

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

BOLETÍN N° 123

Serie A: Carta Geológica Nacional

**GEOLOGÍA DE LOS CUADRÁNGULOS DE
RÍO ACRE 22-v, IÑAPARI 22-x,
Qda. MALA 23-v, IBERIA 23-x,
SAN LORENZO 23-y, PUERTO LIDIA 24-v,
RÍO MANURIFE 24-x, MAVILA 24-y,
SANTA MARÍA 24-z, VALENCIA 25-z,
PALMA REAL 26-z Y RÍO HEATH 27-z**

Hojas: SC 19-10, SC 19-14, SC 19-15, SD 19-3 y SD 19-7

Por:

Lidia Romero P.
María del Carmen Morales R.
Mario Carpio R.



Contribución al Proyecto
Multinacional Andino - PMA



Lima - Perú
Noviembre, 1998

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

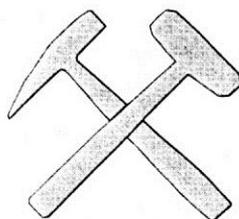
Boletín N° 123
Serie A: Carta Geológica Nacional

**GEOLOGÍA DE LOS CUADRÁNGULOS
DE RÍO ACRE 22-v, IÑAPARI 22-x,
Qda. MALA 23-v, IBERIA 23-x,
SAN LORENZO 23-y, PUERTO LIDIA 24-v,
RÍO MANURIPE 24-x, MAVILA 24-y,
SANTA MARÍA 24-z, VALENCIA 25-z,
PALMA REAL 26-z Y RÍO HEATH 27-z**

Hojas: SC 19-10, SC 19-14, SC 19-15, SD 19-3 y SD 19-7

Por:

Lidia Romero P.
María del Carmen Morales R.
Mario Carpio R.



INGEMMET

Lima - Perú

Noviembre, 1998

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO



DANIEL HOKAMA TOKASHIKI
Ministro de Energía y Minas

JUAN CARLOS BARCELLOS MILLA
Vice-Ministro de Minas

JUAN MENDOZA MARSANO
Presidente del Consejo Directivo del INGEMMET

WALTER CASQUINO REY - ROBERTO PLENGE CANNOCK
LINDBERG MEZA CÁRDENAS - GERARDO PÉREZ DEL ÁGUILA
NICANOR VÍLCHEZ ORTIZ
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 1998
Coordinación, Revisión y Edición
Dirección de Información y Promoción, INGEMMET
Lima - Perú

Impreso en INGEMMET

Contenido

RESUMEN	1
Capítulo I	
INTRODUCCIÓN	3
1.1 Ubicación y Extensión	3
1.2 Accesibilidad	5
1.2.1 Vía terrestre	5
1.2.2 Vía aérea	5
1.2.3 Vía fluvial	5
1.3 Estudios previos	6
1.4 Base Topográfica y Aerofotográfica	6
1.5 Metodología de Trabajo	6
1.5.1 Fase de Gabinete I	7
1.5.2 Fase de Campo	7
1.5.3 Fase de Gabinete II	7
Capítulo II	
GEOGRAFÍA	9
2.1 UNIDADES GEOGRÁFICAS	10
2.1.1 Llanura de Madre de Dios	10
2.2 CLIMA	10
2.2.1 Temperaturas	19
2.2.2 Precipitaciones y Humedad	19
2.3 SUELO	19
2.4 REGIONES NATURALES	26
2.4.1 Región Natural Omagua o Selva Baja:	26
2.5. HIDROGRAFÍA	26
2.5.1 Cuenca Hidrográfica del Río Madeira	27
Subcuenca Hidrográfica del Río Acre	27
2.5.2 Cuenca Hidrográfica del Río Madre de Dios	27
Subcuenca Hidrográfica del Río Tahuamanu	28
Subcuenca Hidrográfica del Río Muymanu	28
Subcuenca Hidrográfica del Río Manuripe	28
Subcuenca Hidrográfica del Río De las Piedras	28

Subcuenca Hidrográfica del Río Heath	29
Subcuenca Hidrográfica del Río Palma Real	30
Lagunas	30
2.6 RECURSOS NATURALES	30
2.6.1 Flora	30
Bosques Inundados	34
Bosques no Inundados	34
2.6.2 Fauna	36
Fauna del Suelo	36
Fauna Terrestre (Sotobosque)	36
Fauna de los Troncos y Coronas Inferiores	37
Fauna de las Coronas	37
2.7 Actividades Económicas	37
Capítulo III	
GEOMORFOLOGÍA	43
3.1 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	43
3.1.1 Colinas	43
Colinas bajas ligeramente disectadas (Cbl)	43
Colinas bajas fuertemente disectadas (Cbf)	44
Cimas de lomas	44
3.1.2 Llanura de inundación	44
Meandros y Playas (Me)	44
Barras e islas fluviales	51
Cochas de agua negra	51
Cochas de agua clara	51
Aguajales o pantanos (Ag)	51
3.1.3 Terrazas	52
Terrazas bajas inundables (Tb)	52
3.1.4 Planicies	52
Capítulo IV	
ESTRATIGRAFÍA	53
4.1 BLOQUE NORTE Cuadrángulos de Río Acre (22-v), Iñapari (22-x), Qda. Mala (23-v), Iberia (23-x), San Lorenzo (23-y), Pto. Lidia (24-v), Río Manuripe (24-x), Mavila (24-y) y Santa María (24-z)	55
4.2 CENOZOICO	55
4.2.1 Neógeno (Mioceno)	55
Formación Ipururo	55
4.3.2 Neógeno - Cuaternario (Plioceno – Pleistoceno)	60

Formación Madre de Dios	60
4.2.3 Cuaternario	80
Terrazas	80
Terraza Q-3	80
Terraza Q-2	80
Terraza Q-1	80
Terrazas actuales	81
Suelos eluviales	81
4.3 BLOQUE SUR: Cuadrángulos de Valencia, Palma Real y Río Heath	81
4.3.1 NEÓGENO (MIOCENO)	82
Formación Ipururo	82
4.3.2 Neógeno - Cuaternario (Plioceno – Pleistoceno)	92
Formación Madre De Dios	92
4.3.3 CUATERNARIO	94
Depósitos Lacustres	94
Terrazas	94
Suelos Eluviales	104
4.4 AMBIENTES DE SEDIMENTACIÓN	104
Capítulo V	
GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	107
5.1 SUBCUENCA MADRE DE DIOS	107
5.1.1 CORDILLERA ORIENTAL Y SU INFLUENCIA EN LA CUENCA MADRE DE DIOS	107
5.2 DESARROLLO ESTRUCTURAL	108
5.2.1 BLOQUE NORTE	111
Zona de Alineamiento Estructural río De las Piedras	111
Zona de Alineamiento Estructural Río Tahuamanu	111
Zona de Alineamiento Estructural Río Acre	112
5.2.2 BLOQUE SUR	112
Capítulo VI	
GEOLOGÍA HISTÓRICA	123
Capítulo VII	
GEOLOGÍA ECONÓMICA	125
7.1 Minerales Metálicos	126
7.1.1 Transporte de Material	126
7.1.2 Fases de Explotación	127
7.1.3 Mineralización	127

7.2 Minerales No Metálicos	127
7.2.1 Principales Minerales No Metálicos.....	128
Arcilla	128
Arena.....	128
Grava.....	128
Hierro	128
7.3 HIDROCARBUROS	137
7.3.1 Maduración y Migración	138
7.3.2 Conclusiones sobre Evaluación del Lote 47	139
Capítulo VIII	
GEOLOGÍA AMBIENTAL	141
8.1 PROCESOS GEODINÁMICOS	141
8.1.1 EROSIÓN FLUVIAL	141
8.1.2 EROSIÓN DE LADERAS.....	141
8.1.3 DERRUMBES	142
8.2 RECURSOS HÍDRICOS	142
8.2.1 Calidad de Agua.....	142
8.2.2 Análisis Físico-Químico.....	145
8.3 Deforestación	146
8.4 Geoturismo	146
BIBLIOGRAFÍA	149
APÉNDICE ESTRATIGRÁFICO	153
APÉNDICE PALEONTOLÓGICO	187

RESUMEN

La cartografía geológica regional contenida en este trabajo corresponde a una área de 17 367 km² localizada en la amazonía, parte suroriental del Perú, zona limítrofe con Brasil y Bolivia, políticamente forma parte de las provincias de Tahuamanu y Tambopata.

Esta área fue dividida de manera informal en dos bloques: Bloque Norte (cuadrángulos de Acre, Iñapari, Quebrada Mala, Iberia, San Lorenzo, Puerto Lidia, Río Manuripe, Mavila y Santa María), y Bloque Sur (cuadrángulos de Valencia, Palma Real y Río Heath).

Topográficamente, en estas áreas se han desarrollado relieves suaves con alturas promedio que varían entre 400-200 msnm, el desarrollo morfotectónico del Cenozoico ha dado lugar a la formación de colinas, llanuras aluviales y planicies.

La red hidrográfica comprende la subcuenca del río Acre y la cuenca del río Madre de Dios, estos ríos tienen su origen en los Andes y partes levantadas de la Amazonía.

El marco geológico regional está conformado por rocas paleozoicas de origen marino, sedimentitas cretáceas de origen continental a marino, las cuales afloran en las vertientes orientales de la faja subandina. Rocas del Cenozoico representadas por el Grupo Huayabamba del Paleógeno y la Formación Ipururo del Mioceno. Estas unidades fueron reportadas por PETROPERÚ las perforaciones de subsuelo.

Las unidades superficiales observables en los bloques Norte y Sur están caracterizadas por depósitos del Cenozoico de origen continental representados por la Formación Ipururo del Mioceno y la Formación Madre de Dios del Plio-Pleistoceno. En el Cuaternario (Holoceno), las acumulaciones aluviales y fluviales han modificado las superficies anteriores con una intensa actividad de geodinámica externa y denudación configurándose el panorama morfológico actual.

La Formación Ipururo del Mioceno está conformada por areniscas, arcillitas y arcillitas limosas. Las facies laterales de arcillita, horizontes calcáreos, arenisca e intercalaciones de capas delgadas de arena y arcillita nos indican variaciones de ambientes, de fluvial a lacustre.

Los depósitos aluviales de la Formación Madre de Dios se hallan sobreyaciendo en discordancia erosional de extensión regional a la Formación Ipururo y está conformada por tres ciclos de grano decreciente cuya unidad inferior está constituida por un conglomerado basal de matriz ferruginosa, o por arenas con estratificación cruzada. Sobre este material se observan depósitos de arena limosa, limolitas arcillosas y arcillas. En las unidades suprayacentes se observan también arenas, arcillas limosas y arcillas encontrándose la superficie afectada por procesos de pedogénesis.

El Cuaternario-Holoceno, está presente en la zona en forma de terrazas, depósitos eluviales y fluviales actuales.

Estructuralmente se observan alineamientos orientados preferentemente hacia el NO – SE y NE – SO que se manifiestan claramente en las imágenes satelitales y de radar. Los efectos neotectónicos se ven reflejados en las nuevas redes de drenaje fluviales.

Dentro del campo económico, la actividad minera metálica es incipiente y solamente está circunscrita al río Madre de Dios, la actividad no metálica registra la explotación del hierro oolítico, componente de los suelos lateríticos desarrollados a lo largo de la carretera Mavila–Iñapari que son empleados para el afirmado de la misma.

También se ha realizado un estudio de aspectos ambientales referidos a procesos de geodinámica externa que afectan directa o indirectamente a la región.

Adicionalmente se dan a conocer en los apéndices, las secciones medidas en diferentes puntos, los fósiles determinados y los análisis mineralógicos por difracción de rayos X de muestras de arcillas que complementarán la estratigrafía.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo corresponde al programa de la Carta Geológica Nacional, el que viene siendo desarrollado desde 1960 por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico a través de la Dirección de Geología y que desde 1997 alcanzó a la Amazonía.

Cumpliendo con este programa, se han realizado estudios detallados a escala 1/100 000 en 12 hojas de la Carta Nacional cuya área pertenece al departamento de Madre de Dios, las que se publicarán a escala 1/200 000.

Los trabajos de campo se efectuaron durante los meses de abril - mayo y julio – agosto del presente año, encontrándose inconvenientes de orden logístico para el acceso al área, principalmente por la falta de vías de comunicación.

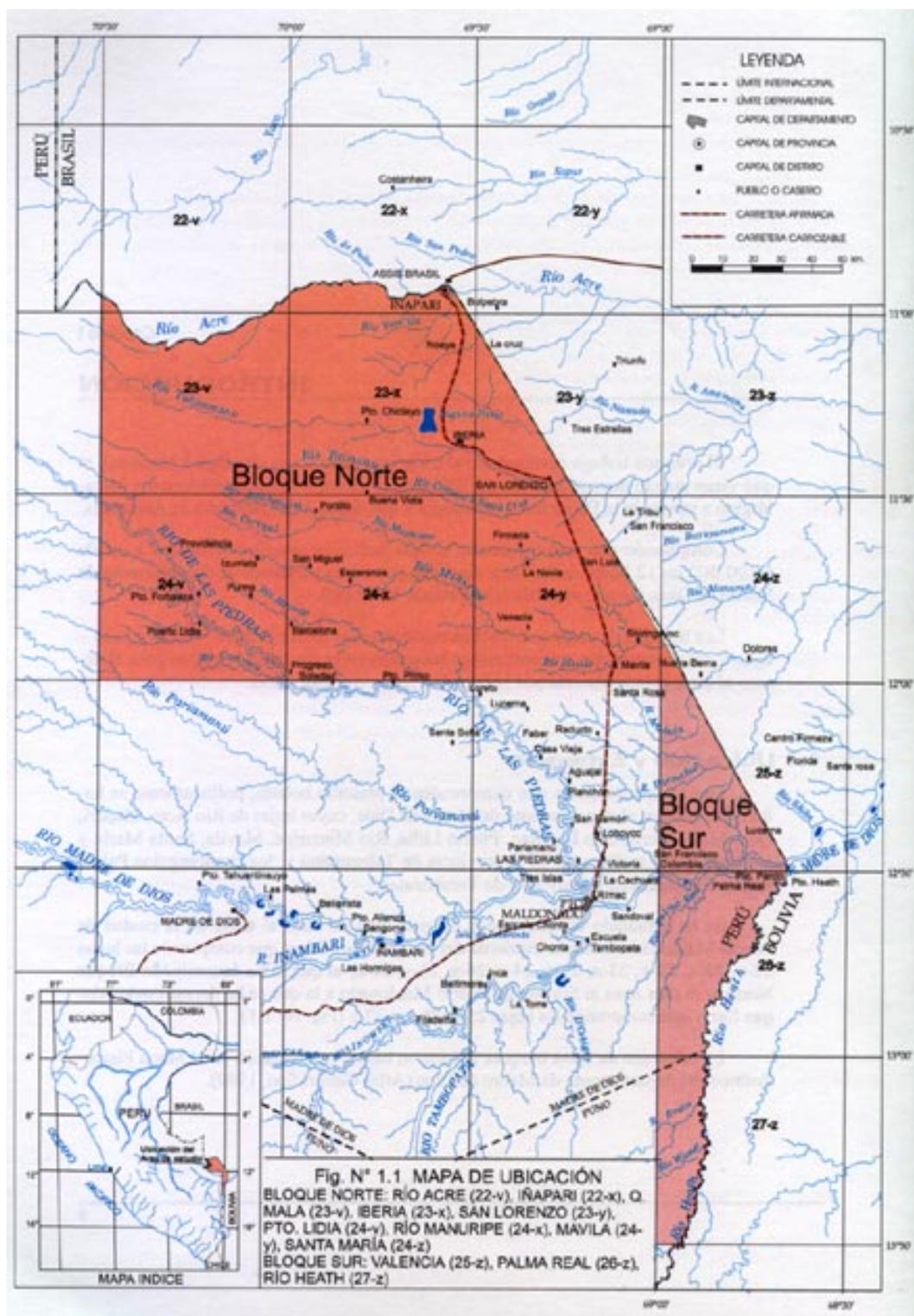
1.1 Ubicación y Extensión

Los 12 cuadrángulos que comprenden el presente boletín, políticamente se hallan ubicados en el departamento de Madre de Dios, cuyas hojas de Río Acre, Iñapari, Qda. Mala, Iberia, San Lorenzo, Puerto Lidia, Río Manuripe, Mavila, Santa María y Valencia están localizados en la provincia de Tahuamanu y, los cuadrángulos Palma Real y Río Heath en la provincia de Tambopata.

Se ha estudiado el área en dos bloques, uno de ellos al norte de la ciudad de Puerto Maldonado (margen izquierda del río Madre de Dios) que comprende las hojas 22-v, 22-x, 23-v, 23-x, 23-y, 24-v, 24-x, 24-y, 24-z, al que se ha denominado Bloque Norte, y la otra zona al Sureste de Puerto Maldonado a la que se ha denominado Bloque Sur y que comprende las hojas 25-z, 26-z y 27-z (Fig. N° 1.1)

La selección de estos bloques se hizo en base a su ubicación en el Mapa Físico-Político del departamento de Madre de Dios (Atlas Geográfico, 1989).

Estos dos bloques de estudio tienen una área aproximada de 14 255 km² para el Bloque norte y 3 112. km² para el Bloque Sur, encontrándose delimitados por las siguientes coordenadas geográficas:



Bloque norte 69° 00' a 71° 30' longitud oeste 11° 00' a 12° 00' latitud sur

Bloque Sur 68° 30' a 69° 00' longitud oeste 12° 00' a 13° 30' latitud sur

Los terrenos de estas zonas fisiográficamente presentan áreas de relieve suave disectados por ríos y quebradas.

1.2 Accesibilidad

Las vías de comunicación son terrestre, aérea y fluvial, siendo la más usual la vía fluvial que sirve de acceso a las zonas de estudio, estando interconectadas a Puerto Maldonado, capital del departamento.

1.2.1 Vía terrestre

Esta vía, sirve de acceso solo a Puerto Maldonado a través de la carretera Panamericana Sur (Lima - Arequipa) y el ramal de penetración (Arequipa – Cusco -Madre de Dios).

Las vías que permiten una conexión interna en el área de estudio, están constituidas por carreteras afirmadas que unen los tramos Puerto Maldonado – Mavila - Iberia - Iñapari; existiendo también carreteras secundarias a lo largo de los ríos Tahuamanu y Manuripe que permiten el acceso a pequeños centros poblados.

Numerosos caminos de herradura conectan los centros agrícolas y poblados con Puerto Maldonado.

1.2.2 Vía aérea

El acceso por vía aérea se realiza mediante vuelos comerciales de Lima a Cusco- Puerto Maldonado o también por vuelos de apoyo cívico efectuados por el Grupo Aéreo N° 8 de la FAP, ruta Lima - Puerto Maldonado.

Desde Puerto Maldonado hacia Iñapari el acceso se realiza en pequeñas avionetas comerciales o helicópteros del Ejército.

1.2.3 Vía fluvial

El transporte fluvial permite la accesibilidad a través de los ríos principales como Madre de Dios, De las Piedras, Acre, Tahuamanu, Manuripe y Heath.

A excepción del río Madre de Dios, sus tributarios presentan limitaciones en la navegabilidad durante los meses de agosto - octubre, época de estiaje.

Este medio de transporte mantiene la comunicación entre las diversas localidades que cuentan con puertos y que son inaccesibles por otros medios.

1.3 Estudios previos

Las investigaciones geológicas en la región están relacionadas principalmente a la prospección de hidrocarburos y minerales.

Entre los estudios realizados por PETROPERÚ y que dan a conocer la estratigrafía y estructuras de la región se tiene:

Símbolo 183 \f“Symbol”\s 12 Evaluación Geológica Preliminar de las Subcuencas Ucayali y Madre de Dios. VELARDE P. et al; 1978. Informe interno.

Otros estudios multidisciplinarios que han enfocado aspectos geológicos son los realizados por ONERN, entre ellos el siguiente:

Símbolo 183 \f“Symbol”\s 12 Inventario, Evaluación e Integración de los Recursos Naturales de la Zona de Iberia - Iñapari, ONERN, 1980.

1.4 Base Topográfica y Aerofotográfica

En la realización del presente estudio, se utilizaron las bases aerofotogramétricas de la Carta Nacional editado por el IGN, las citadas hojas están publicadas a escala 1/100 000 habiendo sido digitalizados y reducidas a escala 1: 200 000 por la Dirección de Información y Promoción del INGEMMET.

Además se usaron imágenes satelitales Landsat Thematic Mapper (TM) bandas 7, 4, 5 = BGR de las hojas mencionadas a escala 1/200 000, e imágenes de radar lateral en blanco y negro, JERS-1/SAR a escala 1/200 000.

1.5 Metodología de Trabajo

El presente estudio fue realizado en tres fases que comprenden:

1.5.1 Fase de Gabinete I

Recopilación de información.- Se realizó una intensiva búsqueda bibliográfica de estudios realizados en el área de interés y zonas adyacentes.

Fotointerpretación.- Se realizó la interpretación de imágenes satelitales delineando las unidades geográficas, geomorfológicas, hidrográficas, geológicas y estructurales. Con esta información se elaboró un informe preliminar y un mapa geológico básico.

Planificación.- Se establecieron rutas de accesos probables para verificar las principales unidades litoestratigráficas y estructurales obtenidas de la interpretación satelital.

1.5.2 Fase de Campo

Los trabajos de campo se realizaron en dos períodos de 45 días cada uno, desde abril a mayo y de junio a julio de 1998. Durante estos trabajos se observaron las características de las unidades litoestratigráficas, posiciones estratigráficas, rasgos estructurales, tipos de suelo y los principales procesos geodinámicos. Se midieron secciones estratigráficas representativas y se colectaron muestras para estudios petrográficos, paleontológicos, análisis químico y rayos X.

1.5.3 Fase de Gabinete II

Se elaboraron mapas geológicos a escala 1: 200 000 de los cuadrángulos mencionados que reflejan las unidades litoestratigráficas presentes y perfiles topográficos que muestran relieves aproximados, también mapas estructurales con lineamientos principales obtenidos por interpretación de imágenes satelitales.

Se elaboraron columnas litoestratigráficas representativas y relaciones gráficas con difractogramas de algunas muestras analizadas en el laboratorio de rayos X.

Se realizó el estudio paleontológico de las muestras colectadas mediante secciones delgadas de los troncos fósiles.

Finalmente se elaboró el presente informe con el análisis de los datos y estudios realizados.

Por la amplitud del área de estudio, ésta se ha dividido en dos grandes bloques que definimos como Bloque Norte y Bloque Sur (Fig. N° 2.1, 2.2). Ambos bloques se encuentran ubicados en la parte suroriental del territorio nacional comprendiendo parte del Llano Amazónico.

Los rasgos geográficos que caracterizan a estos bloques están conformados por diferentes paisajes como respuesta a los diferentes eventos geológicos y condiciones ambientales que han afectado el área. Las subcuencas presentan un paisaje de colinas y terrazas relativamente planas y amplias afectadas por quebradas que desarrollan un patrón de drenaje tipo pinnado.

El Bloque Norte se caracteriza por presentar un relieve subondulado; producto de la acción de agradación y degradación de ríos meandriformes como De las Piedras, Huáscar, Tahuamanu y Manuripe, los cuales cruzan este bloque en dirección NO-SE. Estos ríos han desarrollado sobre el área una disección de moderada a fuerte.

Algunas veces las llanuras de inundación ubicadas hacia las márgenes son relativamente estrechas como es el caso del río Huáscar (cuadrángulo de Río Manuripe), otras veces se pueden observar lomadas, llanuras de inundación amplias y niveles de terrazas diferentes, donde la más antigua puede llegar a alcanzar hasta 9 m de altura en el período mayo-julio (cuadrángulo de Puerto Lidia).

Las terrazas son fácilmente reconocibles en imágenes de radar y se observan a modo de altas mesetas, los paisajes de lomadas y colinas se extienden ampliamente constituyendo superficies onduladas y de contornos suaves.

El Bloque Sur presenta un relieve suave constituido por antiguas planicies de agradación y terrazas planas inundables. Los cursos antiguos del río Madre de Dios, río Heath y afluentes menores han dado lugar a la formación de extensos pantanos, aguajales y lagos. Uno de los más claros ejemplos de cauce abandonado es el gran lago Valencia (cuadrángulo de Valencia), formado a partir del estrangulamiento de un meandro del río Madre de Dios. Rasgos geomorfológicos peculiares se observan en los cuadrángulos de Palma Real y Río Heath

donde se tiene una pequeña región de características climáticas, botánicas y zoológicas singulares denominada Pampas del Heath. Su apariencia es la de una llanura con gramíneas y palmeras que contrastan con los altos y densos bosques de la selva tropical (Foto N° 2.1), su clima es cálido y húmedo, encontrándose muchas especies de animales y plantas que habitan este ecosistema único en el país.

2.1 UNIDADES GEOGRÁFICAS

Dentro de las unidades geográficas identificadas para el territorio peruano, el área de estudio está ubicada en la Selva Baja o Llano Amazónico; específicamente la conocida como Llanura de Madre de Dios (Fig. N° 2.3).

2.1.1. Llanura de Madre de Dios

Constituye el 100% del área de estudio, se trata de una planicie extendida con suave inclinación al SE desde el arco de Fitzcarrald hasta la frontera con Bolivia, alcanzando alturas promedio de 400 a 200 m.

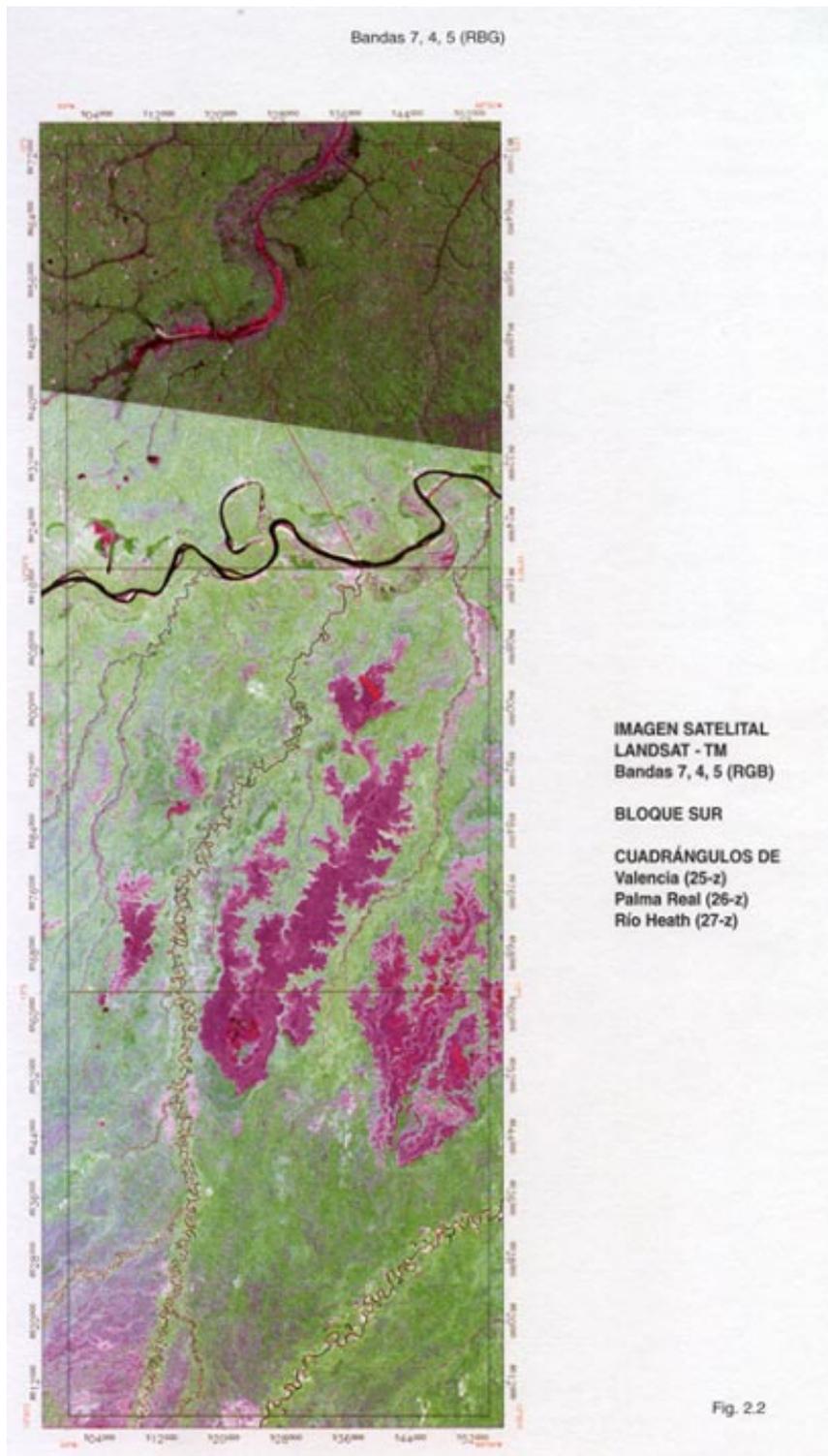
La Llanura de Madre de Dios se caracteriza por su poca variación topográfica, tiene un relieve suave a ligeramente ondulado con pendientes de 0 a 8 %. Está constituida por sedimentos horizontales a subhorizontales del Neógeno y depósitos fluviales, aluviales del Cuaternario que conforman terrazas bajas y altas. Estas vastas áreas presentan un modelado fluvial-aluvial; donde los ríos De las Piedras, Manuripe, Tahuamanu y sus tributarios discurren con lentitud formando una red de drenaje extendida y meandriforme que disecta suave a profundamente la superficie. Se forman planicies de inundación, complejos de orillares, barras de arena y pequeños lagos. La característica más saltante de esta unidad es el desarrollo de grandes bosques sucesionales con especies tropicales a subtropicales.

Si bien es cierto que la Llanura Amazónica de Madre de Dios presenta áreas inundables y pantanosas en su mayor extensión, tenemos también extensas superficies de terrazas altas con sistemas de colinas donde hoy en día se ubican y desarrollan grupos humanos.

2.2 CLIMA

En el Bloque Norte el clima predominante es el tropical cálido y húmedo y es conocido como clima de bosque húmedo tropical mientras que en el Bloque Sur se tiene una transición entre bosque húmedo y de sabana, con una época seca de mayo a octubre.





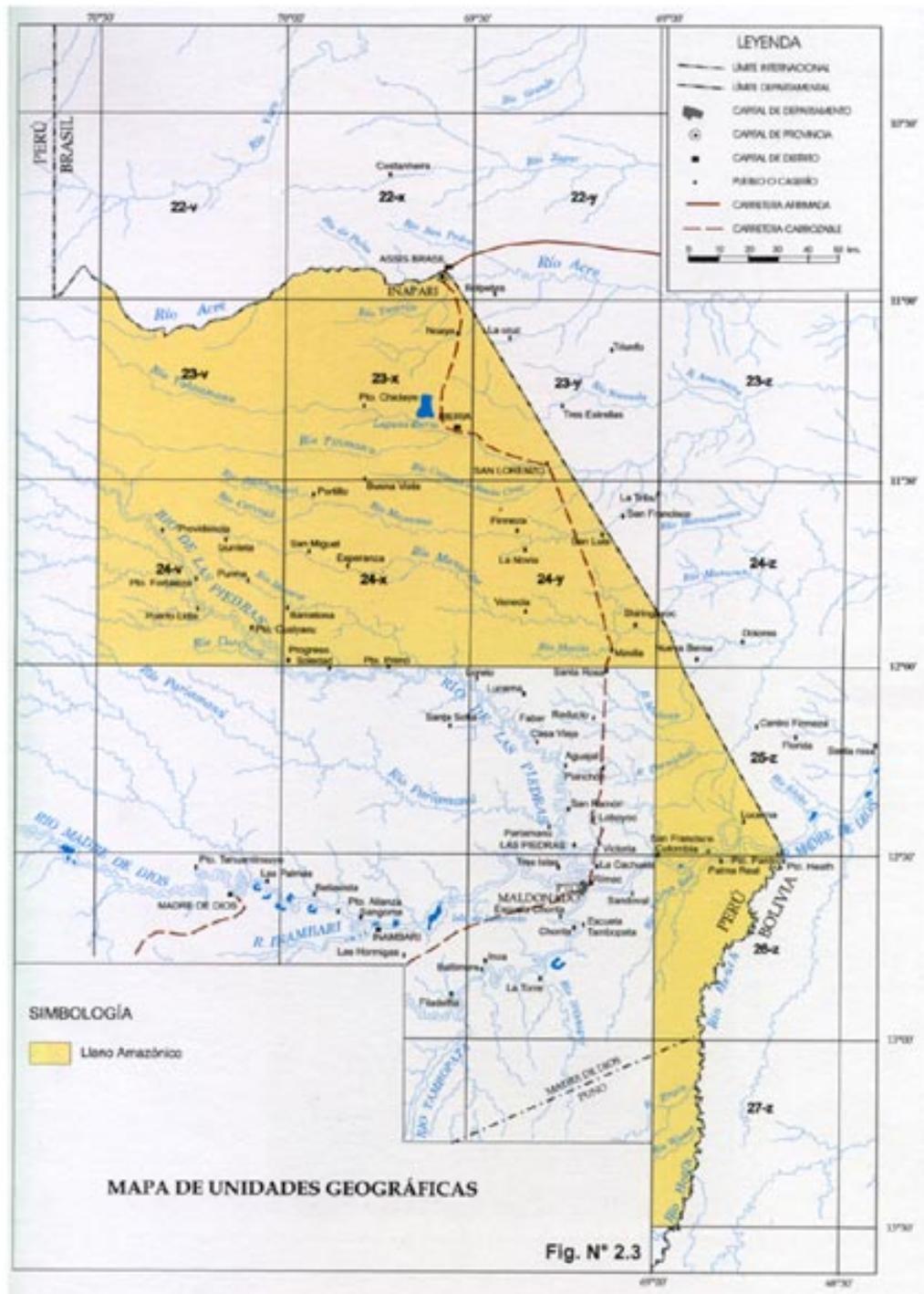




Foto N° 2.1 Pampas del Heath (cuadrángulo de Río Heath), región de características climáticas, botánicas y zoológicas singulares.

2.2.1 Temperaturas

El clima imperante en ambos bloques se caracteriza por temperaturas bastante constantes durante el año. El promedio mensual oscila entre 24° y 26°C, siendo los valores máximos de 33° a 36° C en los meses de agosto y setiembre y los mínimos descienden de 18° hasta 20° C. La variación diaria de la temperatura oscila entre 5° a 8° C (Fig. N° 2.4).

La temperatura del suelo a 15 cm de profundidad es de 24° a 25° C y las variaciones diurnas y anuales no sobrepasan los 2° C. Durante los meses de mayo a setiembre se puede llegar hasta los límites absolutos de 6°C, evento conocido con los nombres de “Friaje” o “Surazos” que son masas de aire del Anticiclón Polar marítimo que penetran al continente sudamericano y son canalizados por los Andes desplazándose hasta Bolivia. Los “Surazos” levantan el aire tropical caliente y liviano generando frentes fríos y nubosos.

2.2.2 Precipitaciones y Humedad

La precipitación total anual es aproximadamente de 2 000 mm y el promedio mínimo es de 1 000 mm distribuidos regularmente durante todo el año.

La época lluviosa es de diciembre a marzo. El período de precipitaciones escasas abarcan los meses de junio, julio y agosto. Cuando se tienen dos o tres meses con precipitaciones inferiores a los 50-100 mm, se producen cambios en la vegetación apareciendo un bosque tropical más seco hacia el norte del río De las Piedras (provincia de Tahuamanu).

La humedad atmosférica relativa es alta a lo largo de todo el año, con un promedio mayor a 75%, en función de las precipitaciones totales, así como de la evaporación de los cursos de agua y zonas pantanosas que abundan en la región (Fotos N° 2.2, 2.3)

En los cuadrángulos de Valencia, Palma Real y Río Heath la precipitación es relativamente baja (Fig. N° 2.5).

2.3 SUELO

Considerando que la totalidad de los suelos desarrollados son de origen pluvial constituidos por sedimentos transportados desde los Andes, las condiciones edáficas varían de un lugar a otro de acuerdo a las fases fluviales diferenciadas y los múltiples ciclos aluviales de los ríos andinos y de la Selva Baja. En líneas generales son suelos que presentan un alto grado de humedad y están sometidos a temperaturas tan altas que favorecen la descomposición de la materia orgánica.

