTALES:

El granito de Abitagua - Guacamayos, en los lugares donde se presenta fresco, puede ser utilizado como una excelente roca ornamental en edificaciones, dada su vistosidad, color y textura.

YESO:

Interesantes indicios de yeso de tipo secundario fueron encontrados rellenando las fracturas de las arcillas de las formaciones Chalcana y Arajuno. La presencia de este importante mineral utilizado en la industria del cemento merece ser investigada, implementando un proyecto de prospección - exploración para cuantificar reservas y determinar la calidad y rentabilidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

1. La zona estudiada en este trabajo de tesis, significó una labor muy dura debido a su ubicación, densa vegetación (selva tropical húmeda), difícil acceso a ciertos lugares, el clima tropical imperante, lluvias permanentes e incluso la escasez de afloramientos, ya que una gran cantidad de materia orgánica en avanzado estado de descomposición cubre el 90 % del área total. A pesar de estos factores en contra, el trabajo realizado permite tener una idea bastante clara de la geología de la zona a escala 1:50.000
2. La geología del área es relativamente compleja dada su ubicación, en el Flanco Subandino Este de la Cordillera de los Andes, pero a la vez es interesante puesto que se encuentran presentes once unidades de rocas sedimentarias y dos ciclos magmáticos. La historia geológica se extiende desde el Jurásico hasta el Reciente.
3. La estructura geológica presente, es el resultado del más reciente levantamiento de Los Andes. Se puede distinguir en el área las siguientes estructuras regionales:
 - a. Flanco Este de la Cordillera Real, constituido por rocas metamórficas del Paleozoico.

- b. Zona de Empuje de la Cordillera Real, junto a la cordillera. Es una franja afectada por fallamiento y es donde se han formado las estructuras regionales menores.
 - c. Domo Anticlinal Napo y Cordillera de Galeras, forma parte de la Cordillera Oriental.
 - d. Flanco Este de la Cordillera Oriental, a partir de donde la base del Cretáceo se profundiza hacia el Este hasta llegar a una profundidad de 3.000 metros en el eje de la Cuenca Terciaria.
4. El área mapeada se encuentra afectada por tres sistemas principales de fallas, uno de orientación Norte - Sur (fallas inversas), un segundo de orientación Suroeste - Noreste (principalmente fallas normales) y un tercero de rumbo Noroeste - Sureste (falla principal con movimiento horizontal).
5. La configuración geomorfológica actual de la zona es consecuencia, además del tipo de material, de varios procesos geológicos combinados como son los movimientos orogénicos, actividad magmática (fuerzas endógenas) y los procesos de meteorización y erosión (fuerzas exógenas), consecuencia de esto se tiene cuatro zonas geomorfológicas diferentes:
- a. Zona de Montañas con crestas abruptas (1.500 - 2.000 m.s.n.m.)
 - b. Zona de Colinas Altas y Medias (1.000 - 1.500 m.s.n.m.)

- c. Zona de colinas Bajas y Alargadas (600 - 1.000 m.s.n.m.)
 - d. Zona de Terrazas y Llanuras Aluviales (500 - 600 m.s.n.m.)
6. Los análisis macroscópicos y microscópicos de las muestras de rocas recolectadas y estudiadas en los afloramientos constituyen una excelente fuente de información para deducir los ambientes de sedimentación y para reconstruir la historia geológica de la Subcuenca del Napo y a la vez esto permitió inferir el origen de los numerosos recursos minerales metálicos y no metálicos.
 7. Este trabajo pretende ser un aporte a la comprensión de las características litológicas, estratigráficas y estructurales de una parte de la Región Oriental, constituyendo así la infraestructura geológica necesaria para emprender estudios y proyectos de diversa índole (minería, industrias, vialidad, etc.).

RECOMENDACIONES:

1. En vista de las dificultades encontradas en la realización de este trabajo, se hace necesario efectuar estudios geológicos adicionales en esta área a una escala mayor (1:25.000 ó 1:10.000), dado el interés geológico y el potencial económico de la región.
2. Concomitante con lo anterior, es necesario iniciar un programa de prospección - exploración de minerales metálicos y no metálicos en base a los indicios detectados en el área, con miras al aprovechamiento racional de los mismos.

3. La realización de dataciones radiométricas del intrusivo de Abitagua - Guacamayos, aflorante en la zona, permitiría mejorar la interpretación de la historia geológica y las relaciones estructurales del intrusivo con los sedimentos de la Subcuenca del río Napo.

