

REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

BOLETÍN N° 129

Serie A: Carta Geológica Nacional

**GEOLOGÍA DE LOS CUADRÁNGULOS DE RÍO
GÜEPPÍ, GÜEPPÍ, SANTA TERESA, PUERTO
VÉLIZ, PANTOJA, RÍO ANGUSILLA, ANGUSILLA,
QUEBRADA LOBO, VENCEDORES, CHINGANA,
NUEVA JERUSALÉN, YABUYANOS, BELLAVISTA,
ARICA, SAN MARTIN, RÍO TAMBORYACU
y CAMPUYA**

HOJAS:

1-l, 1-m, 1-n, 1-ñ, 2-m, 2-n, 2-ñ, 3-l, 3-m, 3-n, 3-ñ, 3-o, 4-l, 4-m, 4-n, 4-ñ y 4-o

Por:

Fredy Cerrón Z.
Julio Sánchez M.
Walter Rossel S.

Jorge Galdos H.
Washington Larico C.
César Chacaltana B.

 **INGEMMET**

Lima - Perú
Noviembre, 1999

REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO



Boletín N° 129
Serie A: Carta Geológica Nacional

**GEOLOGÍA DE LOS CUADRÁNGULOS DE RÍO
GÜEPPÍ, GÜEPPÍ, SANTA TERESA, PUERTO VÉLIZ,
PANTOJA, RÍO ANGUSILLA, ANGUSILLA,
QUEBRADA LOBO, VENCEDORES, CHINGANA,
NUEVA JERUSALÉN, YABUYANOS, BELLAVISTA,
ARICA, SAN MARTÍN, RÍO TAMBORYACU Y
CAMPUYA**

Hojas:

1-l, 1-m, 1-n, 1-ñ, 2-m, 2-n, 2-ñ, 3-l, 3-m, 3-n, 3-ñ, 3-o, 4-l, 4-m, 4-n, 4-ñ y 4-o

Por:

Fredy Cerrón Zevallos
Julio Sánchez Miliano
Walter Rossel Solis

Jorge Galdos Huaco
Washington Larico Cayo
César Chacaltana Budiel

 **INGEMMET**

Lima - Perú
Noviembre, 1999



INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

DANIEL HOKAMA TOKASHIKI
Ministro de Energía y Minas

JORGE CHAMOT SARMIENTO
Ministro de Energía y Minas
(Desde octubre, 1999)

JUAN MENDOZA MARSANO
Vice-Ministro de Minas
Presidente del Consejo Directivo del INGEMMET

MARCIAL GARCÍA GARCÍA - ROBERT PLENGE CANNOCK -
LINDBERG MEZA CÁRDENAS - GERARDO PÉREZ DEL
ÁGUILA - FERNANDO PERALES CALDERÓN
Consejo Directivo

HUGO RIVERA MANTILLA
Director Técnico

FUNCIONARIOS TÉCNICOS RESPONSABLES

ÓSCAR PALACIOS MONCAYO
Director General de Geología

AGAPITO SÁNCHEZ FERNÁNDEZ
Director de Carta Geológica Nacional

FRANCISCO HERRERA ROMERO
Director de Información y Promoción

Primera Edición, INGEMMET 1999
Coordinación, Revisión y Edición
Dirección de Información y Promoción, INGEMMET
Lima - Perú
Impreso en el INGEMMET

Hecho el Depósito Legal N° 1513099-3951
Razón Social : Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)
Domicilio : Av. Canadá 1470, San Borja – Lima-Perú

Contenido

RESUMEN	1
Capítulo I.....	3
INTRODUCCIÓN	3
1.1 UBICACIÓN Y EXTENSIÓN	3
1.2 ACCESIBILIDAD	3
1.3 BASE TOPOGRÁFICA	5
1.4 ESTUDIOS ANTERIORES	5
1.5 METODOLOGÍA DE TRABAJO	6
1.6 PARTICIPANTES	7
Capítulo II	9
GEOGRAFÍA	9
2.1 UNIDADES GEOGRÁFICAS	9
2.1.1 Llanura Amazónica	9
2.2 HIDROGRAFÍA	11
2.2.1 Cuenca del río Putumayo	11
2.2.1.1 Subcuenca del río Güeppí	15
2.2.1.2 Subcuenca del río Paneylla	15
2.2.1.3 Subcuenca del río Angusilla	15
2.2.1.4 Subcuenca del río Yubineto	15
2.2.1.5 Subcuenca del río Yabuyanós	15
2.2.1.6 Subcuenca del río Campuya	16
2.2.1.7 Subcuenca del río Eré	16
2.2.2 Cuenca del río Napo	16
2.2.2.1 Subcuenca del río Aguarico (margen izquierda del río Napo)	16
2.2.2.2 Subcuenca del río Santa María	17
2.2.2.3 Subcuenca del río Tamboryacu	17
2.2.2.4 Subcuenca del río Curaray (margen derecha del río Napo)	17
2.3 CLIMA	18
2.3.1 Temperatura	18
2.3.2 Precipitación	18

2.3.3	Humedad relativa	20
2.4	SUELOS.....	20
2.5	REGIÓN NATURAL OMAGUA O SELVA BAJA	22
2.6	RECURSOS NATURALES	22
2.6.1	Flora	24
2.6.1.1	Bosques en terraza fluvial	24
2.6.1.2	Bosques en terraza aluvial	31
2.6.1.3	Bosques en colinas	31
2.6.2	Fauna	32
2.6.2.1	Fauna en el sector de terraza fluvial	32
2.6.2.2	Fauna en sector de terraza aluvial baja	33
2.6.2.3	Fauna en el sector de colinas	33
2.7	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	33
Capítulo III.....		35
GEOMORFOLOGÍA		35
3.1	MORFOLOGÍA FLUVIAL	35
3.2	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	37
3.2.1	Planicies	37
3.2.1.1	Terraza fluvial	38
	Sector estacionalmente inundable	38
	Sector permanentemente inundado	41
3.2.1.2	Terraza aluvial baja	42
3.2.1.3	Terraza aluvial alta	42
3.2.2	Colinas	49
3.2.2.1	Colinas bajas (220–270 msnm)	49
	Colinas bajas con mayor grado de disección.....	49
	Colinas bajas con menor grado de disección.....	50
Capítulo IV		55
ESTRATIGRAFÍA DE SUPERFICIE		55
4.1	FORMACIÓN PEBAS	57
4.1.1	Definición	57
4.1.2	Distribución	61
4.1.3	Litología	61
4.1.4	Grosor	67
4.1.5	Facies	67
4.1.6	Secciones litoestratigráficas	70
4.1.7	Descripción	70
	Río Putumayo	70
	Río Napo	72

4.1.8	Relaciones estratigráficas	101
4.1.9	Paleambiente de sedimentación	101
4.1.10	Edad	102
4.1.11	Correlación	102
4.2	FORMACIÓN IPURURO	102
4.2.1	Definición	105
4.2.2	Distribución	105
4.2.3	Litología	105
4.2.4	Grosor	105
4.2.5	Facies	106
4.2.6	Secciones estratigráficas	107
4.2.7	Descripción	107
4.2.8	Relaciones estratigráficas	108
4.2.9	Paleoambiente de sedimentación	108
4.2.10	Edad	108
4.2.11	Correlación	115
4.3	FORMACIÓN NAUTA	115
4.3.1	Definición	115
4.3.2	Distribución	115
4.3.3	Litología	116
4.3.4	Grosor	116
4.3.5	Facies	116
4.3.6	Secciones estratigráficas	118
4.3.7	Descripción	118
4.3.8	Relaciones estratigráficas	120
4.3.9	Paleoambiente de sedimentación	120
4.3.10	Edad	125
4.3.11	Correlación	125
4.4	DEPÓSITOS CUATERNARIOS	125
4.4.1	Depósitos Fluviales	125
4.4.2	Depósitos Aluviales	125
Capítulo V	161
ESTRATIGRAFÍA DEL SUBSUELO	161
BASAMENTO PRE-CRETÁCEO	161
5.1	BASAMENTO CRISTALINO (Proterozoico)	161
5.2	FORMACIÓN SARAYAQUILLO (Jurásico)	162
CRETÁCEO	162
5.3	FORMACIÓN CUSHABATAY (Cretáceo inferior)	162
5.4	FORMACIÓN RAYA (Cretáceo inferior)	165
5.5	FORMACIÓN AGUA CALIENTE (Cretáceo inferior)	166

5.6	FORMACIÓN CHONTA (Cretáceo inferior-superior)	166
5.7	FORMACIÓN VIVIAN (Cretáceo superior)	167
5.8	FORMACIÓN CACHIYACU (Cretáceo superior)	168
5.9	FORMACIÓN YAHUARANGO (Paleógeno)	168
5.10	FORMACIÓN POZO (Paleógeno superior)	169
5.11	FORMACIÓN CHAMBIRA (Paleógeno-Neógeno)	169
5.12	FORMACIÓN PEBAS (Neógeno)	170
Capítulo VI		171
GEOLOGÍA ESTRUCTURAL		171
6.1	RASGOS ESTRUCTURALES DEL BASAMENTO	171
6.2	RASGOS ESTRUCTURALES DE SUPERFICIE	173
6.2.1	Plegamientos	173
6.2.2	Lineamientos de orientación NO-SE	173
6.2.2.1	Lineamiento Santa María-Pantoja	173
6.2.2.2	Lineamiento Putumayo	175
6.2.3	Lineamientos de orientación NE-SO	175
6.2.3.1	Lineamiento Tiputini-Güepí	175
6.2.3.2	Lineamiento Lagartococha-Yarumosa	175
6.2.3.3	Lineamiento Campo Serio-Angusilla	176
6.2.4	Lineamientos menores	176
6.3	EVOLUCIÓN TECTÓNICA	176
Capítulo VII		179
GEOLOGÍA AMBIENTAL		179
7.1	ASPECTOS GENERALES	179
7.2	PROCESOS DE GEODINÁMICA EXTERNA	179
7.2.1	Erosión de riberas	179
7.2.2	Desbordes e inundaciones	181
7.2.3	Deslizamientos de tierras	181
7.2.4	Deforestación de bosques	181
7.3	DEPREDACIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE	182
7.4	LUGARES TURÍSTICOS	182
7.5	LUGARES ARQUEOLÓGICOS	182
7.6	USO DE LOS SUELOS	189
7.6.1	Suelos en la subcuenca del río Güepí	189
7.6.2	Suelos en la subcuenca del río Paneylla	189
7.6.3	Suelos en la subcuencas de los ríos Angusilla, Yubineto y Yabuyanós	190
7.6.4	Suelos en la subcuenca del río Campuya	190
7.7	CONCLUSIONES	190

Capítulo VIII	193
GEOLOGÍA ECONÓMICA	193
8.1 ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES	193
8.2 RECURSOS ENERGÉTICOS	194
8.2.1 Hidrocarburos	194
8.2.1.1 Estructuras con problemas de cierre estructural	197
8.2.1.2 Estructuras con problemas de sellos	197
8.2.1.3 Estructuras con problemas de migración y de generación	197
8.2.1.4 Aspectos geológicos	197
8.2.2 Carbón	198
8.3 RECURSOS MINERALES	202
8.3.1 Sustancias Metálicas	202
8.3.1.1 Ocurrencia metálica en el río Putumayo	205
8.3.1.2 En el río Curaray	205
8.3.1.3 En el río Napo	205
8.3.2 Sustancias No Metálicas	206
8.3.2.1 Arcillas	206
8.3.2.2 Arenas	207
8.3.2.3 Gravas	208
8.4 CONSIDERACIONES ECONÓMICAS	208
8.5 PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA	209
8.5.1 Muestreo y análisis químico	209
8.5.2 Análisis estadístico	209
8.5.3 Parámetros geoquímicos	210
8.5.4 Anomalías geoquímicas	210
 Capítulo IX	 213
GEOLOGÍA HISTÓRICA	213
 BIBLIOGRAFÍA	 217
 APÉNDICE PALEONTOLÓGICO	 221

RESUMEN

Los cuadrángulos de Río Güeppí, Güeppí, Santa Teresa, Puerto Véliz, Pantoja, Río Angusilla, Angusilla, Qda. Lobo, Vencedores, Chingana, Nueva Jerusalén, Yabuyanós, Bellavista, Arica, San Martín, Río Tamboryacu y Campuya están ubicados en el departamento de Loreto, en el nororiente del territorio peruano, en la Llanura Amazónica; comprenden una área de 34 953,5 km² aproximadamente.

Geográficamente el área estudiada se encuentra en la región natural de la Selva Baja u Omagua, y se caracteriza por ser de relieve casi plano cuya altitud máxima alcanza los 308 msnm en el extremo noroeste de la misma.

Esta región es drenada por una serie de ríos que conforman las cuencas hidrográficas de los ríos Napo y Putumayo que permiten un buen acceso en embarcación fluvial al área de estudio.

El clima es de selva tropical con temperaturas medias anuales de 24,7°C a 25,2°C y precipitación media total anual en el rango de 2 800 mm a 3 250 mm, es decir regímenes húmedos.

La geoforma presenta un relieve ondulado de colinas bajas y zonas planas las cuales se han agrupado en las siguientes unidades; terraza aluvial alta, terraza aluvial baja y terraza fluvial. Las colinas bajas se han dividido por el grado de disección de los cursos fluviales.

La secuencia estratigráfica existente en el área de estudio comprende rocas neógenas a depósitos inconsolidados cuaternarios los cuales presentan un relieve suave a ondulado debido a la posición subhorizontal de los estratos.

La unidad más antigua pertenece al Mioceno medio a superior, está conformada por una secuencia mayormente de limoarcillitas y areniscas finas limosas de la Formación Pebas que suprayacen a la Formación Chambira e infrayace en contacto discordante a los sedimentos psamíticos pliocénicos de la Formación Ipururo.

Cubriendo discordantemente a la Formación Ipururo o a la Formación Pebas se encuentran las capas rojas de la Formación Nauta asignada al Plio-Pleistoceno, a ésta le suprayacen depósitos aluviales y fluviales recientes.

Estas unidades han sido afectadas por la deformación tectónica Quechua del Mioceno evidenciándose en la actualidad una tectónica distensiva reciente como respuesta al levantamiento del basamento (Arco de Iquitos).

En geología ambiental se mencionan los fenómenos de geodinámica externa relacionados mayormente a erosión de riberas, deslizamientos e inundaciones debido a la dinámica fluvial.

En la zona de estudio no se tiene evidencias de depósitos minerales primarios, salvo los depósitos secundarios de oro tipo placer existentes a lo largo del río Putumayo, que son explotados por medio de dragas brasileñas y colombianas, así mismo en el río Curaray se tiene referencias que se ha lavado oro.

Posibilidades económicas se encuentran también en los depósitos de sustancias no metálicas y en la búsqueda de hidrocarburos, ya que los pozos exploratorios perforados por la Cía. Barret en el Lote 67 en el sector oeste de la zona de estudio reportan petróleo pesado.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo forma parte del programa de levantamiento de la Carta Geológica Nacional, realizada por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), a través de la Dirección de Carta Geológica Nacional, comprendiendo el cartografiado geológico a escala 1/100 000 de los cuadrángulos de Río Güeppí (1-l), Güeppí (1-m), Santa Teresa (1-n), Puerto Véliz (1-ñ), Pantoja (2-m), Río Angusilla (2-n), Angusilla (2-ñ), Quebrada Lobo (3-l), Vencedores (3-m), Chingana (3-n), Nueva Jerusalén (3-ñ), Yabuyanós (3-o), Bellavista (4-l), Arica (4-m), San Martín (4-n), Río Tamboryacu (4-ñ), y Campuya (4-o).

El objetivo principal es la elaboración de los mapas geológico del área a la escala 1:100 000 con la finalidad de diferenciar, identificar y definir las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona de estudio estableciendo su relación con los recursos minero energéticos y otros que sean favorables para promover el desarrollo local y regional.

1.1 UBICACIÓN Y EXTENSIÓN

El área cartografiada comprende una extensión aproximada de 22 400 km² y está ubicada en el extremo septentrional de la región nororiental del Perú, políticamente pertenece a la provincia de Maynas, departamento de Loreto hasta el límite con Ecuador y Colombia (río Putumayo). El área se encuentra entre las siguientes coordenadas geográficas (Fig. N° 1):

00°00' a 02°00' de latitud sur

73°30' a 76°00' de longitud oeste.

1.2 ACCESIBILIDAD

A través de la vía aérea se llega desde Lima a la ciudad de Iquitos principal centro urbano de la Región, existiendo diferentes líneas comerciales con frecuencia diaria.

El acceso también se puede lograr haciendo uso de la vía terrestre por carreteras asfaltadas hasta la ciudad de Yurimaguas y desde allí por vía fluvial hasta la ciudad de Iquitos.

Desde la ciudad de Iquitos se puede acceder al área de trabajo por dos importantes vías fluviales como son los ríos Napo y Putumayo que tienen carácter internacional.

El río Napo constituye una importante vía fluvial, uniendo varias poblaciones a lo largo de su recorrido, por aquí surcan embarcaciones de mediano y pequeño calado como lanchas, deslizadores y botes. El acceso al sector suroeste del área de trabajo se efectúa en

deslizador recorriendo a partir del río Napo los diversas ríos y quebradas tributarias como son los ríos Curaray, Santa María y Aushiri.

El acceso al sector noreste del área de trabajo se realiza mediante un vuelo en avioneta desde la ciudad de Iquitos al distrito del Estrecho, lugar del cual se viaja en embarcaciones pequeñas a lo largo del río Putumayo y sus diversos ríos y quebradas tributarias que cruzan el sector oriental del área de estudio.

En algunas zonas se ha seguido trochas que conducen a las colpas; lugar de caza de los lugareños, y donde se aprecian buenas exposiciones de afloramientos, que son frecuentados por las aves y mamíferos por las sustancias y sales que contiene el terreno.

1.3 BASE TOPOGRÁFICA

Los mapas geológicos han sido elaborados teniendo como base topográfica, las hojas del Instituto Geográfico Nacional (IGN), editados por la DEFENSE MAPPING AGENCY (DMA) de los Estados Unidos de Norte América, a escala 1:100 000.

Se contó también con imágenes de radar (Radarsat y Jers-1) y Landsat TM a escalas 1:200 000 y 1:100 000. Estas imágenes fueron procesadas en los laboratorios del INGEMMET, cubriendo el 90 % del área estudiada, faltando parcialmente la parte correspondiente al sector noroeste.

Se ha empleado la combinación de las bandas 7,4,2 para la interpretación de las unidades geológicas y la combinación 4,5,7 para la interpretación geomorfológica. La interpretación estructural se ha efectuado sobre la base de imágenes del Jers-1.

Algunas hojas del IGN presentaban zonas con datos insuficientes, por lo cual en estas áreas se usaron imágenes satelitales para complementar la información.

1.4 ESTUDIOS ANTERIORES

Los estudios geológicos existentes sobre esta zona están relacionados principalmente a la prospección de hidrocarburos y al plan de desarrollo de la cuenca del Putumayo-Napo, y otros tratan de aspectos geológicos generalizados de las zonas aledañas.

Entre los estudios realizados por Petroperú que dan a conocer la estratigrafía y estructuras de la región tenemos:

Evaluación Geofísica–Geológica de las áreas comprendidas entre los ríos Napo y Curaray, Lote 8 (Convenio de Colaboración Bilateral Perú–Colombia).

Evaluación del potencial de petróleo de las cuencas Marañón y Ucayali. Lotes 8, 31 y 35. Vol 1, 2, 3 y 4.

Otros estudios que enfocan aspectos geológicos son:

Zonificación ambiental del ámbito de influencia del Proyecto Especial Binacional de Desarrollo Integral de la cuenca del río Putumayo, Partes I, II y III.

Zonificación ambiental para el Plan Modelo Colombo–Brasileño (Eje Apaporis–Tabatinga PAT).

DUMONT, JEAN FRANCOIS, (1992) en la publicación “Rasgos Morfoestructurales de la Llanura Amazónica del Perú”, presenta un resumen de las principales provincias morfoestructurales de la Amazonía peruana en relación con la tectónica andina reciente.

DUMONT, J.F.; LAMOTTE, S. & FOURNIER, M. (1988) en “Neotectónica del Arco de Iquitos”, resumen la neotectónica y dinámica fluvial de la baja Amazonía peruana, donde distingue dos dominios estructurales mayores.

RASANEN, MATTI et al (1994), realizan un estudio e interpretación de la geología en la zona de Iquitos y alrededores.

KALLIOLA, RISTO et al (1993), en “Amazonía Peruana”, resumen un estudio de la geografía, geología, vegetación y geo-ecología de la zona húmeda tropical en el Llano Amazónico.

SHEPPARD, LESLEY y BATE, RAYMOND, (1980), realizaron el siguiente trabajo; “Plio-Pleistocene Ostracods from the Upper Amazon of Colombia and Peru”, describen muestras paleontológicas colectadas en la Formación Pebas proporcionando información de holotipos que van a permitir asignar una geocronología a los estratos.

1.5 METODOLOGÍA DE TRABAJO

El trabajo de campo se realizó en dos campañas, de cuarenta días cada una entre los meses de marzo–abril y julio–agosto de 1999 completando un total de ochenta días de campo.

Para la elaboración del presente estudio, se ha empleado los procedimientos usuales para el cartografiado geológico regional siguiendo las siguientes etapas:

Gabinete I.- Comprende la recopilación y revisión de toda la información bibliográfica y cartográfica existente sobre la zona de estudio y sus alrededores. Se confeccionaron los mapas base de acuerdo a las características encontradas por interpretación de las imágenes de satélite a escala 1:100 000.

Fases de Campo I y II.- Comprende trabajos de comprobación en el campo con la finalidad de completar la información contenida en los mapas bases, así como confirmar y corregir los límites de las unidades interpretadas en gabinete. Se ha recorrido a lo largo de los diferentes ríos de la zona para levantar columnas estratigráficas de los afloramientos y así facilitar la correlación estratigráfica. También se recolectó muestras de rocas, sedimentos, fósiles y aguas para estudios petrográficos, mineralógicos, paleontológicos y análisis químicos en los laboratorios del INGEMMET, cuyos resultados se hacen conocer en la presente publicación.

Fase de Gabinete II.- Esta fase, intermedia entre las anteriores, comprende la

reinterpretación de la información obtenida en el campo y gabinete, asimismo el procesamiento de los datos de campo y laboratorio, la elaboración de mapas geológicos finales, acompañado de los perfiles, de las secciones estructurales, interpretación de resultados y redacción del informe geológico preliminar.

Fase de Gabinete III.- Para culminar este trabajo, en esta etapa se reinterpretaron las imágenes satelitales, se confeccionaron los mapas geológicos y perfiles-secciones estructurales definitivos a escalas 1:100 000, y finalmente se redactó el informe final.

1.6 PARTICIPANTES

El personal encargado del estudio geológico ha estado agrupado en dos brigadas, una conformada por los Ingenieros Fredy Cerrón Zeballos (Jefe de Brigada), Julio Sánchez Miliano y Walter Rosell Solís y la otra a cargo del Ing. Jorge Galdos Huaco (Jefe de Brigada) Washington Larico Cayo y César Chacaltana Budiel.

Los estudios petrográficos, mineragráficos y los análisis químicos fueron realizados por la Dirección de Laboratorios del INGEMMET, mientras que los estudios paleontológicos estuvieron a cargo de la Ing. María del Carmen Morales Reyna.

El área estudiada es una penillanura débilmente ondulada donde destacan elevaciones y pequeñas depresiones, sobre cuya superficie se ha desarrollado un complicado sistema de drenaje. Las partes elevadas son colinas bajas (alturas, restingas o tierras firmes), cuya superficie es drenada y disectada por ríos considerados de menor magnitud o de segundo orden, los cuales fluyen hacia los ríos Napo y Putumayo, considerados de gran magnitud y de primer orden. Las partes de menor elevación son las planicies (llanuras) y terrenos alagables, los cuales albergan unidades fisiográficas con geoformas interdependientes a los cursos de los ríos. Asimismo, existen depresiones del terreno denominados bajíos o bajiales, que forman lagunas o cochas y pantanos periódicamente inundables (tahuampas o igapos) y otros alejados de las riberas (aguajales).

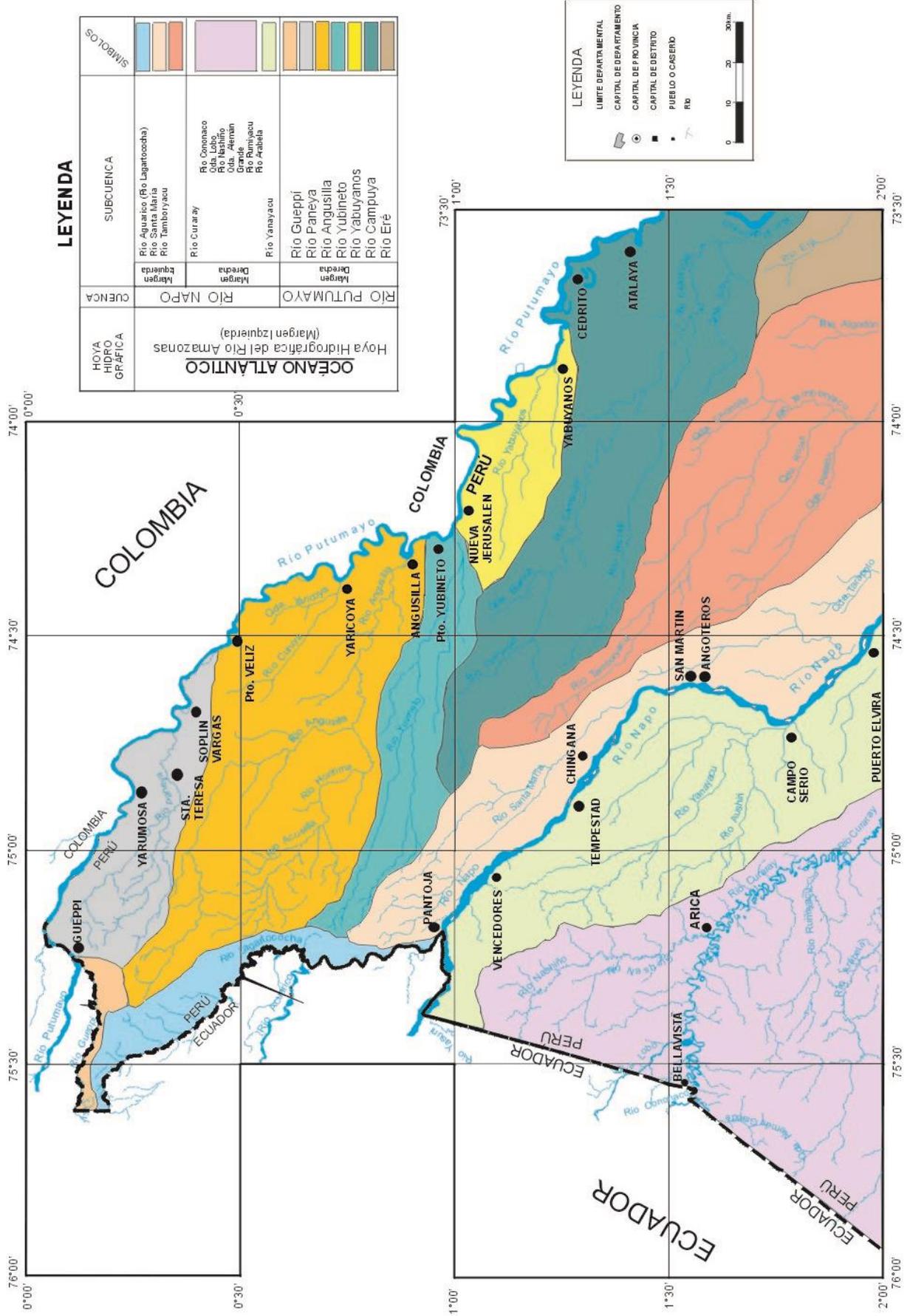
Asociados a estas distinciones morfológicas destacan los aspectos relacionados a su alta diversidad ecosistémica como producto de las interacciones del complejo biótico y los procesos físico-químicos del medio. La regularidad de caudales y composición de las aguas, los factores edáficos, clima, y biomasa van a determinar los tipos de ambientes presentes.

2.1 UNIDADES GEOGRÁFICAS

Se han distinguido en esta parte del territorio peruano, la Selva Baja o Llano Amazónico, y específicamente, en el área de estudio, la Llanura Amazónica.

2.1.1 Llanura Amazónica

Es la unidad geográfica que involucra toda la extensión del área estudiada (Foto N° 2.1). Su configuración morfológica muestra una planicie direccionada con suave inclinación NO-SE, cuya altura máxima alcanza 308 msnm, en el cuadrángulo de Arica. Estos relieves están constituidos por sedimentitas del Neógeno y depósitos fluviales y aluviales del Cuaternario en cuyos materiales se expresan terrazas altas y bajas, así como llanuras, barras y otras geoformas cuya distribución refleja la dinámica del medio. Los ríos Napo, Putumayo y sus tributarios discurren formando un sistema de corrientes con drenaje que disecta suave y profundamente la superficie. En algunos casos las zonas altas son antiguas terrazas fluviales, en otros casos se observan ondulaciones más suaves que corresponden a niveles menores entre colinas y llanuras de inundación. Un mayor porcentaje de estos niveles son antiguos lechos fluviales abandonados por los ríos Napo y Putumayo, como producto de la evolución



LEYENDA

HOYA HIDROGRÁFICA	CUENCA	SUBCUENCA	SÍMBOLOS
Hoya Hidrográfica del Rio Amazonas (Margen izquierda)	RIO NAPO	Rio Aguatico (Rio Lagatococha) Rio Santa Maria Rio Tamboryacu	[Color swatches for Rio Aguatico, Rio Santa Maria, Rio Tamboryacu]
	RIO PUTUMAYO	Margen Derecha	Rio Cononaco Rio Lobo Rio Maito Rio Maito Grande Rio Rumiaco Rio Arabela
Margen Izquierda		Rio Yanayacu	[Color swatches for Rio Yanayacu]
		Rio Gueppi Rio Paneva Rio Angusilla Rio Yubineto Rio Yabuyanos Rio Campuya Rio Eré	[Color swatches for Rio Gueppi, Rio Paneva, Rio Angusilla, Rio Yubineto, Rio Yabuyanos, Rio Campuya, Rio Eré]

LEYENDA

- LÍMITE DEPARTAMENTAL
- CAPITAL DE DEPARTAMENTO
- CAPITAL DE PROVINCIA
- CAPITAL DE DISTRITO
- PUERLO O CASERIO
- RIO

Scale: 0 10 20 30 km

Fig. N° 2.1 Mapa de Cuencas Hidrográficas

de sus meandros. Estas conformaciones permiten el desarrollo de grandes bosques sucesionales que albergan una flora y fauna variopinta de selva ecuatorial. En los sistemas de colinas, se ubican y desarrollan grupos humanos.

2.2 HIDROGRAFÍA

La zona de estudio está influenciada por dos grandes cuencas, la cuenca del río Napo y la cuenca del río Putumayo (Fig. N° 2.1), y comprende las redes hidrográficas de ambos ríos y sus principales tributarios. Este complejo hídrico a su vez, es parte de la cuenca hidrográfica del Amazonas, cuyas aguas desembocan al océano Atlántico. Los ríos Napo y Putumayo son los más grandes colectores de agua en la zona de estudio, y cruzan el área en dirección NO-SE, con pendientes que varían de 0 hasta 8%. En el Cuadro N° 2.1 se presentan las características hidrológicas del sistema hidrográfico principal y en el Cuadro N° 2.2 las del sistema hidrográfico de sus afluentes.

El régimen hidrográfico es particularmente caudaloso todo el año y está relacionado al tipo de clima y a la posición geográfica de los afluentes los cuales están ubicados en ambos hemisferios. Por ello, reciben crecientes correspondientes a los veranos de cada uno de ellos, ocurrientes en meses opuestos. Por ejemplo, los afluentes del río Putumayo, determinan un caudal bastante regular todo el año. La parte peruana, aporta caudales de crecida principalmente durante los meses de noviembre a abril y los de la parte colombiana, entre los meses de mayo a octubre. Para el río Napo, dependiente de los afluentes ecuatorianos, ocurre lo mismo. Sólo la posición latitudinal de toda el área, mayormente ubicada hacia el hemisferio sur, determina que los máximos caudales predominen entre los meses de noviembre y marzo, siendo la diferencia entre las fases máximas y mínimas, muy poco contrastada.

En cuanto a la naturaleza de las aguas fluviales, el río Napo y el Putumayo tienen carácter de aguas “blancas”, es decir, transportan gran cantidad de sedimentos ricos en nutrientes, baja transparencia y pH cercano a la neutralidad. Los afluentes más pequeños (“caños”), que nacen en lagunas y aguajales, son conocidos como de aguas “mixtas y negras”, por sus colores oscuros, aguas fuertemente ácidas, bajo pH, sin significativos volúmenes minerales, y escasos nutrientes.

2.2.1 Cuenca del río Putumayo

El río Putumayo tiene su origen en el cerro Bordoncillo a 3 600 msnm, en los andes colombianos, con una dirección de NO a SE y un ancho que fluctúa entre 200 m y 800 m. Sirve de límite territorial entre las repúblicas de Perú y Colombia desde su confluencia con el río Güeppí en la frontera del Perú con Ecuador. Está conformado en el área de estudio por siete subcuencas tributarias en la margen derecha, Güeppí, Paneylla, Yaricaya, Angusilla, Yubineto, Yabuyanós y Campuya.

El régimen hidrológico presenta una época de creciente durante los meses de mayo a agosto, y de vaciante de diciembre a febrero, tal como corresponde a los ríos originados en

Cuadro 2.1 Sistema hidrográfico principal del área de estudio

Sistema Hidrográfico Principal	Area km ²	Altitud Media (msnm)	Longitud de Ríos (km)	Pendiente promedio
Putumayo	27 156	159,7	995	0,09
Napo	10 864	219,5	530	0,04

Cuadro 2.2 Sistema hidrográfico del área de estudio

Sistema Hidrográfico Principal	Tributarios	Area km ²	Altitud Media (msnm)	Longitud de Ríos (km)	Pendiente Promedio
Putumayo	Gueppí	4 435	228,4	45	0,35
	Yaricaya	748	225,2	90	0,28
	Paneylla	575	224,2	800	0,22
	Angusilla	968	218,8	85	0,31
	Yubineto	2 328	222,3	120	0,23
	Yabuyanós	1 313	195,3	65	0,22
	Campuya	1 798	177,9	100	0,18
	Eré	2 008	160	70	0,15
Napo	Lagartococha	431	343,9	80	0,61
	Aguarico	410	288,1	32	1,32
	Santa María	680	274,2	48	0,54
	Loro Caparín	438	257,4	45	0,42
	Tarapoto	643	241,6	40	0,45
	Copalyacu	703	255,5	65	0,3
	Providencia	955	222,7	58	0,26
	Tamboryacu	3 048	231,6	185	0,21

Fuente .- "Evaluación del Potencial Hidroeléctrico Nacional", en INADE, 1995.



Foto N^o 2.1 Vista panorámica característica del relieve del Llano Amazónico. Al fondo el río Napo.



Foto N^o 2.2 Río Curaray mostrando su forma meandriforme, en la parte baja la desembocadura del río Arabela.

la vertiente andina septentrional. Este río es de gran caudal, importante para la navegación, con notable incidencia en el desarrollo de las comunidades de la región, cuya comunicación se realiza a través de naves provistas con motores fuera de borda y “pequepeques”. Su caudal se incrementa en la época de alta precipitación pluvial permitiendo el desplazamiento de naves de regular calado.

Su morfología tiene tramos ligeramente rectos con algunos anastomosados. El color de sus aguas en época de estiaje es de claro a incoloro y la turbidez está en función a las crecidas en época de lluvias, presentando por ello color marrón oscuro.

2.2.1.1 Subcuenca del río Güeppí

El río Güeppí es afluente del río Putumayo en su margen derecha, y sirve de límite a las repúblicas de Perú y Ecuador en los cuadrángulos de Río Güeppí (1-l) y Güeppí (1-m). Sus nacientes se sitúan en el Llano Amazónico del Ecuador. Tiene forma meándrica y es de poco caudal con un ancho promedio que varía de 20-30 m.

2.2.1.2 Subcuenca del río Paneylla

Este río tiene un recorrido con dirección NO-NE, sus aguas están erosionando sedimentos de la Formación Nauta. Sus nacientes se emplazan en el cuadrángulo de Güeppí, en la divisoria de los ríos Putumayo y Napo, en donde se reconocen rocas sedimentarias de la Formación Nauta. Es navegable en épocas de creciente por naves pequeñas. El color de sus aguas normalmente es oscuro debido al fondo y a los elementos en suspensión. Sus aguas se vierten por la margen derecha al río Putumayo.

2.2.1.3 Subcuenca del río Angusilla

Las nacientes de este río se encuentran en los cuadrángulos de Güeppí (1-m) y Pantoja (2-m), es navegable en época de creciente por pequeñas embarcaciones. Se presenta moderadamente meándrico, de corta amplitud, en temporada de precipitación fluvial, este río puede ser navegado casi hasta sus nacientes, según versiones proporcionadas por personas que lo recorrieron en busca de explotación de la madera y la caza. Este río vierte sus aguas por la margen derecha al río Putumayo en el poblado de Angusilla. Su recorrido lo hace mayormente sobre sedimentos rojos de la Formación Nauta y material cuaternario.

2.2.1.4 Subcuenca del río Yubineto

Es un río de menor dimensión que los antes mencionados, sus nacientes se encuentran en el cuadrángulo de Angusilla (2-ñ). Es navegable en épocas de creciente por embarcaciones menores, al igual que los ríos que desembocan en la margen derecha del río Putumayo, tiene una dirección NO-SE, presentándose meandriforme en su recorrido medio e inferior.

2.2.1.5 Subcuenca del río Yabuyanós

Es un río pequeño, que desemboca en la margen derecha del río Putumayo teniendo sus nacientes en el sector norte de la hoja de Nueva Jerusalén, es navegable durante la

estación de fuerte precipitación hasta su parte media, a diferencia de los otros ríos presenta causas pocos meandriiformes.

2.2.1.6 Subcuenca del río Campuya

Este río tiene sus nacientes en la hoja de Chingana (3-n), comparte la divisoria de aguas de los ríos que drenan al río Napo. Con dirección NO-SE, recorre más de 200 km hasta su desembocadura siendo su cauce bastante meandriiforme y es navegable a lo largo de casi todo su recorrido por embarcaciones pequeñas.

2.2.1.7 Subcuenca del río Eré

Es un río de extensión pequeña; sus nacientes se encuentran en el cuadrángulo de Campuya (4-o), presenta un curso casi recto en sus partes altas y poco meandriiforme en su parte media, su sector inferior se encuentra fuera del área de estudio en el cuadrángulo de Flor de Agosto donde vierte sus aguas al río Putumayo.

Es un río de bajo caudal en la mayor parte del año pero navegable con embarcaciones pequeñas.

2.2.2 Cuenca del río Napo

Las nacientes del río Napo se encuentran en los andes ecuatorianos, al SE de la ciudad de Quito. En territorio peruano se inicia en la confluencia con el río Yasuni, afluente del Napo en su margen derecha. Cerca a la localidad de Pantoja recibe por su margen izquierda al río Aguarico, el cual sirve a su vez como límite entre Perú y Ecuador. En territorio peruano toma una dirección NO-SE, hasta la localidad de Mazán presentando un cauce casi recto de forma anastomosada. En el área de estudio, tiene un ancho que varía de 1 500 a 3 000 m, y al igual que el río Putumayo, es de gran caudal, lo cual es importante para la navegación fluvial. Está integrado, en el área de estudio, por tres subcuencas tributarias correspondientes a los ríos: Aguarico, Santa María y Tamboryacu en la margen izquierda y una subcuenca, la del río Curaray en la margen derecha.

El régimen hidrológico presenta su época de creciente durante los meses de mayo a agosto, y de vaciante de diciembre a febrero, tal como corresponde a los ríos originados en la vertiente andina septentrional. El color de sus aguas en época de estiaje es de claro a incoloro (julio a octubre), siendo las aguas más claras a medida que se acerca a su nacimiento. La turbidez de sus aguas está relacionada a las crecidas (diciembre a mayo), las cuales están en función a la época de lluvias.

2.2.2.1 Subcuenca del río Aguarico (margen izquierda del río Napo)

El río Aguarico es afluente del río Napo en su margen izquierda y sirve de límite al Perú y Ecuador, en el cuadrángulo de Pantoja (2-m). Sus nacientes se sitúan en el Llano Amazónico del Ecuador. Tiene una dirección de norte a sur y se presenta como un río anastomosado, con presencia de cochas y aguajales.

Río Lagartococha.- Es un afluente del río Aguarico en su margen izquierda. Está ubicado en el sector noroeste del área de estudio, atraviesa los cuadrángulos de Río Güeppí, Güeppí y Pantoja. Tiene forma meándrica con abundantes aguajales y es de poco caudal. Este río limita al Perú y Ecuador, casi en la totalidad de su recorrido.

2.2.2.2 Subcuenca del río Santa María

Este río tiene sus nacientes en el cuadrángulo de Pantoja, al NE del poblado de Pantoja, y vierte sus aguas en la margen izquierda del río Napo, tiene una dirección NO-SE, su cauce y sus tributarios son casi rectos presentando pocos meandros en su sector bajo y marcadamente paralelo al río Napo. Probablemente el mismo control geológico del río Napo, estaría controlando la dirección del cauce del río Santa María. El recorrido de sus aguas lo hace mayormente sobre las capas rojas de la Formación Nauta y en forma secundaria sobre secuencias pelíticas de la Formación Pebas.

2.2.2.3 Subcuenca del río Tamboryacu

Tiene sus nacientes en el cuadrángulo de Chingana, después de un largo recorrido de más de 150 km desemboca en el cuadrángulo de Santa Clotilde. Sólo se encuentran en el área de estudio, sus sectores superior y medio donde presenta un cauce algo meandriforme con dirección NO-SE, siendo su curso ligeramente paralelo al río Napo.

2.2.2.4 Subcuenca del río Curaray (margen derecha del río Napo)

El río Curaray.- Es afluente del río Napo en su margen derecha, desemboca en la localidad de Curaray. Sus nacientes se ubican en el flanco oriental de los Andes ecuatorianos y está ubicado al suroeste del área de estudio, ocupando los cuadrángulos de Bellavista (4-l), Arica (4-m) y San Martín (4-n). Es un río de regular caudal y se caracteriza por su forma meándrica, acompañada de cochas y meandros abandonados.

Río Nashiño (margen izquierda del río Curaray).- Es un río de poco caudal ubicado al oeste del área de estudio, mayormente circunda el cuadrángulo de Pantoja. Sus nacientes se ubican en los Andes ecuatorianos y desemboca en la margen izquierda del río Curaray en la localidad de Arica. Tiene forma anastomosada a meándrica.

Río Cononaco (margen izquierda del río Curaray).- Este río está ubicado en el cuadrángulo de Bellavista, y proviene del Ecuador. Tiene forma meándrica a anastomosada. Es de poco caudal y en su recorrido se pueden observar cochas, meandros abandonados y aguajales.

Río Arabela (margen derecha del río Curaray).- Está ubicado en el lado suroeste del área de estudio, su recorrido lo realiza por los cuadrángulos de Bellavista y Arica, desembocando en la margen derecha del río Curaray. Tiene formas anastomosadas, meándricas y es de poco caudal, por lo cual en sus orillas se observa poco material fluvio-aluvial depositado.

Río Rumiayacu (margen derecha del río Curaray).- Este río se encuentra localizado en el cuadrángulo de Arica, en donde realiza todo su recorrido, y desemboca en las inmediaciones del poblado Alemán. Es un río de forma anastomosada a meándrica y de poco caudal.

Quebrada Lobo (margen izquierda del río Curaray).- Está ubicada al suroeste del área de estudio, sus aguas provienen del Ecuador y desemboca en la margen izquierda del río Curaray. Su recorrido se localiza en los cuadrángulos de Quebrada Lobo, Pantoja y Arica.

2.3 CLIMA

La posición latitudinal que ocupa el área (0° - 2° latitud sur), determina un clima de selva ecuatorial, con altos valores y uniformidad en su régimen térmico y pluvial, sin estaciones definidas y con leves variantes condicionadas a la dirección de los vientos. Esta relativa homogeneidad se ve interrumpida por la ocurrencia de violentas lluvias y días de intenso calor sin precipitaciones. Estas características están ligadas a la densa cobertura vegetal, la que por procesos de evapo-transpiración, origina ascensos convectivos del aire, con altos valores de humedad formando un ciclo hidrológico autogenerativo, lo que permite una provisión hídrica constante.

El estudio de los elementos meteorológicos componentes de este acápite, se ha efectuado en base a la información que ofrece el Instituto Nacional de Desarrollo del Ministerio de la Presidencia, como parte del Proyecto Especial de Desarrollo Integral de la cuenca del río Putumayo, 1995.

2.3.1 Temperatura

La temperatura es constantemente alta en la región, con una media anual que varía entre $24,7^{\circ}\text{C}$ a $25,2^{\circ}\text{C}$, presentando poca variabilidad y registrándose la mínima media de $23,7^{\circ}\text{C}$ en el cuadrángulo de Güeppí. En cualquier época del año las temperaturas máximas bordean los 36°C , registrándose cierta constancia de altas temperaturas entre los meses de noviembre a febrero de $25,2^{\circ}\text{C}$ a $25,5^{\circ}\text{C}$. Las mínimas de 14°C a 15°C se registran en los meses de junio y julio, cuando ocurren esporádicas ondas de frío debido a la llegada del frente polar a la zona sur del país, influenciado en parte por influjo de masas de aire provenientes de latitudes medias y por corresponder a la estación de invierno en el hemisferio sur. En base a la información que se presenta en la Fig. N° 2.2, se deduce que la temperatura se incrementa en el sentido geográfico de NO a SE.

2.3.2 Precipitación

Las lluvias en el área de estudio presentan un promedio anual en el rango de 2 800- 3 250 mm (Fig. N° 2.3), es decir regímenes húmedos con un incremento de la precipitación pluvial total de norte a sur, lo cual está relacionado con el comportamiento de la circulación atmosférica. Esta variación está en función de los desplazamientos de la Zona de Convergencia

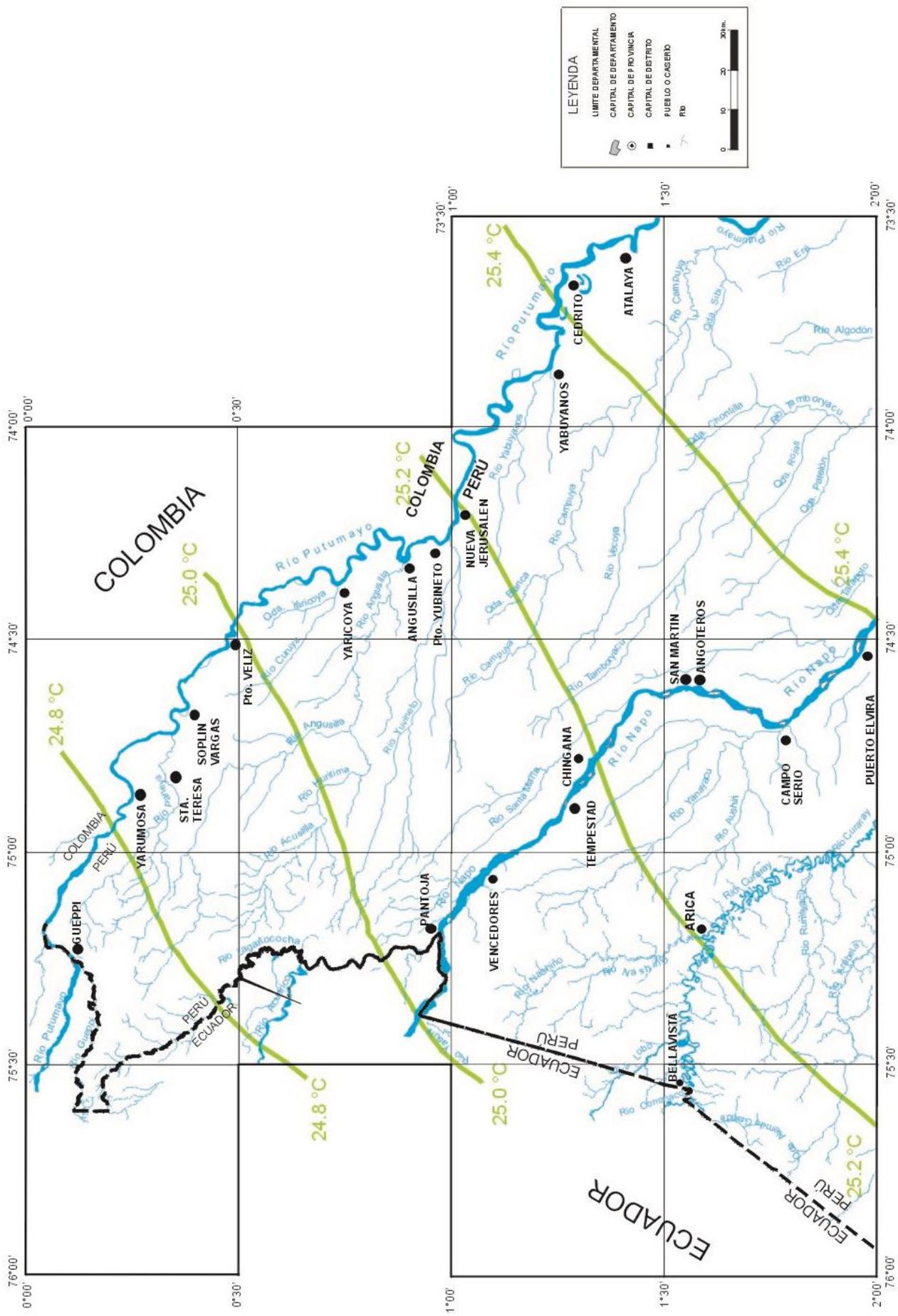


Fig. N° 2.2 Mapa de Líneas Isotérmicas (INADE, 1995)

cia Intertropical (ZCIT) y las masas de aire de latitudes medias. La ZCIT, es una región hacia la cual convergen flujos de aire provenientes de los dos grandes cinturones de alta presión situados en las latitudes 23° norte y 23° sur aproximadamente. La confluencia de aire provoca grandes movimientos ascendentes que favorecen la formación de nubes de gran desarrollo vertical y en consecuencia abundantes precipitaciones (Foto N°2.3). Por otro lado, la presencia de lagunas y pantanos, condicionan localmente la mayor humedad relativa.

Los menores valores se encuentran al norte en el cuadrángulo de Güeppi (2 800 mm), y los mayores valores al sur en el cuadrángulo de Campuya (3 250 mm). El área de estudio presenta una mayor distribución pluvial entre los meses de junio y julio con una precipitación total media mensual de 300 mm a 400 mm, siendo los meses de menor precipitación de noviembre a febrero, con precipitaciones de 100 mm a 200 mm. Este comportamiento se correlaciona mejor con las estaciones que presenta la región tropical del hemisferio norte.

2.3.3 Humedad relativa

Se considera aire húmedo a la mezcla del aire seco y el vapor de agua que produce la energía solar. La cantidad de humedad que pueda contener el aire depende directamente de la temperatura. La cantidad máxima denota un estado de saturación que se mide por la Humedad Relativa, la cual puede alcanzarse por una inyección de vapor de agua o por una disminución de la temperatura.

En la zona de estudio, la Humedad Relativa está en función de la evapotranspiración de las plantas, suelo y cursos de agua así como de aguas acumuladas y pantanos, presentando una media anual en el rango de 84% a 92%. La máxima humedad ocurre entre los meses de abril a junio y la menor humedad entre los meses de setiembre a octubre. La evaporación máxima llega a 452 mm, y se produce en los meses de octubre a diciembre mientras que la mínima en los meses de abril a junio.

2.4 SUELOS

Los suelos pueden ser agrupados en función de los caracteres fisiográficos más relevantes, distinguiéndose básicamente dos tipos, los de colinas y los de planicies. Los suelos de colinas se diferencian por la magnitud y pendiente de sus elevaciones, siendo relativamente más profundos los que se ubican sobre elevaciones con menor grado de disección. Los suelos de planicies se distinguen por el grado de inundabilidad que ocasionan los fluvios. Los terrenos inundables constituyen zonas hidromórficas pantanosas por sus problemas de drenaje. Los terrenos que no son inundables, presentan localmente problemas de drenaje debido a factores como la naturaleza arcillosa de los mantos de meteorización y la poca pendiente. Estos terrenos, presentan grados diferentes de hidromorfismo.