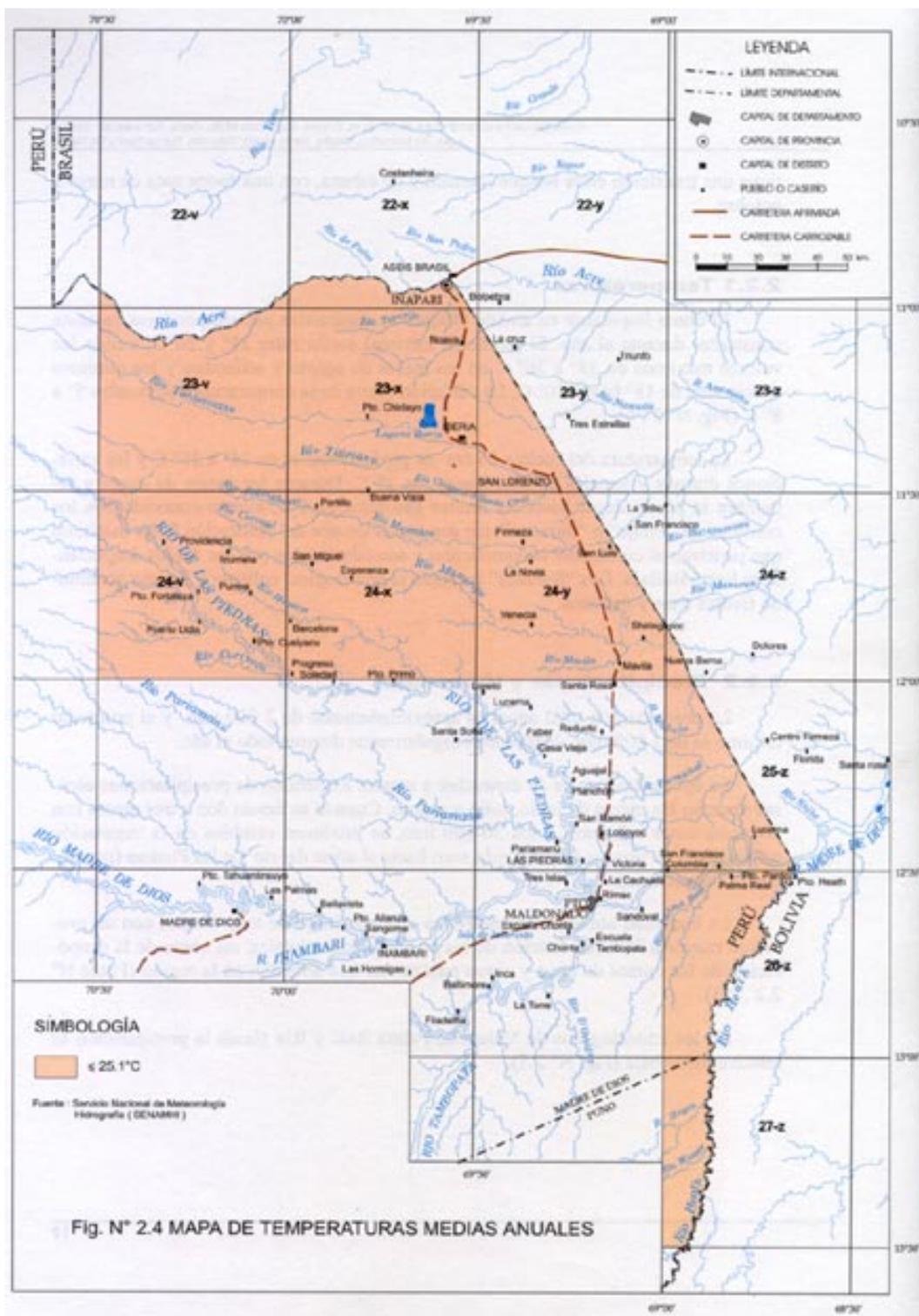
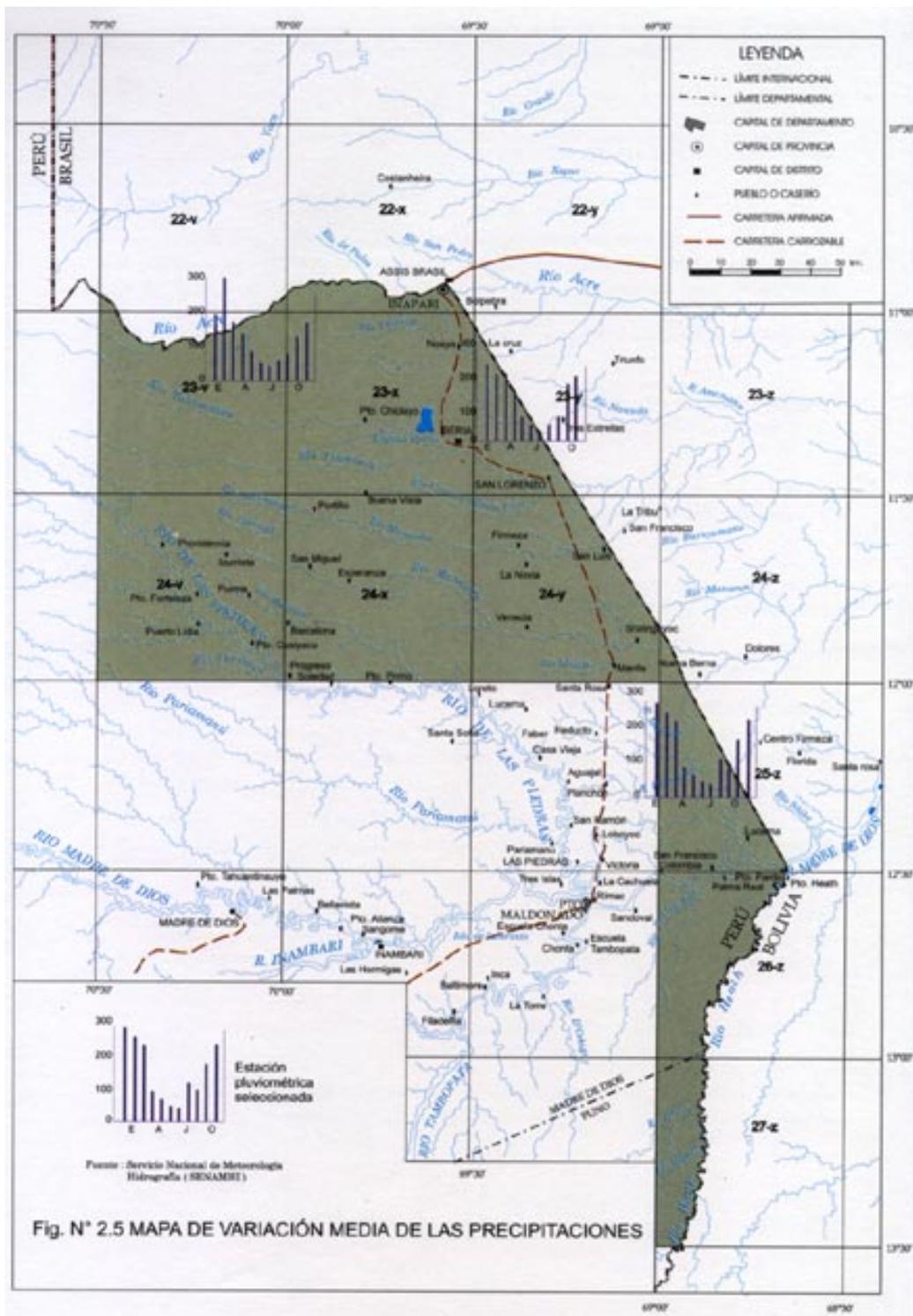




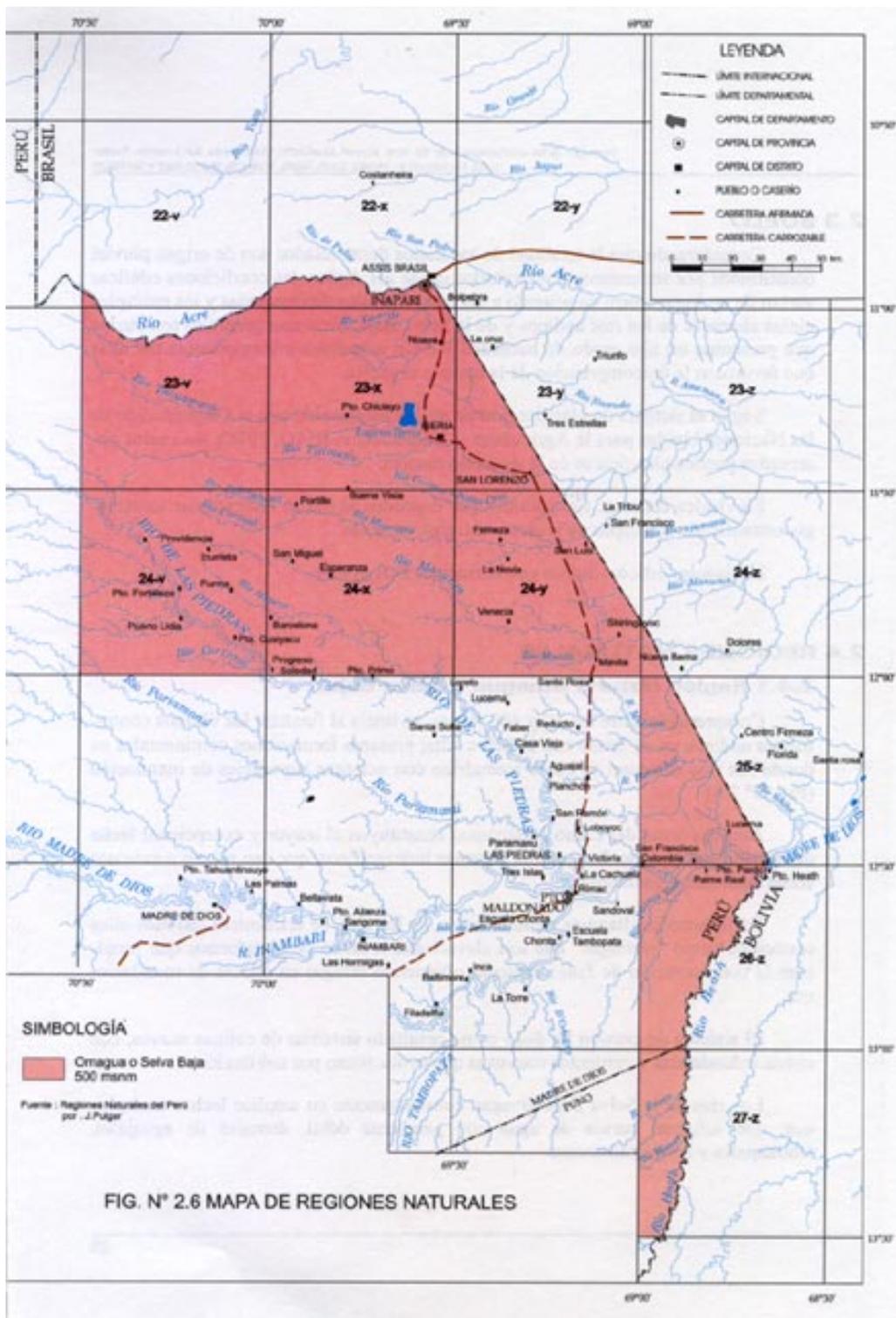
Foto N° 2.2 Precipitación intensa en el curso del río De las Piedras (cuadrángulo de Río Lidia).



Foto N° 2.3 Evaporación de las aguas del río Tahuamanu (cuadrángulo de Iberia).



Geología de los cuadrángulos de Río Acre, Iñapari, Quebrada Mala, Iberia, San Lorenzo, Puerto Lidia, Río Manuripe, Mavila, Santa María, Valencia, Palma Real y Río Heath



Según el sistema de clasificación de suelos establecido por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO, 1976), los suelos observados pueden clasificarse de la siguiente manera:

Fluvisoles éutricos: Constituidos por depósitos aluviales recientes de morfología estratificada con capas de grosor y texturas variables.

Luviosoles órticos: Suelos con horizontes B argílicos.

2.4 REGIONES NATURALES

2.4.1 Región Natural Omagua o Selva Baja:

Comprendida entre los 80 y 400 msnm, se inicia al finalizar los últimos contrafuertes andinos en su límite con la Selva Alta; presenta formaciones continentales en donde los ríos acentúan su curso meándrico con extensas superficies de inundación (Fig. N° 2.6)

Amplias áreas del Llano Amazónico constituyen el mayor y excepcional lecho de los ríos que integran los grandes sistemas hidrográficos, que dan origen a extensas zonas húmedas y pantanosas.

En las amplias llanuras de inundación de los ríos, se encuentran terrenos altos conocidos como “restingas” que son elevaciones a modo de plataformas que propician la concentración de fauna regional ofreciendo refugio en épocas de inundaciones.

El sistema de erosión ha dado como resultado sistemas de colinas suaves, con cimas redondeadas y vertientes convexas que evolucionan por solifluxión.

Los ríos de la Selva Baja divagan constantemente en amplios lechos meándricos, que originan cursos de agua con pendiente débil, drenajes de aguajales, tahuapales y zonas pantanosas.

2.5. HIDROGRAFÍA

El área de estudio se encuentra comprendida entre la subcuenca hidrográfica del río Acre y la extensa y densa cuenca hidrográfica del río Madre de Dios.

El Bloque Norte es recorrido de oeste a este por el río Acre que drena hacia la subcuenca hidrográfica del río Purús y los ríos Tahuamanu y De las Piedras afluentes del río Madre de Dios.

El Bloque Sur está recorrido por el caudaloso curso del río Madre de Dios y su afluente el río Heath.

Estos ríos y sus tributarios desarrollan un drenaje tipo dendrítico a enrejado, son meandriiformes y de caudal estacional variable.

2.5.1 Cuenca Hidrográfica del Río Madeira

Subcuenca Hidrográfica del Río Acre

Este río es tributario superior de la red hidrográfica del río Madeira, nace al norte del cuadrángulo de Quebrada Mala y recorre los cuadrángulos de Quebrada Mala, Río Acre e Iñapari con dirección O-E, como demarcador geopolítico de la frontera Perú-Brasil.

Su afluente por la margen izquierda es el río de Palos y por su margen derecha el río Yaverija.

Durante la época de creciente, el río Acre es navegable con embarcaciones propulsadas con motores de 16 HP conocidas localmente como “pequepeques, aproximadamente hasta la altura de la quebrada Los Patos (lado brasileño).

2.5.2 Cuenca Hidrográfica del Río Madre de Dios

El río Madre de Dios también conocido con el nombre de Amaru Mayo, se origina a partir de la confluencia de los ríos Pilcanota y Piñipiñi, que demarcan la frontera de los departamentos de Cusco y Madre de Dios. El río Madre de Dios se encuentra recorriendo los cuadrángulos de Valencia y Palma Real en dirección O - E.

El río Madre de Dios y algunos de sus tributarios tienen alimentación nival, glaciario y pluvial durante todo el año, bajan libremente a las llanuras orientales y son navegables a distancias relativamente cortas de sus fuentes respectivas. Sus tributarios por la margen izquierda generalmente nacen en las colinas y terrazas de la Selva Baja a no menos de 500 m. En épocas de creciente se puede navegar sin problemas en toda la extensión de su curso con embarcaciones de 55 HP., siendo navegable todo el año con embarcaciones más pequeñas.

Las modificaciones y variaciones a las que está sometido el patrón de drenaje es producto del control tectónico y eventos climáticos.

Sus principales tributarios son:

Subcuenca Hidrográfica del Río Tahuamanu

Afluyente del río Madre de Dios, cruza los cuadrángulos de Quebrada Mala, Iberia y San Lorenzo con dirección O-E.

Nace en la provincia de Tahuamanu y continúa por territorio Boliviano y Brasileño donde tiene su mayor desarrollo. Sus afluentes por la margen izquierda son los ríos Titimanu, Cocama o Santa Cruz y Muymanu y por la derecha las quebradas Isabelita y Pacahuara. En épocas de verano el nivel de sus aguas desciende rápidamente (Foto N° 2.4)

Este río es utilizado por los pobladores para trasladarse en botes entre Iberia y las poblaciones vecinas de Miraflores, San Lorenzo, San Juan y poblaciones de la República de Bolivia. Su densidad de drenaje en la zona está dado por las precipitaciones promedios de 1 750 mm.

Subcuenca Hidrográfica del Río Muymanu

Nace de la confluencia de las quebradas Billinghamurst y Carbajal ubicadas en el cuadrángulo de Río Manuripe, recorre de oeste a este los cuadrángulos de Río Manuripe y Mavila.

Es navegable en épocas de creciente por embarcaciones con motor “peque peque” de 16 HP, pero su caudal tiende a variar rápidamente, razón por la cual no es muy utilizado para navegación. La precipitación promedio en esta subcuenca es de 2 000 mm.

Subcuenca Hidrográfica del Río Manuripe

Tiene sus nacientes a la misma altura que el río Muymanu. Sus principales afluentes por la margen derecha son los ríos Mavila, Malecón y Parmichal desembocando estos dos últimos al río Manuripe en territorio boliviano. Este río recorre en dirección oeste a este los cuadrángulos de Puerto Lidia, Río Manuripe, y Mavila.

En épocas de creciente se puede navegar con embarcaciones de base plana y propulsados con motor “peque peque” de 16 HP. No desarrolla depósitos de playas.

Subcuenca Hidrográfica del Río De las Piedras

También conocido como río Tacuatimanu, es un importante afluyente del río Madre de Dios por su margen izquierda. Su cuenca abarca los cuadrángulos de Puerto Lidia y Río Manuripe.

Inicia su recorrido cerca al límite de las provincias de Atalaya (departamento de Ucayali) y Tambopata (departamento de Madre de Dios) (11° S y 72° O) hasta la localidad de río De las Piedras, donde desemboca al río Madre de Dios. Tiene un recorrido aproximado de 500 km siguiendo una dirección SE.

Su curso superior es bastante estrecho por lo que al parecer no es navegable en este punto hasta la altura del poblado de Providencia, a partir del cual ensancha su cauce y se hace navegable en épocas de creciente por embarcaciones de pequeño calado (cerca a su desembocadura llega a tener un ancho de 150 m). Su curso es bastante sinuoso y tiene numerosos afluentes; por la margen derecha los ríos Seticayo, Chiclayo o Citiyacu, Chanchamayo, San Francisco, Lidia, Curiyacu y Pariamanu; por la margen izquierda el río Huáscar.

En el período de mayo a julio presenta terrazas altas (3 a 12 m de altura) estables y bien protegidas desarrollándose amplias playas. Durante la época de creciente las zonas bajas están sujetas a inundaciones.

La cuenca del río De las Piedras está poco poblada y sólo algunos fundos se encuentran ubicados aisladamente en sus orillas.

Subcuenca Hidrográfica del Río Heath

Afluente del río Madre de Dios por la margen derecha. Se encuentra recorriendo los cuadrángulos de Palma Real y Río Heath con dirección SO-NE. Su curso representa el demarcador político de la frontera Perú - Bolivia.

El río Heath tiene pocos afluentes; por la margen derecha se conocen el río Wiener y el río Bravo.

Este río discurre amplia y sinuosamente sobre antiguas superficies de agradación, las terrazas que desarrolla son bajas y en épocas de creciente están afectadas por inundaciones. En verano son numerosos sus depósitos de playa.

En épocas de creciente se puede navegar con embarcaciones propulsadas con motor de 55 HP, mientras que en épocas de verano se avanza con este mismo motor sólo hasta la altura de la quebrada Juliaca punto a partir del cual se tiene que utilizar un motor de 16 HP y aún así se avanza con dificultad.

Subcuenca Hidrográfica del Río Palma Real

Afluyente del río Madre de Dios por su margen derecha. Tiene recorrido corto y se encuentra ubicado en el cuadrángulo de Palma Real.

Su curso sinuoso y estrecho se encuentra disectando fuertemente las altas terrazas de la Formación Madre de Dios.

En épocas de verano es difícil de surcar, no forma playas pero si frecuentes barras de arena, así habitantes de la localidad de Palma Real que suelen pescar en este río surcan sus aguas dificultosamente con remo (Fig. N° 2.7).

Lagunas

El sistema hidrográfico observado para estos ríos de la Amazonía es complejo, sus cursos sinuosos dan lugar a la formación de extensas llanuras de inundación, llanuras de meandros, playas, y grandes complejos de orillares o restingas y cochas.

El desarrollo de lagunas o cochas en el área de estudio se concentra hacia el Bloque Sur dado el carácter meandriforme y extensión de la llanura de inundación de los ríos Madre de Dios y Heath.

En el cuadrángulo de Valencia tenemos la mayor expresión; el gran lago Valencia formado a partir del estrangulamiento de un gran meandro del río Madre de Dios. Este lago cubre una extensión aproximada de 60 km². También se tienen otros sistemas de lagos menores.

Algunas zonas pantanosas y cochas se alimentan de las escorrentías superficiales originadas por las intensas precipitaciones pluviales que distinguen a la Selva Baja, por ejemplo el sistema de cochas de aguas negras encontradas en el tramo de la carretera Iberia-Iñapari (Foto N° 2.5).

2.6 RECURSOS NATURALES

2.6.1 Flora

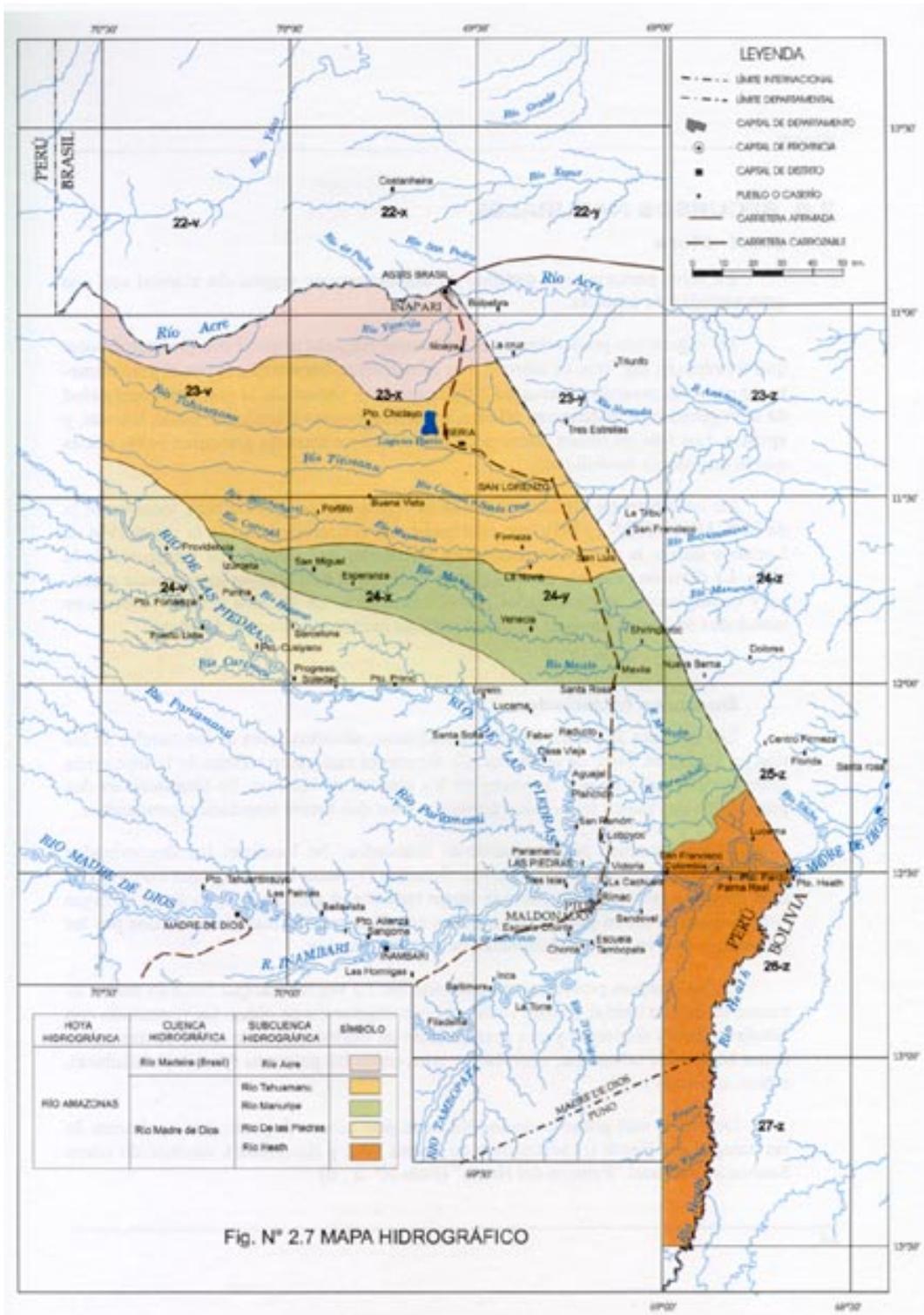
La selva peruana es el dominio de una exuberante vegetación tropical con una gran variedad de especies.



Foto N° 2.4 En época de vaciante las frecuentes palizadas formadas en el río Tahuamanu dificultan el avance.



Foto N° 2.5 Cocha ubicada en el tramo de la carretera Iberia-Iñapari.



La vegetación predominante es de bosque húmedo tropical con grandes árboles que sobrepasan los 50 m de altura y 3 m de diámetro, caracterizada por el gran número de especies presentes (cerca de 3 000 especies). Dentro de la gran heterogeneidad de la vegetación se encuentran árboles, palmeras, plantas trepadoras, lianas leñosas, y epifitas. Los árboles tienen raíces poco profundas y a menudo presentan bases aladas que le dan mayor estabilidad.

De las diferentes clasificaciones de la vegetación en la selva baja, tomaremos la de ENCARNACIÓN (1985), que está basada en el conocimiento de la vegetación de Loreto y utiliza la misma nomenclatura vernacular que utilizan los habitantes de la zona. La división primaria de los tipos de vegetación es de mayor importancia práctica y ecológica: si son inundados por el crecimiento de los ríos o no. Los bosques inundados se llaman bosques de bajial y los no inundados bosques de altura.

Bosques Inundados

Los bosques de bajial: Están, generalmente, situados cerca de los canales de los ríos en las partes bajas de la cuenca. Su terreno es casi plano reflejando la topografía generada por los cambios recientes en los canales de los ríos. Se clasifican en dos grupos: los que tienen inundación periódica y los que tienen inundación permanente.

En los bosques permanentemente inundados: Se localizan los denominados pantanos con vegetación de hidrofitas flotantes (victoria regia), aguajal con vegetación de palmeras (aguaje y chonta), luego tenemos el pungal (ocupan áreas de lagos antiguos que están en proceso de llenarse con limo y otros materiales traídos por las crecientes) con vegetación dominante de punga y araceae.

En los bosques periódicamente inundados: La vegetación que crece en suelos limosos se llaman barrial y sobre suelo arenoso vegetación de playa. La vegetación con árboles grandes dispersos y con presencia de un estrato herbáceo anual es designada como bosque de tahuampa, con plantas tales como las palmeras (yarina y chambira), cetico, capirona y ojé.

Dentro de este grupo podemos ubicar la gran sabana de pastizales y palmeras de las pampas del Heath (cuadrángulos de Palma Real y Río Heath), reconocido como Santuario Nacional “Pampas del Heath” (Foto N° 2 . 6)

Bosques no Inundados

Los bosques de altura: Estos crecen en las partes más altas de la cuenca amazónica y están, generalmente, situados más lejos de los cuerpos de agua. Su topografía puede ser plana u ondulada. Estos terrenos tienen buen drenaje y escorrentía, presentando suelos are-

nosos y suelos arcillosos o arcillo-arenosos. La vegetación arbustiva que presentan es el chamizal, árboles más altos (hasta 3 m), son los denominados varillal. Los árboles de estas áreas son más altos y derechos con la presencia de helechos pequeños. Los bosques de colinas y terrazas no son inundados ni por las lluvias torrenciales ni por los ríos, Este tipo de vegetación se tiene hacia el Bloque Norte, en el área de los ríos De las Piedras, Tahuamanu, Manuripe y Acre (Foto N° 2.7)

Entre las principales especies abundan los árboles de shiringa de los que se extrae el jebe fino y la más característica y propia del ecosistema la “castaña” o *Bertholletia excelsa* de la familia Lecythidaceas, árbol corpulento cuyos frutos voluminosos y pesados son bastante apreciados.

Otras especies importantes por su aplicación en la vida diaria son:

Nombre científico	Nombre vulgar	Uso
<i>Gynerum sagittatum</i>	caña brava	
<i>Cecropia tessmannii</i>	cetico	elaboración del papel
<i>Cecropia ferreyrae</i>	cetico	elaboración de papel
<i>Anthemintica</i>	ficus	látex para medicina popular
<i>Ochroma lagopus</i>	palo de balsa (topa)	construcción de balsas
<i>Inga</i>	shimbillo	frutal
<i>Swietenia macrophylla</i>	caoba	ebanistería
<i>Cedrela odorata</i>	cedro	ebanistería
<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	tipo cedro	ebanistería
<i>Pithecolobium</i> sp.	chotanguino	ebanistería
<i>Ceiba pentrandia</i>	huimba	frutal
<i>Trichilia tocachiana</i>	lupuna	ebanistería
<i>Chuba pucheryminos</i>	mohena amarilla	ebanistería
<i>Aniba roseaodora</i>	palo de rosa	perfumería
<i>Anuburana cearensis</i>	ishpingo	ebanistería
<i>Brosimum uleanum</i>	manchinga	ebanistería
<i>Clarisia</i> sp.	mashonaste	ebanistería
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	capirona	combustible
<i>Trema micrantaha</i>	atadijo	vivienda
<i>Hura crepitau s</i>	catahua	veneno
<i>Heisteria pallida</i>	chuchuhuasi	alcohol
<i>Hevea brasiliensis</i>	shiringa	jebe
<i>Castilla ulei</i>	caucho negro	industrial
<i>Mauritia fleuxosa</i>	aguaje	fruto
<i>Phytelephas macrocarpa</i>	yarina	fruto
<i>Hura crepitau s</i>	habilla	medicinal
<i>Banisteriopsis caapi</i>	ayahuasca	alucinógeno

2.6.2 Fauna

La Llanura de Madre de Dios está considerada como parte de la gran división zoogeográfica denominada “Dominio Amazónico” que constituye el centro de evolución y origen de las especies de la selva amazónica, rica en especies y endemismos.

El desarrollo de esta fauna está íntimamente ligado a la zonación vertical del bosque determinada por la variación de altura de los árboles. Así tenemos el crecimiento y proliferación de especies particulares en las zonas del suelo, sotobosque, troncos, dosel secundario y dosel superior.

Fauna del Suelo

Está contenida en la capa de humus, aquí se desarrolla el mayor número de especies importantes para el metabolismo de las sustancias nutritivas. Esta fauna está constituida por insectos: termitas, *Atta* sp., *Formicidae* (hormigas), coleópteros, planarias terrestres, género *Liostomus* (sanguijuelas), Familia *Glossoscolecidae* (lombrices), miriápodos, escorpiones, *Strophoecheilus popelairianus* (moluscos) y arañas.

Fauna Terrestre (Sotobosque)

Considera a la agrupación de especies de habita preferentemente en superficie terrestre.

Entre los anfibios hay numerosas especies algunas de ellas gigantes como el *Ceratophrys* sp. (sapo cornudo), *Bufo marinus* (sapo gigante), *Geochelone denticulata*, *G. carbonaria*, *Rhinoclemis annulata* (motelo). Los ofidios están representados por especies terrestres como: *Boa constrictor* (boa), *Lachesis muta* (shushupe), *Bothrops* spp. (jergones) y *Micrurus* sp. (naca-naca).

Entre los mamíferos terrestres tenemos: *Tapirus terrestris* (Sachavaca), *Mazama americana* (venado colorado), *Mazama gouazoubira* (venado plumizo). Las especies más numerosas son los roedores como: *Agouti paca* (majaz), *Dasyprocta* sp. (añuje), *Myoprocta pratti* (punchana). Los chanchos de monte están representados por: *Tayassu tajacu* (sajino) (Foto N° 2.8) y *Tayassu pecari* (huangana).

Otras especies son: *Dasypus* sp. (carachupa), *Felis concolor* (puma), *Felis onca* (jaguar u otorongo), *Felis pardalis* (ocelote)

Fauna de los Troncos y Coronas Inferiores

En este estrato se encuentran mariposas del género: *Caligo* sp, *Morpho* sp., *Heliconiidae*, *Ithoniidae*. También se tienen: *Isoptera* (comejenes), *Formicidae* (hormigas), *Vespidae* (avispas), *Meliponinae* (abejas).

Las aves típicas son: *Dendrocolaptidae* (aves trepadoras), *Formicariidae* (aves hormigeras), *Picidae* (carpinteros) y *Trochilidae* (picaflores). *Desmodus rotundus* (murciélagos).

Fauna de las Coronas

En este estrato las plantas llegan a su máximo desarrollo, se observan animales de rápido desplazamiento como monos, aves, murciélagos, *Sciuridae* (ardillas), anfibios, lagartijas, *Gekkonidae* (salamanquejas), *Bothrops castelnaudi*, *B. bilineatus*, *Corallus caninus* (ofidios), loros, *Bradypus*, *Cholepus* (perezosos), tigrillos, monos, *Tamandua*, *Cyclops* (osos hormigueros), *Psittacidae* (papagayos)

2.7 Actividades Económicas

La explotación forestal con fines de comercialización de madera está limitada por la falta de buenas vías de comunicación. La agricultura y ganadería está poco desarrollada y la producción sólo es para consumo local. Se cultiva plátano, yuca, maíz, frijol y caña de azúcar (Foto N° 2.9).



Foto N° 2.6 Pampas del Heath con su singular vegetación de aguaje y gramíneas.



Foto N° 2.7 Bosques de altura desarrollados en las terrazas altas de la Formación Madre de Dios, río Acre (cuadrángulo de Iñapari).



Foto N° 2.8 *Tayassu tajacu* (sajino), especie común en la región.



Foto N° 2.9 La extracción maderera es una actividad económica importante, pero está limitada por falta de vías de comunicación (río De las Piedras).

Los rasgos geomorfológicos frecuentemente observados en los bloques Norte y Sur, son superficies de relieve plano y ondulado; compuestos por meandros abandonados y planicies inundadas, pantanos y cochas producto de la divagación de los ríos Acre, Tahuamanu, Madre de Dios y Heath. Otra expresión son las colinas bajas disectadas por una red de drenaje en la mayoría de los casos subparalela, muchas de ellas casi inaccesibles por la densa vegetación (Figs. N° 3.1 y 3.2).

3.1 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

En el área de estudio se pudo reconocer las siguientes unidades geomorfológicas:

3.1.1 Colinas

Son elevaciones del terreno cuyas laderas pueden divergir en varias direcciones a partir de su cima como también pueden formar series lineales; encontrándose profundamente disectadas en ambos casos por numerosas quebradas.

En el área se han diferenciado dos tipos de colinas basados en la altura y pendiente que presentan. (MALLEUX, 1982):

Colinas bajas ligeramente disectadas (Cbl)

En los cuadrángulos de Puerto Lidia, Quebrada Mala e Iberia, el sistema de colinas bajas se observa como ondulaciones sinuosas y alargadas del terreno cuyas altitudes raras veces sobrepasan los 50 m, presentan varios kilómetros de extensión y se ubican distantes de las márgenes de los ríos. Estas colinas están cubiertas por bosques de fisonomía heterogénea.

Colinas bajas fuertemente disectadas (Cbf)

Sólo se observan hacia el sector SO del cuadrángulo de Río Manuripe.

Cimas de lomas

Localizadas en los cuadrángulos de San Lorenzo y Mavila. Se observan en las partes altas de las lomas caracterizando superficies planas.

Las interpretaciones de las imágenes satelitales Landsat 5-TM obtenidas con combinaciones de bandas 5,4,7; 5,4,3 y 7,4,2 (RGB) de estos cuadrángulos, permiten interpretar estas colinas como secuencias sedimentarias del Cuaternario que cubren el paleorelieve de rocas cenozoicas suavemente afectadas por la Tectónica Andina.

3.1.2 Llanura de inundación

Esta unidad está representadas por terrenos inundables que tienen un drenaje pobre.

En las imágenes de satélite Landsat 5 - TM con combinaciones de bandas 7,4,2 (RGB) se han diferenciado por coloración, textura y reflectancia, el relieve y tipo de cobertura desarrollados.

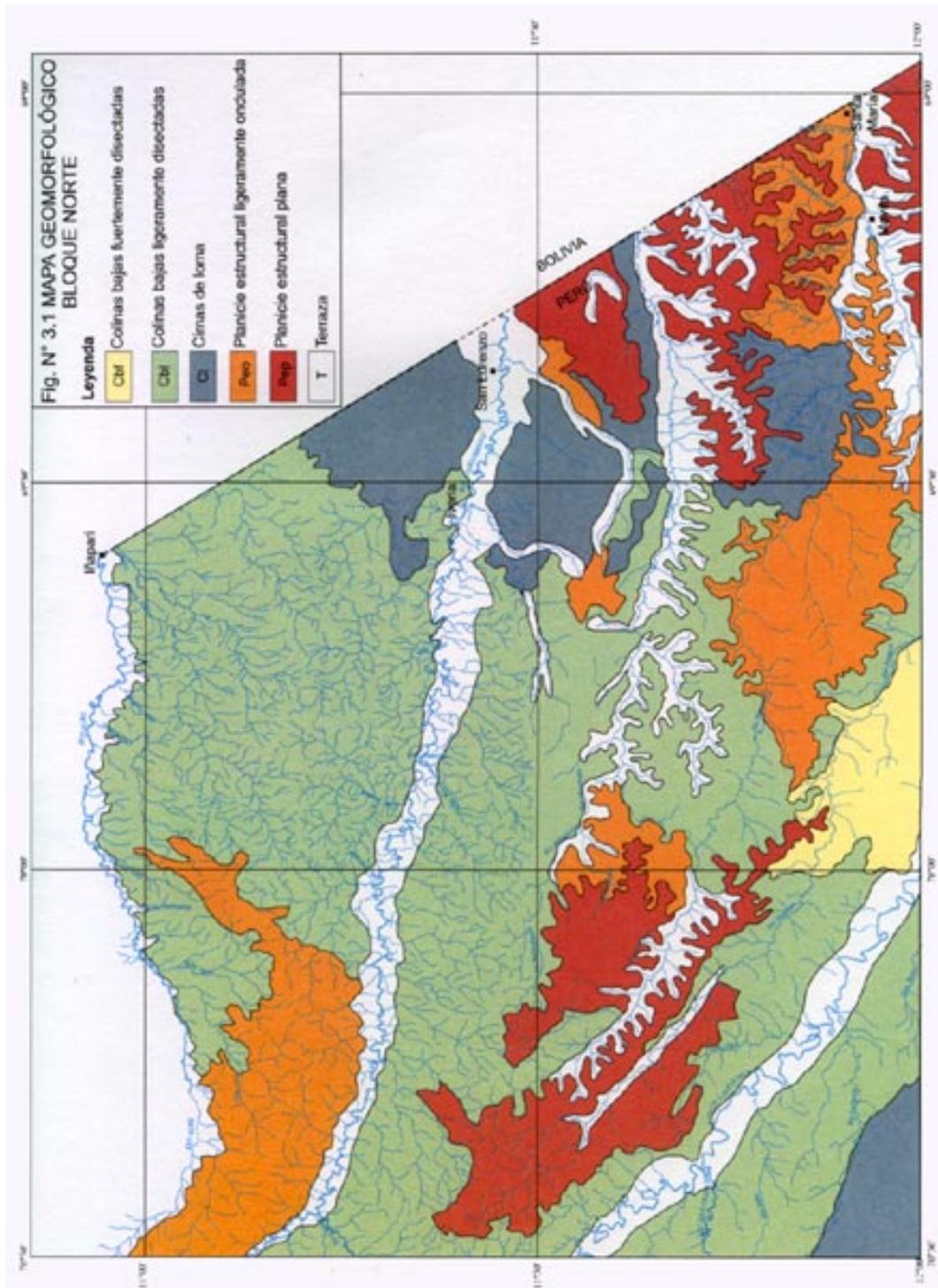
Esta unidad se observa a mayor escala a lo largo del curso de los ríos Madre de Dios, Acre y Heath. Se trata de depósitos mayormente argilíticos, producto de los procesos de intensa erosión fluvial lateral.

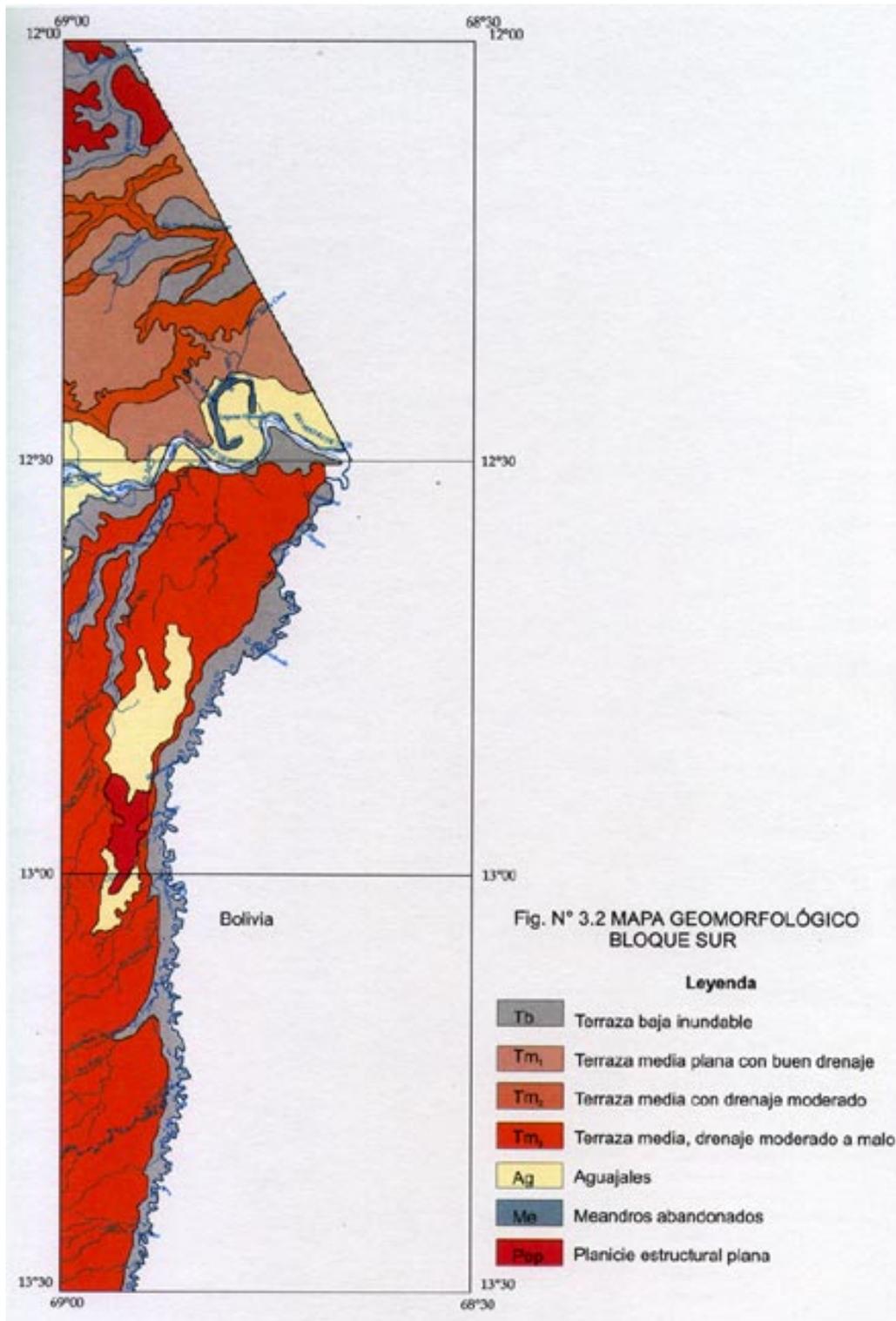
Los cursos sinuosos de estos ríos tienden a migrar periódicamente y forman depósitos de playas, terrazas y por lo general se desbordan y depositan sedimentos arcillosos, limosos, o limoarenosos producto de la erosión de las secuencias de la Formación Ipururo y Formación Madre de Dios. Estas inundaciones forman extensas áreas de pantanos.

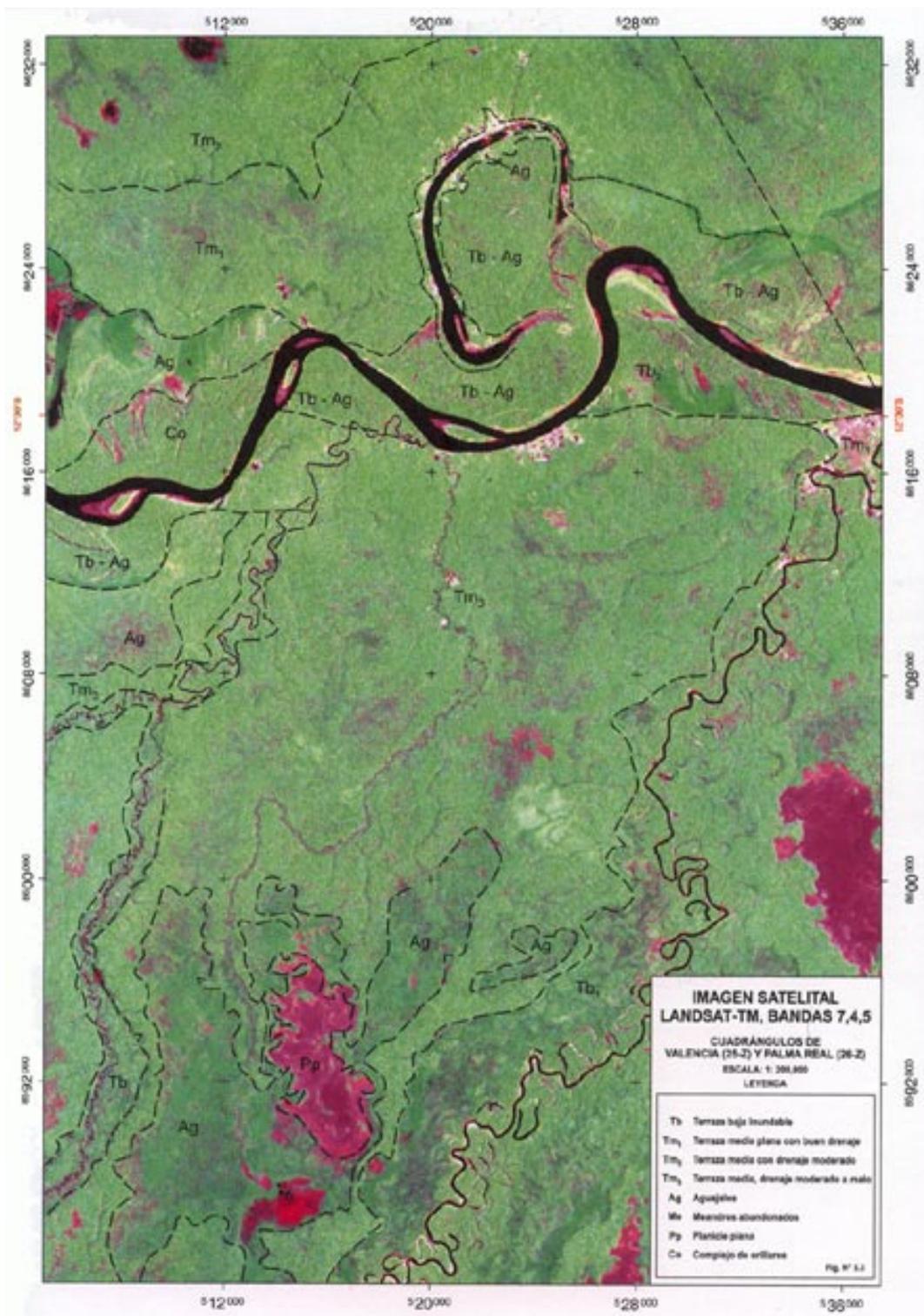
Las llanuras de inundación en el área de estudio comprenden:

Meandros y Playas (Me)

Es frecuente encontrar meandros abandonados y depósitos de playa a lo largo del curso de los ríos Acre, Madre de Dios, y Heath. (cuadrángulos de Iñapari, Valencia, Palma Real y Río Heath). En las imágenes satelitales es posible observar los diferentes diseños de meandros; reconociéndose los de tipo estriaciones, del tipo media luna, semiconcéntricas, de forma de abanico y otras completamente irregulares.