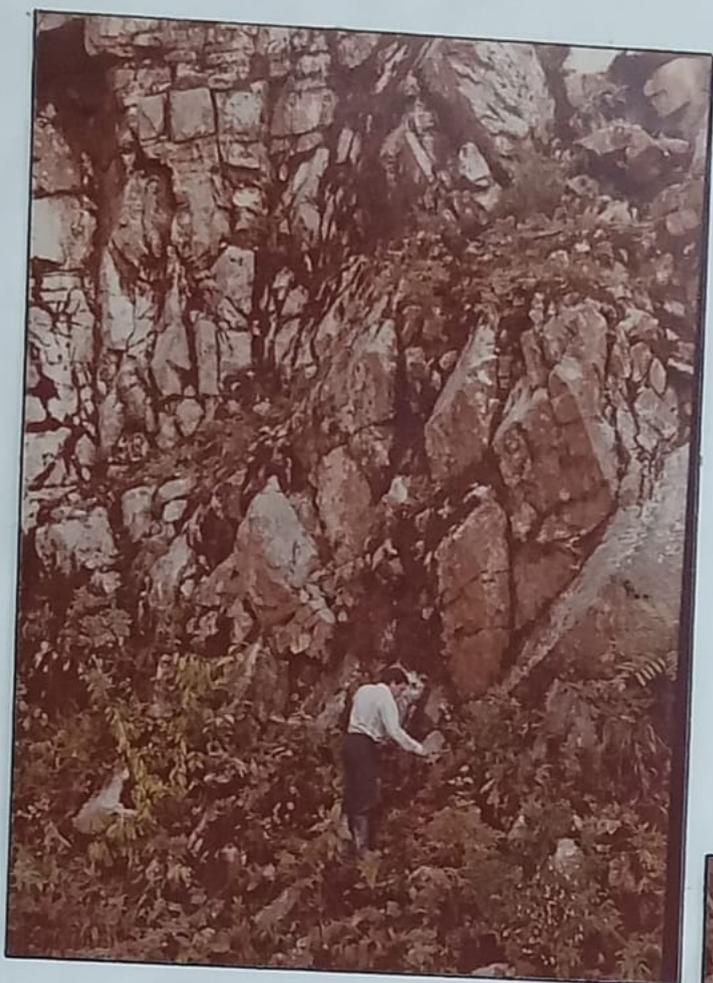
BIBLIOGRAFIA

1. ARREAZA, C., CARMONA, R., NICOLALDE, R.: Informe sobre el Levantamiento Geológico Regional Semidetallado del Area Norte de Timaná (Departamento de Huila, Colombia), C.I.A.F., Bogotá, 1980.
2. BRISTOW, C. R., HOFFSTETTER, R.: Lexique Stratigraphique International, Volumen V Amerique Latine, fascicule 5 a 2, Ecuador, 2da. Edición, Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 1977.
3. CAMPBELL, C. J.: Guide to the Puerto Napo Area Eastern Ecuador, Ecuadorian Geological and Geophysical Society, Quito, 1970.
4. CEPE: Informe Geológico de Semidetalle del Area Norte del Campo Pungarayacu, División de Exploración, CEPE, Quito, 1983.
5. CEPE: Reconocimiento Geológico de la Cordillera Napo - Galeras, escala 1: 100.000, CEPE, Quito, 1978.
6. COMPTON, R.: Geología de Campo, Editorial Pax, México, 1970.
7. DGGM: Mapa Geológico Nacional de la República del Ecuador, escala 1:1'000.000, Dirección General de Geología y Minas, Quito, 1982.

8. **ESPOL: Disposiciones para la elaboración de la Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, 1981.**
9. **FAUCHER, B., SAVOYAT, E.: Esquema Geológico de los Andes Ecuatorianos, FEGMPE, Guayaquil, 1975.**
10. **HALL, M., CALLE, J.: Control Geocronológico de los principales eventos tectónico - magmáticos del Ecuador, Revista de Información Técnico Científica, Escuela Politécnica Nacional. Vol. VI, N° 4, Quito, 1981.**
11. **MARTINEZ - ALVAREZ, J. A.: Mapas Geológicos: Explicación e Interpretación, Editorial Paraninfo S. A., Madrid, 1981.**