Como consecuencia de la abundante precipitación y alta temperatura, la meteorización química es intensa, la velocidad y frecuencia de las reacciones químicas se aceleran, formán-

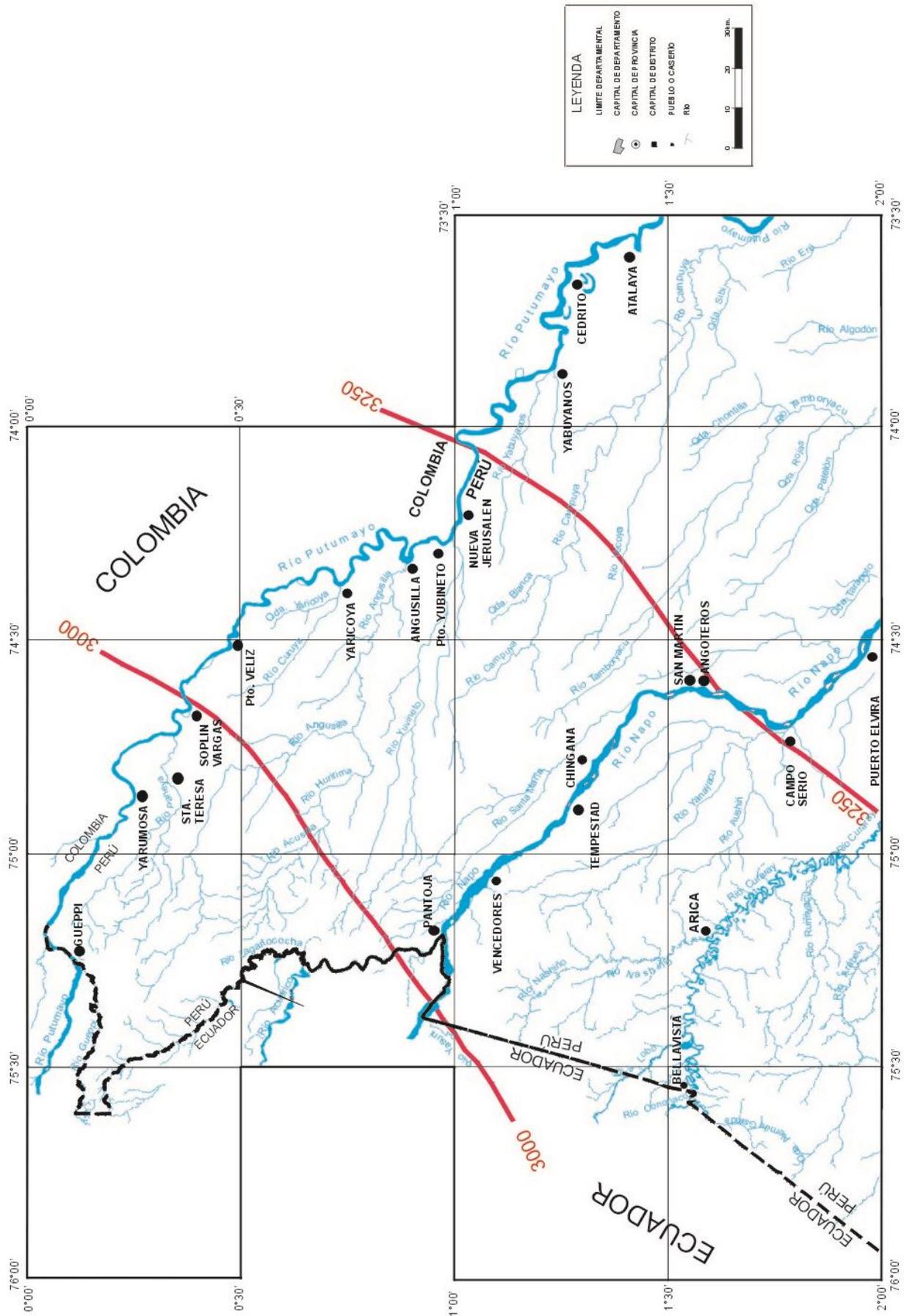


Fig. N° 2.3 Mapa de Líneas de Pluviosidad (INADE, 1995)

dose suelos que son fuertemente lixiviados y cuyas bases minerales se pierden. Del mismo modo, los restos orgánicos que se incorporan a la materia mineral continúan el acelerado proceso de lixiviación. Es decir, son suelos de naturaleza ácida y baja fertilidad.

Únicamente no tienen carácter ácido, los suelos de llanuras inundables de los ríos Napo y Putumayo, cuyas crecidas los reconstituyen anualmente con minerales nuevos y su fertilidad natural se ve enriquecida por los sedimentos que provienen de la cordillera andina. Los ríos de menor magnitud, acarrean sedimentos que provienen de la erosión de formaciones terciarias y cuaternarias, cuya naturaleza litológica de arcillas, arenas de cuarzo y gravas tienen algunas bases disponibles, pero resultan inservibles a la cobertura biótica, por lo que son definitivamente menos fértiles.

De acuerdo con el sistema de clasificación mundial de los suelos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 1976) en las márgenes de los ríos encontramos suelos fluvisoles (eútricos y dístricos)-gleysoles dístricos (JG), los que se caracterizan por ser de un material aluvial reciente, presentando una morfología estratificada, con capas de textura y grosor variable. En las planicies de inundación, encontramos suelos acrisoles órticos-cambisol dístrico, que se caracterizan por tener un horizonte B argílico y cámbrico.

2.5 REGIÓN NATURAL OMAGUA O SELVA BAJA

El área de estudio pertenece a la región Omagua, denominada también Llano Amazónico o Selva Baja. Comprendida entre los 80-400 msnm, presenta una superficie con ondulaciones y depresiones donde los ríos acentúan su curso meándrico con superficies extensas de inundación. (Fig. N° 2.4). Presenta una fisiografía muy variada conformada por colinas bajas y planicies con grandes sistemas hidrográficos que originan zonas húmedas y pantanosas. Los ríos y quebradas presentan diferentes tipos de drenaje debido a la presencia de colinas suaves con cimas redondeadas y vertientes convexas que forman drenajes sinuosos, meándricos, trenzados y paralelos. Los cursos de agua con débil pendiente forman amplios lechos meándricos y constituyen el drenaje de lagunas y pantanos. Esta región contiene los ecosistemas más ricos y diversos del planeta.

2.6 RECURSOS NATURALES

La biota de la región durante el Terciario estuvo influenciada por subambientes acuosos que se retiraban gradualmente de la cuenca debido al levantamiento de la Cordillera de los Andes. Las fluctuaciones climáticas del Pleistoceno y la expansión de los bosques y lluvias, se consideran como factores paleoecológicos en la diferenciación y determinación de los patrones de distribución de las especies. En suma, las características geomórficas, climáticas y edáficas, entre otras, han generado condiciones especiales de riqueza y diversidad en especies de flora y fauna, las cuales han llegado a tener complejas interrelaciones.

2.6.1 Flora

La vegetación es un elemento distintivo de la selva ecuatorial, con una notable densidad y heterogeneidad en especies (Foto N°2.5). Dichas características, reguladas en función a los factores abióticos predominantes en la región y condicionadas regionalmente al clima y localmente a los cambios constantes de las riberas de los ríos, suministran datos interesantes respecto a las fuerzas del hábitat y sus influencias e impacto sobre la cobertura vegetal, lo que se expresa en las distintas sucesiones de formación y desarrollo de los bosques. Para distinguir tal efecto, es necesario articular las geoformas (dominios ecológicos) y las asociaciones vegetales existentes (comunidades forestales), en los siguientes sectores:

Sector A: Planicies

Sector B: Colinas bajas

Enmarcadas en estos sectores (Fig. N° 2.5), se desarrollan tipos de bosques característicos, en cuya descripción se señalan las especies más abundantes y características según su nombre científico y entre paréntesis su nombre vulgar:

2.6.1.1 Bosques en terraza fluvial

Bosques ribereños.- Incluye las comunidades vegetales que se desarrollan a lo largo de los ríos de primer orden (Foto N°2.5), y ocupan áreas de sedimentación de los viejos complejos de orillares, caracterizados por especies de rápido crecimiento, heliófilas, con árboles de alturas bajas (ENCARNACIÓN, 1993; PUHAKKA, 1993): *Eschweilera* sp. (machimango blanco), *Virola* sp. (cumala colorada), *Trichilia* sp. (requia), *Parkia velutina* (pashaco curtidor), *Cespedesia spathulata* (sacha quillosa), *Licania* sp. (sacha parinari), *Leonia glydicarpa* (tamara de altura), *Gutteria megalophylla* (carahuasca), *Carapa guianensis* (andiroba), *Hymenaea oblongifolia* (azúcar huayo), *Xylopia benthami* (espintana), *Ocotea* sp. (moena), *Prontium grandifolium* (copal caspi).

Se distingue el hábitat de los denominados “pungales” (ENCARNACIÓN, 1993), conformados por la asociación de: *Pseudobombax munguba* (punga), *Pachira aquatica* (huimba negra), *Montrichardia linifolia* (raya balsa).

También la vegetación herbácea, enraizada y flotante, de orillas en los cuerpos de agua principales (ENCARNACIÓN, 1993), lo conforman: *Pistia stratiotes* (guama), *Pontederia rotundifolia* (putuputu), *Eichhornia azurea* (putuputu), *Echinochloa polystachya* (gramalote), *Oryza grandiglumis* (arroz de lagarto).

En los suelos de origen reciente, la dinámica de sucesión distingue: *Paspalum* sp. (nudillo), *Echinochloa polystachya* (gramalote), *Panicum* sp. (toro urco), *Cyperus* (piripiri), *Ludwigia* sp. (flor de clavo), *Salix humboldtiana* (sauce), *Aeschynomene* sp. (sensitiva), *Mimosa* sp. (uña de gato), *Gynerium sagittatum* (cañabrava), *Tessaria integrifolia* (pájaro bobo).

En los complejos de orillares de ríos y lagunas, la vegetación herbácea de gramíneas



Foto N° 2.3 En esta vista se observa el paso de una masa de nubes descargando una torrencial lluvia en su recorrido.



Foto N° 2.4 Vegetación ecuatorial abundante que distingue a la región selvática. Partes altas del río Tamboryacu, cuadrángulo de Chingana.



Foto N° 2.5 Vegetación típica de bosques ribereños desarrollados en terrazas aluviales antiguas en la ribera del río Napo. En primer plano (derecha) árboles de celico característicos de las orillas inundables.

y ciperáceas se asocia a los árboles con raíces aéreas llamados “renacales”: *Ficus trigona* (renaco), *Ficus* sp. (renaco).

En los terrenos más altos, los indicadores florísticos (ENCARNACIÓN, 1993); KALLIOLA et al, 1991; PUHAKKA et al, 1993), son; entre las herbáceas, *Heliconia* sp. (situlli), *Calathea* sp. (bijauillo), *Costus arabicus* (caña agria). Entre las arbustivas y semiarbóreas, *Ceiba pentandra* (lupuna), *Vochysia* sp. (quillosa), *Virola* sp. (cumala colorada), *Aniba* sp. (moena), *Ceiba samauma* (huimba), *Licania* sp. (sacha parinari).

Bosques inundables casi permanentemente.- Corresponde a las llanuras más bajas del área, con características de mejor drenaje.

Destaca la asociación denominada con el fitónimo de “renacal”, que lo conforman: *Ficus* sp. (renaco), *Symphonia globulifera* (azufre caspi), *Virola* sp. (cumala colorada).

En el sotobosque predominan las palmeras conocidas como “ñejillas”, que la conforman: *Bactris concinna* (chontilla), *Bactris simplicifrons* (ñejilla). También predominan las arbustivas: *Psychotria* sp. y *Palicourea* sp. (huitillo).

Bosques inundables estacionalmente.- Ocupan generalmente áreas adyacentes a los meandros.

En los complejos de orillares, por la naturaleza de los suelos y la frecuencia de las inundaciones, prosperan especies herbáceas, flotantes y/o arraigadas como: *Cyperus* sp. (piripiri), *Echinochloa polystachya* (gramalote).

En las charcas y empozamientos son comunes las plantas flotantes como: *Pontederis rotundifolia* (putuputu), *Eichhornia crassipes* (putuputu), y *Pistia stratiotes* (guama).

Entre las escasas arbóreas destacan *Pseudobombax munguba* (punga), y *Cecropia* sp. (cetico).

Existe vegetación que ocupa áreas de posición topográfica más alta, que toleran las inundaciones estacionales. Los más abundantes son: *Guatteria* sp. (carahuasca), *Byrsonima japurensis* (indano), *Oxandra euneura* (espintana), *Licania* sp. (sacha parinari), *Ocotea* sp. (moena), *Inga semialata* (shimbillo), *Caraipa valioi* (aceite caspi), *Chrysophyllum sanguinolentum* (masato caspi), *Mouriri* cf. *acutiflora* (lanzacaspi), *Garcinia* cf. *madroño* (charichuelo), *Virola elongata* (cumala colorada), *Euterpe precatoria* (huasal), *Scheelea phalerata* (shapaja), *Socratea exorrhiza* (casha pona), *Astrocaryum* cf. *macrocalyx* (huicungo), *Phytelephas macrocarpa* (yarina), *Symphonia globulifera* (azufre caspi), *Guarea* sp. (requia), *Virola* sp. (cumala colorada), *Maquira coriacea* (capinuri), *Parkia igneiflora* (goma pashaco), *Eschweilera* sp. (machimango blanco), *Xylopia micans* (venado espintana).

Pantanales.- El fitónimo “aguajal” describe a las asociaciones dominantes de *Mauritia flexuosa*, asociada a las especies acompañantes *Mauritia flexuosa* (aguaje), *Euterpe*

precatoria (huasaí), *Symphonia globulifera* (azufre caspi), *Ormosia coccinea* (huayruro colorado), *Mauritiella aculeata aguajillo*, *Oenocarpus mapora* (sinamillo), *Viola* sp. (cumala colorada), *Iryanthera tessmannii* (cumala), *Guarea kunthiana*, (requia blanca), entre otras.

2.6.1.2 Bosques en terraza aluvial

Son planicies de considerable extensión, más alta que el nivel medio de los ríos de primer orden, por lo que no están expuestos a las inundaciones fluviales, aunque presentan bajiales, inundables en lluvias intensas pero con buen drenaje (ENCARNACIÓN, 1993).

En las zonas más bajas que presentan depresiones o bajiales, se tiene: *Eschweilera* sp. (machimango blanco), *Inga* sp. (shimbillo), *Inga semialata* (shimbillo), *Spondias mombin* (uvos), *Theobroma cacao* (cacao), *Duroia hirsuta* (supay huayo), *Caraipa utilis* (aceite caspi), *Sapium* sp. (gutapercha), *Micandra* sp. (shiringa masha), *Erisma calcaratum* (cacahuillo), *Hyeronima oblonga* (acero caspi), *Rinorea racemosa* (yutubanco), *Unonopsis floribunda* (icoja), *Guatteria multinervia* (carahuasca), *Otoba parvifolia* (aguanillo), *Iryanthera* sp. (cumala), *Ocotea* sp. (moena), *Anaueria brasiliensis* (añuje moena), *Licania heteromorpha* (sacha parinari), *Astrocaryum* cf. *macrocalyx* (huicumgo), *Iriartea deltoidea* (huacrapona), *Oenocarpus mapora* (sinamillo), *Jessenia bataua* (hungurahui), *Socratea exorrhiza* (cashapona), *Cedrela odorata* (cedro colorado), *Viola pavonis* (caupuri del bajo), *Iryanthera tessmannii* (cumala colorada), *Diplostropis martiusil* (chontaquiroy), *Schefflera negacarpa* (sacha cetico), *Ceiba samauma* (huimba).

En las partes más altas y siempre alejadas de los ríos, correspondientes a las terrazas consolidadas del Terciario (Mioceno-Plioceno) y Cuaternario antiguo (DUMONT, 1989): *Eschweilera bracteosa* (machimango blanco), *Eschweilera* sp. (machimango blanco), *Cariniana decandra* (cashimbo caspi), *Licania heteromorpha* (sacha parinari), *Nealchornea yapurensis* (kerosene caspi), *Remijia peruviana* (canilla de vieja), *Brosimum rubescens* (palosangre), *Nectandra yarinensis* (moena), *Otoba glycarpa* (aguanillo), *Iryanthera tricornis* (pucuna caspi), *Osteopholeum platyspermum* (cumala blanca), *Hymenaea oblongifolia* (azúcar huayo), *Vantanea peruviana* (yerno prueba), *Quararibea* cf. *putumayensis* (machin sapote), *Protium* sp. 1. (copal), *Trichilia euneura* (requia blanca), *Carapa guianensis* (andiroba), *Couma macrocarpa* (lechecaspí), *Jessenia bataua* (hungurahui), *Iriartea deltoidea* (huacrapona), *Euterpe precatoria* (huasal), *Pouteria caimito* (sacha caimito), *Ormosia coccinea* (huayruro colorado), *Discophora guianensis* (sacha palto), *Pourouma* sp. (sacha uvilla), *Caryocar* sp. (almendro), *Tabebuia* sp. (tahuari), *Inga* sp. (shimbillo), *Aniba* sp. (moena), entre muchas. Dentro de estos bosques se pueden presentar bajiales poblados con palmeras como: *Socratea exorrhiza* (cashapona), *Astrocaryum chambira* (chambira), *Jessenia bataua* (hungurahui), *Euterpe precatoria* (huasal), entre otras.

2.6.1.3 Bosques en colinas

Son terrenos ondulados entre las cuencas y subcuencas, de vegetación vigorosa. Se

ha registrado: *Iryantheria tricornis* (pucuna caspi), *Iryantheria macrophylla* (cumala blanca), *Virola calophylla* (cumala colorada), *Virola multinervia* (cumala colorada), *Protium grandifolium* (copal caspi), *Protium* sp. (copal blanco), *Inga* sp. (shimbillo), *Erisma bicolor* (quillosa hoja larga), *Carapa guianensis* (andiroba), *Lonchocarpus* sp. (barbasco caspi), *Eschweilera* sp. (machimango blanco), *Cariniana decandra* (cashimbo caspi), *Mezilaurus ita-uba* (itauba), *Astrocaryum* cf. *macrocalix* (huicungo), *Euterpe precatória*. (huasaí).

2.6.2 Fauna

La compleja historia geológica, la variedad topográfica y de habitats han producido la extraordinaria riqueza y diversidad de especies. Esta biodiversidad guardaría una estrecha relación con la rica y diversa vegetación reportada, además de los eventos paleoclimáticos del Pleistoceno en el desarrollo de especies. Por ello, en los patrones de distribución, encontramos especies adaptadas a la cercanía de cuerpos hídricos o a las planicies sujetas a inundación estacional, a bosques ribereños, a bosques de colinas bajas alejados de los cursos fluviales y otras adaptadas a diferentes tipos de hábitat. Con los mismos criterios utilizados, se establece una relación entre los dominios ecológicos y la variopinta fauna existente, en los siguientes dos sectores:

Sector A: Planicies

Sector B: Colinas bajas

En la descripción se señalan las especies más características agrupadas en familias, consignando entre paréntesis el nombre vulgar:

2.6.2.1 Fauna en el sector de terraza fluvial

Especies de aves: ACCIPITRIDAE (águilas y gavilanes): (*Busanellus migricollis*) (mamantua), *Ictinea plumbea* (gavilán), *Elanoides forficatus* (jijera chupa). ALCEDINIDAE (martines pescadores): *Ceryle torquata*. ARDEIDAE (garzas): *Egreta alba* (garza blanca), *Florida caerulea* (garza). CATHARTIDAE (buitres): *Cathartes aura* (rinahui), *Coragyps atratus* (gallinazo). COLUMBIDAE (palomas): *Columba speciosa*, *Leptotila rufaxilla*. FALCONIDAE (halcones): *Falco rufigularis*. PICIDAE (carpinteros): *Celeus elegans*, *Veniliornis passerinus*. PSITTACIDAE (guacamayos y loros): *Aratinga leucopthalmus* (shamiro), *Brotogeris sanctithomae* (pihuichos), *Pionopsitta barrabandi*. RHAMPHASTIDAE (tucanes): *Pteroglossus beauharnaessii* (pinsha chica), *Selenidera reinwardtii*. STRIGIDAE (lechuzas): *Ciccaba huhula*, *Pulsatrix perspicillata* (lanchina)

Especies de mamíferos: MARSUPIALIA (marsupiales): *Didelphis marsupialis* (zorro), *Marmosops noctivagus* (pericote). CHIROPTERA (murciélagos): *Diclidurus inges*, *Peropteryx leucoptera*, *Glossophaga soricina*. PRIMATES (monos): *Saguinus tripartitus*, *Saimiri sciureus* (fraile), *Ateles paniscus* (maquisapa). FELIDAE (felinos): *Panthera onca* (tigre). PERISSODACTYLA (tapires): *Tapirus terrestris* (sachavaca). TAYASSUIDAE (huanganas y sajinos): *Pecari tajacu*. MURIDAE (ratas y ratones silvestres): *Oryzomys* spp. *Rhipidomys* spp.

Especies de reptiles: *Chelus fimbriata* (asnacharapa o matamata), *Boa constrictor* (boa amarilla), *Eunectes murinus* (boa negra), *Dracaena guianensis* (camaleón), *Podocnemis expansa* (charapa), *Spilotes pollatus* (iguana machaco), *Melanosuchus niger* (lagarto negro), *Geochelone denticulada* (motelo)

Especies fitófagas: *Calosomani gripinis* (lisa, gamitana)

Especies omnívoras: *Arapaina gigas* (paiche), *Prochilodus amazonicus* (boquichico), *Apariciodon pongoense* (sardina)

Especies carnívoras: *Salminus affinis* (corvina), *Acar trimaculata* (bagre, tucunaré)

2.6.2.2 Fauna en sector de terraza aluvial baja

Especies de aves: ACCIPITRIDAE (águilas y gavilanes): *Busarellus nigricollis* (mamantua), *Helicolestes hamatus*. ALCEDINIDAE (martines pescadores): *Ceryle torquata*. ANATIDAE (patos): *Anas discors*. ARDEIDAE (garzas): *Florida caerulea*. CICONIIDAE (cigüeñas): *Jabiru mycteria* (tutuyo). COLUMBIDAE (palomas): *Columba speciosa*. PSITTACIDAE (guacamayos y loros): *Ara ararauna*. TYTONIDAE (búhos): *Tyto alba*.

Especies de mamíferos: MARSUPIALIA (marsupiales): *Marmosa murina* (pericote), *Caluromys lanatus*. BRADYPODIDAE y MEGALONICHIDAE (perezosos): *Cholepus didactylus*. PRIMATES (monos): *Ateles paniscus* (maquisapa), *Cebuella pygmaea* (leoncito). FELIDAE (felinos): *Leopardus pardalis*, (puma concolor). CERVIDAE (cierros): *Mazama americana*. ERETHIZONTIDAE (puerco-espines): *Coendou bicolor*. HYDROCHAERIDAE (ronsocos): *Hydrochaeris hydrochaeris* (ronsoco).

2.6.2.3 Fauna en el sector de colinas

Especies de aves: ACCIPITRIDAE (águilas y gavilanes): *Buteo brachyurus* (gavilán). CATHARTIDAE (buitres): *Coragyps atratus* (gallinazo), *Cathartes aura* (rinahui). FALCONIDAE (halcones): *Daptrius americanus* (ataao). PSITTACIDAE (guacamayos y loros): *Ara ararauna* (guacamayos), *Ara macao* (guacamayos). STRIGIDAE (lechuzas): *Pulsatrix perspicillata* (lanchina)

Especies de mamíferos: MARSUPIALIA (marsupiales): *Marmosa murina* (pericotes), *Marmosa rubra* (pericotes). MYRMECOPHAGIDAE (osos hormigueros): *Cyclopes didactylus* (serafín). DASYPODIDAE (armadillos): *Dasyopus kappleri*. CHIROPTERA (murciélagos): *Saccopteryx bilineata*. PRIMATES (monos): *Saguinus fuscicollis* (pichico), *Pithecia irrorata* (mono negro). FELIDAE (felinos): *Panthera onca* (tigre), *Leopardus pardalis* (tigrillo). DASYPROCTIDAE (añujes y punchanas): *Mioprocta acouchy*.

2.7 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Existe una continua presión antrópica sobre los recursos naturales, desarrollándose

actividades agropecuarias, comerciales, extractivas de recursos faunísticos y florísticos, con fines específicos de explotación y comercialización en los centros poblados pero en condiciones de aislamiento del territorio nacional, es decir, con una limitada escala de operaciones debido a las escasas vías de comunicación.

Los rasgos observados en el área de estudio corresponden a un relieve ondulado de suave modelado con colinas de poca elevación denominadas restingas, alturas o tierras firmes y planicies o llanuras que marcan las divisorias de un complicado sistema de drenaje. Distinguimos a los ríos mayores o de primer orden como el Napo y el Putumayo y los ríos tributarios, menores o de segundo orden. En conjunto se trata de una superficie ligeramente inclinada de NO a SE con extensos relieves bajos disectados, alternando con terrenos planos de actividad fluvial reciente (Fig. N° 3.1).

Las unidades estratigráficas más antiguas, que afloran en el área, corresponden cronoestratigráficamente al Neógeno y forman interfluvios constituidos por secuencias de facies pelítica y samítica; la dinámica erosiva las disecta formando topografías de colinas bajas; igual ocurre con las formaciones aluviales del Pleistoceno. También hay acumulaciones antiguas que forman paisajes de llanuras no inundables y con menor grado de disección. Las unidades más recientes pre-holocénicas y holocénicas de material sedimentario, forman extensas planicies, afectadas por erosión y débilmente por procesos de neotectónica. La sedimentación reciente ha formado las llanuras aluviales actuales, las mismas que tienen zonas permanentemente inundadas constituyendo amplios sectores de lagunas (cochas, tipishcas) y pantanos (aguajales). En los sectores alagados o estacionalmente inundables (tahuampas o igapos), se manifiesta una agresiva dinámica fluvial, con migración de cauces y erosión lateral.

3.1 MORFOLOGÍA FLUVIAL

La morfología fluvial de los ríos de la región es un elemento determinante en la configuración del área de estudio. Esta morfología corresponde a factores ligados a la historia geológica de la parte marginal nororiental de la cuenca Marañón (pericratónico), la cual está enmarcada en el borde occidental del Cratón Sudamericano. La configuración actual deviene de un proceso de emersión diferencial que distingue una estructura epirogénica positiva denominada Arco de Iquitos. La tendencia positiva de esta estructura fue acompañada de subsidencias paulatinas hacia el oeste y este del arqueamiento, cuya dinámica está registrada en las secuencias marino continentales de las formaciones Pebas, Ipururo y Nauta (SOTO, 1979). Estas deformaciones contribuyeron a limitar la migración de los ríos, forzando los fluvios a converger hacia un colector único, dando nacimiento al río Amazonas. De esta manera, los segmentos rectilíneos de canales y fajas de meandros asimétricos sugieren un

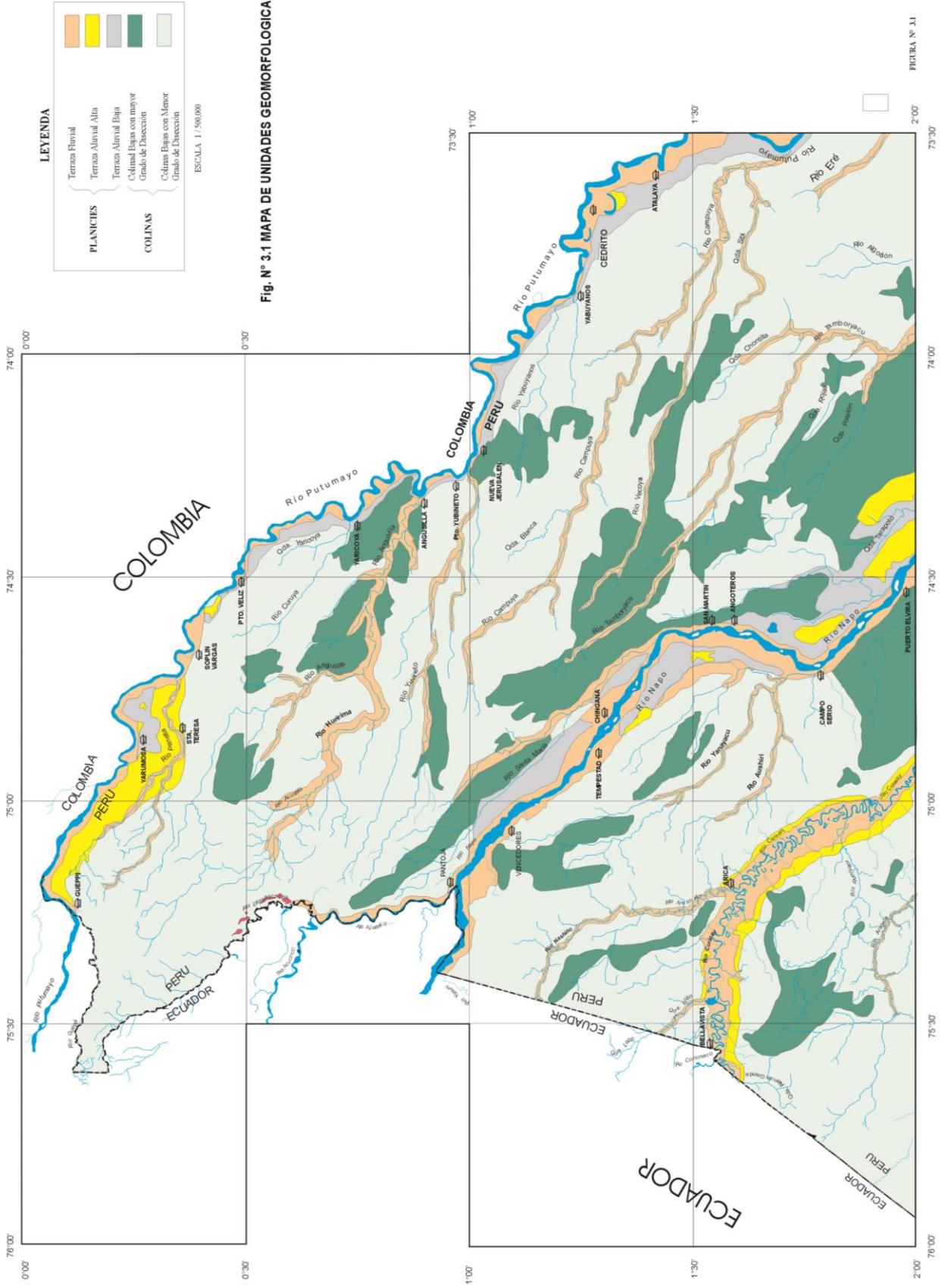


FIGURA N° 3.1

control estructural de los lechos fluviales (DUMONT, 1992). Este control se registra a su vez, en la orientación y morfología de los ríos Napo, Putumayo y sus tributarios.

El curso del río Napo es recto, y paralelo a la estructura del Arco, además, está ubicado en cotas altas respecto al entorno, lo que repercute en una fuerte dinámica erosiva que incrementa la carga, aportando material para la construcción de islas. La constante variación de los niveles del agua y el flujo diferencial de las corrientes construyen y destruyen las islas. El dinamismo erosivo del río Napo es fuerte y no se perciben los meandros característicos.

El curso del río Putumayo es parcialmente recto y trezado, lo cual está en función al mayor dinamismo erosivo de sus riberas dada la cercanía a sus orígenes andinos. Hacia el sur del área, desarrolla trazos meándricos, estando más desarrollados los complejos de orillares.

La morfología fluvial de los tributarios es esencialmente meándrica; la forma más divagante corresponde al río Curaray que alarga su longitud en un recorrido mayor al que debería tener en un curso lineal. El carácter meándrico característico es respuesta directa a su ubicación en áreas de mayor subsidencia, la cual proporciona terrenos de pendiente general muy débil que los hace desarrollar una escasa erosión en los flancos aunándose a todo esto, el incremento del caudal por las abundantes lluvias de todo el año.

Este análisis permite observar, además del control estructural proporcionado por la tectogénesis y su evolución, la relación directa que ofrece el binomio carga-caudal en las corrientes fluviales (INADE, 1995). Un incremento del volumen de carga disminuye la energía de la corriente, que resulta abandonando materiales en el lecho; por el contrario, si los caudales aumentan, aumenta también la energía disponible, que la corriente emplea para erosionar sus lechos.

3.2 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Las unidades geomorfológicas que se presentan, han sido delimitadas sobre imágenes satelitales con el objeto de establecer con mayor precisión sus límites, utilizando para ello, indicios indirectos de carácter edáfico, y/o geomórfico. A continuación se describen las principales formas de tierra del área, comenzando por las de origen más reciente:

3.2.1 Planicies

Son las geoformas de topografía plana a ligeramente ondulada (0-5%), conformadas por terrazas fluviales y aluviales, constituídas por acumulaciones de arcillas, arenas, y en menor proporción de gravas. Expresan la dinámica del medio puesto que sufren el ataque erosivo lateral de las corrientes, la migración de las orillas, la profundización de los cauces y la decantación de los sedimentos transportados. En los ríos Napo y Putumayo existen algunas elevaciones y depresiones de amplitud y frecuencia variable, originadas por las divagaciones recientes, holocénicas y pre-holocénicas, que han dejado acumulaciones en forma de terraza aluvial baja.

Existen sectores estacionalmente inundables que constituyen la terraza fluvial y aluvial baja y sectores no inundables denominados terrazas aluviales altas, que son de mayor antigüedad geológica. También comprende zonas de depresiones aluviales internas, donde se estancan las aguas de crecientes y de lluvias formando áreas pantanosas. En los sectores estacionalmente inundables, alternan áreas de complejos de orillares, formados por sucesiones elevadas de barras de arena y alargadas depresiones hidromórficas con llanos inundables esporádicamente.

La naturaleza de los sedimentos proviene de las propias formaciones geológicas terciarias de la región. Esto redundará en una menor fertilidad de sus suelos, que tienen naturaleza ácida a fuertemente ácida. Estas unidades fisiográficas identificadas en el mapa se diferencian según su rango y tipo de inundabilidad:

3.2.1.1 Terraza fluvial

Son zonas de topografía plana y plano-cóncava (Foto N° 3.1), ligeramente en depresión conformadas por sedimentos recientes que periódicamente están expuestas a sufrir inundaciones con las crecientes normales de los ríos que acontecen en épocas de abundantes precipitaciones pluviales. Existen zonas ubicadas en los sectores internos de las llanuras de inundación cuya constitución topográfica y litológica, ligeramente cóncavas y muy arcillosas, hace que se comporten como medios en depresión donde las aguas superficiales se estancan y no drenan con facilidad. De esta manera se distinguen sectores estacionalmente inundables y sectores permanentemente inundados:

Sector estacionalmente inundable

Son parte de los lechos de inundación, los cuales se originan en la evolución de las sinuosidades del río por la migración del cauce en las crecientes consecutivas. Las inundaciones son de periodicidad e intensidad aleatorias y en los ríos de gran magnitud como el Napo y Putumayo tienen un importante efecto benéfico en la renovación y mejoramiento de la fertilidad de sus suelos inundables. En los ríos de menor magnitud no ocurre lo mismo debido a la pobreza de sus sedimentos.

La amplitud de los lechos inundables actuales es muy grande, especialmente para los ríos Napo y Putumayo; por varios kilómetros de ancho quedan cubiertas por aguas durante las máximas crecientes, en comparación con los lechos fluviales aparentes que quedan definidos por los canales permanentemente cubiertos de agua la mayor parte del año. La amplitud de las llanuras inundables estacionalmente de los ríos de mediana magnitud aumenta hacia los sectores orientales, donde aumentan los caudales y disminuye la pendiente general del terreno; asimismo, se extienden hacia su desembocadura en el Putumayo, donde las crecidas temporales de este río represan a los de mediana magnitud aumentando la extensión de sus llanuras inundables. Está compuesto de:

Orillares.- Son las sucesiones de barras lunulares distribuidas en las orillas de los

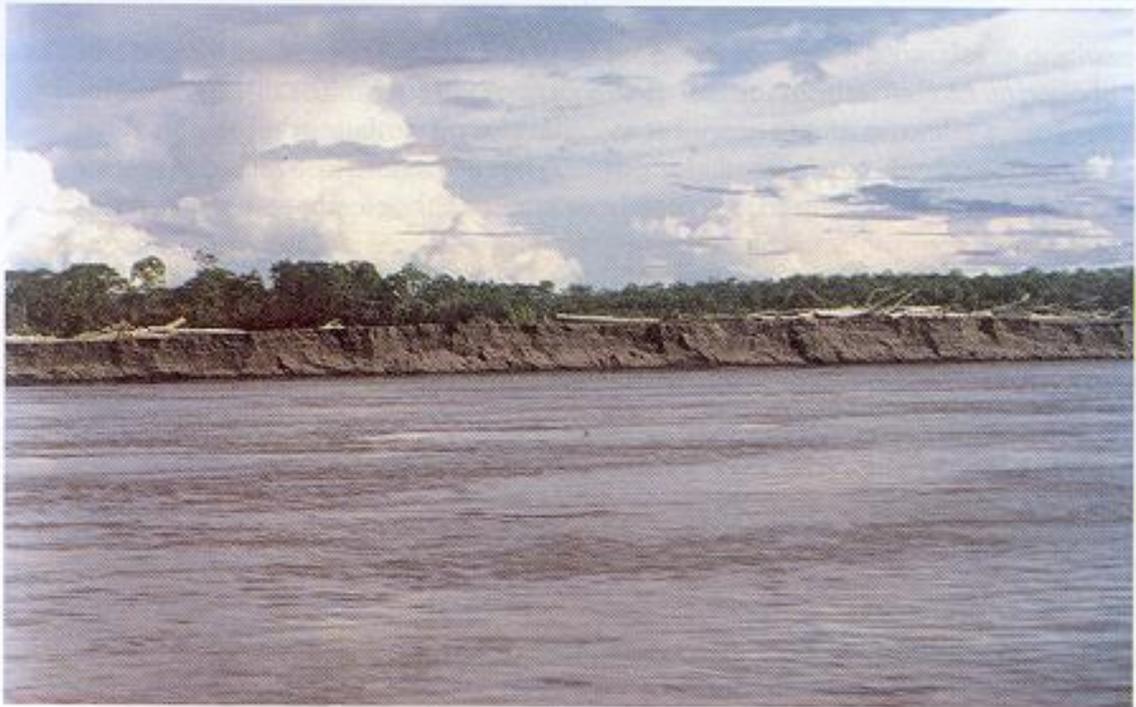


Foto N° 3.1 Zona plana conformando una terraza fluvial a orillas del río Curaray, cuadrángulo de Bellavista.



Foto N° 3.2 Complejo de barras lunulares a orillas del río Napo cerca de la localidad de Pantoja. Nótese los diferentes niveles delgados de arenas conforme baja el río.

ríos Napo y Putumayo (Foto N°3.2) hacia sus partes convexas, las cuales se originan por migración de los sedimentos transportados en épocas de crecidas. Indican un período en la evolución de los meandros. En las márgenes se forman diques naturales entre los cuales existen pequeñas depresiones con casi permanente hidromorfismo, donde se acumulan sedimentos finos. Los complejos de orillares se originan por el desplazamiento de las aguas hacia la parte cóncava de los meandros, lo que origina una sedimentación progresiva fracción decreciente que toma el aspecto de barras. Se ubican en la parte convexa de los ríos.

Islas.- Son acumulaciones de sedimentos muy recientes (gravas, arenas y limos), que se ubican en los cauces de los ríos, algunas de estas islas están cubiertas por una exuberante vegetación (Foto N°3.3).

Barras de arena, barras meándricas y playas.- Afloran en época de vaciante o estiaje.

Las barras de arena pueden ser laterales, linguoidales y meándricas. Las barras laterales y playas se encuentran en los bordes de los ríos (Fotos N° 3.4 y 3.5).

Tahuampas.- Son terrenos pantanosos periódicamente inundables que se encuentran en las márgenes de los ríos o cerca de la desembocadura de los afluentes.

Sector permanentemente inundado

Constituyen medios permanentemente hidromórficos, cuyas superficies se cubren periódicamente con las crecientes y luego no drenan por el desnivel respecto a la corriente fluvial, debido a las arcillas que la hace impermeable y también por la forma del relieve del llano. En estos medios se realiza el proceso de decantación paulatina de las arcillas y se convierten en ambientes palustres parálisis que juegan un rol importante en el sostenimiento de la ecología del medio. Está compuesto de:

Cochas.- Son cuerpos de agua originados por la evolución meándrica de los ríos, que han abandonado parte de sus antiguos cauces fluviales debido al recorte del canal, generalmente tienen la forma de media luna y pueden estar permanentemente con agua, las mismas que ahora constituyen cochas o lagunas (Foto N° 3.6). La distribución de las cochas en el curso fluvial del río Putumayo, aumenta conforme se desciende hacia el sur. La mayoría de estas lagunas renuevan sus aguas estacionalmente durante las crecientes, algunas son alimentadas por canales conectados al cauce principal. Otra fuente de alimentación son las precipitaciones pluviales.

Aguajal.- Se forman en las terrazas bajas ubicadas a lo largo de los ríos, a manera de pantanos y por su topografía en depresión, reciben todas las aguas de drenaje de las tierras que las rodean, ya sea de lluvia o de río. Este fenómeno les confiere un drenaje muy pobre por lo que está saturada de agua permanentemente. Se les identifica, por el tono oscuro que desarrollan. Su formación es producto de la migración del cauce del río, el cual deja áreas

con aguas aisladas de ambiente palustre, son de variadas formas y extensiones. El tipo de sedimento es pelítico depositado en un ambiente anóxico.

3.2.1.2 Terraza aluvial baja

Son terrenos de topografía llana con menor dinamismo erosivo, donde existe sólo desgaste de los bordes ribereños por la erosión lateral de las corrientes fluviales (Fotos N° 3.7 y 3.8). Están constituidos por acumulaciones subrecientes, holocénicas y pre-holocénicas de las corrientes fluviales; están conformadas principalmente por arcillas y arenas, y en menor proporción por gravas. También adquieren formas fisiográficas estables de terrazas fluviales, donde la erosión no se desarrolla debido a la horizontalidad topográfica y a la cobertura del bosque tropical; son ambientes donde ocurre, actualmente, una fuerte meteorización química, de lixiviación y lavado de suelos, lo que redundará en una fuerte acidificación. La constitución litológica de las terrazas varía espacialmente ya que parte de ellas derivan de antiguos complejos de orillares y otras corresponden a antiguas áreas de llanuras permanentemente inundadas; las anteriores barras elevadas dejan sectores con cierta proporción arenosa, mientras que los sectores permanentemente inundados originan terrenos de alta concentración de arcilla, muchos de los cuales tienen ahora condiciones hidromórficas locales. Se ubican entre 5 m y 20 m por encima de los llanos de inundación actual. Se construyeron durante las épocas de aluvionamiento, probablemente durante la última glaciación andina, y luego, el calentamiento climático post glacial habría provocado la incisión fluvial como fase de disección que destruye parcialmente sus anteriores terrazas en conjunción con los débiles levantamientos tectónicos modernos.

3.2.1.3 Terraza aluvial alta

Son relieves llanos a ondulados (Foto N°3.9), ligeramente disectados y divididos por laderas de fuerte pendiente. Estos relieves son acumulaciones aluviales del Pleistoceno que han estado afectados a los movimientos tectónicos, glaciación andina y los cambios climáticos, y han quedado en posiciones elevadas como consecuencia de la migración y profundización de los cursos de agua reflejando prolongadas fases de disección de diferentes profundidades que cortan y desmantelan parcialmente las antiguas acumulaciones aluviales, que ahora quedan como remanentes sobre las colinas terciarias. Las partes planas superiores, a pesar de la diferencia de altura que tienen respecto a los llanos inferiores, tienen un mal drenaje superficial por la naturaleza arcillosa y la falta de pendiente. Las laderas que bordean las terrazas muestran una mayor rapidez en la escorrentía. También en estos casos la litología es heterogénea: las antiguas acumulaciones aluviales superiores formadas por arcillas, arenas y gravas, reposan sobre las formaciones terciarias de rocas friables.

Por estar, desde el Pleistoceno, expuestas a condiciones tropicales la lixiviación de sus suelos, ha traído como consecuencia la pérdida de su fertilidad. De otro lado, la topografía plana y la cubierta de bosque tropical, confieren un carácter de estabilidad geomorfológica elevada sin riesgos de erosión, salvo en los sectores directamente atacados por las quebradas que las incisionan.



Foto N° 3.3 Isla formada en el cauce del río Putumayo frente al caserío de Puerto Perú, cerca de la boca del río Campuya.



Foto N° 3.4 Barra de arena lateral formada en la ribera derecha, aguas abajo del río Putumayo.



Foto N° 3.5 Barra linguoidal (point bar) formada en la ribera del río Aguarico, cerca de la confluencia con el río Napo.



Foto N° 3.6 Típica cocha en herradura, formada por la migración lateral del río Curaray. Vista al NO.



Foto N° 3.7 Terraza aluvial baja sobre la cual se asienta el caserío de Amacocha (lado colombiano) a inmediaciones del río Putumayo.



Foto N° 3.8 Terraza aluvial baja, nótese la erosión ocasionada por el río Putumayo cerca al caserío de Puerto Alegria (lado colombiano).

3.2.2 Colinas

Son los relieves más accidentados de la cuenca, y de elevaciones más moderadas con alturas, pendiente y constitución geológica diversa. Estas colinas en conjunto conforman extensos paisajes colinosos cubiertos de bosque tropical (Foto N°3.10). Se han formado por la disección fluvial, tanto de las formaciones rocosas terciarias como de las antiguas acumulaciones aluviales del Cuaternario pleistocénico, a consecuencia de modernos movimientos epirogénicos. La tectónica ha actuado configurando la zona del Arco de Iquitos, que corresponde a un ciclo geotectónico local que contribuyó a elevar los terrenos adyacentes. Aquí un conjunto de antiguas terrazas aluviales fueron elevadas y posteriormente cortadas por las corrientes fluviales, formando un paisaje de colinas bajas. Las colinas han sido agrupadas por su configuración en colinas bajas, las que a su vez, teniendo en cuenta sus diferencias topográficas de magnitud y pendiente, se han subdividido según su mayor o menor grado de disección en respuesta a sus características petrológicas.

3.2.2.1 Colinas bajas (220–270 msnm)

Constituyen los relieves de mayor altura y pendiente entre la cima y base (Foto N°3.11). Individualmente las colinas presentan alturas que van de 25 m a 40 m y excepcionalmente hasta 50 m, con pendientes que fluctúan entre 25 % a 50 %. Desde el punto de vista litológico predominan los componentes arcillosos en capas friables, de colores variados en respuesta a una naturaleza mineralógica y de alteración heterogéneas. Las capas de arcilla se alternan con arenas, y más localmente, con gravas; la presencia de estos últimos materiales gruesos, va decreciendo paulatinamente río abajo del Putumayo.

Las condiciones climáticas y la densa cubierta vegetal favorecen la infiltración, pero la naturaleza arcillosa impermeable, así como el valor de las pendientes, hacen que predomine el escurrimiento superficial. La presencia dispersa de capas de arenas y gravas mejora la permeabilidad.

Colinas bajas con mayor grado de disección

Tienen un drenaje paralelo y perpendicular a los ríos principales. El escurrimiento superficial de las aguas de lluvia es rápido y sólo la cobertura vegetal impide el desarrollo de fuertes acciones erosivas. Su origen está ligado a la disección fluvial de las formaciones geológicas del Terciario superior. El relieve es accidentado tanto por las numerosas disecciones que causan los caños y quebradas que los atraviesan, como por la magnitud y pendiente de los relieves.

Se han formado por la disección parcial de antiguos lechos fluviales y formaciones aluviales de terrazas antiguas que ahora se presentan en posiciones elevadas debido principalmente a los levantamientos epirogénicos recientes. Los relieves menos accidentados tienen una altura comprendida entre 15 m y 25 m entre la cima y base de las elevaciones. La litología es similar con mayores áreas de origen aluvial, con materiales arcillosos y arcillo-arenosos menos consolidados por lo que la profundidad de los suelos es generalmente mayor.

Colinas bajas con menor grado de disección

Son elevaciones del terreno creadas por antiguas fases de acción erosiva que han afectado a formaciones geológicas del Neógeno (Foto N°3.12). Están constituidas por arcillitas y areniscas friables, con alturas comprendidas entre 5 m y 15 m entre la cima y base, hasta 25 m y con pendientes de laderas de 10 % a 25%, pudiendo alcanzar hasta 50%. Las formas de tierra de mayor altura corresponden a zonas donde afloran formaciones geológicas del Terciario superior y el relieve es originado en los períodos de disección cuaternaria que las han erosionado parcialmente. Las formas de tierra de menor altura corresponden a terrazas relativamente recientes y/o zonas de aluvionamiento producidas por los ríos Napo, Putumayo y otras corrientes fluviales de épocas pasadas, constituyendo restos de sus antiguos lechos del Pleistoceno. La soliflucción que actualmente afecta a la formación arcillosa Pebas ocasiona fenómenos de remoción en masa por deslizamiento lo que la hace muy inestable.



Foto N° 3.9 Terraza aluvial alta sobre la margen izquierda aguas arriba del río Paneylla, caserío de Santa Teresa.



Foto N° 3.10 Vista mostrando el paisaje colinoso del puesto de vigilancia Vencedores, margen derecha del río Nashiño.

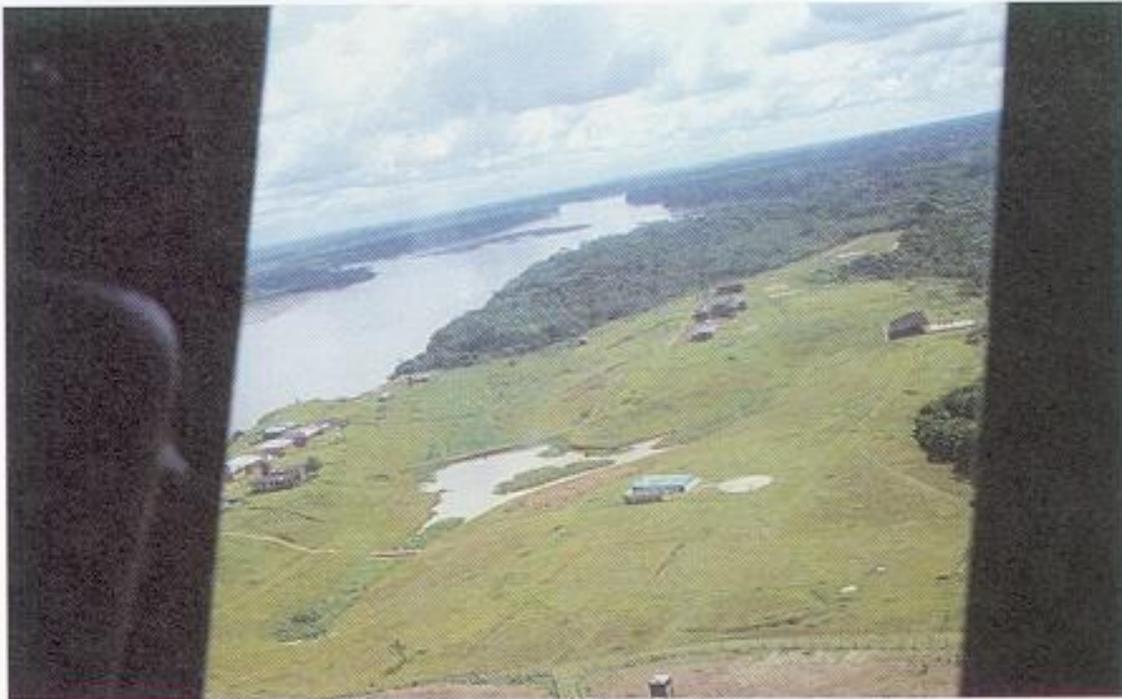


Foto N° 3.11 Expresión morfológica de colinas bajas donde se ubica la base militar de Pantoja.



Foto N° 3.12 Paisaje mostrando un relieve ondulado de colinas bajas con menor grado de disección. Vista al NO cerca al puesto de vigilancia de Aguas Negras.

ESTRATIGRAFÍA DE SUPERFICIE

La zona de estudio, como parte marginal nororiental de la cuenca Marañón, se enmarca en el borde occidental del Cratón sudamericano y su configuración actual deviene de un proceso de emersión diferencial que distingue una estructura denominada Arco de Iquitos. En este contexto, se regularon los procesos de sedimentación y distribución de ambientes, diferenciando depósitos cuyas características fueron determinantes para el ordenamiento en unidades estratigráficas.