La formación de meandros abandonados así como de playas en las riberas se deben al descenso del nivel de las aguas en el período de vaciantes.

Complejos de orillares o restingas (Co): Estas formas se reconocen en el curso meandriforme del río Madre de Dios. Se presentan como una serie de cadenas longitudinales con anchos variables que se producen por la migración del curso de este río durante la formación de una nueva playa. La altura de estos complejos pueden alcanzar hasta 3 m de altura.

Barras e islas fluviales

En el río Madre de Dios (cuadrángulo de Valencia) es común encontrar depósitos de barras e islas fluviales. Las extensiones de estos depósitos no sobrepasan el kilómetro, tienen formas elípticas y alargadas en dirección a la corriente. En los períodos de lluvias pueden estar totalmente sumergidos.

Cochas de agua negra

Se tienen en el tramo de la carretera Iñapari-Mavila, son pobres en sedimentos suspendidos, pero muy ricos en sustancias húmicas las cuales le dan el color característico, son aguas ácidas y contienen poca cantidad de elementos nutritivos.

Cochas de agua clara

Un ejemplo es el lago Valencia donde sus aguas tienen pocos sedimentos en suspensión.

Aguajales o pantanos (Ag)

Zonas de aguajales y semipantanosas se forman por tramos a lo largo del curso del río Madre de Dios y río Heath, favorecidas por el estancamiento de las aguas pluviales y desborde de estos ríos debido al incipiente drenaje existente.

3.1.3 Terrazas

En el área de estudio se distinguen los siguientes tipos de terrazas:

Terrazas bajas inundables (Tb)

En el curso de los ríos Acre, Tahuamanu, De las Piedras, Madre de Dios y Heath existen terrazas que periódicamente se ven afectadas por inundaciones en épocas de abundantes precipitaciones pluviales que traen consigo un aumento del nivel de las aguas.

Estas terrazas están constituidas por sedimentos finos limo-arcillosos y arenas, la mayoría tienen poca altitud pero se pueden formar depósitos de hasta 8 m de altura (desde el nivel de agua hasta el nivel superior del cauce), aún así el desborde de estos ríos es tan intenso que afecta a las comunidades nativas que se ubican en sus riberas, caso del río De las Piedras que periódicamente llega a inundar la comunidad nativa de Monte Salvado.

En el área de estudio se distinguen los siguientes tipos de terrazas en relación a la calidad del drenaje:

Terrazas medias planas con buen drenaje (Tm1)

Terrazas medias con drenaje moderado (Tm2)

Terrazas medias con drenaje moderado a malo (Tm3)

3.1.4 Planicies

Son terrenos de morfología plana no inundables; localizadas sobre el nivel de colinas bajas ligeramente disectadas y generalmente se encuentran a 400 msnm. Están constituidas por capas delgadas de suelo arcilloso, sedimentos cuaternarios de la Formación Madre de Dios. En el área se han reconocido:

Planicies estructurales ligeramente onduladas (Peo)

Planicies estructurales planas (Pep).

ESTRATIGRAFÍA

El marco geológico en la Cuenca Madre de Dios está configurado desde el Flanco Subandino al Llano Amazónico por rocas antiguas que representan unidades paleozoicas de origen marino reconocidas por VALDIVIA (1974), PALACIOS (1996) aflorando en el río Inambari como Formación San José y Formación Sandia del Ordoviciano; Formación San Gabán y Formación Ananea del Siluriano-Devoniano.

Las unidades mesozoicas que afloran en la vertiente oriental de la Faja Subandina se encuentra en contacto fallado con el Paleozoico y están conformadas por sedimentitas de edad del Cretáceo de origen continental a marino reconocidas como Formación Agua Caliente, Formación Chonta y Formación Vivian del Aptiano, Albiano-Santoniano y Campaniano respectivamente. Estas formaciones pueden ser observadas a lo largo del río Inambari PALACIOS (1996), sin embargo en el área de estudio no afloran, encontrándose desarrolladas en el subsuelo cuya configuración se conoce por estudios realizados por PETROPERÚ mediante perforaciones y registros sísmicos, los cuales reportan de la cuenca Madre de Dios, específicamente en las áreas adyacentes al área de estudio, y a profundidades de entre 40 a 4 000 m, secuencias litoestratigráficas del Paleozoico al Cenozoico (Paleógeno) similares a las que conforman las mismas unidades formacionales ubicadas en el Flanco Subandino.

La cobertura cenozoica se halla descansando en discordancia erosional sobre los sedimentos anteriores y está constituida por depósitos continentales que conforman las Capas Rojas descritas por SINGEWAL (1954) como Grupo Huayabamba del Paleógeno, Formación Ipururo del Mioceno y Formación Madre de Dios del Plioceno-Pleistoceno.

Las unidades observables en el Bloque Norte del presente estudio (cuadrángulos de Río Acre, Iñapari, Qda. Mala, Iberia, San Lorenzo, Puerto Lidia, Río Manuripe, Mavila y Santa María) así como en el Bloque Sur (cuadrángulos de Valencia, Palma Real y Río Heath) están caracterizados por depósitos del Cenozoico, Formación Ipururo del Mioceno y Formación Madre de Dios del Plioceno-Pleistoceno, ambas de origen continental (Fig. N° 4.1).

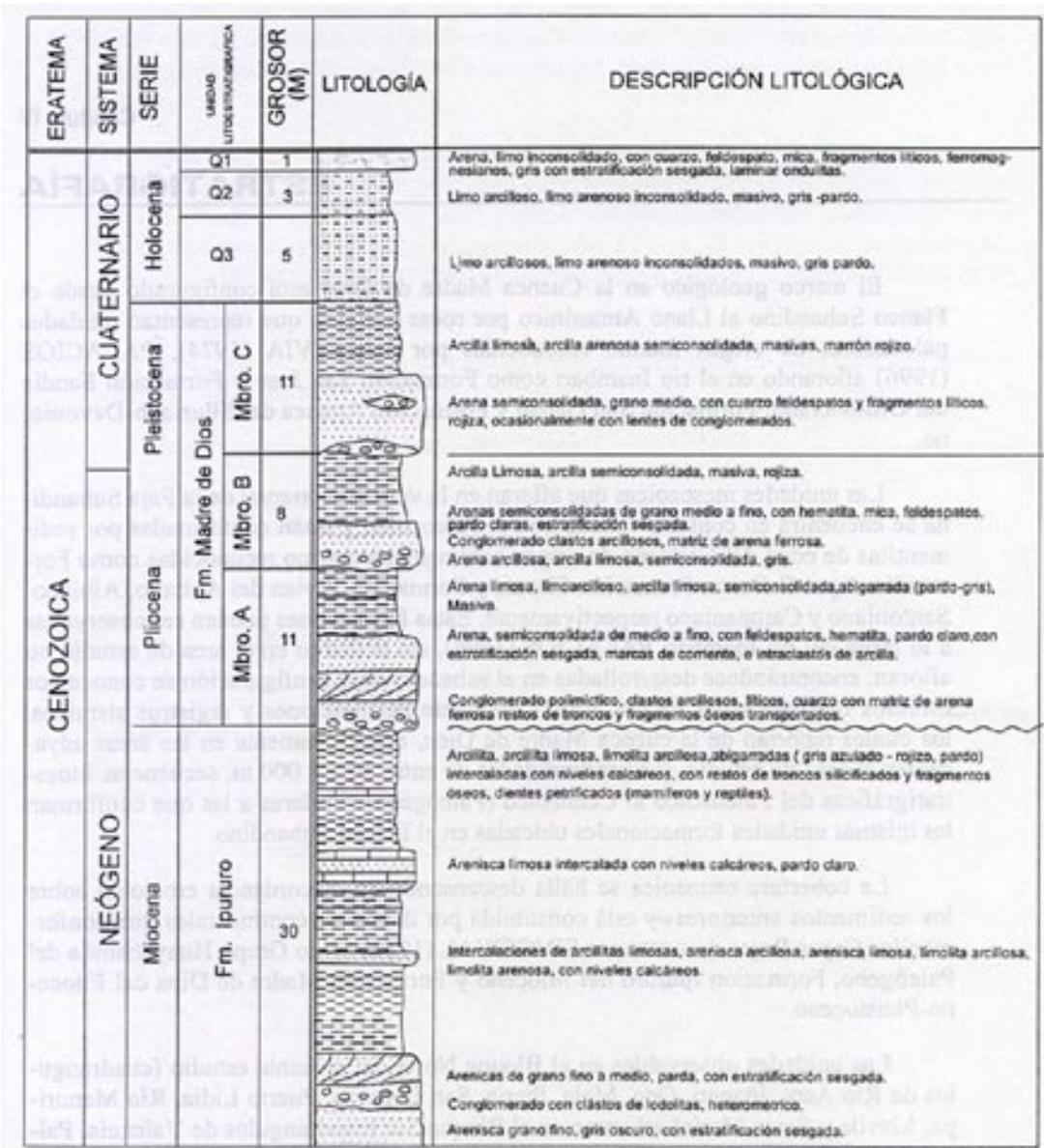


Fig. N° 4.1 Columna Estratigráfica generalizada de los cuadrángulos de Río Acre, Iñapari, Quebrada Mala, Iberia, San Lorenzo, Puerto Lidia, Río Manuripe, Mavila, Santa María, Valencia, Palma Real, Río Heath

Estas secuencias son el resultado de procesos agradacionales relacionados simultáneamente con procesos de degradación y están constituidos por materiales de diferente textura, pobremente clasificados lo que nos sugiere que son sedimentos, fluviales, lagunares, pantanosos y aluviales caracterizados en cierto modo por un cambio de facies del sector occidental al oriental.

No existe un estudio detallado sobre las direcciones de sedimentación ni de las fuentes de aporte pero de las observaciones realizadas se deduce que los clastos fueron acarreados del noroeste hacia el sureste, por lo tanto tendrían como fuente la Cordillera Oriental.

Los depósitos del Cuaternario-Holoceno están relacionados al sistema fluvial actual cuyos materiales se hallan conformando las terrazas.

Tentativamente la Formación Madre de Dios fue dividida en tres miembros A, B y C, (CAMPBELL Y ROMERO, 1985) las mismas que han sido reconocidas en las presentes áreas, no siendo posible su delimitación para efectos del cartografiado debido a que se requiere un estudio sedimentológico detallado.

4.1 BLOQUE NORTE Cuadrángulos de Río Acre (22-v), Iñapari (22-x), Qda. Mala (23-v), Iberia (23-x), San Lorenzo (23-y), Pto. Lidia (24-v), Río Manuripe (24-x), Mavila (24-y) y Santa María (24-z)

Se realizaron investigaciones geológicas en los afloramientos expuestos en las márgenes de los ríos principales que atraviesan las áreas de este bloque. Las unidades estratigráficas reconocidas pertenecen a la Formación Ipururo y Formación Madre de Dios cuyas edades están comprendidas en el Cenozoico.

Sedimentos actuales se hallan en las márgenes de los ríos y quebradas formando barras fluviales.

4.2 CENOZOICO

4.2.1 Neógeno (Mioceno)

Formación Ipururo

KUMMEL (1948) y RUEGG (1956) reconocieron un conjunto litológico al que denominaron Capas Rojas, las cuales fueron asignadas al Terciario. Evidentemente dentro de

éstas, la parte superior corresponde a la Formación Ipururo la cual se presenta aflorando en el área en forma restringida siendo observada solamente cuando el nivel del agua de los ríos ha descendido.

Esta formación infrayace en discordancia erosional a la Formación Madre de Dios, en ningún caso se ha observado el contacto con la unidad inferior.

En forma general los afloramientos consisten de areniscas de grano medio a fino, observándose al tope limolitas y arcillitas con escasos lentes de arenas, algunas veces se observan conglomerados con clastos de lodolitas tal como en el punto con coordenadas UTM 867429 N, 387515 E.

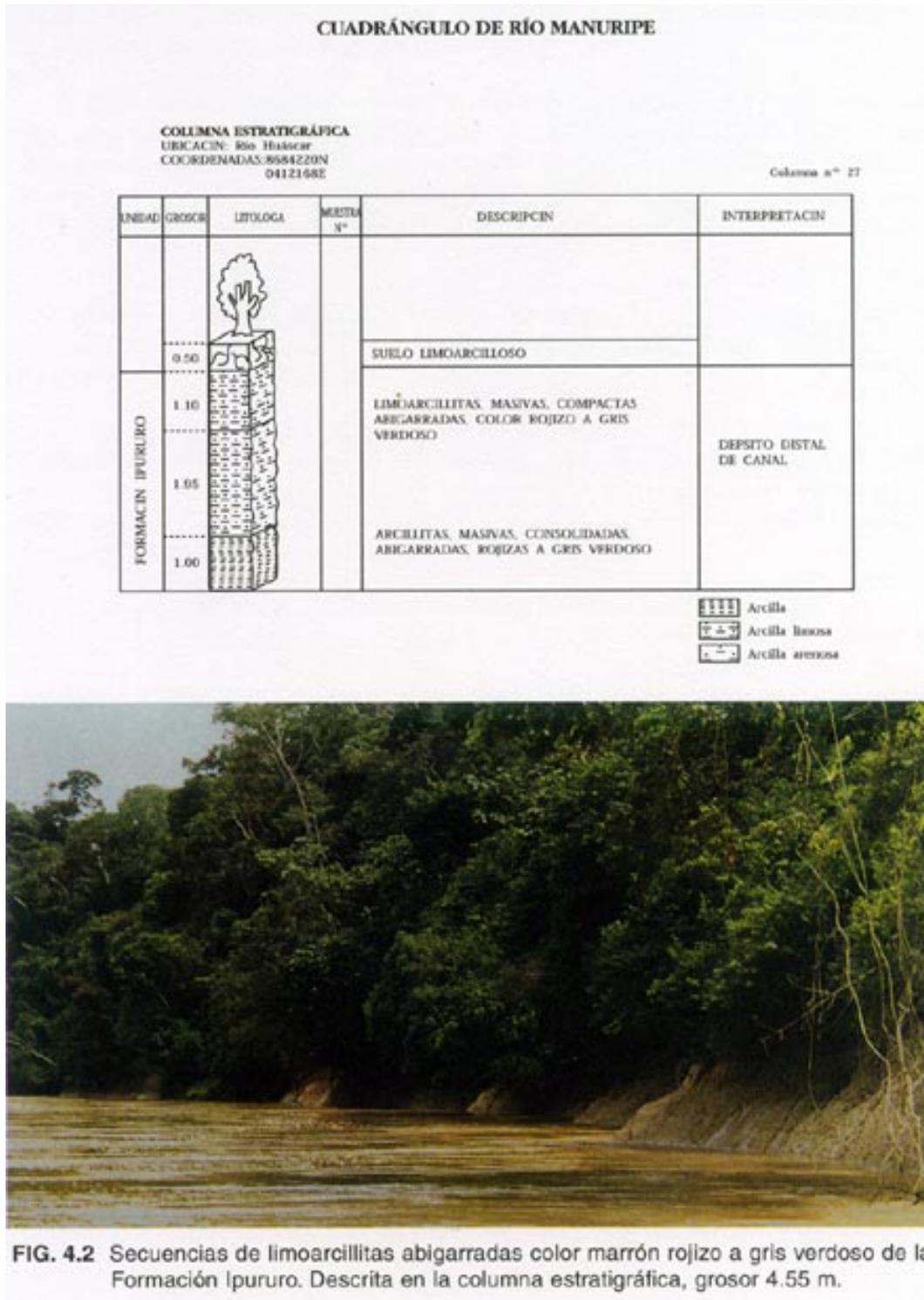
En el área de estudio se han medido y descrito diferentes columnas a lo largo de los principales ríos, observándose que estas exposiciones generalmente corresponden a secuencias superiores de la Formación Ipururo cuyos grosores no sobrepasan los 35 metros.

Las exposiciones en los ríos Curiyacu, De las Piedras, Huáscar, Muymanu, Tahuamanu y Acre se caracterizan por presentar diferentes formas, grosores y facies.

Los afloramientos más comunes frecuentemente miden entre 2 a 5 m de grosor y de 150 a 500 metros de longitud. Se les observa en las márgenes de los ríos, en las áreas de inundación cubiertas por sedimentos recientes inconsolidados. Estos afloramientos están constituidos por arcillitas gris azuladas o limoarcillitas abigarradas de color pardo rojizas a gris azulado, formando cuerpos masivos, tabulares, generalmente sin estructuras sedimentarias y resistentes a la erosión, como por ejemplo en las coordenadas UTM 8684220 N, 412168 E. (Fig. N° 4.2). Algunas veces presentan horizontes calcáreos, concreciones carbonatadas o venas de yeso como relleno de fracturas.

Estos afloramientos también presentan algunas veces adheridos a la base, sedimentos estratificados constituidos por arenas y limos conteniendo plantas más recientes (fragmentos de tallos y hojas) en proceso de fosilización (turbas), los cuales han sido atribuidos por DOUGLAS 1976 a la Formación Ipururo.

Las exposiciones de 5 a 12 m encontradas en las riberas de los ríos De las Piedras, Huáscar, Muymanu y Tahuamanu presentan estratificación plana-paralela, subhorizontal y están constituidas por arcillitas, arcillitas limosas y limolitas arenosas con intercalaciones de horizontes calcáreos. Algunas veces estos horizontes presentan aspectos lenticulares, cuyo extremo adelgazado se pierde dentro de una secuencia arcillosa normal (arcillita masiva tabular), estos materiales están cubiertos por sedimentos de la Formación Madre de Dios conformada mayormente por sedimentos semiconsolidados (arenas y limos) como puede observarse en las coordenadas UTM 8687660 N, 367782 E (Foto N° 4.1)



Este tipo de afloramiento puede observarse también en el río Acre, constituidas por secuencias de arenisca limolítica, tabular masiva que grada hacia arriba a delgados estratos de limolitas arenosas intercaladas con limolitas arcillosas y arcillitas limosas que caracterizan un ambiente lagunar, como los expuestos en coordenadas UTM 8790370 N, 416657 E. (Foto N° 4.2).

Destacan otras exposiciones en el río Acre, las que están constituidas por estratos gruesos de areniscas, arcillitas masivas, compactas y arcillitas limosas separados por horizontes calcáreos originados probablemente por la filtración de agua sobre un nivel plano.

Las exposiciones de afloramientos de 40 a 60 m se hallan infrayaciendo a los sedimentos semiconsolidados de la Formación Madre de Dios; con un grosor de 10 a 30 m constituidos por alternancias de horizontes de arenisca arcillosa, arenisca limosa, limolita arcillosa, arenisca limosa, arcillita, arcillita arenosa, algunas veces intercaladas con horizontes calcáreos.

Las secuencias del Ipururo por lo general se presentan infrayaciendo en discordancia erosional al conglomerado de la formación Madre de Dios o en contacto con las arenas limosas de esta misma Formación; en este caso se halla separado por una delgada superficie cubierta de óxido de hierro. Las mejores exposiciones se hallan en el río De las Piedras en las coordenadas UTM 8674297 N, 387515 E y Tahuamanu. (Foto N° 4.3 y Fig. N° 4.3).

Edad y Correlación.- En el río De las Piedras, de los horizontes de arenisca se han colectado algunos restos de troncos silicificados determinados como *Lecythiocydon milanezzi* MUSSA y *Sapindoxylon lamegoi* MUSSA que nos indican una edad del Mioceno. También se presentan restos de plantas carbonizadas y otras reemplazadas por óxidos de hierro (hematita, pirita y limonita) determinada como *Sapindus* sp. de edad del Neógeno.

En la terraza aurinsa (río Madre de Dios) se hallaron restos de un Proboscideo constituidos por molares, estas evidencias son las más representativa de la Formación Ipururo. CAMPBELL, FRAILEY & ROMERO, (1996) reportan estos restos como *Amahuacatherium peruvium* asignándolo al Mioceno.

Del río Acre han sido reportados Quelonios del Mioceno – Huayqueriano (DE LAPPARENT BROIN et al, 1993). De esta misma área, en la Qda. Bélgica ha sido colectado un caparazón gigante de Quelonio cuyo ejemplar está expuesto en la oficina del Ministerio de Industria y Turismo – Puerto Maldonado.

En este mismo río durante los trabajos de campo se han colectados dientes y vértebras de *Purusauros* sp.; especie de cocodrilo gigante del Mioceno determinado por CAMPBELL, en muestras colectadas en el río Purús (Brasil).

Este conjunto de evidencias nos sugiere que la Formación Ipururo tiene una edad miocena.

La Formación Ipururo puede correlacionarse con la Formación Pebas que aflora en la parte norte de la cuenca Ucayali, Marañón y en las márgenes del río Amazonas cuyas exposiciones se hallan en Pebas (localidad típica), Indiana y Santa Rosa en el Dpto. de Loreto. El contenido faunal ha sido estudiado por NUTTALL, (1990) la cual indica una edad miocena.

La Formación Ipururo puede ser correlacionada con la parte inferior de la Formación Solimoes del Brasil (PROYECTO RADAMBRASIL 1976).

4.3.2 Neógeno - Cuaternario (Plioceno - Pleistoceno)

Formación Madre de Dios

La Formación Madre de Dios se halla aflorando en casi todo el área de estudio, sobreyaciendo en discordancia erosional a la Formación Ipururo.

Esta Formación ha sido referida como tal por OPPENHEIM (1946) y ONERN (1977) los describe como Formación Iñapari y Shiringayoc. Posteriormente CAMPBELL y ROMERO (1987) dividieron a la formaciones Madre de Dios de manera informal en tres miembros denominados A, B y C, los cuales son referidos por RASANEN et al (1993) a tres distintos ciclos de sedimentación o parasecuencias.

En forma general esta formación se caracteriza por presentar en la unidad basal o Miembro A, depósitos de conglomerado con clastos de arcillas y líticos. Estos materiales se hallan endurecidos y cementados por óxidos de hierro (hematita), siendo producto de la lixiviación de sedimentos superiores o también pueden presentar un paleocanal estratificado compuesto por arenas igualmente endurecidos por los óxidos. Sobre estos materiales se hallan arenas de grano medio a fino, mal clasificados, con o sin estratificación cruzada, en la que se hallan clastos subredondeados a redondeados de arcilla.

Esta unidad basal pasa gradualmente hacia el tope, a limos y arcillas, conteniendo a veces fragmentos de plantas en proceso de fosilización.



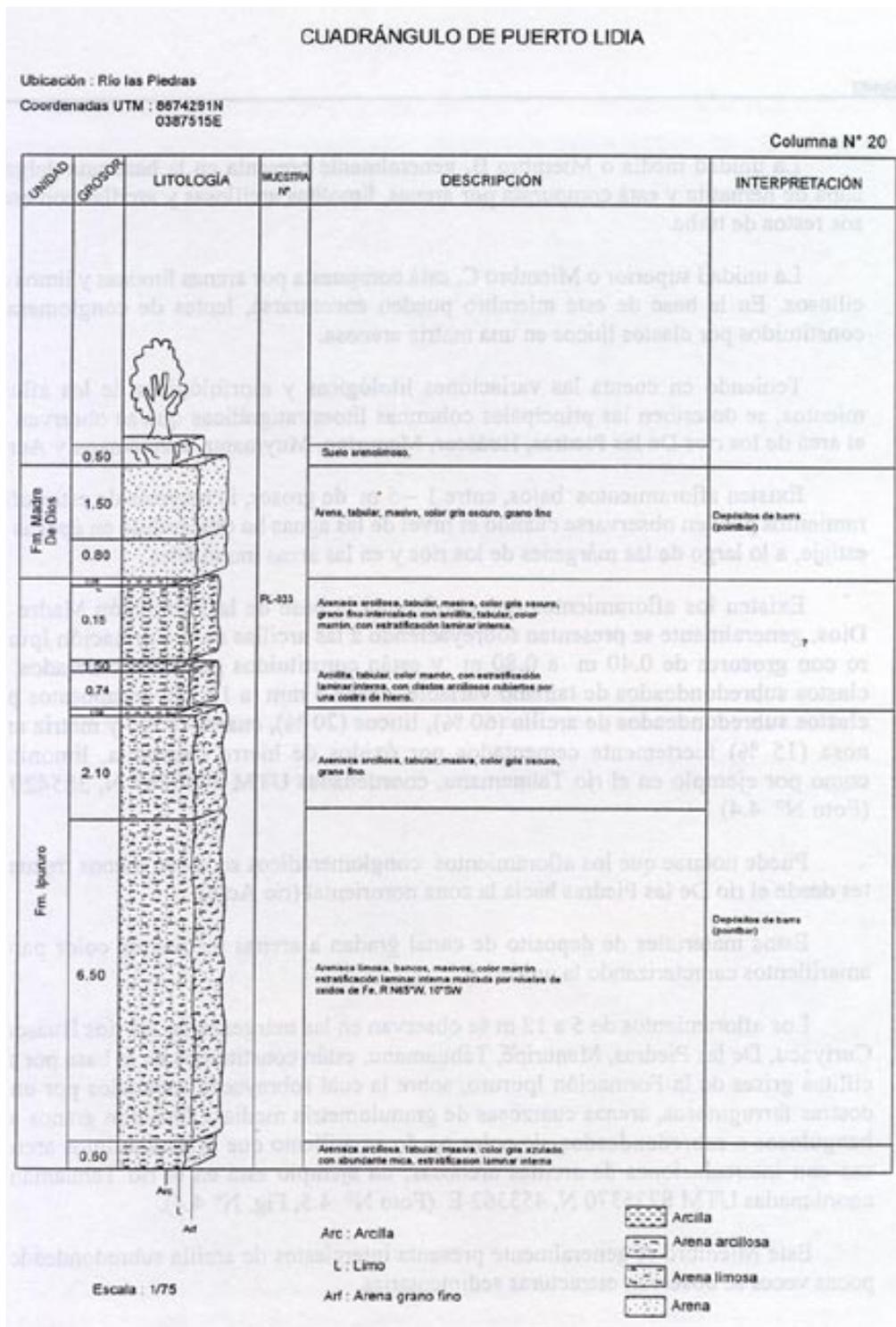
Foto N°4.1 Formación Ipururo, río De las Piedras. Coordenadas UTM: 8587660, 367782. Depósito en forma lenticular con efectos de sobrecarga, en contacto lateral con limoarcillitas masivas.



Foto N°4.2 Formación Ipururo, río Acre, coordenadas UTM: 8790370N, 416657E (cuadrángulo de Iñapari). Intercalaciones laminares de areniscas y arcillitas deformadas por sobrecarga. Grosor 7m.



Foto N°4.3 Formación Madre de Dios, río De las Piedras. Coordenadas UTM: 8674291N, 387515E. Afloramiento de 40 m de grosor, muestra los 3 ciclos de sedimentación de la Formación Madre de Dios.



La unidad media o Miembro B, generalmente presenta en la base una delgada capa de hematita y está compuesta por arenas, limolitas arcillosas y arcillas con escasos restos de turba.

La unidad superior o Miembro C, está compuesta por arenas limosas y limos arcillosos. En la base de este miembro pueden encontrarse, lentes de conglomerado constituidos por clastos líticos en una matriz arenosa.

Teniendo en cuenta las variaciones litológicas y morfológicas de los afloramientos, se describen las principales columnas litoestratigráficas que se observan en el área de los ríos De las Piedras, Huáscar, Manuripe, Muymamu, Tahuamanu y Acre.

Existen afloramientos bajos, entre 1 – 5 m de grosor, la mayoría de estos afloramientos pueden observarse cuando el nivel de las aguas ha descendido en épocas de estiaje, a lo largo de las márgenes de los ríos y en las áreas inundables.

Existen los afloramientos que conforman la base de la Formación Madre de Dios, generalmente se presentan sobreyaciendo a las arcillas de la Formación Ipururo con grosores de 0.40 m a 0.80 m y están constituidos por conglomerados de clastos subredondeados de tamaño variable, desde 5 mm a 15 cm compuestos por clastos subredondeados de arcilla (60 %), líticos (20 %), cuarzo (5 %) y matriz arenosa (15 %) fuertemente cementados por óxidos de hierro (hematita, limonita), como por ejemplo en el río Tahuamanu, coordenadas UTM 8750267 N, 385420 E (Foto N° 4.4)

Puede notarse que los afloramientos conglomerádicos se hacen menos frecuentes desde el río De las Piedras hacia la zona nororiental (río Acre).

Estos materiales de depósito de canal gradan a arenas medias de color pardo amarillentos caracterizando la unidad A.

Los afloramientos de 5 a 12 m se observan en las márgenes de los ríos Huáscar, Curiyacu, De las Piedras, Manuripe, Tahuamanu, están constituidos en la base por arcillitas grises de la Formación Ipururo, sobre la cual sobreyacen separados por unas costras ferruginosas, arenas cuarzosas de granulometría media a fina, con granos subangulosos a subredondeados, de color pardo amarillento que gradan a limos arenosos con intercalaciones de arcillas arenosas, un ejemplo está en el río Tahuamanu, coordenadas UTM 8735370 N, 453362 E (Foto N° 4.5, Fig. N° 4.4).

Este Miembro A generalmente presenta interclastos de arcilla subredondeados, pocas veces se observan estructuras sedimentarias.

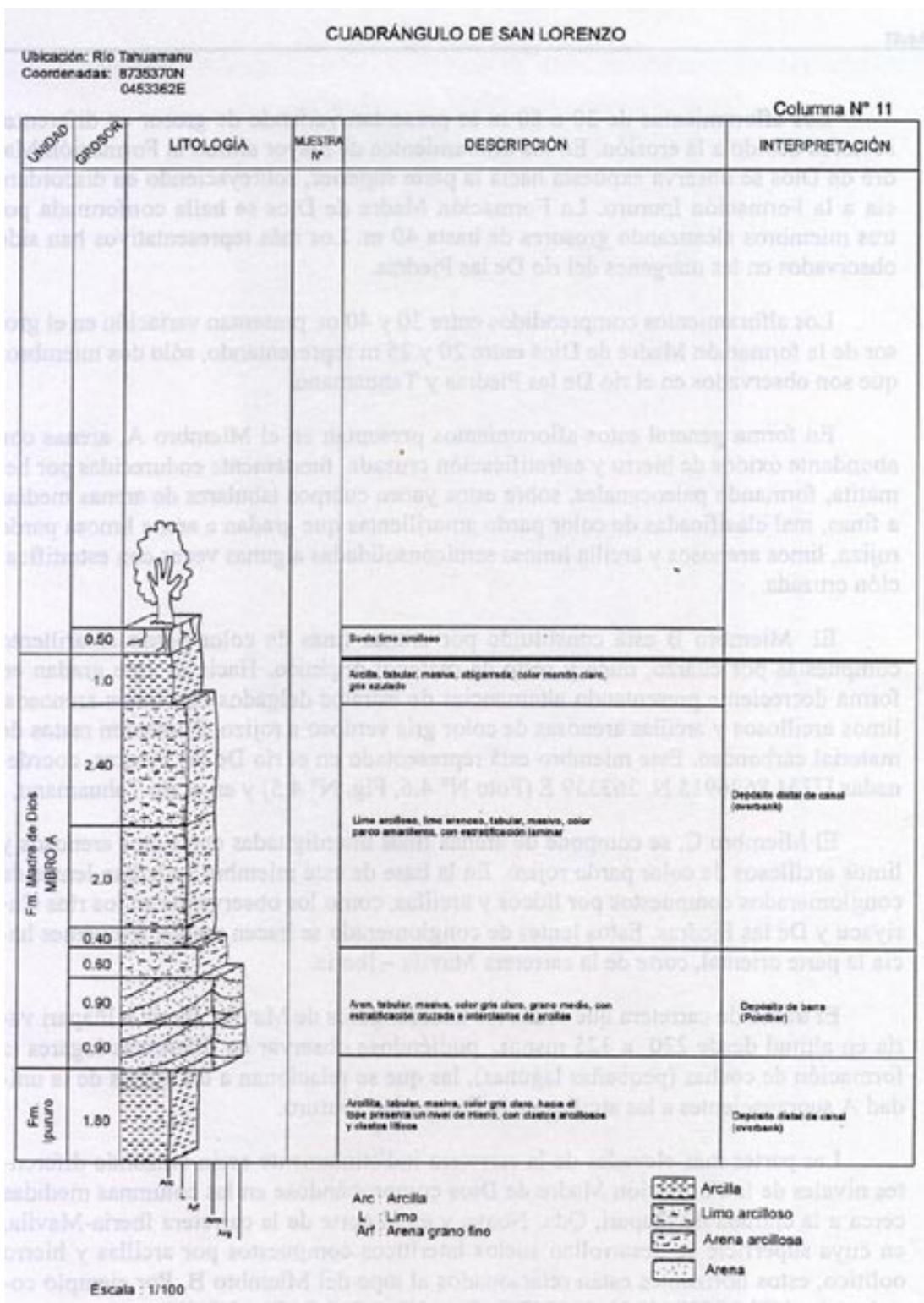
Los afloramientos de 30 a 60 m se presentan variando de grosor en diferentes sectores debido a la erosión. En los afloramientos de mayor altitud la Formación Madre de Dios se



Foto N° 4.4 Cuadrángulo de Iberia, río Tahuamanu, coordenadas UTM: 8750267N, 385420E. Formación Madre de Dios, obsérvese en la base el paleocanal.



Foto N° 4.5 Cuadrángulo de San Lorenzo, río Tahuamanu. Coordenadas UTM: 8735370N, 453362E. Formación Madre de Dios en discordancia sobre la Fm. Ipururo, grosor 7.80m.



observa expuesta hacia la parte superior, sobreyaciendo en discordancia a la Formación Ipururo. La Formación Madre de Dios se halla conformada por tres miembros alcanzando grosores de hasta 40 m. Los más representativos han sido observados en las márgenes del río De las Piedras.

Los afloramientos comprendidos entre 30 y 40 m presentan variación en el grosor de la formación Madre de Dios entre 20 y 25 m representando, sólo dos miembros que son observados en el río De las Piedras y Tahuamanu.

En forma general estos afloramientos presentan en el Miembro A, arenas con abundante óxidos de hierro y estratificación cruzada, fuertemente endurecidas por hematita, formando paleocanales, sobre estos yacen cuerpos tabulares de arenas medias a finas, mal clasificadas de color pardo amarillentas que gradan a arena limosa pardo rojiza, limos arenosos y arcilla limosa semiconsolidadas algunas veces con estratificación cruzada.

El Miembro B está constituido por arenas finas de color pardo amarillento compuestas por cuarzo, mica y resto de material orgánico. Hacia el tope gradan en forma decreciente presentando alternancias de estratos delgados con limos arenosos, limos arcillosos y arcillas arenosas de color gris verdoso a rojizo. Contienen restos de material carbonoso. Este miembro está representado en el río De las Piedras, coordenadas UTM 8696915 N, 363339 E (Foto N° 4.6, Fig. N° 4.5) y en el río Tahuamanu.

El Miembro C, se compone de arenas finas interdigitadas con limos arenosos y limos arcillosos de color pardo rojizo. En la base de este miembro se hallan lentes de conglomerados compuestos por líticos y arcillas, como los observados en los ríos Curiyacu y De las Piedras. Estos lentes de conglomerado se hacen menos frecuentes hacia la parte oriental, corte de la carretera Mavila – Iberia.

El tramo de carretera que cruza los cuadrángulos de Mavila, Iberia e Iñapari varía en altitud desde 220 a 325 msnm, pudiéndose observar en diferentes lugares la formación de cochas (pequeñas lagunas), las que se relacionan a las arenas de la unidad A suprayacentes a las arcillas de la Formación Ipururo.

Las partes más elevadas de la carretera indistintamente están cruzando diferentes niveles de la Formación Madre de Dios comprobándose en las columnas medidas cerca a la entrada de Iñapari, Qda. Noaya y en el corte de la carretera Iberia-Mavila, en cuya superficie se desarrollan suelos lateríticos compuestos por arcillas y hierro oolítico, estos horizontes están relacionados al tope del Miembro B. Por ejemplo coordenadas UTM 8729646 N, 466343 E (Foto N° 4.7, 4.8, Fig. N° 4.6)

Edad y Correlación.- La edad de esta formación ha sido asignada al Pleistoceno en base a dataciones de C14 (CAMPBELL & ROMERO, 1987), que dieron como resultado



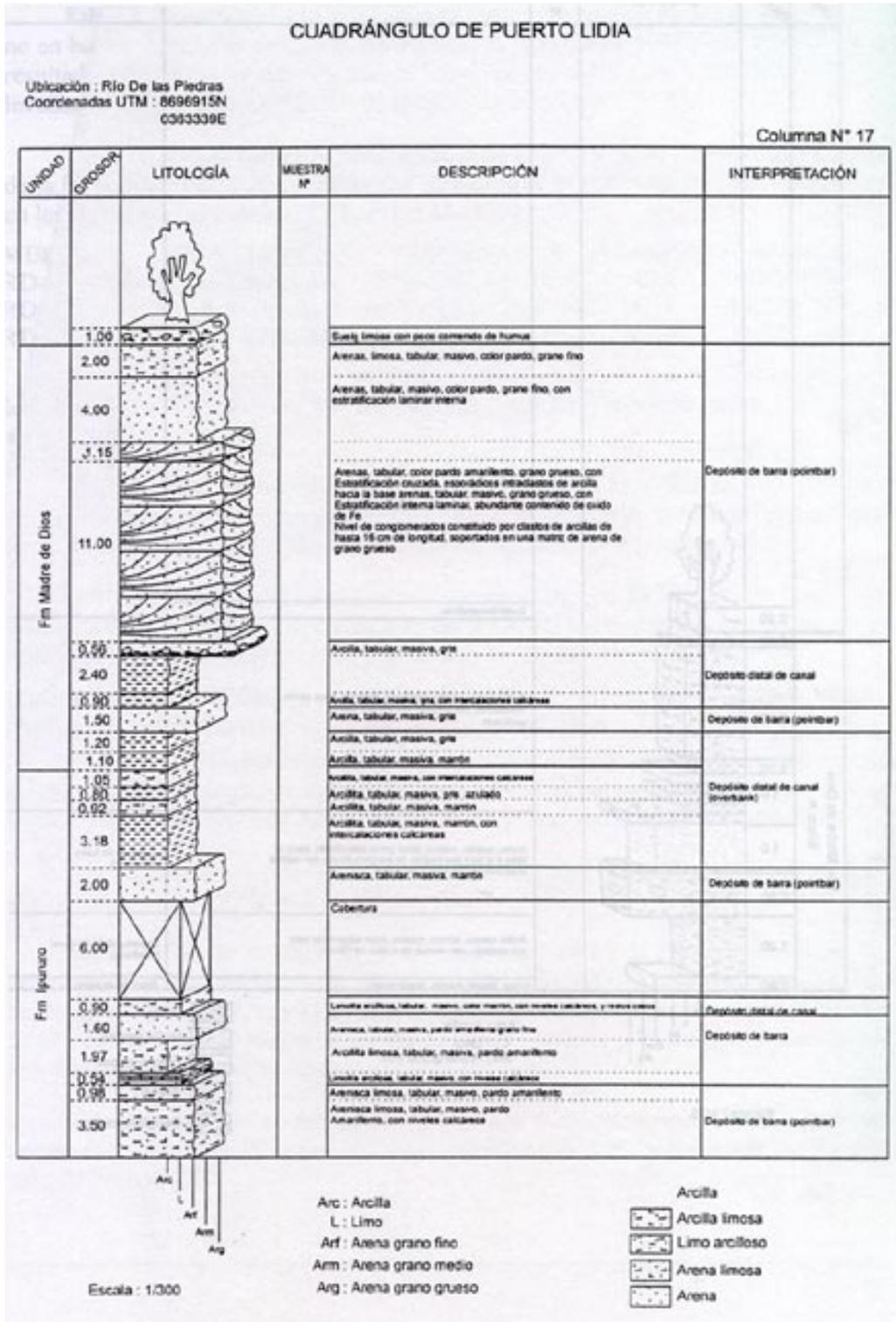
Foto N° 4.6 Formación Ipururo en discordancia con la Formación Madre de Dios, río De las Piedras. Coordenadas UTM: 8696915N, 0363339E. En este punto el afloramiento presenta un grosor de 6.1 m.



Foto Nº4.7 Cuadrángulo de Iberia, corte en la carretera, coordenadas UTM: 8750646N, 442662E, Formación Madre de Dios (nivel A), grosor 2.60 m.



Foto Nº 4.8 Cuadrángulo de Mavila, carretera Mavila-Alerta, coordenadas UTM: 8702402N, 481314E Formación Madre de Dios (nivel A), grosor 2.20 m.