APENDICES

APENDICE A
FOTOGRAFIAS DE LOS AFLORAMIENTOS
TIPIICOS DE LAS UNIDADES DE ROCA
ESTUDIADAS

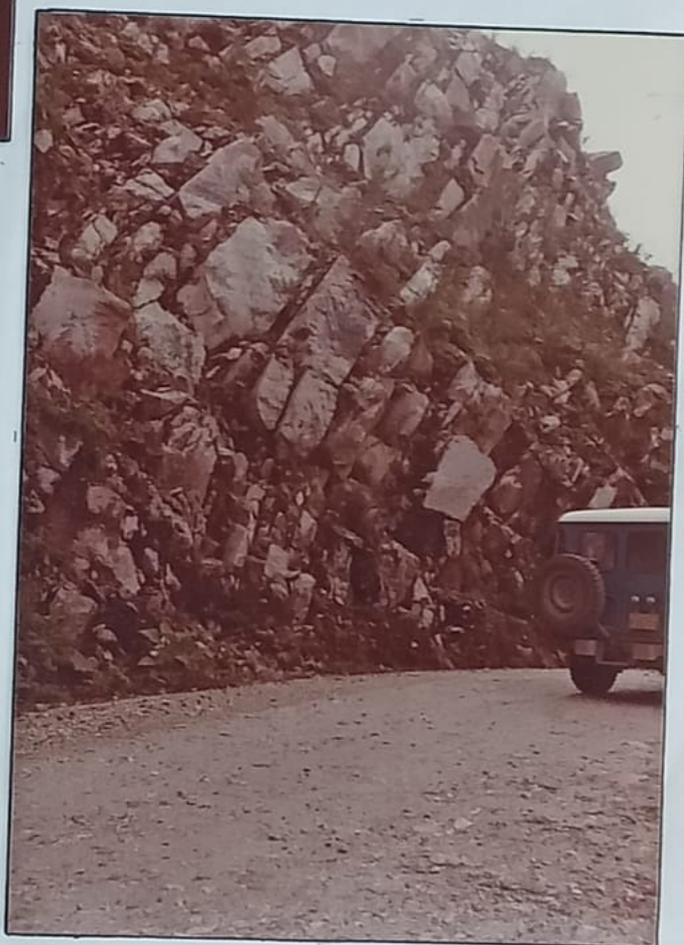


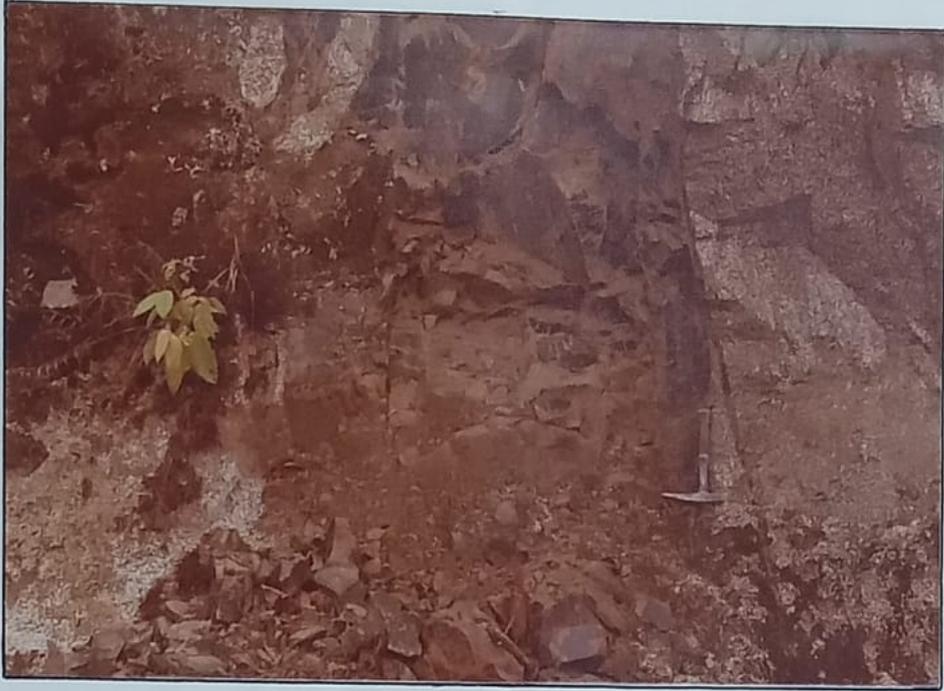
FOTOGRAFIA N° 1
Afloramiento del Granito de Abitagua - Guacamayos, nótese el intenso fracturamiento y parcial meteorización.



BIBLIOTECA FICT
ESPOL

FOTOGRAFIA N° 2
Sistema de diaclasas ortogonales presente en el Granito de Abitagua - Guacamayos.





FOTOGRAFIA N° 3

El mismo Granito de Abitagua - Guacamayos cortado por un dique de roca basáltica, se observa diaclasamiento en las dos rocas e in tensa meteorización en el granito.



FOTOGRAFIA N° 4

Afloramiento de la Formación Napo, calizas y lutitas con nódulos de Chert, obsérvese el desarrollo kárstico, afloramiento ubicado al Este de Puerto Napo.

