



INFORME FINAL



Estudio de la Navegabilidad del Río Huallaga
En el Tramo Comprendido entre Yurimaguas
y la Confluencia con el Río Marañón

CONSORCIO HIDROVIA HUALLAGA

VOLUMEN II: INVESTIGACIONES Y MEDICIONES DE CAMPO



INSTITUTO DE CONSULTORIA S.A.

PyD

Sociedad Anónima



Lima, Julio del 2005

INFORME FINAL

ÍNDICE GENERAL

VOLUMEN I : RESUMEN EJECUTIVO

VOLUMEN II : INVESTIGACIONES Y MEDICIONES DE CAMPO

VOLUMEN III : ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRAULICA FLUVIAL

VOLUMEN IV : ESTUDIO SOCIO ECONOMICO

VOLUMEN V : ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

VOLUMEN VI : PROPUESTAS Y PLAN DE INVERSIONES

VOLUMEN VII : PERFIL DEL PROYECTO

VOLUMEN VIII : ANEXOS

VOLUMEN IX : PLANOS

ESTUDIO DE NAVEGABILIDAD DEL RIO HUALLAGA ENTRE YURIMAGUAS Y LA CONFLUENCIA CON EL RIO MARAÑON

VOLUMEN II

INDICE GENERAL

CAPITULO I: RECONOCIMIENTO DE CAMPO	004
1.1. Observaciones Generales	004
1.2. Actividades realizadas	004
1.3. Levantamiento Batimétrico del eje del canal de navegación	007
CAPITULO II: GEODESIA Y TOPOGRAFIA	012
2.1. Generalidades	012
2.2. Especificaciones Técnicas	015
2.3. Resultados del Estudio	019
CAPITULO III: MEDICIONES HIDROGRAFICAS E HIDROMETRICAS	034
3.1. Generalidades	034
3.2. Instalación de Estaciones Limnimétricas	038
3.3. Levantamientos Batimétricos	051
3.4. Aforos	057
3.5. Transporte de Sedimentos	075
CAPITULO IV: GEOLOGIA	102
4.1. Generalidades	102
4.2. Objetivos del Reconocimiento	102
4.3. Metodología	102
4.4. Aspectos Geomorfológicos	104
4.5. Geología Estructural y/o Tectónica	108
4.6. Aspectos Geológicos	108
4.7. Aspectos Hidrodinámicos o Geodinámico Externa	111
4.8. Evaluación de Estabilidad de Taludes en el Borde Exterior de Riveras de Meandros	114
4.9. Calidad de Suelos entre Meandros Próximos	114
4.10. Conclusiones y Recomendaciones	118

VOLUMEN II

INVESTIGACIONES Y MEDICIONES DE CAMPO

INTRODUCCION

Contenido Del Informe:

En este volumen se describen los trabajos de campo realizados en el área del estudio y se muestran los resultados obtenidos.

Objetivos:

Los trabajos de campo, tienen como objetivo brindar la información de base necesaria para establecer las alternativas de mejoramiento de la Hidrovia en estudio.

Aspectos Generales:

En el primer capitulo se describen los trabajos realizados en el reconocimiento de campo, que permitieron ubicar lo malos pasos existentes en la hidrovia objeto del estudio.

En el segundo capitulo se describen los trabajos de Geodesia y topografía realizados, que permitieron contar con un marco de referencia de cotas y coordenadas a lo largo de la zona en estudio, asimismo el levantamiento topográfico de riberas en los denominados malos pasos.

En el tercer capitulo, se describen la instalación de estaciones Limnimetricas, los Levantamientos batimétricos, Aforos, medición de corrientes superficiales, toma de muestras de material en suspensión y de fondo.

En el cuarto capitulo, se presenta el estudio de geología, que permitió determinar el grado de consistencia de las riberas en la zona de estudio.

En el quinto capitulo se muestran los criterios básicos de interpretación de imágenes satelitales y se muestran algunos avances realizados en la evaluación de las imágenes satelitales, de la zona en estudio.

En el sexto Capitulo se trata sobre conceptos del SIG y Carta de Navegación Electrónica, que se están desarrollando y se presentaran en el tercer Informe, pues previamente es necesario procesar los datos que se están presentando en este informe.

Con la finalidad de hacer permitir la facilidad de lectura en cada capitulo se incluyen fotos cuadros y tablas que complementan la descripción de los trabajos realizados.