36,470 BP, la muestra datada fue colectada de la parte basal de la unidad, localizada en la terraza AURINSA (río Madre de Dios).

También se han realizado otras dataciones con C14 en el Proyecto Amazonas de la Universidad de Turku – Finlandia en muestras de restos de troncos, colectados en las siguientes localidades (RASANEN M., 1991):

MUESTRA	PROCEDENCIA	COORDENADAS	ANÁLISIS	EDAD/años
RD-87 – 13	A Río Tambopata	69°09'20", 12° 39'40"	C14	>42 000 BP.
RD-87 – 17	Puerto Maldonado	69°10'15", 12° 30'30"	C14	36,600 BP.
RD-87 – 21	Puerto Maldonado	69°11'20", 12° 38'55"	C14	32,200 BP.

Estos análisis dieron como resultado edades infinitas lo que nos demuestra que los depósitos que conforman la Formación Madre de Dios son más antiguas a 40 000 años.

Las diferentes edades obtenidas por análisis de C14 se atribuyen a que los restos de tronco presentan diferentes grados de reemplazamiento o también pueden hallarse contaminadas con carbono reciente al ser saturados por el agua del río.

Los análisis de termoluminiscencia demuestran que la Formación Madre de Dios está conformada por depósitos más antiguos. De las muestras tomadas en el río Madre de Dios (RASANEN 1991) se obtuvo los siguientes resultados:

MUESTRA	PROCEDENCIA	COORDENADAS	ANÁLISIS	EDAD/AÑOS
TL-87 – 48	Laberinto	69°34'15", 12°42'30"	TL	176 000 BP.

En el cuadrángulo de Alegría se han encontrado dentro del conglomerado basal, evidencias paleontológicas constituidas por bivalvos que al parecer no fueron retrabajados. Estos fósiles han sido determinados como *Juliacorbula* sp. de edad pliocena.

En conjunto las dataciones analizadas nos sugieren que la Formación Madre de Dios tiene la edad del Plioceno – Pleistoceno.

CAMPBELL & ROMERO, (1987), correlacionaron la Formación Madre de Dios con aquellas descritas por OPPENHEIM, (1946) y con las Formaciones Iñapari, Pagorene ONERN, (1977) y Ucayali KUMMEL, (1984) por sus características litológicas y posición estratigráfica marcados en la parte inferior por una gran discordancia erosional que se observa a nivel regional.

Esta formación se correlaciona también con la parte superior de la formación Solimoes del Brasil descrita por el Proyecto RADAMS, 1987 y la Formación Candelaria de Bolivia.

4.2.3 Cuaternario

El Cuaternario está compuesto por terrazas y suelos eluviales de variable grosor, estando afectados por fenómenos de deslizamiento y solifluxión.

Terrazas

Las terrazas cronológicamente están referidas a antiguas y recientes según el origen de sus depósitos.

Terraza Q-3

Conformada por depósitos aluviales antiguos cuyos materiales han sido descritos como Formación Madre de Dios, se hallan a lo largo de los principales ríos con grosores entre 20-40 m, estas terrazas no se presentan como horizontes continuos.

Terraza Q-2

Están constituidas por aluviales más jóvenes que cubren depósitos de la Formación Madre de Dios y alcanzan entre 10-20 m de altitud, litológicamente están compuestos por arenas de grano fino, color gris con estratificación cruzada, hacia el tope arenas limosas. Algunas veces presentan restos de materia orgánica y plantas.

Estas terrazas se observan en los márgenes de los principales ríos como Acre, coordenadas UTM 87900615N, 436370 E. (Foto N° 4.9), Tahuamanu, Manuripe, Huáscar y río De las Piedras.

Terraza Q-1

Constituidos por depósitos fluviales depositados a lo largo de los ríos principales y de las quebradas grandes. Se hallan expuestas en forma discontinua hacia los márgenes. Están compuestas por arenas finas de granos subredondeados a redondeados con abundante cuarzo, presentan estratificación cruzada; hacia la parte superior presentan limos arenosos de color gris. Estos depósitos en los cuadrángulos de Puerto Lidia e Iberia caracterizan ríos con desarrollo meandriforme.

Terrazas actuales

Constituidas por acumulaciones de arena fina con estratificación cruzada, se observan a lo largo de las riberas de los ríos en época de estiaje, como por ejemplo en el río De las Piedras (Foto N° 4.10)

Suelos eluviales

Los suelos que cubren la Selva Baja se hallan afectados por procesos edafológicos diferentes según su composición y desarrollo.

En el área, teniendo en cuenta su origen podemos clasificarlos en:

Suelos aluviales antiguos, formados por depósitos cuaternarios antiguos (Formación Madre de Dios), se encuentran en las terrazas altas de topografía plana a ligeramente ondulada, se caracterizan por presentar un buen drenaje y están constituidos por materiales arcillosos, son fuertemente ácidos. Se presentan cubiertos por árboles.

Suelos aluviales subrecientes, se han originado por el depósito de material arcilloso en las terrazas medias o bajas cercanas al cauce de los principales ríos. Son suelos marcadamente ácidos y se hallan generalmente cubiertos por árboles.

Suelos aluviales recientes, se desarrollan a lo largo de las márgenes de los ríos Tahuamanú y Acre y en menor extensión sobre el río Yaverija. Con frecuencia se hallan sobre las terrazas bajas inundables periódicamente, situadas hacia las márgenes de los ríos y en los meandros abandonados. Estos suelos están compuestos por arenas y limos con estratificación laminar, son suelos medianamente ácidos. En algunos lugares estos suelos son empleados eventualmente en la agricultura.

4.3 BLOQUE SUR: Cuadrángulos de Valencia, Palma Real y Río Heath

Las investigaciones geológicas se han llevado a cabo en el lago Valencia y a lo largo de los ríos Madre de Dios, Palma Real y Heath en el tramo que recorren los cuadrángulos mencionados. Los rasgos geológicos y geomorfológicos difieren del área del Bloque Norte.

El Bloque Sur presenta afloramientos de poca altitud conformados por la Formación Ipururo y Formación Madre de Dios. Una extensa cobertura cuaternaria cubre estos depósitos, jugando en el área un rol importante en el modelado y formación de depósitos recientes en el río Heath.

4.3.1 NEÓGENO (MIOCENO)

Formación Ipururo

En el área de este bloque, la Formación Ipururo se observa discordante a la Formación Madre de Dios y se caracteriza por presentar sedimentitas constituidas por arcillitas, arcillitas limosas y arcillitas arenosas.

El desarrollo de estos depósitos se observa mejor en el tramo del río Madre de Dios desde Puerto Maldonado hasta Puerto Pardo, frontera con Bolivia, igualmente se hallan bien expuestos en las márgenes del curso bajo del río Heath.

Los principales afloramientos han sido medidos y descritos agrupándolos por sus características morfológicas, litológicas y altitud en tres tipos.

Afloramientos de 0.80 – 1.20 m. En el río Heath (curso medio) y en el río Palma Real cuando el nivel de las aguas ha descendido, se observan hacia las márgenes, afloramientos a manera de mesa constituidos por arcillas grises de 0.60 a 0.80 m de grosor, cubiertos por conglomerados que conforman la base de la Formación Madre de Dios, ejemplo, coordenadas UTM 8594545 N, 528013 E (Foto N° 4.11).

Afloramientos de 2 – 8 m. Conformados por arcillitas abigarradas gris pardo a gris azuladas cubiertas por delgados horizontes de conglomerado basal o niveles de arenas de Madre de Dios. Estos afloramientos se hallan localizados en el río Heath (coordenadas UTM 8577279 N, 513981) (Fig. N° 4.7) y en San Antonio, coordenadas UTM 8599125 N, 529344 E (Foto N° 4.12)

Afloramientos representativos 12 – 40 m. Se pueden observar en las márgenes del río Madre de Dios entre la desembocadura del río Palma Real y la comunidad de Sonene, o en el río Heath, entre las comunidades de Sonene y San Antonio (Fig. N° 4.8). Generalmente presentan grosores de hasta 10 m y están constituidos por arcillitas tabulares, masivas que gradan hacia el tope a arcillitas limosas o arcillitas arenosas. Estos horizontes se hallan en discordancia erosional con las arenas de la Formación Madre de Dios y se observan en las coordenadas UTM 8617131 N, 524725 E (Foto N° 4.13 , Fig. N° 4.9).

Edad y Correlación.- Durante las investigaciones de campo se han encontrado varios fragmentos de troncos fósiles en el río Heath entre el conglomerado basal de la Formación Madre de Dios, este elemento paleoflorístico re TRABAJADO proviene de los niveles superiores de la Formación Ipururo el cual ha sido determinado como: *Sapindoxylon lamegoi* MUSSA mediante estudios en sección delgada.

Esta especie fue determinada por comparación con aquellas estudiadas por MUSSA, (1967) para el área del río Acre (Brasil) como de edad Miocena.



Foto N° 4.9 Terraza Q-t₂ en la margen del río Acre, cuadrángulo de Iñapari, coordenadas UTM: 8790061N, 436370E.



Foto N° 4.10 Terraza actual, cuadrángulo de Mavila, río De las Piedras, coordenadas UTM: 8676080N, 388140E.



Foto N° 4.11 Formación Ipururo, río Heath, coordenadas UTM: 8594545N, 528013E. Secuencias de arcillitas abigarradas cubiertas por el nivel de conglomerados de la Formación Madre de Dios.



Foto N° 4.12 Formación Ipururo, río Heath, coordenadas UTM: 8599125N, 529344E. Secuencias de arcillitas limosas, gris-pardo, cubiertas por el conglomerado de la Formación Madre de Dios.

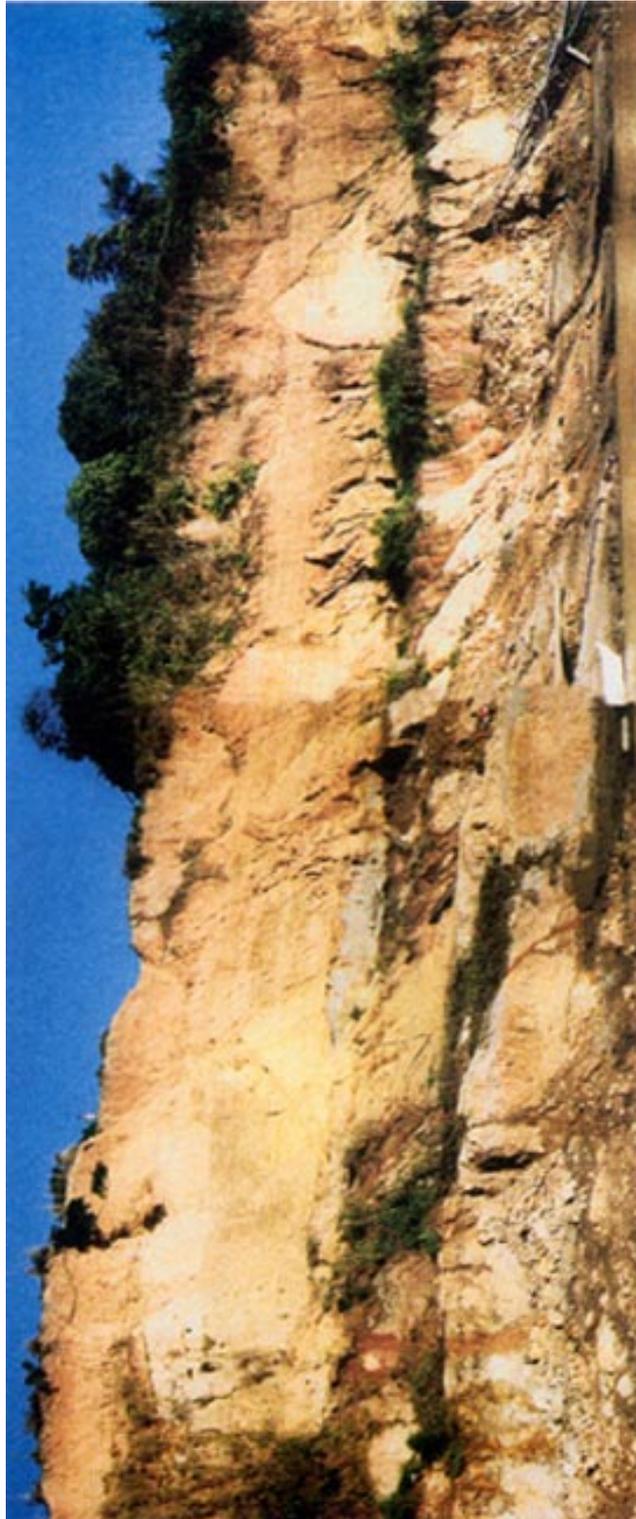
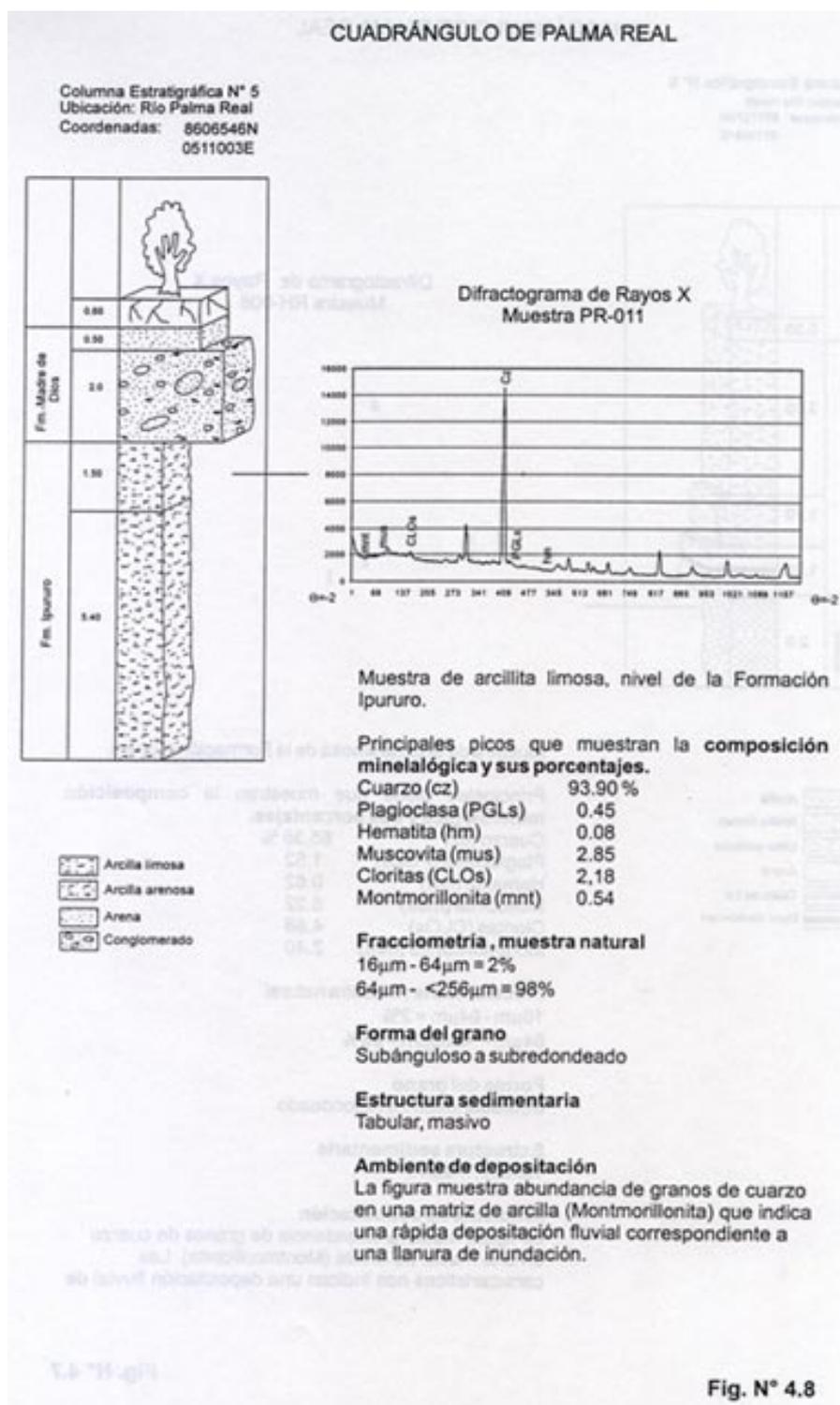
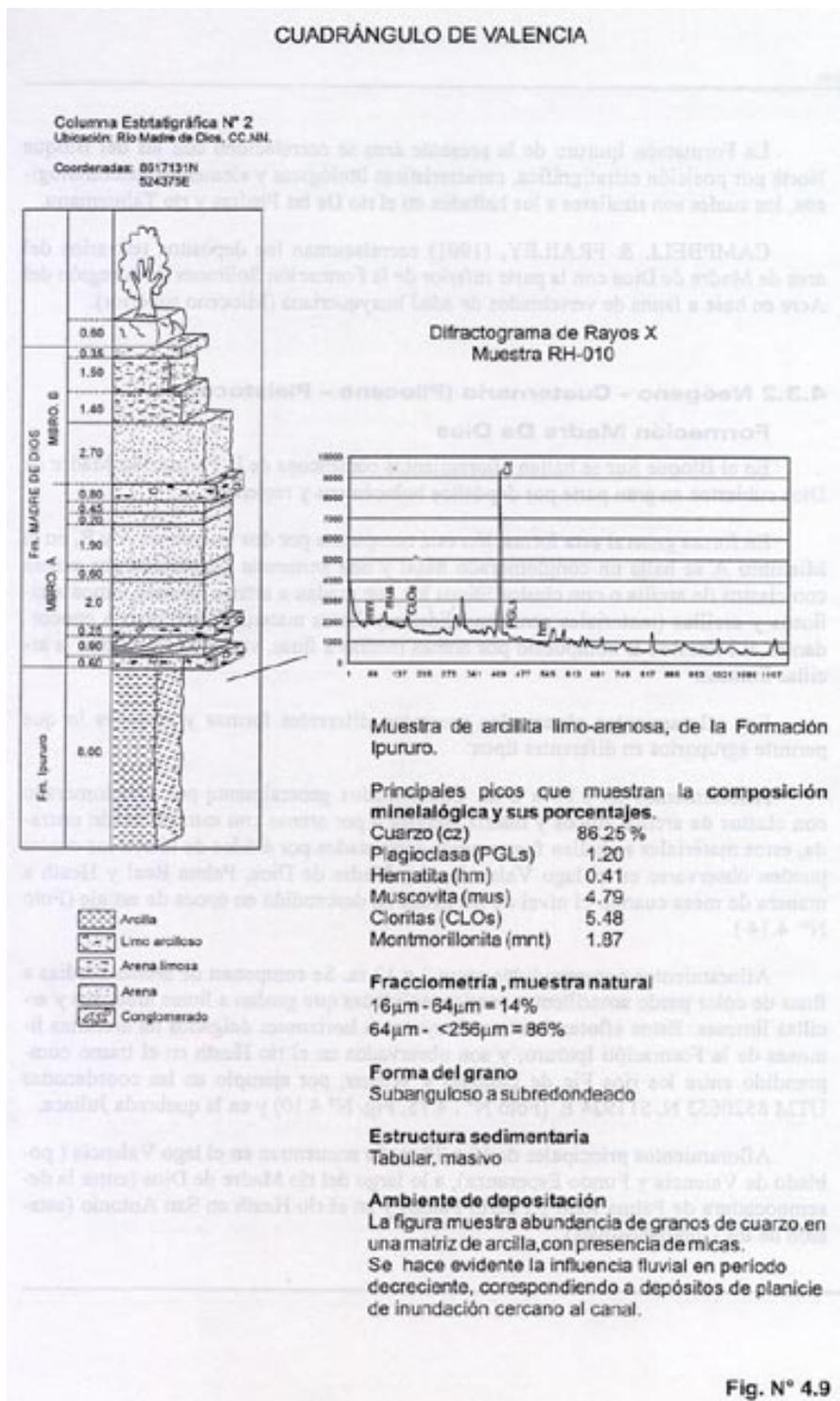


Foto N° 4.13 Formaciones Ipururo y Madre de Dios, río Madre de Dios, UTM: 8616667N, 523415E. Secuencia debajo de la comunidad de Sonene.







La Formación Ipururo de la presente área se correlaciona con las del Bloque Norte por posición estratigráfica, características litológicas y elementos paleontológicos, los cuales son similares a los hallados en el río De las Piedras y río Tahuamanu.

CAMPBELL & FRAILEY, (1991) correlacionan los depósitos terciarios del área de Madre de Dios con la parte inferior de la Formación Solimoes de la región del Acre en base a fauna de vertebrados de edad huayqueriana (Mioceno superior).

4.3.2 Neógeno - Cuaternario (Plioceno - Pleistoceno)

Formación Madre De Dios

En el Bloque Sur se hallan afloramientos conspicuos de la Formación Madre de Dios cubiertos en gran parte por depósitos holocénicos y recientes.

En forma general esta formación está compuesta por dos miembros A y B, en el Miembro A se halla un conglomerado basal y una secuencia constituida por arenas con clastos de arcilla o con clastos líticos los que gradan a arenas limosas, limos arcillosos y arcillas (materiales semiconsolidados). Estos materiales infrayacen concordantes al Miembro B compuesto por arenas medias a finas, variando en el tope a arcillas limosas.

Los afloramientos observados presentan diferentes formas y altitudes lo que permite agruparlos en diferentes tipos:

Afloramientos de 0.80 a 2 m. Conformados generalmente por conglomerado con clastos de arcilla, líticos y matriz arenosa o por arenas con estratificación cruzada, estos materiales se hallan fuertemente cementados por óxidos de hierro los cuales pueden observarse en el lago Valencia, ríos Madre de Dios, Palma Real y Heath a manera de mesa cuando el nivel de las aguas ha descendido en época de estiaje (Foto N° 4.14)

Afloramientos comprendidos entre 2 a 12 m. Se componen de arenas medias a finas de color pardo amarillentas semiconsolidadas que gradan a limos arenosos y arcillas limosas. Estos afloramientos sobreyacen a horizontes delgados de arcillitas limosas de la Formación Ipururo; y son observados en el río Heath en el tramo comprendido entre los ríos Fin de Lanchas y Wiener, por ejemplo en las coordenadas UTM 8520653 N, 511924 E (Foto N° 4.15, Fig. N° 4.10) y en la quebrada Juliaca.

Afloramientos principales de 12 a 38 m. Se encuentran en el lago Valencia (poblado de Valencia y Fundo Esperanza), a lo largo del río Madre de Dios (entre la desembocadura de Palma Real y Puerto Pardo) y en el río Heath en San Antonio (estación de los Guardabosques).

Generalmente en estos afloramientos se observan dos miembros, A y B de la Formación Madre de Dios sobreyaciendo en marcada discordancia a la Formación Ipururo.

El Miembro A está constituido por un conglomerado basal con clastos arcillosos y líticos, arenas limosas, en la parte media clastos redondeados de arcilla y hacia el tope líticos. Estos afloramientos pueden observarse en las cercanías de San Antonio, (coordenadas UTM 8603385 N, 528009 E).

También se hallan otros afloramientos a lo largo del río Madre de Dios, entre el río Palma Real y la comunidad de Sonene (coordenadas UTM. 8616667 N, 0523415E) en la cual la unidad A está compuesta por arenas limosas con clastos líticos de cuarcita 60%, arenisca 28%, conglomerado 2%, chert 4%, limolita 3%, cuarzo 2% y esquistos 1% lo que denota que estos materiales provienen de los flancos andinos donde se hallan conformando rocas paleozoicas y mesozoicas.

Este miembro compuesto por arenas limosas con grano medio a fino, casi no contiene clastos hacia la parte oriental (lago Valencia), lo cual nos indica el carácter aluvial de los depósitos.

El Miembro B presente en los mismos afloramientos anteriormente mencionados, está conformado en el río Heath por lentes delgados de conglomerado constituido por arenas y clastos líticos de arenisca, cuarcita y cuarzo (3 mm – 5 cm)

Estos horizontes varían hacia el tope presentando desde arenas, arenas limosas hasta arenas arcillosas.

En el río Madre de Dios, este miembro presenta en la base un delgado horizonte de limos arenosos que grada hacia el tope a arcillas arenosas y arcillas limosas con estratificación paralela, laminar como los observados en las coordenadas UTM 8616667N,523415E (Foto N° 4.16 , Fig. N° 4.11)

El estudio petrográfico de las muestras procedentes de este lugar fue realizado tomando en cuenta su posición estratigráfica revelando en su composición abundantes minerales de cuarzo con disposición laminar y grano decreciente hacia el tope, y minerales de mica como muscovita, sericita orientados en forma laminar (Foto N° 4.17, 4.18).

Edad y Correlación.-Esta formación ampliamente distribuida en la cuenca Madre de Dios guarda relación con los depósitos estudiados hacia el río Tambopata.

Como lo hemos mencionado anteriormente, RASSANEN (1991) reporta edades infinitas como resultado de los análisis de C14 de tres muestras tomadas en el río Tambopata, lo que nos demuestra que esta formación sería más antigua a 40 000 años.

En el área del Bloque Sur no se han encontrado elementos paleontológicos, sin embargo por sus características litológicas y posición estratigráfica se le atribuye la edad del Plio – Pleistoceno.

4.3.3 CUATERNARIO

En los cuadrángulos de Valencia, Palma Real y Heath, los depósitos cuaternarios se hallan ampliamente desarrollados, constituyendo depósitos lacustres, terrazas y suelos eluviales.

Depósitos Lacustres

Se pueden observar depósitos lacustres en los cuadrángulos de Palma Real y Río Heath, en los alrededores de la Qda. Juliaca formados en los depósitos aluviales del Holoceno que cubren ampliamente el sector central del río Heath. El complejo orillaje ha ido en retroceso como puede observarse en las imágenes satelitales, los cuales han sido cubiertos por la vegetación del bosque.

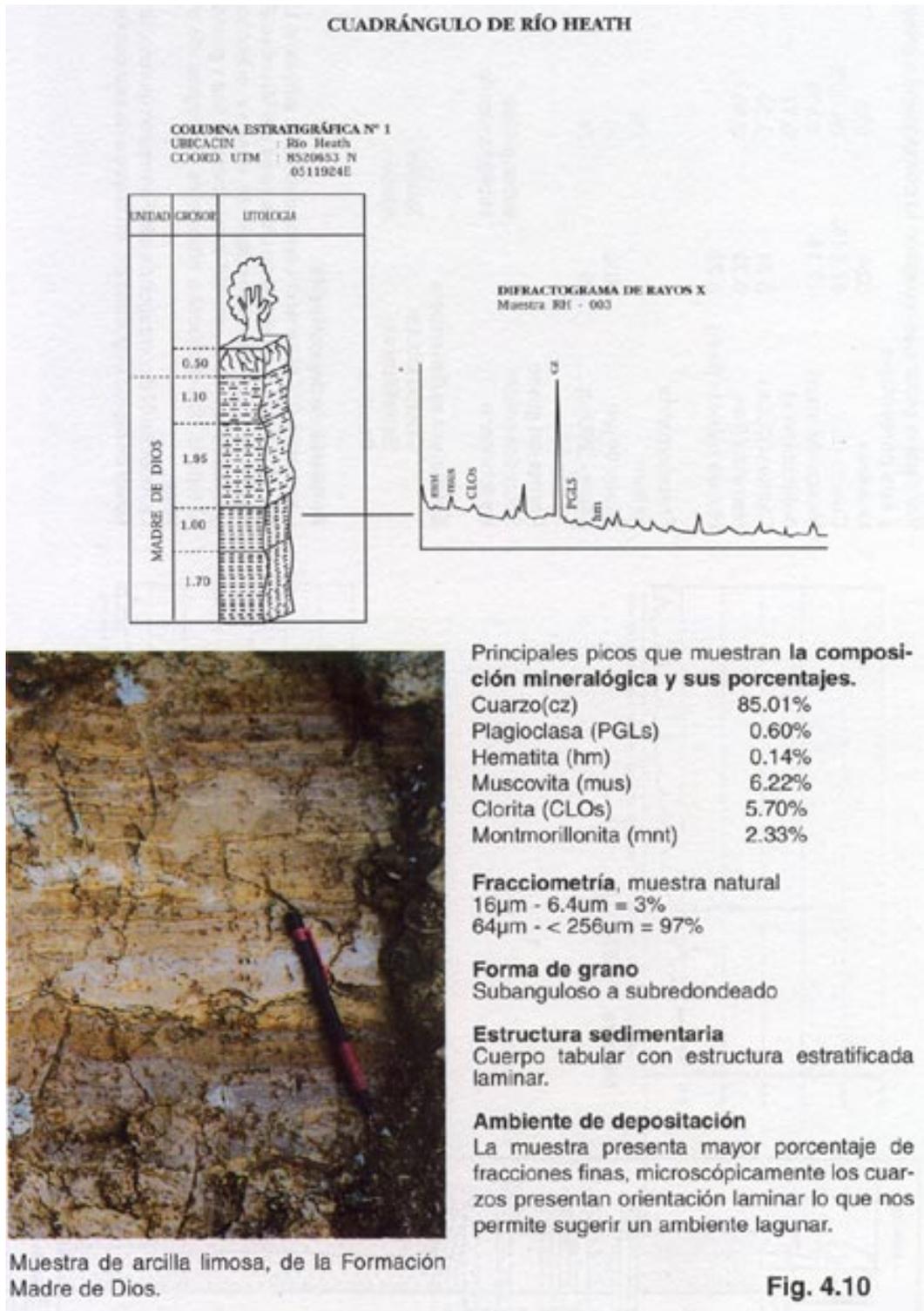
Actualmente en el área de Juliaca se observa una amplia planicie con una ligera depresión central determinando la morfología peculiar de las Pampas del Heath hacia cuyo extremo oeste se desarrollan zonas pantanosas, que en la estación de alta pluviosidad aumenta su nivel, convirtiéndose en un lago de aproximadamente 1.5 km.

Este lago pueden ser contemporáneo al lago Gentry ubicado en el cuadrángulo de Alegría hacia el km 56 de la carretera donde se tomaron muestras de fondo por perforación y cuyos análisis de Radiocarbono emitidos por el Dr. Colinvaux, por el método Acelerador Mass Spectrometry nos indican una edad de $5\,440 \pm 40$ años BP para las muestras tomadas a una profundidad de 114 cm y de $2\,610 \pm 50$ años BP para la muestra obtenida a 60 cm.

Terrazas

Las terrazas formadas en estas áreas, están caracterizadas por una excavación rápida favorecida por los sedimentos semiconsolidados de la Formación Madre de Dios.

Teniendo en cuenta el clima de la región y los materiales que componen las terrazas, frecuentemente ocurren deslizamientos y procesos de soliflujión, por lo que hay que asegurar que sean depósitos in situ cuando se desea datarlas.



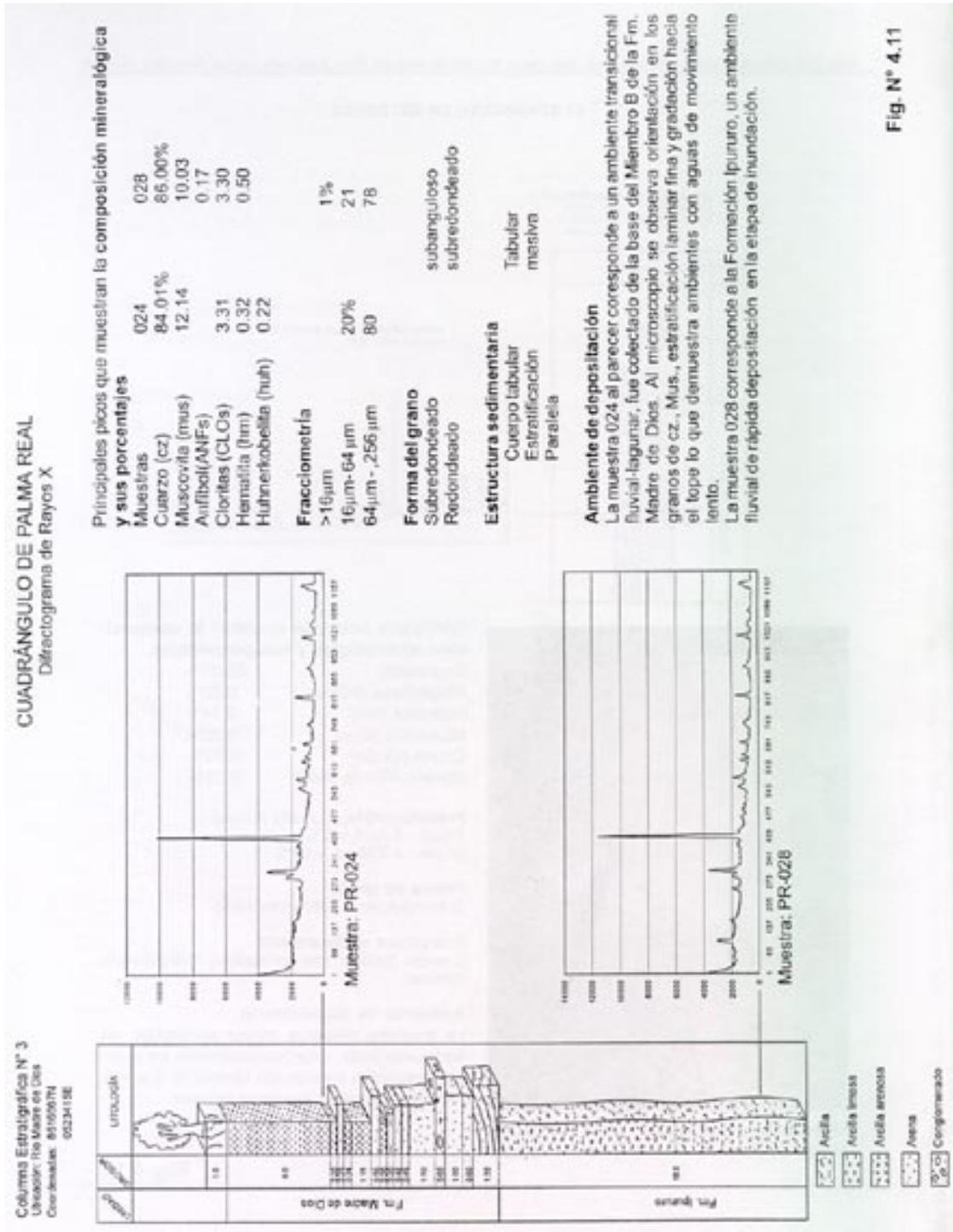


Fig. N° 4.11



Foto N° 4.14 Formación Madre de Dios, río Heath. Coordenadas UTM: 8606997N, 530431E. Conglomerado basal en forma de mesa, grosor 1.80 m.



Foto N° 4.15 Formación Madre de Dios, río Heath. Coordenadas UTM: 8520624N, 511895E. Secuencias de arcillitas limosas a arcillitas arenosas, grosor 6.25 m.



Foto N° 4.16 Cuadrángulo de Palma Real, coordenadas UTM: 8616667N, 0523415E. Secuencias de la Formación Ipururo infrayaciendo en discordancia a facies lagunares de la Formación Madre de Dios.

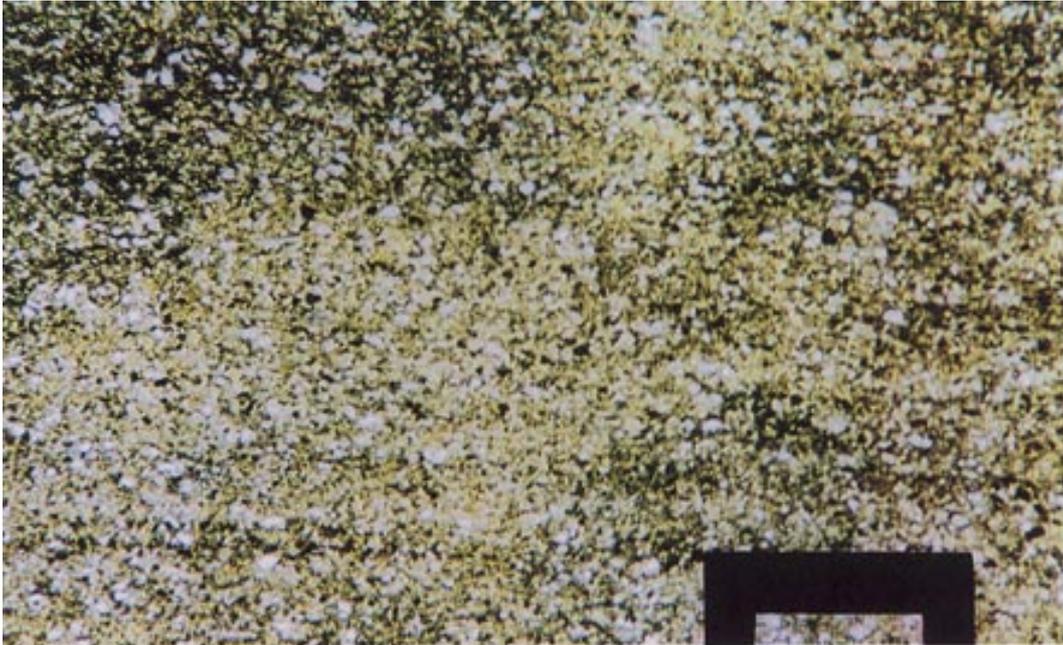


Foto N° 4.17 Muestra PR-025, arcillita limosa 20x
Se observa laminación, fragmentos de cz, FPs, laminillas de micas, fragmentos alterados a ser, en una matriz de ser y disseminaciones de opacos.

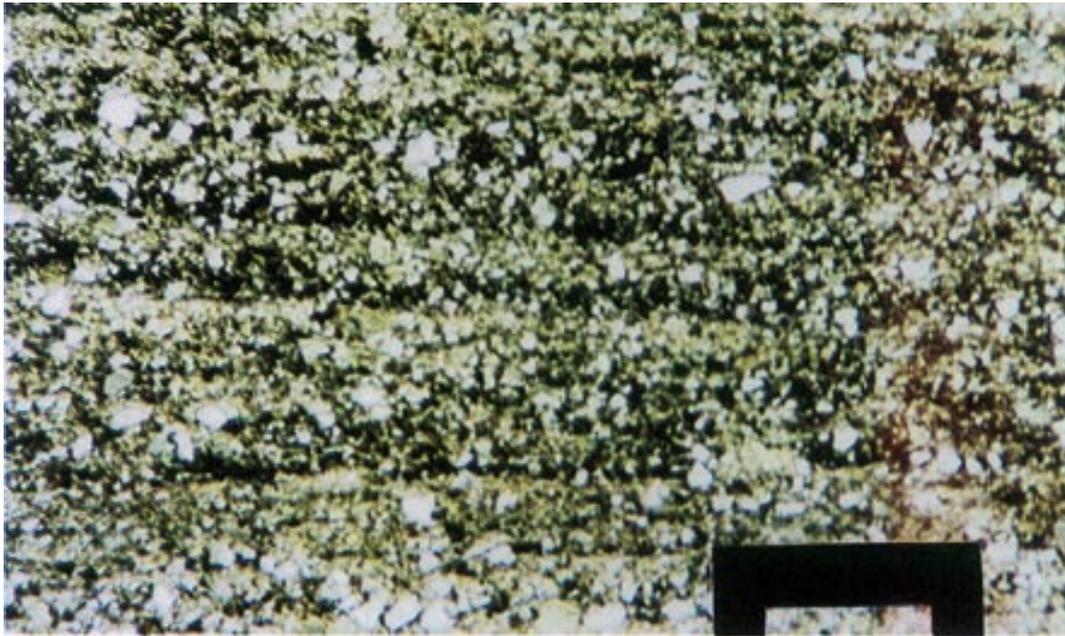


Foto N° 4.18 Muestra PR-024, arcillita limosa 20x
Se observa laminación, agregados de cz y ser, escasa laminación de mus. óxidos de hierro relleno intersticios.

En el área investigada, las terrazas se hallan distribuidas hacia las márgenes de los ríos principales (Heath y Madre de Dios) y en las cercanías del lago Valencia.

Terraza Q – T3

Las terrazas más antiguas están constituidas por los materiales ya descritos como Formación Madre de Dios, en alturas no mayores a 30 metros.

Estas terrazas en la parte superior muestran efectos edafológicos y su edad está relacionada al Pleistoceno.

Terraza Q – T2

Denominada también terraza media baja, se halla emplazada hacia las márgenes de los ríos Heath y Madre de Dios.

Estas terrazas tienen aproximadamente una altura de 10 m sobre el nivel del río y están constituidas por arenas grises a limos sobre las cuales se han formado lagos y pantanos actualmente relacionadas a las Pampas del Heath.

En la terraza Q-2 localizada en el cuadrángulo de Alegría, naciente de la quebrada Pampa Hermosa se han encontrado restos del antiguo paleocanal de Madre de Dios (conglomerado y arenas fuertemente endurecidos por óxidos de hierro), también restos de antiguas culturas como vasijas de material arcilloso-arenoso relacionada al período formativo de la Amazonía, ZAMBRANO (1996), que nos indicarían su desarrollo durante el Holoceno.

Terrazas Q – T1

Son terrazas bajas de hasta 5 metros de altura compuestas de arenas finas, arenas limoarcillosas con restos de materia orgánica depositadas por los ríos actuales en cuyas superficies se encuentran desarrollados lagos en forma de media luna (antiguos meandros) y pantanos (zonas inundables).

En el río Heath hacia sus márgenes se tienen bien desarrolladas estas terrazas, que nos permiten observar patrones de drenaje de ríos entrelazados (curso alto-medio del río Heath) y meandriforme en el curso bajo del mismo, así como también en el río Madre de Dios (área de Valencia).

La edad de estas terrazas cerca al lago Valencia ha sido calculada por referencias históricas de los pobladores que indican que el río cambió de curso en el año 1898.