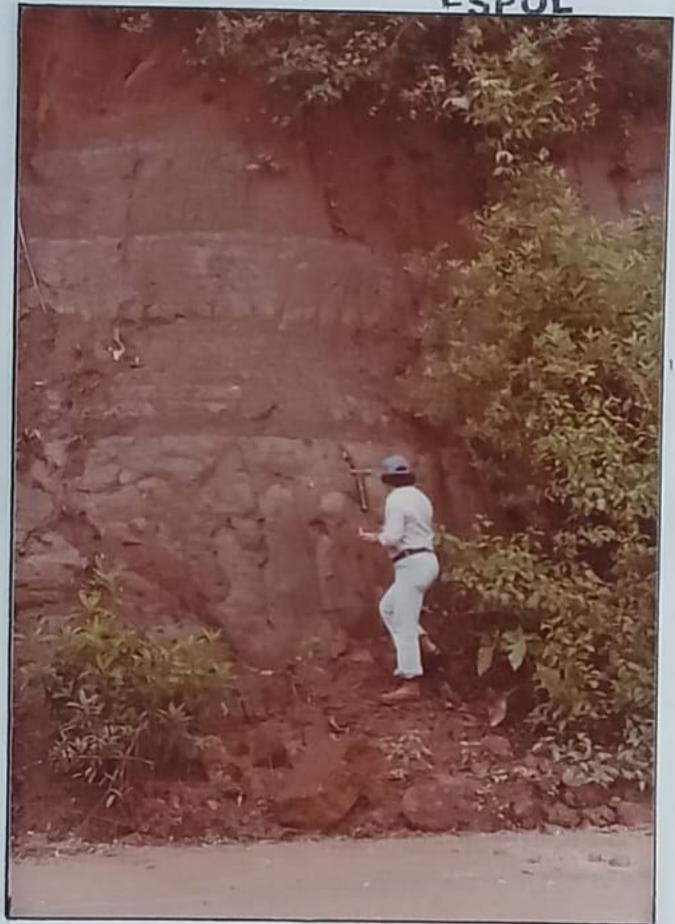


FOTOGRAFIA N° 5
Diaclasamiento vertical en areniscas de la Formación Tena, 1 Km. al sur de Puerto Napo.



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL TENA
ESPOL

FOTOGRAFIA N° 6
Aproximadamente 1 Km. al Sur de Puerto Napo se observan estratos horizontales de areniscas y limolitas abigarradas de la Formación Tena.





FOTOGRAFIA N° 7

Afloramiento de arcillas y areniscas de la Formación Tena en los alrededores de Pano. Obsérvese una discordancia angular entre los estratos de la formación y la sobrecarga de depósitos cuaternarios.

FOTOGRAFIA N° 8
Contacto entre las Formaciones Tena y Tiyuyacu, localizado en las cercanías de Pano.





FOTOGRAFIA N° 9

El mismo contacto de la fotografía N° 8 entre las arcillas de la Formación Tena y el conglomerado basal de la Formación Tiyuyacu.

FOTOGRAFIA N° 10
Arenisca grafitosa y conglomerado fino de la Formación Tiyuyacu en el río Uchucullín.



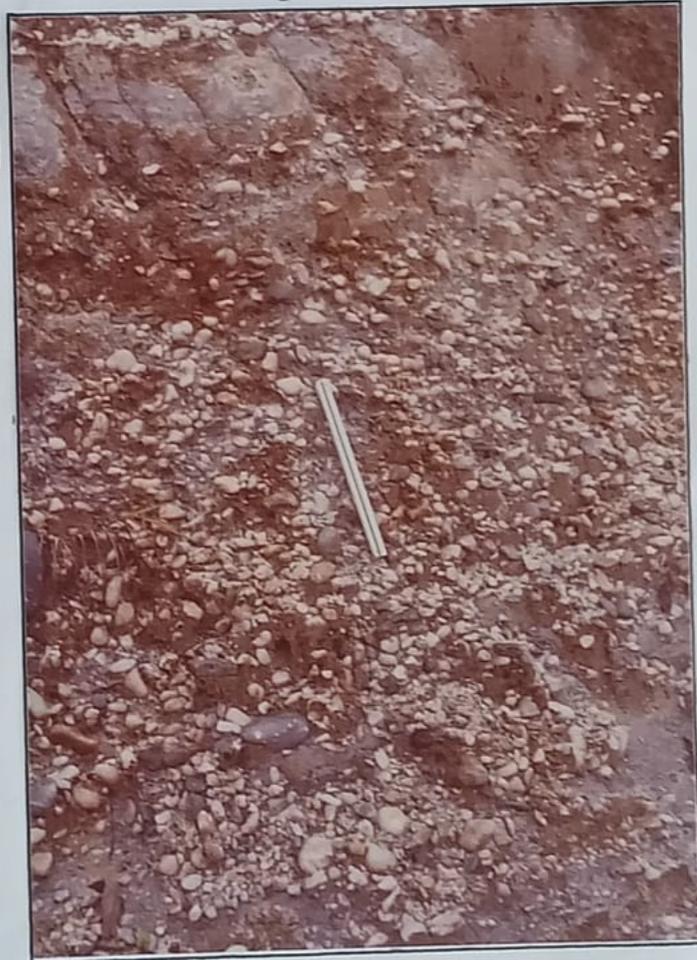


FOTOGRAFIA N° 11

Conglomerados, areniscas conglomeráticas y areniscas en posición subhorizontal de la Formación Tiyuyacu afloran 2.5 Km. al Sur de Puerto Napo.