Los planos resultantes se anexan en tomo aparte.

CAPITULO I

RECONOCIMIENTO DE CAMPO

1.1 Observaciones Generales.

La zona del proyecto visitada por el equipo profesional del CONSULTOR, comprende aproximadamente 220 Km. del río Huallaga, entre la ciudad de Yurimaguas y la denominada Boca Huallaga. En la Fig. No 1 se observa la ubicación de esta zona, que corresponde al curso inferior del río Huallaga hasta su confluencia con el río Marañon.

La característica predominante en la zona del proyecto es de riberas inundables, con eventuales promontorios y zonas elevadas, que han sido aprovechadas para el asentamiento humano.

En relación a quebradas y afluentes, el mayor afluente es el río Paranapura por la margen izquierda.

Los poblados son generalmente pequeños y con casas dispersas, a excepción de la localidad de Lagunas, ubicada cerca de la Boca Huallaga.

En la ciudad de Yurimaguas se dispone de la facilidad de un puerto del tipo Pontón con puente de acceso basculante, administrado por la Empresa Nacional de Puertos ENAPU S.A. En el trayecto entre Yurimaguas y Boca Huallaga, no se dispone de ninguna otra instalación portuaria, solo existen los denominados embarcaderos, constituidos por zonas elevadas de talud aparente para el acoderamiento de las lanchas de servicio típicas de la zona.

El abastecimiento de productos, básicamente productos de pan llevar y algunos artículos ferreteros, hacia las localidades ubicadas en la zona del proyecto se realiza por vía fluvial, desde Iquitos y Yurimaguas, mediante naves menores artesanales, a excepción de la referida localidad de Lagunas, donde eventualmente acoderan motonaves.

1.2 Actividades Realizadas:

El día 21 de Octubre se recibe llamada de nuestro enviado a Yurimaguas, Sr. Oscar Yupanqui a cargo de toda la logística para el viaje de reconocimiento de campo, indicándonos que posterguemos nuestro viaje programado para el viernes 22, dado que se estaba programando una huelga indefinida en la zona. Hecho que ocasionó la pérdida de todas las coordinaciones efectuadas con anterioridad; tales como: alquiler de embarcaciones, contratación del personal de apoyo de la zona, alimentación, combustible y otros.

Luego de constatar de que en las oficinas de la DHNM de la punta, no hay disponibilidad de información hidrográfica diversa, relativa a los ríos amazónicos, información que es suministrada y permanentemente actualizada por el Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía con sede en Iquitos, se decide el viaje del Ing° José Ramírez, para el día 25 de Octubre.

Luego de que el Ing° José Ramírez, visitó las instalaciones del servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía, con sede en Iquitos, reuniéndose para tal fin con el