Suelos Eluviales

Gran parte del área de estos cuadrángulos están afectadas por procesos edafológicos diferentes debido a que los suelos desarrollados en estas áreas tienen variaciones litológicas y morfológicas .

Teniendo en cuenta estos factores podemos clasificar los suelos según su origen en:

Suelos aluviales antiguos

Son suelos originados en depósitos cuaternarios antiguos, los mismos que se hallan conformando las terrazas altas ligeramente onduladas y están compuestas por arcillas y limos arcillosos. Se hallan generalmente cubiertos por bosques naturales.

Suelos aluviales sub-recientes

Son originados por materiales arcillosos o limosos, depositados por los ríos actuales en las terrazas medias bajas. Son suelos edáficos hidromórficos de incipiente desarrollo genético; este tipo de suelo está cubierto por bosques.

Suelos aluviales recientes

Son suelos formados en las terrazas bajas que son inundables periódicamente, están situados en las áreas de inundación y meandros abandonados; constituidos por arenas limosas con estratificación cruzada.

4.4 AMBIENTES DE SEDIMENTACIÓN

En forma general, las diferentes facies expuestas en el área presentan diferentes características físicas, texturales y composicionales, de lo cual deducimos los paleoambientes desarrollados durante el Neógeno y Cuaternario.

Los niveles superiores de la Formación Ipururo (Mioceno) en los cuadrángulos de Puerto Lidia y Río Manuripe están caracterizados por presentar horizontes de arcillita en forma de bancos y arenisca estratificada, masiva correspondientes a depósitos de llanura de inundación y barras de canal, lo cual nos indica que han predominado ambientes fluviales en este sector del área estudiada.

En los cuadrángulos de Qda. Mala y Río Acre se han observado cuerpos tabulares de arcillitas e intercalaciones de material calcáreo, así como también secuencias rítmicas de areniscas y arcillitas con estructura laminar los cuales caracterizan ambientes acuosos de poco movimiento (lagos).

Los depósitos de conglomerados registrados en la base de la Formación Madre de Dios han sido encontrados con mayor frecuencia hacia la parte occidental del área, cuadrángulos de Puerto Lidia y Río Manuripe, éstos nos indican un período corto de profundización por corrientes fluviales.

Potentes acumulaciones de arena limosa se presentan como cuerpos masivos o con estratificación cruzada, son interpretados como rellenos de canal (point bar) y la sucesión de arcillas y limos tabulares como depósitos de desborde o depósitos de llanura de inundación (overbank).

Se han descrito depósitos de arcillas limosas con estratificación laminar en los miembros de la Formación Madre de Dios. Los estudios petrográficos de muestras procedentes de estos horizontes, revelan decrecencia de los granos hacia la parte superior, incremento de muscovita y sericita, orientación de sus componentes, matriz con óxidos de hierro (limonitas), lo cual nos indica un ambiente lagunar. Las muestras fueron tomadas al tope del Miembro A de la Formación Madre de Dios, localizado en la coordenadas UTM 8520624 N, 511895, área del cuadrángulo de río Heath y en el cuadrángulo de Palma Real, en la base del Miembro B de la misma formación, en las coordenadas UTM 8616667 N, 523415 E.

Depósitos fluviales actuales constituidos por arenas finas y limos, presentan algunas veces estratificación cruzada y marcas de corrientes, los cuales se observan en las márgenes de los ríos en forma de terrazas o acumulaciones temporales.

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El área de estudio estructuralmente pertenece a la subcuenca Madre de Dios-Beni; cuenca de antearco formada bajo eventos tectónicos contraccionales.

El origen de la actividad tectónica en esta cuenca está relacionada al proceso de evolución orogénica de los Andes; cuando el mecanismo de acortamiento de retroarco que ocasionó el tectonismo en dirección este, afectó la Amazonía. (RASSANEN, 1993)

Estudios de interpretación estructural basados en imágenes satelitales muestran que este tectonismo, se hace evidente en el área de estudio a través de alineamientos estructurales que predominantemente tienen una orientación NO-SE. En muchos casos fue posible comprobar durante los trabajos de campo que estos alineamientos son fallas relacionadas a la fase Quechua 3, que afectan las secuencias argilíticas de la Formación Ipururo.

También se observan secuencias, suavemente deformadas como producto de sobrecarga que ha actuado sobre una sedimentación diferencial de arcillas y arenas.

5.1 SUBCUENCA MADRE DE DIOS

La subcuenca Madre de Dios-Beni es una unidad morfoestructural cenozoica, situada entre los elementos geotectónicos positivos mayores conocidos como Cordillera Oriental, Arco de Fitzcarrald y el Cratón Brasileño. Tiene un área aproximada de 100 000 km².

Según la clasificación de DUMONT (1989) la subcuenca Madre de Dios corresponde al dominio estructural del sur del Perú.

5.1.1 CORDILLERA ORIENTAL Y SU INFLUENCIA EN LA CUENCA MADRE DE DIOS

La Cordillera Oriental-Faja Subandina, es uno de los elementos geotectónicos positivos de mayor influencia tectónica en la configuración estructural de la cuenca Madre de

Dios. La Faja Subandina es una estrecha faja que cruza el territorio peruano en dirección NO-SE, con anchos variables entre 40 y 80 km y altitudes entre 500 y 200 msnm.

Los rasgos morfoestructurales observados en esta faja consisten en plegamientos abiertos y fallamientos tipo inverso y subvertical que se encuentran afectando secuencias sedimentarias del Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico (Fig. N° 5.1)

Datos de perfiles de sismica de reflexión obtenidos en los pozos Cariyacu y Los Amigos (Lote 46, Petroperú) y los pozos Puerto Primo y Pariamanu (Lote 47, PETROPERÚ), ubicados en los cuadrángulos de Soledad y Alegría, demuestran que los rasgos estructurales de la Cordillera Oriental se manifiestan en menor grado hacia la parte baja de la cuenca Madre de Dios. En estos perfiles se identificaron dos tipos de estructuras; una relacionada al Paleozoico hasta el tope del Cretáceo y otra relacionada al Paleógeno-Neógeno. El pozo Los Amigos 46-8-2X fue perforado en una estructura anticlinal relacionada con el basamento hasta el tope del Permiano. El pozo Cariyacu 46-9-IX fue perforado en una estructura anticlinal relacionada al Paleógeno-Neógeno. En el Lote 47 el pozo Pariamanu fue perforado en una estructura anticlinal relacionada al Paleozoico superior. El pozo Puerto Primo fue perforado en una estructura anticlinal relacionada al Paleógeno-Neógeno. (Informe PETROPERÚ, 1978).

En conclusión estos perfiles nos muestran rocas paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas deformadas por la tectónica Hercínica y Andina.

En el área de estudio la expresión superficial de estas estructuras está dada por suaves y amplias ondulaciones regionales con tendencias NO-SE.

5.2 DESARROLLO ESTRUCTURAL

La complejidad del sistema depositacional fluvial y la densa cobertura vegetal en la Amazonía Peruana, representan el factor limitante en la observación de evidencias estructurales de campo, por lo que la mayor incidencia tectónica puede verse reflejada a través de perfiles sísmicos e interpretaciones de imágenes satelitales.

En las interpretaciones basadas en imágenes satelitales Lansat TM con bandas 7,4,5 e imágenes Radarsat se han determinado dos zonas estructurales basadas en principios morfoestructurales como sistemas de alineamientos relacionados a fallas.

La primera zona estructural corresponde al Bloque Norte con sistemas de alineamientos NO-SE, NE-SO y N-S en los ríos De las Piedras, Tahuamanu y Acre (Fig. N° 5.2).

La segunda zona estructural está referida al Bloque Sur, son sistemas de alineamientos estructurales en dirección NO-SE y NE-SO, poco definidos (Fig. N° 5.3).

5.2.1 BLOQUE NORTE

Zona de Alineamiento Estructural río De las Piedras

Esta zona está ubicada en el cuadrángulo de Puerto Lidia, en el sector SO del Bloque Norte. Se caracteriza por presentar alineamientos con dos tendencias direccionales:

- Alineamientos estructurales con dirección NO-SE
- Alineamientos estructurales con dirección NE-SO.

Alineamientos estructurales con dirección NO-SE: Se observan orientados tangencialmente al curso del río De las Piedras, afectando colinas bajas y planicies estructurales, con rumbos que varían entre N12°O y N30°O y longitudes que van de 2 a 8 km.

Algunos de estos alineamientos corresponden a fallas direccionales que afectan a la Formación Ipururo ocasionando la deformación y fracturamiento de horizontes de limoarcillitas y arcillitas (Foto N° 5.1)

Estos alineamientos corresponden al sistema de fallas del río De las Piedras definida por CARLOTTO (1997) en los cuadrángulos de Soledad y Alegría.

Alineamientos estructurales con dirección NE-SO: Se observan afectando colinas bajas y planicies estructurales, su rumbo varía entre N52°E y N17°E, con longitudes que van de 1 a 6 km.

En la terraza “Mirador” se pudo verificar que el alineamiento observado en imágenes satelitales correspondía a un sistema de fallas normales que afectan las secuencias de areniscas finas y areniscas arcillosas de la Formación Ipururo (Foto N° 5.2).

Zona de Alineamiento Estructural Río Tahuamanu

Esta zona de alineamiento está ubicada en los cuadrángulos de Quebrada Mala, Iberia y San Lorenzo, sector meridional del Bloque Norte. Está definida por tres tendencias direccionales:

Alineamientos estructurales con dirección NO-SE: Su rumbo varía entre N 60° O y N 15° O, y longitudes que varían de 2 a 8 km.

Aproximadamente 8 km al SE de la localidad de Iberia (coordenadas UTM: 8735370 N, 453362 E) se pudo verificar que el alineamiento observado en imágenes satelitales correspondía a una falla tangencial al curso del río que ha producido la distorsión y fracturamiento de las arcillitas de la Formación Ipururo (Fotos N° 5.3, 5.4). Otro ejemplo se tiene a 6 km al SE de la localidad de San Lorenzo (coordenadas UTM: 8733249 N, 471982 E) donde arcillitas grises de la Formación Ipururo también han sido fracturadas (Foto N° 5.5).

Alineamientos estructurales con dirección NE-SO: Tienen rumbos que varían entre N 15° O y N 60° E, y longitudes que van de 3 a 6 km.

Alineamientos estructurales con dirección N-S: Sus longitudes varían entre 2 a 10 km.

Zona de Alineamiento Estructural Río Acre

Se encuentra ubicada en los cuadrángulos de Río Acre, Quebrada Mala, Iñapari, e Iberia, en el sector meridional del Bloque Norte. Esta zona se encuentra definida por tres tendencias regionales:

Alineamientos estructurales en dirección NO-SE: Tienen rumbos que varían entre N30°E y N70°E y longitudes que varían entre 2 a 11 km.

Alineamientos estructurales en dirección NE-SO: con rumbos que varían entre N40°E y N05°E y longitudes que varían entre 5 a 11 km.

Alineamientos estructurales con dirección N-S: A 2.3 km al NO de la comunidad nativa de Nueva Vida se tienen delgados niveles de arcillas intercaladas con arenas de la Formación Ipururo, suavemente deformadas y afectadas por fallas de bajo ángulo producidas por deslizamiento gravitacional. (Foto N° 5.6).

5.2.2 BLOQUE SUR

En las interpretaciones basadas en imágenes satelitales Landsat y Radarsat de los cuadrángulos de Valencia, Palma Real y Río Heath, sólo se observan pocos alineamientos discontinuos. Estos tienen una tendencia direccional NO-SE y NE-SO.

Todo este sistema de alineamientos observados en imágenes satelitales y los pocos que han sido verificados en el campo, podrían haber sido producidos por efectos de sobrecarga, de sistemas de fallamientos profundos y reactivación de deformaciones anteriores.

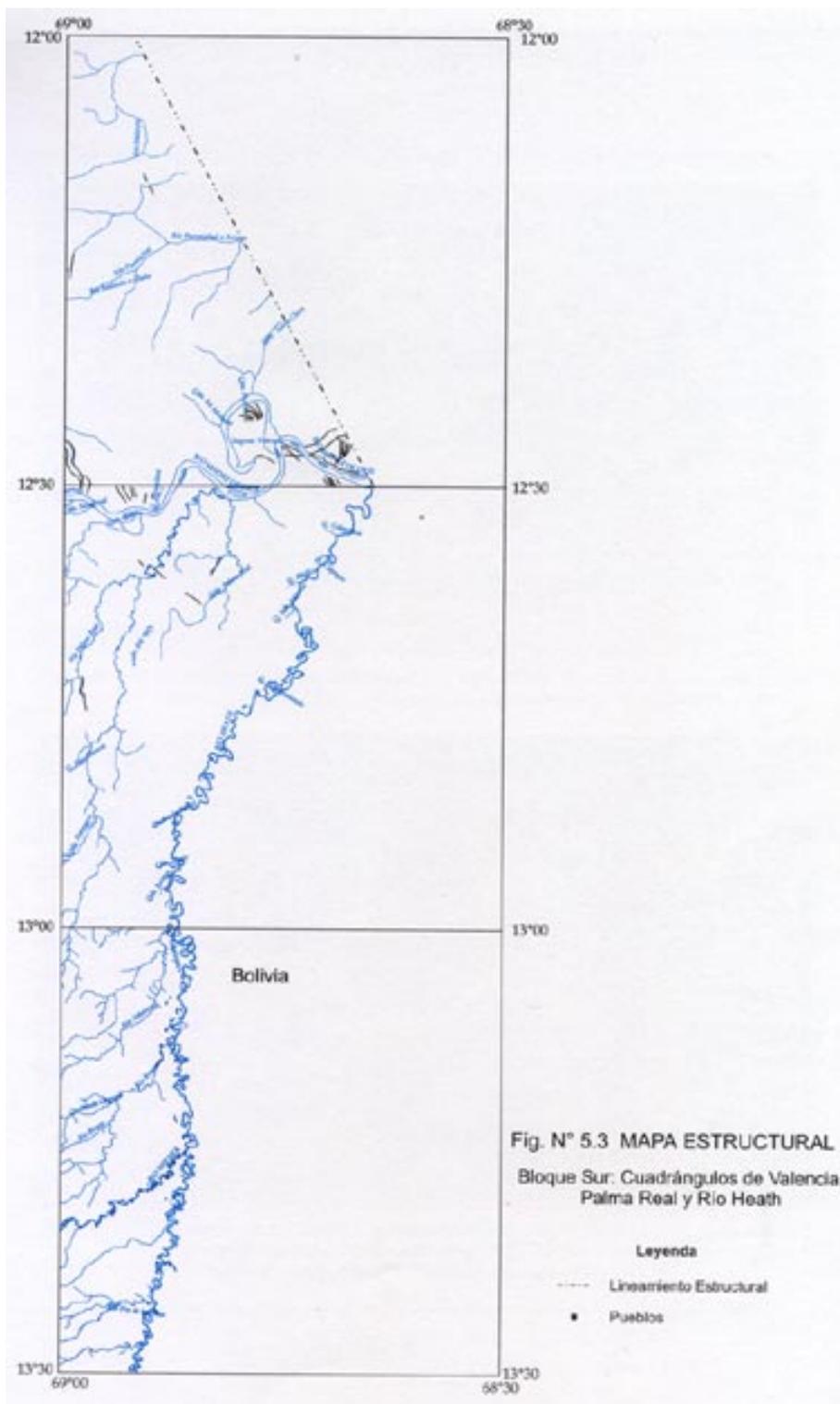




Foto N° 5.1 Estratos de limolitas deformados y fracturados, Formación Ipururo, río De las Piedras, cuadrángulos de Puerto Lidia, coordenadas UTM: 8684660N, 363722E.



Foto N° 5.2 Secuencia de areniscas y areniscas arcillosas de la Formación Ipururo afectada por sistemas de fallamiento normales. Río De las Piedras, cuadrángulo de Puerto Lidia. Coordenadas UTM: 8674291N, 387415E.

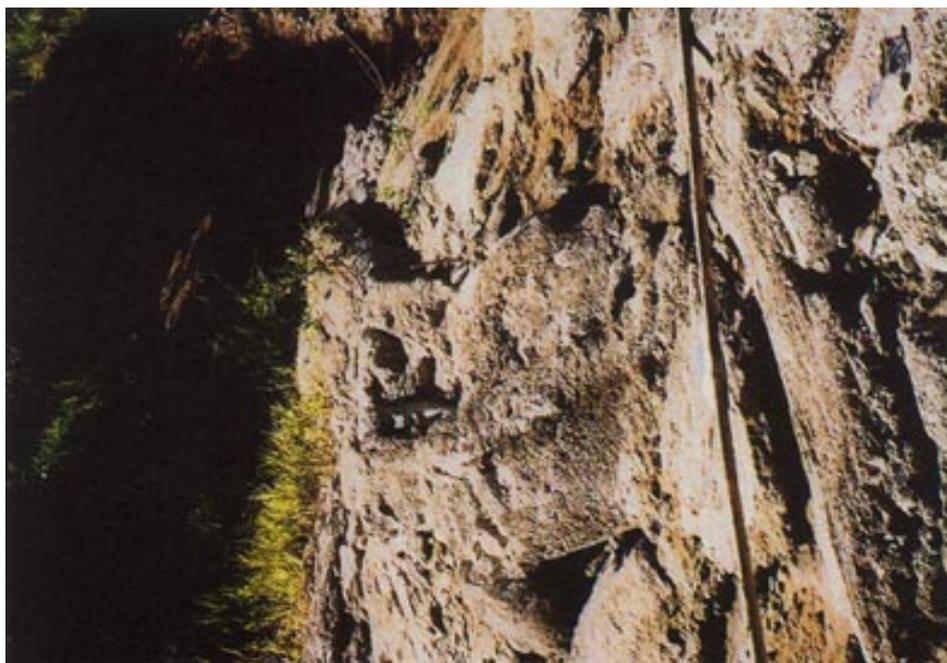


Foto N° 5.4 Primer plano de las mismas arcillitas fracturadas, río Tahuamanu, cuadrángulo San Lorenzo, coordenadas 8735370N, 453362E.



Foto N° 5.3 Arcillitas de la Formación Ipururo, fracturadas, río Tahuamanu, cuadrángulo de San Lorenzo, Coordenadas 8735370N, 453362E.



Foto N° 5.5 Niveles de arcillitas grises deformadas y fracturadas, Formación Ipururo, río Tahuamaru, cuadrángulo de San Lorenzo, coordenadas UTM: 8733249N, 471982E.



Foto N°5.6 Intercalación de niveles de areniscas y arcillitas suavemente deformadas y afectadas por una falla de bajo ángulo gravitacional, Formación Ipururo, río Acre, cuadrángulo de Iñapari. Coordenadas UTM: 8790370N, 416657E.

GEOLOGÍA HISTÓRICA

Los sedimentos superficiales en el área de los bloques estudiados están constituidos por las formaciones Ipururo y Madre de Dios, las cuales se formaron durante el Mioceno y Plio-Pleistoceno respectivamente.

Durante el Mioceno se depositaron sedimentos de ambientes continentales originados por sistemas fluviales de los Andes. Estos sedimentos cubrieron ampliamente la cuenca de retroarco situada entre la Cordillera Oriental Andina y el Cratón Brasileiro, los cuales presentan caracteres de depósitos fluvio-lacustres y pantanosos desde la parte occidental a la oriental.

Los rasgos estructurales, conformados por fallas direccionales y de esfuerzos de compresión y distensión han sido observados en los niveles superiores de la Formación Ipururo y relacionados a la fase III de la Tectónica Andina.

Estos movimientos tectónicos habrían reactivado el levantamiento del Arco de Fitzcarrald ya existente separando las dos cuencas; Madre de Dios y Ucayali.

Estos movimientos interrumpieron los procesos de agradación convirtiéndolos en degradantes al cortarse los antiguos cauces, este pequeño cambio relacionado con variaciones climáticas evidencian la discordancia existente sobre los sedimentos de la Formación Ipururo.

Es evidente que durante el Pleistoceno se registraron cambios climáticos importantes que alteraron el carácter de los sedimentos formándose potentes acumulaciones aluviales y nuevos sistemas de drenajes andinos que aportaron grandes cantidades de sedimentos al área del Llano Amazónico.

En la cuenca Madre de Dios, acumulaciones de hasta 60 m caracterizan a la Formación Madre de Dios, estos materiales constituyen actualmente los depósitos de tierra firme (depósitos no inundables).

Posteriormente, durante el Holoceno los procesos de degradación y agradación forman en el frente subandino, abanicos aluviales relacionados a un régimen de alta pluviosidad y que se hallan cubriendo las áreas surorientales de la cuenca (área del río Heath).

Relacionados a estos depósitos aluviales holocénicos se tienen los sistemas fluviales y lagunares.

En la actualidad los procesos erosivos continúan formando canales migratorios meandriformes y depósitos heterogéneos con materiales provenientes de las formaciones Ipururo y Madre de Dios, así como también siguen produciéndose deslizamientos, torrentes de barro y palizadas que bloquean los ríos a menor escala, bajo estos agentes se desarrolla la morfología actual.

GEOLOGÍA ECONÓMICA

El área de estudio, ubicada en la Llanura de Madre de Dios, es una zona de escasa presencia de mineralización metálica, destacándose la presencia de oro detrítico. Dicho mineral es producto de la degradación de yacimientos auríferos primarios emplazados en rocas paleozoicas (formaciones Sandía y Ananea).

En cuanto a los depósitos no metálicos, estos consisten de arenas y arcillas que se encuentran constituyendo las terrazas y depósitos fluviales en los sectores alto y medio de los ríos De las Piedras, Tahuamanu, Acre, Muymanu y Heath.

Esta zona de la cuenca de Madre de Dios puede tener un potencial hidrocarburífero, ya que en el subsuelo existe la presencia de rocas probablemente generadoras y reservorios de petróleo, en unidades cretácicas tales como las formaciones Agua Caliente, Chonta y Vivian.

Dentro del programa de evaluación del potencial minero en los cuadrángulos estudiados, se han llevado a cabo trabajos de gabinete que consisten en la recopilación de información bibliográfica obtenida en el Banco de Datos del Departamento de Informática y Biblioteca del INGEMMET, de la cual se puede visualizar la escasa o casi nula ocurrencia de mineralizaciones metálicas, obteniéndose informaciones que sólo en el río Madre de Dios y cerca a la frontera con Bolivia se encuentran algunos lavaderos artesanales de oro (point bar).

Existe un potencial de recursos no metálicos los cuales en la actualidad no pueden ser explotados por la falta de acceso.

La actividad económica se caracteriza por la explotación de madera y comercialización de castaña, y en menor proporción la ganadería y la pesca.

7.1 Minerales Metálicos

La Cordillera Oriental constituye la fuente primaria del oro detrítico de la llanura de Madre de Dios. Este oro primario fue removido de sus rocas encajonantes por diversos agentes exógenos para luego ser transportados por los ríos que descienden de dicha cordillera, tal como el río Madre de Dios, en cuya cuenca se tienen diversos depósitos aluviales.

En los cuadrángulos estudiados se tiene sólo 2 lavaderos point bars ubicados en el río Madre de Dios, cerca de la frontera con Bolivia, donde se encuentran lugareños trabajando lavaderos artesanales por oro, siendo explotados con equipo rudimentario como carretillas, lampas y picos. Estos pequeños mineros se han organizado en cooperativas pagando un impuesto porcentual, por el derecho de trabajar en parte del denuncia. Con este dinero las cooperativas cubren los gastos ante los organismos estatales.

7.1.1 Transporte de Material

De manera general los materiales son transportados por las corrientes durante las crecidas, mientras que cuando vuelven a su estado normal se produce la depositación. En general el material grueso se mueve intermitentemente y gran parte del material más grueso podría permanecer en reposo por un período más largo.

El estudio realizado sobre los sedimentos de point bars, en las coordenadas UTM 8621269 N, 530577 E; 8618290 N, 514120 E, revelan diferentes grados de depositación en el ambiente fluvial, encontrándose un frente fuertemente energético presente en la cabeza (parte ubicada río arriba) del point bar y otro de menor energía situada en la cola (parte ubicada río abajo del point bar) que ha permitido la depositación gradacional de las partículas de gruesas a finas respectivamente. En este sentido la distribución mineralógica varía a lo largo del point bar.

Con la técnica del t-test (DAVIES, 1973) se hallaron diferencias significativas en siete minerales. Así el oro y zircón son típicos en las cabezas de los point bars y en los sedimentos de las colas los tenores son más altos en epidota, titanita, andalucita, actinolita y limonita.

Los depósitos de placer no se forman repentinamente, se acumulan y enriquecen progresivamente por una sucesión de interacciones de la corriente. Aunque las formas topográficas y los controles geológicos responsables de la formación de un placer particular puede persistir por un largo período de tiempo.

El depósito en sí es transitorio, a menos que sea preservado por alguna rotura de erosión.

7.1.2 Fases de Explotación

La explotación que se realiza es simple y comprende las siguientes fases:

- 1) Remoción de la sobrecarga
- 2) Remoción de la grava
- 3) Clasificación granulométrica del oro y clastos
- 4) Concentración mecánica de las arenas pesadas (magnetita, hematita e ilmenita) y en especial el oro.
- 5) Amalgamación, y
- 6) Refogado.

En el área de estudio se mantiene en su mayoría una explotación artesanal con diversas variantes (Fotos N° 1 y 2), que se orientan generalmente hacia el desbroce del material estéril (sobrecarga), con métodos que incluyen el empleo de pala, pico y carretilla, mayormente en playas donde se han formado barras en punta tipo point bar (Fotos N° 7.1 y 7.2)

7.1.3 Mineralización

La mineralización del oro en la zona, está directamente relacionada al río Madre de Dios. Esto es el resultado de un proceso de erosión de yacimientos primarios los cuales se encuentran ubicados en la vertiente este de la Cordillera Oriental. Dicho mineral es producto de la degradación de yacimientos auríferos primarios emplazados en rocas paleozoicas (formaciones Sandia y Ananea).

7.2 Minerales No Metálicos

Los recursos no metálicos en estos cuadrángulos son escasos y los que existen están representados principalmente por materiales tales como arcillas, limos y arenas.

En los cuadrángulos de estudio se tiene un potencial de materiales no metálicos para la construcción, los cuales no pueden ser explotados por la falta de acceso y medios de transporte adecuado.

7.2.1 Principales Minerales No Metálicos

Arcilla

La Formación Ipururo se caracteriza por presentar potentes estratos de material arcilloso en sus diferentes modalidades (arcilla-limosa, arcilla-arenosa, limo-arcilloso, etc.) que puede ser utilizado para la fabricación de ladrillos, sin embargo debido a la presencia de abundante madera, los lugareños no se preocupan en darle uso a la arcilla ya que les resulta más económico construir sus casas con madera.

Arena

En la Formación Madre de Dios se tienen paquetes de arena de grano medio a grueso, semiconsolidada, formados por estratos potentes que se les encuentra en las playas en las márgenes de los ríos. Estas arenas podrían ser utilizadas como material de construcción pero sin embargo debido al alto costo del cemento en esta región, los lugareños prefieren utilizar la madera. (Fotos N° 7.3, 7.4)

Grava

En el río Madre de Dios se tiene un paquete de material conglomerádico inconsolidado el cual económicamente no es rentable debido a la carga de material que existe sobre de ella.

Hierro

En el tramo de la carretera Mavila - Puerto Maldonado, aflora la Formación Madre de Dios en la cual existe un nivel de suelos lateríticos constituidos por arcillas limosas y hierro oolítico de 1 - 3 cm de diámetro. Estos suelos tienen un grosor de 50 a 60 cm Aproximadamente (Fotos N° 7.5 y 7.6).

Este material es utilizado para afirmar la carretera, a fin de evitar la formación de lodo en épocas de lluvias (Foto N° 7.7).



Foto N° 7.1 Método de explotación artesanal del oro aluvial, lavado de la muestra, río Madre de Dios, cuadrángulo de Valencia.



Foto N°7.2 Método de explotación artesanal del oro aluvial, selección del material, río Madre de Dios, cuadrángulo de Valencia.



Foto N° 7.3 Bancos de arenas semiconsolidadas de la Formación Madre de Dios con condiciones para ser utilizadas como material de construcción.



Foto N° 7.4 Arena de playa, que por su pureza, también podría ser utilizada como material de construcción, cuadrángulo de Puerto Lidia, coordenadas 8676080N, 388140E.



Foto N° 7.5 Capa de suelo laterítico compuesto por hierro oolítico, en la Formación Madre de Dios. Este material es utilizado para el afirmado de carreteras. Campamento San Juan km. 125 de la carretera Iñapari-Mavila. Coordenadas UTM: 8718923N, 409747.



Foto N° 7.6 Cantera del material listo para ser transportado y utilizado en el afirmado de la carretera Iñapari-Mavila.



Foto N° 7.7 Vista de la carretera después del afirmado con el material.

7.3 HIDROCARBUROS

En el subsuelo del área estudiada se encuentran rocas sedimentarias de origen marino-continental, que alcanzan grosores considerables, dentro de las cuales algunas tienen propiedades físicas para constituirse en rocas reservorio y otras para generar petróleo.

En la cuenca Madre de Dios, existen algunas zonas con buenas perspectivas para la búsqueda de hidrocarburos, pudiendo considerarse que la exploración se halla en un estado inicial, habiéndose perforado solamente una decena de pozos, lo que es escaso con relación a la enorme extensión de 16 millones de hectáreas.

Anteriormente existían 2 lotes que estaban comprendidos en el área de estudio: el lote 47 y el lote 48, de ellos el lote 47 a cargo de la compañía contratista Andes Petroleum fue el más estudiado. Se han perforado 2 pozos exploratorios en el lote 47, el pozo 47-23-1X Pariamanu que alcanzó la profundidad de 4 210 m ubicado al suroeste del área de estudio en el cuadrángulo de Río Los Amigos (25-v) y el pozo 47-25-2X Puerto Primo con una profundidad de 4 000 m ubicado al sur del área de estudio en el cuadrángulo de Soledad (25-x), los cuales fueron programados en estructuras determinadas por sísmica de reflexión.

El lote 47 está ubicado en la parte central de la subcuenca Madre de Dios, abarca una extensión areal de 1 000 000 Ha, entre las coordenadas geográficas:

70°36'36" y 69°4'22" longitud oeste 11°47'53" y 12°42'04" latitud sur

Columna estratigráfica del pozo Pariamanu 47-23-1X

Terciario:

Ipururo	977.0 m
Huayabamba	983.5

Cretáceo:

Cachiyacu	312.4
Vivian	52.8
Chonta	56.8
Grupo Oriente	299.2
Copacabana-Tarma	1 098.3
Ambo	99.0
Cabanillas	331.0

Las rocas cretácicas no tuvieron manifestaciones de hidrocarburos; pero en la sección Copacabana-Tarma se registraron lecturas de gas hasta C5 y trazas de petróleo visible en muestra de canaleta a la profundidad de 3 058 m. Otros intervalos con lecturas de gases de

C1 a C5 se efectuaron a profundidades de 370, 3 415, 3 570, 3 617 y el más significativo a 3 787 m el mismo que dió C1: 4 905 ppm; C2: 7 400 ppm.; C3: 2 437 ppm.; y C4: 1 067 ppm.

Columna estratigráfica del pozo Puerto Primo 47-25-2X

Terciario:	
Ipururo	682m
Huayabamba	821
Cretácico:	
Cachiyacu	308
Vivian	34
Chonta	54
Oriente	221
Pérmico:	
Pinquén	60
Copacabana	665
Pensilvaniano:	
Tarma	552
Misisipiano:	
Ambo	101
Devónico:	
Cabanillas	502

La sección cretácica tiene elevado contenido de arcilla y está saturada de agua, los cálculos de salinidad basados en registros eléctricos son los siguientes: Vivian 40 000-6 700 ppm CINA; Chonta 4 000 –15 000 ppm CINA; y Oriente 19 000 – 21 000 ppm CINA.

La sección Copacabana-Tarma presentó trazas de fluorescencia de colores amarillo pálido a azul, con corte débil y también trazas de hidrocarburos gaseosos de C1 C5.

Actualmente se tiene un contrato de exploración y explotación de un lote con la compañía MOBIL-ESSO-ELF PETROLEUM, el mismo que está asignado con el número 77, de 1503 ha.

7.3.1 Maduración y Migración

Los datos de maduración y migración, provienen de la cuenca Madre Dios del norte de Bolivia, los cuales pueden ser válidos para el sector peruano. Dos fases de maduración de hidrocarburos han sido reconocidas (BABY et al., 1994): La primera empieza al inicio del Carbonífero, donde la columna sedimentaria es potente y afecta principalmente al Devónico,

siendo muy raras las trampas estructurales de este período. Entre el Pérmico y el Jurásico, la cuenca ha sido profundamente erosionada, y los hidrocarburos generados probablemente han desaparecido (BABY et al., 1994). La segunda fase de maduración es contemporánea a la deformación andina (Mio-Pliocena). Se debe a la fuerte subsidencia y a la sedimentación cenozoica en la cuenca de Antepaís así como a las cuencas transportadas por los corrimientos. Los hidrocarburos expulsados durante este segundo período, pueden haber rellenado anticlinales andinos.

7.3.2 Conclusiones sobre Evaluación del Lote 47

Las rocas terciarias no tienen capacidad para generar ni para entrapar hidrocarburos.

Las arenas de la sección cretácica tienen elevado contenido de arcilla y están saturadas de agua. Sus salinidades son bajas y varían de 4 000 ppm de ClNa en la Formación Vivian a 21 000 ppm de ClNa en el Grupo Oriente.

Dentro de la secuencia sedimentaria las unidades prospectables se encuentran en el Cretáceo, entre ellas el Gpo. Oriente, la Fm. Chonta y la Fm. Vivian.

Teniendo como referencia a los pozos de Pariamanu y Puerto Primo se puede decir que el grosor del Cretáceo es delgado, por lo que la zona no es interesante como generadora de petróleo.

GEOLOGÍA AMBIENTAL

En el área estudiada, los aspectos ambientales están referidos a procesos naturales (físicos, químicos, biológicos) y factores humanos capaces de afectar directa o indirectamente a la biósfera, debiendo ser estudiados en su conjunto a fin de aplicar medidas correctivas y/o preventivas que eviten pérdidas materiales, humanas o retrasen el desarrollo socio económico de la región.

Entre los principales procesos están los de geodinámica externa y dentro de éste los derrumbes, erosión de laderas y erosión fluvial.

8.1 PROCESOS GEODINÁMICOS

8.1.1 EROSIÓN FLUVIAL

Siendo los ríos de la región meándricos, pueden ocurrir represamientos a consecuencia de las palizadas que transportan en época de crecientes o material de derrumbes de tierra, así como la intensa acción hidráulica; por lo que los ríos tienden a cambiar su curso y por consiguiente a formar nuevos cauces originando muchas veces desniveles o cashueras (hasta de 2 m de diferencia). Esto depende del grado de consolidación del material que se encuentra en la base y laderas del río. Por consiguiente al encontrar ese nuevo cauce queda estrangulada la curva del río formando lo que se conoce como meandros abandonados, los que a su vez dan origen a lagunas o cochas que tienen una fauna y flora propia del medio que los rodea.

8.1.2 EROSIÓN DE LADERAS

En una morfología de suaves colinas formadas donde los sedimentos de las formaciones Madre de Dios e Ipururo ofrecen poca resistencia a la acción del agua producto de lluvias, escurrimientos superficiales, etc; se puede observar en el área que la erosión afecta a las terrazas y bordes provocando el consiguiente desmoronamiento de las laderas de las márgenes y la ampliación de su cauce. Así mismo cuando el agua que transporta sobrepasa su cauce llega a desbordarse por sus riberas e inundar sus márgenes.

8.1.3 DERRUMBES

Estos fenómenos se pueden apreciar en las laderas de los valles de los ríos De las Piedras, Huáscar, Acre, Tahuamanu, Muymanu, Manuripe, debido principalmente a sus pendientes empinadas y la composición litológica de las formaciones geológicas existentes en el área de estudio, mayormente compuestas por arenas de grano medio a fino y material arcilloso semiconsolidado por lo que no tienen la consistencia adecuada para una buena estabilidad de talud y la resistencia necesaria para soportar las fuertes precipitaciones pluviales, la crecida de los ríos y los vientos huracanados que desestabilizan fácilmente las laderas.

8.2 RECURSOS HÍDRICOS

Gran parte de las áreas pobladas no presentan servicios de agua potable consumiendo directamente el agua de los ríos y lagunas, las cuales se presentan contaminadas por diferentes agentes como el mercurio, utilizado en las labores mineras (río Madre de Dios), asimismo contribuyen a la contaminación las plantas tóxicas usadas en la actividad pesquera y desechos orgánicos de animales. Así como también la falta de un sistema de desagüe en los centros poblados como Mavila.

8.2 1 Calidad de Agua

Para que el agua sea potable deben cumplir con los parámetros físico – químicos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y/o las Normas Técnicas Peruanas (ITINTEC – 1987), estas últimas se muestran en el siguiente cuadro:

PARÁMETROS ACEPTADOS SEGÚN NORMAS

TÉCNICAS DE INTINTEC - 1987

PARÁMETRO	VALOR MÁXIMO RECOMENDABLE	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
	(mg/l)	(mg/l)
Bario		1.0
Cadmio		0.005
Calcio	75	
Cobre		1.0



Foto N°8.2 Actividad erosiva del río Huáscar, retroceso de la terraza y colapso de grandes troncos de árboles. Cuadrángulo de Río Manuripe.



Foto N°8.1 En la quebrada del río Huáscar es frecuente observar la inestabilidad de los taludes, gran parte de las secuencias arenosas de la Formación Madre de Dios tienden a derrumbarse.

Cromo Total		0.05
Dureza Total	200	
Fluoruro		1.5
Hierro		0.3
Magnesio	30	
Mercurio		0.001
Nitrato		45
Plomo		0.05
Selenio		0.01
Sodio		100
Sulfatos	250	400
Zinc		5.0
PH	6.5 – 8.5	

Las muestras de agua tomadas en los ríos Heath, Manuripe, Muymanu, Tahuamanu y quebrada Mavila, han sido analizadas para tener una referencia del grado de contaminación que presentan; los resultados son los siguientes:

8.2.2 Análisis Físico-Químico

En el Laboratorio de Química del INGEMMET se han analizado 5 muestras de agua procedente de los principales ríos que cruzan el área de estudio

Muestra	Fe mg/l	Li mg/l	As mg/l	Ca mg/l	Mg	pH
Río Heath	0.1	0.1	0.005	11.5	2.8	6.6
Río Manuripe	0.1	0.1	0.005	4.5	2.0	6.2
Río Muymanu	0.1	0.1	0.005	4.8	1.8	6.2
Río Tahuamanu	0.1	0.1	0.005	0.55	11	7.2
Qda. Mavila	0.2	0.1	0.005	0.55	0.44	6.0

De acuerdo a parámetros analizados se puede establecer lo siguiente:

Río Heath: El agua es admisible para el consumo humano.

Río Manuripe: Solamente el valor del pH (6.2 mg/l) está debajo del valor admisible, pues las aguas son ligeramente ácidas.

Río Muymanu: Los resultados son iguales que en el río Manuripe.

Río Tahuamanu: Las aguas se encuentran dentro de los valores admisibles y cumplen las normas de salubridad pública para el consumo humano.

Qda. Mavila: Los resultados de laboratorio indican que el contenido de hierro (0.2 mg/l) y el pH (6.0) se encuentran debajo de los rangos recomendables. Considerando que los pobladores de la localidad de Mavila utilizan esta agua para el consumo doméstico, es necesario realizar un estudio detallado de las aguas de esta quebrada.

8.3 Deforestación

La parte norte del área de estudio, que comprende las localidades de Iberia e Iñapari se encuentra parcialmente deforestada por la indiscriminada tala de bosques, por pequeños madereros que se dedican al comercio formal e informal de los diferentes tipos de madera.

A comienzos del siglo con la fiebre del caucho llegaron numerosos colonos de diferentes lugares del país y del extranjero que arrasaron con todos los árboles de caucho de la región y en la actualidad se puede observar la tala y quema indiscriminada de la vegetación para preparar los suelos de algunas áreas a fin de utilizarlas en la agricultura, ganadería y otras actividades antrópicas.

El Estado debe prohibir que se continúe la tala indiscriminada para evitar el desequilibrio ecológico en la región.

8.4 Geoturismo

Debido a la excesiva depredación de los ecosistemas en casi toda la selva el Instituto de Recursos Naturales (INRENA) ha creado zonas de reserva nacional para preservar algunos animales en extinción y lugares para el turismo, las mismas que son cuidadas y administradas por personal del Instituto.

En general poco se conoce de la existencia del ecosistema conocido como “Las sabanas húmedas en el Perú”, paisaje familiar para los peruanos que han visto films y documentales sobre Africa; pero que desconocen que en el corazón de la selva peruana también se localizan en esta región donde se les denomina “Santuario Nacional de las Pampas del Heath”.

Este Santuario Nacional se localiza en el extremo oriental del departamento de Madre de Dios, en la frontera con Bolivia, entre los ríos Heath y Palma Real colindando por el este con las pampas de Mojos, más extensas pero más deterioradas ecológicamente y ha sido declarado en junio de 1983 como área natural protegida. Cubre una extensión de 102 109 hectáreas, su apariencia es de una enorme llanura de pastos altos y palmeras (sabana) que

llama la atención en medio de los densos bosques de la selva tropical, y constituyen el extremo norte de una formación vegetal que se extiende desde el este de Bolivia hasta el oeste de Paraguay y Argentina.

El clima en este lugar es muy cálido y húmedo, con fuertes precipitaciones durante el verano; cuando las lluvias son muy intensas llegan a inundar grandes extensiones de la sabana, quedando sólo las copas de las palmeras de aguaje y los sólidos termiteros como únicos refugios.

Muchos de los animales que habitan en este singular ecosistema son únicos y están adaptados para la vida en el gran pastizal, entre ellos destacan: el ciervo de los pantanos, el mayor de los cérvidos del Perú y el raro lobo de crin, una suerte de zorro de patas largas, que se han convertido en sus habitantes más especiales.