FOTOGRAFIA N° 12

Detalle del afloramiento anterior de la Formación Tiyuyacu donde se notan clastos de cuarzo, chert y rocas metamórficas englobados en una matriz arenosa, los clastos son hasta de 15 cm. de diámetro, se nota además intercalaciones de estratos subhorizontales de arenisca (escalímetro de 30 cm.).





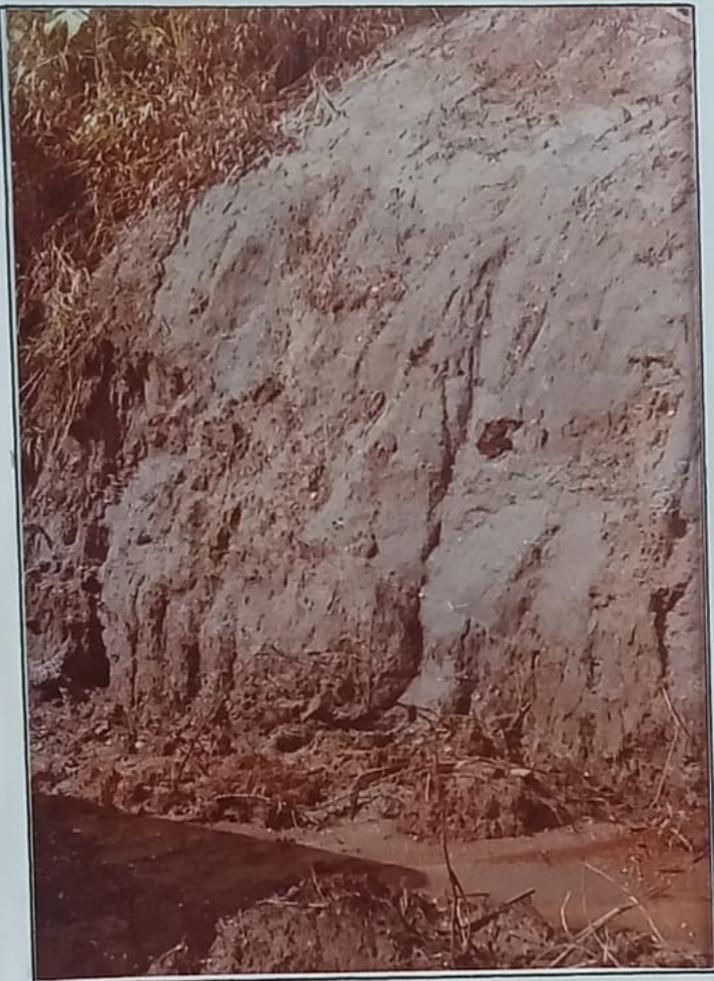
FOTOGRAFIA N° 13

Afloramiento de areniscas y arcillas de la Formación Chalcana localizado a 5 Km. al Sur de Puerto Napo, en las cercanías de Apuya.

FOTOGRAFIA N° 14

Típicas arcillas y limos abigarrados de la Formación Chalcana ubicados cerca del afloramiento de la fotografía anterior.





FOTOGRAFIA N° 15
Afloramiento de areniscas con glomeráticas y areniscas intercaladas de la Formación Arajuño, se nota además la presencia de lignito.



FOTOGRAFIA N° 16
Acercamiento del afloramiento de la fotografía anterior nótese la intercalación de conglomerado y arenisca con glomerática. (Cercanías de C.J.Arosemena T.).



FOTOGRAFIA N° 17

Banco de conglomerado formado por clastos de rocas volcánicas e intrusivas en matriz arenosa, correspondientes a la Formación Mera, al Este del río Ilocullín.

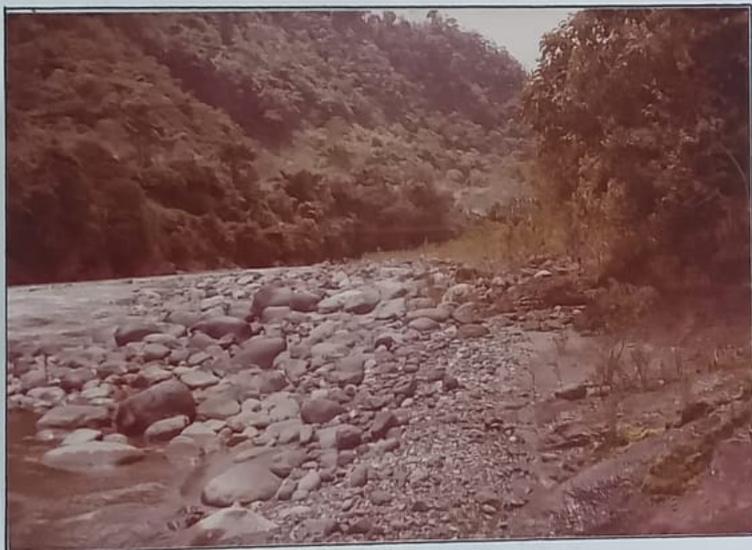
FOTOGRAFIA N° 18

Lahar proveniente del volcán Sumaco depositado sobre las formaciones Napo y Tena, al Norte de Puerto Napo.