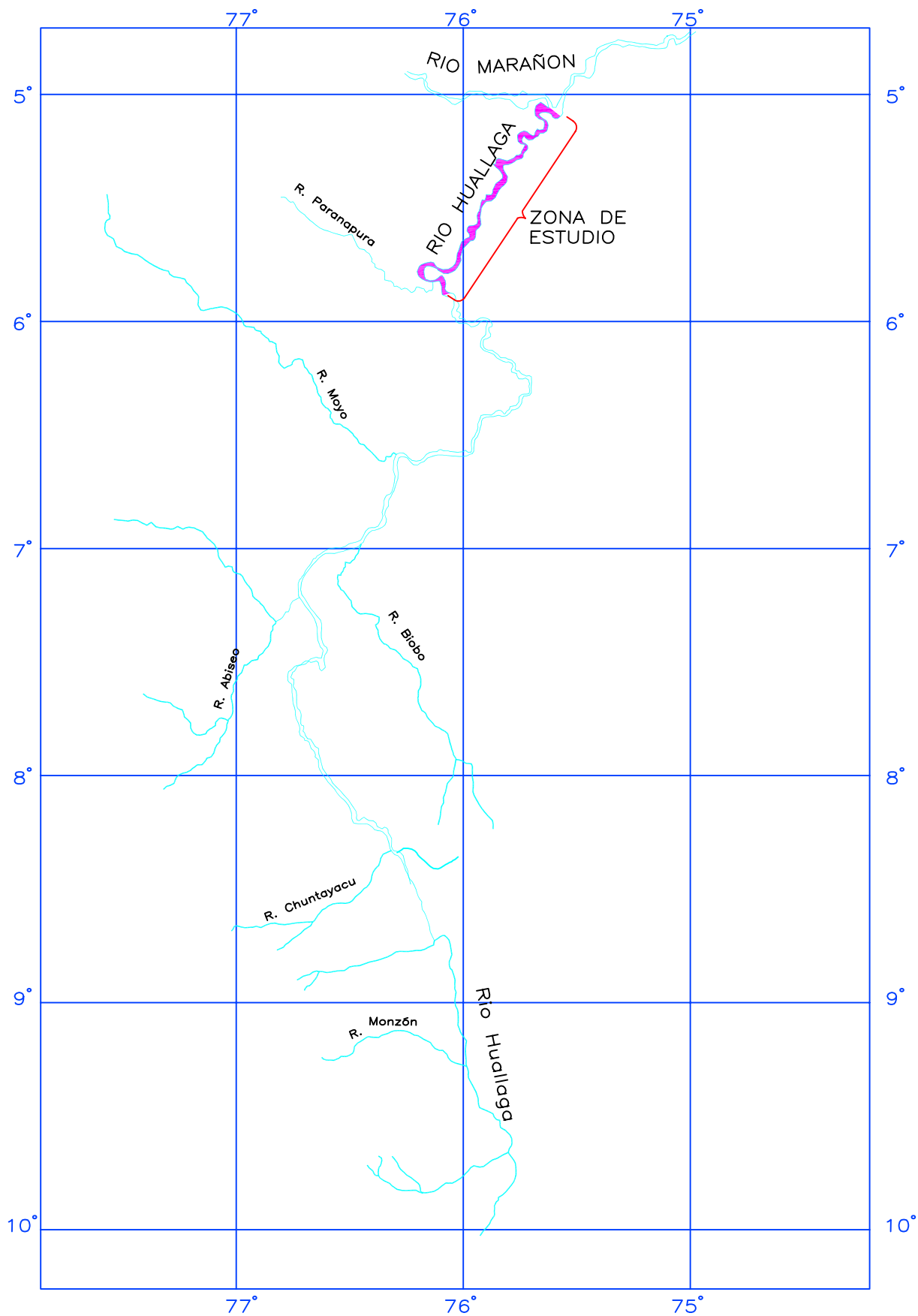


FIGURA No. 1 : UBICACION DE LA ZONA DEL ESTUDIO

personal profesional y técnico de dicha entidad, el día 26 de Octubre, se pudo seleccionar y adquirir la siguiente información:

- La última versión de la carta de practica, que cubre toda la zona del río Huallaga motivo del estudio, partiendo de la boca del Huallaga (desembocadura del Marañón)
- Cuadro de distancias a lo largo del río Huallaga partiendo de la Boca del Huallaga, hacia las diversas localidades ubicadas en la zona del Proyecto.
- Histograma del río Huallaga en Yurimaguas.

En vista de que debido al paro total de Protesta en la ciudad de Yurimaguas se prolongaba sin visos de solución, el Consultor con la finalidad de no retrasar mas, la ejecución del Proyecto, programó el viaje del personal de Logística, a la ciudad de Iquitos, para que efectuó todas las coordinaciones necesarias para realizar el viaje de reconocimiento, partiendo de esta ciudad, el Sr. José Estrada se adelantó al grupo, viajando el día 04 de Noviembre para culminar las labores de logística. Esta acción significa incrementar los costos de logística y asumir también costos extras de seguridad en alquiler de armamento y personal de seguridad.

El día 04 de noviembre se realizó una reunión de coordinación con funcionarios del MTC/DGTA, presentando a los profesionales Brasileños: Jefe de Proyecto Ing. Carlos Eduardo D'Almeida, Especialista en hidráulica e hidráulica Fluvial Ing. Fabio Guilhem de Almeida, Especialista en Navegabilidad Ing. Mario Guilhem de Almeida los mismos que viajaron el mismo día a la ciudad de Iquitos conjuntamente con todo el personal propuesto del Consorcio.

El día 05 de Noviembre viajó a la ciudad de Iquitos todo el personal profesional del Consultor, iniciándose el viaje de reconocimiento de campo, partiendo desde la ciudad de Iquitos con un deslizador equipado totalmente, hacia la zona del proyecto. Previo al viaje se instruyó al personal profesional y técnico con charlas de seguridad orientadas a las acciones a tener en cuenta para evitar accidentes al abordar deslizadores de alta velocidad, así como principios elementales de supervivencia en la selva, dictadas por profesionales de la empresa Logística Petrolera.