El basamento del apilamiento sedimentario está constituido por rocas que corresponden al cratón de Guyana, cuya evidencia lo corroboran los registros litológicos de pozos, así como los registros sísmicos y aeromagnéticos (PETROPERÚ, 1989). Esta información permite asumir un emplazamiento a profundidades aproximadas de oeste a este de 1 800 m a 200 m.

La parte sedimentaria de este piso estructural, comprende en el subsuelo, secuencias asignadas al Mesozoico (PETROPERÚ, 1989) y sobre éstas, aflorando en el área de estudio, sedimentitas asignadas al Neógeno así como depósitos cuaternarios.

La secuencia sedimentaria mesozoica se adelgaza progresivamente hacia el este hasta desaparecer, siguiendo el paleorelieve del basamento que se eleva conformando el alto de Iquitos (LAURENT y PARDO, 1975; LAURENT, 1985). Perfiles sismoestratigráficos a lo largo de los ríos Napo y Curaray indican un grosor que sobrepasa los 1 000 m, mientras que hacia el área de Arabela llega a 600 m y en la desembocadura del río Curaray los grosores oscilan entre 120 m y 150 m. Hacia el este se encuentran las sedimentitas neogénicas directamente sobre el basamento (PETROPERÚ, 1989).

Las asociaciones litológicas observables sobre el Alto de Iquitos, constituyen la secuencia sedimentaria neógena y cuaternaria, cuyos afloramientos se aprecian en los cortes de los ríos y carreteras. Por su posición en secuencia y atributos litológicos están clasificados con categoría de unidades litoestratigráficas, y se les ha asignado una geocronología en base a su contenido fósil (ver apéndice paleontológico) y/o sus relaciones estructurales. Se han cartografiado en el área de estudio (Fig. N° 4.1), las unidades nominadas como: Formación Pebas, Formación Ipururo, Formación Nauta y depósitos cuaternarios, cuyas características se muestran en la columna generalizada del área (Fig. N° 4.2), y en las columnas, que de

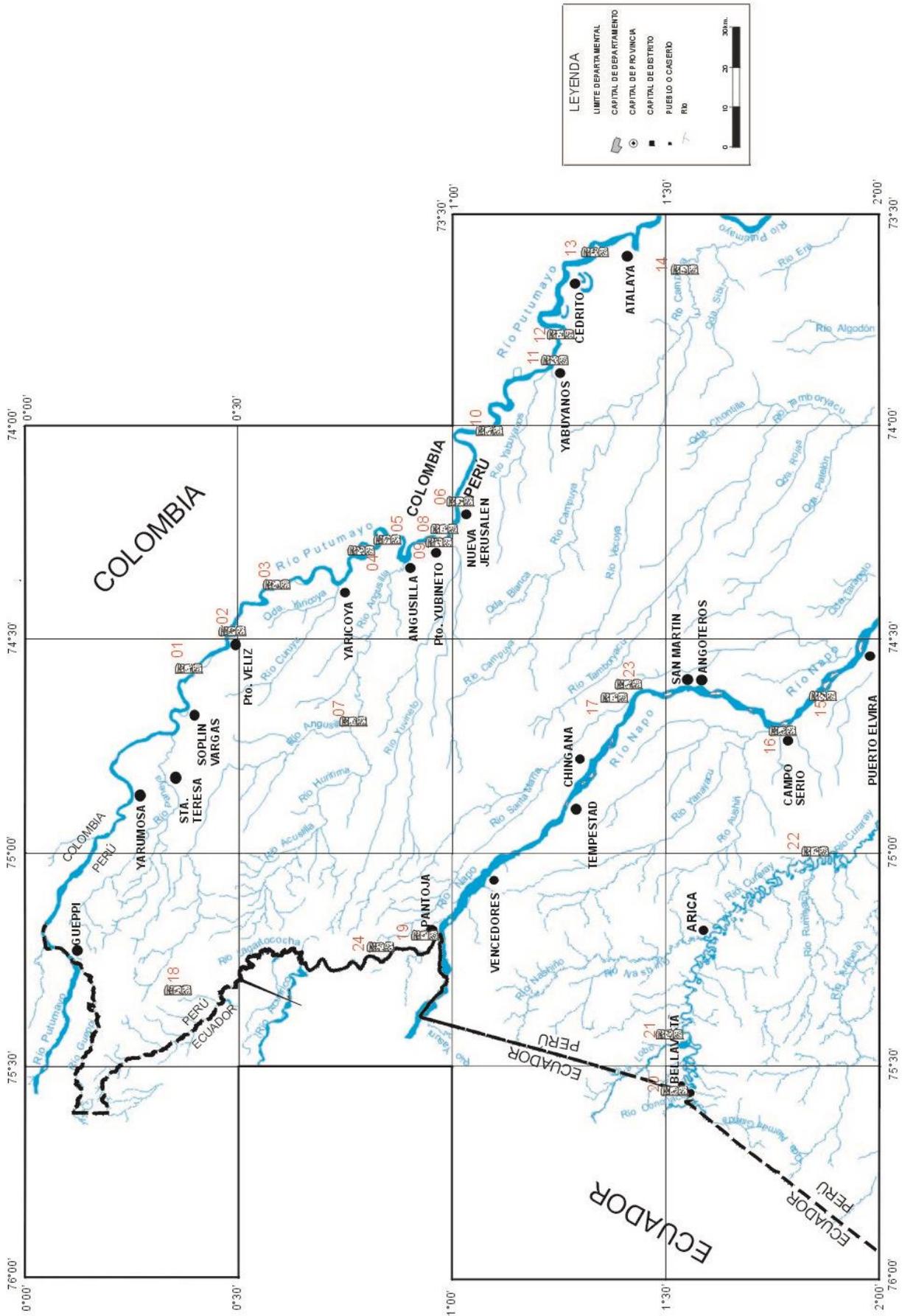


Fig. N° 4.1 Mapa de ubicación de columnas estratégicas

cada unidad estratigráfica se muestran esquemáticamente y en orden correlativo, al final del presente capítulo.

4.1 FORMACIÓN PEBAS

Aflora en barrancos y riberas erosionadas de los ríos Napo, Putumayo y algunos tributarios. Está constituida por arcillitas verdes o azuladas intercalada con areniscas y niveles de carbón y calizas con contenido de fauna fósil muy característica indicando ambientes de cuencas restringidas someras y subambientes parálisos. Morfológicamente forma terrenos de relieves bajos y suaves (Foto N° 4.1), con un patrón de drenaje característico, textura fina y tonalidad fácilmente distinguible en las imágenes satelitales.

Las primeras descripciones se hicieron a lo largo de los ríos Marañón, Amazonas y en inmediaciones de la ciudad de Iquitos, diferenciándose la secuencia en base a su contenido fósil, siendo GABB (1869), quien observó biocaracterísticas en afloramientos de la localidad de Pebas, ubicada en la margen izquierda del río Amazonas al este de la ciudad de Iquitos. De igual modo, WOODWARD (1871), CONRAD (1871, 1874 a,b), BOETTGER (1878) y KATZER (1903) enfocaron en sus publicaciones a la distinción paleontológica. Posteriormente, STEINMANN (1930) y RUEGG y ROSENZWEIG (1949), esbozaron una sucinta descripción petrográfica y fosilífera en la localidad de Iquitos. Entre esos años DE GREVE (1938), publica un trabajo sobre fauna de moluscos en Iquitos y alrededores. En las últimas décadas, y habiéndose establecido las pautas para la designación formal de unidades de rocas, las publicaciones de SHEPPARD y BATE (1980), KENNETH (1988), DUMONT (1988), NUTTALL (1990), WESSELINGH (1992), HOORN (1990, 1991, 1993, 1995, 1996), HOORN et al (1995), RASANEN et al (1995), y RASANEN et al (1998), entre otros, han incrementado el conocimiento de esta unidad con información y datos tomados desde superficie. Asimismo, también ha sido reconocida en subsuelo a través de los pozos perforados por Petroperú, lo que ha permitido tener una mejor idea acerca de su disposición espacial.

En la zona los afloramientos de la Fm. Pebas se elevan algunos metros sobre la planicie de inundación de los ríos, sobrepuestos a una unidad estructural denominada Arco de Iquitos. Esta configuración está ligada a la dinámica estructural de la cuenca Marañón, cuya subsidencia fue acompañada de una tendencia transgresiva hacia el este, depositando sobre el Arco, correlativamente a la tectogénesis y surgimiento de la cadena andina en capas de sedimentos terciarios (SANZ, 1974; LAURENT, 1985). La tendencia del Arco nuevamente fue positiva en el Cuaternario, forzando los fluvios a converger hacia un colector único generando el río Amazonas y la configuración actual que presenta (DUMONT, 1989).

4.1.1 Definición

El nombre fue dado por GABB (1868), al describir los moluscos fósiles de un afloramiento ubicado en la margen izquierda del río Amazonas y al este de Iquitos. Este espacio geográfico es denominado localidad tipo a pesar que inicialmente no existía una descripción

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA	ESPESOR (m)	COLUMNA	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENA	Depósitos Palustres	20 - 30		-Arenas finas con matriz arcillosa con restos de plantas (hojas).
			Depósitos Fluviales			-Arenas inconsolidadas, de granulometría heterogénea, con matriz limosa y restos de plantas (troncos).
		PLEISTOCENA	Depósitos Aluviales 2			-Arenas sueltas, de granulometría heterogénea, con matriz limoarcillosa algunos y algunos dastos de cuarzo en la base.
			Depósitos Aluviales 1			-Areniscas limosas de color rojo, afloran en forma tabular. -Areniscas de grano medio, con matriz limosa de color rojo. -Areniscas gruesas, con dastos de cuarzo lechoso. -Limoarcillitas rojizas, intercaladas con limolitas beige. -Limoarcillitas rojizas, con clastos de cuarzo lechoso.
	NEÓGENO	PLIOCENA	Formación Nauta	4 - 6		-Limoarcillitas masivas, color rojo, intercaladas con delgados niveles de arcillitas beige y dastos aislados de cuarzo lechoso, son subredondeado-redondeados. -Areniscas gruesas con matriz limosa, color rojizo, con clastos aislados de cuarzo lechoso subredondeados a redondeados; también presentan delgados niveles de óxido ferroso. -Conglomerado cuarzoso en una matriz de arena gruesa, rojiza. -Conglomerados polimícticos, predomina los dastos de cuarzo lechos, subredondeados-redondeados sin matriz. -Areniscas cuarzosas medias a finas, blanco amarillentas. -Limoarcillitas claras, en capas gruesas intercalada con delgados niveles de limolitas verdes y areniscas finas con restos de plantas en forma aislada -Areniscas cuarzosas finas, color gris pardo, en capas medias a gruesas, presenta laminación ondulada y estratificación sesgada.
			Formación Ipururo	100 - 150		-Areniscas cuarzo fedespáticas, blanco amarillentas, con estratificación sesgada. -Limoarcillitas, color verde, con micas blancas y presentan laminación paralela -Areniscas finas limosas, presentan estructuras flaser y laminación paralela. -Limoarcillitas, color verde azulina, con micas blancas y presencia de fósiles; -Nivel de carbón, en el tope presentan laminación paralela. -Limoarcillitas carbonosas.
		MIOCENA	Formación Pebas	-Limoarcillitas, color verde azulinas, en capas gruesas, intercaladas con esporádicas capas de caliza; en los niveles pelíticos presentan fósiles -Nivel de carbón -Limoarcillitas, gris oscuras, intercalada con limolitas beige clara y un delgado nivel de caliza. -Areniscas finas, verde azulinas en capas medias, presentan laminación paralela. -Limoarcillita macizas de color verde oscuro -Areniscas limosas con laminación ondulante y estructuras flaser. -Limoarcillitas, color gris oscuro intercaladas con areniscas limosas, color verde azuladas. -Areniscas finas. -Limoarcillita, gris verdosas, en capas gruesas con nódulos calcáreos		

Fig. N° 4.2 Columna estratigráfica generalizada



Foto N° 4.1 Morfología de colinas bajas que presentan los terrenos de la Formación Pebas. Río Napo cerca de la localidad de Aushiri.



Foto N° 4.2 Afloramiento de la Formación Pebas. Estratos horizontales de limoarcillita gris verdosa y manto de carbón. Río Putumayo, caserío de Puerto Véliz.

litológica de la misma, (SEMINARIO y GUIZADO, 1973). Su nombre deriva de la localidad de Pebas en cuyos alrededores aflora. Dicho nombre a su vez proviene del grupo indígena Peba-Yagua (HOORN, 1993).

Litológicamente fue descrita por SEMINARIO y GUIZADO (1973) como una unidad consistente de lutitas verdosas con intercalaciones de margas, calizas y capas delgadas de coquina hacia la base; hacia el tope consiste de lodolitas rojizas y diversas capas delgadas de lignito.

4.1.2 Distribución

La Formación Pebas tiene una amplia distribución geográfica, cuyos límites se pueden asumir mediante un esbozo paleogeográfico de la cuenca (Fig. N° 4.3). Estaría limitando al norte por la probable conexión con el mar del Caribe, al sur con la región de Abapó en Bolivia, por el este con el flanco oriental de la cordillera andina y al oeste limitada por los cratones sudamericanos (NUTTALL, 1990). Regionalmente comprende las cuencas Caquetá y Putumayo en Colombia y las cuencas Napo y Pastaza en Ecuador, la cuenca Marañón en territorio peruano y las cuencas Acre y Alto Solimoes, en el Brasil. (ver Capítulo VI).

En el área estudiada tiene alguna exposiciones en los cortes efectuados por los ríos Napo, Putumayo y algunos tributarios. Las mejores exposiciones se observan en el curso del río Napo (localidades de Pantoja, Angoteros, entre Puerto Elvira y Campo Serio), en la desembocadura del río Aguarico, río Santa María, en el río Tamboryacu cerca de la desembocadura de la quebrada Patelón. En el sector del río Putumayo, cerca a la desembocadura del río Campuya, en el poblado de Nueva Jerusalén donde se observa el contacto con la capas rojas de la Formación Nauta. Asimismo, a lo largo del río Curaray y también en pequeñas escarpas denominadas “colpa” o “salares” por los lugareños.

4.1.3 Litología

La Formación Pebas está compuesta por una secuencia continua de material detrítico fracción creciente cuyos rangos varían desde arcillitas hasta areniscas, habiéndose distinguido en algunos sectores niveles de calizas y de carbón. En general, se aprecia una alternancia de arcillitas y limoarcillitas de color gris con tonalidades que varían desde gris oscuras hasta azuladas; con limolitas mayormente de color verde, y areniscas de grano creciente y subredondeadas, de colores verde y beige oscuro, con disposición laminar paralela y ondulante paralela.

Los análisis de las muestras pelíticas mediante difracción de rayos X, indican la concentración en % de sus minerales componentes (Tabla N° 4.1), que muestran un alto contenido de cuarzo, además de caolinita, montmorillonita entre otros según se puede visualizar en las Fig. N° 4.4 a, 4.4 b y 4.4 c.

Esta continuidad de litofacies se ve interrumpida en el sector medio del área de estudio, por la alternancia con capas calcáreas, cuya presencia singulariza aspectos intrínsecos y

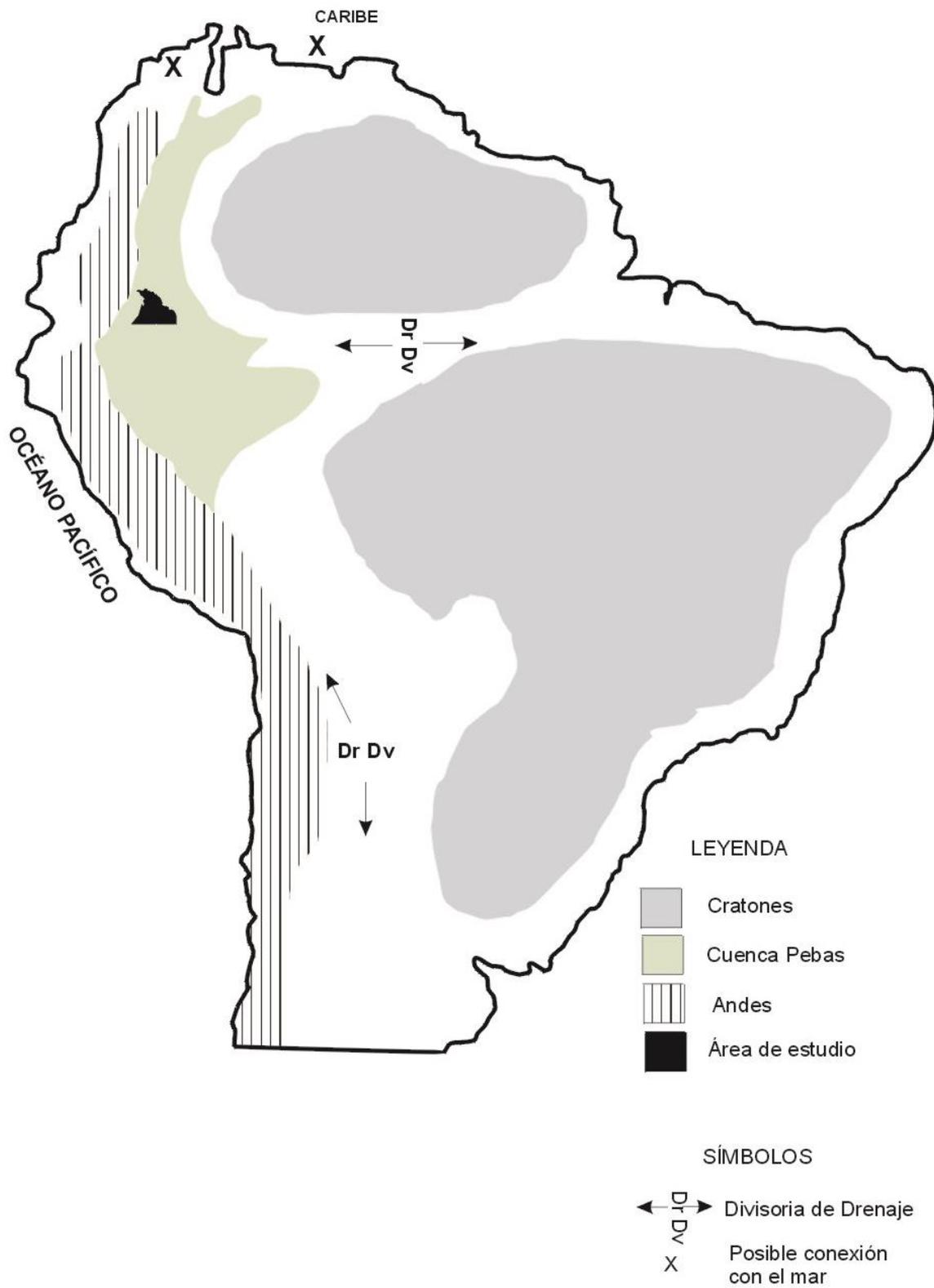


Fig. N° 4.3 Esbozo paleogeográfico de la cuenca Pebas
(Modificado de C. P. Nutall, 1990)

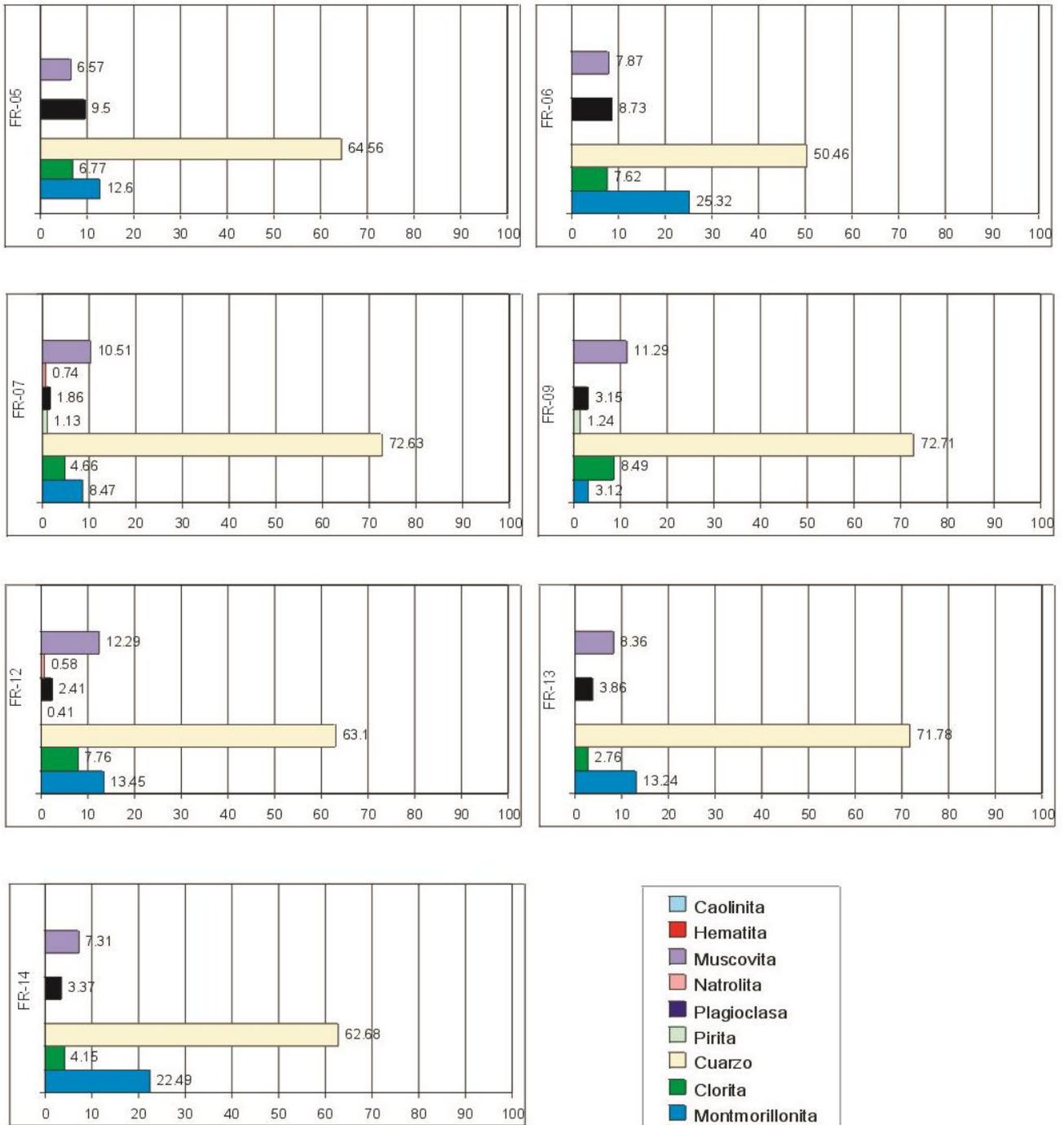
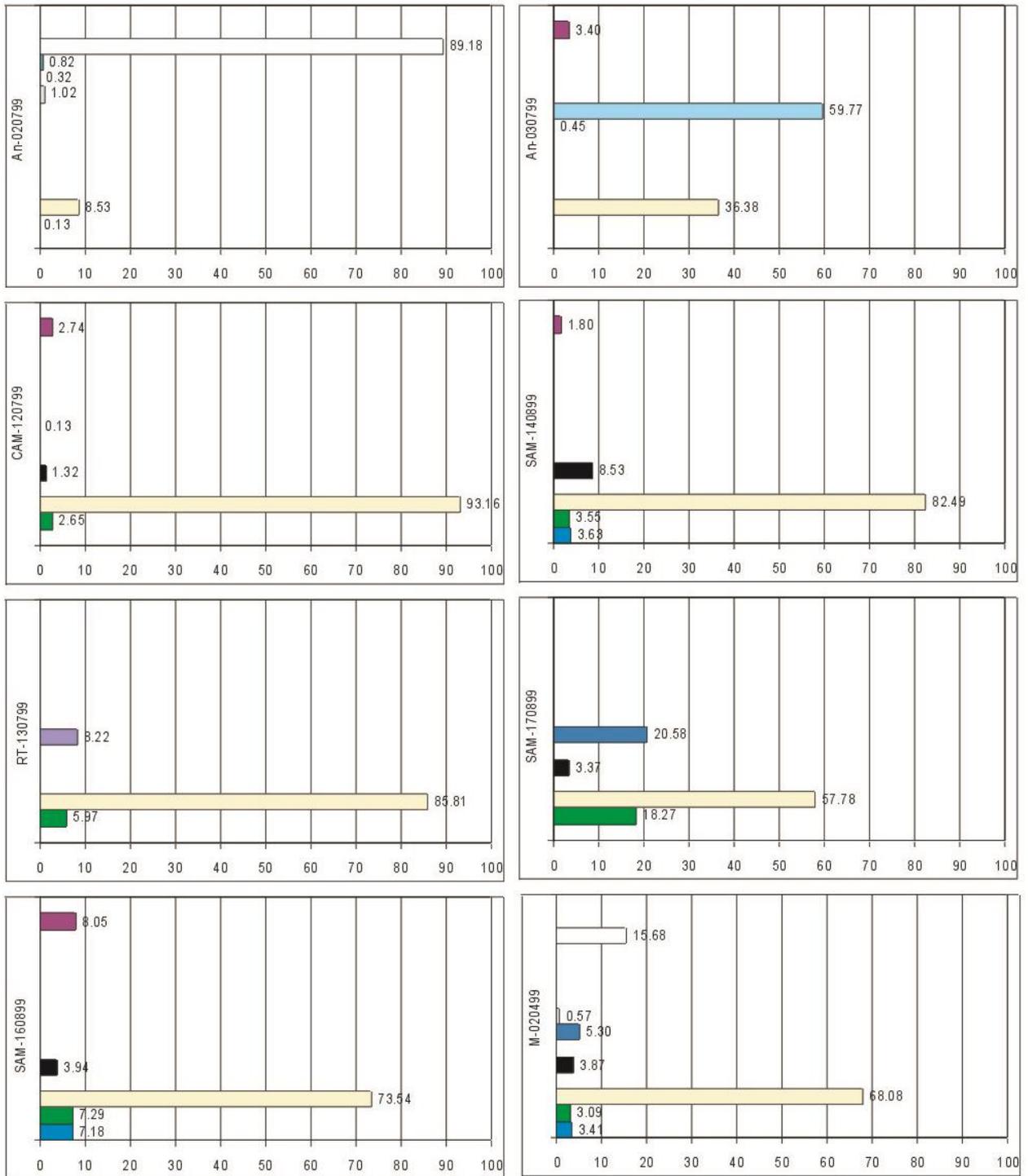


Fig. N°4.4a Porcentaje de contenido



Legenda



Fig. N° 4.4b Porcentaje de contenido mineralógico

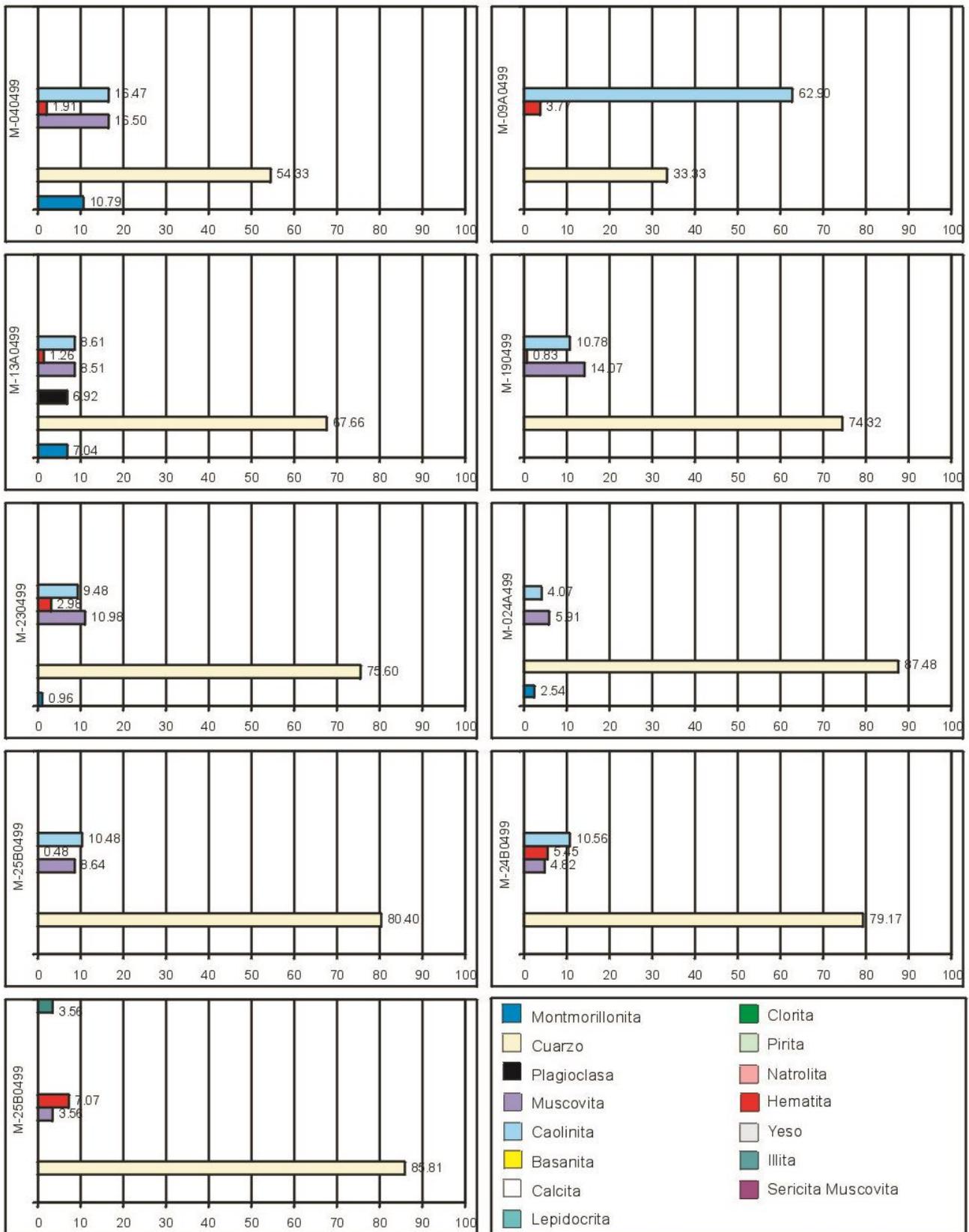


Fig. N° 4.4c Porcentaje de contenido mineralógico

geográficos de la cuenca. En el cuadrángulo de San Martín, se tiene calcilita arenácea y en el cuadrángulo de Angusilla y de Chingana, aragonita y habiéndosele identificado en este último cuadrángulo como caliza (apéndice petrográfico). Las capas de carbón constituyen mantos de color negro, de estructura laminar y que localmente pueden contener fitofósiles, abarcan una gran extensión, y permiten precisar la interpretación del paleoambiente de depósito. El análisis de la muestra arroja un poder calorífico menor a 5 000 kcal/kg, por lo que además de sus características físicas y propiedades químicas, nos permite definirla como lignito (Tabla N° 4.2).

Asimismo, en los niveles de fracción más fina, la secuencia ha desarrollado cuerpos por segregación diagenética (nódulos y concreciones) con diversas formas y habiéndose preservado biocaracterísticas en algunos niveles pelíticos, con predominancia de moluscos (pelecípodos y gasterópodos), ostrácodos, fragmentos óseos de peces y algunos vegetales.

Como producto de la meteorización, las capas superiores de esta unidad adquieren un color secundario mostrando tonalidades verdes, amarillas y rojas, formando en algunos lugares el subsuelo sobre el cual se ha desarrollado la vegetación.

4.1.4 Grosor

El grosor de esta unidad no es continuo y varía entre 240 m y 520 m presentando un engrosamiento hacia el este, (SANZ, 1974). Los afloramientos han permitido identificar la parte superior de la unidad, la cual no es mayor a 20 m.

4.1.5 Facies

En base de los productos sedimentarios y el análisis sedimentológico, se han diferenciado facies, siguiendo el proceso metodológico de MIALL, (1977) (Tabla N° 4.3). Las letras mayúsculas indican el tamaño de la fracción dominante (G= grava, A= arena, L= facies de grano fino, incluyendo arena muy fina, limo y arcilla). La letra minúscula es una ayuda memoria para las características de textura o estructura de la litofacies (ej. h= horizontal, c= canal, o= ondulitas, etc.).

Litofacies de areniscas

Litofacies Al, denominada así a las areniscas finas intercalada con limolita en láminas paralelas y presencia de micas.

Representa arenas de grano fino transportadas por tracción y depositadas en capas horizontales, con alternancias de quietud que se manifiesta en depósitos de fracciones más finas. Su partición lineal tiene una orientación paralela y se interpreta como régimen de flujo bajo y decreciente.

Litofacies Ac, denominada a las areniscas de canal.

Representa arenas transportadas sobre el flanco de los lechos por tracción y suspensión intermitente indicando cambios en el ambiente de canal. La estratificación sesgada indica

Tabla N° 4.2 Análisis de carbón

CÓDIGO DE MUESTRA	HUMEDAD%	MATERIA VOLÁTIL %	CENIZAS %	CARBON FIJO %	S %
BQ-03	3.01	23.51	73.42	0.06	4.99
BQ-04	10.52	36.56	22.81	30.11	4.34
030499	17.20	34.00	20.36	28.44	0.22
5A0499	14.17	31.50	36.03	18.30	0.74
270499	14.59	37.26	16.90	31.25	3.50

Poder calorífico : Kcal/kg < 5000

Tabla N° 4.3 Clasificación de litofacies

CÓDIGO DE LITOFACIES	LITOFACIES
G	Conglomerados
Al	Arenisca limosa
Ac	Arenisca de canal
Af	Arenisca fina con estructura lunular (flaser)
Ar	Arenisca con ondulitas
Ag	Areniscas gruesas
Ao	Arenisca con estratificación ondulante
Lm	Arcillita, limoarcillita, limolita con laminación horizontal y presencia de micas
Lmc	Limoarcillita calcárea
Lmi	Limoarcillita con intraclastos
Lmm	Arcillita masiva
Lmo	Limoarcillita con estratificación ondulante
Lmf	Limoarcillita con invertebrados fósiles
C	Carbón
Ca	Carbonatos

terminaciones angulares por avances de arenas en las partes frontales curvas de las superficies de depósito (sigmoides).

Litofacies Ao, denominada a las areniscas con estratificación ondulante.

Representa láminas de arenas de grano fino a medio y limolitas cuyas superficies de límite se presentan onduladas (wave bedding).

Litofacies Af, denominada a las areniscas finas con estructura lunular (flaser). Estas son poco frecuentes y representan arenas de grano fino con laminación ondulante que intercala con pequeñas cantidades de arcilla en las superficies límites de las concavidades. La geometría de intersección de dos líneas curvas con la concavidad en los dos sentidos se explica en respuesta a un flujo capaz de formar una laminación ondulante por cambios hidrodinámicos de ritmo, cuyas fracciones de arena y arcilla se depositan de manera diferencial.

Litofacies Ar, denominada a las areniscas con rizaduras, ondulitas (ripples). Representa arenas de grano fino a medio en un flujo de bajo régimen de velocidad que indican direcciones de oleaje sin cambios sensitivos en las condiciones de depósito.

Litofacies de fracciones más finas

Litofacies Lm, denominada de arcillita, limoarcillita y limolita con laminación horizontal y presencia de micas.

Representa depósitos de débil tracción y de suspensión, no observándose estructuras sedimentarias. Algunas partes presentan estratificación laminar y ondulada. Se trata de una secuencia grano creciente y se interpreta como depósitos de flujo creciente.

Litofacies Lmc, denominada así a las limoarcillitas calcáreas. Representa secuencias de arcillita y limolita en láminas con la propiedad de efervescer a la acción del ácido clorhídrico. Representa depósitos de partes distales de llanura de inundación y pantanos y se interpreta como formados en aguas acumuladas.

Litofacies Lmm, denominada a las arcillitas masivas. Representada por secuencias de arcillita depositada en depresiones con agua de cursos abandonados. Se interpreta como pantanos con más agua.

Litofacies Lmo, denominada así a las limoarcillitas con estratificación ondulante.

Representa intercalaciones de limoarcillitas con estructura ondulante (wave bedding), e indica oscilaciones del flujo en un régimen de baja energía.

Litofacies Lmf, denominada así a las limoarcillitas con invertebrados fósiles.

Litológicamente representa secuencias de litofacies Lm con invertebrados fósiles que constituyen un elemento accesorio pero con significado litogenético.

Facies no clásticas

Litofacies C, denominada de carbón. Representa niveles de carbón (lignito) en mantos, a veces masivos o laminados, con restos de estructuras vegetales que indican la presencia de pantanos con una rápida acumulación de plantas bajo condiciones húmedo tropicales (MACCABE, 1984). Se interpreta como depósitos de pantanos.

Litofacies Ca, denominada así a los carbonatos. Representa calizas beige color pardo claro en estratos delgados y con estructura en rosario (boudinage), como producto de asentamiento sinsedimentario intraestratal con arcillitas. En algunos sectores, los boudinages se van aislando, y se puede interpretar como estructuras nodulares. Indican condiciones de aguas acumuladas (lacustre o marino parálisis), cuya escasa circulación vertical de oxígeno, permite la concentración de CO₂ y la respectiva precipitación de los carbonatos en un medio con toxicidad.

4.1.6 Secciones litoestratigráficas

Las exposiciones que afloran a manera de escarpas en las riberas de los ríos Napo, Putumayo y algunos tributarios, tienen una notable continuidad lateral con un suave buzamiento subhorizontal. Estos caracteres han permitido levantar una serie de secciones verticales lo cual permite efectuar un análisis de variación vertical en la secuencia, distinguiendo ambientes, litofacies, facies isópicas y asociaciones, así como la continuidad lateral de los litosomas, que van a permitir definir sus respectivas geometrías. A este respecto, y por comparación estratigráfica, se ha establecido sobre bases litológicas, la correlación respectiva con los niveles superiores de la Formación Pebas.

4.1.7 Descripción

Río Putumayo

En la localidad de Puerto Véliz (cuadrángulo de Puerto Véliz), se tiene una secuencia fracción creciente de limoarcillitas gris verdosas con una tonalidad azulina en capas delgadas a medias, alguna de las cuales se presentan finamente laminares, le siguen niveles de areniscas de grano fino gris verdosas en capas medias a gruesas con laminación horizontal intercaladas con pequeños niveles de limoarcillitas, algunos niveles son areniscas limosas con laminación horizontal, le suprayace una capa de lignito masiva de 0,30 m de grosor, seguido de una limoarcillita con laminación horizontal que le da una coloración abigarrada (Columna litoestratigráfica N° 2, Foto N°4.2). Este afloramiento muestra eventos alternativos de facies de fracciones finas y de areniscas, indicando migraciones de medios de llanura de inundación a medios fluviales, cuya permanencia se expresa en el grosor de la capa respectiva. La parte superior presenta una secuencia con facies tipo Al, C y Lm que indican una hidrodinámica decreciente de medio litoral a medios de cuenca restringida y somera.

En Puerto Reyes (cuadrángulo de Angusilla) se tiene una secuencia pelítica constituida por limoarcillitas verde claras en capas medias a gruesas, algunas de ellas presentan abundante mica blanca en su composición. Cabe destacar en la parte inferior, un nivel de calizas

biogénicas de 0,30 m de grosor, donde se destaca la presencia de fósiles (Columna litoestratigráfica N° 3, Foto N°4.3). En este afloramiento se distinguen tres secuencias. Una secuencia fracción creciente, con una variación de facies Ca a Lmm cuyo conjunto indica un medio de cuencas marginales someras y sobre esta secuencia se observa un límite estratigráfico que distingue a otras dos unidades litológicas.

En Argelia (cuadrángulo de Angusilla) se observan capas gruesas de limoarcillitas color gris verdosas masivas con pirita diseminada y capas medias a gruesas de limoarcillitas gris verdosas interestratificadas con capas delgadas de areniscas limosas gris verdosas con laminación horizontal. En la parte superior afloran dos capas de lignito intercaladas por limoarcillitas de coloración verdosa finamente laminadas y con estructura lutácea (Foto N°4.4). La capa de lignito inferior se presenta finamente laminada (Columna litoestratigráfica N° 4). En esta columna se han establecido dos secuencias fracción decreciente de facies Lm, C, que indican una disminución en la energía de flujo en un medio de cuenca restringida y de aguas someras.

En Puerto Espinoza (cuadrángulo de Angusilla, lado colombiano) se presentan limoarcillitas gris verdosas en capas medias a gruesas. En la parte media se tiene una capa de lignito finamente laminado. El nivel inferior de las limoarcillitas contiene mica blanca y pirita además de nódulos (Foto N°4.5), las capas superiores de limoarcillita se presentan con laminación horizontal que le da una estructura lutácea (Columna litoestratigráfica N° 5). Estas características indican un medio de facies de cuenca restringida y somera el cual tuvo su mayor momento de quietud en el depósito de la litofacies C.

Aguas abajo en la localidad de Nueva Jerusalén se presenta una secuencia mayormente pelítica en capas medias a delgadas que se intercala en la parte media a superior con capas de areniscas limosas de 0,30 m de grosor, compuesta por cuarzo y feldespatos y con coloración gris verdosa, algunas de tonalidad azulina. Las capas inferiores de arenisca se presentan con cemento calcáreo y nódulos de limolitas, las superiores presentan estratificación sesgada y rizaduras. Las limoarcillitas son de color verde azulino variando algunas a oscura, bituminosas, finamente laminadas, con estructura lutácea, con presencia de nódulos de pirita y fósiles, algunos de los cuales se encuentran piritizados. Estas capas presentan delgados niveles calcáreos discontinuos con estructura en rosario. Entre las limoarcillitas se tiene una capa de carbón de 0,30 m de grosor con laminación horizontal hacia sus contactos (Columna litoestratigráfica N° 6, Fotos N°4.6 y 4.7). En esta columna se han distinguido tres secuencias sedimentarias. La primera fracción decreciente indica facies Lm, C que indican un medio de facies de cuenca restringida y somera el cual tuvo mayor momento de quietud en el depósito de la litofacies C. La segunda secuencia fracción creciente presenta la litofacies Lm, Al, que indica una variación de medio de cuenca restringida y somera a medio litoral. En los niveles intermedios se ha caracterizado litofacies Lmf cuya asociación faunística revela el ambiente fluviolacustre a lacustre de cuenca restringida (apéndice paleontológico). La tercera secuencia presenta las mismas variaciones.

En el río Angusilla (cuadrángulo de Río Angusilla), los afloramientos presentan una secuencia pelítica en capas medias a gruesas de limoarcillitas de color gris verdoso con tonalidad azulina, las limoarcillitas de la base son masivas y se intercalan con limoarcillitas bituminosas, finamente laminadas y con fósiles, los niveles superiores se presentan lutáceos, con abundante mica blanca y nódulos piritosos. Una capa calcárea de 10 cm de grosor se intercala en este nivel, conformando una estructura en rosario (boudinage) (Columna litoestratigráfica N° 7, Foto N°4.8). Por la presencia de facies Lm, Lmm, Lmf, Ca se le atribuye un medio de depósito de cuenca restringida, somera, lo que se corrobora con la presencia de la facies If y Pf. El estudio petrográfico de la roca calcárea revela una textura micrítica, compuesta por aragonita, cuyos cristales están dispuestos en forma radial alrededor de un núcleo y unidos por un material cementante consistente en granos muy finos de calcita recristalizada. (Foto N°4.9).

En el caserío de Florida (cuadrángulo de Nueva Jerusalén), la secuencia está compuesta por limoarcillitas en capas delgadas a gruesas verde azuladas y algunas oscuras y bituminosas, con laminación paralela y estructura lutácea. Se intercalan dos niveles de 0,15 m y 0,20 m de limoarcillitas carbonosas con plantas fósiles (Columna litoestratigráfica N° 10, Foto N° 4.10). Se pueden diferenciar dos secuencias fracción creciente, de facies Lmm, Lmf y Lm. La litofacies Lmf significa un depósito de cuenca restringida y somera.

En el río Campuya (cuadrángulo de Campuya), las limoarcillitas se presentan en capas medias de 0,20 m de grosor, tabulares y de coloración gris oscura (Columna litoestratigráfica N° 14, Fotos N°4.11 y 4.12). Este afloramiento muestra facies Lmm y Lm que indican un medio de depósito en cuenca marginal y somera.

Río Napo

En las inmediaciones de la localidad de Ingano Llacta (cuadrángulo de San Martín), se presenta una secuencia de capas medias a gruesas de limoarcillitas masivas de color verde y tonalidad azulina intercaladas con niveles de calizas micríticas gris oscuras de 0,05 m de grosor. Hacia la parte superior, aflora un nivel de limoarcillitas fosilíferas con estructura lutácea, seguida por un nivel de arcillitas oscuras, bituminosas con piritita diseminada que pasa a un manto de lignito masivo de 0,50 m de grosor (Columna litoestratigráfica N° 15, Fotos N°4.13 y 4.14). Esta secuencia corresponde en su base a una alternancia de litofacies Lm y Ca y en su parte superior a litofacies Lm, Lmf, C y Lmm, indicando un medio de depósito de cuenca restringida y somera (lacustre).

En la localidad de Campo Serio (cuadrángulo de Chingana), se presenta una secuencia de limoarcillita gris verdosa intercalada con areniscas finas. Las limoarcillitas de la base contienen nódulos de limolitas cerca al contacto con las areniscas. Las areniscas presentan estructura lunular (flaser) y laminación horizontal, hacia el tope presenta estructura de canal. Sigue una secuencia de limoarcillitas masivas, gris verdosas, areniscas finas con estructura de canal y arcillitas masivas rojas. (Columna litoestratigráfica N° 16). Esta secuencia predomi-



Foto N° 4.3 Secuencias pelíticas de la Formación Pebas. En la parte inferior destaca el nivel calcáreo fosilífero. Río Putumayo, caserío de Puerto Reyes. (UTM: N 9 931 790, E 570 910)



Foto N° 4.4 Nivel de carbón (lignito), intercalado con limoarcillitas de la Formación Pebas.



Foto N° 4.5 Nivel de limoarcillitas de la Formación Pebas mostrando en superficie estratal, estructuras de segregación diagenética (nódulos, concreciones).



Foto N° 4.6 Secuencia pelítica de la Formación Pebas intercalada con un nivel calcáreo, con estructura en rosario (boudinage). Caserío de Nueva Jerusalén. (UTM: N 9 888 140, E 588 000).

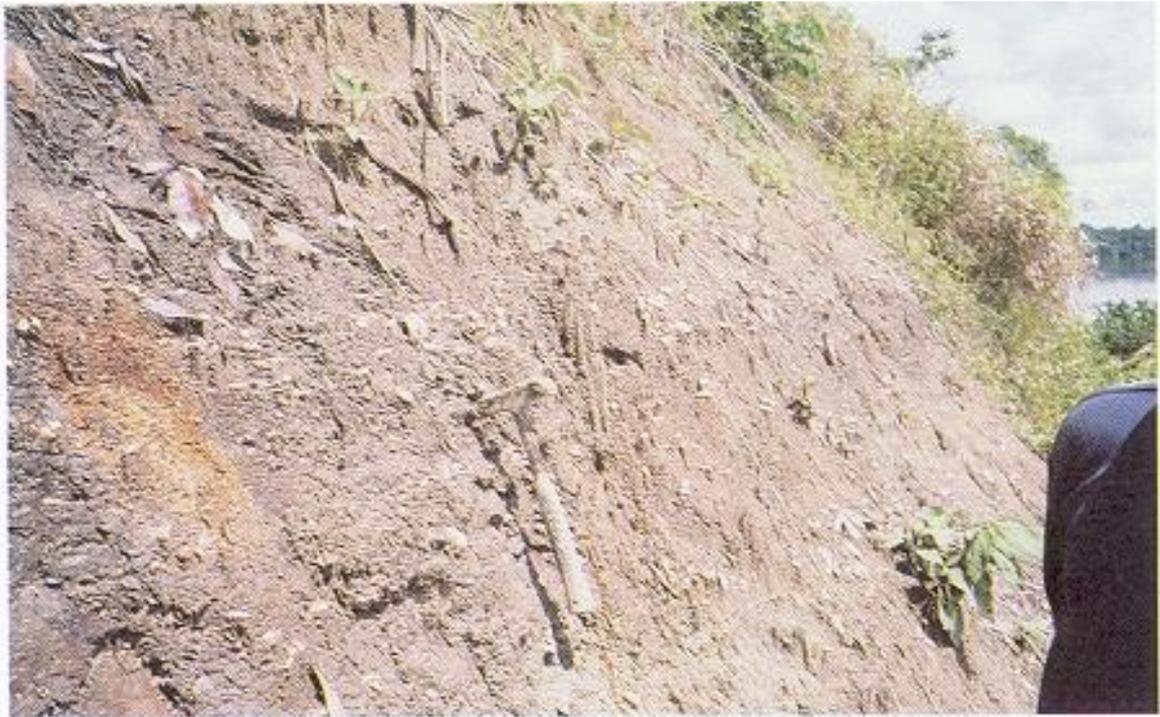


Foto N° 4.7 Limoarcillitas de la Formación Pebas mostrando abundantes fósiles invertebrados. Caserío de Nueva Jerusalén, (UTM: N 9 888 140, E 588 000).



Foto N° 4.8 Secuencia de limoarcillitas de estructura lutácea en la Formación Pebas. Río Angusilla (UTM: N 9 915 250, E 532 690).

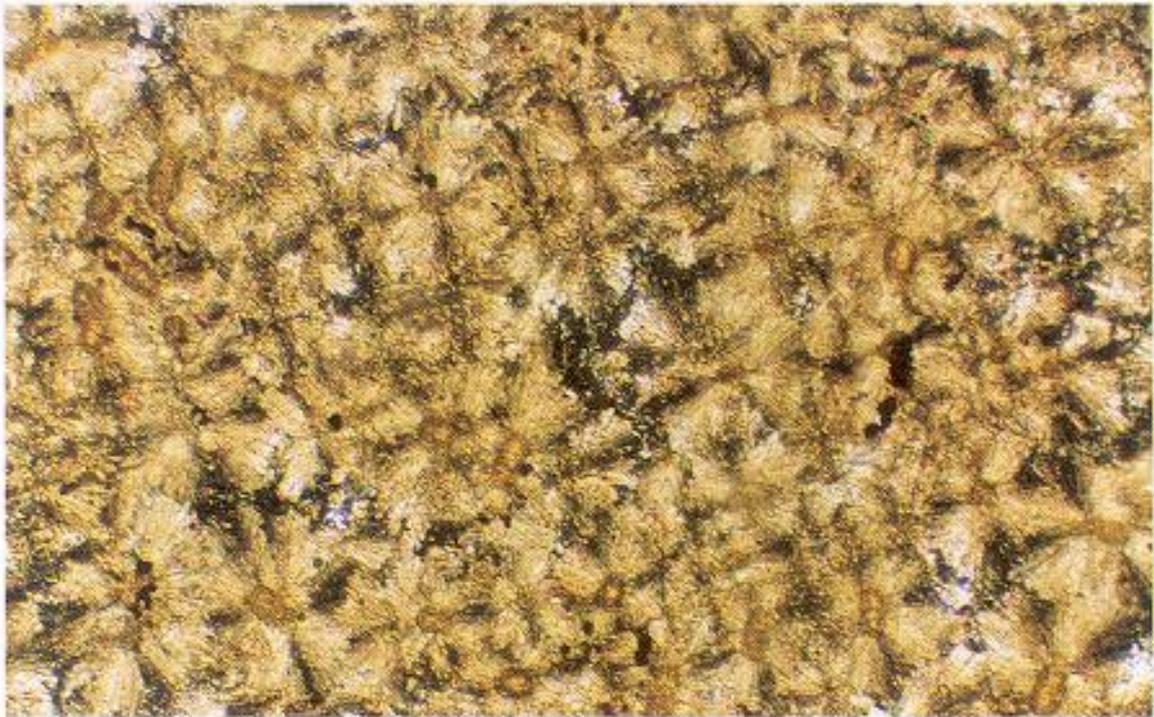


Foto N° 4.9 Microfotografía de caliza micrítica mostrando desarrollo radial de cristales de aragonita.



Foto N° 4.10 Nivel fosilífero en estratos de limoarcillitas de la Formación Pebas.