FOTOGRAFIA Nº 19
Depósito aluvial en el río Jatunyacu (cabeceras del río Napo),
constituído por rocas volcánicas, plutónicas y metamórficas. Im-
portantes reservas de oro aluvial han sido determinadas.



FOTOGRAFIA Nº 20
Depósito aluvial del río Ansu, también contiene oro, nótese la
presencia de las ancillas rojas de la Formación Tena que han si-
do erosionadas por el río.



BIBLIOTECA FIC
ESPOL



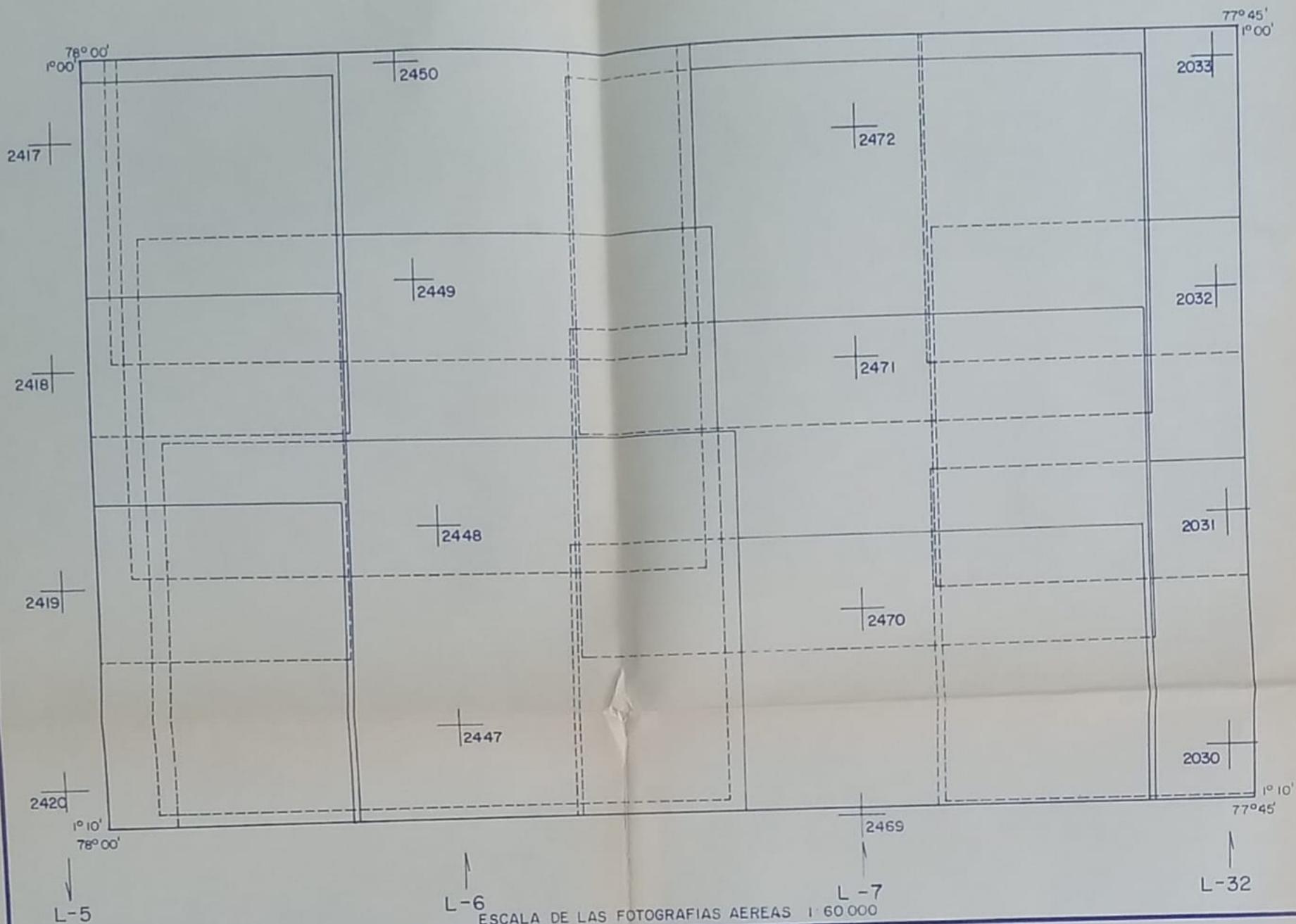
FOTOGRAFIA N° 21

La Formación Napo es rica en fauna fósil, aquí se observa un amonite del Albense (Cretáceo), encontrado al Este de Puerto Napo.