Previamente al inicio del trabajo de campo, se digitalizó y vectorizó, la carta de practica del río Huallaga adquirida en Iquitos, esto nos permitió poner esta información como fondo base en el Software Hidrográfico HYPACK MAX, lo que nos permitió además de la experiencia del patrón de lancha contratado seguir la trayectoria usual de navegación por el Huallaga, levantando batimétricamente este eje, utilizando una ecosonda y el equipo DGPS con señal de corrección Omnistar.

Al llegar a la localidad de Lagunas el día 07 de Noviembre, nos enteramos de que se había levantado provisionalmente el paro regional en Yurimaguas, por lo que se decidió suspender el levantamiento batimétrico del eje de navegación, partiendo al día siguiente muy temprano, haciendo un reconocimiento rápido de las localidades en la ruta y visitando la localidad de Yurimaguas, ya que el paro se podía reiniciar en cualquier momento.

Aprovechando la suspensión temporal del paro regional en la ciudad de Yurimaguas, se pudo visitar dicha localidad, realizándose coordinaciones en diversas instituciones en la ciudad de Yurimaguas, como ENAPU S.A. y el INRENA, así también con la Sra.

Martha del Águila Borja, Jefe Zonal de Transporte Acuático, indicándole que se estaban efectuando trámites en capitanías y que al día siguiente la embarcación retomaba el viaje de reconocimiento desde Yurimaguas hasta la Confluencia con el río Marañón. Fue posible conseguir valiosa información sobre todo en relación a los registros diarios de fluctuación del nivel del río Huallaga en Yurimaguas.

El día 09 de Noviembre a primera hora, se reanuda el levantamiento batimétrico del eje de navegación partiendo de la ciudad de Yurimaguas hacia la boca del Huallaga.

El día 11 de noviembre en la ciudad de Iquitos se da por finalizada la actividad de reconocimiento de campo, cumpliéndose los objetivos de esta actividad.

Luego de culminar el Levantamiento batimétrico del eje del canal de navegación y pernoctar en la localidad de Lagunas, el día 10 de Noviembre a primera hora se parte hacia la ciudad de Iquitos, haciendo una parada en la localidad de San Regis ubicada en la margen izquierda del río Marañón donde se ubicó una estación Limnimétrica, obteniendo información sobre fluctuaciones de nivel del río en esa ubicación.

1.3 Levantamiento Batimétrico del Eje del Canal de Navegación del Río Huallaga, entre la Boca del Huallaga y la Ciudad de Yurimaguas

Introducción.

El sistema de posicionamiento horizontal que se utilizó para la ubicación de la lancha hidrográfica fue el denominado DIFERENCIAL GLOBAL POSITIONING SYSTEM (DGPS), que consiste en la determinación de la posición mediante la recepción de señales de satélites y empleando un factor de corrección emitido desde una estación de control instalada en un punto de coordenadas conocidas, en este caso se utilizó un equipo DGPS, con licencia para utilizar la señal de corrección del sistema OMNISTAR, señal emitida por un satélite geoestacionario.

1.3.1 Geodesia:

Levantamiento Geodésico de Apoyo.

En este caso no fueron necesarios realizar trabajos de geodesia o topografía en la zona del Proyecto, para determinar la ubicación horizontal de la lancha hidrográfica, ya que como se refirió la ubicación horizontal se realizó mediante un sistema DGPS, con señal de corrección satelital OMNISTAR.

1.3.2 Levantamiento Batimétrico:

Levantamiento Batimétrico Realizado con Ecosonda.

Ubicación horizontal.

Como primera etapa de esta actividad, se digitalizó y vectorizó la última versión de la carta de practica del río Huallaga (Mayo-Junio del 2004), para insertarla en el software HYPACK, de manera que se pudo utilizar como referencia en la navegación, además se contrató como piloto de la embarcación a una persona de la zona con mucha experiencia de navegación por el río Huallaga, de esta manera se pudo seguir con la mayor aproximación posible el eje del canal de navegación.