Las sabanas de palmeras son asociaciones de gramíneas y otras formas vegetales adaptadas a condiciones extrema de luz y calor, pero al mismo tiempo a las inundaciones periódicas y la posterior escasez de agua.

En suma, un conjunto de requerimientos naturales fueron seleccionando, a lo largo de miles de años, a un selecto grupo de plantas y animales que difícilmente se encuentran en otro lugar de la tierra. Las pampas peruanas son sólo un apéndice de la extensa planicie que cubre la parte centro-sudeste del continente sudamericano; sin embargo, a pesar de su reducida extensión, este ecosistema se encuentra en estado prístino e intocado. Como un espectacular muestrario natural de la vida en la sabana, que es necesario sea conocido por la mayoría de peruanos y turistas que nos visitan y que son amantes del ambiente, por lo cual es necesario una mayor difusión de su existencia y una debida protección por el INRENA.

BIBLIOGRAFÍA

- BRACK, A. (1986) - Geografía y fauna en el Perú. En: Gran Geografía del Perú, naturaleza y hombre. J. Mejía Baca y Manfer, Lima, vol. 3, p. 19-30.
- CAMPBELL, K.E. & FRAILEY, D. (1984) - Holocene flooding and species diversity in Southwestern Amazonia. *Quaternary Research*, 21:369-375.
- CAMPBELL, K.E.; FRAILEY, D. & ARELLANO, L. (1985) - The geology of the rio Beni: further evidence for Holocene flooding in Amazonia. *Nat. Hist. Mus. Los Angeles, Contributions in Science*, 364:1-18.
- CAMPBELL, K.E. & ROMERO, L. (1989) - La geología del Cuaternario del Departamento de Madre de Dios. *Bol. Soc. Geol. Perú*, (79):53-61.
- DOUGLAS, J.A. (1933) - The geology of the Marcapata Valley in Eastern Peru. *Q.J. Geol. Soc. London*, 89(3):308-356.
- DUDDINGTON, C.L. (1969) - Evolution in plant design. Faber and Faber, London. 259 p.
- DUMONT, J.-F. (1989) - Neotectónica y dinámica fluvial de la Baja Amazonía Peruana. *Bol. Soc. Geol. Perú*, (80):51-64.
- FRAILEY, C.D. (1986) - Last Miocene and Holocene mammals, exclusive of the Notungulata, of the Rio Acre Region, Western Amazonia. *Nat. Hist. Mus. Los Angeles, Contributions in Science*, 374:1-46.
- FRAILEY, C.D.; CAMPBELL, K.E. & ROMERO, L. (1996) - A new Proboscidean from Amazonian Peru. En: Shoshani, J. & Tassy, P., eds. *The Proboscidea: evolution and palaeoecology of elephants and their relatives*. Oxford University Press, Oxford, Appendix 29.1, p. 295.
- JAILLARD, E. (1993) - L'évolution tectonique de la marge péruvienne au Sénonien et Paléocène et ses relations avec la géodynamique. *Bull. Soc. Géol. France*, 164(6): 819-830.

- JAILLARD, E., et.al. (1994).- Síntesis estratigráfica del Cretáceo y Paleógeno de la Cuenca Oriental del Perú. Convenio ORSTOM- PETROPERU, Lima, 55 p.
- JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY, METAL MINING AGENCY OF JAPAN (1997) - Informe sobre la exploración minera en la Cordillera Oriental. República del Perú (Fase II). pp. 1-33, 69-125.
- KALLIOLA, R.; PUHAKKA, M. & DANJOY, W., eds. (1993) - Amazonía Peruana: vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Proyecto Amazonía, Universidad deTurku y ONERN, Jyvaskyla, 265 p.
- KUMMEL, B. (1948) - Geological reconnaissance of the Contamana Region, Peru. Bull. Geol. Soc. Am., 59(12):1217-1266.
- LAPPARENT DE BROIN, F.; BOCQUENTIN, J. & NEGRI, F. (1993) - Gigantic Turtles (Pleurodira, Podocnemididae) from the late Miocene-early Pliocene of South Western Amazon. Bull. Inst. Fr. Etudes Andines, 22 (3): 657-670.
- MENDES DE OCA, I. (1995) - Geografía y clima de Bolivia. Bull. Inst. fr. Etudes Andines, 39(3):357-368.
- MUSSA, D. (1959) - Contribuição à Paleoanatomia Vegetal. II. Madeiras fósseis do territorio do Acre (Alto Jurua). Departamento Nacional da Produção Mineral, Boletim, 195, 54 p.
- ONERN (1972) - Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona de los ríos Inambari y Madre de Dios. ONERN, Lima, 296, 73 p.
- OPPENHEIM, V. (1946) - Geological reconnaissance in Southern Peru. Bull. Am. Assoc. Petr. Geol., 30(2):254-264.
- PALACIOS, O.; MOLINA, O.; GALLOSO, A. & REYNA, C. (1996) - Geología de los Cuadrángulos de Puerto Luz, Colorado, Laberinto, Puerto Maldonado, Quincemil, Masuco, Astillero y Tambopata. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 81, 189 p.
- RADAMBRASIL (1976) - Levantamento de Recursos Naturais, Folha SC 19 Rio Branco. Departamento Nacional da Produção Mineral, Rio de Janeiro, vol. 12, 116 p.
- RASANEN, M.; SALO, J. & KALLIOLA, R. (1987) - Long term fluvial perturbation in the Western Amazon basin: regulation by Sub-Andean tectonics. Science, 238:1398-1401.

- RASANEN, M. (1991) - History of the fluvial and alluvial landscapes of the Western Amazon lowlands. *Annales Universitatis Turkuensis Ser. A II. Biologica-Geographica-Geologica*, 75, 96 p.
- RASANEN, M. (1993) - La geohistoria y geología de la Amazonía Peruana. En: Kalliola, R.; Puhakka, M. & Danjoy, W., eds. *Amazonía Peruana: vegetación húmeda tropical en el llano subandino*. Proyecto Amazonía, Universidad de Turku y ONERN, pp. 43-67.
- RUEGG, W. (1956) - Geología y petróleo en la faja subandina Peruana. En: *Cong. Geológico Inter., 20. Simp. Yacimientos Petrol. y Gas IV (América del Sur y Antillas)*, México, pp. 89-139
- SALO, J. & KALLIOLA, R. (1993) - Necesidades para el futuro en la selva peruana: Conservación e investigación científica. En: Kalliola, R.; Puhakka, M. & Danjoy, W., eds., *Amazonía Peruana: vegetación húmeda tropical en el llano subandino*. Proyecto Amazonía, Universidad de Turku y ONERN, pp. 235-249.
- TAYLOR, D.W. & HICKEY, L.J. (1996) - Flowering plant origin, evolution and phylogeny. Chapman and Hall, New York, 403 p.
- VALDIVIA, H. (1974) - Estratigrafía de la faja Sub-andina de la región de Madre de Dios. Departamento Tecnología de Exploración, Petroperú, Lima, Informe IT-00849, IT-00863, 50 p. (informe interno)
- VELARDE, P.; BUSTAMANTE, C. & REATEGUI, O. (1978) - Evaluación geológica preliminar de las Sub Cuencas del Ucayali y Madre de Dios. Petroperú, Lima, Informe INV-042-77, 169 p. (Informe interno).
- ZAMBRANO, L. (1996). *Visión histórica de la Amazonia*. Ed. Armando Ayarza Uyaco, Iquitos, 143p

APÉNDICE ESTRATIGRÁFICO

RESUMEN

Se han medido 15 secciones representativas del área del Bloque Norte, cuadrángulos de Río Acre, Iñapari, Qda Mala, Iberia, San Lorenzo, Pto. Lidia, Río Manuripe, Mavila y Santa María; 9 secciones de los cuadrángulos de Valencia, Palma Real y Río Heath que nos revelan la estratigrafía de la región oriental del departamento de Madre de Dios y nos ayudan a conocer mejor las formaciones Ipururo y Madre de Dios.

INTRODUCCIÓN

Consideramos necesario incluir las columnas mejor expuestas en el área de estudio (Bloque Norte y Bloque Sur) para complementar la estratigrafía de la zona oriental de la cuenca Madre de Dios y conocer mejor los depósitos continentales descritos cuyas variaciones laterales son evidentes.

Estas columnas representan las secciones estudiadas y medidas durante los trabajos de campo a lo largo de los principales ríos: Acre, Tahuamanu, Manuripe, Huáscar, De las Piedras, Madre de Dios, Palma Real y Heath; éllas reflejan las características sedimentológicas de los afloramientos que constituyen las formaciones Ipururo y Madre de Dios. Las descripciones semidetalladas incluyen descripción física, textural, composicional e interpretación ambiental de las diferentes secuencias.

Ubicación

Las secciones medidas se hallan ubicadas en los siguientes lugares según los bloques trabajados (ver Mapa de Ubicación).

BLOQUE NORTE

COORDENADAS UTM

LOCALIDAD

CUADRÁNGULO DE RÍO ACRE

1. 8784825 N, 0382156 E

Río Acre

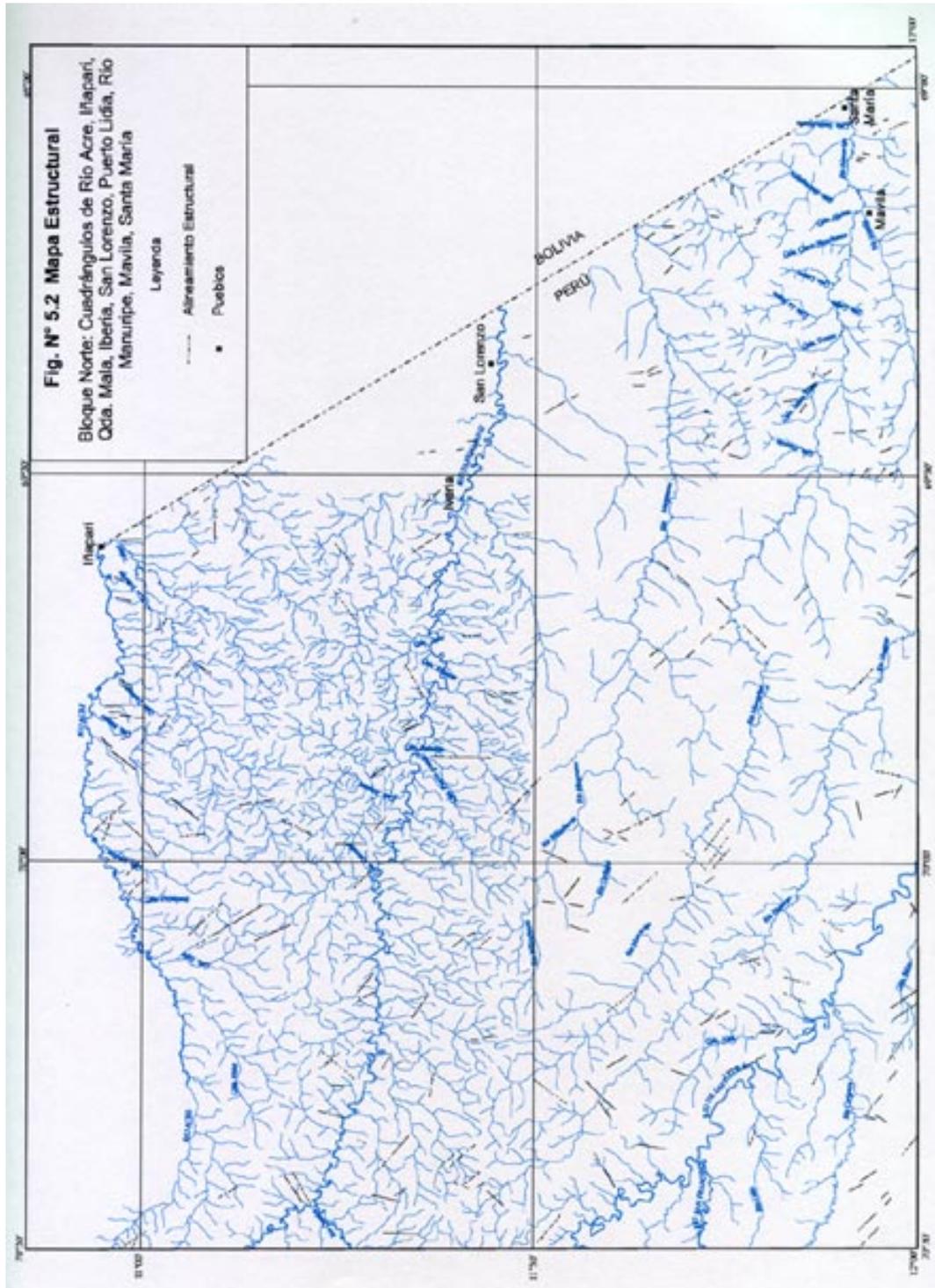
CUADRÁNGULO DE IÑAPARI

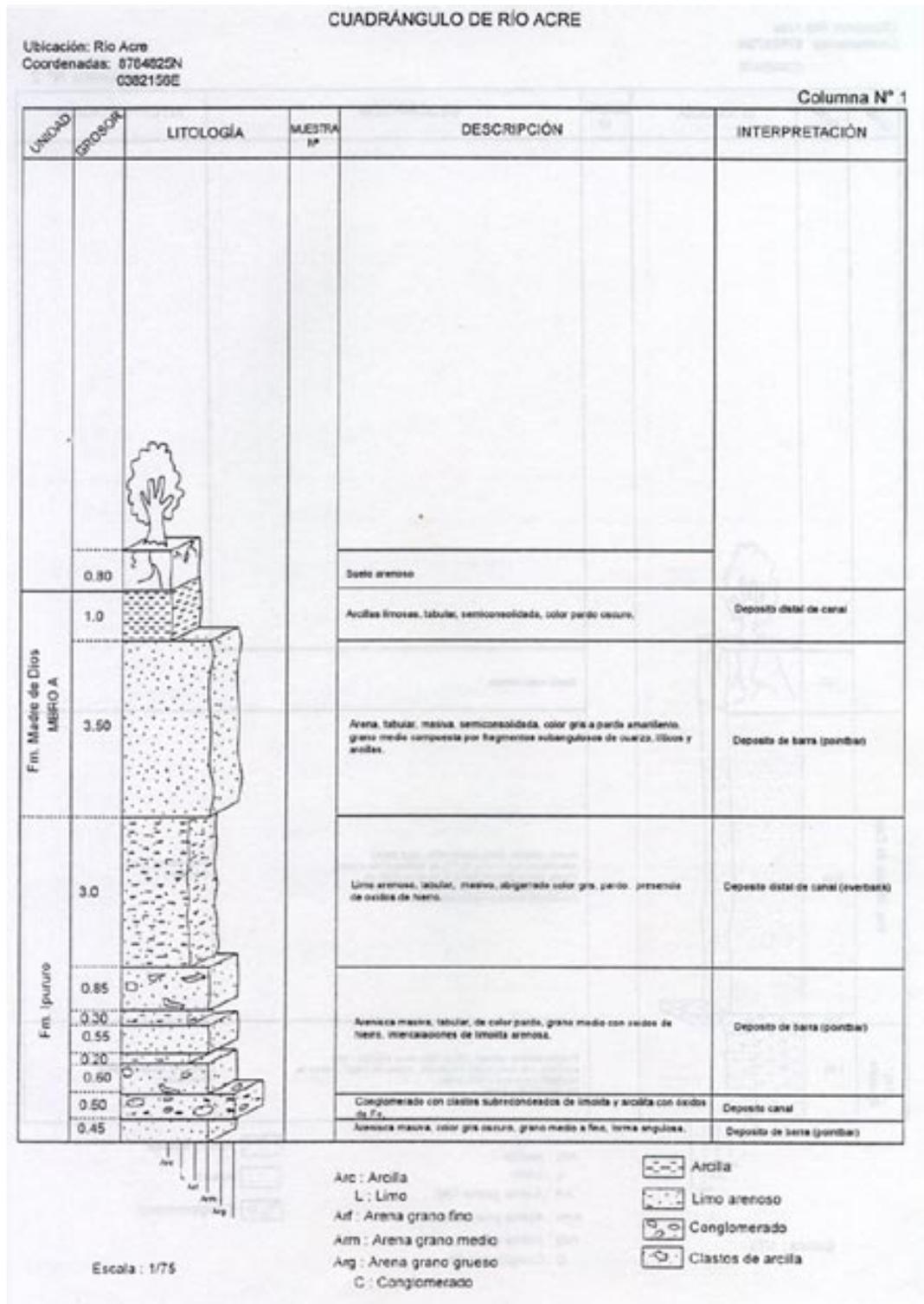
2. 8788879 N, 0392567 E

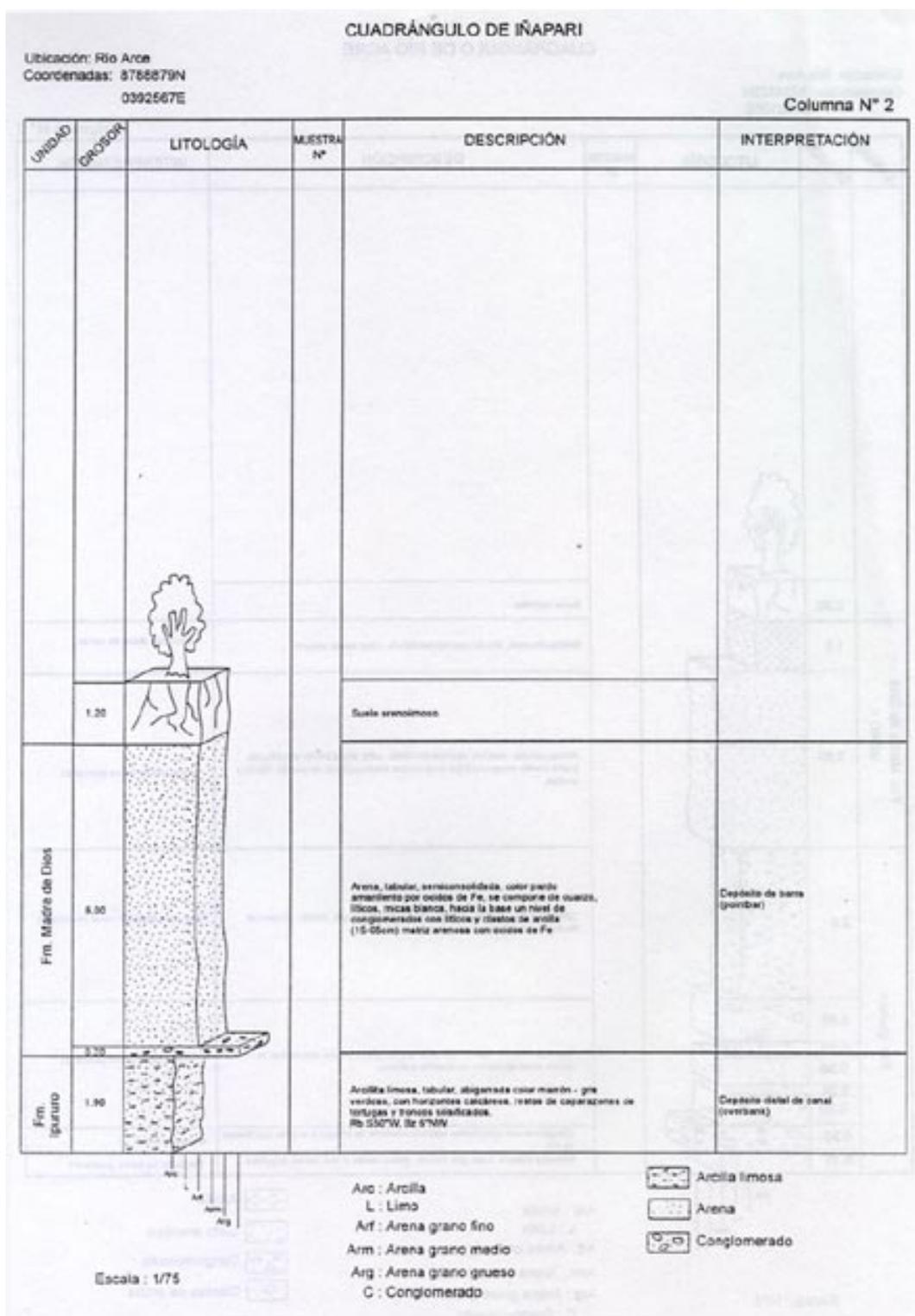
Río Acre

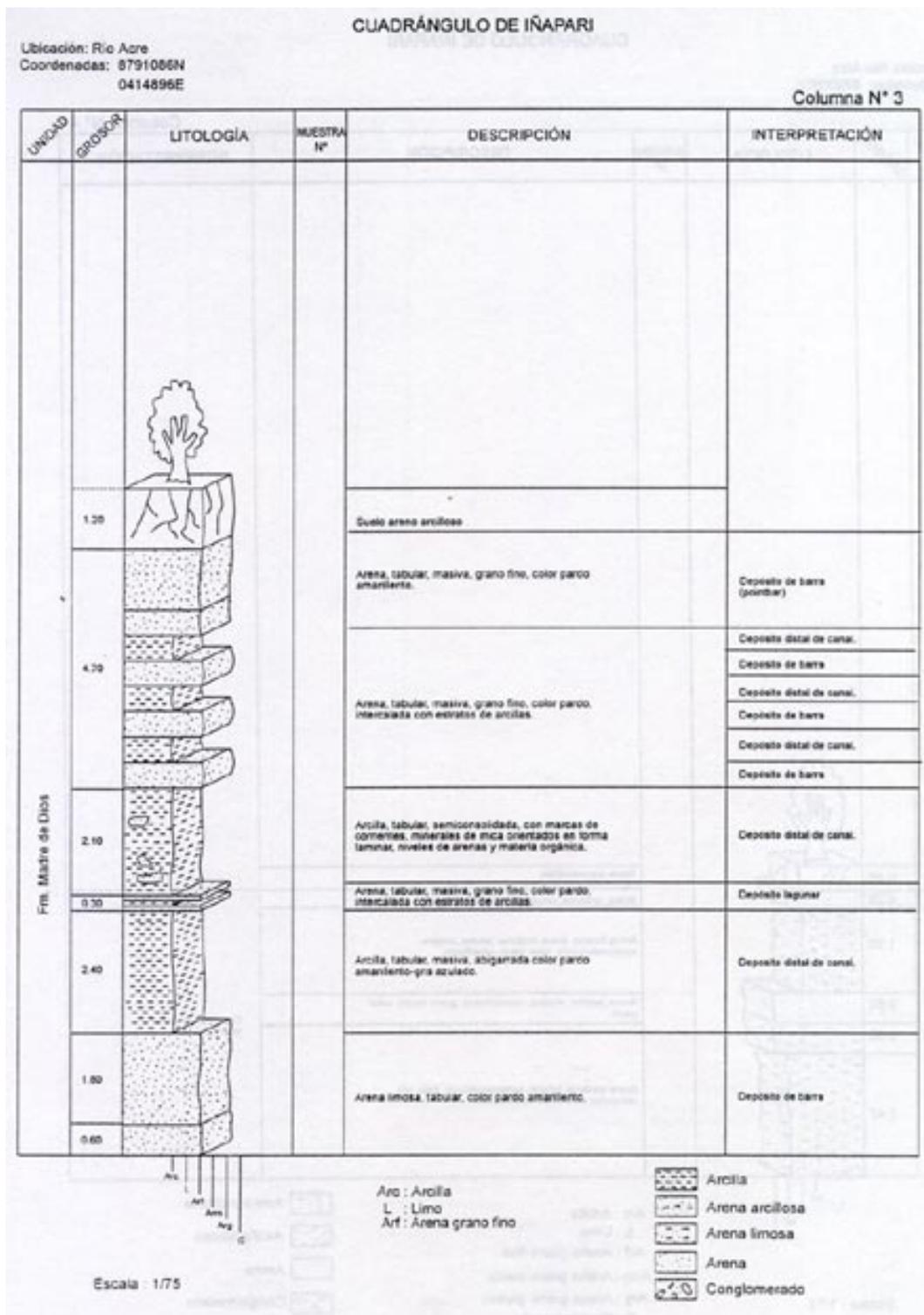
3.	8791086 N, 0414896 E	Río Acre
4.	8790065 N, 0436370 E	Río Acre
5.	8787236 N, 0438263 E	Carret. Iñapari– Iberia
CUADRÁNGULO DE QUEBRADA MALA		
6.	8750458 N, 0383548 E	Río Tahuamanu
7.	8750432 N, 0391918 E	Río Tahuamanu
CUADRÁNGULO DE IBERIA		
8.	8748868 N, 0397106 E	Río Tahuamanu
9.	8939861 N, 0439347 E	Río Tahuamanu
CUADRÁNGULO DE SAN LORENZO		
10.	8736174 N, 0451075 E	Río Tahuamanu
11(*)	8735370 N, 0453362 E	Río Tahuamanu
12(*)	8729646 N, 0466343 E	Carret. Iberia - Mavila
CUADRÁNGULO DE PUERTO LIDIA		
13.	8721253 N, 0340467 E	Río De las Piedras
14.	8711283 N, 0343910 E	Río De las Piedras
15.	8708460 N, 0346160 E	Río De las Piedras
16.	8704100 N, 0339120 E	Río Lidia
17(*)	8696915 N, 0363339 E	RíoLas Piedras
18.	8683095 N, 0366956 E	Río Curiyacu
19.	8684560 N, 0379562 E	Río De las Piedras
20(*)	8674291 N, 0387515 E	Río De las Piedras
CUADRÁNGULO DE MANURIPE		
21.	8678153 N, 0419117 E	Río Huáscar
CUADRÁNGULO DE MAVILA		
22.	8682654 N, 0484093 E	Río Manuripe
BLOQUE SUR		
COORDENADAS UTM		LOCALIDAD
CUADRÁNGULO DE VALENCIA		
1.	8620375 N, 0516577 E	Río Madre de Dios
2(*)	8617131 N, 0524375 E	Río Madre de Dios
CUADRÁNGULO DE PALMA REAL		
3(*)	8616667 N, 0523415 E	Río Madre de Dios
4.	8609363 N, 0512756 E	Río Palma Real
5.	8606546 N, 0511003 E	Río Palma Real
6. (*)	8577279 N, 0513981 E	Río Heath
CUADRÁNGULO DE RÍO HEATH		
7.	8567683 N, 0512560 E	Río Heath
8.	8533472 N, 0515464 E	Río Heath
9.	8520653 N, 0511924 E	Río Heath