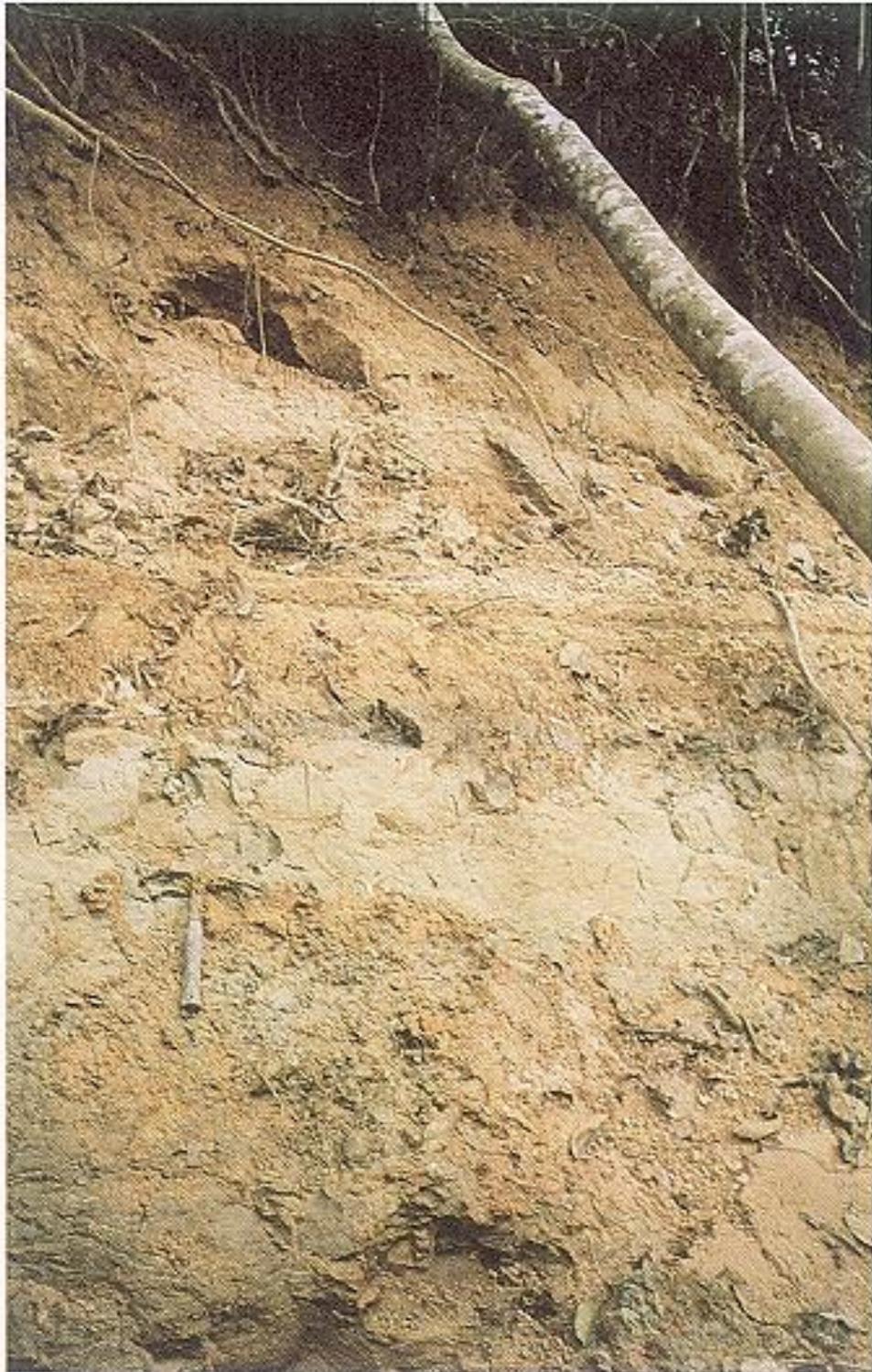


Foto N° 4.11 Afloramiento mostrando en primer plano las limoarcillitas de la Formación Pebas, en segundo plano el conglomerado basal de la Formación Nauta. Río Campuya, (UTM: N 9 828 100 y E 653 250).



Foto N° 4.12 Secuencia pelítica en estratos gruesos de la Formación Pebas. Localidad río Campuya (UTM: N 9 822 810, E 653 250).



Foto N° 4.13 Secuencia de la Formación Pebas, mostrando capas de limoarcillitas gris azuladas, distinguiéndose el manto de carbón (lignito). Río Napo, próximo al caserío de Igano Llacta (UTM: N 9 794 300, E 538 910).



Foto N° 4.14 Limoarcillitas de la Formación Pebas mostrando moluscos fósiles. Nótese el gran tamaño del pelecípodo. Río Napo, próximo al caserío de Igano Llacta.

nantemente pelítica (facies Lm, Lmm) en su nivel intermedio presenta facies Af, Ac, lo que indica una variación de medios de cuenca restringida y somera a medio litoral, evidenciada por las estructuras de la facie Ac.

Entre la localidad de Angotero y la desembocadura del río Santa María (cuadrángulo de Chingana), se expone una secuencia mayormente pelítica compuesta en su base por limoarcillitas fosilíferas gris verdosas con tonalidad azulina en capas medias a gruesas de hasta 1,00 m de grosor y un nivel calcáreo con estructura en rosario (Fotos N° 4.16 y 4.17). Sigue un nivel con areniscas limosas en capas delgadas de 0,15m de grosor y una coloración verdosa que presenta estratificación ondulada y localmente estratificación lunular (flasser) (Foto N°4.18 y 4.19). Sigue una secuencia pelítica gris verdosa que cambia a areniscas beiges de matriz limosa, consistencia friable y abundante mica blanca. En el nivel superior siguen limoarcillitas bituminosas donde resalta un nivel de lignito finamente laminado en su base pasando a masivo en su tope (Columna litoestratigráfica N° 17, Foto N°4.20). Esta secuencia muestra en la base facies Lmf y Ca, luego Lm que indican facies de cuenca marginal y somera. El nivel calcáreo representa condiciones intrínsecas de la cuenca, donde la circulación vertical disminuye de tal manera que permite la concentración de CO₂ y la respectiva precipitación de carbonatos. La estructura en rosario, que presenta, obedece a fenómenos de factor diagenético. A la facies Lm sigue una facies Af cuyas estructuras sedimentarias indican un medio litoral con variaciones intermitentes y oscilaciones en las condiciones de depósito. Nuevamente las condiciones dinámicas se estabilizan conformando un depósito Lmm que luego varía a Al de medio litoral y en la parte superior de la secuencia presenta facies Lm, C y Lmm que indican un medio de cuenca restringida y somera.

En las cercanías de la desembocadura del río Aguarico (cuadrángulo de Pantoja), esta unidad presenta en su extremo inferior areniscas de grano medio a fino gris verdosas en capas medias tabulares siguiendo una intercalación de limoarcillitas verde claras con limolitas verdes con tonalidad azulina en capas medias a gruesas suprayaciendo un manto 0,30 m de lignito masivo para continuar con una intercalación de limoarcillitas compactas resistentes y areniscas grises de grano fino con laminación horizontal. Los niveles de limoarcillitas debajo del lignito presentan pirita diseminada y nódulos piritosos (Columna litoestratigráfica N° 19, Foto N°4.21). Las areniscas revelan facies Al e indican un medio litoral de depósito y la facies Lm, Lmm y C un medio de depósito en cuenca restringida y somera.

Cercano al puesto de vigilancia Bellavista, en la margen izquierda del río Curaray (cuadrángulo de Bellavista) existe una secuencia de 3,00 m de areniscas limosas que en el tope contienen nódulos con núcleos de hierro seguido de cuatro secuencias fracción creciente cuyos rangos varían de limo a arenisca fina. La primera secuencia está constituida en la base por limolita verde azulina (Columna litoestratigráfica N° 20, Fotos N°4.22 y 4.23). El primer evento de arenisca indica facies Al de medio litoral. Las cuatro secuencias superiores indican una intercalación de facies Lm y Al es decir cambios de medios de cuenca restringida y somera a litoral.

En la margen izquierda del río Curaray (cuadrángulo de Arica), la secuencia es mayormente pelítica compuesta por limoarcillitas verdosas en capas gruesas las que en algunos niveles presentan laminación horizontal. Estas pelitas se intercalan finamente con areniscas de grano fino y matriz limosa. Algunos niveles de limoarcillita contienen nódulos con núcleo de pirita (Columna litoestratigráfica N° 21, Fotos N°4.24 y 4.25). Esta secuencia indica una variación de facies Al que indican medio litoral y facies Lm que indica un medio de cuenca restringida y somera.

En las cercanías de la guarnición de Pantoja, en la margen izquierda del río Napo (cuadrángulo de Pantoja) se presentan areniscas masivas, de grano fino a medio, estratificadas en capas gruesas de color gris verdoso y limoarcillitas igualmente gris verdosas en capas gruesas, sigue un nivel de lignito de 0,35 m. A esta secuencia sigue una alternancia fracción creciente cuyos rangos varían de arcillita a arenisca de grano fino. La primera secuencia fracción creciente sobre el manto de carbón reporta fósiles invertebrados de ambiente fluviolacustre (Columna litoestratigráfica N° 24, Fotos N°4.26 y 4.27). Se ha dividido esta columna en siete secuencias. La primera secuencia es fracción decreciente con facies Al, Lm y C que indican un medio de cuenca restringida y somera. La segunda secuencia muestra una facies Lm cuya base se diferencia por su contenido fosilífero y es denominada facies Lmf, seguida de una facies Al que indica un cambio de medio de cuenca restringida y somera a un medio litoral. Esta secuencia Lm, Al se repite rítmicamente hacia arriba.

En la localidad de Castaña, río Aguarico (cuadrángulo de Pantoja), aflora una secuencia de limoarcillitas verdes con tonalidad azulina, con laminación horizontal, presentando algunas capas con nódulos de limolitas. En la parte media se intercala un nivel de lignito de 0,50 m masivo, el nivel de limoarcillita se presenta fosilífero (Columna litoestratigráfica N° 25). Esta secuencia revela facies Lm con variantes Lmo y Lmm que indican un medio de depósito en cuenca restringida y somera. La facies Lmf que contiene dientes de peces, corrobora dicha apreciación.

En las cercanías al puesto de vigilancia Yasuni (cuadrángulo de Pantoja), la unidad se presenta mayormente areniscosa. La base presenta limoarcillitas gris verdosas con laminación horizontal, luego una gruesa secuencia de areniscas gris claras en capas gruesas masivas de 3 m de grosor, presentando en la secuencia final limoarcillitas intercaladas con un nivel de lignito masivo con evidencia de tallos, hojas y nódulos de pirita (Columna litoestratigráfica N° 26). Esta secuencia representa básicamente una alternancia de facies Al y Lmm, C que indica un cambio de medio litoral a uno de cuenca restringida y somera.

En la localidad de Pantoja (cuadrángulo de Pantoja), existe una secuencia constituida por limoarcillitas verdes con tonalidad azulina en capas medias a gruesas masivas, algunos niveles presentan laminación horizontal. En la parte superior se intercala un nivel de lignito masivo (Columna litoestratigráfica N° 27, Foto N°4.28). Esta secuencia representa facies Lm, C, Lmm que indican medios de depósito en cuenca restringida y somera.



Foto N° 4.15 Detalle de las areniscas de la Formación Pebas, donde se aprecia la laminación horizontal y oblicua.



Foto N° 4.16 Estrato de caliza en una secuencia pelítica, mostrando estratificación en rosario (boudinage) de la Formación Pebas. Río Napo, cerca de la desembocadura del río Santa María (UTM: N 9 842 150, E 541 900).



Foto N° 4.17 Superficie estratal del nivel calcáreo, mostrando estructuras de segregación diagenética, en la Formación Pebas. (UTM: N 9 828 100, E 653 250).



Foto N° 4.18 Secuencia pelítica de la Formación Pebas, mostrando estratificación lunular (flaser) característica de un medio de oscilación tidal. Los puntos blancos son fósiles que representan un desplazamiento de la tanatocenosis. Cerca de la desembocadura del río Santa María.

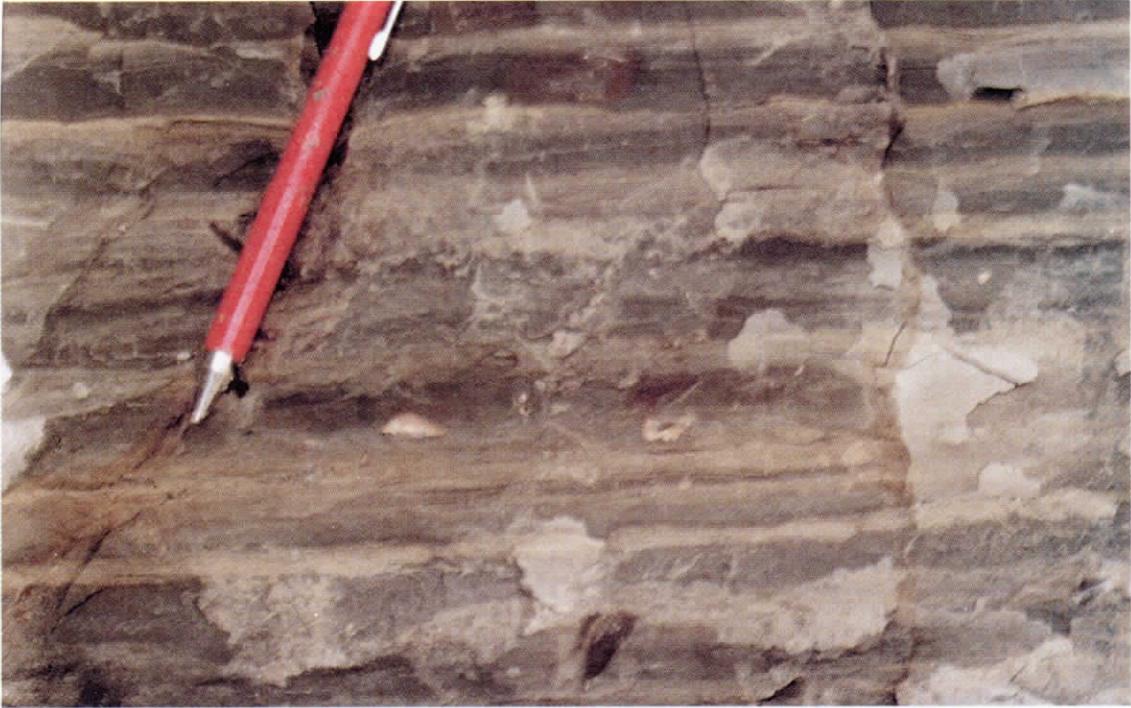


Foto N° 4.19 Intercalación de limolitas bituminosas y areniscas limosas en una secuencia rítmica, mostrando una estratificación horizontal en la Formación Pebas, próximo a la desembocadura del río Santa María.



Foto N° 4.20 Afloramiento de la Formación Pebas, estratos horizontales de limoarcillitas intercalados con niveles de limolitas. Río Napo, aguas arriba de la localidad de Angotero. (UTM: N 9 842 150, E 541 900).



Foto N° 4.21 Secuencia pelítica de la Formación Pebas. Localidad próxima a la desembocadura del río Aguarico. (UTM: N 9 893 047, E 478 387).



Foto N° 4.22 Secuencia mostrando niveles de la Formación Pebas, margen izquierda del río Curaray, cerca al puesto de vigilancia Bellavista. (UTM: N 9 828 711, E 438 454).



Foto N° 4.23 Agrupamiento de formas nodulares ferríferas, margen izquierda del río Curaray, cerca al puesto de vigilancia Bellavista. (UTM: N 9 828 711, E 438 454).



Foto N° 4.24 Secuencia pelítica y samítica de la Formación Pebas, margen izquierda del río Curaray. (UTM: 9 828 626, E 446 955).

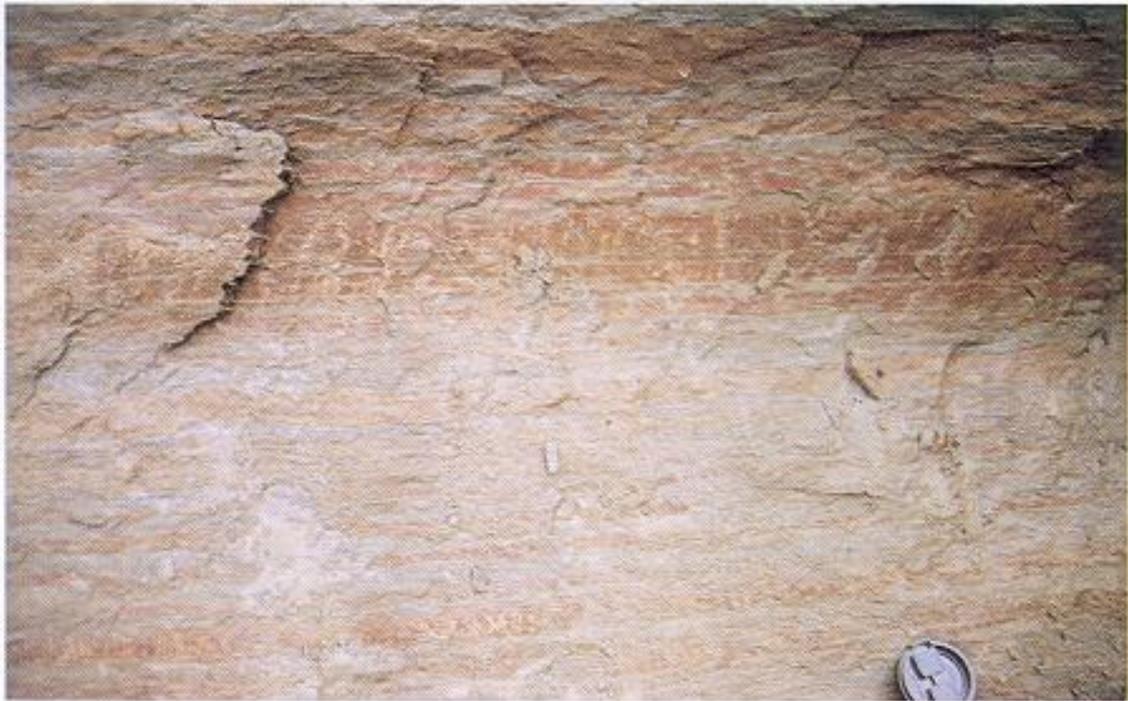


Foto N° 4.25 Secuencia rítmica de niveles con laminación horizontal de areniscas limosas y limoarcillitas de la Formación Pebas. (UTM: N 9 828 626, E 446 955).



Foto N° 4.26 Limoarcillita bituminosa de la Formación Pebas. Nótese el agrupamiento de fósiles en forma de lenteja indicando un desplazamiento de la tanatocenos. (UTM: N 9 892 444, E 478 797).

4.1.8 Relaciones estratigráficas

Los afloramientos observados, no permiten apreciar el contacto inferior de la Formación Pebas por lo que las relaciones estratigráficas se han establecido de acuerdo a los estudios realizados en el Oriente Peruano, en los pozos perforados en la cuenca Marañón. La Formación Pebas suprayace a la Formación Chambira e infrayace en contacto discordante, a los sedimentos pliocénicos de la Formación Ipururo. El contacto inferior es posiblemente discordante, aunque no se puede evidenciar debido a que los registros eléctricos no muestran cambio alguno, sólo la litología y la microfauna la delimitan (SANZ, 1974). El contacto superior con la Formación Ipururo no se ha observado, sin embargo en algunos sectores infrayace con discordancia erosional a sedimentitas de la Formación Nauta.

4.1.9 Paleambiente de sedimentación

La Formación Pebas por sus características litológicas, estructuras sedimentarias, fauna fósil (apéndice paleontológico), y las asociaciones de facies que presenta, indican un depósito en ambiente de cuenca restringida y somera con influencia fluvial.

De acuerdo con la información de las secciones columnares medidas, se puede apreciar que en el área de estudio han prevalecido los medios de cuenca restringida y somera, con medios litorales poco desarrollados e influencia fluvial. En el extremo norte del lado peruano, en el río Putumayo, existe mayor evidencia de la conjugación de medios de llanura de inundación, fluvial, litoral y de cuenca. A lo largo del resto de extensión del río Putumayo, en el área de estudio, prevalecen condiciones de cuenca somera y restringida así como presencia de la capa de carbón. Hacia el sur, a lo largo del río Napo, los afloramientos estudiados reportan predominancia de los medios litoral y de cuenca restringida y somera, así como también, la presencia de la capa de carbón y de niveles con fósiles moluscos. La continuidad lateral de este nivel y la presencia de fósiles indican la predominancia de importantes áreas con vegetación del tipo bosques húmedos tropicales con sectores compuestos por ambientes intertidales y de cuencas restringidas y someras en el área. Hacia la parte SO, en el sector del río Curaray, prevalecen los medios litoral y de cuenca somera, no habiéndose podido reportar la evidencia de la capa de carbón ni de los niveles fosilíferos. Las estructuras sedimentarias que se presentan en las sedimentitas y la estratificación sesgada son de tipo fluvial-lagunar con facies de llanura de inundación a cuenca con ambientes restringidos tipo palustres según lo indican las capas de carbón presentes. Los niveles calcáreos se presentan de norte a sur, en la parte media del área lo que indica condiciones intrínsecas no sólo de acumulación, sino también de toxicidad. Las calizas claras presentan trazas de glauconita, mineral que reafirma las condiciones de formación en cuenca restringida, no necesariamente marina. En cuanto a las biocaracterísticas observadas, desde fines del siglo pasado diversos autores como GABB, (1869), CONRAD, (1871), DE GREEVE, (1938), SHEPPARD, (1980), NUTTALL, (1990), y HOORN, (1993), describen sistemáticamente muestras paleontológicas (basicamente moluscos, ostrácodos y polen) proporcionando elementos de juicio para precisar las condiciones de vida que prevalecieron durante el depósito de los sedimentos y la

permanencia de las asociaciones biocenóticas. Los reportes del presente trabajo se desarrollan en el apéndice paleontológico.

4.1.10 Edad

Se han establecido eventos de origen autóctono que permiten atribuirles un sincronismo genético, como son los niveles de litofacies C y Lmf. Con este criterio ha sido posible establecer agrupamientos de fósiles representativos de la biocenosis, para las correlaciones adecuadas (ver apéndice paleontológico). Las asociaciones referidas permiten asignar una geocronología a los biohorizontes en base a comparaciones paleontográficas. En base al conjunto de la información sedimentológica y paleontológica se atribuye a esta formación una edad que varía en el rango del Mioceno medio al Mioceno superior.

4.1.11 Correlación

La Formación Pebas tiene una amplia extensión geográfica y puede correlacionarse por el norte, con la Formación Curaray de la cuenca Napo del oriente ecuatoriano. Por el sur, con la parte inferior de la Formación Ipururo que aflora en la cuenca Ucayali y Huallaga. Por el este, con la parte media de la Formación Solimoes que aflora en el occidente de la Amazonía del Brasil, habiendo sido descrita por MORAIS RÊGO (1930).

4.2 FORMACIÓN IPURURO

Esta formación aflora en las riberas erosionadas a lo largo del río Putumayo con un grosor máximo de 13 m. Sus afloramientos son muy locales y constituyen remanentes de erosión dada su posición sobre la Formación Pebas. Está constituida por una secuencia de arcillitas rojas, limoarcillitas gris verdosas y areniscas pardas con algunas estructuras sedimentarias (nódulos, concreciones, etc.). Morfológicamente presenta relieves suaves y ondulados con lomadas de pocos metros de altitud. En las imágenes satelitales esta morfología es muy parecida a la Formación Pebas, por lo que seguir sus contactos requiere mayor acuciosidad.

Las primeras descripciones se hicieron en los trabajos de exploración a cargo de empresas petroleras en las primeras décadas del presente siglo, donde diferencian una secuencia sedimentaria roja de origen continental que se denomina Capas Rojas. KUMMEL, (1946), subdivide estas Capas Rojas y establece el Miembro Ipururo para posteriormente elevarlo al rango de formación (KUMMEL, 1948). Autores como KOCH y BLISSENBACH, (1962), BENAVIDES, (1968), ZEGARRA y OLAECHEA, (1970), GUIZADO (1985), entre otros, han incrementado el conocimiento de esta unidad, con información y datos tomados desde la superficie. Asimismo, también ha sido reconocida en subsuelo a través de los pozos perforados por la Occidental Petroleum Corporation, en el Lote 1 AB, lo que ha permitido determinar su posición estratigráfica sobre la Formación Pebas y tener una mejor idea acerca de su disposición espacial.



Foto N° 4.27 Limoarcillitas gris azulinas y areniscas limosas de la Formación Pebas. Nótese el agrupamiento de fósiles en forma de lenteja que indica un desplazamiento de la tanatocenosis. (UTM: N 9 892 444, E 478 789).



Foto N° 4.28 Carbón masivo sobre capas de limoarcillitas de la Formación Pebas. Localidad cercana al puesto de vigilancia Yasuni (UTM: N 9 894 230, E 458 021).

4.2.1 Definición

El nombre fue dado por KUMMEL, (1946) quien la consideró como miembro superior del Grupo Contamana en la quebrada Ipururo, afluente del río Cushabatay, distrito de Contamana, y luego fue elevada a la categoría de Formación Ipururo (KUMMEL, 1948), presenta una secuencia de areniscas marrones, conglomerados, algunos horizontes calcáreos, lutitas de color gris marrón intercaladas con niveles de tobas con contenido de restos de troncos carbonizados con un grosor aproximado en 1 000 m. Este espacio geográfico es denominado localidad tipo.

4.2.2 Distribución

Se aprecian algunas exposiciones en los cortes efectuados por el río Putumayo, en las localidades de Nueva Esperanza y Yubineto en el cuadrángulo de Angusilla, la exposición más representativa se observa en contacto con la Formación Nauta. También aflora en el cuadrángulo de Yabuyanos en el paraje denominado Todos los Santos.

4.2.3 Litología

Esta formación está compuesta por una secuencia continua de material detrítico fracción decreciente cuyos rangos varían desde areniscas hasta arcillitas, habiéndose distinguido en algunos sectores, niveles de areniscas con estratificación sesgada. En general, se aprecia una alternancia de arcillitas y limoarcillitas de color gris verdoso con laminación interna; con limolitas mayormente de color verde, y areniscas gris claras de grano fino subredondeadas, con disposición plana y ondulante y estructuras sedimentarias como nódulos, laminación ondulante y estratificación sesgada. Asimismo, en los niveles de fracción más fina, la secuencia presenta capas delgadas carbonosas habiéndose preservado biocaracterísticas de troncos en algunos niveles pelíticos.

Como producto de la meteorización e iluviación, las capas superiores de esta unidad adquieren un color secundario mostrando tonalidades amarillas y rojas.

4.2.4 Grosor

El grosor que se reporta en los pozos perforados de la cuenca Marañón, próximos al área de estudio, es de 1 887 m en el pozo Nucuray-2X, adelgazándose hacia la parte nororiental, registrándose en esta zona un grosor de 303 m, en el pozo Bolognesi-2x.

En la zona de estudio, el grosor de esta unidad no es continuo y varía entre 4 m y 5 m, estando la mejor exposición en la localidad Todos los Santos en el cuadrángulo de Yabuyanos, donde se ha medido una altura de 13 m aproximadamente. Los remanentes permiten observar afloramientos donde se observa la parte superior de la unidad de aproximadamente 6 m; así como el contacto discordante con la Formación Nauta.

4.2.5 Facies

Litofacies de Areniscas

Litofacies Al, denominada de areniscas finas intercalada con limolita en láminas paralelas y presencia de micas.

Representa arenas de grano fino transportadas por tracción y depositadas en capas horizontales y con alternaciones de quietud que se manifiestan en depósitos de fracciones más finas. Su partición lineal tiene una orientación paralela y se interpreta como un régimen bajo de flujo decreciente.

Litofacies Ac, denominada así a las areniscas de canal.

Representa arenas transportadas sobre el flanco de los lechos por tracción y suspensión intermitente indicando cambios en el ambiente de canal. La estratificación sesgada indica terminaciones angulares por avances de arenas en las partes frontales curvas de las superficies de depósito (sigmoides).

Litofacies Af, denominada así a las areniscas finas con estructura lunular (flaser)

Es poco frecuente y representa arenas de grano fino con laminación ondulante que intercala con pequeñas cantidades de arcilla en las superficies límites de las concavidades. La geometría de intersección de dos líneas curvas con la concavidad en los dos sentidos se explica en respuesta a un flujo capaz de formar una laminación ondulante por cambios hidrodinámicos de ritmo, cuyas fracciones de arena y arcilla se depositan de manera diferencial.

Litofacies Ar, denominada así a las areniscas con rizaduras, ondulitas (ripples)

Representa arenas de grano fino a medio en un flujo de bajo régimen de velocidad que indican direcciones de oleaje sin cambios sensitivos en las condiciones de depósito.

Litofacies de fracciones más finas

Litofacies Lm, denominada así a arcillita, limoarcillita y limolita con laminación horizontal y presencia de micas.

Representa depósitos de débil tracción y de suspensión, no observándose estructuras sedimentarias. Algunas partes presentan estratificación laminar y ondulada. Se trata de una secuencia grano creciente y se interpreta como depósitos de flujo creciente.

Litofacies Lmm, denominada así a arcillitas masivas.

Representada por secuencias de arcillita depositadas en depresiones con agua de cursos abandonados. Se interpreta como pantanos con más agua.

Litofacies Lmo, denominada así a la limoarcillita con estratificación ondulante.

Representa una intercalación de limoarcillitas con estructura ondulante (wave bedding), e indica oscilaciones del flujo en un régimen de baja energía.

Litofacies Lmi, denominada así a las limoarcillitas con intraclastos.

Litológicamente representa secuencias de litofacies Lm y los intraclastos representan fragmentos de areniscas redepositadas en un depósito de régimen bajo de flujo.

4.2.6 Secciones estratigráficas

Las exposiciones que afloran a manera de escarpas en las riberas del río Putumayo han permitido levantar una serie de secciones verticales para efectuar el análisis de variación vertical de la secuencia. Se han distinguido ambientes y litofacies, y por comparación estratigráfica, se ha establecido sobre bases litológicas la correlación con niveles superiores de la Formación Ipururo.

4.2.7 Descripción

En la localidad de Nueva Esperanza (cuadrángulo de Angusilla, Foto N°4.29), se tiene en la base una secuencia constituida por limoarcillitas gris verdosas intercalada con limolitas verdes en capas delgadas con laminación ondulada. Siguen limolitas en capas medias de 0,20 m conteniendo restos de plantas en proceso de carbonización y delgados niveles con óxidos de hierro que le da un color amarillo brunáceo. En el nivel intermedio se aprecian capas delgadas a medias de areniscas limosas beigeas con presencia de nódulos de hierro. Un nivel superior con arcillitas masivas verde amarillo moteada rojizas. (Columna litoestratigráfica N° 8). Esta secuencia registra inicialmente facies Lm y Lmo que indica un medio de llanura de inundación con un incremento en el régimen de flujo. Siguen facies Al de arenisca limosa con estratificación ondulada con características de medio fluvial, seguida de facies Lmm de llanura de inundación. Esta secuencia determina un depósito de régimen fluvial.

Próximo a la desembocadura del río Yubinetto (cuadrángulo de Angusilla Fotos N° 4.30 y 4.31), existe una secuencia mayormente de areniscas finas, cuarzo feldespáticas en capas medias a delgadas de colores claros a tonalidades amarillo rojizas, algunas capas presentan laminación sesgada, otras laminación ondulada, en algunos casos se forman pequeñas lentejas limolíticas de hasta 0,5 m de diámetro mayor con intercalaciones de niveles delgados de limoarcillita gris verdosa con laminación oblicua y otras cementadas con carbonatos. Esta secuencia empieza con limoarcillitas de tonalidad clara con laminación oblicua en capas medias. En la secuencia media a superior se presenta una intercalación de areniscas finas blanco amarillentas con laminación ondulada, intercalada con limoarcillitas en capas gruesas y pequeños niveles, de algunos centímetros, de areniscas finas cuarzosas. Luego viene una secuencia de limolitas y arcillitas claro amarillentas masivas, las limolitas presentan cemento calcáreo y nódulos. Hacia la parte superior, al contacto con la Formación Nauta se tiene areniscas gruesas beigeas en capas medias con pequeñas costras producto de la lixiviación del hierro de los niveles superiores. Se intercalan con arcillitas de tonalidad rojiza en capas delgadas (Columna litoestratigráfica N° 9). Esta columna representa cuatro secuencias fracción creciente seguida de tres secuencias fracción decreciente. El primer tramo fracción creciente

representa cuatro episodios alternativos de cambios en el régimen de flujo de litofacies, de fracciones finas a litofacies de areniscas, indicando las variaciones de medios de llanura aluvial (Lmo) a medios fluviales (Ac, Ar). El siguiente tramo fracción decreciente indica tres episodios opuestos con flujo dinamodecreciente.

En el paraje denominado Todos los Santos (cuadrángulo de Yabuyanós, Fotos N°4.32, 4.33 y 4.34), aflora una secuencia predominantemente pelítica de la Formación Ipururo. Consiste de capas de limoarcillitas con variantes de tonalidades claras de color gris verdoso a gris oscuro, masivas, con niveles diferenciados por la presencia de micas blancas, intraclastos pelíticos y nódulos de óxidos de hierro, seguida de areniscas con estructuras de canal, limoarcillitas verdosas y arcillita masivas (Columna litoestratigráfica N° 12). Esta columna muestra una secuencia fracción creciente con facies Lm, Lmm, Lmi y Ac que indican una gradación de depósitos de llanura aluvial a medio fluvial y una secuencia fracción decreciente con facies Lmm, Lm que indican depósitos en un medio de llanura de inundación.

4.2.8 Relaciones estratigráficas

Los afloramientos observados, no permiten apreciar el contacto inferior de la Formación Ipururo. Las relaciones estratigráficas se han establecido en base a la información obtenidas de los pozos perforados en la cuenca Marañón. La Formación Ipururo sobreyace en discordancia erosional a la Formación Pebas aunque por información de perfiles sísmicos, existe la posibilidad de una discordancia angular (GUIZADO, 1974). La Formación Ipururo infrayace en contacto discordante a una secuencia de sedimentitas rojizas cartografiadas como Formación Nauta.

4.2.9 Paleoambiente de sedimentación

La Formación Ipururo por sus características litológicas y las estructuras sedimentarias que presenta, corresponde a un ambiente continental fluvial y las secuencias columnares revelan migraciones del flujo hidrodinámico. Las areniscas finas se presentan en la parte inferior de la secuencia con estructuras de ondulitas y estratificación sesgada, indicando un régimen de flujo de aguas someras de llanura de inundación a corrientes fluviales. La secuencia superior de facies pelítica masiva sugiere un ambiente de llanura de inundación. El contenido calcáreo presente en las limoarcillitas, así como la materia orgánica y el hierro diseminado, permiten atribuir episodios en un ambiente de muy bajo régimen de flujo, anóxico y reductor.

De acuerdo con la información de las secciones columnares medidas, se puede apreciar que en el área de estudio esta unidad ha sido identificada solamente en tres afloramientos en el río Putumayo en el sector este del área de estudio, donde se conservan como remanentes en el flanco oriental del Arco de Iquitos.

4.2.10 Edad

En esta formación no se han encontrado niveles con fósiles salvo algunos restos de vegetales carbonizados. Sin embargo, por su posición estratigráfica se le puede asignar una edad del Plioceno inferior por encontrarse suprayacente a la Formación Pebas.



Foto N° 4.29 Secuencia de la Formación Ipururo constituida por areniscas finas y limoarcillitas. Río Putumayo, caserío de Nueva Esperanza. (UTM: N 9 890 160, E 583 000).



Foto N° 4.30 Ondulitas de la Formación Ipururo. Localidad de Yubinetó. (UTM: N 9 891 199, E 581 685).



Foto N° 4.31 Cuerpos lenticulares de limolitas intraestratales en ondulitas de la Formación Ipururo. Localidad de Yubinetó. (UTM: N 9 891 199, E 581 685).



Foto N° 4.32 Afloramientos de la Formación Ipururo, río Putumayo, paraje Todos Los Santos. (UTM: N 9 860 828, E 635 300).



Foto N° 4.33 Secuencias de la Formación Ipururo mostrando niveles de areniscas y limoarcillitas en la parte superior. Río Putumayo, paraje Todos Los Santos. (UTM: N 9 860 828, E 635 300).



Foto N° 4.34 Secuencia de unidades, la Formación Ipururo infrayace al conglomerado basal de la Formación Nauta. (UTM: N 9 860 828, E 635 300).

4.2.11 Correlación

La Formación Ipururo puede correlacionarse por el norte, con la parte superior de la Formación Chambira en el Ecuador (BALDOCK, 1982). Por el este con la Formación Solimoes en los niveles superiores de la cuenca Acre, en el Brasil, (BARROS y CARNEIRO, 1991). Por el sur, con parte de la Formación Capas Rojas superiores en el área Tigre-Corrientes designado por SANZ, (1974).

4.3 FORMACIÓN NAUTA

La Formación Nauta aflora en barrancos y riberas erosionadas de los ríos Napo, Putumayo y algunos tributarios. Está constituida por una secuencia de limoarcillitas rojas de tendencia abigarrada y areniscas de grano medio a grueso con niveles conglomerádicos de matriz friable y rodados con predominio de clastos de cuarzo bien redondeados e intercalados con limolitas semi consolidadas rojo anaranjadas. En diferentes niveles presenta costras de fierro producto de la iluviación alterándose a limonitas en capas pequeñas de algunos centímetros. Se trata de una secuencia continental de sedimentitas de característico color rojizo. La localidad tipo se expone en los cortes de la carretera Nauta-Iquitos, próximo a la ciudad de Nauta. Desde que fue diferenciada, ha sido reconocida con el nombre de Formación Corrientes por SEMINARIO y GUIZADO (1973) y SANZ, (1974). En la zona de estudio los relieves de la Fm. Nauta se elevan unos 30 m sobre la planicie de inundación de los ríos Napo y Putumayo.

4.3.1 Definición

Esta unidad fue descrita por REBATA (1997) y en base a sus atributos sedimentológicos RESANEN et al (1998) describe una unidad geológica expuesta en la carretera Nauta-Iquitos y la denomina como la unidad canalizada de Nauta. Su litología consiste en una intercalación de areniscas y limoarcillitas de coloración amarillo rojiza e intraclastos como evidencias de redepósito. Esta unidad, se expone de manera conspicua en las inmediaciones de la ciudad de Nauta (cuadrángulo de Río Itaya), y por este considerando, se estima conveniente emplear la terminología y nomenclatura de Formación Nauta, como una secuencia de unidad claramente distinguible de las unidades infrayacentes y suprayacentes.

4.3.2 Distribución

La Formación Nauta está ampliamente distribuida en el área de estudio, diferenciándose en las imágenes satelitales dos unidades, una inferior y otra superior de acuerdo a las características morfológicas de cada una de ellas.

La secuencia inferior, de naturaleza pelítica se observa en las imágenes satelitales conformando superficies rugosas onduladas en zonas donde la secuencia superior ha sido afectada por mayor erosión. La unidad superior mayormente conformada por secuencias samíticas y sefíticas tiene mayor distribución en el área de estudio, se presenta en las partes altas a manera de mesetas truncadas, fuertemente disectadas y caracterizadas por el drenaje

dendrítico espaciado, fácilmente distinguible en las imágenes satelitales Landsat así como en las de Radarsat (Jers 1).

La Formación Nauta tiene una amplia distribución en el Llano Amazónico, reconociéndose por su coloración rojiza y la consistencia friable de sus sedimentitas.

En el lado del río Putumayo ocurre desde el río Yabuyanós en el cuadrángulo de Yabuyanós hasta el caserío de Nueva Jerusalén en el cuadrángulo de Nueva Jerusalén y más al norte en el cuadrángulo de Angusilla. Siguiendo más al norte, en el cuadrángulo de Güeppí y al sur, en el río Curaray.

4.3.3 Litología

Se distinguen dos secuencias claramente diferenciadas. La secuencia inferior gradada hacia el tope de una litología samítica a pelítica. La secuencia superior está constituida por areniscas con niveles conglomerádicos en una matriz arenosa limosa. En general, está compuesta por una secuencia roja de sedimentos poco consolidados que varía entre gravas, arenas, limos y arcillas. Las gravas se hallan generalmente en la base de la secuencia y están compuestas por clastos polimícticos subredondeados a redondeados con predominio de cuarzo y cuarcita, en una matriz arenosa limosa. Son distinguibles los niveles con intraclastos de limos rojos.

Los análisis de las muestras pelíticas mediante difracción de rayos X, indican la concentración en % de sus minerales componentes (Tabla N° 4.5), que muestran un alto contenido de cuarzo, además de caolinita, motmorrillonita entre otros según se puede visualizar en las Fig. N° 4.5.

4.3.4 Grosor

Su grosor es variable, SANZ (1974) estima un incremento hacia el oeste de 450 m a 832 m. En el área de estudio el grosor de esta formación se estima en 30 m aproximadamente, registrándose en las columnas, un grosor de hasta 10 m.

4.3.5 Facies

Litofacies de Conglomerados

Litofacies G, denominada de conglomerados

Representa gravas sin sorteo y con matriz de arena y limo. No existe imbricación y los clastos se hallan caóticamente distribuidos en una posición horizontal aproximada. Se interpreta como depósitos de relleno de canal.

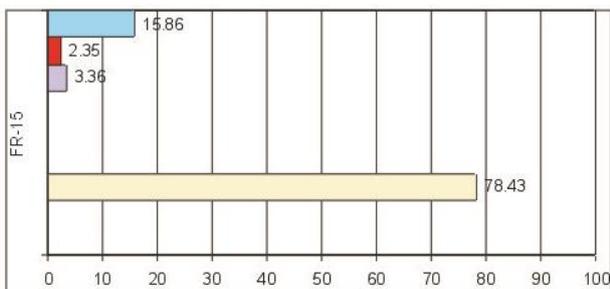
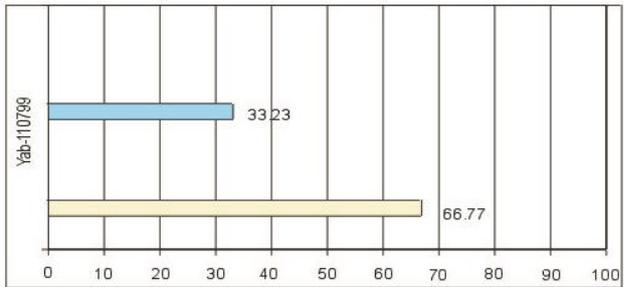
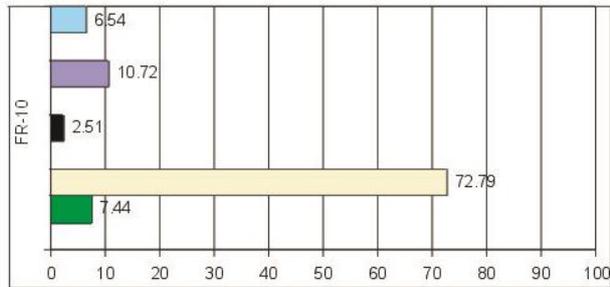
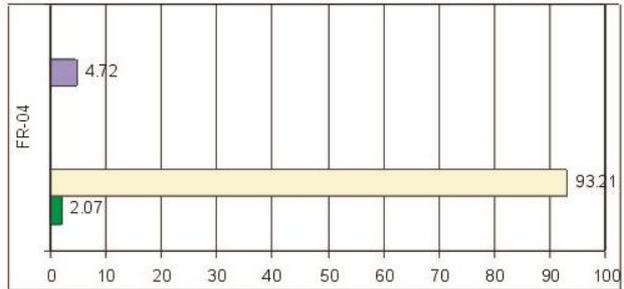
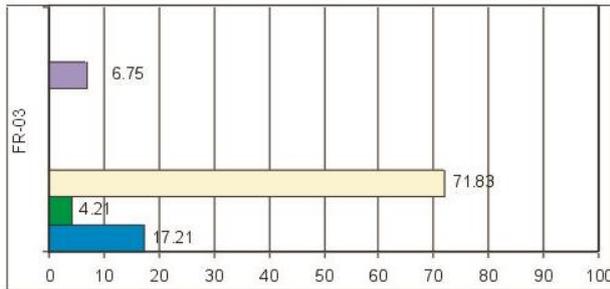
Litofacies de Areniscas

Litofacies Al, denominada así a las areniscas finas intercalada con limolita en láminas paralelas y presencia de micas.

Representa arenas de grano fino transportadas por tracción y depositadas en capas

Tabla N° 4.5

MINERAL	FR-03	FR-04	FR-10	Yab-110799	FR-15
Monmorillonita	17,21				
clorita	4,21	2,07	7,44		
Cuarzo	71,83	93,21	72,79	66,77	78,43
Pirita					
Plagioclasa			2,51		
Natrolita					
Muscovita	6,75	4,72	10,72		3,36
Hematita					2,35
Caolinita			6,54	33,23	15,86
Yeso					
Basanita					
Illita					
Calcita					
Sericita muscovita					
Lepidocrita					
Suma	100	100	100	100	100



LEYENDA



Fig. N° 4.5 Porcentaje de contenido mineralógico

horizontales y con alternaciones de quietud que se manifiestan en depósitos de fracciones más finas. Su partición lineal tiene una orientación paralela y se interpreta como un bajo régimen de flujo decreciente.

Litofacies Ac, denominada así a las areniscas de canal.

Representa arenas transportadas sobre el flanco de los lechos por tracción y suspensión intermitente indicando cambios en el ambiente de canal. La estratificación sesgada indica terminaciones angulares por avances de arenas en las partes frontales curvas de las superficies de depósito (sigmoides).

Litofacies Ag, denominada así a las arenas gruesas.

Representa arenas transportadas por tracción con un mayor régimen de flujo.

Litofacies de fracciones más finas

Litofacies Lm, denominada así a las arcillita, limoarcillita y limolita con laminación horizontal y presencia de micas.

Representa depósitos de débil tracción y de suspensión, no observándose estructuras sedimentarias. Algunas partes presentan estratificación laminar y ondulada. Se trata de una secuencia grano creciente y se interpreta como depósitos de flujo creciente.

Litofacies Lmm, denominada así a las arcillitas masivas.

Representada por secuencias de arcillita depositadas en depresiones con agua de cursos abandonados. Se interpreta como pantanos con más agua.

Litofacies Lmo, denominada así a las limoarcillita con estratificación ondulante.

Representa una intercalación de limoarcillitas con estructura ondulante (wave bedding), e indica oscilaciones del flujo en un régimen de baja energía.

Litofacies Lmi, denominada así a las limoarcillita con intraclastos.

Litológicamente representa secuencias de litofacies Lm y los intraclastos representan fragmentos de limolitas redepositadas en un depósito de bajo régimen de flujo.

4.3.6 Secciones estratigráficas

Las exposiciones que afloran a manera de escarpas en las riberas de los ríos Napo, Putumayo y algunos tributarios han permitido levantar una serie de secciones verticales para efectuar el análisis de variación de la secuencia, distinguiéndose ambientes, litofacies y asociaciones, así como la continuidad lateral de los litosomas, para definir sus respectivas geometrías.

4.3.7 Descripción

En la localidad de Puerto Reyes, en el cuadrángulo de Angusilla, se ha identificado parte de la Formación Nauta en contacto erosivo sobre la Formación Pebas. Esta secuencia

está constituida por areniscas limosas rojizas en capas masivas con clastos dispersos de cuarzo redondeados a subredondeados cuyos diámetros promedio varían de 0,2 m a 0,3 m. Se intercala con capas de limoarcillita con tonalidades claras y rojizas, presentando laminación ondulante (Columna litoestratigráfica N° 3). Esta secuencia es fracción decreciente y las facies Al y Lm indican una disminución del régimen de flujo de medio fluvial a uno de llanura de inundación, enmarcado en un ambiente fluvial.

En el caserío de Nueva Jerusalén en el cuadrángulo de Nueva Jerusalén, aflora parcialmente esta unidad constituida por una intercalación de arcillitas amarillo-anaranjadas en capas medias intercaladas con capas delgadas de arcillitas abigarradas (Columna litoestratigráfica N° 6). Esta secuencia de facies Lm indican un medio de llanura de inundación en un ambiente fluvial.

En la localidad de Yubinetto en el cuadrángulo de Angusilla, aflora una unidad en contacto erosivo sobre la Formación Ipururo. Esta secuencia fracción decreciente comienza con un conglomerado basal polimíctico, con predominancia de clastos de cuarzo subredondeados a redondeados con diámetros promedio de hasta 0,5 m en una matriz de arenisca gruesa cuarzosa. Sigue una intercalación de capas de areniscas de grano medio a grueso con coloración clara y laminación horizontal, con un conglomerado polimíctico, donde predominan los clastos cuarzosos en una matriz de arenisca media a gruesa, friable, con costras de hierro producto de la lixiviación de los niveles superiores. Siguen capas de limoarcillita y arcillitas rojizas con pequeñas intercalaciones de arcillitas amarillentas conteniendo mica blanca. Las limoarcillitas son de color rojizo con laminación horizontal (Columna litoestratigráfica N° 9, Fotos N°4.35 y 4.36). Esta secuencia fracción decreciente señala facies G, Al, Lm, Lmm que indican cambios de un medio fluvial a un medio de llanura de inundación en un ambiente fluvial.

En la localidad de Yabuyanós, (cuadrángulo de Yabuyanós), esta secuencia presenta en la base limoarcillitas beige con sectores rojizos y laminación ondulante seguida por una gruesa secuencia de areniscas de grano medio a grueso con un nivel de conglomerados con clastos de cuarzo lechoso subredondeado a redondeado en una matriz limosa que le da una coloración rojo amarillenta, con un grosor de 0,40 m. Las areniscas están constituidas por granos de cuarzo hialino subredondeados, en capas delgadas a gruesas de color blanco amarillento, algunas presentan coloración rojiza con tonalidades violetas y costras delgadas de hierro lixiviado limonitizado. Seguidamente se tienen capas masivas de limoarcillitas rojas con pequeñas intercalaciones de arcillitas rojizas (Columna litoestratigráfica N° 11, Foto N°4.37). Esta secuencia fracción decreciente está compuesta de facies Ac, G, Ac que indican un medio fluvial y facies Lm de medio de llanura aluvial, constituyendo un ambiente de depósito fluvial.

En el paraje conocido como Peña Roja aflora una secuencia pelítica constituida por arcillitas gris claras, masivas, con nódulos de pirita, seguida de limoarcillitas abigarradas, masivas con pequeñas costras de hierro limonitizado, luego capas de arcillitas masivas rojizas,

que por sectores son algo verde amarillentas. (Columna litoestratigráfica N° 13, Foto N°4.38). Esta secuencia pelítica es de facies Lmm, Lm que indica depósitos en un medio de llanura de inundación.

En el río Campuya (cuadrángulo de Campuya), se presenta con un conglomerado basal polimíctico con predominio de clastos de cuarzo lechoso subredondeados a redondeados con un diámetro promedio de 30 m, seguido de una secuencia de limoarcillitas y arcillitas rojizo masivas intercaladas por capas gruesas de areniscas de grano fino subredondeados, con laminación sesgada. Los niveles superiores presentan laminación paralela. Las arcillitas se presentan en capas masivas y de colores claros que por sectores presenta una coloración rojiza (Columna litoestratigráfica N° 14, Foto N°4.39). Esta columna marca dos secuencias fracción decreciente, siendo la primera de facies G, Lmm que indican una variación de medio fluvial a medio de llanura de inundación. La segunda secuencia también fracción decreciente indica facies As, Al y Lmm que indican de igual modo una variación de medio fluvial a medio de llanura de inundación. Estos dos episodios muestran en cada intervalo una disminución en el régimen de flujo y en las condiciones de depósito.

En la localidad de Aguas Negras en el cuadrángulo de Güeppí, aflora una secuencia continua y pelítica, constituida por limoarcillitas rojizas en capas gruesas con algunas intercalaciones de arcillitas rojizas en capas delgadas, las limoarcillitas mayormente presentan laminación horizontal, siendo en algunos niveles la laminación ondulada. En su tramo intermedio presentan dos niveles de limoarcillitas con nódulos de limolitas rojizas e intraclastos angulosos de areniscas finas pardas alteradas por meteorización, y distribuidas sin ningún orden preferencial (Columna litoestratigráfica N° 18). Esta secuencia de facies predominantemente Lm, muestra un depósito de acreción vertical en un medio de llanura de inundación, las variantes Lmi reflejan episodios de cambio en el régimen de flujo, y la facies Lmm, la continuidad de las condiciones hidrodinámicas en la llanura.