Para el posicionamiento de la embarcación hidrográfica durante el sondaje, se utilizó el referido sistema diferencial de posicionamiento satelital (DGPS), con señal de corrección satelital OMNISTAR el que da una precisión menor a 1 metro. Este sistema es independiente de las condiciones atmosféricas y no requiere línea de visual directa entre la estación base y la estación a bordo de la embarcación hidrográfica, este es un factor muy importante a ser considerado en la zona selvática por la abundancia de cobertura vegetal que puede interferir con otro tipo de señales.

Medición y registro de profundidad.

Para el registro de profundidades se utilizó una ecosonda digital Raytheon, esta ecosonda trabajó con una frecuencia de 200 KHZ, cuenta con un sistema de transferencia de datos que permite archivar la información de sondaje directamente a una computadora mediante el uso del Software HYPACK. La información de sondaje transmitida a la computadora es un dato cada 1 seg. que se Almacena simultáneamente con la posición horizontal, de esta manera se grabó y se tiene a disposición para los procesos automatizados prácticamente un registro continuo del fondo en el eje del canal de navegación, es decir la posición horizontal y el tirante representados por las variables X, Y, Z. La ecosonda se instaló a bordo de la embarcación y fue calibrada al inicio y final de cada faena mediante un escandallo graduado.

Corrección de sondajes.

Se corrigieron los registros de la Ecosonda, por inmersión del transducer y en base al procesamiento estadístico de las lecturas de nivel del río en Yurimaguas y en San Regis, En el capítulo III se explica con mas detalle la metodología de la corrección del tirante de agua medido por la ecosonda.

1.3.3 Resultados:

El levantamiento batimétrico del eje de navegación en la zona del estudio, indicó preliminarmente, la existencia de 07 malos pasos, considerando la profundidad objetivo de 4 pies, de acuerdo a lo establecido en las bases. Estos resultados serán verificados cuando se realice el levantamiento batimétrico general del cauce del río y los levantamientos detallados en los malos pasos detectados preliminarmente.

De acuerdo a los resultados preliminares del Levantamiento Batimétrico efectuado, se pudo verificar la existencia de los malos pasos detectados por la Marina de Guerra denominados: Parapapura, Oromina, Santa María, Islandia. Además se encontraron los siguientes malos pasos:

- Dos adyacentes a las localidades de Providencia y Metrópolis, entre los malos pasos Parapapura y Oromina.
- Un mal paso adyacente a la localidad de Santa Cruz en el tramo entre el Mal paso Islandia y la localidad de Lagunas.

En la Fig.No. 2 se indica la ubicación de los referidos malos pasos.