BIBLIOTECA



FACULTAD DE ING.
EN CIENCIAS DE LA TIERRA



2420

CENTRO DE FOTOGRAFIAS AEREAS

L-5 LINEA DE VUELO

ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA MINAS Y PETROLEOS

INDICE DE FOTOGRAFIAS AEREAS

TESIS PREVIA A LA OBTENCION
DEL TITULO DE INGENIERO
GEOLOGO.

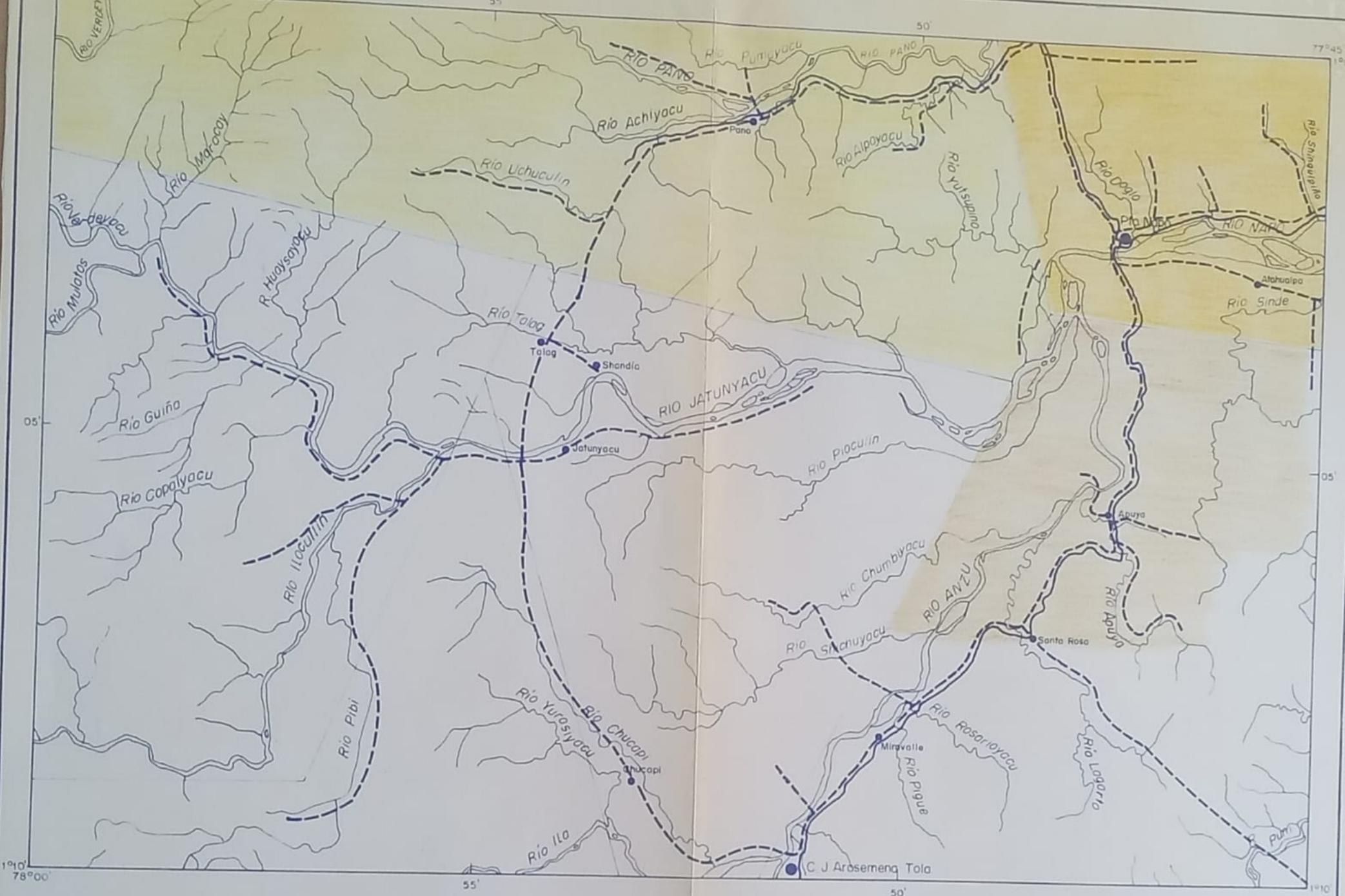
ELABORADO POR SALOMON BRITO V.