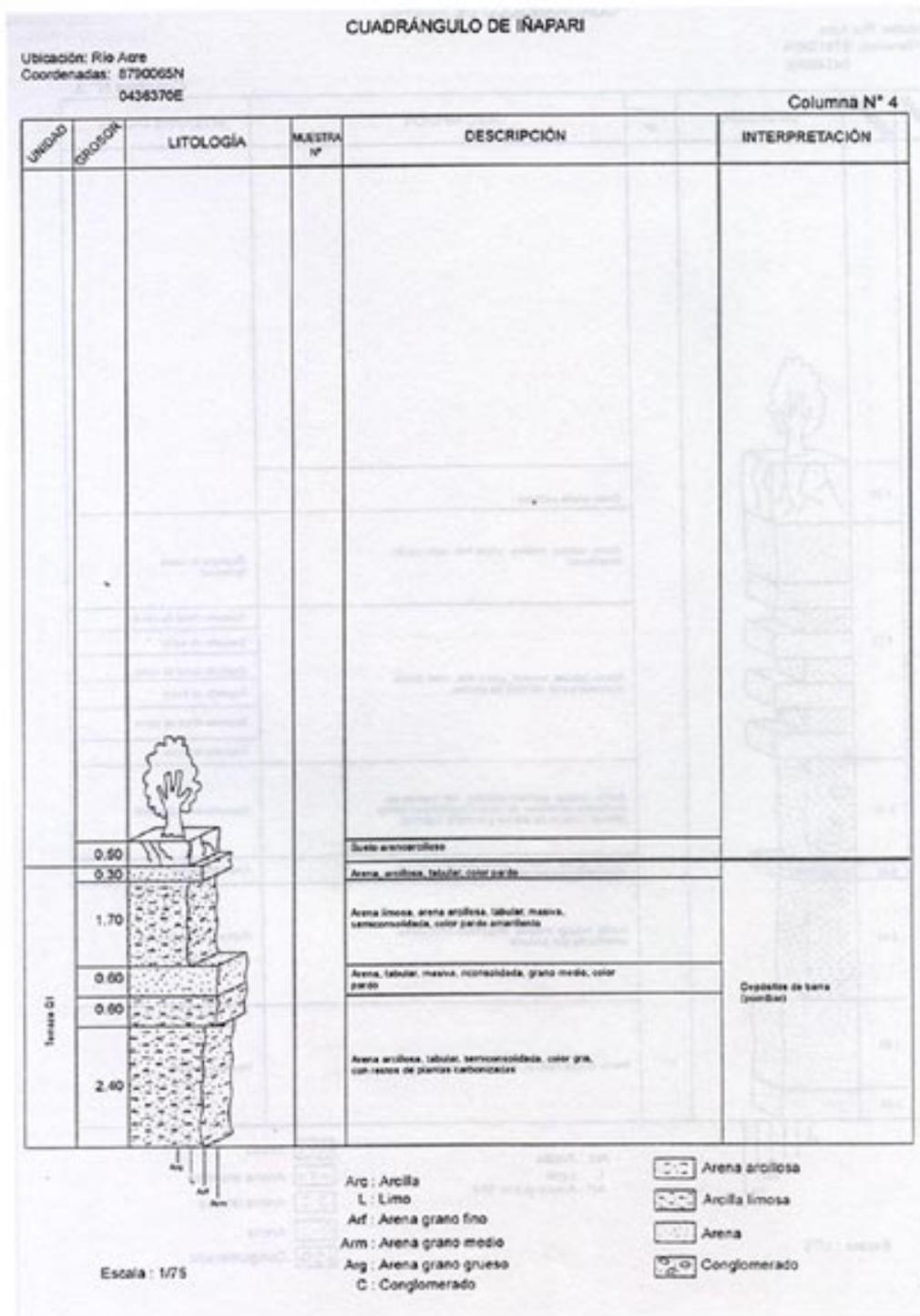
(*) Columnas incluidas en el texto

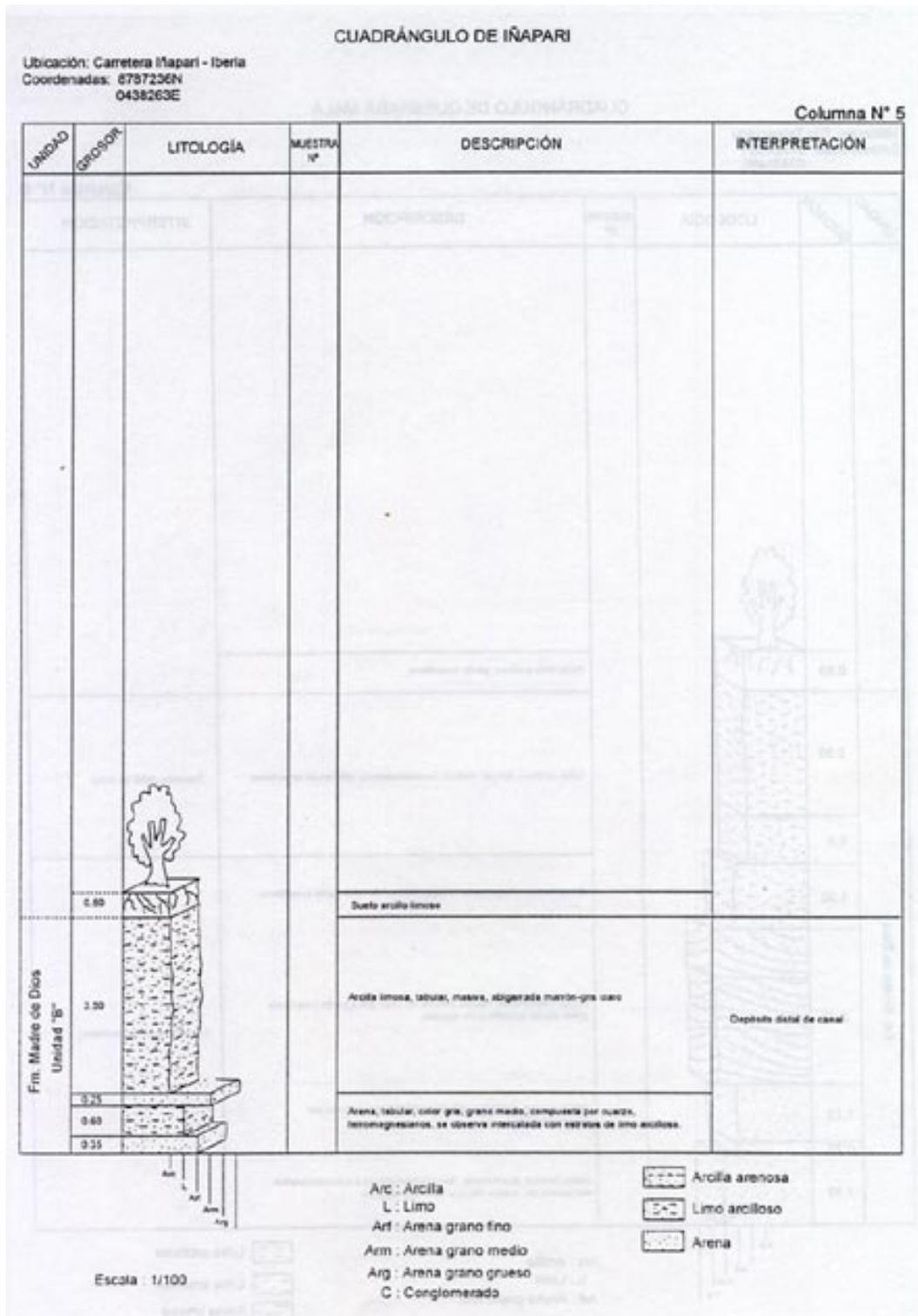


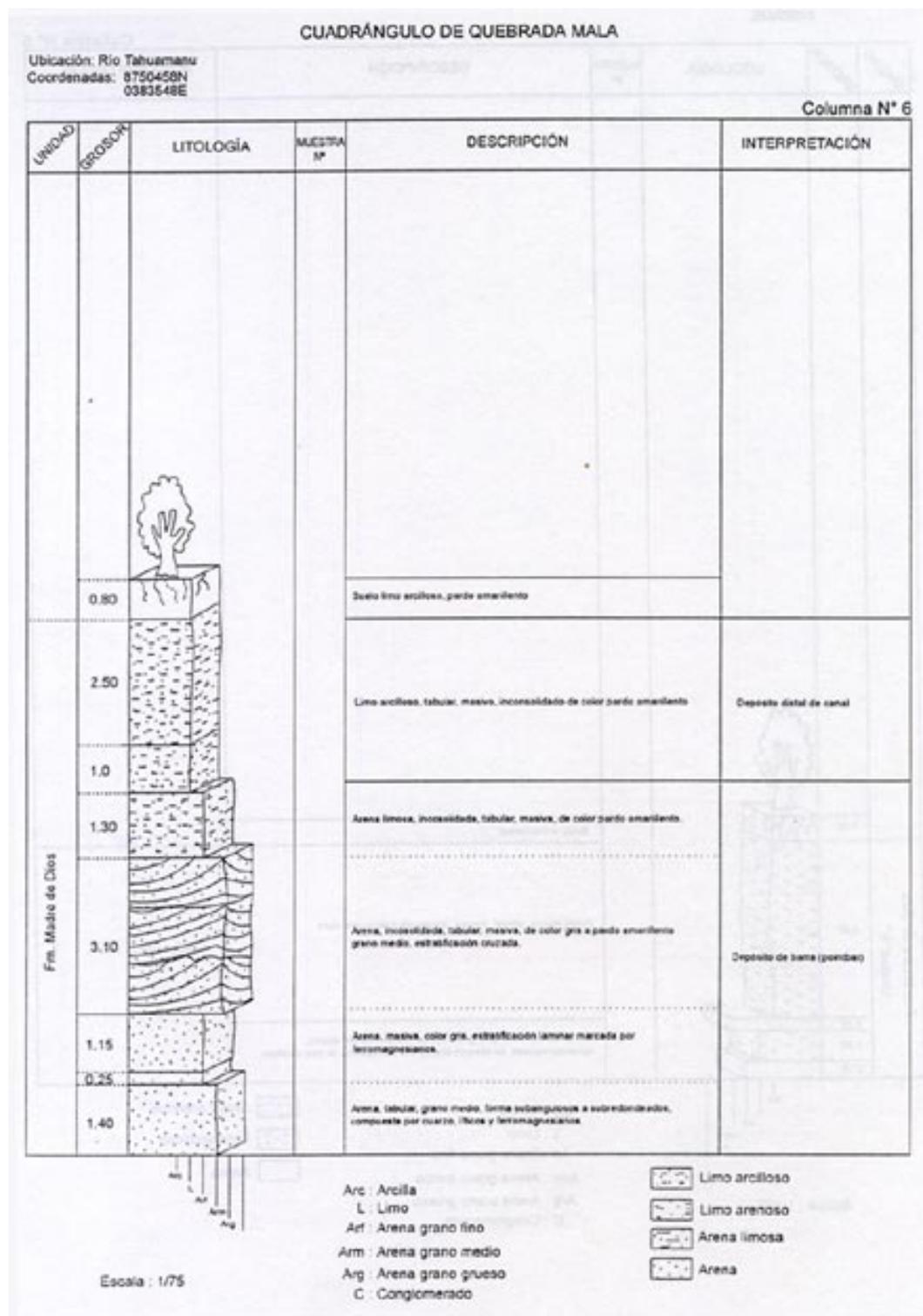


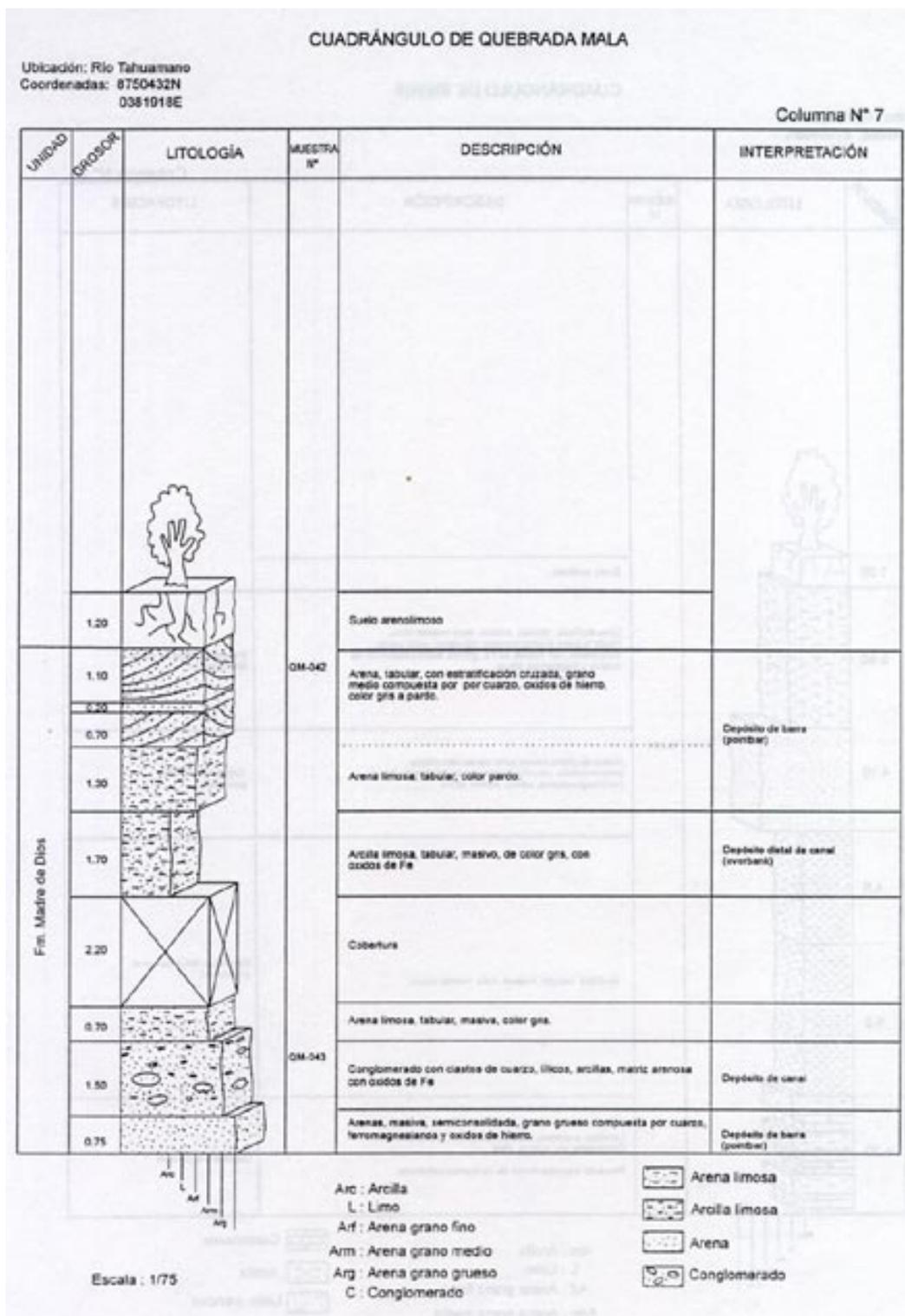


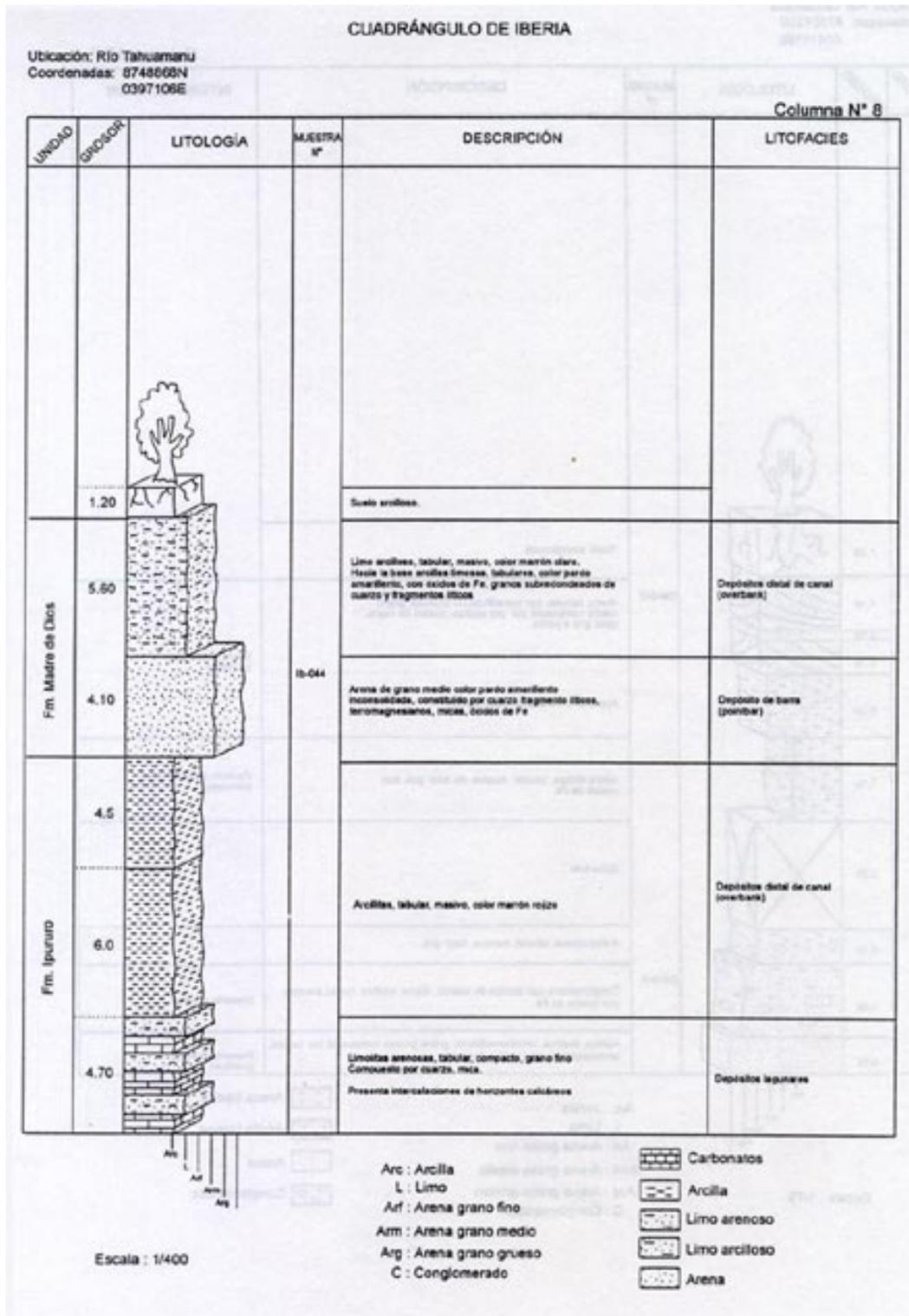


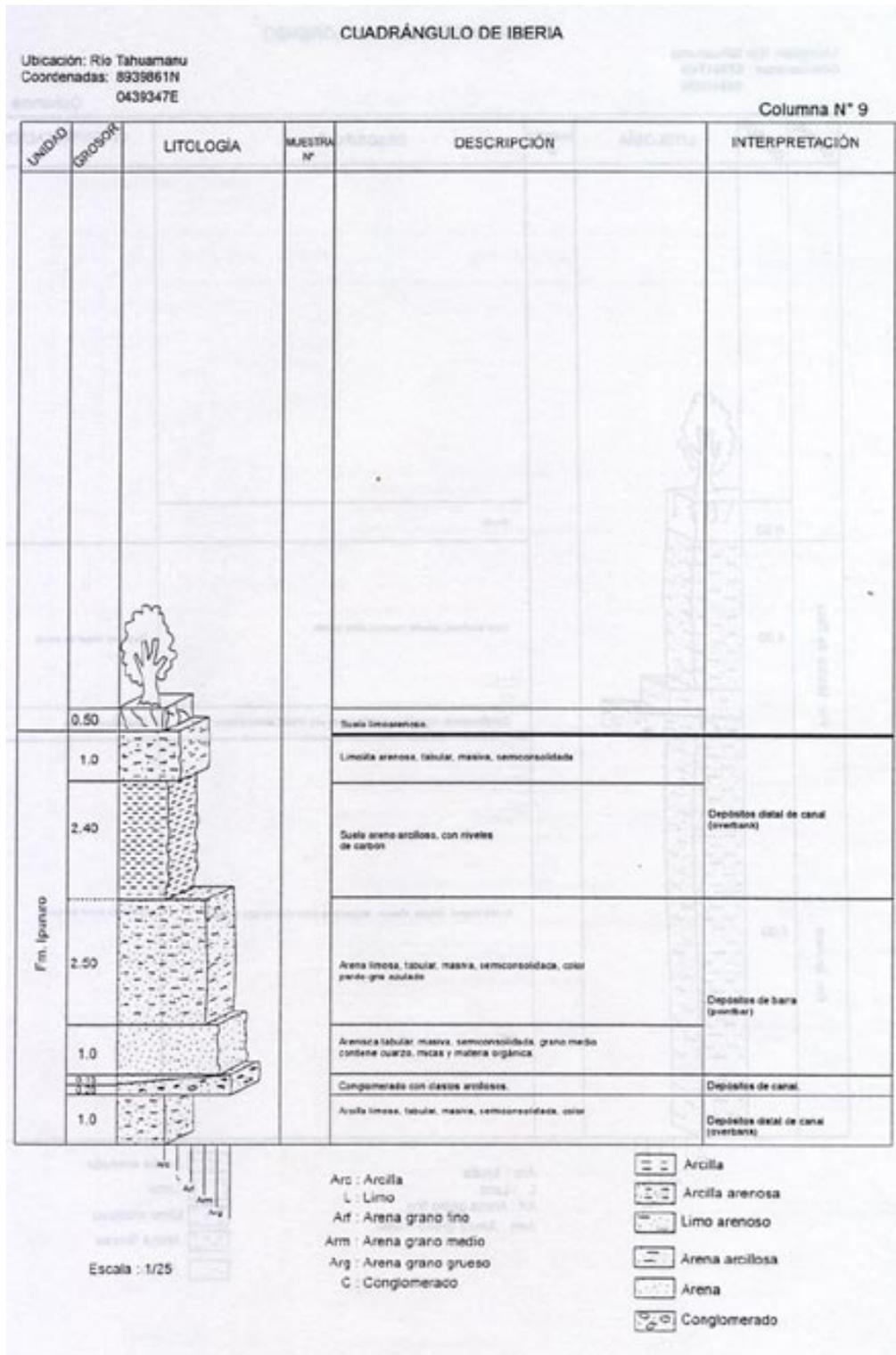


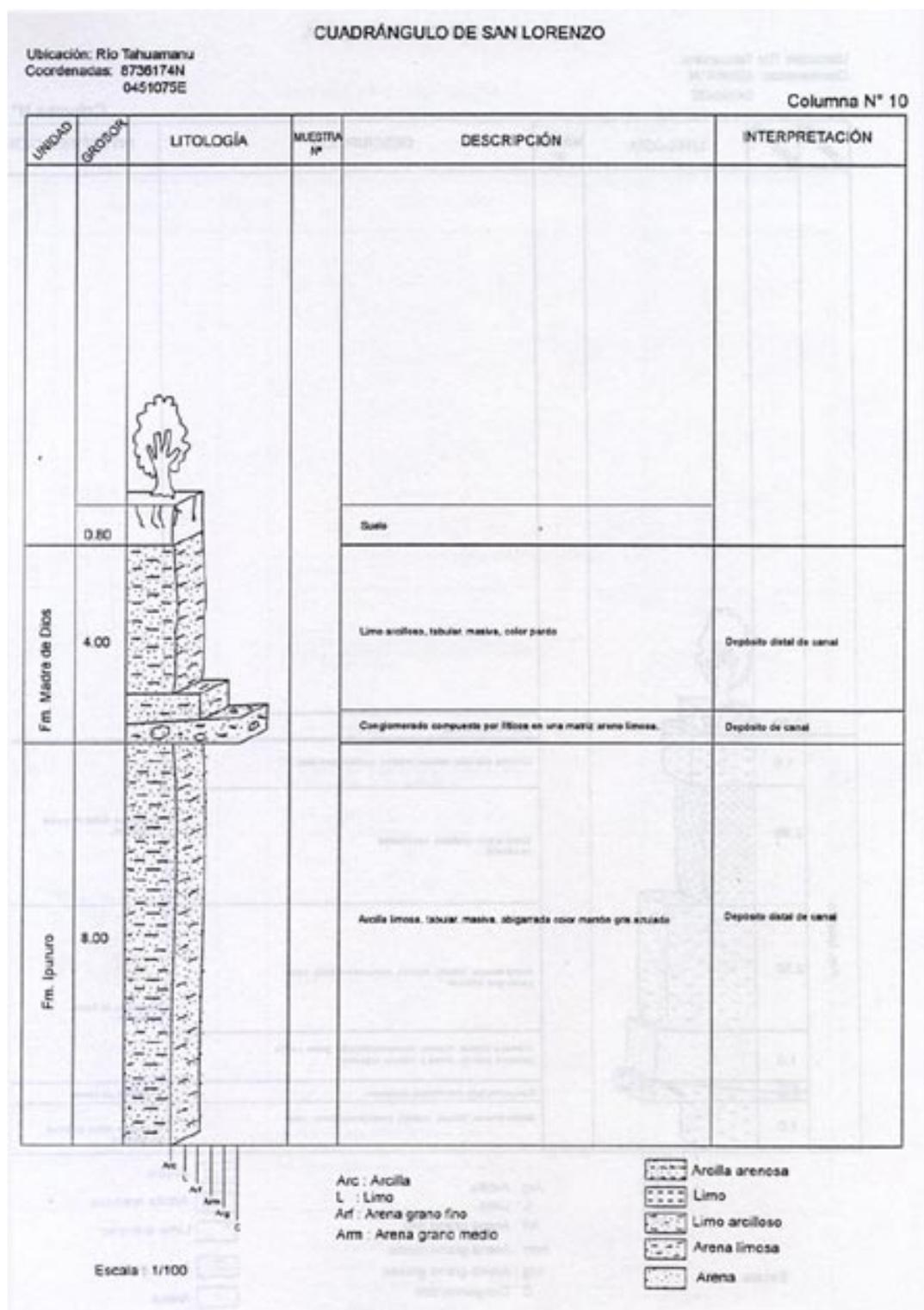


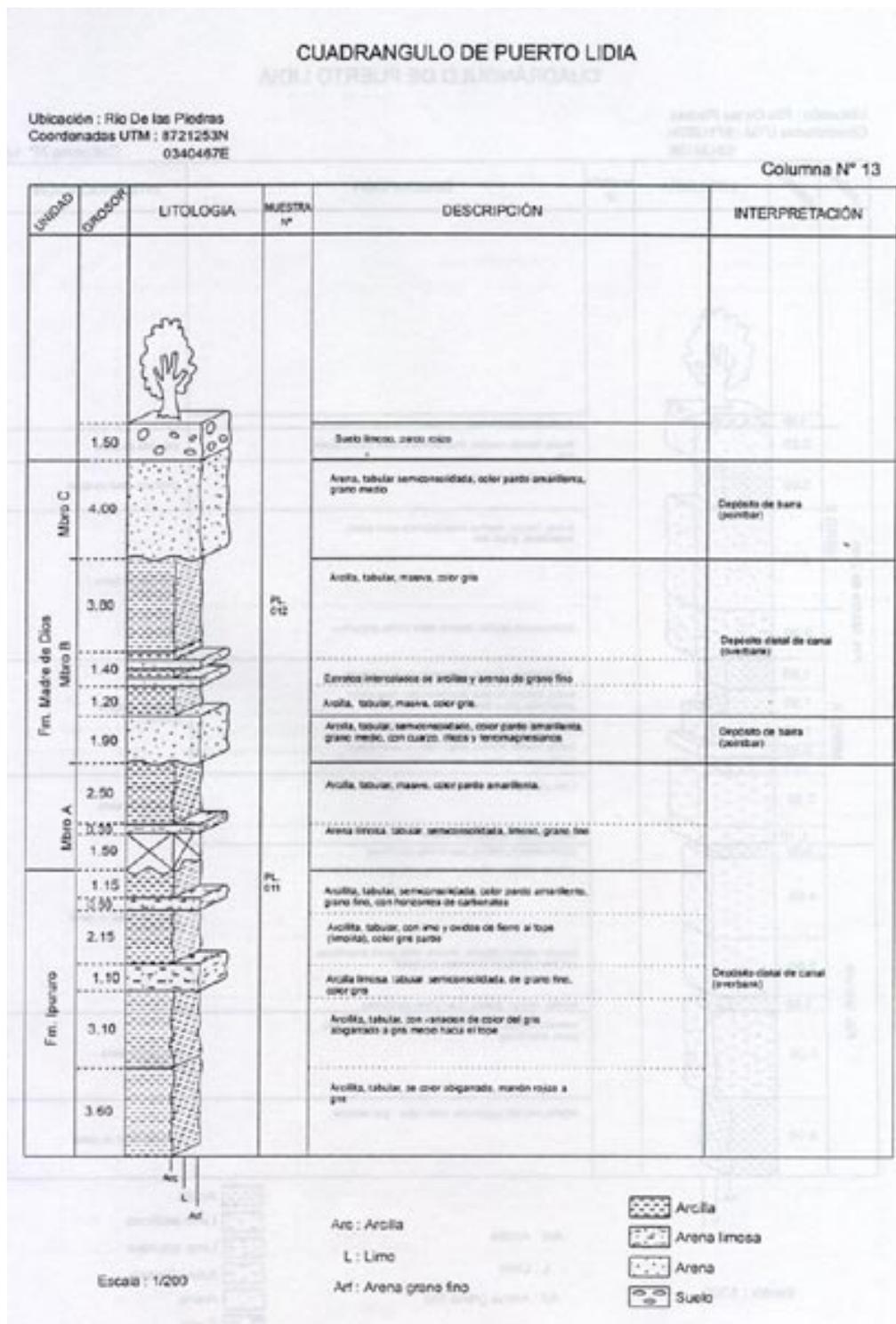


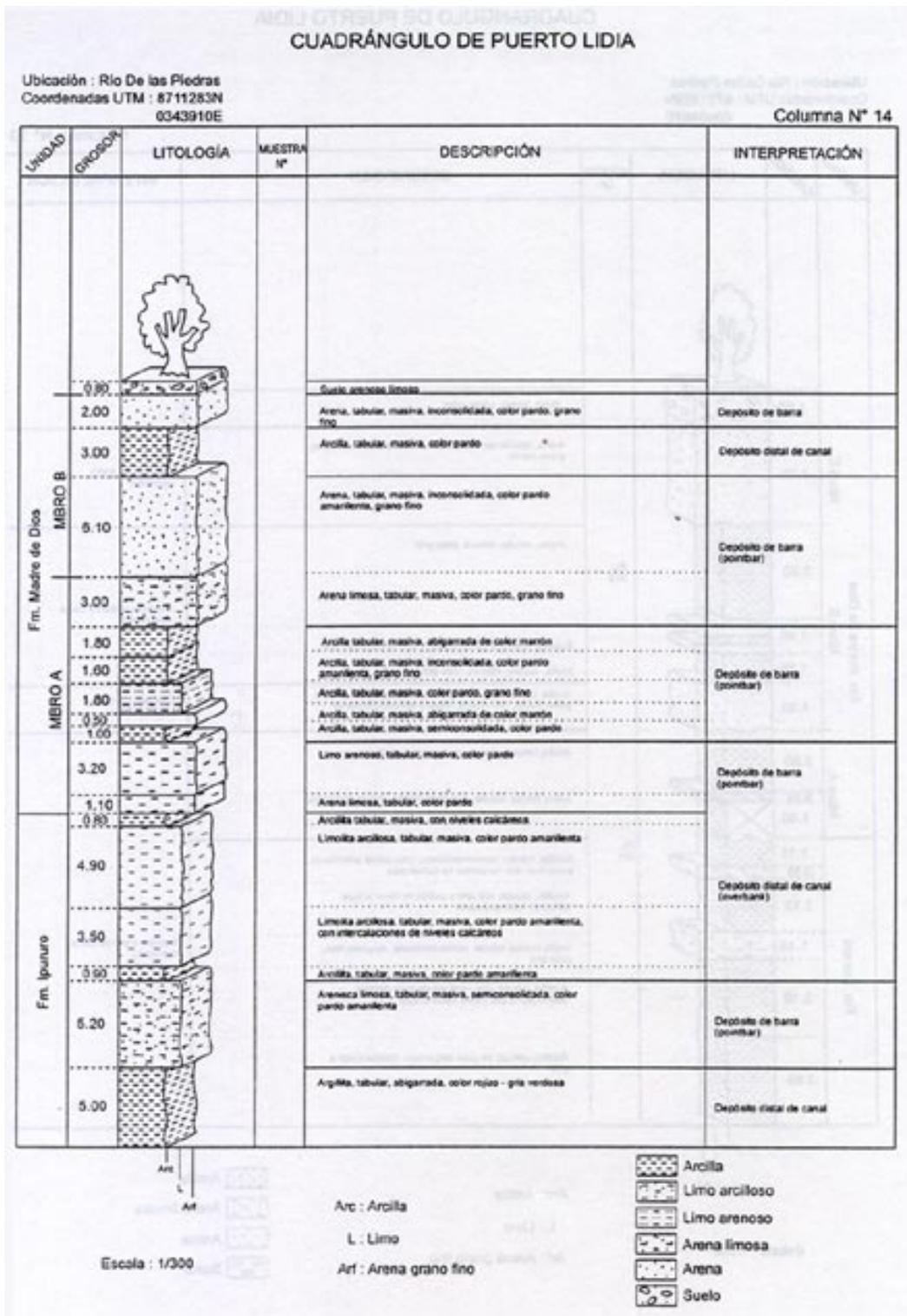


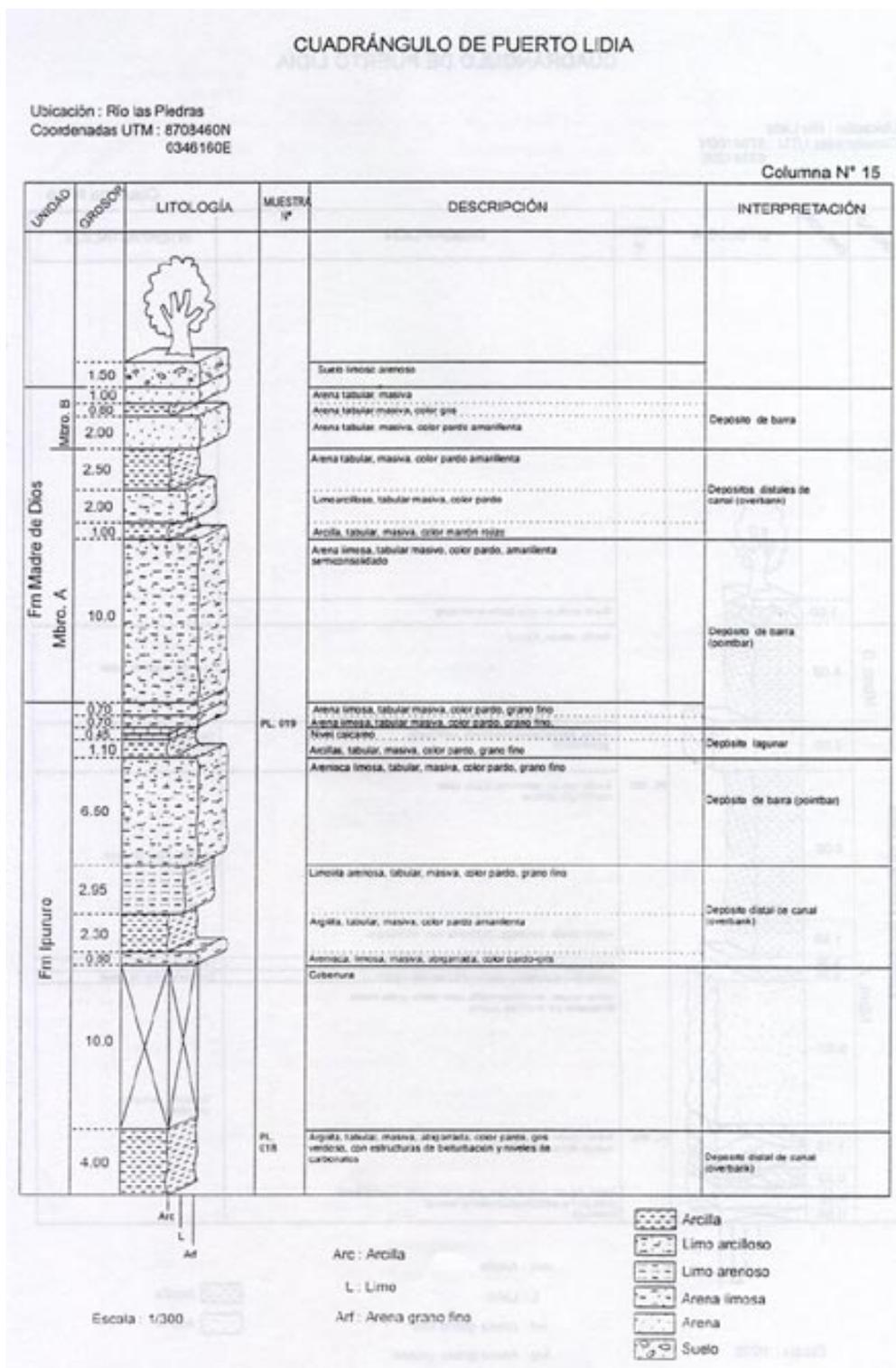


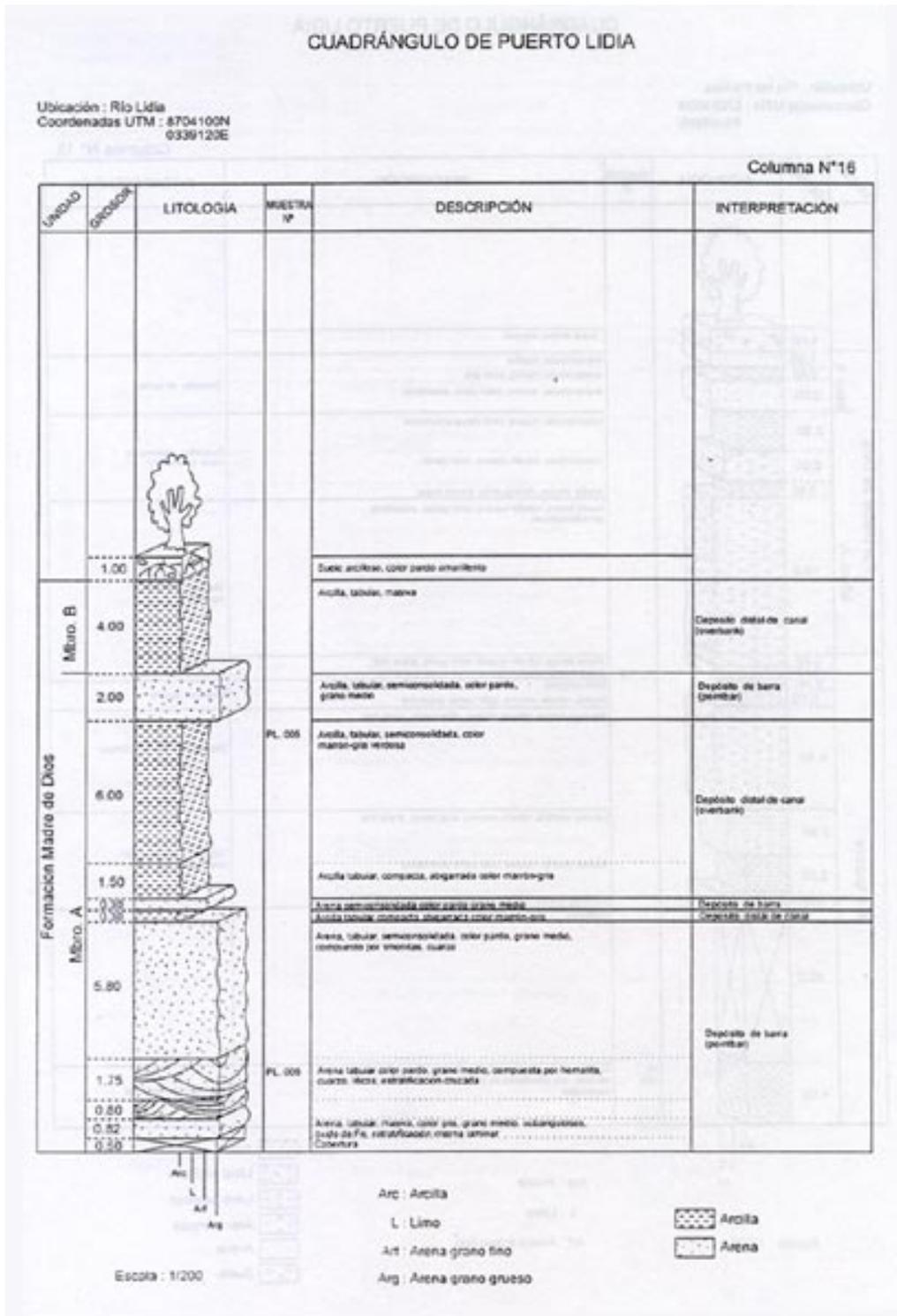


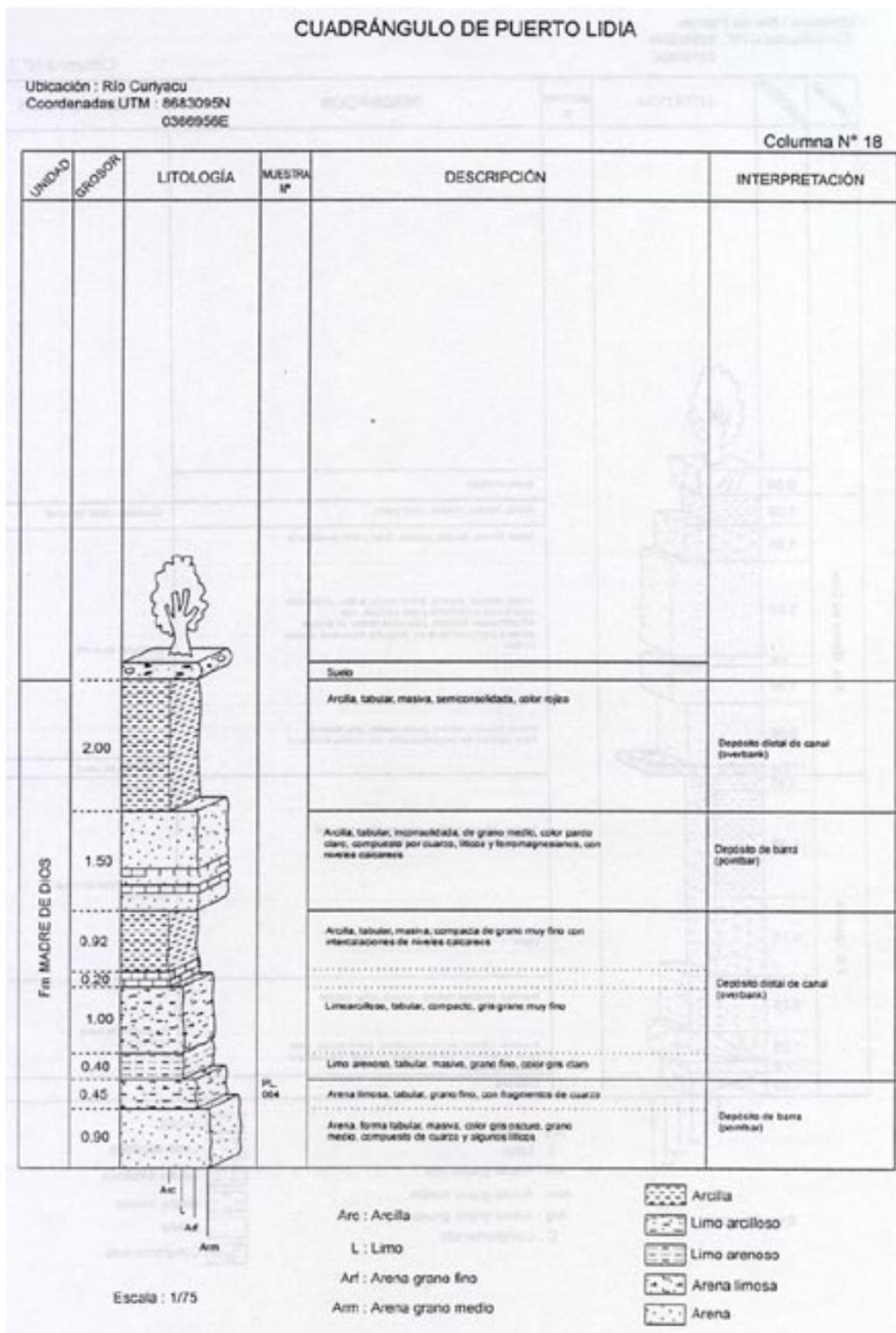


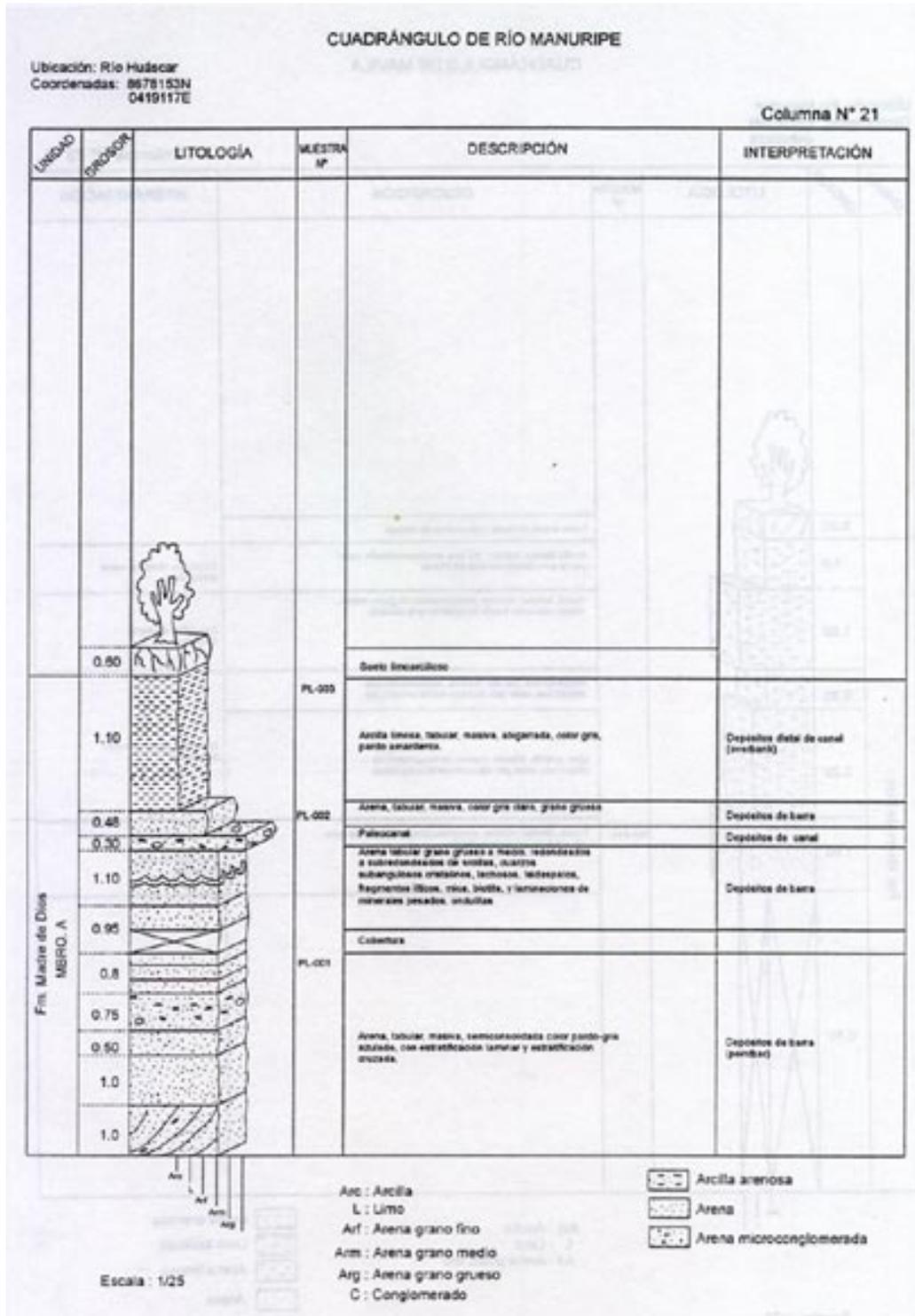


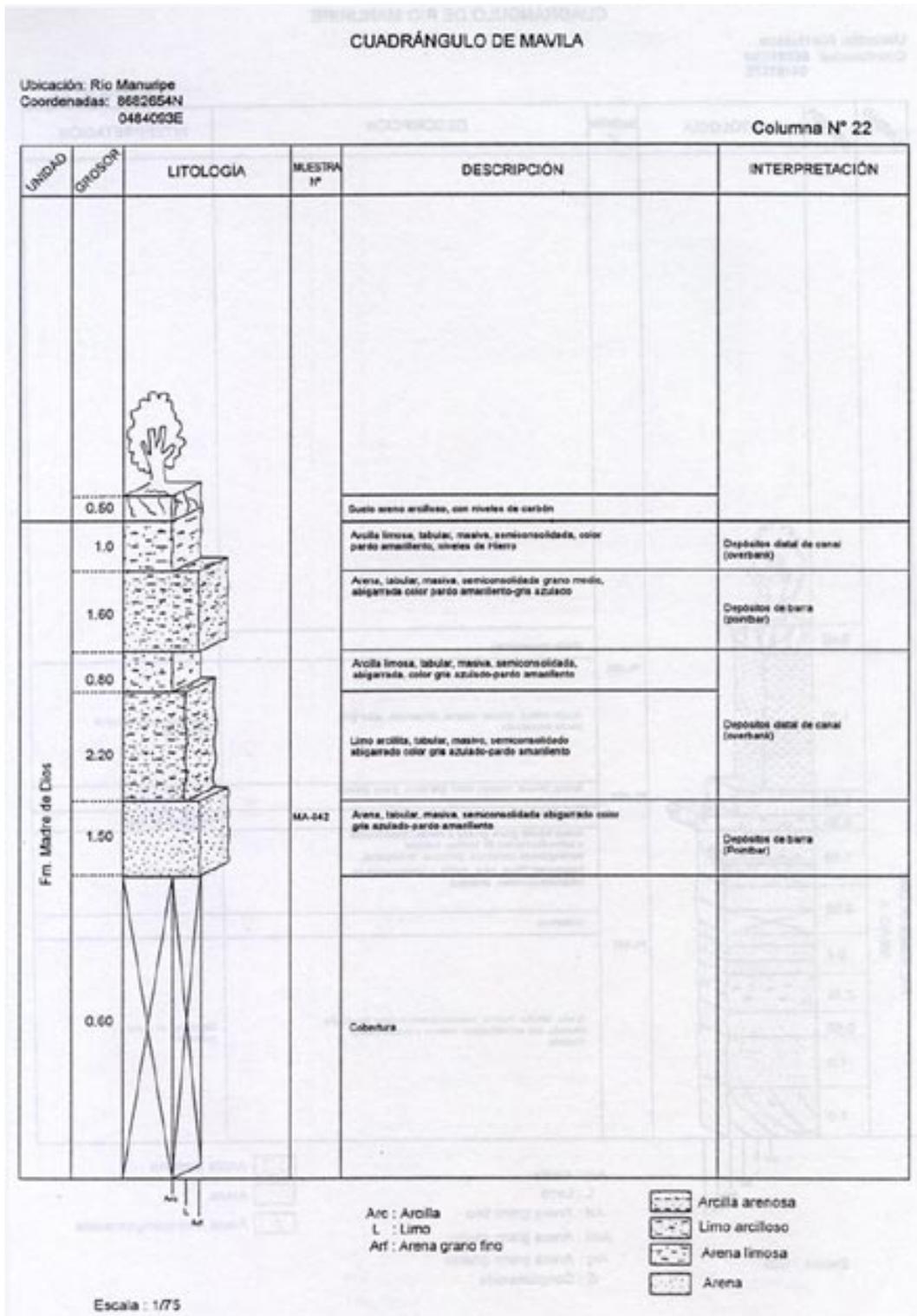


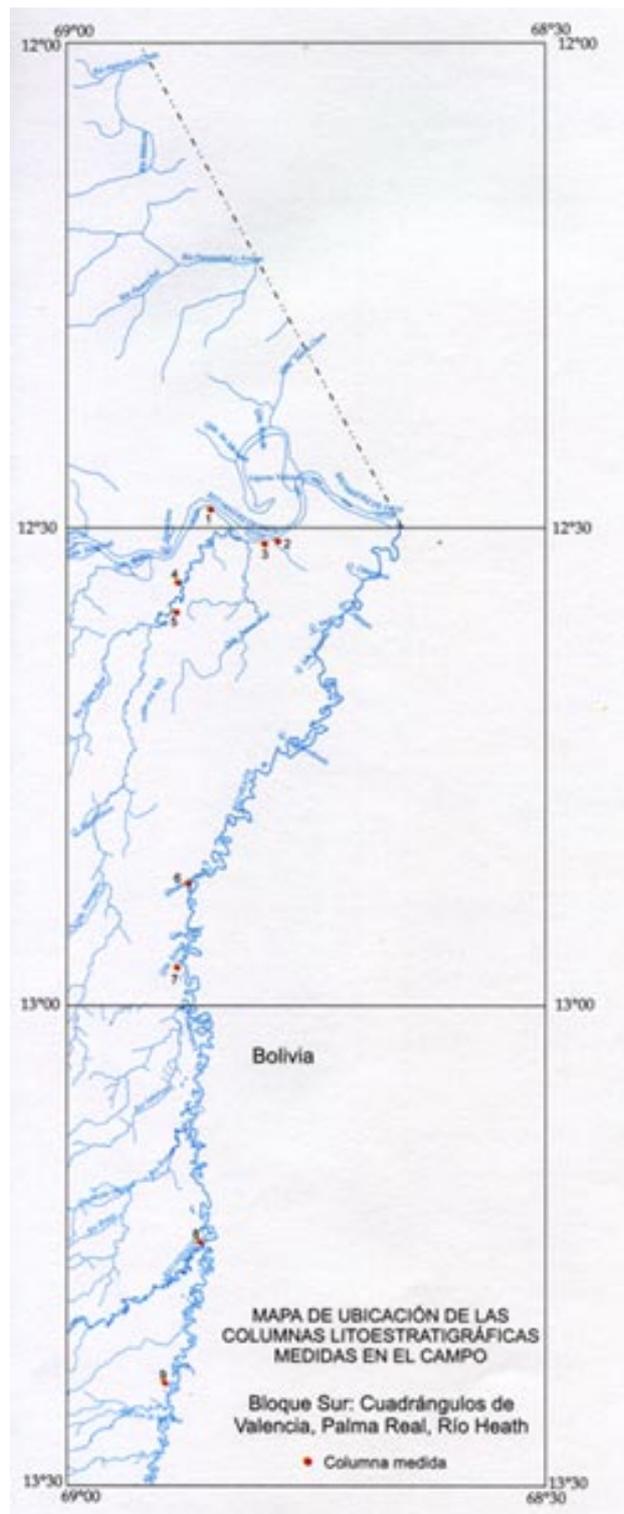


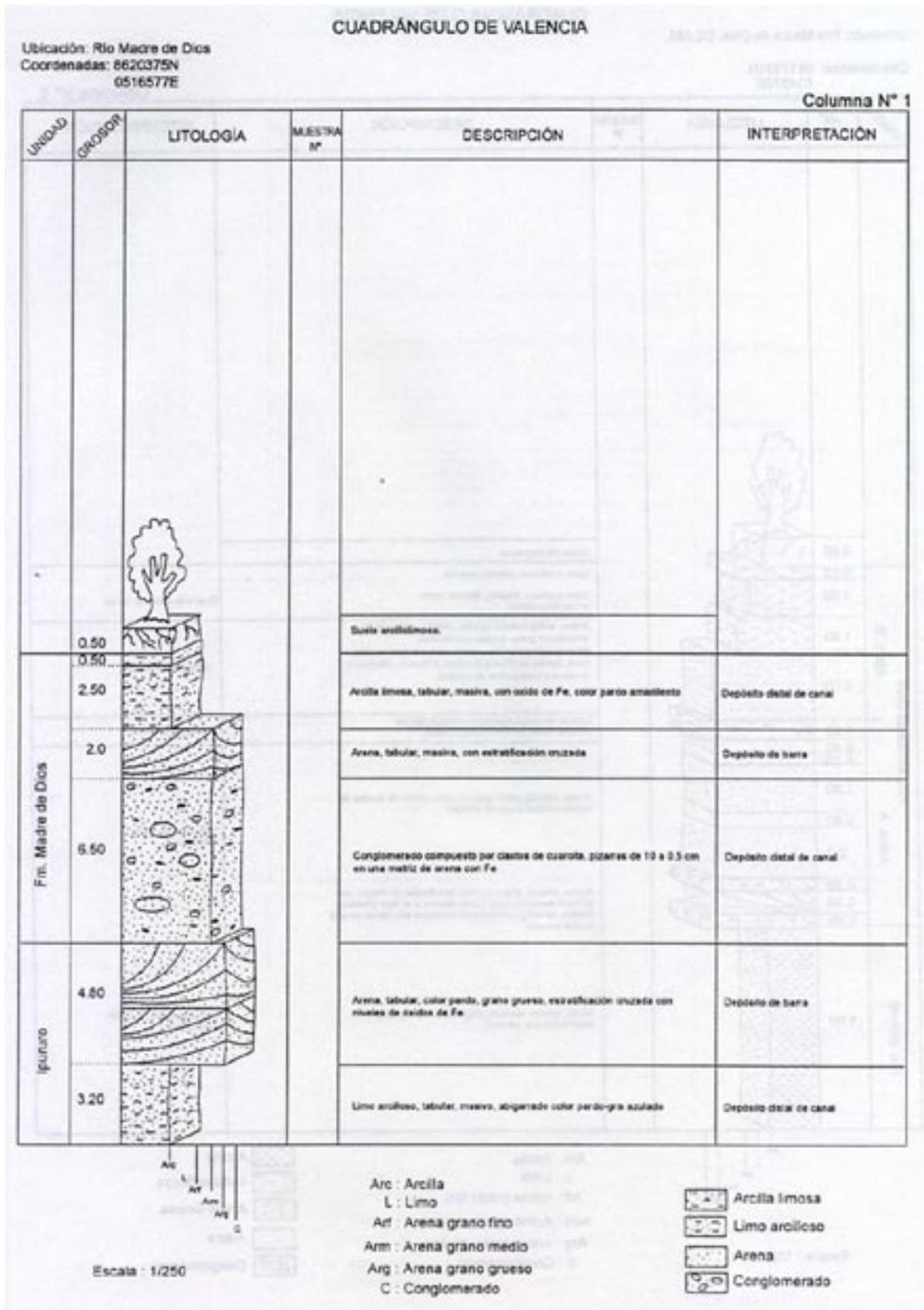


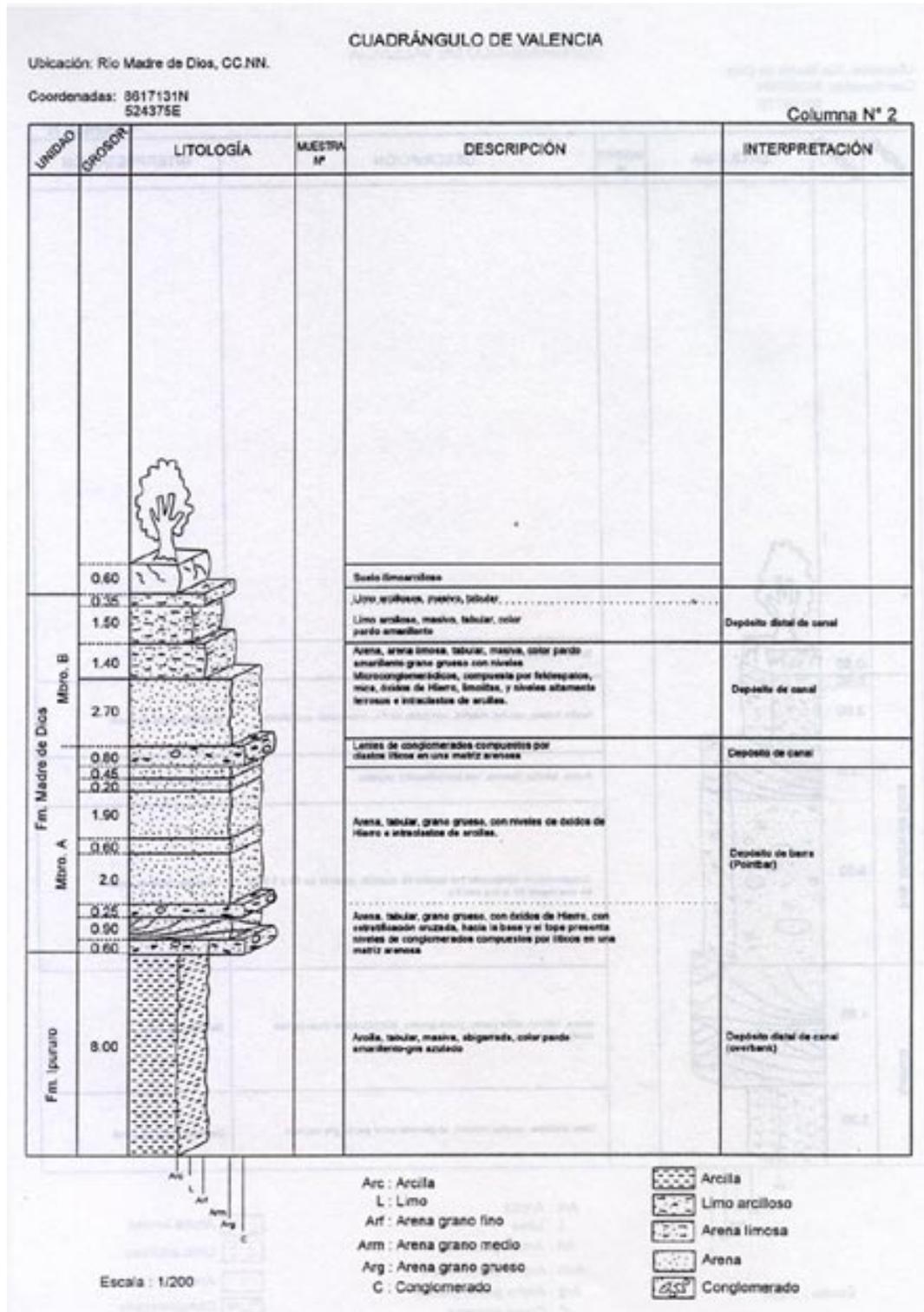


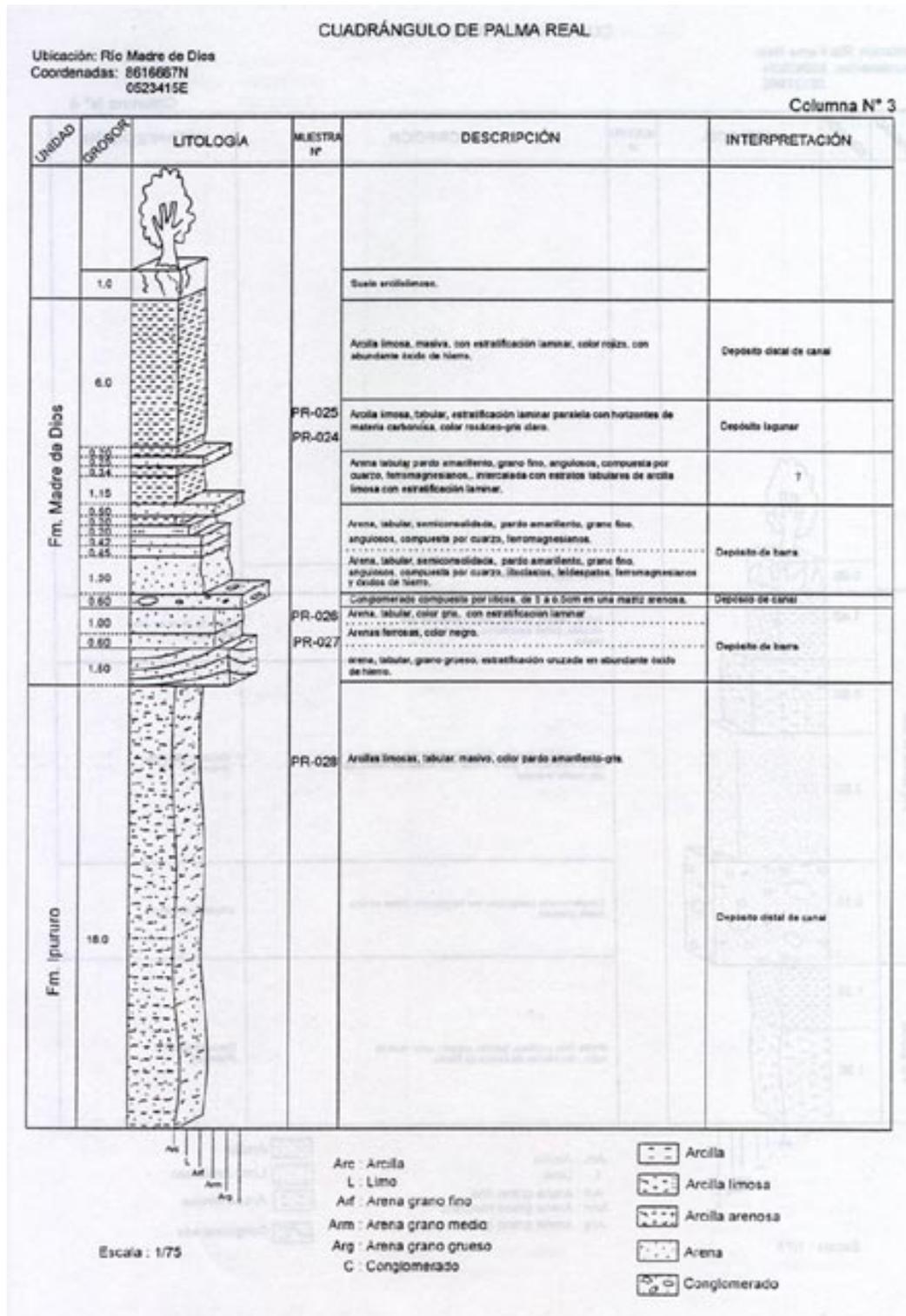


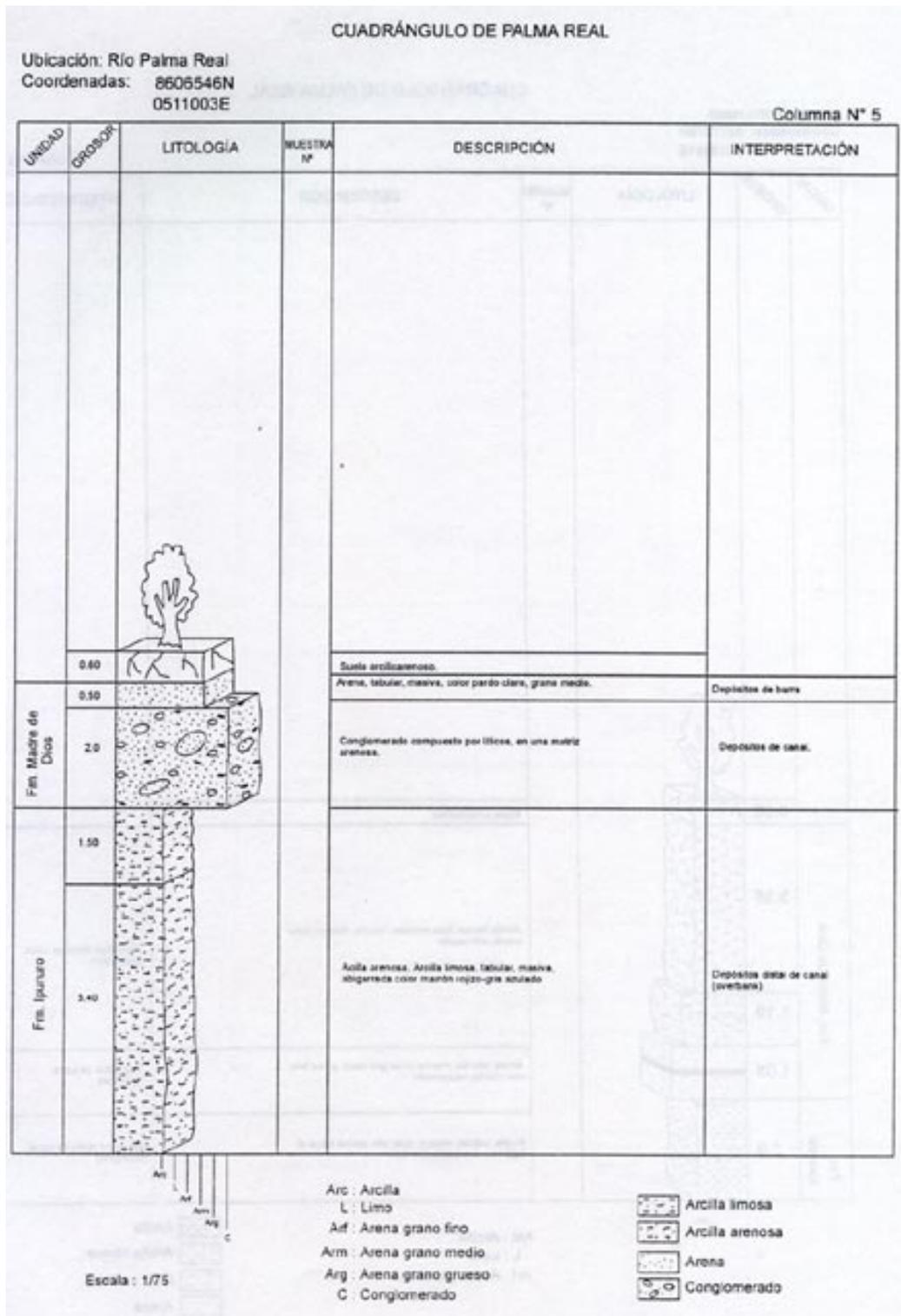


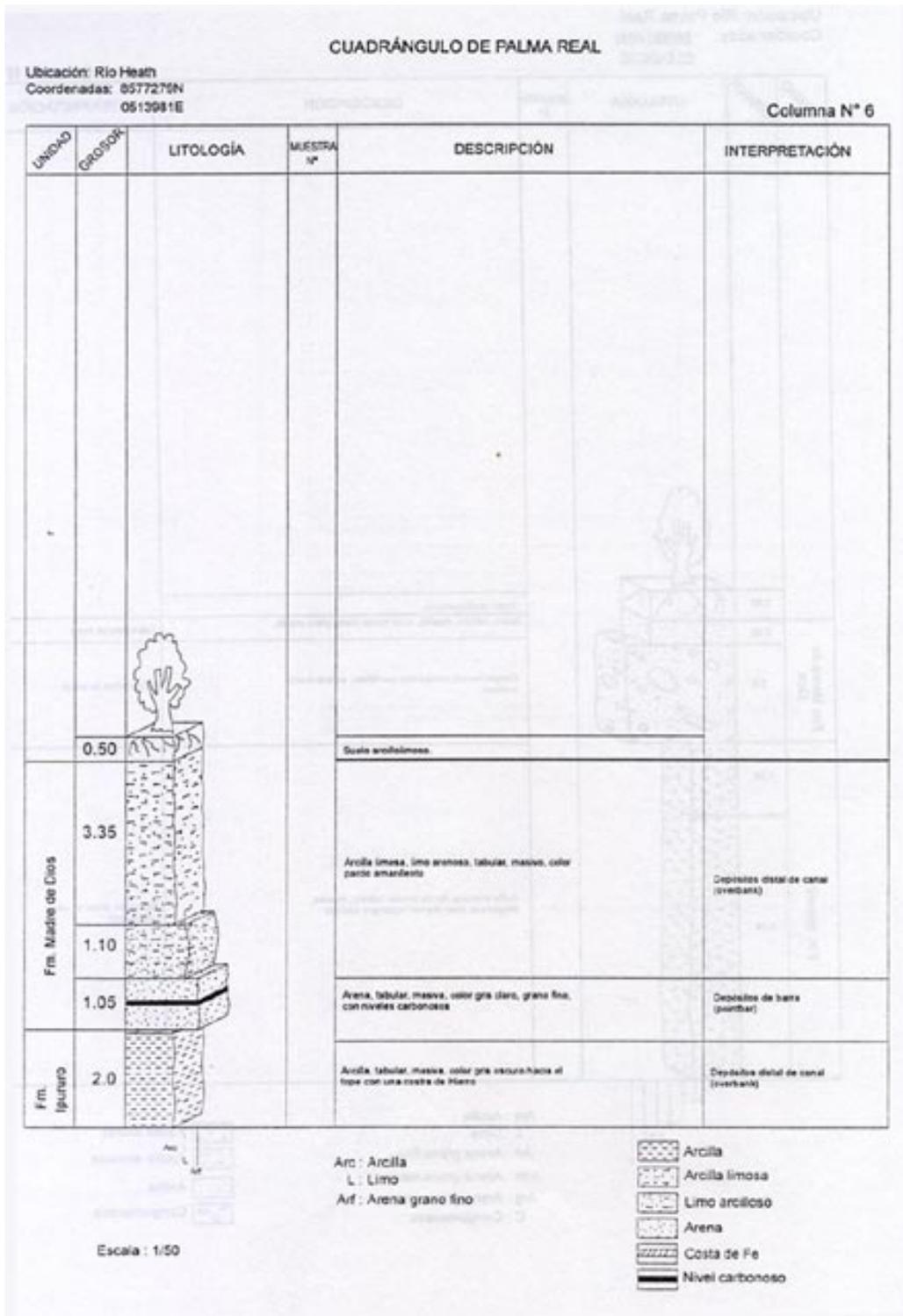


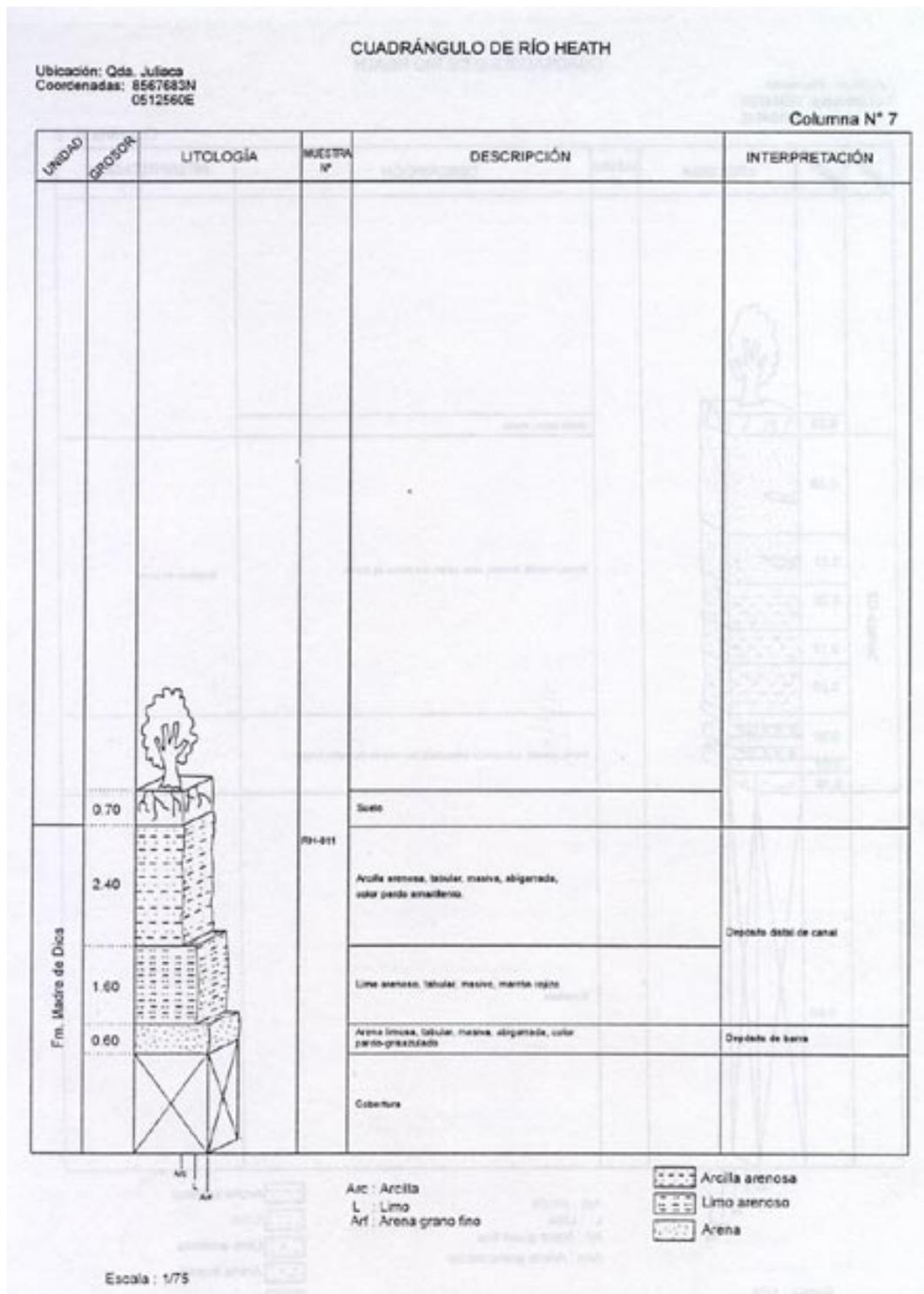


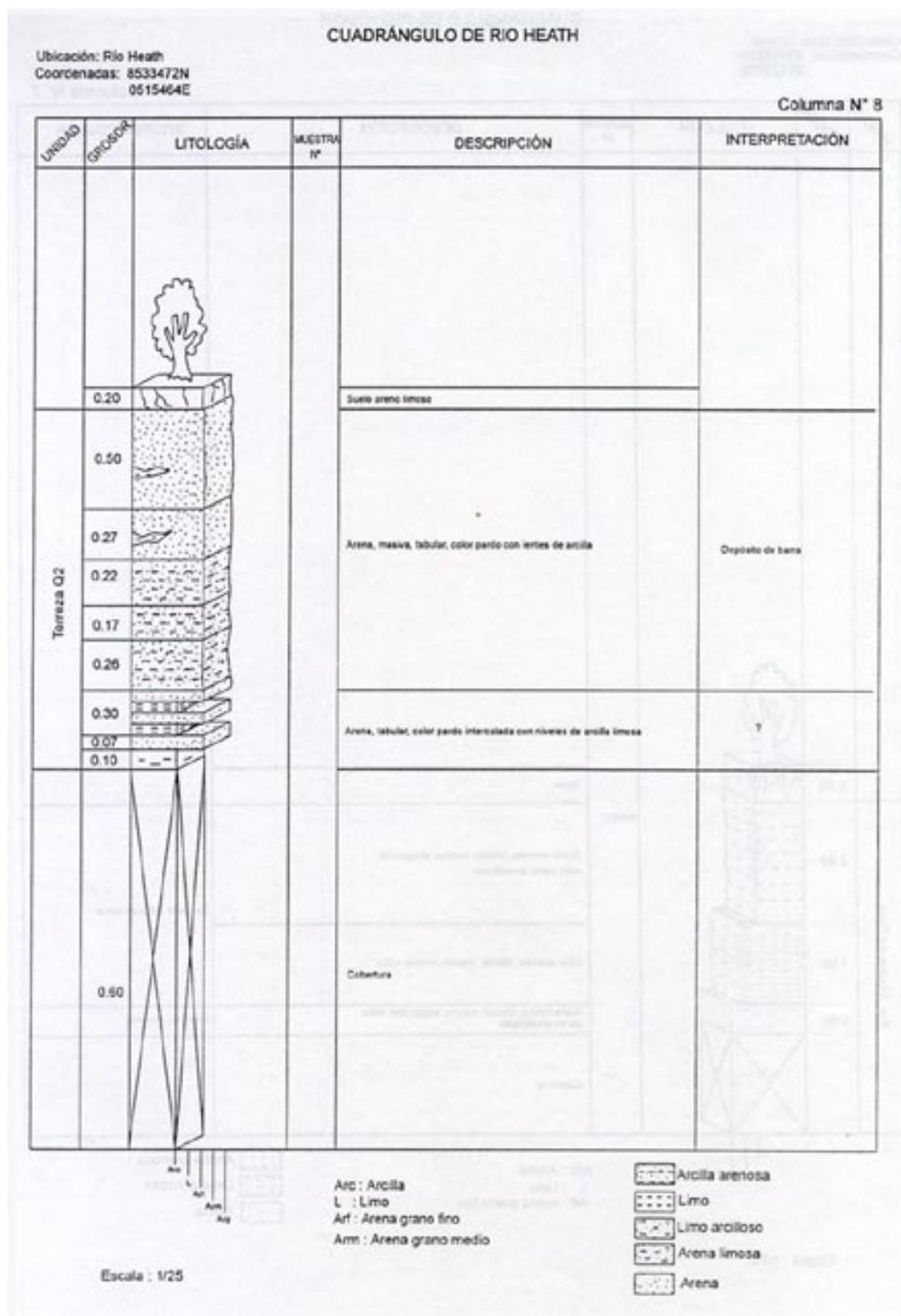


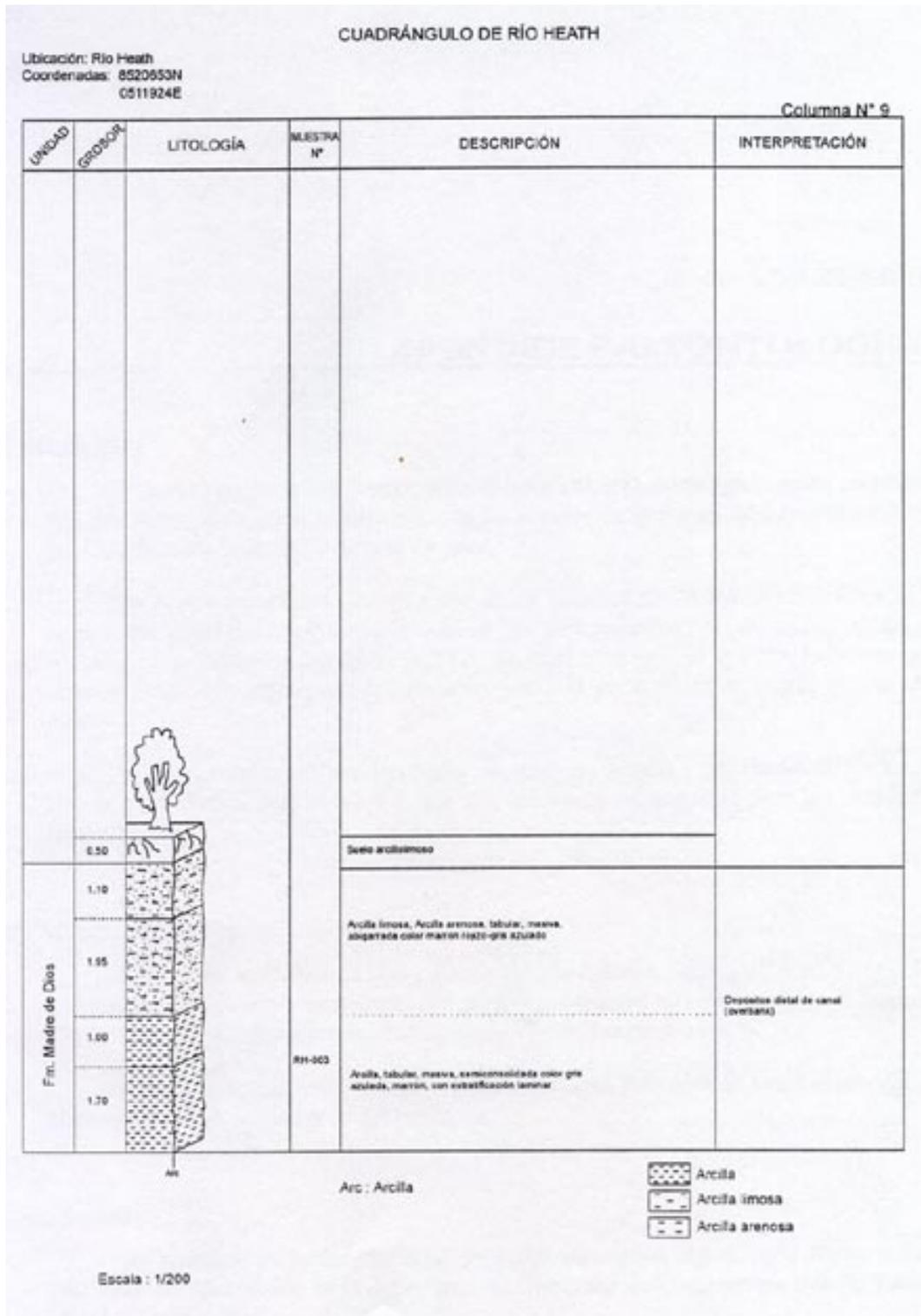












Por: LIDIA ROMERO P.

APÉNDICE PALEONTOLÓGICO

RESUMEN

La mayor parte de los fósiles colectados en el área investigada están constituidos por restos de troncos silicificados de los niveles de la Formación Ipururo y otros del Conglomerado Basal de Madre de Dios.

Los restos colectados forman parte de los estudios preliminares realizados en la zona sobre paleoflora, mediante la cual se han determinado: *Lecythioxylon milanezii* MUSSA, *Sapindoxylon lamegoi* MUSSA, de edad miocena, lo que nos indicaría que estos niveles, estratigráficamente situados hacia la parte superior (tope) tienen esta edad.

Se han determinado también restos de reptiles (dientes y vértebras) de *Purusaaurus* sp. procedentes del río Acre, y que nos indican la misma edad para la Formación Ipururo.

INTRODUCCIÓN

El presente apéndice es una contribución al estudio paleoflorístico, ya que los fragmentos de troncos representan las primeras especies reportadas en la Amazonía Peruana que ayudarían a aclarar los cambios climáticos en el pasado.

Estas muestras han sido estudiadas en secciones delgadas en corte orientado en el microscopio polarizante de luz reflejada.

Ubicación

Las muestras proceden del área de los cuadrángulos del Bloque Norte y Sur, que están comprendidos en el departamento de Madre de Dios, provincias de Tahuamanu y Tambopata.

CÓDIGOS

INGEMMET	LOCALIDAD	COORDENADAS
N° 3526	Río De las Piedras	8719381 – 338405
N° 3527	Río De las Piedras	8715185 – 343735
N° 3528	Río De las Piedras	8689750 – 366219
N° 3529	Río Tahuamanu	8746511 – 899319
N° 3530	Río Tahuamanu	8743745 – 413176
N° 3531	San Antonio	8674291 – 387515
N° 3532	Río Heath	8591790 - 525758
N° 3533	Río Heath	8586954 - 519663
N° 3534	Río Heath	8599618 - 529334
N° 3535	Río De las Piedras	8715180 - 343665

BIOESTRATIGRAFÍA

En el área de estudio se hallan expuestos sedimentos consolidados y semiconsolidados de las formaciones Ipururo y Madre de Dios respectivamente, la primera del Mioceno y la segunda del Plioceno - Pleistoceno.

Los depósitos de la Formación Ipururo se hallan infrayaciendo en discordancia erosional a la Formación Madre de Dios, encontrándose ampliamente expuestos en toda el área y están compuestos por sedimentos argilo-arenosos

Las principales exposiciones estudiadas y que han sido consideradas representativas tienen entre 30 a 60 m.

PALEONTOLOGÍA

Los elementos de paleofauna conocidos hasta ahora de la amazonía son relativamente pocos.