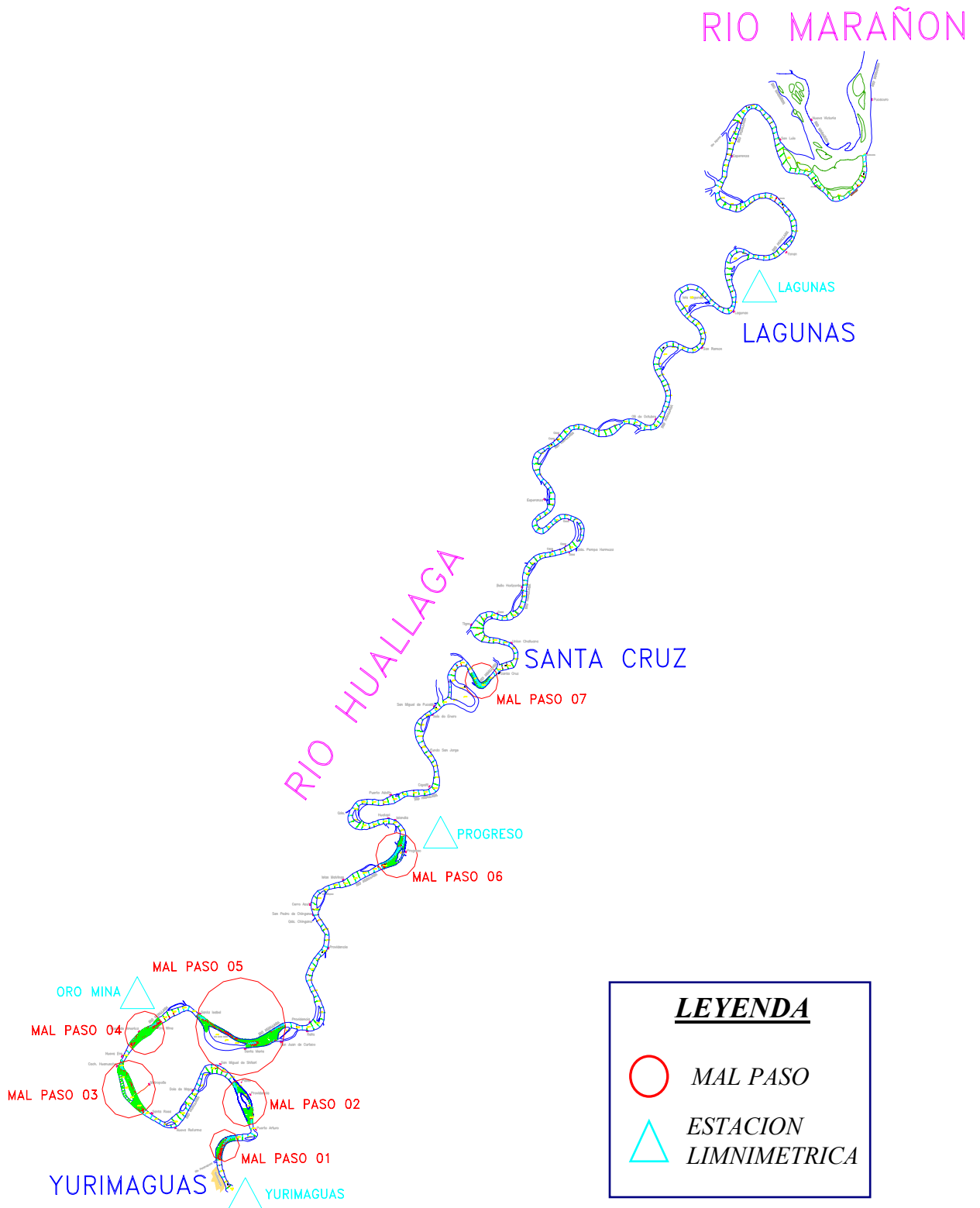


Fig. N° 02: Ubicación de los Malos Pasos

Mediante Tomo Anexo se adjuntan los planos VRC-01/07 al VRC-07/07, donde se muestran los resultados del levantamiento batimétrico del eje del canal de navegación del río Huallaga.

INDICE

CAPITULO II

GEODESIA Y TOPOGRAFIA

2.1. GENERALIDADES

- 2.1.1 Area de Estudios
- 2.1.2 Objetivos
- 2.1.3 Recursos Humanos
- 2.1.4 Recursos Materiales

2.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- 2.2.1 Geodesia
- 2.2.2 Topografía
- 2.2.3 Trabajos de Gabinete
- 2.2.4 Cartografía

2.3. RESULTADOS DEL ESTUDIO

- 2.3.1 Geodesia
- 2.3.2 Topografía

CAPITULO II

GEODESIA Y TOPOGRAFIA

2.1 Generalidades

2.1.1 Área de Estudios

El área de estudio se encuentra ubicada en la Región Loreto, Departamento de Loreto, provincia de Alto Amazonas y comprende aproximadamente 220 Km. del río Huallaga, entre la ciudad de Yurimaguas y la confluencia con el río Marañón (Boca Huallaga). Ver Figura 2.1 y 2.2.

2.1.2 Objetivos

Posicionar puntos de control con el fin de georeferenciar los trabajos de topografía e hidrometría.

Conocer el relieve de las riberas en los denominados malos pasos, con la finalidad de evaluar el comportamiento hidráulico en función de la variación del nivel del río y poder determinar las condiciones de navegabilidad del Río Huallaga y obtener una ruta de navegación óptima para el tramo en estudio.

2.1.3 Recursos Humanos

Para los trabajos de campo se contó con la participación de personal con gran experiencia en trabajos de Geodesia y Topografía, los cuales detallamos a continuación:

Jefe de Proyecto	: Carlos Eduardo D'Almeyda
Coordinador Técnico	: José Manuel Ramírez Caldas
Esp. Geodesia y Topografía	: Carlos Pantigozo León
Esp. Geodesia	: Jhonny Rebaza Grados
Esp. Geodesia	: Percy Mosqueira
Esp. Geodesia y Topografía	: Adalberto Ticza Llacza

2.1.4 Recursos Materiales

Para la ejecución del estudio se emplearon equipos de avanzada tecnología, la lista completa con las especificaciones técnicas se presenta a continuación:

Equipos Topográficos y Geodésicos:

- Dos (02) Receptores satelitales GPS 4800 SSI TRIMBLE, de doble frecuencia L1/L2. Para determinar coordenadas de hitos de referencia.
- Un (01) equipo DGPS MAX, con licencia para uso de señal OMNISTAR de precisión sub métrica, para ubicación de la lancha Hidrográfica.
- Un (01) GPS NOVATEL Gismo – RT – 20.
- Un (01) GPS NOVATEL Gismo – RT – 20 – 110.
- Tres (03) Equipos de Radio Modem PACIFIC CREST Baby Blue RFM96 W.
- Tres (03) Equipos GPS GARMIN 12CX, de 12 canales, para rastreo de hitos y reconocimiento.
- Una (01) Estación Total Leica T805EL, Precisión 5", Alcance 3500 m. Exactitud en medida de distancia +/- (3 mm + 2 ppm). Con trípodes de aluminio y prismas reflectores.
- Una (01) Brújula de campo RECTA.
- Cuatro (04) Winchas de 3 m. STANLEY.
- Un (01) Nivel Automático TOPCON Modelo AT-D3 Precisión +/- (1.5 mm.) por Km. ida y vuelta.
- Una (01) Mira de madera, plegable, 4 m.
- Una (01) Brújula de campo RECTA
- Una (01) Plomada 12 Onzas, HANSON.
- Una (01) Wincha de 30 m. YAMAYO.
- Una (01) Wincha de 50 m. STANLEY.
- Seis (06) Winchas de 3 m. STANLEY.

Hardware y Software:

- Una (01) laptop IBM ThinkPad
- Dos (02) Estaciones de Trabajo Pentium IV.
- Dos (02) Colectores de datos DAP technologies Microflex Pc 9500.
- Un (01) Software de Topografía "Autodesk Land Desktop 2004".
- Un (01) Software CAD "AutoCad 2004".

Vehículos de Transporte:

- Una (01) Motonave adaptada que se utilizo como estación base, con casco de acero, de eslora 30 m, manga 8 m, puntal 1.9 m, equipada con motor de 350 HP, y generador de corriente; utilizada como alojamiento, estación de trabajo y transporte de acuerdo al avance del frente de trabajo, desde Yurimaguas hasta Boca Huallaga, y viceversa.
- Una (01) lancha, de eslora 6 m, manga 1.8 m, puntal 1 m, motor fuera de borda de 60 HP,
- Vehículos de transporte terrestre utilizados de acuerdo a las necesidades.