4.3.8 Relaciones estratigráficas

Se encuentra discordante sobre la Formación Pebas y la Formación Ipururo.

4.3.9 Paleoambiente de sedimentación

La Formación Nauta representa la acumulación de sedimentos continentales producto de la erosión de la Cordillera Oriental. El proceso de agradación de estos sedimentos ocurrió en un ambiente fluvial dominado por ríos meandriformes, que migraban a medida que la cuenca sufría una leve subsidencia formando depósitos de llanura de inundación caracterizados por secuencias pelíticas y depósitos de conglomerados y areniscas gruesas, típicas de un mayor régimen de flujo. La coloración rojiza de estos depósitos fue gobernada por factores climáticos de alta temperatura y condición oxidante que al actuar sobre los minerales ferromagnesianos presentes en estas sedimentitas cambiaron a hidróxidos y óxidos férricos.

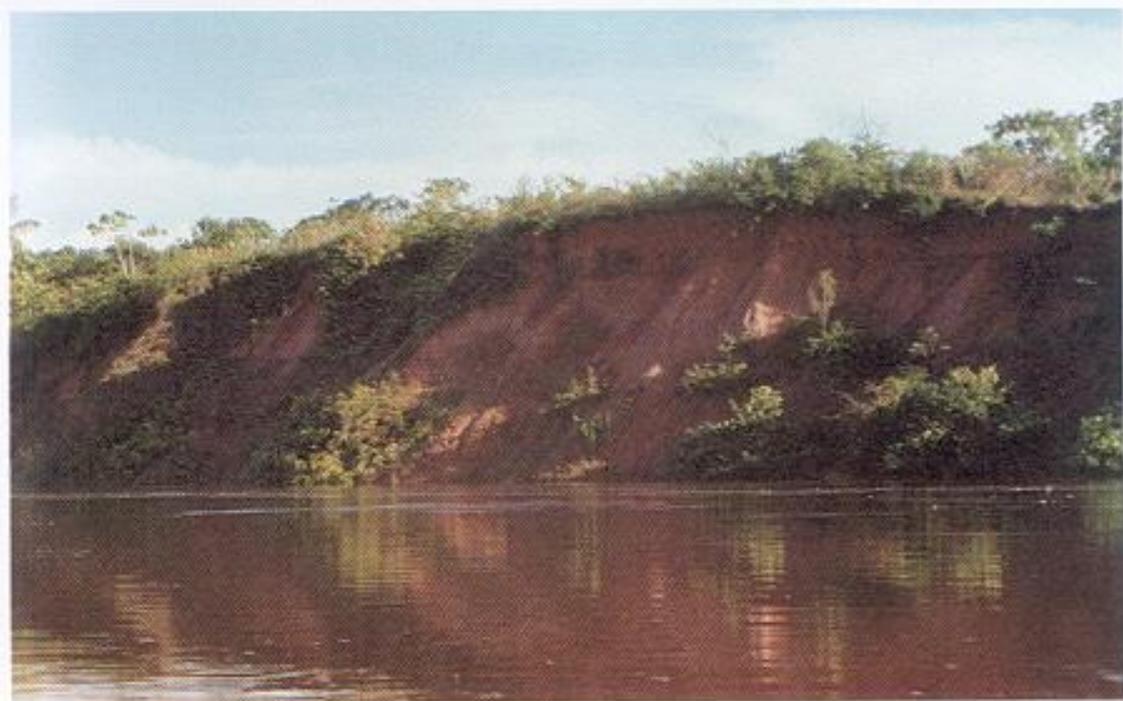


Foto N°-4.35 Afloramiento de la Formación Nauta mostrando una morfología suave y ondulada. Localidad de Yubineto. (UTM: N 9 891 199, E 581 685).

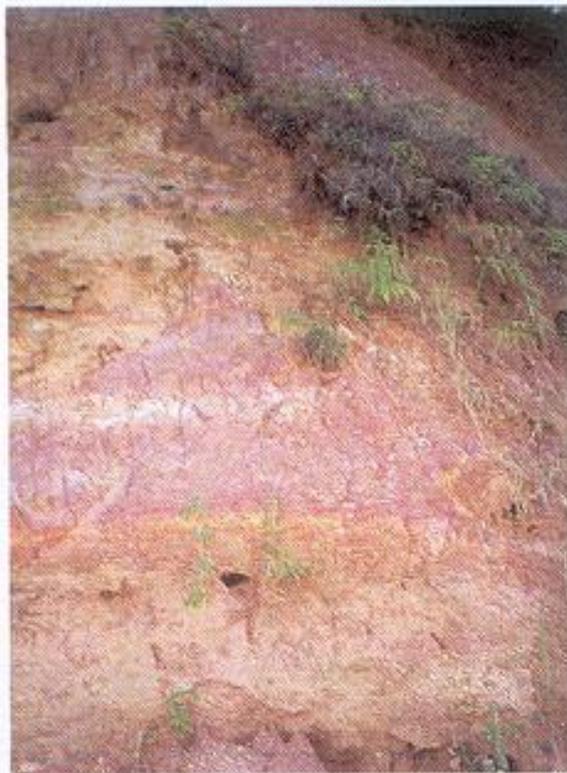


Foto N° 4.36 Secuencias de conglomerados y limoarcillitas de la Formación Nauta. Río Putumayo, caserío de Puerto Yubineto. (UTM: N 9 891 199, E 581 685).



Foto N° 4.37 Conglomerado basal polimíctico de la Formación Nauta. Río Putumayo, Yabuyanos. (UTM: N 9 863 820, E 626 970).



Foto N° 4.38 Limoarcillitas masivas abigarradas de la Formación Nauta. Río Putumayo, localidad de Peña Roja (UTM: N 9 854 300, E 659 000).

4.3.10 Edad

En esta Formación no se han encontrado niveles con fósiles salvo algunos restos de vegetales carbonitizados. Por su posición estratigráfica sobre la Formación Ipururo, se le asigna una edad del Plio-Pleistoceno.

4.3.11 Correlación

Se le correlaciona con la Formación Madre de Dios del oriente peruano. Hacia el oeste, entre los ríos Huallaga y Ucayali con la parte superior de Formación Ipururo y con la Formación Ucayali descrita por KUMMEL, (1948).

En la cuenca Solimoes en el Brasil se correlaciona a esta formación con la parte superior de la Formación Solimoes descrita en el proyecto RADAMS, (1976).

4.4 DEPÓSITOS CUATERNARIOS

Durante el Cuaternario, la acumulación sedimentaria en toda la extensión del área de estudio muestra procesos de agradación de intensidad cambiante y materiales variados, donde predominan los materiales fluviales, y aluviales. Igualmente se presentan depósitos de ambientes transicionales y suelos iluviales. Los depósitos resultantes de los procesos mencionados, cubren irregularmente las rocas preexistentes formando terrazas rellenando depresiones, planicies y extensas llanuras aluviales.

4.4.1 Depósitos Fluviales

Están delimitados mayormente a lo largo del lecho de los ríos Napo, Putumayo, tributarios y en algunas quebradas grandes estando constituidos por materiales depositados en la actualidad. Sus fragmentos incluyen los rangos de arena, limos y arcilla que forman barras, islas y playas. Estos depósitos se disponen de manera elongada con anchos variables que llegan a algunos kilómetros y se caracterizan por la ausencia de suelos.

Las arenas se encuentran conformando los orillares, barras y playas (Fotos N°4.40 y 4.41), son inconsolidadas, de coloración gris plomisa debido a los constituyentes líticos de naturaleza volcánica y minerales ferromagnesianos presentes. En algunos casos se encuentran algo estratificadas y con laminación sesgada (Foto N°4.42)

4.4.2 Depósitos Aluviales

Se encuentran formando zonas planas no inundables a manera de terrazas las mismas que pueden ser simétricas o asimétricas, se encuentran discordantemente sobreyaciendo a rocas neógeno-cuaternarias, la litología es muy variada dependiendo de la facies fluvial predominante y la procedencia de los sedimentos.

Son depósitos poco consolidados, compuestos por arenas, arenas arcillosas, limos y arcillas en su parte superior producto de la erosión de las unidades antiguas y pueden presentar estratificación. En algunos casos forman terrazas antiguas de edad pleistocénica y terrazas más recientes pertenecientes al Holoceno.

Estos depósitos se presentan en forma discontinua en ambas márgenes de los ríos que discurren a lo largo del área estudiada, principalmente en los ríos Napo y Putumayo. En el río Tamboryacu, afluente del río Napo, se han observado depósitos bien estratificados de limoarcillitas bituminosas intercaladas con niveles delgados constituídos por la acumulación y densificación de hojas recientes (Foto N°4.43). Estos depósitos se encuentran formando terrazas fluviales. En otros lugares se presentan a orillas de este río, gravas de cuarzo, al parecer, provenientes de la erosión de los niveles de la Formación Nauta (Foto N°4.44).



Foto N° 4.39 Conglomerado basal polimíctico de la Formación Nauta.



Foto N° 4.40 Ondulas subacuáticas en la ribera del río Napo. Localidad de Pantoja.



Foto N° 4.31 Cuerpos lenticulares de limolitas intraestratales en ondulitas de la Formación Ipururo. Localidad de Yubineto. (UTM: N 9 891 199, E 581 685).



Foto N° 4.42 Terraza fluvial. Río Curaray.



Foto N° 4.43 Depósito aluvial compuesto por capas de sedimentos finos mostrando estratificación paralela. Río Tamboryacu.



Foto N° 4.44 Depósito aluvial compuesto por gravas que muestran estratificación sesgada. Río Tamboryacu.

SÍMBOLOS

ESTRUCTURAS

	Laminación ondulante
	Rizaduras (ripples)
	Plantas fósiles
	Invertebrados fósiles
	Laminación oblicua curva
	Laminación oblicua plana
	Laminación paralela
	Canal
	Estructura lunular
	Intraclastos
	Nódulos calcáreos

LITOFACIES

Litofacies conglomerados

(G) Conglomerados

Litofacies de areniscas

(Al) Areniscas finas intercaladas con limolita en laminas paralelas y presencia de micas

(Ac) Areniscas de canal

(Af) Areniscas finas con estructura lunular (flasser)

(Ar) Areniscas con rizaduras y ondulitas

(Ag) Areniscas gruesas

(Ao) Areniscas con estratificación ondulante

Litofacies de fracciones finas

(Lm) Arcillita, limoarcillita, limolita con laminación horizontal y presencia de micas

(Lmc) Limoarcillita calcárea

(Lmi) Limoarcillitas con intraclastos

(Lmm) Arcillitas macizas

(Lmo) Limoarcillitas con estratificación ondulante

(Lmf) Limoarcillitas con invertebrados fósiles

Facies no clásticas

(C) Carbón

(Ca) Carbonatos

MEDIO SEDIMENTARIO

(1) Cuenca restringida y somera

(2) Litoral

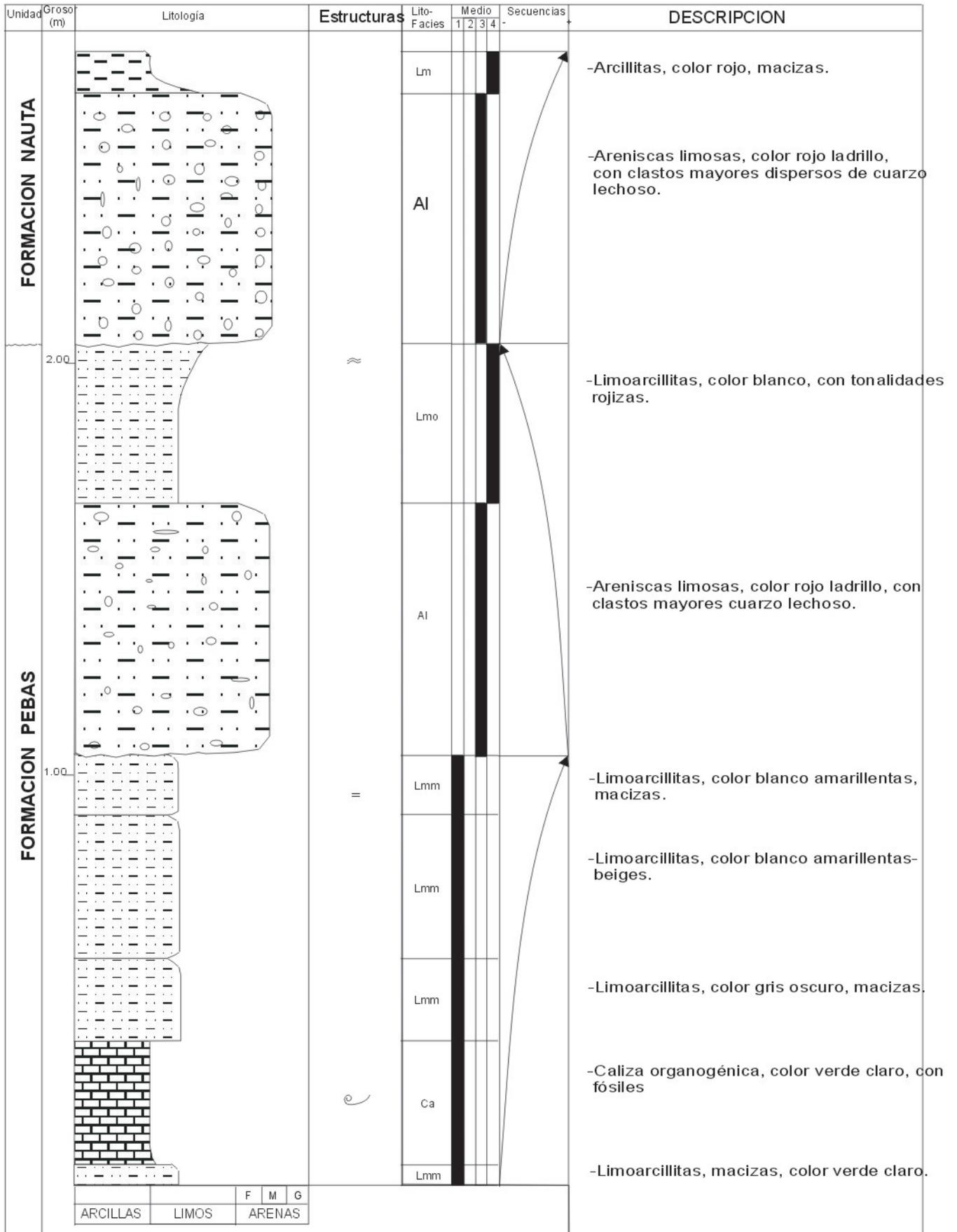
(3) Fluvial

(4) Llanura Aluvial y palustre

Columna Litoestrigráfica N° 1
 Cuadrángulo de Santa Teresa.
 Localidad: Bellavista (lado colombiano)
 Coordenadas E: 545 980; N: 9 956 380

Unidad	Espesor (m)	Litología	Estructuras	Lito-Facies				DESCRIPCIÓN		
				1	2	3	4			
FORMACION PEBAS	2.00		=	Lmm	█			Arcillitas macizas, gris claras.		
								Arcillitas macizas, gris verdosas		
								◉ Lmc	Limolitas macizas, gris verdosas, con nódulos calcáreos.	
								Lmm	Limoarcillitas macizas, gris verdosas.	
								Al	Areniscas finas, gris verdosas	
								Lm	Limoarcillitas, gris verdosas intercaladas con limolitas beigeas.	
								Al	Areniscas finas, gris verdosas interlaminadas, con limolitas verdes, con micas blancas.	
								=	Areniscas finas, gris verdosas, intercaladas con limolitas verdes.	
								=	Lm	Limoarcillitas, gris verdosas.
								Lmm	Arcillitas, gris verdosas, macizas.	
								Al	Areniscas finas limosas, gris claras.	
								Lmm	Arcillita verde.	
								Lm	Limoarcillitas, gris verdosas, intercaladas con limolitas, beige oscuro-marrón.	
								Lmm	Arcillitas de color gris verdoso macizas.	
								=	Lm	Limoarcillitas, gris verdoso, intercaladas con limolitas color beige.
	=	Lmc	Limolitas gris verdosas, intercaladas con delgados niveles calcáreos.							
	≈	Lmo	Limoarcillitas, gris verdosas, intercaladas con limolitas color marrón.							
		F M G F M G								
		ARCILLAS LIMOS ARENAS GRAVAS								

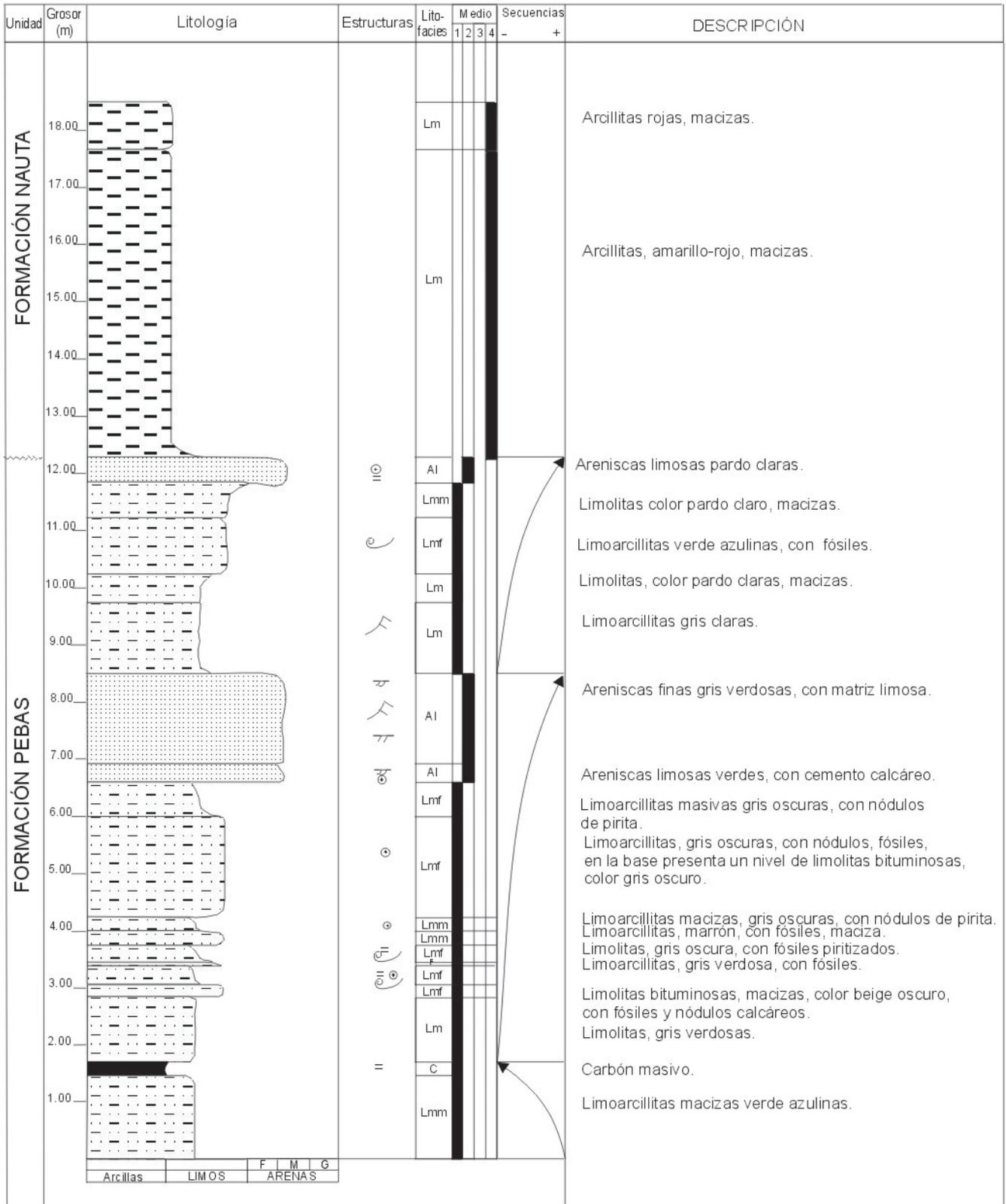
Columna Litoestratigrafica Nro. 3
 Cuadrángulo: Angusilla
 Localidad: Puerto Reyes
 Coordenadas: E: 570910; N: 9931790



Columna Litoestratigráfica N° 5
 Cuadrángulo: Angusilla
 Localidad: Puerto Espinoza (lado colombiano)
 Coordenadas: E 581 500; N 9 902 900

Unidad	Grosor (m)	Litología	Estructuras	Lito-facies	Medio				DESCRIPCIÓN
					1	2	3	4	
FORMACIÓN PEBAS	5.00	[Litología: Dotted pattern]	=	Lm	█				Limoarcillitas beige, con estructura lutacea.
	4.00								
	3.00	[Litología: Dotted pattern]	=	Lm	█				
	2.00								
	1.00	[Litología: Dotted pattern]	=	Lm	█				Limoarcillitas gris oscuras finamente laminada, en el tope se intercala con delgados niveles de carbón.
	[Litología: Dotted pattern]	⊙	Lm	█				Limoarcillitas gris verdosas.	
		Arcillas Limos F M G Arenas							

Columna Litoestratigráfica N° 6
 Cuadrángulo: Nueva Jerusalén
 Localidad: Nueva Jerusalén
 Coordenadas: E: 588 000; N: 9 888 140



Columna Litoestratigráfica
 Cuadrángulo: Río Angusilla N° 7
 Localidad: Río Angusilla
 Coordenadas: E: 532 690; N: 9 915 250

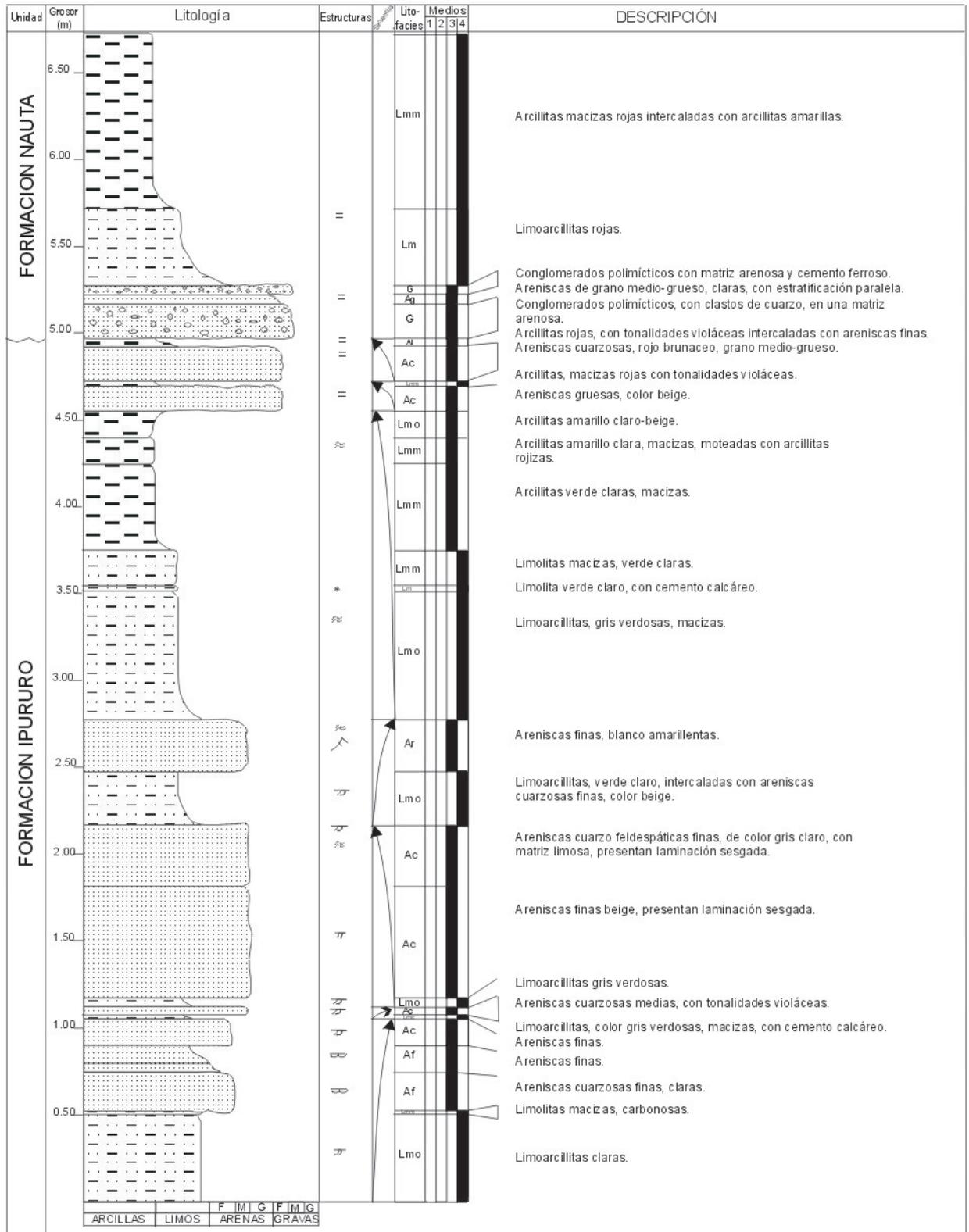
Unidad	Grosor (m)	Litología	Estructuras	Lito-facies	Medio				DESCRIPCIÓN	
					1	2	3	4		
FORMACION PEBAS	7.00		=	Lm					Limoarcillitas verdes con estructura lutacea.	
	6.00								Ca	Calizas con estructura en rosario (boundinaje) de textura arcillítica, organogénica color gris oscuro.
	5.00								Lm	Limoarcillitas verdes con nódulos de pirita.
	4.00								Lm	Limoarcillitas de tonalidad verdosa nódulos de pirita.
	3.00								Lm	Limoarcillitas, verde clara, con estructura lutácea.
	2.00								Lmm	Limoarcillita gris verdosa, maciza.
	1.00								Lmf	Limoarcillitas, marrón oscura, en la base se tienen fósiles.
									Lmm	Limoarcillitas carbonosas macizas.
									Lm	Limoarcillitas verde azulinas.

		F	M	G
ARCILLAS	LIMO	ARENAS		

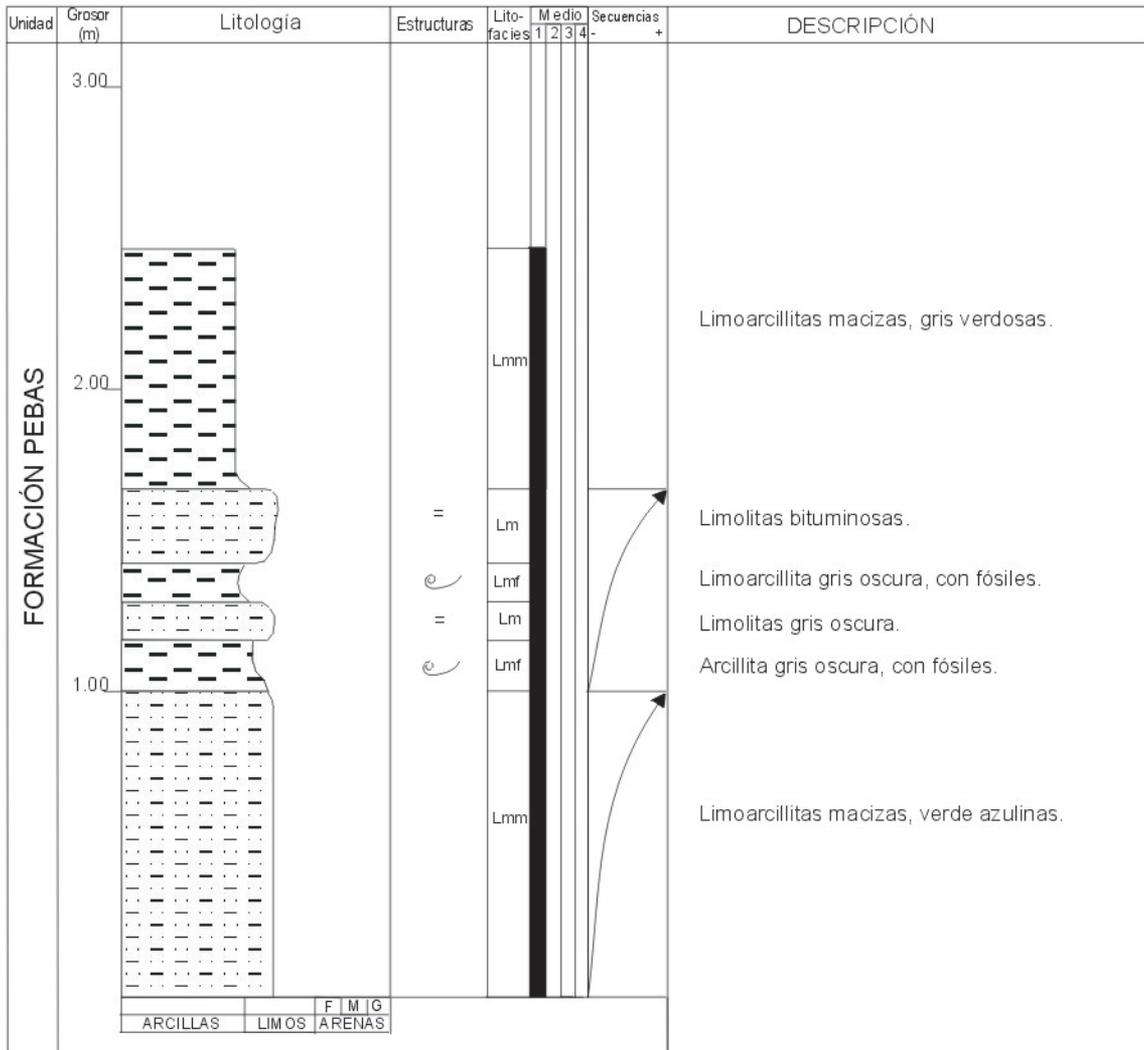
Columna Litoestratigráfica N° 8
 Cuadrángulo: Angusilla.
 Localidad: Nueva Esperanza
 Coordenadas: E: 583 000; N: 9 890 160

Unidad	Grosor (m)	Litología	Estructuras	Lito-Facies	Medio				DESCRIPCIÓN					
					1	2	3	4						
FORMACIÓN IPORURO	5.00													
	4.00			Lmm					Arcillitas macizas verde amarillentas, moteadas con arcillas de color rojo.					
	3.00			Al					Arenisca limosa beige, con nódulos de fierro.					
	2.00			Lm					Limolitas marrones interestratificadas con delgados niveles de óxidos de fierro, color amarillo.					
1.00			Lmo					Limoarcillitas gris verdosas interestratificada con limolitas verdes.						
		<table border="1"> <tr> <td>ARCILLAS</td> <td>LIMOS</td> <td>F M G</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ARENAS</td> </tr> </table>	ARCILLAS	LIMOS	F M G			ARENAS						
ARCILLAS	LIMOS	F M G												
		ARENAS												

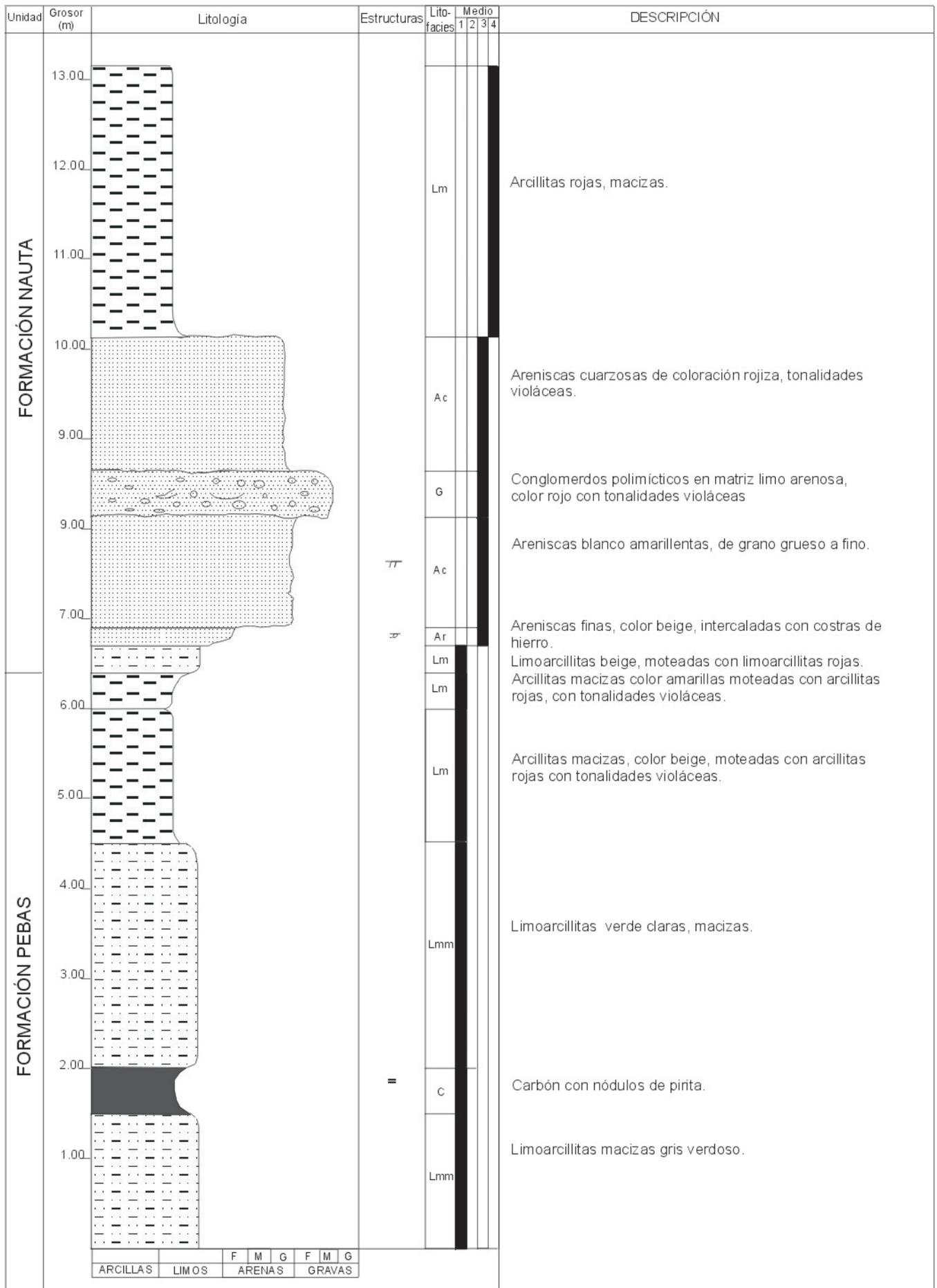
Columna Litoestratigráfica N° 9.
 Cuadrángulo: Angusilla
 Localidad: Yubineto
 Coordenadas: E: 581 685; N: 9 891 199



Columna Litoestratigráfica N° 10.
 Cuadrángulo: Nueva Jerusalén
 Localidad: Próximo al caserío de Florida
 Coordenadas: E: 610 900; N: 9 878 100



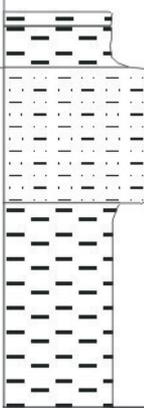
Columna Litoestratigráfica N° 11
 Cuadrángulo: Yabuyanós
 Localidad: Yabuyanós
 Coordenadas: E: 626 970; N: 9 863 820



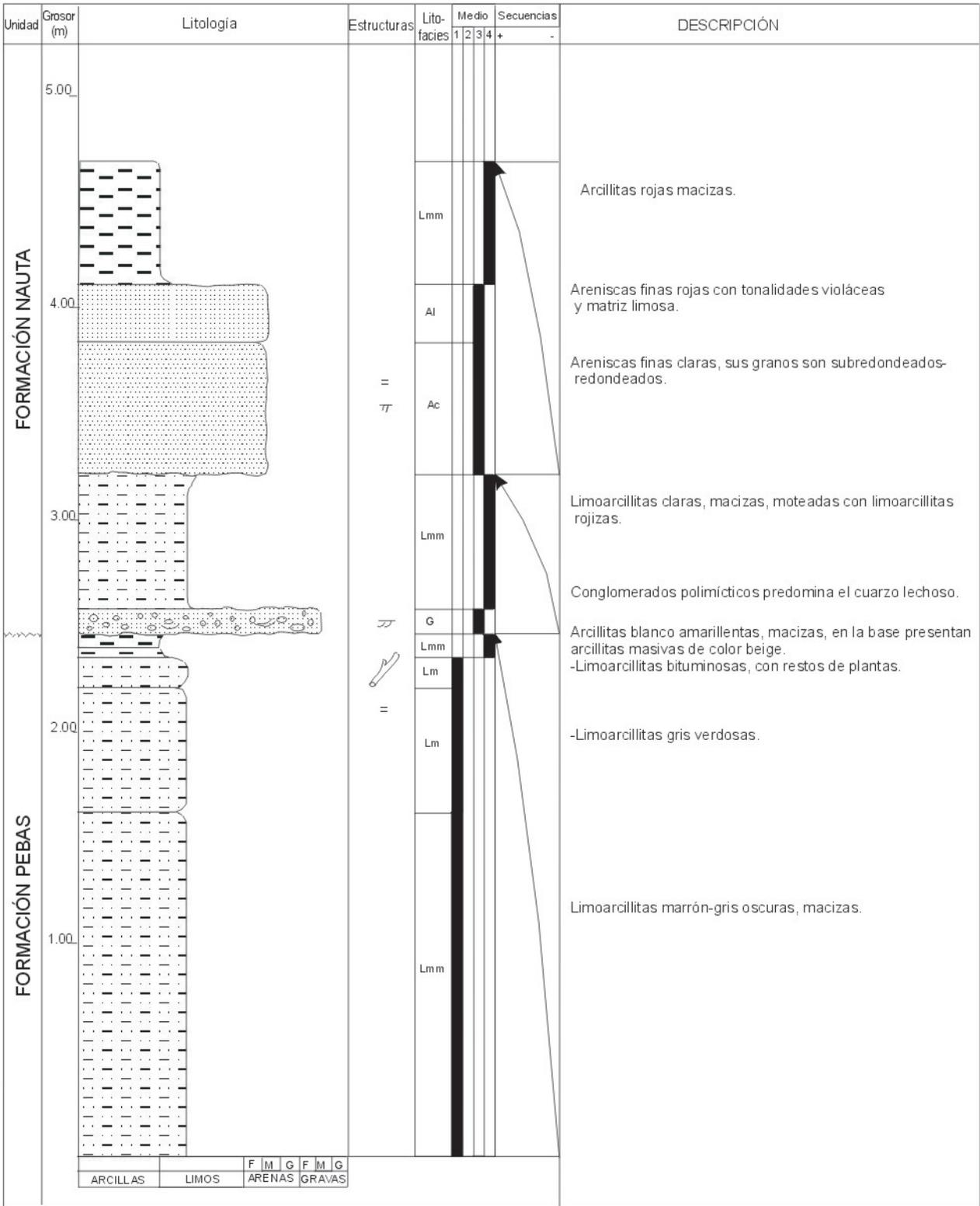
Columna litoestratigráfica N° 12
 Cuadrángulo: Yabuyanós
 Localidad: Todos los Santos
 Coordenadas: E: 635 300; N: 9 860 820

Unidad	Grosor (m)	Litología	Estructuras	Lito-facies	Medios				Secuencias		DESCRIPCIÓN
					1	2	3	4	+	-	
FORMACIÓN IPURURO	13.00	[Lithology: Horizontal dashes]		Lmm							Arcillitas abigarradas, masivas, en la base presentan capas de hierro limonitizados.
	12.00	[Lithology: Horizontal dashes]		Lmm							Limoarcillitas masivas gris claras.
	11.00	[Lithology: Horizontal dashes]		Lm							Limoarcillitas bituminosas masivas.
	10.00	[Lithology: Horizontal dashes]		Lm							Limoarcillitas verde.
	9.00	[Lithology: Horizontal dashes]		Lmm							Limoarcillitas masivas gris verdosas.
	8.00	[Lithology: Dotted]	○	Ac							Areniscas finas claras con tonalidad crema.
	7.00	[Lithology: Horizontal dashes]	○	Lm							Limolitas gris oscuras, intercaladas con costras de hierro y niveles delgados de areniscas finas.
	6.00	[Lithology: Horizontal dashes]	●	Lmi							Arcillitas verde, con intraclastos arcillíticos.
	5.00	[Lithology: Horizontal dashes]		Lmm							Arcillitas verde masivas
	4.00	[Lithology: Horizontal dashes]		Lmm							Limoarcillitas bituminosas, masivas.
	3.00	[Lithology: Horizontal dashes]		Lmm							Limoarcillitas gris verdosas masivas
	2.00	[Lithology: Horizontal dashes]		Lmm							
1.00	[Lithology: Horizontal dashes]		Lmm								
		ARCILLAS LIMOS ARENAS									

Columna Litoestratigráfica N° 13
 Cuadrángulo: Yabuyanos
 Localidad: Peña Roja
 Coordenadas: E: 659 000; N: 9 854 300

Unidad	Grosor (m)	Litología	Estructuras	Lito-facies	Medio				DESCRIPCIÓN			
					1	2	3	4				
FORMACIÓN NAUTA	1.00											
	0.50		⊙	Lmm				Arcillitas macizas rojas. Arcillita, macizas, rojas, moteadas con arcillitas verde amarillenta.				
			⊙	Lm				Limoarcillitas, abigarradas, masivas; presenta capas delgadas de hierro.				
			⊙	Lmm				Arcillitas, macizas, gris claras, con nódulos de pirita.				
		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>ARCILLAS</td> <td>LIMOS</td> <td>F M G</td> <td>ARENAS</td> </tr> </table>	ARCILLAS	LIMOS	F M G	ARENAS						
ARCILLAS	LIMOS	F M G	ARENAS									

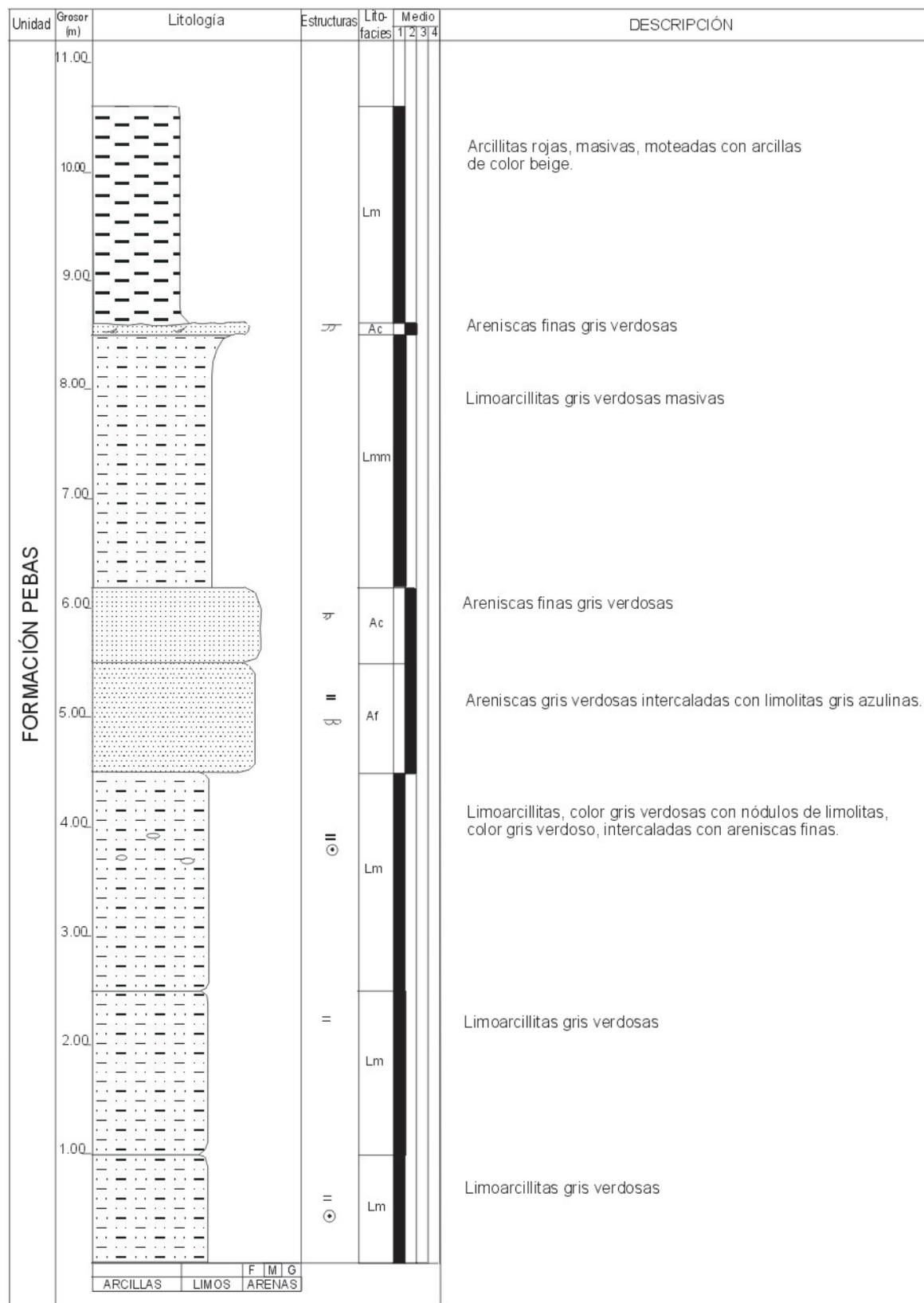
Columna Litoestratigráfica N° 14
 Cuadrángulo: Campuya
 Localidad: Río Campuya
 Coordenadas: E: 653 250; N: 9 828 100



Columna Litoestratigráfica N° 15
 Cuadrángulo: Chingana
 Localidad: Ingano Lacta
 Coordenadas: E: 9 794 300; N: 538 910

Unidad	Grosor (m)	Litología	Estructuras	Lito-facies	Medio				DESCRIPCIÓN									
					1	2	3	4										
FORMACIÓN PEBAS	5.00			Lmm					Limoarcillitas blanco amarillentas, macizas.									
	4.00		=	c					Carbón macizo.									
			=	Lm					Arcillitas, gris oscuro, con pirita, intercalada con limoarcillitas grises con carbón.									
			=	Lmf					Limolitas bituminosas, con fósiles.									
	3.00		=	Lm					Arcillitas gris oscuras, con pirita.									
			=	Lm					Limoarcillitas verde azulina, inter laminada con delgados niveles de limolitas bituminosas, gris oscuras y delgados niveles calcáreos.									
	2.00			Lm														
				Lm														
	1.00			Lm														
				Lm														
		<table border="1" style="font-size: small;"> <tr> <td>ARCILLAS</td> <td>LIMOS</td> <td>F</td> <td>M</td> <td>G</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td colspan="3">ARENAS</td> </tr> </table>		ARCILLAS	LIMOS	F	M	G			ARENAS							
ARCILLAS	LIMOS	F	M	G														
		ARENAS																

Columnas Litoestratigráfica N° 16
 Cuadrangulo: San Martín
 Localidad: Campo Serio
 Coordenadas: E: 532 670; N: 9 801 770



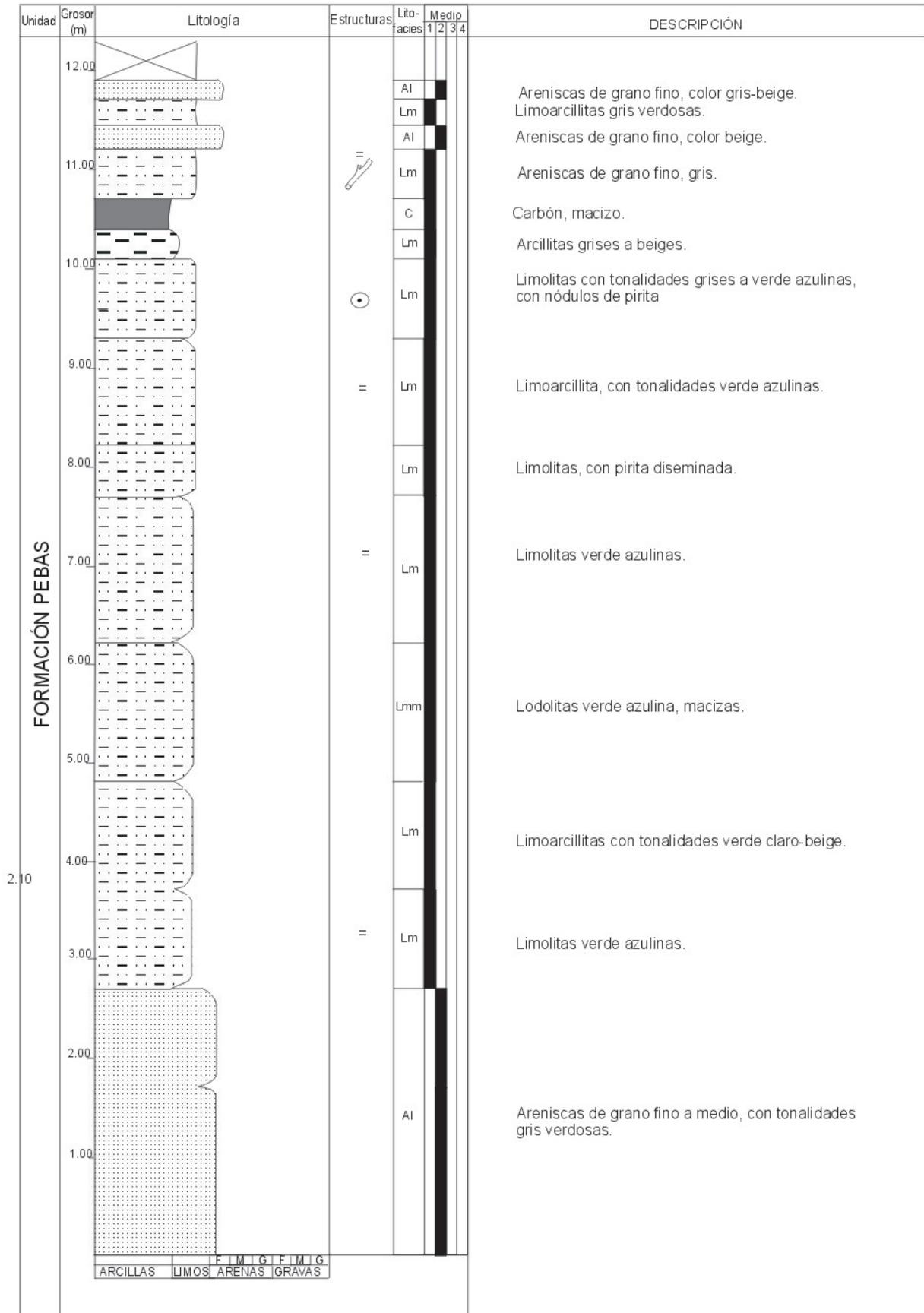
Columnas Litoestratigráficas N° 17
 Cuadrángulo: Chingana
 Localidad: Santa María
 Coordenadas: E: 541 900; N: 9 842 150

Unidad	Grosor (m)	Litología	Estructuras	Lito-facies	Medio				DESCRIPCIÓN								
					1	2	3	4									
FORMACIÓN PEBAS	9.00			Lmm					Arcillitas gris verdosas macizas.								
	8.00			C					Carbón con laminación interna paralela, hacia el techo son masivas.								
	7.00			Lm					Limoarcillitas bituminosas, pardo oscuras, con restos de plantas.								
	6.00			Al					Arenicas de grano fino, color beige, con matriz limosa, friables; hacia la base se tienen arcillitas gris verdosa, maciza.								
	5.00			Lmm													
	4.00			Af					Areniscas Limosas, color verde amarillento, intercaladas con limolitas, color marrón.								
	3.00			Lm					Limoarcillitas, gris verdoso.								
	2.00			Lmf					Limoarcillitas, gris verdosas, con abundantes fósiles; nivel intermedio de calizas con estructura en rosario (boudigje).								
	1.00			Ca													
				Lmf													
		<table border="1"> <tr> <td>ARCILLAS</td> <td>LIMOS</td> <td>F</td> <td>M</td> <td>G</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td colspan="3">ARENAS</td> </tr> </table>	ARCILLAS	LIMOS	F	M	G			ARENAS							
ARCILLAS	LIMOS	F	M	G													
		ARENAS															

Columnas Litoestratigráficas N° 18
 Cuadrángulo: Gueppi
 Localidad: Aguas Negras (unidad B)
 Coordenadas: E: 445 650; N:9 963 500