REVISADO POR

APROBADO POR

LAMINA Nº 2

ESCALA 1:100000 FECHA



LEYENDA

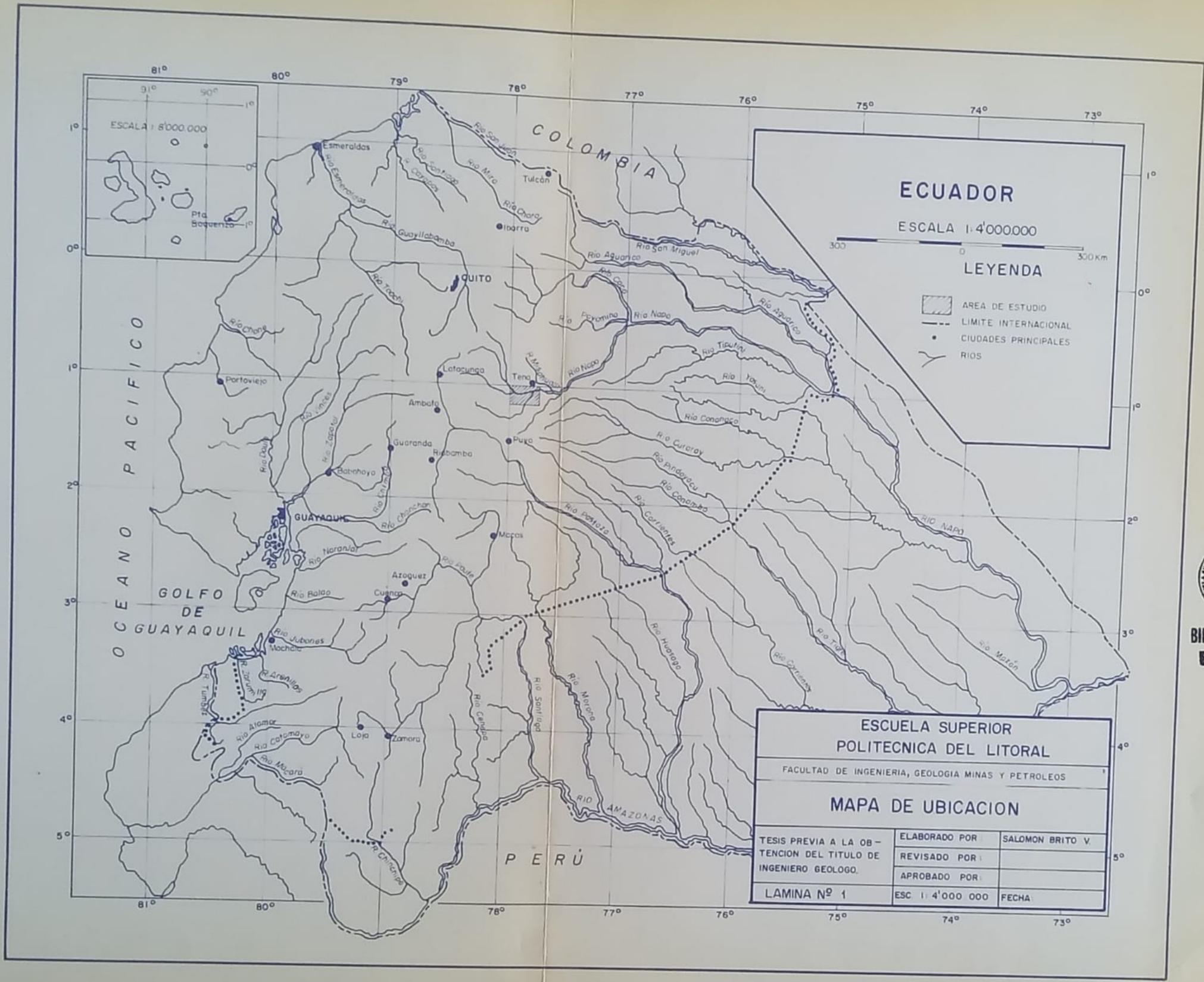
Trabajo de campo (comisiones)



Rutas geológicas



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL		
FACULTAD DE INGENIERIA, GEOLOGIA MINAS Y PETROLEOS		
MAPA DE AVANCE DE TRABAJO DE CAM- PO Y RUTAS GEOLOGICAS SEGUIDAS		
TESIS PREVIA A LA OB- TENCION DEL TITULO DE INGENIERO GEOLOGO	ELABORADO POR REVISADO POR APROBADO POR	SALOMON BRITO V.
LAMINA N° 4	ESCALA 1 : 100 000	FECHA



**ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DEL LITORAL**

FACULTAD DE INGENIERIA, GEOLOGIA MINAS Y PETROLEOS

MAPA DE UBICACION

TESIS PREVIA A LA OB- TENCION DEL TITULO DE INGENIERO GEOLOGO.	ELABORADO POR	SALOMON BRITO V.
	REVISADO POR	
	APROBADO POR	
LAMINA Nº 1	ESC 1:4'000'000	FECHA

BIBLIOTECA
ES