Las especies de paleoflora determinadas son los primeros registros en el área de estudio, las mismas que se encuentran en forma abundante en el área del cuadrángulo de río De las Piedras. Estos fragmentos provienen de la Formación Ipururo, de los horizontes de arenisca; se presentan silicificados en tamaños variables de 0.05 a 0.80 m de longitud.

TAXONOMÍA

REINO : PLANTAE
CLASE : DICOTYLEDONAE

ORDEN : MYRTALES
FAMILIA : Lecythidaceae
GÉNERO : Lecythioxylon MILANEZ
Lecythioxylon milanezii MUSSA
MUESTRAS : 3526
3528
3530

ORDEN : SAPINDALES
FAMILIA : Sapindaceae
GENERO : Sapindoxylon KRÄUSEL
Sapindoxylon lamegoi MUSSA
MUESTRAS : 3527
3529
3535
3531

EDAD: Estas especies han sido estudiadas por MUSSA (1965) en muestras procedentes del área del Acre, Brasil, asignándoles una edad del Mioceno - Plioceno.

Las muestras de la presente área han sido consideradas del Mioceno por posición estratigráfica.

AMBIENTE

Las plantas son características de ambientes continentales y reflejan el clima en el cual vivieron, lo que nos hace suponer que durante el Mioceno, imperaron climas cálidos con temperaturas semejantes al presente, ya que representantes de estas familias se encuentran en la actualidad.

LAMINA I

CENOZOICO

MIOCENO

FORMACIÓN IPURURO

- Foto N° 1 Lecythioxylon milanezii MUSSA.
Sección tangencial (Foto N//s, X75).
Código de INGEMMET : 3526
Localidad : Río De las Piedras
Edad : Mioceno
- Foto N° 2 Lecythioxylon milanezii MUSSA.
Sección transversal, en la que se observa los poros (Foto N//s, X75).
Código de INGEMMET : 3526
Localidad : Río De las Piedras
Edad : Mioceno



LAMINA II

CENOZOICO

MIOCENO

FORMACIÓN IPURURO

- Foto N° 1 Lecythioxylon milanezii MUSSA.
Aspecto de la sección tangencial (Foto N//s, X75).
Código de INGEMMET : 3528
Localidad : Río De las Piedras
Edad : Mioceno
- Foto N° 2 Lecythioxylon milanezii MUSSA.
Aspecto de la sección transversal, en la que se observa la
organización de los poros (Foto N//s, X75).
Código de INGEMMET : 3528
Localidad : Río De las Piedras
Edad : Mioceno



LAMINA III

CENOZOICO

MIOCENO

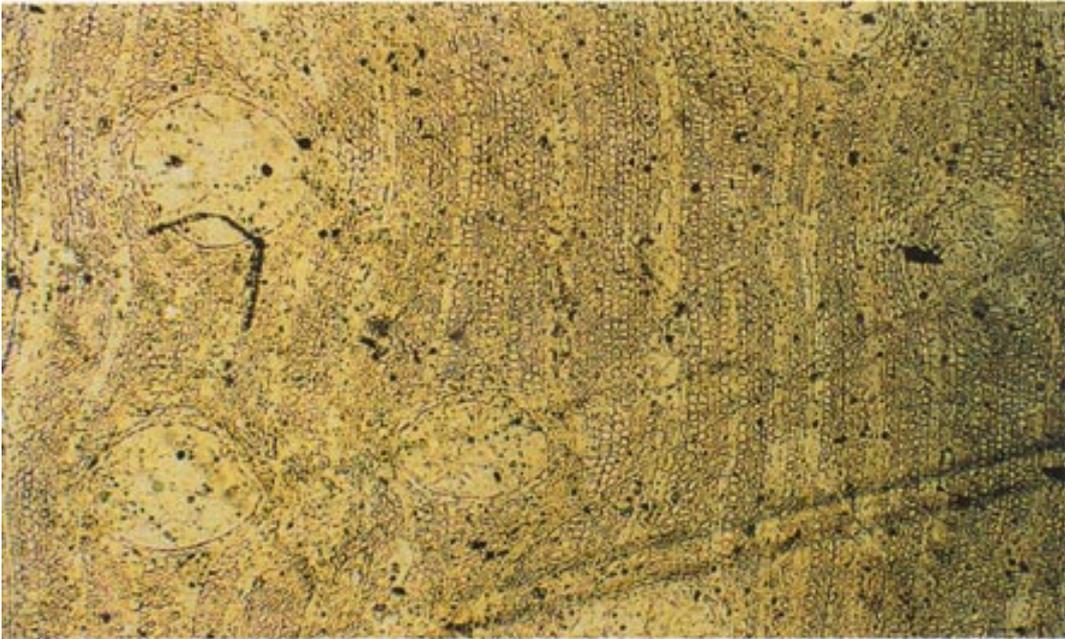
FORMACIÓN IPURURO

- Foto N° 1 *Lecythioxylon milanezii* MUSSA.
Sección tangencial (Foto NXs, X75).
Código de INGEMMET : 3530
Localidad : Río Tahuamanu
Edad : Mioceno
- Foto N° 2 *Lecythioxylon milanezii* MUSSA.
Sección transversal, en la que se observa la disposición
de los poros (Foto N//s, X75).
Código de INGEMMET : 3530
Localidad : Río Tahuamanu
Edad : Mioceno

LÁMINA III



1
Localidad - Río De las Piedras
Código de SIDERMIN - 1521
Organización de los pozos (Pozo SNA, X77)



2

LAMINA IV

CENOZOICO

MIOCENO

FORMACIÓN IPURURO

- Foto N° 1 Sapindoxylon lamegoi MUSSA.
Sección tangencial (Foto N//s, X75).
Código de INGEMMET : 3527
Localidad : Río De las Piedras
Edad : Mioceno
- Foto N° 2 Sapindoxylon lamegoi MUSSA.
Sección transversal, presentando en detalle la
organización de los poros (Foto N//s, X75).
Código de INGEMMET : 3527
Localidad : Río De las Piedras
Edad : Mioceno



LAMINA V

CENOZOICO

MIOCENO

FORMACIÓN IPURURO

- Foto N° 1 Sapindoxylon lamegoi MUSSA.
Aspecto de la sección tangencial (Foto N//s, X75).
Código de INGEMMET : 3529
Localidad : Río Tahuamanu
Edad : Mioceno
- Foto N° 2 Sapindoxylon lamegoi MUSSA.
Sección tangencial (Foto N//s, X75).
Código de INGEMMET : 3531
Localidad : Río Palma Real
Edad : Mioceno

LAMINA V



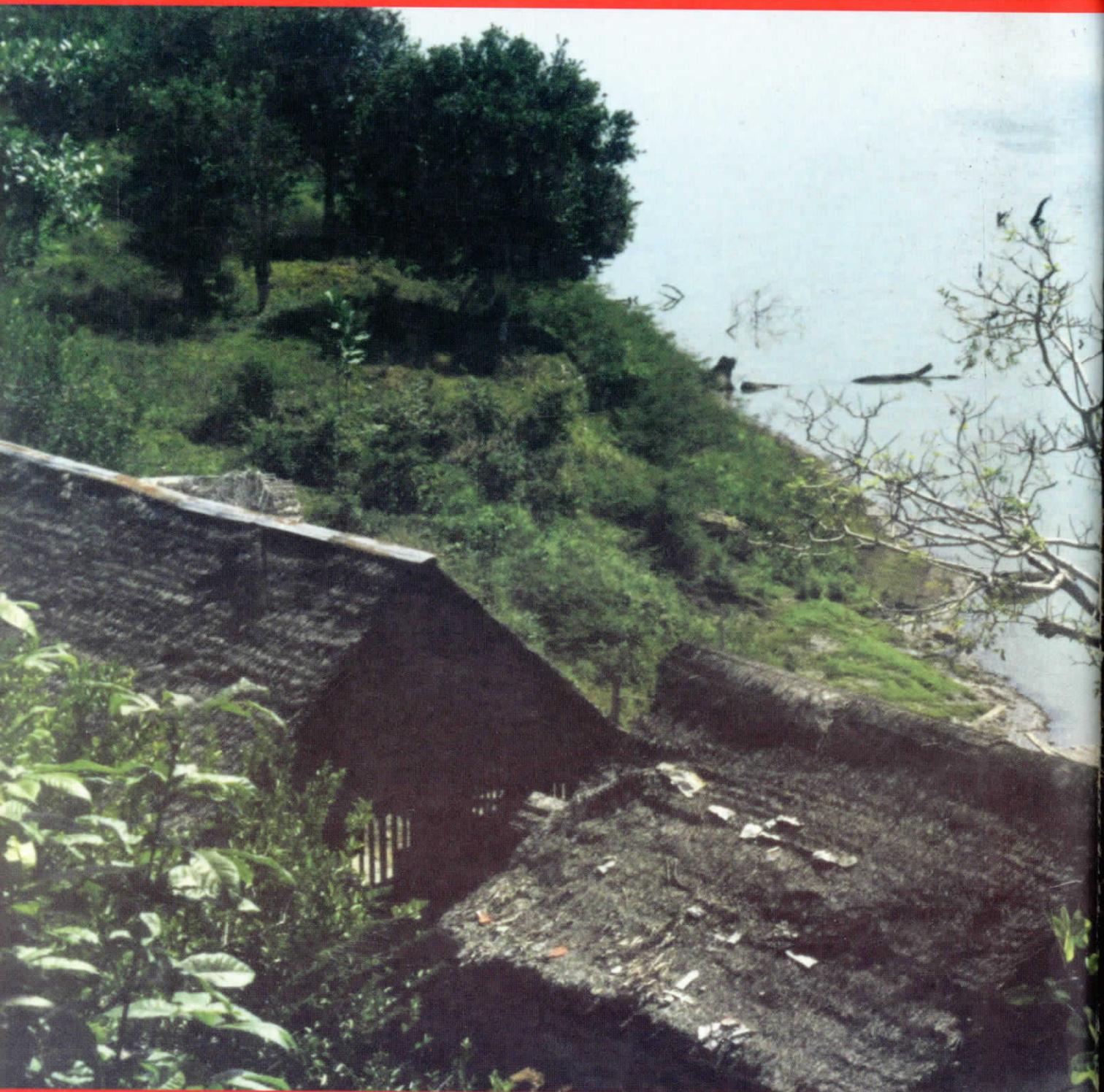
1



2



INGEMMET



Lago Valencia en el fundo Esperanza, formado en 1898 por migración del río Madre de Dios. Cuadrángulo de Valencia, departamento de Madre de Dios

Av. CANADÁ 1470 – SAN BORJA • TELFS.: 224-2963 • 224-2964 • 224-2965 – FAX: 425-4540 – LIMA-PERÚ
[http: www.ingemmet.gob.pe](http://www.ingemmet.gob.pe) E-mail: informacion@ingemmet.gob.pe
ventas@ingemmet.gob.pe