Unidad	Grosor (m)	Litología	Estructuras	Lito-facies	Medio				DESCRIPCIÓN					
					1	2	3	4						
FORMACIÓN NAUTA	9.00		=	Lm					Limoarcillitas rojo parduscas, en capas gruesas, macizas.					
	8.00								Lm	Limoarcillitas rojo parduscas, en capas gruesas, con algunos horizontes lodolíticos verde claros-beiges.				
	7.00		=	Lmm					Limolitas rojas macizas					
	6.00			Lmi					Limoarcillitas con nivel de intraclastos de areniscas pardas de grano medio a fino.					
	5.00		=	Lmm					Limolitas rojas macizas					
	4.00		=	Lm					Limolitas beige					
	4.00			Lmi					Limoarcillitas rojizas, con intraclastos de limos rojos y nódulos de limolitas rojizas.					
	3.00		=	Lm					Limoarcillitas rojo brunáceas, en capas gruesas, con intercalación de lodolitas masivas gris claras.					
	2.00		=											
	1.00		=											
		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">G</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ARCILLAS</td> <td style="text-align: center;">LIMOS</td> <td style="text-align: center;">ARENAS</td> </tr> </table>	F	M	G	ARCILLAS	LIMOS	ARENAS						
F	M	G												
ARCILLAS	LIMOS	ARENAS												

Columna Litoestratigráfica N° 19
 Cuadrángulo: Pantoja
 Localidad: Río Napo cerca a la boca del río Aguarico.
 Coordenadas: E: 478 387; N: 9 893 047



Columna Litoestratigráfica N° 21
 Cuadrángulo: Arica
 Localidad: Río Curaray (margen izquierda)
 Coordenadas: E: 446 955; N: 9 828 626

Unidad	Grosor (m)	Litología	Estructuras	Lito-facies				DESCRIPCIÓN															
				1	2	3	4																
FORMACIÓN NAUTA	6.00							G	Conglomerados polimicticos, con matriz areno limosa de color rojo.														
	5.00		=					Lm	Limo arcillitas gris verdosas.														
FORMACIÓN PEBAS	4.00		=					Al	Areniscas de grano fino, con tonalidad gris verdosa.														
								Lm	Limoarcillitas gris verdosa en capas gruesas.														
			⊙					Lm	Limolitas gris pardas a verduscas con nódulos.														
								Lm															
			=					Lm	Limoarcillitas verdes azulinas, con intercalación de areniscas finas en capas gruesas.														
			⊙					Lm	Limoarcillitas gris verdosas.														
	2.00		=					Lm	Limoarcillitas verde daras.														
	1.00							Al	Areniscas de grano fino, con matriz limosa gris verdosas, macizas.														
		<table border="1"> <tr> <td>ARCILLAS</td> <td>LIMOS</td> <td>F</td> <td>M</td> <td>G</td> <td>F</td> <td>M</td> <td>G</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td colspan="2">ARENAS</td> <td colspan="2">GRAVAS</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	ARCILLAS	LIMOS	F	M	G	F	M	G			ARENAS		GRAVAS								
ARCILLAS	LIMOS	F	M	G	F	M	G																
		ARENAS		GRAVAS																			

Columna Litoestratigráfica N° 22
 Cuadrángulo: Arica
 Localidad: Río Curaray (margen derecha)
 Coordenadas: E: 498 474; N: 9 794 747

Unidad	Grosor (m)	Litología	Estructuras	Lito-facies	Medio				DESCRIPCIÓN																
					1	2	3	4																	
FORMACIÓN PEBAS	9.00								Cobertura																
	7.00			Lm					Limoarcillitas de tonalidades rojizas anaranjadas.																
	6.00		=	Lm					Limoarcillitas con tonalidades verduscas.																
	5.00																								
	4.00		=	Lm					Limoarcillitas, de tonalidades verde azulinas.																
	3.00																								
2.00			⊙	Lm					Limolitas gris verdusca- amarillas.																
1.00			=	Al					Areniscas de grano fino con matriz limosa de tonalidades gris verdosas.																
		<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td>F</td> <td>M</td> <td>G</td> <td>F</td> <td>M</td> <td>G</td> </tr> <tr> <td>ARCILLAS</td> <td>LIMOS</td> <td>ARENAS</td> <td>GRAVAS</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			F	M	G	F	M	G	ARCILLAS	LIMOS	ARENAS	GRAVAS											
		F	M	G	F	M	G																		
ARCILLAS	LIMOS	ARENAS	GRAVAS																						

Columna Litoestratigráfica N° 23
 Cuadrángulo: Chingana
 Localidad: Río Napo.
 Coordenadas: E: 542 007; N: 9 841 054

Unidad	Grosor (m)	Litología	Estructuras	Lito-facies	Medio				DESCRIPCIÓN			
					1	2	3	4				
FORMACIÓN PEBAS	9.00											
	8.00									Lm	Arcillitas gris verdosas	
	7.00									c	Carbón macizo.	
	6.00									Lm	Limoarcillitas gris verdosas.	
	5.00									Al	Areniscas de grano fino, grises, intercaladas con limolitas gris verdosos.	
										Lm		
										Al	Areniscas de grano fino, verde claro a beige.	
	4.00									Lm		
										Lm	Limoarcillitas gris verdosas.	
										Lmf		
	3.00									Al	Limoarcillitas, gris verdosas con fósiles.	
										Lm	Areniscas de grano fino verde claro.	
										Al	Limoarcillitas, gris verdosas a azulinas.	
	2.00									Lm	Areniscas de grano fino verde claros.	
	Al	Limoarcillitas gris verdosas a azulinas.										
	Al	Areniscas de grano fino, verdes en matriz limosa.										
1.00	Lmf	Limoarcillitas masivas, gris verdoso-verde oliva con fósiles.										
	Al	Areniscas de grano fino, gris azulinas.										
		<table border="1"> <tr> <td>ARCILLAS</td> <td>LIMOS</td> <td>F</td> <td>M</td> <td>G</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td colspan="3">ARENAS</td> </tr> </table>	ARCILLAS	LIMOS	F	M	G			ARENAS		
ARCILLAS	LIMOS	F	M	G								
		ARENAS										

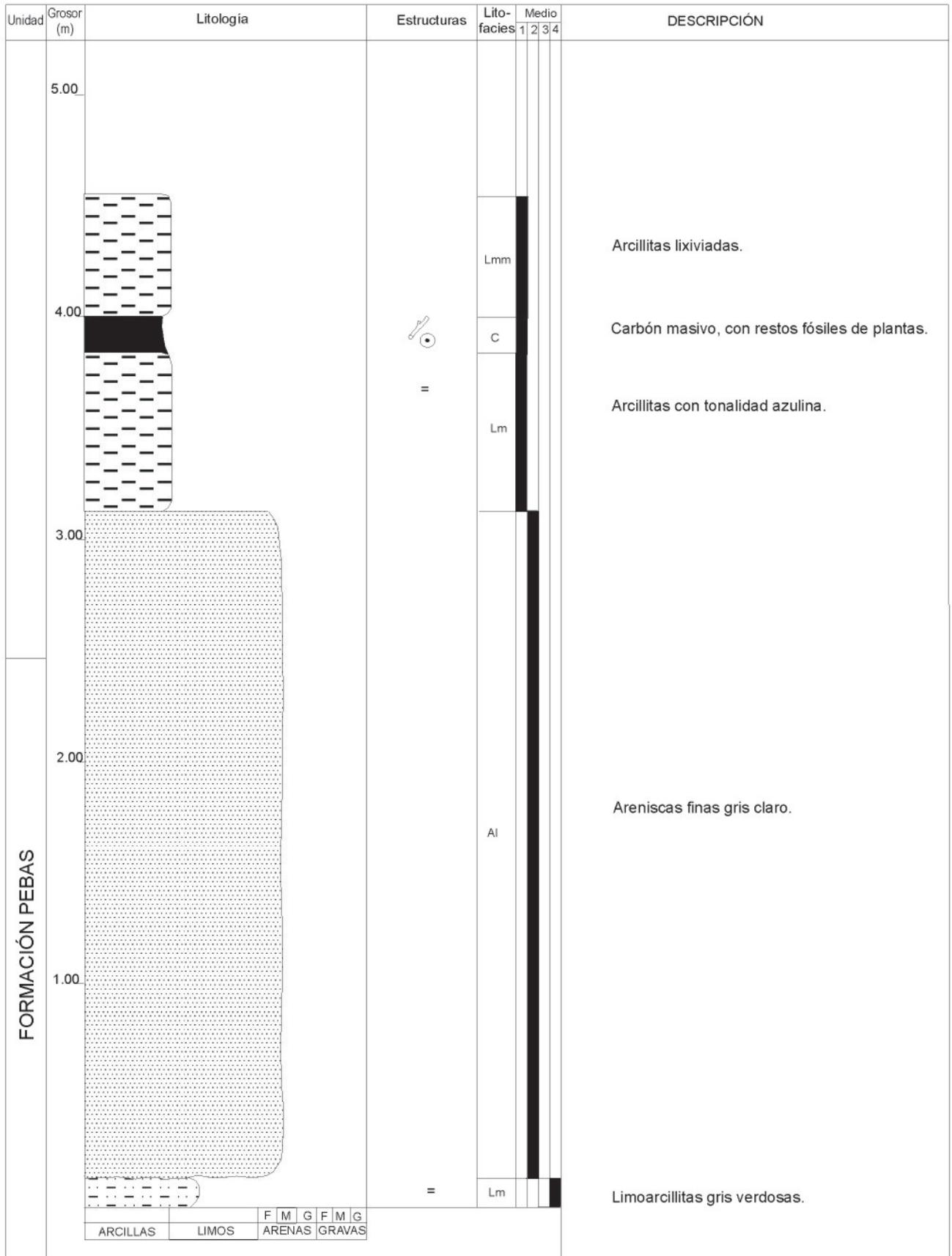
Columna Litoestratigráfica N° 24
 Cuadrángulo: Pantoja
 Localidad: Pantoja
 Cordenadas: E: 478 797; N: 9 892 444.

Unidad	Grosor (m)	Litología	Estructuras	Lito-facies	Medios				Secuencias	DESCRIPCIÓN
					1	2	3	4		
FORMACIÓN PEBAS	10.00		e	Al					Areniscas de grano fino, gris plumiza de tonalidad verdosa. Limoarcillitas verde claras.	
		Lm								
	9.00			Al					Areniscas de grano fino, gris plumiza con tonalidad verdosa. Limoarcillitas verde claras.	
		Lm								
	8.00			Al					Areniscas de grano fino, gris plumizas con tonalidad verdosa. Limoarcillitas verde claras.	
		Lm								
	7.00			Al					Areniscas de grano fino, color plomo, con tonalidad verdosa. Limoarcillitas verde claras en capas gruesas.	
		Lm								
	6.00			Al					Areniscas de grano fino, gris plumizas con tonalidad verdosa. Limoarcillitas verde claras.	
		Lm								
	5.00			Lmf					Arcillitas con tonalidades gris verdosa, macizas. Arcillitas gris verdosa, con fósiles.	
		Lm								
4.00		C					Carbón macizo.			
3.00		Lm					Arcillitas gris verdosas en capas gruesas.			
2.00		Al					Areniscas de grano fino a medio, con tonalidades gris verdosas			
1.00		Al								
		ARCILLAS LIMOS ARENAS								

Columna Litoestratigráfica N° 25
 Cuadrángulo: Pantoja.
 Localidad: Castaña (río Aguarico)
 Coordenadas: E: 472 954; N: 9 911 716

Unidad	Grosor (m)	Litología	Estructuras	Facies	Medio				DESCRIPCIÓN												
					1	2	3	4													
FORMACIÓN PEBAS	9.00		= 	Lm					Limoarcillitas verdes, con restos fósiles.												
	8.00		=	Lm					Limoarcillitas, color gris verdoso, en capas gruesas, con niveles de arcillita verde clara.												
	7.00		= 	Lmi					Limoarcillitas con nivel de intraclastos caóticamente distribuidos de areniscas pardas de grano medio a fino.												
	6.00			Lmm					Limolitas rojas, masivas.												
	5.00		= 	Lmf					Limolitas claras macizas con presencia de fósiles.												
	4.00			C					Carbón macizo.												
	3.00		⊙	Lm					Limoarcillitas verde azulinas, con intercalación de arcillitas macizas gris verdosas.												
	2.00		≈	Lmo					Limoarcillitas gris verdosas.												
	1.00		=	Lm					Limoarcillitas verde azulinas.												
			<table border="1" style="font-size: small;"> <tr> <td>ARCILLAS</td> <td>LIMOS</td> <td>F</td> <td>I</td> <td>M</td> <td>I</td> <td>G</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>ARENAS</td> </tr> </table>	ARCILLAS	LIMOS	F	I	M	I	G							ARENAS				
ARCILLAS	LIMOS	F	I	M	I	G															
						ARENAS															

Columna Litoestratigráfica N° 26
 Cuadrángulo: Pantoja.
 Localidad: Cercanías al PV Yasuni
 Coordenadas: E: 458 021; N: 9 894 230.



Columna Litoestratigráfica N° 27
 Cuadrángulo: Pantoja
 Localidad: Pantoja
 Coordenadas: E: 479 500; N: 9 892 800.

Unidad	Grosor (m)	Litología	Estructuras	Lito-facies	Medio				DESCRIPCIÓN											
					1	2	3	4												
FORMACIÓN PEBAS	5.00			Lmm					Arcillitas gris verdosas, macizas.											
				C					Carbon, macizo.											
	4.00		"	Lm					Limoarcillitas verde azulinas.											
			"	Lm					Limoarcillitas verde claras.											
	3.00		"	Lm					Limoarcillitas gris verdosas.											
			"	Lm					Limoarcillitas gris verdosas.											
	2.00		"	Lm					Limoarcillitas gris verdosas.											
		"	Lm					Limoarcillitas verde azulinas.												
	1.00		"	Lm				Limoarcillitas verde azulinas.												
		<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50px;">ARCILLAS</td> <td style="width: 50px;">LIMOS</td> <td style="width: 20px;">F</td> <td style="width: 20px;">M</td> <td style="width: 20px;">G</td> <td style="width: 20px;">F</td> <td style="width: 20px;">M</td> <td style="width: 20px;">G</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>ARENAS</td> <td></td> <td></td> <td>GRAVAS</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	ARCILLAS	LIMOS	F	M	G	F	M	G			ARENAS			GRAVAS				
ARCILLAS	LIMOS	F	M	G	F	M	G													
		ARENAS			GRAVAS															

ESTRATIGRAFÍA DEL SUBSUELO

La zona de estudio, es la parte marginal nororiental de la cuenca del Marañón y se enmarca en el borde occidental del cratón sudamericano. Este sector ha sido regulado por un proceso de emersión diferencial que ha constituido el Arco de Iquitos y en este contexto, se han regulado los procesos de sedimentación que distinguen a las unidades estratigráficas.

La secuencia estratigráfica del subsuelo, ha sido definida mediante el análisis de los registros sísmicos y de pozos exploratorios por petróleo realizados en los sectores más cercanos al área de estudio. Los reportes corresponden a los pozos: Cunambo, Tangarana y Arabela, perforados por Petróleos del Perú S.A, y están ubicados en la parte SO del área de estudio. Reflejan la secuencia sedimentaria de la cuenca Marañón cuyas características litológicas están expuestas a lo largo de la Faja Subandina y Cordillera Oriental con un rango que va desde el Precambriano al reciente.

Esta información ha permitido realizar el control de la secuencia sedimentaria, midiendo un grosor aproximado de 3 500 m desde el basamento cristalino hasta las unidades del Neógeno (Fig. N° 5.1).

La información de los pozos perforados muestran en el sector occidental, que el basamento cristalino infrayace a las sedimentitas triásicas de la Formación Sarayaquillo y hacia el sector oriental, a las samitas de la Formación Cushabatay del Cretáceo inferior, no evidenciando registros de rocas del Paleozoico. A partir de estas unidades, toda la secuencia está mejor definida, mostrando un adelgazamiento hacia la parte oriental, producto de la evolución tectónica del área, que delimita una zona de depresión en el lado occidental y un alto hacia el sector oriental denominado el Arco de Iquitos.

BASAMENTO PRE-CRETÁCEO

Está constituido por el basamento cristalino y por rocas triásicas distribuidas en el sector occidental y oriental del área de estudio, respectivamente.

5.1 BASAMENTO CRISTALINO (Proterozoico)

Ha sido reportado en el sector oriental del área de estudio, en los pozos Tangarana y Arabela, a profundidades que oscilan entre 2 300 m y 1 890 m, infrayaciendo a sedimentitas de la Formación Cushabatay del Cretáceo inferior. Litológicamente son granitos rojos y ro-

sados, con presencia de fenos de feldespatos, hornblenda y cuarzo translúcido a lechoso y rocas metamórficas.

5.2 FORMACIÓN SARAYAQUILLO (Jurásico)

La Formación Sarayaquillo fue descrita por KUMMEL, B. (1946) en el río Sarayaquillo de la región Contamana, como una secuencia de naturaleza clástica rojiza de ambiente continental.

Litología.- La Formación Sarayaquillo consiste de depósitos molásicos rojos continentales constituidos por areniscas cuarzo-feldespáticas, anaranjadas, y en ocasiones marrones, los granos son angulosos a subangulosos y bien cementados. Así mismo se describe otro nivel inferior constituido de limolitas grises y marrón rojizas, estratificado con brechas y un conglomerado compuesto de fragmentos de rocas volcánicas, cuarzo y metamórficos. Esta unidad infrayace a la Formación Cushabatay al Grupo Oriente.

Ha sido reportada en el pozo Cunambo, desde una profundidad de 2 800 m hasta 3 034 m.

Edad y correlación.- Sobreyace al Grupo Pucará del Jurásico inferior e infrayace al Grupo Oriente del Cretáceo inferior

No se han reportado fósiles en esta unidad, por relaciones estratigráficas se infiere una edad Jurásico superior.

Se la correlaciona con la Formación Chicama en el norte del Perú y la Formación Boquerón descrita en el río Aguaytía, zona central del Perú. En el lado ecuatoriano se correlaciona con la Formación Chapiza descrita en el pozo Tiputini

Paleoambiente de sedimentación.- Las características litológicas permiten inferir un ambiente de depósito continental en medios oxidantes con una actividad volcánica reportada en el pozo Cunambo hacia la parte sur del área de estudio.

CRETÁCEO

Están presentes todas las unidades estratigráficas reconocidas en la cuenca marañón con una tendencia de adelgazamiento de oeste a este.

5.3 FORMACIÓN CUSHABATAY (Cretáceo inferior)

Dentro del Grupo Oriente se tiene a la Formación Cushabatay descrita inicialmente como miembro por KUMMEL, B., (1946), en el río Cushabatay, provincia de Contamana.

Litología.- Se reporta como una secuencia monótona de areniscas cuarzosas blanco amarillentas, de grano grueso a medio, granos subredondeados y ligeramente friables, en bancos medianos a muy gruesos y con fuerte estratificación sesgada. Así mismo contiene estratos delgados lenticulares de conglomerados. En la parte inferior de la secuencia, se tiene algunas intercalaciones de limolitas y limoarcillitas grises y carbonosas. Hacia la zona este

CORRELACIONES LITOESTRATIGRAFICA DE POZOS PRÓXIMOS AL AREA DE ESTUDIO

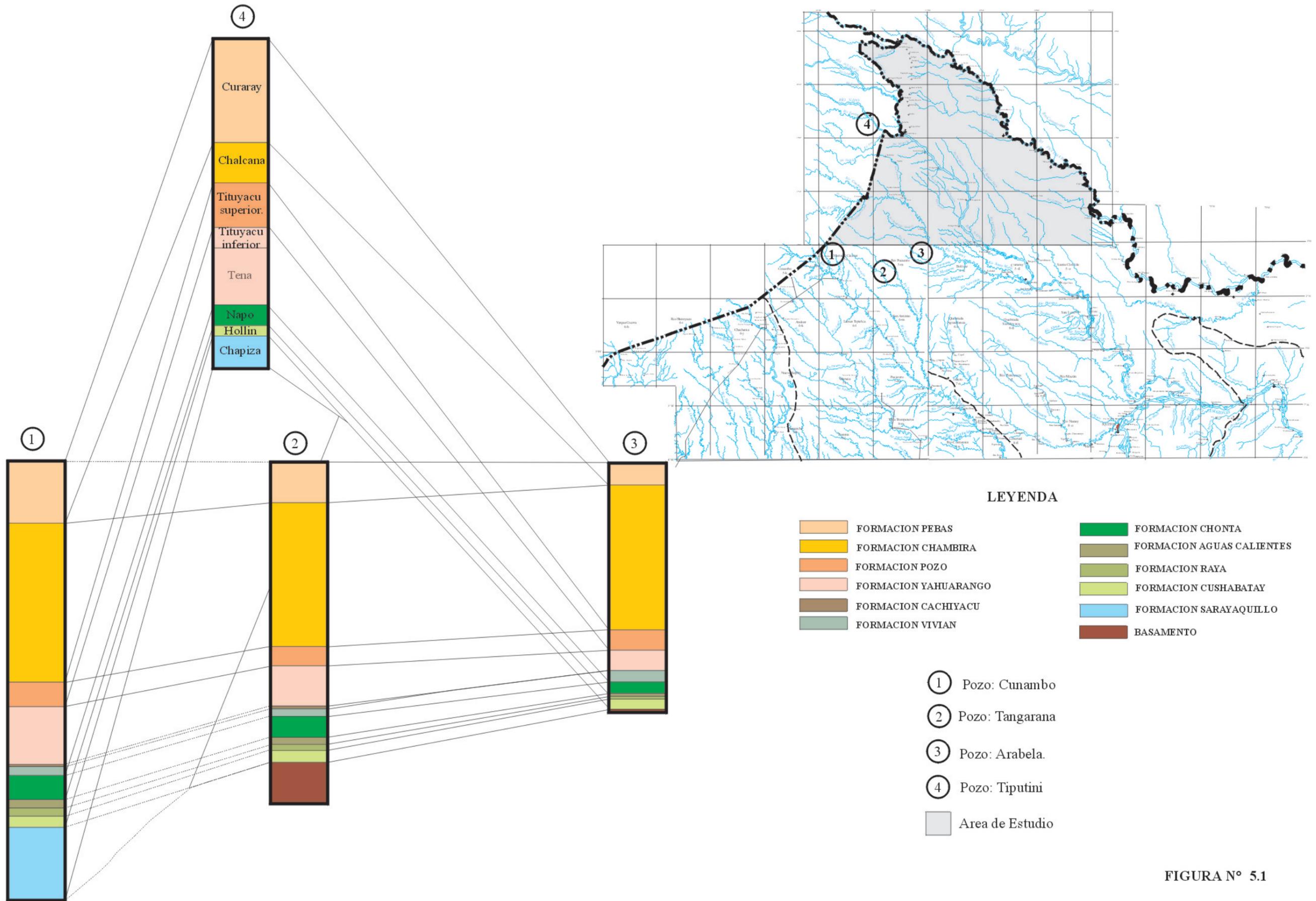


FIGURA N° 5.1

(pozo Tangarana), las areniscas presentan un contenido de matriz tobácea. Se intercalan niveles de arcillitas micáceas y limolitas grises, argiláceas y carbonosas.

En conjunto esta secuencia no sobrepasa los 700 m y representa una fase de subsidencia continua a la zona subandina, limitada al oeste por los Andes peruanos y al este por los cratones Guyano y Brasileño. En el pozo Cunambo tiene un grosor de 90 m, en el pozo Arabela tiene un grosor de 70 m.

Edad y correlación.- En esta región la Formación Cushabatay infrayace a la Formación Raya y suprayace a la Formación Sarayaquillo. En el pozo Arabela la Formación Cushabatay descansa sobre el basamento cristalino. En el pozo Cunambo infrayace con discordancia angular a la Formación Sarayaquillo y suprayace concordante a la Formación Raya.

La edad de esta unidad no ha sido bien definida; sin embargo, en los estudios palinológicos realizados por LAMMONS, (1968), se indica que la parte superior de esta unidad correspondería al Albiano temprano, mientras que en el borde oriental de la cuenca, la parte basal de la Formación Cushabatay está comprendida entre los pisos Berriasiano y Valanginiano.

Esta unidad se correlaciona con la Formación Moa en la localidad de Acre, Brasil descritas por WANDERLEY, MOURA, (1938) y con el Grupo Goyllarisquizga en el norte y centro de la Faja Subandina.

Paleoambiente de sedimentación.- Las características sedimentológicas de esta unidad, corresponden a un ambiente fluvio-deltaico, con pendientes suaves, dando lugar a llanuras de inundación y una línea de costa de alta energía. Los depósitos areniscosos resultan de una red entrelazada de canales fluviales de baja sinuosidad en medio continental.

5.4 FORMACIÓN RAYA (Cretáceo inferior)

Esta unidad fue definida originalmente por KUMMEL, (1948) en los cerros de Contamana, habiéndola dividido en tres miembros, Paco, Esperanza y Aguanuya. Posteriormente ZEGARRA, J. y OLAECHEA J., (1970) elevan este conjunto a la categoría de formaciones.

Litología.- Esta formación está compuesta por limoarcillitas negras a grises, glauconíticas, fosilíferas, con intercalaciones de capas medianas a delgadas de calizas micríticas de coloración gris, con fragmentos de fósiles; algunas capas presentan finas laminaciones bandeadas formadas por algas, otras se intercalan con capas delgadas de areniscas cuarzosas, de grano fino a grueso, con limolitas. Las capas de areniscas se incrementan considerablemente hacia el borde oriental de la cuenca y hacia el lado occidental las secuencias son más pelíticas. En el pozo Cunambo se describen intercalaciones de arcillitas gris claras, que gradan, a horizontes limolíticos, asimismo se describen niveles carbonáticos.

En el pozo Cunambo presenta un grosor de 55 m y en el pozo Arabela un grosor de 30 m. Se nota claramente un adelgazamiento hacia el este.

Esta formación está suprayaciendo en contacto transicional a la Formación Cushabatay e infrayaciendo igualmente a la Formación Agua Caliente. Esto hace que se le ubique en el Cretáceo inferior, piso del Albiano.

Edad Correlación.- Por estudios palinológicos (BRENNER, 1963; LAMMONS, 1968; MULLER, H. y ALIAGA, 1980) y micropaleontológicos (GUTIÉRREZ, M. 1984), se asigna esta unidad al Albiano inferior a medio. Por sus relaciones estratigráficas puede considerarse como Aptiano-Albiano.

Se le correlaciona con los niveles superiores de la Formación Huancané en el Altiplano y con la parte inferior del Grupo Goyllarisquiza.

Paleoambiente de sedimentación.- El ambiente de esta formación es de aguas someras, marino litoral a infralitoral.

5.5 FORMACIÓN AGUA CALIENTE (Cretáceo inferior)

La Formación Agua Caliente, fue definida como miembro por KUMMEL, B., (1946) en la región de Santa Clara de Contamana. Posteriormente fué elevada a la categoría de formación por ZEGARRA J. y OLAECHEA J., (1970). Es la formación superior del Grupo Oriente.

Litología.- Se la describe como una secuencia de areniscas macizas, con estratos sesgados de coloración blanquecina a amarillo marrón, con niveles de areniscas conglomerádicas y abundantes concreciones de fierro. En ocasiones están intercaladas con limoarcillitas y arcillitas que algunas veces contienen restos de plantas. El reporte litoestratigráfico del pozo Cunambo describe una secuencia de areniscas blanca rosadas de grano medio, subanguloso a subredondeado bien seleccionado con niveles calcáreos friables.

El grosor de esta formación en el pozo Cunambo es de 70 m y en el pozo Arabela es de 19,6 m.

Esta formación suprayace en concordancia a la Formación Raya e infrayace de igual modo a la Formación Chonta.

Edad y Correlación.- Los trabajos palinológicos realizados por MULLER, H., (1980), determinaron que la Formación Agua Caliente, inició su depositación a principios del Albiano inferior.

Es equivalente a la parte inferior y media del miembro inferior de la Formación Napo del Ecuador.

Paleoambiente de sedimentación.- Las condiciones de sedimentación son de ambiente deltaico y constituye una facies regresiva del mar

5.6 FORMACIÓN CHONTA (Cretáceo inferior-superior)

Terminología propuesta por MORÁN y FYFE, (1933) en la isla Chonta del río

Pachitea, departamento de Huánuco, quienes la describen como una secuencia pelítica calcárea fosilífera que suprayace al Grupo Oriente.

Litología.- Consiste de arcillitas gris oscuras, intercaladas con calizas micríticas y detríticas. Tiene un cambio litológico gradual a mayor intercalación de areniscas. Presenta variación de facies de la parte occidental (marina) a la parte oriental (complejo deltaico). En el pozo Cunambo se describe un nivel superior de arcillita gris a marrón con presencia de carbón, seguidamente se tiene una secuencia de caliza biomicrítica crema gris y dura. En la parte inferior se registra unas areniscas gris verdosas claras de grano fino a medio, asimismo se describe lignitos en una matriz arcillosa.

En este pozo, la Formación Raya tiene un grosor de 210 m. En el pozo Arabela tiene un grosor de 89 m.

Edad y correlación.- Por reportes paleontológicos se le asigna una edad del Albiano superior al Santoniano.

Se correlaciona con las formaciones Chúlec, Pariatambo y Jumasha de la región andina. También es equivalente con la Formación Río Azul del Brasil, (MOURA y WANDERLEY, 1938).

Paleoambiente de sedimentación.- De acuerdo al contenido paleontológico y las características granulométricas de las sedimentitas se infiere un medio marino somero, tipo plataforma de poca profundidad, la que paulatinamente fue convirtiéndose en mar somero y litoral.

La Formación Chonta se encuentra sobreyaciendo a las secuencias silicoclásticas del Grupo Oriente (Formación Agua Caliente) en contacto transicional y concordante debajo de las areniscas de la Formación Vivian.

5.7 FORMACIÓN VIVIAN (Cretáceo superior)

Nombre definido por KUMMEL, B., (1948), en la quebrada Vivian, en los cerros de la región de Contamana, donde describe secuencias de areniscas cuarzosas, y en parte cuarcita de color blanco a gris, de grano fino a grueso, bien seleccionado, subredondeado a subangular, dura, en capas medianas a gruesas con estratificación sesgada, con pocas intercalaciones de lodolitas y arcillitas de color rojo, marrón, púrpura, en parte abigarradas. Se le ha dado la categoría de formación en base a su continuidad y su amplitud regional.

Litología.- Litológicamente, se le reconoce como una arenisca de grano grueso a fino, bien seleccionada, friable, con muy poca matriz arcillosa, en capas medianas y con estratificación sesgada. Ocasionalmente se intercalan capas delgadas de arcillitas y limolitas negras a grises, algo carbonosas.

En el pozo Cunambo se registra una secuencia que tiene un grosor de 25 m, mientras que más al oeste en el pozo Arabela tiene un grosor de 76 m.

La Formación Vivian está suprayaciendo a la Formación Chonta en contacto claro e infrayaciendo a la Formación Cachiyacu en contacto transicional. Hacia el norte se adelgaza desapareciendo luego debido a una discordancia erosional.

Paleoambiente de sedimentación.- En cuanto a las condiciones sedimentarias, corresponde al modelo de regresión marina, con depósitos en aguas poco profundas, fondo en emersión gradual, con aporte de los escudos Guyano y Brasileiro por el este y por el oeste el aporte de la Cordillera de los Andes en sus estribaciones orientales. El ambiente de depositación es epicontinental de tipo fluvial, corresponde a la facies regresiva del mar cretáceo.

Edad y correlación.- Los estudios palinológicos efectuados por MÜLLER, (1982), revelan que la Formación Vivian es de edad del Campaniano inferior.

Se correlaciona con la Formación Huacanqui, descrita por SINGEWALD, (1927) en el pongo de Manseriche, con la Formación Areniscas de Azúcar de MORÁN y FYFE, (1933). Es equivalente con la unidad basal de la Formación Tena ubicada en el oriente ecuatoriano.

5.8 FORMACIÓN CACHIYACU (Cretáceo superior)

Esta unidad ha sido reconocida por KUMMEL, B., (1948), en la quebrada Cachiyacu al este del río Ucayali, quien las describió como rocas pelíticas carbonosas, y secuencias abigarradas en la parte superior.

Litología.- Está constituida por arcillitas gris oscuras a marrones, ligeramente carbonosas con intercalaciones de capas delgadas y medianas con limolitas claras y areniscas grises de grano fino y duras. En el pozo Cunambo se observa una delgada capa de arcillita marrón. En el pozo Arabela no describen la presencia de esta formación.

Edad y correlación.- Los reportes micropaleontológicos de GUTIÉRREZ, M., (1984), y palinológicos de ALIAGA y MULLER, (1980) y MULLER, (1982), indican que la Formación Cachiyacu se depositó entre el Campaniano superior y el Maestrichtiano inferior.

Se correlaciona con los niveles inferiores de la Formación Chota en el norte y en el centro con la Formación Casapalca. En el oriente ecuatoriano se le correlaciona con la parte superior de la Formación Tena.

5.9 FORMACIÓN YAHUARANGO (Paléogeno)

Nombre asignado por KUMMEL, B. (1946) en la quebrada Yahuarango, región de Santa Clara, distrito de Contamana reconocido por CALDAS, SOTO y VALDIVIA, (1985).

Litología.- Consiste de intercalaciones de limolitas y areniscas de color rojo púrpura a rojo marrón, la granulometría de la arenisca es fina con abundante caolín, la estructura sedimentaria que muestra es estratificación sesgada. En el pozo Cunambo lo conforman arcillitas blancas, púrpuras, rojas, marrones, rosadas, amarillas, verdes suave y firmes de aspecto

limolítico, en parte se tiene niveles de lignito y calcáreos. En la parte inferior limolitas de color marrón grisáceo oscuro. En este pozo tiene un grosor de 450 m, mientras que en el pozo Arabela tiene un grosor de 162 m.

En el área de estudio la Formación Yahuarango suprayace en forma concordante a la secuencias silicoclásticas de la Formación Vivian e infrayace a la Formación Chambira de forma concordante, según la información de los pozos mencionados

Paleoambiente de sedimentación.- El ambiente sedimentario de esta unidad de capas rojas es continental y fue depositado en un medio cenagoso y de llanuras inundables.

Edad y correlación.- Presentan varios niveles fosilíferos de carofitas (GUTIÉRREZ, 1982) que permiten asignarle un rango de edad que va del Paleoceno inferior hasta Eoceno inferior.

Esta unidad se correlaciona con niveles superiores de la Formación Chota y con niveles inferiores del Grupo Contamana. Se le considera equivalente a la Formación Casapalca del centro del Perú.

5.10 FORMACIÓN POZO (Paleógeno superior)

Terminología propuesta por WILLIAMS, D., (1946) en la región de Yurimaguas para una secuencia de origen marino constituida por limolitas carbonosas alternadas con calizas, las cuales permitieron la división de las secuencias rojas.

Litología.- Está constituida en la base por arenisca gris clara a verduzca de granulometría muy fina con matriz poco arcillosa un tanto calcárea. En el tope está conformada por lutitas gris verdosas a gris azuladas, fisibles, intercaladas con horizontes de caliza fosilífera.

Suprayace a la Formación Yahuarango en contacto discordante e infrayace a la Formación Chambira en contacto concordante.

Edad y correlación.- Los estudios paleontológicos permiten asignarle un rango de edad del Paleoceno superior hasta el Eoceno.

Se correlaciona con la Formación Contamana II (KOCH, E. y BLISEENBACH E., 1962) y con la Formación Cajaruro del área de Bagua (SÁNCHEZ, A., 1995).

Paleoambiente de depósito.- Su ambiente de depositación es marino somero.

5.11 FORMACIÓN CHAMBIRA (Paleógeno-Neógeno)

Fué descrita por KUMMEL, B., (1946), como una secuencia molásica rojiza en la quebrada Chambira, provincia de Ucayali.

Litología.- Está constituida por arcillitas marrón rojizas intercaladas con areniscas delgadas de color pardo a gris en la parte inferior. En la parte media las areniscas son masisas, de grano fino en estratos gruesos intercalándose algunas arcillitas rojas. En la parte superior

se tiene arcillitas rojizas intercaladas con areniscas pardo claras que muestran estratificación sesgada.

Se estima un grosor de 680 m, sección medida en el río Cushabatay y más de 1 000 en el valle del río Biabo.

Suprayace concordantemente a la Formación Yahuarango, e infrayace concordante a las sedimentitas de la Formación Pebas.

Edad y correlación.- Los estudios palinológicos le dan un rango del Mioceno y posiblemente pueda bajar al Oligoceno ya que suprayace a la Formación Pozo del Eoceno–Oligoceno.

Se correlaciona con la Formación El Milagro de la cuenca de Bagua y es equivalente a la Formación Sol en la selva central.

Paleoambiente de sedimentación.- Las secuencias de la Formación Chambira, son de origen continental, donde posiblemente la cuenca de depósito de estos sedimentos correspondió a una llanura de inundación baja.

5.12 FORMACIÓN PEBAS (Neógeno)

El nombre fue dado por GABB, (1968) al describir los micromoluscos de este afloramiento en la localidad de Pebas.

Litología.- En el pozo Cunambo se registran arcillitas color gris y marrón claro medianamente fisibles, firmes, micromícticos y calizas de color gris y crema claro, y por partes dura, grada a arcilla arenosa. La parte superior son areniscas gris azuladas, intercaladas con niveles de guijarros. En el pozo Tangarana se describe en la parte inferior; calizas marrón amarillentas, con niveles terrosos y arcillíticos piritosos. La parte media, constituida de lutitas verde claras, firme, fisible y en forma laminar. La parte superior se compone de arcillitas grises a verde claras bien consolidadas.

En el pozo Cunambo se reporta un grosor de 470 m. En el pozo Arabela un grosor de 189,50 m. En el pozo Tangarana esta formación tiene un grosor de 310 m.

Suprayace a la Formación Chambira en contacto concordante.

Edad y Correlación.- Se le asigna una edad del Mio-Plioceno por reportes paleontológicos.

En la cuenca de Bagua, se correlaciona con los niveles superiores de la Formación El Milagro. En el Ecuador, se correlaciona con la Formación Curaray y es equivalente con las formaciones Orito y Belén de la cuenca del Putumayo en el área de Colombia.

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El área de estudio se encuentra hacia el borde oriental de la cuenca estructural pericratónica del Marañón, limitada al oeste por la Faja Subandina y al este por el Arco de Iquitos, siendo éste probablemente una prolongación del escudo de Guyana. Límite al norte con el Arco de Vaupes y al sur con el Arco de Contaya. Esta parte de la cuenca, es una zona con deformación moderada a débil, con estructuras mayormente producto de fenómenos de reactivación.

Morfoestructuralmente el área de estudio presenta un relieve llano a ligeramente ondulado, donde prácticamente no se observan accidentes geográficos relevantes en superficie que reflejen las estructuras de profundidad, solamente un sistema hidrográfico maduro representado por los ríos Putumayo, Napo y sus tributarios, cuyos cursos de aguas están influenciados por estructuras lineales en profundidad, las que al mismo tiempo afectan a las rocas neógeno-cuaternarias evidenciando una tectónica reciente de edad del Plio-Pleistoceno.

El área del presente trabajo se encuentra sobre dos elementos geotectónicos importantes, hacia el lado occidental del área una zona subsidente rellena por sedimentos mesozoicos y posteriormente perturbados por fallamientos, muchos de los cuales han sido reactivados en las diferentes fases tectónicas. Otro elemento importante hacia el lado oriental es el alto estructural conocido como Arco de Iquitos.

En superficie se pueden evidenciar estructuras basadas en la interpretación de imágenes satelitales tales como lineamientos posiblemente relacionados a las fases de deformación recientes; se ha podido corroborar que estos lineamientos son fallas que en algunos casos ponen al mismo nivel afloramientos de la Formación Pebas y la Formación Nauta separadas por pequeñas quebradas que corresponden a estas zonas de debilidad, igualmente se han observado en los afloramientos pequeñas fallas de algunos metros que afectan a unidades mio-pliocénicas.

6.1 RASGOS ESTRUCTURALES DEL BASAMENTO

Mediante información obtenida de Petroperú lograda a partir de registros sísmicos entre los ríos Napo y Putumayo e interpretaciones a partir de mapas regionales de gravedad Bouguer y mapas de contorno de intensidad magnética, se ha podido interpretar que el basamento cristalino se eleva de este a oeste conformando el Arco de Iquitos, una estructura

cóncava con tendencia positiva del basamento, que individualiza la cuenca pericratónica (Putumayo, Napo, Marañón) tomando diferentes nombres de acuerdo al país, de la cuenca intracratónica (Amazonas, Solimoes), ubicada al este.

Este umbral tectónico cuyo núcleo está constituido por rocas ígneas y metamórficas de acuerdo al mapa de contornos del basamento tiene una dirección NNO-SSE, caracterizado por estar segmentado a lo largo de su dirección, conformando bloques a manera de horst y graben limitados por fallas profundas de basamento como se puede interpretar en el mapa de anomalías de campo magnético total y los perfiles de reflexión sísmica LAURENT, H. (1985). Hacia su prolongación norte en territorio colombiano donde cambia de dirección hacia el NE afloran rocas antiguas de esta unidad morfoestructuralmente para unirse con el Alto de Vaupes.

Estas zonas hundidas y levantadas conforman diversos arcos estructurales que separan las subcuencas, así tenemos:

La cuenca Marañón hacia el Ecuador continúa con dirección norte-sur, conocido como Arco de Lorocachi–Yasuni, limitando el corredor Tiputini Ishpingo y flexiona hacia el noreste acompañado por un sistema de fallas, como la falla Tiputini y falla Curaray en territorio ecuatoriano.

La subcuenca del Putumayo presenta el basamento notoriamente levantado hacia el lado este (Arco de Iquitos), perdiéndose la secuencia jurásica-cretácica a manera de acuñamientos contra el basamento, le suprayacen a estas unidades sedimentitas del Paleógeno-Neógeno. En la cuenca Marañón toda la secuencia paleozoica, jurásica y gran parte del Cretáceo se pierden hacia el lado norte y noreste.

La secuencia sedimentaria pre-paleógena presenta los mayores grosores en el sector occidental de la cuenca y adelgaza progresivamente hacia la zona oriental, en donde sólo existe una delgada cobertura de sedimentos continentales directamente sobre el basamento precámbrico (CÁCERES y TEATÍN, 1985).

En el lado ecuatoriano la subcuenca Napo–Curaray está dividida en dos depresiones separadas por el Arco de Loracachi, relacionada genéticamente al arco de Iquitos.

Hacia el lado este del Alto de Iquitos se encuentra la cuenca del Amazonas; la que presenta un basamento aún levantado, suprayaciendo en discordancia a sedimentos del Paleozoico, seguidos por depósitos del Paleógeno-Neógeno que se truncan hacia el Arco de Iquitos, (serranía de Chiribiquete). En esta cuenca paleozoica se han encontrado manifestaciones de crudo en superficie, asociados a arenas asfálticas del Paleógeno-Neógeno. Es posible que esta cuenca, que alberga sedimentos paleozoicos, se prolongue hacia el sur, en territorio peruano.

6.2 RASGOS ESTRUCTURALES DE SUPERFICIE

Dada las características casi planas del relieve de la zona estudiada, las estructuras no tienen expresión morfológica salvo una notoria influencia en la dinámica de los actuales ríos, que discurren generalmente a través de zonas de debilidad como son los fallamientos de profundidad y que en cierto modo controlan el patrón de drenaje en el área. Se puede interpretar lineamientos a partir del análisis de imágenes de satélite Landsat, Radarsat y Jers-1.

Se observó un sistema de lineamientos principales asociados a fallas normales de alto ángulo del basamento relacionados con el Arco de Iquitos cuyos rumbos son predominantemente NO-SE y otro juego subordinado al anterior de rumbo NE-SO que guardan estrecha relación a estructuras mayores como son las fallas transcurrentes (inflexión de Huancabamba) de extensión continental y asociados a estos lineamientos menores.

Dos lineamientos de recorrido kilométrico se han definido a partir del análisis de anomalías aeromagnéticas, son los lineamientos Campo Serio-Angotero con rumbo NE-SO y otro a lo largo del río Napo entre la boca del Santa María y Pantoja donde el río Napo tiene su cauce casi recto con un rumbo NO-SE.

Dentro de las principales estructuras tenemos:

6.2.1 Plegamientos

Dadas las características de la zona de estudio cubierta por una densa vegetación tropical donde los afloramientos son escasos y muy reducidos salvo en la ribera de los ríos principales como el Napo, Putumayo y algunos tributarios, se ha podido notar cierta ondulación de las unidades aflorantes tal como, la Formación Pebas que se presenta con buzamientos de 8° cerca de la localidad de Ingano Llacta, en el río Tamboryacu, con una inclinación de 5°; en las cercanías del caserío de Güepí esta unidad se presenta con 8° de inclinación, lo que corrobora que en la Formación Pebas se presentan ondulaciones que podrían sugerir ondulamientos regionales muy suaves a modo de anticlinales y sinclinales muy amplios.

6.2.2 Lineamientos de orientación NO-SE

Este grupo de lineamientos tiene la mayor preponderancia en el área de estudio y estarían asociados a una importante red de fallas del basamento que controlan el lado occidental del Alto de Iquitos tal como se deduce de los perfiles de reflexión sísmica, (LAURENT, H., 1985); estas fallas son reactivadas en la actualidad por un movimiento positivo reiniciado durante el Cuaternario que da lugar a las actuales alturas sobre la llanura de inundación (DUMONT, J., 1992) y que se manifiesta en lineamientos de corto recorrido que controlan el drenaje como se puede observar en el mapa estructural, (Fig. N° 6.1).

6.2.2.1 Lineamiento Santa María-Pantoja

Este lineamiento se manifiesta a lo largo del curso del río Napo, tiene una extensión kilométrica con dirección N 45° O, el mismo que tiene un marcado control en el cauce del río.

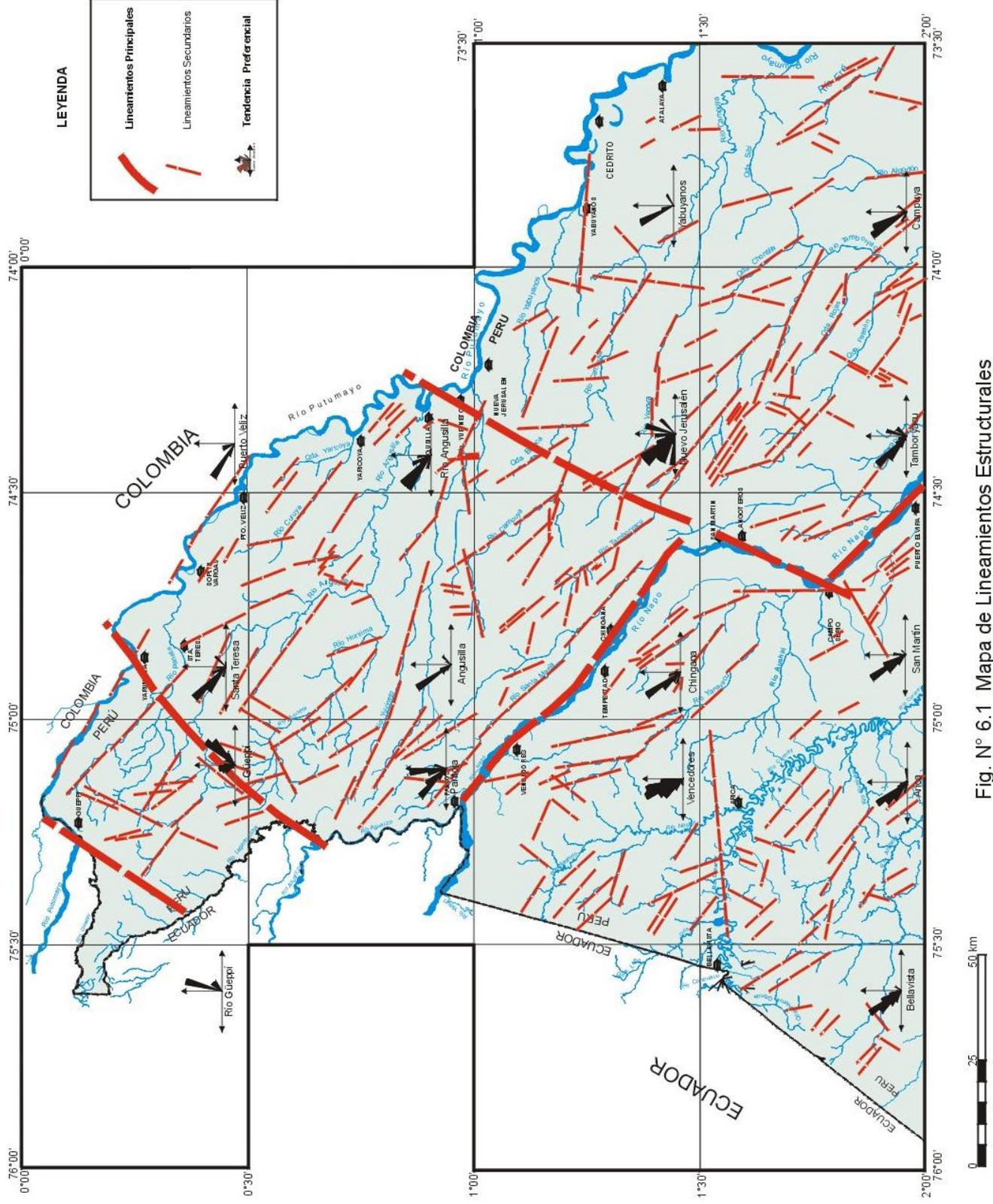


Fig. N° 6.1 Mapa de Lineamientos Estructurales

Este lineamiento es la expresión de una falla normal de origen distensivo relacionada a eventos tectónicos del Plioceno, reactivada muy probablemente en el Holoceno, manifestada en la migración lateral del río Napo hacia el SO reflejado en las terrazas aluviales que se forman producto de esta migración.

Este lineamiento es afectado por el lineamiento Campo Serio–Angusilla desplazándolo con una componente de rumbo hacia el NE marcado por el cambio de dirección en el cauce del río Napo entre las localidades de Campo Serio y Angotero.

Asociado a esta estructura se encuentran lineamientos de corto recorrido con característica de ser locales.

Se ha podido observar a lo largo del río Curaray, fracturas rellenadas con elementos sedimentarios, en rocas de la Formación Pebas. También estos lineamientos presentan un marcado paralelismo con los lineamientos regionales NO-SE, puesto que son el resultado de las anteriores.

6.2.2.2 Lineamiento Putumayo

Se presenta controlando el cauce algo divagante del río Putumayo en su extremo SE. Tiene rumbo de N 45°O y se proyecta por varios kilómetros, atravesando los cuadrángulos de Güeppí, Santa Teresa, Puerto Véliz y Santa Teresa.

Por las características que presenta se trata de una falla normal de superficie que controla un movimiento relativo de los bloques lo que hace migrar al río Putumayo hacia el lado NE erosionando esta ribera, mientras que en la otra margen esta migración da lugar a la sedimentación de las terrazas.

6.2.3 Lineamientos de orientación NE- SO

Como se puede observar en los diagramas de rosas, esta familia de lineamiento es menos predominante, son lineamientos regionales que se proyectan hacia el lado oeste, en territorio ecuatoriano y asociadas a ésta algunos lineamientos menores.

6.2.3.1 Lineamiento Tiputini–Güeppí

Esta estructura es una prolongación de la falla Tiputini en territorio ecuatoriano con una longitud mayor de 100 km la que se extiende en el cuadrángulo de Güeppí con rumbo N 45° E. Se manifiesta como una falla normal de alto ángulo de basamento relacionada con el Alto estructural de Lorache-Yasuni en territorio ecuatoriano. Acompañando a esta estructura se presentan paralelamente lineamientos menores. Esta estructura ejerce una marcada influencia cambiando la dirección del cauce del río Putumayo de NO a SO.

6.2.3.2 Lineamiento Lagartococha–Yarumosa

Esta falla ha sido interpretada a partir de un lineamiento marcadamente definido en las imágenes de radar con rumbo de N45°E, que se extiende por más de 100 km. Al igual

que las anteriores fallas influye en el curso del río Putumayo donde cambia de curso alineándose con esta falla y en la confluencia de los ríos Aguarico y Lagartococha donde igualmente define su cauce.

La estructura en mención puede ser normal y por las características de su trazado de alto ángulo, se observa un cambio morfológico en el extremo SO en territorio ecuatoriano, en este sector se observa a la Formación Nauta conformando una escarpa de erosión a lo largo del lineamiento.

6.2.3.3 Lineamiento Campo Serio–Angusilla

Esta estructura cruza los cuadrángulos de San Martín, Chingana, Nueva Jerusalén y Angusilla con rumbo N 45°E, extendiéndose por algunos cientos de kilómetros. En su tramo inferior afecta al lineamiento Santa María–Pantoja desplazándolo dextralmente, para influenciar en el cambio del curso del río Napo, así mismo en el extremo sur del cuadrángulo de San Martín esta falla denota una escarpa de erosión evidenciada en un desnivel topográfico entre las formaciones Nauta y Pebas.

6.2.4 Lineamientos menores

Se presentan numerosos lineamientos de corto recorrido asociados paralelamente a las estructuras mayores, estos lineamientos como se puede observar en las imágenes satelitales controlan el drenaje de las quebradas siguiendo cursos casi rectos, un ejemplo claro es el río Aushiri en su tramo inferior, igualmente los ríos Santa María y Paneylla en sus tramos medios y superiores.

6.3 EVOLUCIÓN TECTÓNICA

La estructura geológica actual de la selva baja se formó durante la evolución cenozoica de los Andes, cuando el acortamiento compresivo del antearco migró lentamente hacia el este dentro de la cuenca desarrollándose el relieve actual durante el Mioceno-Plioceno (JORDAN et al, 1983; MÉGARD, F., 1984 y 1987; JORDAN y ALONSO, 1987; DUMONT, J. 1989 a y b) y su división en subcuencas ocurrió en la fase más tardía de la evolución (Fig. N° 6.2). La actividad tectónica de la Amazonía es mantenida por la subducción de bajo ángulo de la placa de Nasca, donde las fuerzas compresivas se manifiestan en la corteza, las mismas que han ocasionado la deformación de estas áreas.

Por otro lado, el efecto migrante del tectonismo hacia el este ocurre principalmente a lo largo de las fallas inversas (buzantes hacia el oeste) y fallas de cabalgamiento que están adyacentes a las estructuras (anticlinales) en la zona subandina (JORDAN et al, 1983; SUÁREZ et al, 1983). Las cuales están estrechamente relacionados con los efectos del tectonismo de compresión que se extienden probablemente hacia la Amazonía brasileña específicamente en la región del Acre (OCOLA, L., 1966, CUNHA, 1988, DUMONT, J. et al, 1988); donde se estima que el acortamiento anual del antearco reciente es de 1-2 mm (SUÁREZ et al, 1983). Así mismo se conoce que estos eventos tectónicos han tenido efec-

tos directos en las estructuras de pliegues que caracterizan el levantamiento de las Serra de Moa, y del mismo modo con las fallas normales que son comunes en el área de levantamiento del Arco de Iquitos (DUMONT, J. et al, 1990).

El Alto de Iquitos expresa tendencias positivas desde principios del Mesozoico según SANZ, V., (1974) y LAURENT, H., (1985) no obstante, una subsidencia durante el Terciario superior conllevó al depósito de 500 m a 600 m de sedimentos continentales de la Formación Pebas (SOTO, F., 1979). Entre tanto otros autores afirman que la subsidencia es probablemente contemporánea con el período más reciente de calma tectónica (Andina) ocurrida entre 7-2 Ma (SÉBRIER, M. & SOLER, P.) y finalmente el movimiento positivo reiniciado durante el Cuaternario dio lugar a las actuales alturas de Iquitos que se hallan a 30 m sobre la llanura de inundación.

Mientras tanto en el territorio ecuatoriano; la cuenca del oriente propiamente dicha (Napo), está a su vez subdividida en dos depresiones subsidiarias orientadas N-S, por la plataforma o Arco de Loracachi; pero solamente la primera de éstas (entre la zona subandina y la plataforma) ocurren dentro del Ecuador. Esta depresión ha sido posteriormente subdividida por estructuras positivas (basamento) de dirección este (Arco de Cononaco, levantamiento Aguarico), las que difícilmente aparecen en la superficie, pero que han probado ser de vital importancia en la búsqueda de fuentes petrolíferas porque han influenciado la dirección de migración de los hidrocarburos.

Durante el Neógeno en el Mio-Plioceno la tectónica quechuana de naturaleza compresiva afecta a las Capas Rojas en la región subandina, dando lugar a un fuerte plegamiento y fallamiento inverso (siendo esta área la de mayor intensidad de deformación); mientras que en la cuenca Marañón se manifiesta por fallas inversas (LAURENT, 1985) amenguándose hacia el este a medida que se acerca al Cratón Brasileiro donde las formaciones paleógenas-neógenas van disminuyendo notablemente. De acuerdo a las determinaciones de SOULAS, (1975), se estaría considerando dentro de la sub fase F3 del límite Mio-Plioceno entre 8-9 Ma con una dirección de acortamiento este-oeste.

Este evento probablemente ha sido el causante de las ligeras deformaciones en las capas de la Formación Pebas. Es evidente una tectónica actual que afecta a los terrenos de la Formación Nauta de edad plio-pleistocénica e inclusive, como se observa en las imágenes satelitales, controlen los cauces de los ríos así como el sentido de migración de éstos, según DUMONT, F. (1988) esta tectónica está afectando a terrazas fluviales (de 40 000-13 000 años) indicando una actividad en el Cuaternario reciente.

Estas características hacen pensar en una tectónica distensiva cuaternaria algo débil y de poca extensión como respuesta a un levantamiento del basamento (Arco de Iquitos) que precede a la fase compresiva del Mio-Plioceno.

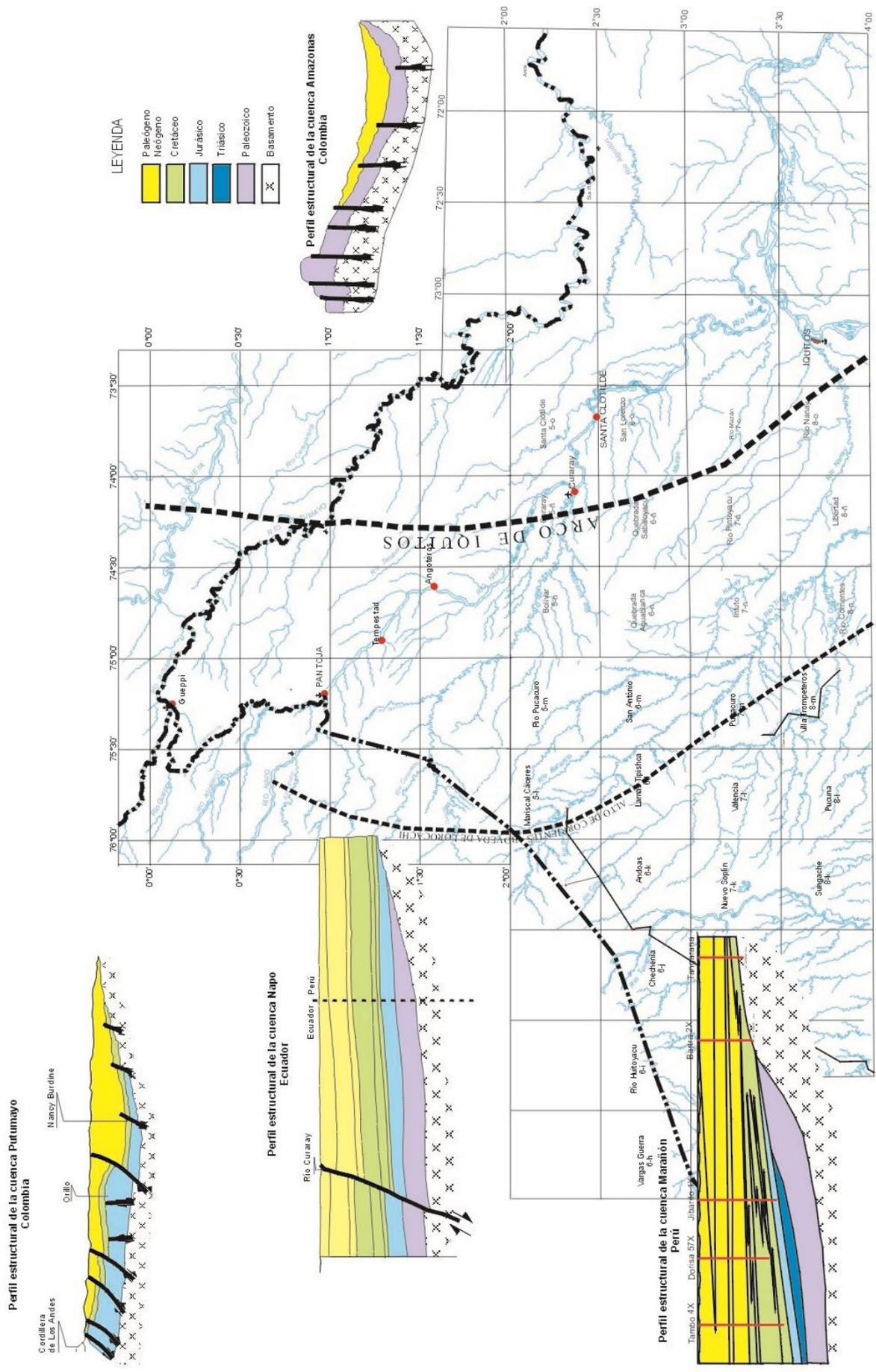


Fig. N° 6.2 Mapa de Elementos Estructurales

GEOLOGÍA AMBIENTAL

7.1 ASPECTOS GENERALES

La zona de estudio es una área, cuyo potencial minero-energético, forestal y riqueza hidrobiológica son escasamente conocidos. Es necesario también considerar que por su ubicación fronteriza, se requiere integrarla a la economía nacional.

La Selva Baja presenta zonas en las que se producen diferentes grados de intervención y uso de la tierra, procesos de deforestación, degradación, erosión de los suelos e inundaciones que requieren de un conocimiento actualizado del medio, como sustento necesario para definir y ejecutar políticas de desarrollo sostenible y conservación del medio ambiente.

Los estudios en la zona han permitido recopilar información de sus recursos naturales, así como de los problemas derivados de una deficiente infraestructura en vías de comunicación y servicios (educación, salud, forestal, agrario, pesquero, comercial e industrial); así como el mal uso y conservación de los recursos forestales, vida silvestre y riqueza hidrobiológica.

El contenido de este capítulo, está relacionado a los posibles impactos negativos y a veces catastróficos de los fenómenos naturales y las recomendaciones respectivas. (Cuadro N° 7.1).

7.2 PROCESOS DE GEODINÁMICA EXTERNA

Se describen aquellos fenómenos de geodinámica externa que tienen mayor incidencia en el área de estudio, tales como erosión, deslizamientos e inundaciones principalmente.

7.2.1 Erosión de riberas

En algunas zonas de los ríos Napo y Putumayo, donde se encuentran escarpas en rocas inconsolidadas e inestables, se observó la socavación de taludes, desprendimientos y colapso de terrenos con el consiguiente retroceso de riberas. Los rasgos característicos son los taludes ribereños socavados con escarpas verticales inestables, y en algunos lugares cauces sinuosos con frentes de erosión en tramos cóncavos. Este fenómeno se pudo observar con nitidez en diversas localidades a lo largo de los mencionados ríos (Foto N° 7.1).

Estos procesos afectan con mayor frecuencia a los poblados asentados sobre depósitos aluviales y terrazas, en cambio son lentos en el caso de las formaciones neógenas.

Cuadro N° 7.1 Fenómenos Geodinámicos–Observación de Campo

UNIDAD AMBIENTAL	MECANISMO	POTENCIAL DE USO
<p>LLANURA ALUVIAL DE RÍOS DE AGUAS BLANCAS Ríos Putumayo y Napo</p>	<p>Unidad geodinámicamente activa, los peligros naturales están relacionados con las inundaciones, así como la erosión en los bordes ribereños; el riesgo natural es potencialmente significativo porque parte de la población se asienta en este ambiente y desarrolla sus cultivos de subsistencia (de corto período vegetativo).</p>	<p>Es recomendable realizar actividades agrícolas de corto período vegetativo en las llanuras inundables y realizar el manejo sostenible de la actividad piscícola en las cochas. Los aguajales deben ser preservados como zonas de protección.</p>
<p>LLANURA ALUVIAL DE RÍOS DE AGUAS MIXTAS Tributarios del Putumayo y Napo</p>	<p>Los peligros naturales están relacionados con la inundación y la erosión de riberas, en esta unidad el riesgo natural es menor debido a que es poca la población que se asienta y realiza sus actividades agropecuarias en este ambiente.</p>	<p>Lo más recomendable es realizar actividades de aprovechamiento racional del recurso forestal, en zonas de mayor población implementar sistemas de manejo agroforestal para autosostenimiento, programas de aprovechamiento piscícola en las cochas. Las zonas de aguajal deben ser preservadas como zonas de protección.</p>
<p>LLANURA ALUVIAL EN VALLES MENORES DE QDAS. DE AGUAS NEGRAS Quebradas y caños de la red de drenaje general</p>	<p>Los peligros naturales están relacionados con la erosión de riberas y el ensanchamiento de los valles ocasionados por procesos naturales de soliflucción, en sectores constituidos de arcillitas de gran plasticidad.</p>	<p>Se debe reservar estas zonas para fines de protección, aunque posee terrenos para aprovechamiento silvestre-agropecuario. Sus condiciones físicas, las dificultades de acceso y el rol ecológico que tiene sus corrientes de agua en el ámbito regional, requieren la conservación de estos ambientes.</p>
<p>SUPERFICIE DISECTADA EN SEDIMENTOS PLEISTOCENICOS</p>	<p>Los potenciales peligros naturales están relacionados con la erosión e inestabilidad de laderas. El éxito económico de la tala de la cobertura arbórea se hace más riesgoso con el aumento de las elevaciones y pendientes del terreno.</p>	<p>Desarrollar actividades de aprovechamiento del recurso forestal, especialmente en lomadas; en las terrazas emplear sistemas agroforestales y los sectores más accidentados de lomadas altas para protección ambiental.</p>
<p>SUPERFICIE DISECTADA EN FORMACIONES DEL TERCIARIO Pebas–Ipururo</p>	<p>Los peligros naturales están relacionados con la erosión e inestabilidad de laderas. La rentabilidad de la tala de la cobertura arbórea se hace más riesgosa con el aumento de las elevaciones y pendientes del terreno; el peligro y riesgo es mayor respecto al ambiente anterior debido a la presencia de formaciones arcillosas de gran plasticidad.</p>	<p>Desarrollar actividades de aprovechamiento forestal, especialmente en lomadas; en parte de estos mismos se recomienda implementar sistemas de manejo silvestre-pecuario y los sectores más accidentados de lomadas altas y colinas deben reservarse para fines de conservación y protección ambiental, por su alto riesgo de erosión potencial.</p>

7.2.2 Desbordes e inundaciones

Son fenómenos ocasionales que afectan los terrenos bajos, debido al incremento del caudal por encima de la capacidad del cauce, superando la altura de las riberas; están relacionados a los ríos Napo, Putumayo, Curaray, Aguarico y sus tributarios, cubriendo los relieves bajos con lodo y arena.

Estos fenómenos se observaron con mayor incidencia en las localidades de Angusilla, Ipiranga y Tejada en el río Putumayo, y en las localidades de Puerto Perú y Pantoja en el río Napo, zonas que siempre están propensas a ser aisladas y a sufrir daños de desbordes eventuales (Foto N° 7.2). En la localidad de Pantoja, las inundaciones ocasionan áreas pantanosas y aguajales, afectando a los puestos de vigilancia del Ejército, principalmente los PV Clavero, Castaña y PV N° 7; asimismo estos fenómenos afectan a las localidades de Angusilla, Puerto Perú, Tejada, Paneylla, etc.

7.2.3 Deslizamientos de tierras

En las laderas de las colinas y elevaciones, constituidas por materiales sueltos o semiconsolidados (formaciones Pebas y Nauta), se observó el desplazamiento lento de terrenos a lo largo de grandes grietas, que dan lugar a escarpas ribereñas en la superficie. Este fenómeno tiene como factores desencadenantes la infiltración de aguas de lluvia y/o influencia de una napa freática, que saturan de agua a estos terrenos inestables (Fotos N° 7.3 y 7.4), en acción conjunta con la erosión de riberas y las zonas desprovistas de una cobertura vegetal.

7.2.4 Deforestación de bosques

Las actividades antrópicas como la tala de bosques, quema de vegetación, así como la remoción de tierra, erosión inducida con la finalidad de realizar la apertura de trochas y terrenos para ampliar sus actividades agrícolas, ganaderas y forestales; conducen a la deforestación de la zona afectada originando cambios, los cuales pueden llegar a ser irreversibles (Foto N° 7.5). En la zona de estudio es casi nula la actividad de reforestación y escasa la implementación logística en las entidades gubernamentales correspondientes para el control de los bosques.

No se trata tan sólo de la eliminación de la vegetación, sino también de la desaparición física de la capa de suelo que la sustenta y sin la cual la existencia de formas de vida se reducen al mínimo, con la consiguiente alteración del ecosistema. La desaparición de la capa de suelo reviste una gravedad singular, debido al largo tiempo que demora su formación.

Los impactos sobre el bosque producto de estas actividades serían regionales y a largo plazo, por lo que se recomienda reducir estrictamente la tala de bosques para cada actividad y considerar que los impactos negativos que pueden causar en el bosque, el suelo y otros componentes, deben ser mínimos. Evitando que sean acumulativos en el tiempo

7.3 DEPREDACIÓN DE LA FAUNA SILVESTRE

En el área existe una alta variedad de vida silvestre. Esta fauna se encuentra distribuida en varios hábitats (bosques, tierras de cultivo, ríos, arroyos, lagunas, etc.). Cabe mencionar que estos recursos están en grave abandono por las autoridades competentes.

Las actividades humanas y los ruidos que ocasionan éstas, ahuyentan a la fauna silvestre que son sensibles a los cambios y sobre todo a la presencia de los colonos que desarrollan actividades de cacería intensiva e indiscriminada de la fauna silvestre, como ocurre en los ríos tributarios de los ríos Napo y Putumayo.

7.4 LUGARES TURÍSTICOS

El área de estudio presenta importantes lugares geoturísticos que aún no han sido depredados por el hombre y convenientemente explotados pueden constituir una fuente de ingresos para los pobladores de la región.

La subcuenca del río Paneylla está dotada de un paisaje muy peculiar respecto a otras zonas, este río desemboca en una cocha de grandes dimensiones antes de verter sus aguas al Putumayo, se encuentra cercana a Puerto Leguízamo y se tiene referencia que es muy concurrida como centro de esparcimiento por parte de sus pobladores.

En los cuadrángulos de Pantoja y Río Güeppí, también existen zonas potencialmente turísticas, como en los ríos Lagartococha y la laguna denominada Aguas Negras (Foto N° 7.6). El río Lagartococha es uno de los lugares más exóticos de la zona, caracterizado por presentar lagunas impresionantes que muestran panoramas espectaculares, donde se pueden observar una variedad grande de flora y fauna (aves, peces e insectos).

La abundancia de peces tanto en el río Putumayo, como en sus principales tributarios y cochas, hace que actualmente esta zona soporte una fuerte presión sobre sus recursos hidrobiológicos debido a la actividad pesquera tanto ornamental como para consumo humano. En la zona de Puerto Véliz, también se ubica una cocha al este, donde es posible la actividad piscícola. Asimismo, en la zona que comprende los interfluvios de Angusilla-Yubineto y Angusilla-Yabuyanós también existen cochas que representan actualmente un alto potencial pesquero.

7.5 LUGARES ARQUEOLÓGICOS

La posibilidad de encontrar ruinas arqueológicas pre-hispánicas podría darse en las partes altas o cerca a la cabecera del río Tamboryacu; evidenciado por los restos fragmentados de cerámica encontrados en una terraza cerca de la localidad de Vista Hermosa (9 735 480 N, 651 060 E).

La falta de verificación de la procedencia de estos restos hace impráctico cualquier recomendación de los posibles impactos o mitigaciones ambientales. Por lo tanto, se recomienda a la filial del Instituto Nacional de Cultura con sede en Iquitos, realizar trabajos de investigación.



Foto N° 7.1 Terrazas afectadas por la erosión del río Putumayo, fenómenos observados a 1 km aguas abajo de la localidad de Puerto Alegria.



Foto N° 7.2 Vista de una llanura de inundación en el río Angusilla, afectando a viviendas rústicas temporalmente.



Foto N° 7.3 Fenómenos de deslizamiento de tierras en la localidad de Angoteros, donde se observa hasta tres niveles de desplazamiento.



Foto N° 7.4 Vista donde se observa los planos del deslizamiento de los suelos, formando a veces grietas de hasta 10 cm de grosor.



Foto N° 7.5 Acción antrópica, donde se observa el trabajo denominado "rose" o quema de árboles y plantas para luego utilizar la tierra como chacra.



Foto N° 7.6 Laguna Aguas Negras, donde se realiza la visita de turistas para observar los bellos paisajes y aves de esta zona.

7.6 USO DE LOS SUELOS

Los estudios de los suelos han indicado que el medio amazónico es variable en sus características, constitución, y primordialmente en su capacidad de utilización, en comparación con los ecosistemas andinos o con las áreas costeras.

La zona de estudio se caracteriza por presentar unidades ambientales en estado natural, conservando en gran porcentaje los bosques naturales. Según las estadísticas del INADE (1995), las áreas con intervención antrópica en todo el área de estudio sólo alcanzan el 1% del área total que evaluaron (incluyen las áreas agrícolas, pastos, purmas y bosque secundario).

7.6.1 Suelos en la subcuenca del río Güeppí

En esta zona se encuentra la localidad de Tres Fronteras, en cuya área de influencia se observan terrenos conformados, predominantemente, lomadas bajas apropiadas para el desarrollo silvestre-agropecuario y forestal, existiendo en las cercanías el mercado requerido para estos fines (Puerto Leguízamo). Estos terrenos se encuentran ligeramente inestables por el riesgo de erosión.

En las áreas de influencia de Puerto Libertad y Puerto Tejada (ambos presentan similares características) predominan tierras de llanura inundable estacionalmente, con potencial agrícola para el desarrollo de cultivos de corto período vegetativo; así como llanuras inundadas permanentemente (aguajales), donde es posible el aprovechamiento de especies de flora y fauna. Son tierras con riesgo potencial de inundación; cuyo mercado cercano sería Puerto Leguízamo. Químicamente son suelos ácidos (pH=4.2), con niveles bajos de materia orgánica, fósforo y potasio, baja saturación de bases y alta toxicidad de aluminio; calificados como de fertilidad natural baja.

7.6.2 Suelos en la subcuenca del río Paneylla

En la subcuenca del río Paneylla, se espera encontrar una biodiversidad y endemismo similar que en Güeppí, aunque resulta ser un ambiente que soporta mayor presión antrópica sobre sus recursos, entre ellos los madereros.

Las zonas de Nueva Paneylla-Soplín Vargas, están constituidas por tierras de lomada alta; pero son zonas de riesgo por su potencial de erosión, muy limitadas para la agricultura, mas con posibilidades para las actividades silvestre-agropecuario, limitado potencial forestal, destinado al mercado de Puerto Leguízamo. Según INADE (1995), en la localidad de Soplín Vargas se cultivan yuca y plátano, en un total de 120 hectáreas que representa el 17% del total de la superficie cultivada en el área y se tiene referencia de la crianza de ganado vacuno y aves.

En cambio Puerto Véliz se ubica en una zona de colina baja, pero en sus alrededores tiene algunas tierras de la llanura aluvial del río Putumayo, aptas para el desarrollo de cultivos de corto período vegetativo por tener lomadas bajas con potencial silvestre-pecuario.

7.6.3 Suelos en la subcuencas de los ríos Angusilla, Yubineto y Yabuyan

En esta área se espera encontrar una biodiversidad y endemismo similar que en Güeppí, aunque resulte ser un ambiente que soporta acción antrópica sobre sus recursos, entre ellos la extracción de madera.

Estas zonas son predominantemente tierras de altura, terrazas, lomadas altas y bajas con potencial agrícola-forestal y silvestre-pecuario, aunque también se encuentran tierras con riesgo potencial de erosión. El mercado de Puerto Leguizamo esta relativamente alejado.

El área de estudio, se caracteriza por los cultivos de yuca, plátano, maíz y arroz, en forma discontinua; pero cabe señalar, que desde la subcuenca del río Güeppí hasta la subcuenca del río Yabuyan es el único sector donde se cultiva la caña de azúcar.

En la zona de Angusilla, los suelos son muy ácidos (pH=4.7), con nivel medio de materia orgánica, de fósforo disponible y bajo nivel de potasio, la saturación de elementos bases es baja y el nivel de aluminio es alto; clasificado como de fertilidad natural baja. En la zona de Yabuyan, los suelos son ácidos (pH=4.3), con niveles bajos de materia orgánica, fósforo y potasio disponibles, la saturación de bases es muy baja y alta la toxicidad del aluminio; considerado de fertilidad baja. En la zona de Yubineto, los suelos son fuertemente ácidos, muy bajos en materia orgánica, fósforo y potasio disponible, la saturación de bases es muy baja, la toxicidad del aluminio es muy alta; considerado de fertilidad muy baja.

7.6.4 Suelos en la subcuenca del río Campuya

Esta zona resulta ser un ambiente que ha soportado acción antrópica sobre sus recursos, como la madera (cedro colorado) y se tiene conocimiento de algunos denuncios mineros de oro aluvial cercanos que pueden ocasionar algún impacto ambiental.

En el interfluvio Yabuyano-Campuya, se ubica una zona amplia y poco poblada donde existen tierras de altura (lomadas altas y bajas). Asimismo, tierras de la llanura aluvial del río Putumayo inundadas estacionalmente con potencial agrícola para cultivos en limpio; llanuras inundadas permanentemente (aguajales) con potencial para el aprovechamiento de flora y fauna, así como terrazas no inundables con aptitud para cultivos agrícolas permanentes.

Químicamente son suelos muy ácidos, de muy baja saturación de bases y alta toxicidad de aluminio; contiene un nivel medio de materia orgánica, fósforo y potasio disponible en la superficie, pero en el subsuelo tiene niveles muy bajos de materia orgánica, fósforo y potasio disponible. Clasificado como de muy baja fertilidad.

7.7 CONCLUSIONES

Los objetivos de la estrategia general de desarrollo y orientación política (lineamientos de gestión ambiental) deben buscar acuerdos y acciones binacionales con Colombia y Ecuador referidos a la protección de la biodiversidad, al cual debe dársele prioridad para ser

utilizado como eje de desarrollo de la zona, para lo cual la parte peruana cuenta con una diversidad cultural (09 grupos de etnias) y espacios naturales poco deforestados.

Desarrollar los estudios necesarios para la creación del Parque Nacional Napo-Putumayo, cuya área de influencia estaría conformada por las subcuencas de los ríos Güeppí y Güeppí-Paneylla, las subcuencas de los ríos Paneylla y Paneylla-Yaricaya, subcuencas de Yaricaya, Angusilla y Yubineto, las vertientes ribereñas de los interfluvios Yaricaya-Angusilla, Angusilla-Yubineto y Angusilla-Yabuyanos, las subcuencas de Yabuyanos y Campuya y la vertiente ribereña del interfluvio Yabuyano-Campuya.

La naturaleza de las aguas influye decisivamente en las características de los sedimentos fluviónicos y sus suelos depositados en los llanos aluviales. Por tanto, los terrenos relativamente más fértiles son los inundables estacionalmente por los ríos de agua blanca y los menos fértiles, por los ríos de agua negra. Sin embargo, esos mejores suelos en cuanto a su productividad, están sujetos al fuerte dinamismo erosivo, a la migración de cauces y a los riesgos de inundación por los ríos de mayor magnitud.

GEOLOGÍA ECONÓMICA

Los aspectos geoeconómicos del área estudiada se han realizado a nivel de reconocimiento, incluyendo muestreos geoquímicos referenciales y una descripción de las sustancias metálicas, no metálicas e hidrocarburos.

Se procesó la información del archivo técnico del INGEMMET, referida básicamente a la geología de superficie complementándola con datos disponibles de subsuelo proporcionadas por compañías petroleras; y con la ayuda de las imágenes satelitales; con ello se hizo un diagnóstico de la región estudiada. Toda la información se recopiló sobre mapas a escalas 1:200 000 y 1:500 000.

El objetivo de este capítulo es proporcionar la información básica necesaria para que sirva de apoyo en la determinación de las zonas de mayores posibilidades de ocurrencia de mineralización e hidrocarburos.

Actualmente se desconoce la existencia de mineralización primaria en la zona de estudio, pero cabe resaltar que la escasa e informal explotación artesanal de los depósitos de placeres auríferos a lo largo de los cursos medios de los ríos Putumayo, Napo y Curaray es realizada principalmente utilizando las dragas brasileñas.

La zona posee depósitos no metálicos de arenas y arcillas que constituyen las terrazas y depósitos fluviales, tales como en los sectores medios de los ríos Napo, Putumayo y tributarios. Posiblemente hayan depósitos de gravas a profundidad.

8.1 ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES

La actividad exploratoria, llevada a cabo en las últimas décadas en el área de estudio, se encuentra circunscrita a la cuenca del Marañón, la misma que puede resumirse de la siguiente manera:

Entre 1955 y 1961 se realizaron reconocimientos geológicos de superficie con algo de sísmica regional y magnetometría por compañías contratistas extranjeras.

En los años 1950 a 1960 algunas compañías petroleras como la IPC, Mobil y otras, realizaron una serie de trabajos de reconocimiento, midiendo y analizando secciones de campo.

Entre 1970 y 1979 el Gobierno Peruano inicia operaciones directas a través de

Petroperú y celebra 16 contratos de operaciones con diferentes compañías extranjeras. En esta nueva fase se efectuaron mayormente levantamientos en 67 000 km tanto regionales como de detalle. En esta etapa se tuvo la mayor actividad exploratoria en la cuenca Marañón.

Petroperú realizó una serie de estudios de evaluación, tanto locales como regionales; entre ellos el “Reconocimiento del Río Napo” (1968); el “Reconocimiento Geológico en el Río Putumayo” (1985), la “Evaluación Geofísico-Geológica de las áreas comprendidas entre los ríos Napo y Curaray-Lote 8” (1989) y la “Evaluación Geológica-Geofísica por Hidrocarburos en la Selva Peruana-Lotes 8, 31 y 35” (1990).

SILVA M., JORGE (1991), en su trabajo de tesis bajo el título “Estratigrafía de la secuencia inferior del Cretáceo en la cuenca Marañón” muestra secuencias del Cretáceo y del Paleógeno-Neógeno en el pozo Tangarana, correlacionables con nuestra área de estudio.

En los últimos años la actividad exploratoria ha disminuido ostensiblemente debido a las condiciones económicas imperantes en el mundo, como el bajo precio del crudo causando una menor participación de las compañías extranjeras en las exploraciones de áreas remotas de la selva peruana.

8.2 RECURSOS ENERGÉTICOS

La posible ocurrencia de hidrocarburos y su potencial, han sido investigados por las Compañías Robertson Research, Occidental Petroleum Corporation y Petroperú. Actualmente, se tiene conocimiento de manifestaciones de hidrocarburos habiéndose realizado la perforación de pozos exploratorios por la Compañía Advantage Resources International dentro del Lote N° 67 (1998) y últimamente por la Compañía Barret Resources Corporation (Foto N° 8.1).

La ejecución de trabajos de geofísica conllevó previamente a la realización del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) contemplado en la Ley de Conservación del Medio Ambiente.

Además, se ha encontrado material carbonoso bajo la forma de lignito sin importancia económica.

8.2.1 Hidrocarburos

Según la información recogida se deduce que desde el punto de vista geológico se pueden diferenciar dos zonas de importancia por hidrocarburos, las mismas que se confirman mediante estudios de geología de campo, geoquímica, geofísica y perforación de pozos exploratorios:

La primera zona está comprendida entre los ríos Napo y Putumayo, que no ofrece mayores perspectivas para la búsqueda del petróleo; las escasas o mínimas manifestaciones tectónicas así lo acreditan; solamente realizando mayores trabajos geofísicos se tendría una idea más clara del área.

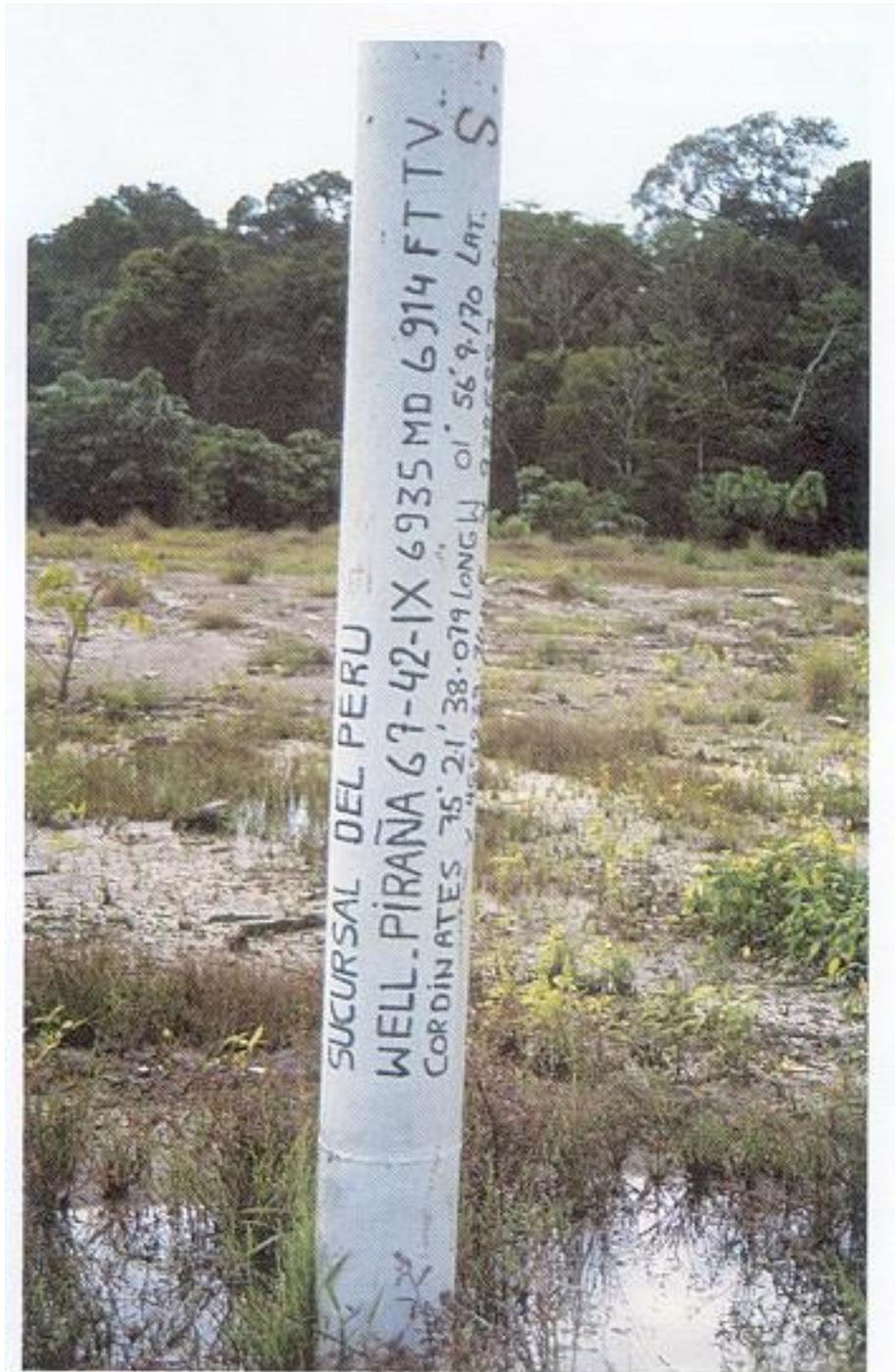


Foto N° 8.1 Cabeza del pozo exploratorio Piraña en el Lote 67 de la Cía. Barret, ubicado en la margen derecha del río Arabela.

SALAS A., GERMÁN (Petroperú-1991) cita, entre algunos factores, que pueden explicar la no acumulación de hidrocarburos en las estructuras perforadas en las áreas adyacentes y que posiblemente son similares en esta zona:

8.2.1.1 Estructuras con problemas de cierre estructural

Siendo en la mayoría de los casos es del orden de 15 milisegundos. En otros casos no tuvieron cierre estructural como en la zona adyacente al SO del área de estudio.

8.2.1.2 Estructuras con problemas de sellos

En la parte este de la cuenca Marañón, se tienen 9 estructuras, en las que no se ha encontrado petróleo comercial, se ha determinado que estas estructuras no tienen sellos en cantidad y calidad necesaria como para poder entrapar hidrocarburos.

8.2.1.3 Estructuras con problemas de migración y de generación

En un pozo de la cuenca Marañón se encontró que el factor principal en la no presencia de hidrocarburos se debe a la ausencia de roca madre y/o problemas de dirección de migración.

La segunda zona localizada en la parte norte del Lote 67, específicamente entre los ríos Napo y Curaray, donde según MARTÍNEZ G., ELMER (Petroperú-1989) las posibilidades que podría ofrecer esta zona para la búsqueda de hidrocarburos son expectantes; a pesar de que está localizada en la parte marginal de la cuenca Marañón y donde la presencia del Arco de Iquitos, hace que el basamento se encuentre muy levantado y consecuentemente los sedimentos cretáceos presenten poco grosor y suprayacen en discordancia directamente contra el basamento cristalino.

8.2.1.4 Aspectos geológicos

El marco geológico regional del área de estudio, forma parte de la cuenca Marañón en territorio peruano; y la extensión suroriental de la cuenca Napo en el territorio ecuatoriano (Fig. N° 6.2).

Las características geológicas de la zona son las siguientes: el área está ubicada en la parte marginal de la cuenca Marañón en el Perú; limitada en su lado este por el Arco de Iquitos, cuya prolongación se junta con el Arco de Vaupés en territorio colombiano; hacia el lado este de dicho Arco y en territorio colombiano, se ubica la cuenca del Amazonas y hacia el lado oeste se encuentra la cuenca del Putumayo.

En la cuenca del Amazonas, en una sección generalizada O-E (Fig. N° 6.2) se aprecia un basamento aún levantado, suprayaciendo en discordancia los sedimentos paleozoicos, seguidos por depósitos terciarios que se truncan hacia el Arco de Iquitos (Sierra de Chiribiquete). En esta cuenca paleozoica, se han encontrado manifestaciones de crudo en superficie, asociadas a arenas asfálticas del Terciario (sector de Angosturas, sobre el río

Caquetá y hacia la serranía de Chiribiquete). Es probable que esta cuenca conteniendo estos sedimentos paleozoicos, se prolongue hacia el sur, en territorio peruano.

En la cuenca Putumayo en una sección O-E, se aprecia que el basamento se levanta notoriamente hacia el lado este (Arco de Iquitos), perdiéndose la secuencia cretácea y jurásica a manera de “onlaps” contra el basamento. Suprayacen a estos sedimentos, formaciones terciarias (Fig. N° 6.2).

Asimismo, en la cuenca Marañón toda la secuencia paleozoica, jurásica y gran parte del Cretáceo, se pierde hacia el lado norte y noreste. Aquí se encuentran los 3 pozos exploratorios de Barrett Resources Corporation, sucursal del Perú (Foto N° 8.1), con manifestaciones de petróleo, denominados pozo Dorado, pozo Paiche y pozo Piraña (UTM 9 785 453-x 459 561), indicando que la Formación Chonta se encuentra a 6 000 pies de profundidad, conteniendo en su nivel inferior estratos de lutitas gris oscuras, que serían consideradas como rocas generadoras; mientras que las areniscas de esta unidad tienen características favorables para ser rocas reservorios debido a que poseen buena porosidad. La migración del petróleo probablemente ha sido de sur a norte dentro de la cuenca, tienen una reserva de unos 300 millones de barriles y la calidad del petróleo encontrado es de 10°–15° API, determinado como petróleo pesado.

Con estas condiciones geológicas, el área del estudio todavía presenta una secuencia cretácea, aunque delgada, pero con posibilidades de contener crudo, que ha migrado hacia las partes altas en una etapa secundaria.

El desarrollo de los rasgos tectónicos es muy importante en la búsqueda de hidrocarburos, debido a que hacia los altos o zona de charnela de los anticlinales, se podrían observar cambios de facies que favorecerían la presencia de rocas reservorios.

8.2.2 Carbón

Habiéndose efectuado varios reconocimientos y muestreos en el área, se concluye que este mineral no presenta afloramientos de importancia económica y sólo se menciona como referencia la ocurrencia de restos orgánicos carbonizados al grado de lignito, incluidos entre los sedimentos de la Formación Pebas del Mio-Plioceno correspondiente al Neógeno (Foto N° 8.2).

Existen afloramientos, resultantes del socavamiento de los ríos Napo, Putumayo y sus tributarios, atribuidos a la Formación Pebas, donde se aprecian estos niveles de carbón subhorizontal, como en las localidades Inganollacta, Campo Serio, Río Tamboryacu, Santa Mercedes, Río Campuya, Yabuyanós, Todos los Santos, Nueva Jerusalén, Florida, Puerto Espinosa y Argelia.

Un estudio químico efectuado por CPRM en el Brasil, para determinar la utilidad de los lignitos de la Formación Solimoes equivalente a la Formación Pebas, prueba que son de bajo grado con un alto contenido de azufre y cenizas, bajo poder calorífico; y por lo tanto no



Foto N° 8.2 Afloramiento de un nivel de carbón (lignito) contenido en la Formación Pebas.

útiles como combustibles. Se puede concluir que para los lignitos de la Formación Pebas, los análisis son los mismos.

Resultado de los Análisis

La Tabla N° 8.1 presenta los valores del poder calorífico inferiores y medios de los carbones y los intervalos de variación de sus componentes, en valores teóricos.

TABLA N° 8.1

Combustible	PCI Kcal/Kg	Volátiles %	Humedad %	Cenizas %
LIGNITOS				
Bituminosos	6 000	40-50	Pocos	3
Secos o comunes	5 000	40-50	4-10	4-10
Terrosos	1 800	40-50	5-13	5-10
Fibrosos	3 000	40-50	30-50	5-15
TURBAS				
Briquetas	3 500	70	20-40	6-50
Naturales	1 000-3 000	70	90	6-50

Por otro lado tomando como referencia, las muestras de carbón recolectadas en 1985 y analizadas en los Laboratorios de Petroperú y el ex-ITINTEC; tienen similares resultados a las analizadas actualmente en el INGEMMET.

Como referencia se tiene, que en el corte de carretera, entre las localidades de Flor de Agosto (río Putumayo) y Puerto Arica (río Napo), se observaron capas de carbón. Petroperú (1985), realizó los análisis químicos de 5 muestras, indicando 50-56% de volátiles, 30-34% de humedad y 12-18% de cenizas.

Por otro lado, en los análisis químicos de las mismas muestras efectuados por el ITINTEC, se obtuvo como resultado los valores promedio siguientes: $\pm 12\ 000$ BTU/lb ($\pm 6,600$ Kcal/Kg.) de poder calorífico, 36% de materia volátil, 29% de humedad, 28% de ceniza y 36% de carbón fijo. Sin embargo, tanto el grosor como la extensión de la capa y el alto contenido de azufre (8%) limitan la calidad del carbón.

Asimismo, en 5 muestras de carbón recolectadas en esta campaña y analizadas en el laboratorio del INGEMMET resultaron con los siguientes valores:

TABLA N° 8.2

Código de Muestra	Húmedad %	Mat. Volátil %	Cenizas %	Carbón Fijo %	Azufre %
M-5A0499	14,17	31,5	36,03	18,3	0,74
M-270499	14,59	37,26	16,9	31,25	3,5
M-110499	11,25	55	12,7	31,7	2,62
BQ-04	10,52	36,56	22,81	30,11	4,34
BQ-03	3,01	23,51	73,42	0,06	4,99
M-100799	De acuerdo a los resultados se clasifican como un carbón tipo turba-lignito				

8.3 RECURSOS MINERALES

8.3.1 Sustancias Metálicas

Según la información obtenida de la zona estudiada, se conoce la existencia de lavaderos auríferos y dragas (Foto N° 8.3) que explotan informalmente a pequeña escala en las playas que se forman periódicamente en el curso de los ríos Napo, Curaray y Putumayo. Los cursos medios de estos ríos existentes en los 15 cuadrángulos estudiados tienen características favorables para la formación de estos placeres, tales como:

Marco geológico apropiado debido a las vetas auríferas contenidas en las formaciones paleozoicas de las estribaciones finales de la Cordillera Oriental ecuatoriana.

Condiciones adecuadas de meteorización y clima por los diversos agentes exógenos y por el clima tropical de esta zona; que favorecen la erosión de afloramientos auríferos de estas cumbres y transportan el contenido metálico acumulándolo en los conos de deyección de algunas quebradas.

Existencia de sistemas dinámicos de transporte, las corrientes realizan la mayor parte de su transporte mientras están en época de crecidas y su depositación cuando vuelven a su estado normal.

De acuerdo con los estudios y muestreos realizados en épocas anteriores, la distribución del oro en la zona de estudio es limitada, habiéndose identificado algunas evidencias, principalmente en los ríos Curaray, Putumayo y en menor proporción en el río Napo.

En el área de estudio, la explotación del oro está restringida a cuatro meses al año, que es la época de estiaje junio–noviembre; dada a la alta cotización del oro, que compensa el poco volumen de extracción con el valor de venta.

En la zona, pocas personas trabajan en los lavaderos y embarcaciones tipo dragas; por ello sería conveniente incentivar a los pobladores del lugar para la extracción de oro, durante la época de estiaje.

Actualmente se venden algunos gramos de este metal en la ciudad de El Estrecho e Iquitos, proveniente de los ríos Napo, Putumayo y de algunos afluentes en territorio ecuatoriano.



Foto N° 8.3 Embarcación tipo draga, donde se observa la mesa vibratoria y una chupadora accionada mediante una bomba de absorción.



Foto N° 8.4 Playa de arena cuarzosa en el río Putumayo, que cambia de formas debido a que este río eleva su caudal constantemente.

8.3.1.1 Ocurrencia metálica en el río Putumayo

Las nacientes de este río se encuentran en la cordillera colombiana, existen playas y bancos de arena (Foto N° 8.4) con concentraciones de oro en cantidades no conocidas. Debido a que este río es caudaloso y constantemente eleva y baja su caudal, los bancos e islas cambian sus formas y por consiguiente las concentraciones de oro también varían.

Entre las zonas favorables para la acumulación de oro, se tienen a las islas ubicadas en el curso de este río, principalmente en las localidades de El Refugio, Peña Roja, Angusilla.

En este río, las arenas están limpias de arcilla siendo más adaptables para la explotación del oro que las arenas del río Curaray, obteniéndose resultados de ley aceptables.

El oro se presenta en forma pulverulenta (décimas de milímetro) como consecuencia del largo transporte desde las cabeceras hasta las zonas bajas del río Putumayo.

8.3.1.2 En el río Curaray

También existen concentraciones de oro pero con algunos problemas para su extracción. Las arenas, con posibilidades auríferas tienen gran cantidad de material arcilloso que dificulta su explotación, porque impide grandemente el lavado de las partículas de oro que se presentan en escasa cantidad.

Es importante mencionar que estas partículas de oro se presentan sólo en determinados lugares de las playas donde parecen formarse en pequeñísimas concentraciones. Estas playas son escasas debido a que este río no es de gran ancho y como trae siempre gran caudal de aguas, estos bancos casi siempre están sumergidos, pues el río Curaray es navegable casi todo el año hasta la boca del río Cononaco en Ecuador.

Es necesario realizar un muestreo sistemático de las playas en este río, principalmente en épocas de estiaje para ver si es rentable o no.

8.3.1.3 En el río Napo

Se observan playas cuya composición es únicamente de arenas acompañadas de pequeñas cantidades de micas (biotita y flogopita) y óxidos de hierro. Sin embargo, en algunas playas se han producido concentraciones de material aurífero, que tienen variaciones por las crecientes y mermas del río.

Por otro lado, al no haberse podido observar pirita, junto con las características físicas del oro, nos indicaría el largo recorrido que ha efectuado este metal dificultando su concentración por gravedad.

Sin embargo, han existido concentraciones de cierta consideración que dieron centenas de gramos de oro y posiblemente en la actualidad las aguas estén acumulando nuevamente este material aurífero. Cabe anotar las concentraciones que se produjeron en Oro Blanco, Isla Andrea (curso inferior del río Napo), explotadas hace algunos años y actualmente en la localidad de Campo Serio.

Uno de los inconvenientes de este río es que solamente se puede trabajar como máximo tres meses al año siendo por ello su explotación en la época de mermas.

Asimismo, es imposible su trabajo en forma permanente y tampoco es posible realizar una explotación en regular escala, sólo por aquellos que se dediquen a explotar con máquinas pequeñas o bateas que sean fácilmente transportables en los recorridos a realizar buscando las pequeñas concentraciones que pudieran existir y que compensen económicamente el trabajo realizado.

Por lo expuesto y sobre la base de los estudios efectuados, las zonas a tomarse en cuenta debido a su importancia como depósitos aluviales auríferos, están comprendidas en las zonas del Alto Napo y en menor proporción en las zonas medias y bajas.

8.3.2 Sustancias No Metálicas

Los depósitos no metálicos que existen en la zona de estudio están representados por las arenas y arcillas principalmente, las que son explotadas escasamente en la zona estudiada.

El interés por la extracción de minerales industriales es a pequeña escala como consecuencia del inicio del desarrollo socioeconómico de los centros poblados de Güeppí, Angusilla, Yuvineto, Yabuyanós, Puerto Arturo, Nueva Esperanza; así como de Puerto Elvira, Angoteros, Tempestad y Vencedores; situados en las riberas y cauces de los ríos Putumayo y Napo respectivamente. En cambio es nula en la zona de los ríos Tamboryacu, Aushiri, Campuya y Paneylla.

Las extracciones son de carácter local, se limitan a zonas de reducidos afloramientos superficiales, de laboreo fácil.

La extracción implica una serie de operaciones que van desde la planificación del equipo a usar, separación, eliminación de la sobrecarga y el material estéril, pasando por el transporte y carga del mineral hasta la protección medioambiental.

En la extracción hay que considerar cuatro operaciones básicas: desmonte del recubrimiento y preparación del frente, fragmentación, excavación y carga.

El procesamiento de los diferentes minerales industriales de la zona es relativamente simple y en los casos más complejos el producto extraído se tritura y clasifica en el mismo lugar de la explotación.

Un hecho a tener en cuenta en la explotación de los minerales industriales, es la elevada incidencia del costo del transporte en el precio del producto, que llega a representar hasta el 30% del precio final; debido a esto es difícil el comercio de estos productos.

8.3.2.1 Arcillas

Depósitos de esta naturaleza se encuentran dentro de los sedimentos del Neógeno (formaciones Pebas y Nauta); se presentan como limoarcillitas y arcillitas o como arcillas

residuales; de colores rojizos, gris verdosos y gris amarillentos. En los laboratorios del INGEMMET, se analizaron 8 muestras por el método de Difracción de Rayos X.

La muestra N° 020499 (arcilla común) contiene calcita (16% aprox.), puede ser utilizada como aditivo para arcillas cerámicas. El uso de aditivos ricos en CO_3Ca para arcillas aclaran los colores de quema roja. Se utilizan por ejemplo, en la fabricación de cerámica fina de quema amarilla (objetos simples de loza, vajilla de uso corriente) y productos de cerámica industrial de quema clara (ladrillos, tuberías de desagüe, macetas).

Las muestras N°s 040499, 9A0499, 030799 y 110799 (arcillas caoliníticas) pueden utilizarse en la fabricación de productos de cerámica fina de quema en colores.

En las muestras N° 170899 y N° 190499, la presencia de muscovita en gran porcentaje es interesante porque se pueden utilizar en la fabricación de cerámica fina; ya que aumenta la plasticidad de las arcillas.

En la zona de estudio, en las localidades de Pantoja, Aushiri, Yubineto, Angusilla; estas arcillas se extraen artesanalmente, constituyendo la materia prima para diferentes actividades locales como cerámica, construcción (ladrillos) y agricultura. El tipo de usos que se les puede dar depende de su grado de pureza y plasticidad.

8.3.2.2 Arenas

El origen en general se debe a la erosión de las areniscas cretáceas (cordilleras Oriental del Ecuador y Colombia) y del Neógeno, su posterior transporte y acarreo por las corrientes superficiales, depositadas finalmente en playas o terrazas, que están distribuidas en las riberas de los ríos Napo y Putumayo. Las explotaciones se realizan por métodos de minería superficial.

Los estudios mineralógicos y petrográficos (fraccionométricos) realizados en las arenas muestran un contenido medio de cuarzo superior al 70% y otros componentes como carbonatos, feldespatos y alúmino-silicatos. Estas arenas constituyen depósitos de origen fluvio-aluvial, que conforman las terrazas y llanuras de inundación muy extendidas en los cursos medio y bajo de los ríos Curaray, Napo y Putumayo.

Las arenas fluviales del curso medio de los ríos Napo, Tamboryacu, Angusilla y Putumayo pueden ser utilizadas en las localidades cercanas que carecen de agregados gruesos para la construcción de diversas obras de ingeniería civil y para el mantenimiento de las carreteras a construirse, esto se observa en el tramo Tres Fronteras–Güeppi y en la localidad de Soplín Vargas.

En el área, es común encontrar depósitos aluviales recientes de arenas blancas a beige, de granulometría fina a gruesa, cuarzosas, localizadas en las islas, playas y barras de las partes medias de los ríos Tamboryacu, Curaray, Santa María (afluentes del río Napo) y Campuya, Yubineto, Angusilla (afluentes del río Putumayo). En los aluviales antiguos plio-pleistocénicos conforman depósitos semiconsolidados (terrazas) que por aflorar a la superficie facilitaría su explotación.

Su utilización es necesaria en la región para las diversas obras de ingeniería civil, sin embargo no pueden ser aprovechadas como material de construcción por encontrarse alejados de las ciudades principales.

8.3.2.3 Gravas

Estos depósitos ocurren principalmente en los depósitos fluvio-aluviales antiguos (Formación Nauta), conformando estratos lentiformes localizados en las partes altas de las colinas, lomadas y terrazas altas disectadas. Consisten de cantos rodados de cuarzo, cuarcita y arenisca cuarzosa, de tamaños inferiores a los 5 cm.

En menor porcentaje se encuentran situados en las márgenes y lechos de los ríos Napo y Curaray, entremezclados con arcillas y arenas; por ejemplo en las localidades de Pantoja y en los Puestos de Vigilancia principalmente.

Durante la etapa de campo no se han encontrado abundantes canteras de grava pero puede ser posible encontrar sectores que, previo tamizado, permitirían su aprovechamiento. Esta escasez de gravas constituye una gran dificultad para la construcción de carreteras por ser el material utilizado para el lastrado.

8.4 CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

A pesar de la escasa información y las condiciones geológicas que presenta el área, tal como: la reducida secuencia cretácea (± 150 m) debido a la influencia del Arco de Iquitos, desconocimiento de la existencia de roca generadora y la información de que los pozos más próximos al área de estudio producen crudos pesados; se ha encontrado claras evidencias de la presencia de una anomalía (por información sísmica fluvial y comprobada por datos magnetométricos y gravimétricos) que podría contener petróleo, generado en épocas cretáceas, luego migrado y entrampado hacia las partes altas.

Se debe revisar la interpretación sísmica en las áreas exploradas, con el objetivo de definir y/o reinterpretar posibles estructuras.

Se han perforado tres pozos exploratorios en el lote 67, dando resultados alentadores ya que se ha encontrado crudo pesado; sería fácil ponerlos rápidamente en explotación debido a que sólo hay un tramo pequeño hasta el Oleoducto Norperuano. Muchas compañías petroleras habrían paralizado sus trabajos porque tenían concesiones estacionadas; pero esto se está revertiendo debido a dos motivos: al Tratado de Paz con Ecuador, que permite que en esa zona de frontera se pueda trabajar tranquilamente y por otro lado, al incremento del precio del petróleo.

En las operaciones actuales, de minería aurífera informal, en los ríos Putumayo, Curaray y Napo, es conveniente almacenar la arenilla pesada que se obtiene junto con el oro, ya que puede contener minerales valiosos (circón, rutilo, ilmenita y otros), los que posteriormente podrían ser procesados y comercializados.

En las embarcaciones tipo dragas, al realizar el proceso de amalgamación es recomendable utilizar el tambor de amalgamación y para separar el mercurio del oro se debe utilizar siempre la retorta; para proteger la salud de los operadores, es conveniente reducir la contaminación del medio ambiente y ahorrar el uso del mercurio.

Respecto a los depósitos no metálicos, su bajo precio impide un transporte largo y su estrecha dependencia con los sectores de la construcción y obras públicas, hacen que su evolución dependa de éstos, debiendo adaptarse a su demanda.

Se precisa revisar las posibilidades de utilización de las arcillas mediante ensayos de aplicación técnica. Asimismo, realizar investigaciones en la prospección de yacimientos de arcillas industriales y profundizar en los aspectos de tratamiento y comercialización para mejorar la calidad del producto final y abrir el mercado a nuevas demandas.

En el Perú se desconocen yacimientos de bauxita, sin embargo existe la posibilidad de que estos depósitos puedan encontrarse por las condiciones geológicas y climáticas favorables para su formación en algunos lugares del Oriente Peruano.

8.5 PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA

8.5.1 Muestreo y análisis químico

Conjuntamente con los trabajos de cartografiado geológico, se realizó un muestreo de sedimentos fluviales, en barras lunulares de los ríos Putumayo, Napo, Curaray, Aguarico y otros afluentes de estos principales ríos.

El muestreo se realizó tomando 300 gramos de sedimento en un área aproximada de 1 m², a una profundidad de 1 m, para luego tamizarlo en un tamiz –30 mallas. Estas muestras se enviaron al laboratorio para el análisis por Au.

8.5.2 Análisis estadístico

Se recolectaron 48 muestras de sedimentos fluviales, las cuales se procesaron estadísticamente resolviendo los parámetros más importantes y requeridos.

El oro es un elemento errático en cuanto a sus valores geoquímicos, considerando los valores altos, valores por debajo del límite de detección (laboratorio del INGEMMET) y el reducido número de muestras, hacen dificultoso dicho procesamiento. Los resultados no van a reflejar un real comportamiento porque la interpretación tiene un margen de error. En el caso de valores menores al límite de detección, se optó por igualar al mismo límite de detección, en el caso de los valores altos se les consideró normalmente y el número de muestras es el mínimo permitido para el procesamiento estadístico (Tabla N° 8.3).

Tabla N° 8.3

Elementos	Au (ppm)
N° de datos	48
Valor máximo	0,35
Valor mínimo	0,01
Media	0,02
Desviación estandar	0,05

8.5.3 Parámetros geoquímicos

Los principales parámetros son el contenido de fondo, también conocido como background; es la media o promedio de los valores geoquímicos, el umbral geoquímico también conocido como threshold; es igual a la suma del contenido de fondo más dos veces la desviación estandar y a partir de este parámetro los valores son anómalos, como se describe en la tabla N° 8.4.

Tabla N° 8.4

Elementos	Au (ppm)
Contenido de fondo	0,02
Umbral geoquímico	0,12

8.5.4 Anomalías geoquímicas

Mediante los parámetros geoquímicos se realizó un mapa de distribución geoquímica para oro, en donde se georeferencia la concentración como lo muestra la Fig. N° 8.2. Una anomalía se encuentran en el río Curaray, en el puesto de vigilancia Bellavista, equivale a la muestra GQ-04II, (apéndice geoquímico), en un ambiente geológico de rocas sedimentarias del Neógeno (Fm. Pebas) y Cuaternario (Fm. Nauta y depósitos aluviales). Otra anomalía analizada empíricamente tienen un contenido 0,35 ppm de oro que ocurre en la muestra SM-0499, ubicada en el río Napo, en las inmediaciones de la comunidad Campo Serio (apéndice geoquímico). A la muestra GQ-04II, se le realizó estudios por minerales pesados y se pudo observar mayores porcentajes de minerales asociados ilmenita-hematita (32%) y magnetita-ilmenita (16%), estos resultados se pueden apreciar en el apéndice petrográfico.

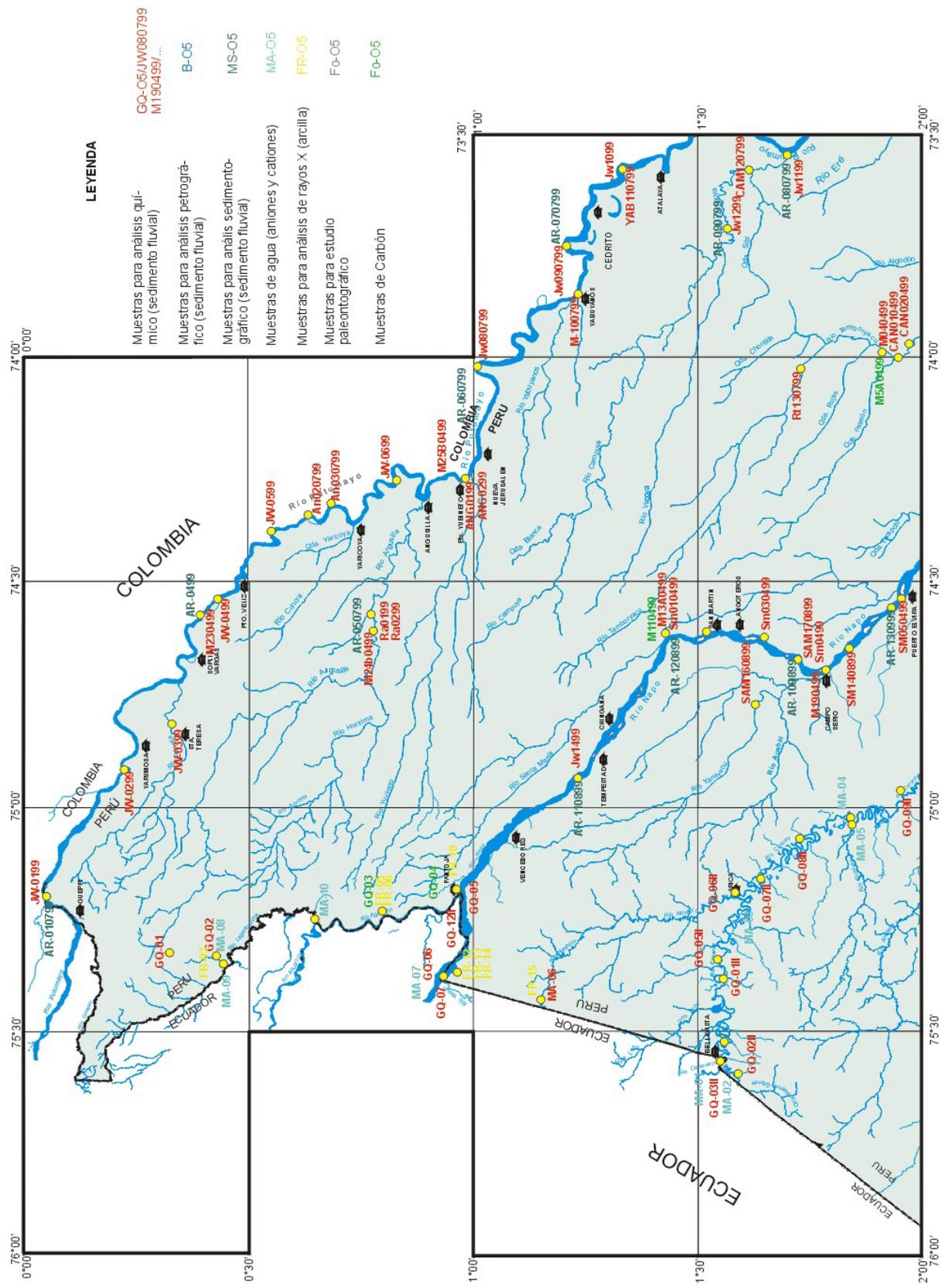


Fig. N° 8.3 Mapa de ubicación de muestras

GEOLOGÍA HISTÓRICA

La historia geológica se puede interpretar a partir de las rocas aflorantes en el área de estudio, la unidad más antigua corresponde a las secuencias mayormente pelíticas de la Formación Pebas depositadas durante el Neógeno, la misma que no expone su límite inferior.

Información de líneas de reflexión sísmicas corridas entre los ríos Napo y Curaray así como los pozos exploratorios de Cunambo y Arabela al SO del área estudiada permiten inferir que las rocas aflorantes se encuentran sobre el Alto de Iquitos directamente en el sector oriental y al occidente sobre un basamento pre-paleógeno que se adelgaza hacia el Alto de Iquitos y que conforma el relleno de la cuenca Marañón, estrechamente ligada a los eventos sufridos por el basamento cristalino a lo largo del tiempo geológico desde el Proterozoico hasta el reciente.

El basamento es la prolongación suroccidental del Cráton de la Guyana constituido por rocas metamórficas paraderivadas, datadas entre 4 000 y 2 000 Ma, asociadas a dos grandes ciclos orogénicos (DALMAYRAC et al, 1988). Estas rocas han sufrido las deformaciones de la tectónica polifásica Basílica (600 Ma) que va a moldear el desarrollo posterior de la cuenca marañón y el Alto de Iquitos. Es en este contexto que durante el Paleozoico se acumula una gruesa secuencia de rocas sedimentarias en la cuenca del Marañón, que adelgaza hacia el este sobre el escudo brasilero y que contornea por el oeste el Arco de Corrientes, extendiéndose luego al Ecuador.

Estas unidades de alguna manera fueron afectadas por las deformaciones de la tectónica Hercínica dando lugar a levantamientos de basamento delineando altos estructurales limitados por fallas normales planares y lístricas como lo evidencian los perfiles sísmicos.

El Mesozoico en el Perú se encuentra bien desarrollado a través de los sistemas Triásico, Jurásico y Cretáceo. Durante el Triásico en el nororiente se produjo una subsidencia del continente, formando grandes cuencas y consecuentemente, una transgresión marina en el Noriano, iniciándose una sedimentación carbonatada, que correspondería al Grupo Pucará, extendiéndose en forma continua desde los Andes y acuniándose hacia el Arco de Iquitos, presentando facies de cuenca y de plataforma, esta sedimentación duró hasta el Toarciense, la sedimentación varía, tanto hacia el sur como al este, siendo más continentales en esas direcciones.

A comienzos del Jurásico se produce una subsidencia por lo que los mares se extienden en la región andina, llegando hasta el Llano Amazónico. En el Jurásico medio a superior, ocurriría la fase Nevadiana, caracterizada por movimientos epirogenéticos severos que interrumpen la sedimentación marina, seguida por una erosión intensa de las rocas pre-existentes levantadas, iniciándose una sedimentación continental de areniscas molásicas, correspondientes a la Formación Sarayaquillo (MEGARD, F. 1974), vinculada localmente a procesos evaporíticos aislados.

A inicios del Cretáceo los sedimentos fueron transportados dentro de la cuenca por ríos dirigidos hacia el oeste siendo el más importante el Amazonas ancestral formando un delta cuyo centro debió estar al suroeste de Iquitos. Así mismo durante el Cretáceo, se inicia una nueva transgresión, la que permitió una sedimentación masiva silicoclástica (Grupo Oriente), con granulometría variada, con estratificación sesgada, que evidencia una sedimentación rápida, en condiciones litorales a fluviodeltaicas, (MIURA, S. 1972) formando cuencas alargadas, paralelas al cratón brasileño (MYERS, 1980).

En el Albiano, la secuencia cretácica sufre una mayor subsidencia, desarrollándose una sedimentación marina carbonatada y arcillosa, siendo más clástica, hacia el oriente peruano (Formación Chonta), tales condiciones perduran hasta el Turoniano y se depositan en forma concordante, sedimentos de facies calcárea, pelítica y samítica, evidenciando la presencia de gasterópodos, pelecípodos, ligados a diversas transgresiones, (BOUMAN, 1959), atribuidas a la Formación Chonta, posterior a esta sedimentación.

En el Cenomaniano, debido a un levantamiento regional, se depositan las areniscas de la Formación Vivian, compuestas de facies continentales y transicionales, en el lapso Campaniano–Maestrichtiano inferior.

A fines del Cretáceo, se produjo la última transgresión, dando comienzo a la sedimentación de las facies litorales someras, correspondientes a las formaciones Cachiyacu, Huchpayacu, culminando con la depositación de areniscas cuarzosas de la Formación Casablanca, que marcan la finalización de la sedimentación marina del Cretáceo. Todas estas formaciones muestran un adelgazamiento de acuerdo a la cercanía al Arco de Iquitos.

Estas secuencias marcan la culminación de la sedimentación de carácter marino litoral para dar paso a una sedimentación continental de material pelítico-samítico durante el Maestrichtiano superior hasta el Eoceno, luego ocurrió, al parecer, una breve transgresión marina somera que da lugar a una secuencia mayormente pelítica con esporádicas facies carbonatadas y de areniscas de la Formación Pozo durante el Eoceno superior hasta el Oligoceno; para nuevamente reanudar la sedimentación continental con características litológicas de llanura de inundación que dar lugar a las capas rojas de la Formación Chambira como consecuencia de la fase tectónica compresiva conocida como Quechua, dando el modelado a la Faja Subandina, mientras que al oriente, en el Alto de Iquitos esfuerzos de distensión propician una subsidencia lo que permite el ingreso de un mar muy somero por el norte

(NUTTALL, C. P., 1991) con aporte de material que acarrearán los ríos provenientes de los Andes, (RASANEN, M. et al, 1998) originando secuencias mayormente pelíticas de facies costera y fluvial.

Después de una relativa calma tectónica, a fines del Plioceno una nueva subfase tectónica da lugar a una intensa erosión en los Andes debido a su levantamiento dando lugar a la acumulación de las secuencias fluviales de la Formación Ipururo y de las capas rojas de la Formación Nauta. Luego, ocurrió al parecer levantamientos recientes del Arco de Iquitos, que son evidentes en las fallas que afectan a la Formación Nauta.

En el Pleistoceno, la cuenca fue objeto de una profunda erosión, por efectos fluviales y se establecieron los cursos actuales, que dieron lugar al cuadro panorámico reciente y los depósitos aluviales y fluviales.

BIBLIOGRAFÍA

- BARROS, M.C. & CARNEIRO, E.P. (1991) - The Triassic Juruá orogeny and the tectono-sedimentary evolution of Peruvian Oriente Basin: exploratory implications. En: Simposio Bolivariano Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas, 4, Bogotá.
- CÁCERES, H. & TEATIN, P. (1985) - Cuencas del Putumayo, provincia petrolífera meridional de Colombia. En: Simposio Bolivariano Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas, 2, Bogotá, v. I, p. 1-80.
- CAPUTO, M.V. (1985) - Genese do alinhamento estrutural do Juruá e do Arco Iquitos-Bacia do Solimoes (Alto Amazonas). En: Simposio Bolivariano Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas, 2, Bogotá.
- DUMONT, J. F.; LAMOTTE, S. & FOURNIER, M. (1988) - Neotectónica del Arco de Iquitos (Jenaro Herrera, Perú). Bol. Soc. Geol. Perú, (77):7-17.
- DUMONT, J. F. (1989) - Neotectónica y dinámica fluvial de la Baja Amazonía Peruana. Bol. Soc. Geol. Perú, (80):51-64.
- DUMONT, J. F. (1992) - Rasgos morfoestructurales de la llanura amazónica del Perú: efecto de la neotectónica sobre los cambios fluviales y la delimitación de las provincias morfológicas. Bull. Inst. Fr. Etudes Andines, 21 (3): 801-833.
- GONZÁLEZ, H.; NÚÑEZ, A. & PARIS, G. (1988) - Mapa Geológico de Colombia, escala 1:1 500 000. Memoria explicativa. Ingeominas, Bogotá, 71 p.
- GOVEA, C. & AGUILERA, H. (1985) - Cuencas sedimentarias de Colombia. En: Simposio Bolivariano Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas, 2, Bogotá. ECOPETROL, Bogotá, v. 2, p. 55-61.
- HOORN, C. (1994) - Fluvial paleoenvironments in the intracratonic Amazonas Basin (Early Miocene-early Middle Miocene, Colombia). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 109:1-54.
- INADE (1995) - Zonificación ambiental del ámbito de influencia del Proyecto Especial Binacional de Desarrollo Integral de la Cuenca del Río Putumayo. Estudios Básicos, parte I y II. APODESA-PEDICP, Lima.

- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (1997) - Zonificación ambiental para el Plan Modelo Colombo-Brasileño (Eje Apaporis-Tabatinga). Santafé de Bogotá.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (1989) - Atlas del Perú. Proyecto Especial Atlas del Perú, Ministerio de Defensa, Lima.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1984) - Sedimentación Fluvial. Sedimentación lacustre. Sedimentación en costas siliciclásticas, deltas y mares someros. Ciclo de Seminarios de Sedimentología. I.G.M.E, Madrid, v. 1, 194 p.
- KALLIOLA, R.; PUHAKKA, M. & DANJOY, W., eds. (1993) - Amazonía Peruana: vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Proyecto Amazonía, Universidad de Turku y ONERN, Jyvaskyla, 265 p.
- KALLIOLA, R. & FLORES, S., eds. (1998) - Geoecología y desarrollo Amazónico: estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú. Turun Yliopisto, Turku, Annales Universitatis Turkuensis, Ser. A-II, 114, 544 p.
- KUMMEL, B. (1948) - Geological reconnaissance of the Contamana Region, Peru. Bull. Geol. Soc. Am., 59(12):1217-1266.
- LAURENT, H. & PARDO, A. (1975) - Ensayo de interpretación del basamento del Nororiente Peruano. Bol. Soc. Geol. Perú, (48):25-48.
- LAURENT, H. (1985) - El Pre-Cretáceo en el Oriente Peruano: su distribución y sus rasgos estructurales. Bol. Soc. Geol. Perú, (74):33-59.
- MCCABE, P.J. (1984) - Depositional environments of coal and coal-bearing strata. Int. Ass. Sedimentology, Spec. Publ. 7, p. 13-42
- MIALL, A.D. (1977) - A review of the braided-river depositional environment. Earth Science Reviews, 13:1-62
- MIALL, A.D. (1996) - The geology of fluvial deposits: sedimentary facies, basin analysis, and petroleum geology. Springer-Verlag, Berlin, 582 p.
- NUTTALL, C.P. (1990) - A review of the Tertiary non marine molluscan faunas of the Pebasian and other inland basins of North-Western South America. Bull. British Mus. Natural History, 45(2):165-371.
- ONERN (1976) - Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la selva, zona Iquitos, Nauta, Requena y Colonia Angamos. ONERN, Lima, 269, 64 p.
- ONERN (1976) - Mapa ecológico del Perú a Escala 1:1 000 000: guía explicativa. ONERN, Lima, 146 p.
- RADAMBRASIL (1976) - Levantamento de Recursos Naturais, Folha SC 19 Rio Branco. Departamento Nacional da Produção Mineral, Rio de Janeiro, vol. 12, 116 p.

- REBATA, L. (1997) - Description of Neogene-Quaternary tide and wave-influenced estuary-sediments along Nauta Iquitos Road, Km 0-15, Loreto-Peru, NW Amazonia. Thesis Master, University of Turku, Finland, 105 p.
- ROMERO L. (1997) - Relaciones bioestratigráficas y paleoambientales de la fauna de la Formación Pebas, área de Iquitos (Dpto. de Loreto-Perú). En: Congreso Peruano de Geología, 9, Lima, 1997, Resúmenes extendidos, Soc. Geológica del Perú, Lima, p. 609-614.
- RUEGG, W. & ROSENZWEIG, A. (1949) - Contribución a la geología de las formaciones modernas de Iquitos y la Amazonía superior. Bol. Soc. Geol. Perú. Vol. Jub. parte II, fasc. 3, p. 1-24.
- SANZ, V. (1974) - Geología preliminar del área Tigre-Corrientes en el Nororiente Peruano. Bol. Soc. Geol. Perú, (44):106-127.
- SEMINARIO, F. & GUIZADO, J. (1976) - Síntesis bioestratigráfica de la región de la Selva del Perú. En: Congreso Latinoamericano de Geología, 2, Caracas, 1973, Memoria, Ed. Sucre, Caracas, t. 2, p. 881-898.
- SHEPPARD, L.M. & BATE, R.H. (1980) - Plio-Pleistocene Ostracods from the Upper Amazon of Colombia and Peru. *Palaeontology*, 23(1):97-124.
- SOTO, F. (1979) - Facies y ambientes deposicionales Cretácicos, area Centro Sur de la Cuenca Maraón. Bol. Soc. Geol. Perú, (60):233-250. (Anales del IV Congreso Peruano de Geología)

Por: María del Carmen Morales Reyna y César Chacaltana B.

APÉNDICE PALEONTOLÓGICO

RESUMEN

El presente trabajo es el resultado del estudio paleontológico de las muestras colectadas durante los trabajos geológicos de campo desarrollados en el nororiente peruano. Las muestras corresponden a niveles de la secuencia litoestratigráfica definida como Formación Pebas y su análisis permite determinar la biofacies y el paleoambiente de sedimentación. La presencia de conjuntos faunales de moluscos y ostrácodos, indican una diversidad de especies con una variabilidad morfológica que revela el producto de interacciones ecosistémicas y adaptaciones de habitats. En base a comparaciones con tipos paleontográficos anteriormente reportados en trabajos desarrollados por STEINMANN, G. (1930), SEMINARIO, F. & GUIZADO, J. (1976), NUTTALL (1990), en la cuenca Amazonas, se ha establecido la ocurrencia de los siguientes géneros: Pelecypodos: *Guianadesma* y *Pachydon*; Gasterópodos: *Dyris*, *Hemisinus*, *Liris*, *Littoridina*, *Longiverena*, *Neritina*, *Potamolithus*, *Sheppardiconcha* y *Vitrinella*; Ostrácodos: *Cyprideis* y *Otarocyprideis* así como escamas, dientes y vértebras de peces. Las asociaciones reportadas, permiten asignar a la secuencia un rango geocronológico del Mioceno al Plioceno inferior.

INTRODUCCIÓN

Las observaciones se realizaron durante el levantamiento de la Carta Geológica Nacional y comprende los cuadrángulos de: Río Güeppí, Güepí, Santa Teresa, Puerto Véliz, Pantoja, Río Angusilla, Angusilla, Quebrada Lobo, Vencedores, Chingana, Nueva Jerusalén, Yabuyanós, Bellavista, Arica, San Martín, Tamboryacu y Campuya, ubicados en el nororiente peruano, departamento de Loreto (región Omagua).

En las secuencias litológicas que afloran, existen niveles estratigráficos con biocaracterísticas distintivas que permiten reconstruir facies, establecer agrupamientos faunísticos, y presentar datos bioestratigráficos de las secciones columnares medidas. La distribución espacial de la biofacies refleja la estabilidad tectónica de la cuenca y ayuda a precisar los diferentes paleoambientes de sedimentación. El presente apéndice tiene por objeto establecer las reconstrucciones paleoambientales, precisar la edad (por la presencia de asociaciones características) e interpretar la variación lateral de los biosomos

PROCEDENCIA DE LAS MUESTRAS

Las muestras procesadas corresponden a horizontes de la Formación Pebas que afloran en los cortes efectuados por los ríos Napo, Putumayo y tributarios, ubicados específicamente en el cuadrángulo de Pantoja (2-m) y en los cuadrángulos de Campuya (4-0), Chingana (3-n), Nueva Jerusalén (3-ñ) y Río Angusilla (2-n) de los bloques 4 y 5 respectivamente. La información cartográfica de estas muestras se puede apreciar en el siguiente cuadro:

BLOQUE	CÓDIGO INGEMMET	CÓDIGO DE CAMPO	CUADRÁNGULO	LOCALIDAD	COORDENADAS	
					NORTE	ESTE
Bloque 4	ING-3733	FO-02	Pantoja (2-m)	Castaña, río Aguarico	9 911 716	472 954
	ING-3734	FO-03A	Pantoja (2-m)	Río Napo	9 892 444	478 797
	ING-3735	FO-03B	Pantoja (2-m)	Río Napo	9 892 444	478 797
	ING-3736	FO-04	Pantoja (2-m)	Castaña, río Aguarico	9 911 716	472 954
	ING-3737	FO-11	Pantoja (2-m)	Río Napo	9 892 444	478 797
Bloque 5	ING-3738	M-5B0499	Campuya (4-0)	Qda. Rojas	9 788 030	612 965
	ING-3739	M-11BO498	Chingana (3-n)	Río Santa María	9 842 150	541 900
	ING-3740	M-120499	Chingana (3-n)	Río Santa María	9 842 150	541 900
	ING-3741	FO-12A	Chingana (3-n)	Margen izquierda del río Napo	9 841 054	542 007
	ING-3742	FO-12B	Chingana (3-n)	Margen izquierda del río Napo	9 841 054	542 007
	ING-3743	M-130499	Chingana (3-n)	Río Santa María	9 842 130	541 930
	ING-3744	M-160499	Chingana (3-n)	Río Santa María	9 841 870	542 120
	ING-3745	M-26A0499	Campuya (4-0)	Qda. Campuya	9 832 300	631 600
	ING-3746	M-26C0499	Campuya (4-0)	Qda. Campuya	9 832 300	631 600
	ING-3747	NJ-050799	Nueva Jerusalen (3-ñ)	Libertadores	9 888 140	588 000
	ING-3748	NJ-060799	Nueva Jerusalen (3-ñ)	Nueva Jerusalén	9 888 140	588 988
	ING-3749	AN-070799	Río Angusilla (2-n)	Río Angusilla	9 915 250	532 690
	ING-3750	NJ-090799	Nueva Jerusalen (3-ñ)	Río Putumayo	9 878 100	610 900

BIOESTRATIGRAFÍA

Formación Pebas

En las exposiciones que afloran a manera de escarpas en las riberas de los ríos Napo, Putumayo y sus tributarios ha sido posible distinguir biocaracterísticas que en algunos casos manifiestan una notable continuidad lateral. Estos caracteres han permitido efectuar el análisis tafonómico respectivo y reconstruir biofacies.

En la localidad de Nueva Jerusalén, cuadrángulo de Nueva Jerusalén (ver Columna litoestratigráfica N° 6) esta formación consiste de limoarcillitas, limolitas y un manto de carbón de 0,30 m de grosor con estratificación interna paralela en la base y masivo hacia la parte superior. La laminación interna indica secuencias de depósito alternativos de muy bajo régimen de flujo con predominancia de los sedimentos clásticos finos sobre la materia orgánica,

OCURRENCIA DE ESPECIES

ESPECIES DETERMINADAS	HABITAT	MUESTRA
MOLUSCOS		
<i>Pelecypodos</i>		
Guianadesma sp	Aguas salobres	FO-12B
Pachydon amazonensis (GABB)	Aguas salobres	FO-03A, FO-03B, M26A0499, M26CO499, M160499, FO-11, FO-12A
Pachydon cuneatus CONRAD	Aguas salobres	M130499
Pachydon erectus CONRAD	Aguas salobres	FO-11
Pachydon ledaeformis DALL	Aguas salobres	FO-03A, FO-03B, FO-12A
Pachydon obliquus GABB	Aguas salobres	M5B0499, M26A0499, M130499, M160499, FO-11, FO-12A
Pachydon tenuis GABB	Aguas salobres	FO-03A, FO-11, FO-12A
Pachydon sp.	Aguas salobres	NJ060799, FO-12B
Indeterminados	Aguas salobres	M26CO499, M120499, M11B0499, NJ050799, AN070799, FO-12B
<i>Gasterópodos</i>		
Dyris hauxwelli NUTTALL	Aguas dulces	NJ060799, FO-12A
Dyris lutea (CONRAD)	Aguas dulces	NJ090799
Dyris ortonii (CONRAD)	Aguas dulces	M5B0499, M26A0499, M130499, M26CO499, NJ060799, NJ090799, FO-11, FO-12A
Dyris semituberculata NUTTALL	Aguas dulces	FO-03A, FO-03B, M130499, NJ060799
Dyris tricarinata (BOETTGER)	Aguas dulces	M5B0499, FO-12A
Dyris sp.	Aguas dulces	NJ050799
Hemisinus buccinoides REEVE		NJ060799
Littoridina crassa (ETHERIDGE)	Aguas dulces	FO-12A
Littoridininae ind.	Aguas dulces	FO-03A
Littoridina sp.	Aguas dulces	M130499
Liris minúscula (GABB)	Aguas salobres	M5B0499, M26A0499, M26CO499, NJ060799
Longiverena eucosmia (PILSBRY & OLSSON)	Aguas dulces	M5B0499, M160499, NJ090799, FO-11
Neritina ortonii CONRAD	Aguas dulces	M130499
Sheppardiconcha biblicana MARSHALL & BOWLES	Aguas dulces	NJ060799, NJ090799
Sheppardiconcha sp.	Aguas dulces	M26A0499
Vitrinella helicoidea C.B.ADAMS	Aguas dulces	M130499, M160499, NJ090799
Vitrinella sp.	Aguas dulces	FO-12A
Indeterminados		NJ050799
OSTRÁCODOS		
Cyprideis purperi purperi SHEPPARD & BATE	Aguas salobres	FO-03A
Cyprideis purperi colombiense SHEPPARD & BATE	Aguas salobres	FO-03A, M5B0499
Otarocyprideis elegans SHEPPARD & BATE	Aguas salobres	M130499
VERTEBRADOS		
Dasyatis sp. (dientes)		M5B0499, NJ060799, NJ090799
Dientes (peces ind.)		FO-02, M5B0499, M26A0499, M130499, NJ060799, AN070799, FO-12A
Vértebras de peces		M5B0499, NJ060799
Escamas (peces ind.)		AN070799, NJ090799
VEGETALES		
Lignito		FO-04
Plantas indeterminadas		FO-10

con una gradación hacia un ambiente que representa acumulación de aguas con cobertura vegetal y mixtura de sedimentos de limoarcillita con materia orgánica.

Sigue otro nivel de biofacies constituido por limolitas bituminosas que afloran a 3 m de altura, con un grosor de 1 m, color gris brunáceo, con fósiles y nódulos calcáreos. Se han determinado:

Pelecypodos	Bivalvos ind.
Gasterópodos	<i>Dyris</i> sp.
Gasterópodos ind.	

A partir de los 10,50 m aparece un nivel de limoarcillitas color gris claro con laminación paralela y fósiles. Los fósiles son:

Pelecypodos	<i>Pachydon</i> sp.
Gasterópodos	<i>Dyris hauxwelli</i> NUTTALL
	<i>Dyris orton</i> (CONRAD)
	<i>Dyris semituberculata</i> NUTTALL
	<i>Hemisinus buccinoides</i> REEVE
	<i>Liris minúscula</i> (GABB)
	<i>Sheppardiconcha bibliana</i> (MARSHALL & BOWLES)
Dientes	<i>Dasyatis</i> sp.
	Peces ind.
	Peces ind.

Finalmente se tiene una secuencia de limoarcillitas granocreciente hasta arenisca.

En el río Angusilla, cuadrángulo de Río Angusilla (ver Columna litoestratigráfica N° 7); a 1,20 m de la secuencia, aflora una capa de limoarcillita bituminosa con restos de paleoflora e invertebrados fósiles. Los fósiles determinados son:

Pelecypodos	Bivalvos ind.
Dientes	Peces ind.
Escamas	Peces ind.

Sigue una secuencia de limoarcillitas verde claras con estructura lutácea.

Cerca al caserío de Florida, cuadrángulo Nueva Jerusalén, (ver Columna litoestratigráfica N° 9); a 1 m de altura y sobre una secuencia de limoarcillitas masivas color verde azulinas, existe un nivel de limoarcillita color gris oscuro con los siguientes fósiles:

Gasterópodos	<i>Dyris lintea</i> (CONRAD)
	<i>Dyris orton</i> (CONRAD)
	<i>Longiverena eucosmia</i> (PILSBRY & OLSSON)
	<i>Sheppardiconcha bibliana</i> MARSHALL & BOWLES
	<i>Vitrinella helicoidea</i> C.B.ADAMS

Dientes *Dasyatis* sp.
 Escamas Peces ind.

Sobreyace una secuencia de limolitas gris oscura con estratificación horizontal de 0,15 m de grosor, continúa otro estrato fosilífero de 0,20 m de grosor (sin muestra) similar al estrato fosilífero anterior.

En la localidad de Santa María, cuadrángulo de Chingana (ver Columna litoestratigráfica N°17); empieza con una secuencia de limoarcillitas gris verdosas, con laminación paralela y abundantes fósiles, entre los que se han determinado:

Ostrácodos *Otarocyprideis elegans* SHEPPARD & BATE
 Pelecypodos *Pachydon amazonensis* (GABB)
 Pachydon obliquus GABB
 Gasterópodos *Dyris orton* (CONRAD)
 Dyris semituberculata NUTTALL
 Littoridina sp.
 Neritina orton CONRAD
 Vitrinella helicoidea C.B.ADAMS
 Dientes Peces ind.

Sobreyace un nivel de calizas con estructura en rosario (boudinage) de 0,20 m de grosor. Luego se repite la secuencia de limoarcillitas con casi 1 m de grosor, conteniendo los siguientes fósiles:

Pelecypodos *Pachydon amazonensis* (GABB)
 Pachydon obliquus GABB
 Bivalvos indeterminados
 Gasterópodos *Longiverena eucosmia* (PILSBRY & OLSSON)
 Vitrinella helicoidea C. B. ADAMS

En la parte superior a partir de los 6 m se tiene un estrato de limoarcillitas bituminosas color pardo oscuro con restos de paleoflora en proceso de carbonización, de 0,60 m de grosor y continúa un estrato de carbón de 0,40 m de grosor que en la base es laminar paralela y se hace masiva hacia el techo, siguen arcillitas gris verdosas masivas.

En la localidad de Río Napo, cuadrángulo de Chingana (Columna 23); Sobre una secuencia de arenisca fina gris azulina, existe 1,80 m limoarcillitas masivas color gris verdoso con fósiles. Estos son:

Pelecypodos *Pachydon amazonensis* (GABB)
 Pachydon ledaeformis DALL
 Pachydon obliquus GABB
 Pachydon tenuis GABB
 Gasterópodos *Dyris hauxwelli* NUTTALL
 Dyris orton (CONRAD)

	<i>Dyris tricarinata</i> (BOETTGER)
	<i>Littoridina crassa</i> (ETHERIDGE)
	<i>Vitrinella</i> sp.
Dientes	peces ind.

Sobreyace una secuencia de limoarcillitas intercalada con areniscas de grano fino y a 2,80 m en una arcillita gris verdosa fosilífera se identificaron:

Pelecypodos	<i>Guianadesma</i> sp.
	<i>Pachydon</i> sp.
	Bivalvos ind.

En la localidad Río Napo (Cuadrángulo de Pantoja) (Columna 24); en una secuencia de arcillitas gris verdosa existe un manto de carbón de 0,35 m seguido por una secuencia de arcillita gris verdosa con:

Ostrácodos	<i>Cyprideis purperi purperi</i> SHEPPARD & BATE
	<i>Cyprideis purperi colombianaensis</i> SHEPPARD & BATE
Pelecypodos	<i>Pachydon amazonensis</i> (GABB)
	<i>Pachydon erectus</i> CONRAD
	<i>Pachydon ledaeformis</i> DALL
	<i>Pachydon obliquus</i> GABB
	<i>Pachydon tenuis</i> GABB
Gasterópodos	<i>Dyris ortonii</i> (CONRAD)
	<i>Dyris semituberculata</i> NUTTALL
	Littoridininae ind.
	<i>Longiverena eucosmia</i> (PILSBRY & OLSSON)
Plantas	Plantas ind.

Los géneros aquí reportados; *Pachydon*, *Dyris*, *Liris*, *Neritina*, *Vitrinella* y *Cyprideis* son frecuentes y constituyen una asociación característica que se distribuye geográficamente a través de los bloques adyacentes de Santa Clotilde e Intuto (Boletín n° 131). Asociación similar fue reportada también por Petroperú en los ríos Tigre y Corrientes, de muestras tomadas de subsuelo en los pozos Nanay-26X y Corrientes 20x-CD, Corrientes 12-XC respectivamente (GUIZADO, J. 1974).

BIOCRONOLOGÍA

Estudios desarrollados por NUTTALL, C. (1990) y WESSELING, H. (1996) en la Amazonía de Colombia, Ecuador y Perú, reportan especies de moluscos; como *Pachydon* (pelecípodo), *Dyris* y *Liris* (gasterópodos) que indican un rango geocronológico del Mioceno. HOORN, C. (1993, 1994) en niveles de arcillitas bituminosas y lignitos reportó especies de palinomorfos; *Crassoretitriletes vanraadshooveni*, *Psiladiporites minimus*, *Crototricolpites annemariae* y *Proxapertites tertiaria* con un rango geocronológico del Mioceno medio. SHEPPARD, L. & BATE, R. (1980) en la región de La Tagua, Colombia

DISTRIBUCIÓN BIOCRONOESTRATIGRÁFICA

ESPECIES DETERMINADAS	FORMACIÓN PEBAS		
	MIOCENO		PLIOCENO
	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR
BIVALVIA			
Guianadesma sp.			
Pachydon amazonensis GABB			
Pachydon cuneatus CONRAD			
Pachydon erectus CONRAD			
Pachydon tenuis GABB			
Pachydon ledaeformis DALL			
Pachydon obliquus GABB			
Pachydon sp.			
GASTERÓPODA			
Dyris hauxwelli NUTTALL			
Dyris lintea (CONRAD)			
Dyris ortonii (CONRAD)			
Dyris semituberculata NUTTALL			
Dyris tricarinata (BOETTGER)			
Dyris sp.			
Hemisinus buccinoides REEVE			
Liris minuscula (GABB)			
Littoridina crassa (ETHERIDGE)			
Littoridina sp.			
Littoridinae ind.			
Longiverena eucosmia (PILSBRY & OLSSON)			
Neritina ortonii CONRAD			
Potamolithus lapidum (D'ORBIGNY)			
Sheppardiconcha bibiana (MARSHALL & BOWLES)			
Sheppardiconcha sp.			
Vitrinella helocoidea C.B. ADAMS			
Vitrinella sp.			
OSTRÁCODA			
Cyprideis purperi purperi SHEPPARD & BATE			
Cyprideis purperi colombianaensis SHEPPARD & BATE			
Otarocyprideis elegans SHEPPARD & BATE			
VERTEBRADOS			
Dasyatis sp. (dientes)			
Peces ind. (dientes, escamas, vértebras)			

reportaron especies de ostrácodos distinguiendo la asociación *Cytheridella*, *Cyprideis* y *Otarocyprideis* como indicadora del Plioceno.

Se han establecido agrupamientos de fósiles representativos de la biocenosis para asignar una geocronología a los niveles estratigráficos muestreados. Especies de *Pachydon*, *Dyris hauxwelli* NUTTALL, *Dyris lintea* (CONRAD), *Liris minuscula* (GABB), *Littoridina crassa* (ETHERIDGE), *Potamolithus lapidum* (D'ORBIGNY), *Sheppardiconcha bibiana* (MARSHALL & BOWLES) indican el Mioceno. Especies de *Longiverena eucosmia* (PILSBRY & OLSSON) y *Neritina orton* CONRAD especifican el Mioceno inferior. Especies de *Dyris orton* (CONRAD), *Dyris semituberculata* NUTTALL, *Vitrinella helicoidea* C.B: ADAMS indican el Mioceno superior. Especies de *Cyprideis purperi purperi* SHEPPARD & BATE, *Cyprideis purperi colombianaensis* SHEPPARD & BATE indican el Plioceno inferior. Con esta información podemos atribuirle a la secuencias litológicas descritas en las columnas una edad del Mioceno-Plioceno inferior.

PALEOAMBIENTE

La biofacies de paleoflora; está representada por niveles con restos de estructuras vegetales las cuales denotan que se desarrollaron en depresiones someras, aguas no muy profundas, y en condiciones húmedo tropicales, constituyendo un régimen palustre. El estrato de carbón que se forma tiene valor como índice de facies, los fragmentos de lignito y madera fosilizada que contienen se interpretan como depósitos de pantanos en un medio de acumulación y sin flujo aparente, sus grosores de hasta 60 cm (localidad Ingano Llacta, cuadrángulo de Chingana, columna 15) y sus intercalaciones con sedimentos pelíticos, permiten inferir un medio tectónicamente pasivo.

La biofacies de invertebrados fósiles; representa biosomas con asociaciones diversas de fósiles invertebrados con buen grado de preservación. Estos taxones se encuentran distribuidos caóticamente, lo que puede interpretarse como una mezcla de especies de lugares adyacentes o un desplazamiento de la tanatocenosis. Por tratarse de formas de habitat de agua dulce y salobre, revelan un medio con bajo régimen de flujo y fracciones finas, con predominio de suspensión y sedimentación lenta alternativamente con estadios de sedimentación rápida (medio de transición y/o cuenca restringida y somera).

Estas características manifiestan las facies distales de las incursiones marinas ocurridas durante el Mioceno medio a nivel mundial; desarrollándose en el área ambientes de estuario con sistemas de lagunas someras, manglares y pantanos.

BIBLIOGRAFÍA

GUTIÉRREZ, M. (1975) – Contribución al conocimiento micropaleontológico del oriente peruano. Tercer Congreso Nacional de Geología, Anales parte V, Lima. En: Boletín de la Sociedad Geológica del Perú n° 49.

HOORN, C. (1993) – Geología del nororiente de la Amazonía peruana; la Formación Pebas. En:

Amazonía peruana, vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Edit. Risto Kalliola, Maarit Puhakka y Walter Danjoy. Proyecto Amazonía-Universidad de Turku. Oficina de Evaluación de Recursos Naturales.

- KOCH & BLISSENBACH (1962) – La capas rojas del Cretáceo superior-Terciario de la región del Ucayali, oriente del Perú. En: Boletín de la Sociedad Geológica del Perú n° 39.
- NUTTALL, C. (1990) – A review of the Tertiary non-marine molluscan faunas of the pebasian and other inland basins of north-western South America. En: Bulletin British Museum (Natural History) n° 45 (2), March 1990.
- ROMERO, L. (1997) – Relaciones bioestratigráficas y paleoambientales de la fauna de la Formación Pebas – área de Iquitos (Dpto de Loreto-Perú). En: IX Congreso Peruano de Geología. Resúmenes extendidos. Sociedad Geológica del Perú. Volumen especial 1(1997), Lima, Pag. 609-614.
- SANZ, V. (1974) – Geología preliminar del área Tigre – Corrientes nororiente peruano. En: Boletín de la Sociedad Geológica del Perú n° 44, Pag. 106-127.
- SEMINARIO, F. & GUIZADO, J. (1976) – Síntesis bioestratigráfica de la región selva del Perú. En: Segundo Congreso Latinoamericano de Geología, Caracas, 1976.
- SHEPPARD, L. & BATE, R. (1980) – Plio-Pleistocene ostracods from the upper amazon of Colombia and Peru. En: Paleontology, Vol. 23, Part. I, 1980, Pag. 97-124.
- VALENZUELA, V. (1993) – Bioestratigrafía de la Formación Pozo en la selva norte de la cuenca Marañón (entre las provincias; Alto Amazonas y Loreto, región Amazonas. Tesis. Lima Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica, 1993.
- VONHOF, H.B. , WESSELING, F:P. & GANSSEN, G.M. (1997) – Reconstruction of the Miocene Western Amazonian aquatic system using molluscan isotopic signatures. En: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 141 (1998) 85-93.

LAMINAS PALEONTOLOGICAS

LÁMINA I

ERA : CENOZOICA
PERÍODO : Neógeno
UNIDAD : Formación Pebas

- Foto 1. *Dyris semituberculata* NUTTALL 20x
Código: ING-3738
Localidad: Quebrada Rojas, cuadrángulo de Campuya
Edad: Mioceno superior
- Foto 2. *Neritina orton* (CONRAD) 7x
Código: ING-3743
Localidad: Río Santa María, cuadrángulo de Chingana
Edad: Mioceno inferior
- Foto 3. *Vitrinella helicoidea* C. B. ADAMS 14x
Código: ING-3750
Localidad: Río Putumayo, cuadrángulo de Nueva Jerusalén
Edad: Mioceno superior
- Foto 4. *Longiverena eucosmia* (PILSBRY & OLSSON) 7x
Código: ING-3750
Localidad: Río Putumayo, cuadrángulo de Nueva Jerusalén
Edad: Mioceno inferior

LÁMINA I



1



2



3



4

LÁMINA II

ERA : CENOZOICA
PERÍODO : Neógeno
UNIDAD : Formación Pebas

- Foto 1 Basistoma sp. 7x
Código: ING-3750
Localidad: Río Putumayo, cuadrángulo de Nueva Jerusalén
Edad: Mioceno
- Foto 2. Dyris hauxwelli NUTTALL 14x
Código: ING-3741
Localidad: Margen izquierda del Río Napo, cuadrángulo de Chingana
Edad: Mioceno
- Foto 3. Dyris lintea (CONRAD) 14x
Código: ING-3750
Localidad: Río Putumayo, cuadrángulo de Nueva Jerusalén
Edad: Mioceno
- Foto 4 Sheppardiconcha biblicana MARSHALL & BOWLES 7x
Código: ING-3750
Localidad: Río Putumayo, cuadrángulo de Nueva Jerusalén
Edad: Mioceno
- Foto 5a,b. Ostomya papiria CONRAD 14x
Código: ING-3750
Localidad: Río Putumayo, cuadrángulo de Nueva Jerusalén
Edad: Mioceno

LÁMINA II



1



2



3



4



5a



5b

LÁMINA III

CENOZOICO

NEÓGENO

FORMACIÓN PEBAS

- Foto 1a,b. *Pachydon amazonensis* GABB 14x
Código: ING-3741
Localidad: Margen izquierda del río Napo, cuadrángulo de Chingana
Edad: Mioceno
- Foto 2. *Pachydon tenuis* GABB 14x
Código: ING-3734
Localidad: Río Napo, cuadrángulo de Pantoja.
Edad: Mioceno
- Foto 2. *Pachydon obliquus* GABB 14x
Código: ING-3743
Localidad: Río Santa María, cuadrángulo de Chingana.
Edad: Mioceno
- Foto 4a,b, 5a,b. *Cyprideis purperi purperi* SHEPPARD & BATE 44x
Código: ING-3734
Localidad: Río Napo, cuadrángulo de Pantoja.
Edad: Plioceno inferior

LÁMINA III



1a



1b



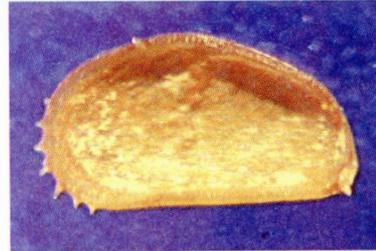
2



3



4a



4b



5a



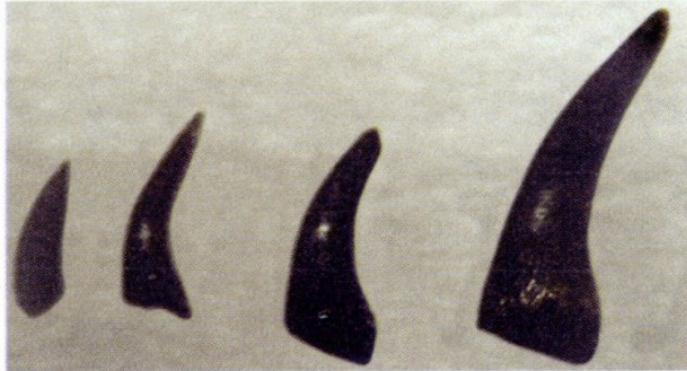
5b

LÁMINA IV

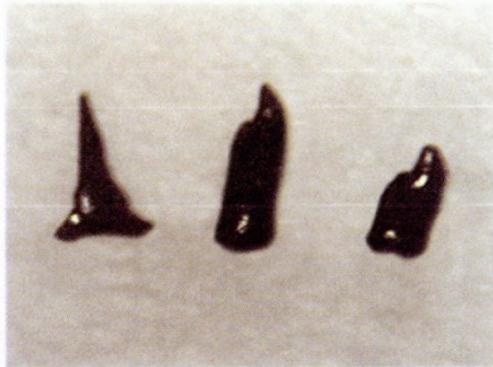
ERA : **CENOZOICA**
PERÍODO : **Neógeno**
UNIDAD : **Formación Pebas**

- Foto 1,2 Dientes de peces ind. 14x
Código: ING-3749
Localidad: Río Angusilla, cuadrángulo de Río Angusilla
- Foto 3 Dientes de peces ind. 14x
Código: ING-3748
Localidad: Nueva Jerusalén, cuadrángulo de Nueva Jerusalén
- Foto 4 Dientes de peces ind. 14x
Código: ING-3733
Localidad: Castaña río Aguarico, cuadrángulo de Nueva Jerusalén

LÁMINA IV



1



2



3



4



Puesto de vigilancia militar Aguas Negras. Al fondo vista del Llano Amazónico, mirando al oeste.