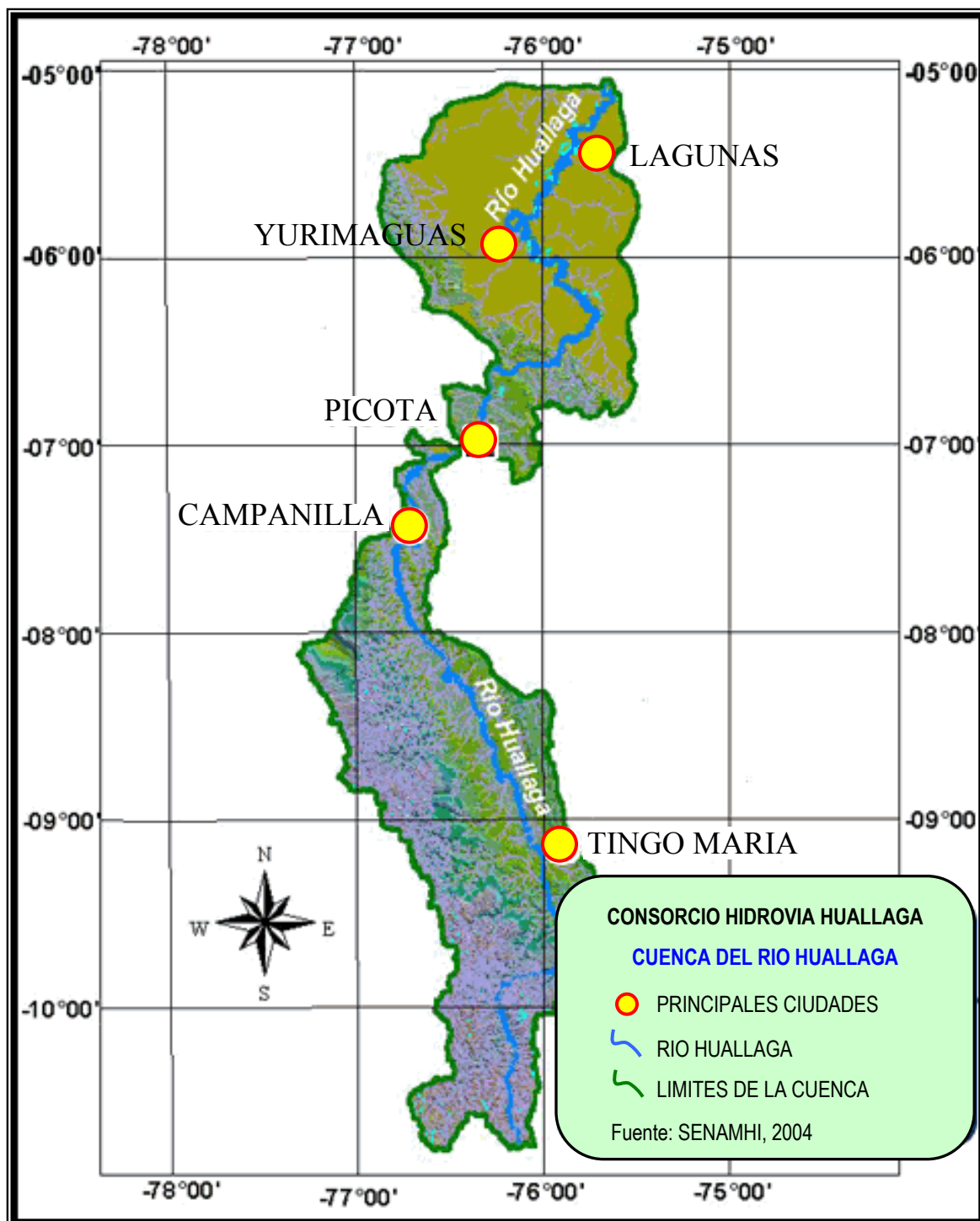


Fig. N° 2.1: Río Huallaga

2.2 Especificaciones Técnicas

2.2.1 Geodesia

En los trabajos de Geodesia se ha posicionado puntos de control “BMs” para las estaciones limnimétricas, asimismo se han posicionado puntos de control en los lugares en donde se han realizado los levantamientos topográficos “PC”, estos puntos de control nos han permitido georeferenciar toda la información recolectada.

Puntos de Control: están ubicados en los lugares en donde se instalaron las estaciones limnimétricas, y en donde se hicieron los levantamientos topográficos (ver Fig. N° 2.3)

Posicionamiento de los Puntos de Control, Para efectuar el posicionamiento de los puntos de control de uso el sistema GPS, el procedimiento es muy simple, primero se instala un sistema GPS sobre un punto conocido, en nuestro caso será un punto del IGN de primer orden, al cual denominaremos “Master” y luego se instala otro sistema GPS en el lugar que uno desee, en nuestro caso se instalará el sistema en los puntos de control los cuales estarán debidamente monumentados (ver Fig. N° 2.4), a estos los denominaremos “Rover”. Cada sistema está compuesto por:

- Un receptor GPS 4000 SSI TRIMBLE.
- Una Antena Receptora (L1/L2).
- Una computadora portátil (laptop).



Fig. N° 2.3: Equipos Geodésicos

Una vez instalados los sistemas GPS se procede a grabar la información recibida de los satélites en las laptops. El periodo de grabación varía según la distancia de ubicación entre ambas estaciones. El tiempo de grabación debe ser en simultáneo en ambas estaciones, no siendo necesario un periodo de grabación común, pero sí deben tener el mínimo requerido para este tipo de trabajos.

La estación "Master" puede estar grabando el tiempo que se considere necesario mientras que la estación "Rover" puede ir cambiando de posición según se requiera, además de poder seguir trabajando aún en las peores condiciones climáticas. Una vez terminados los trabajos de recolección de datos se procede a procesar dicha información y se determinará la posición exacta de los puntos posicionados. Las precisiones son las siguientes:

En la Horizontal: 1 cm + 0.1 ppm
En la vertical: 4 mm + 1 ppm

2.2.2 Topografía

El levantamiento topográfico nos permitirá conocer el relieve de las riberas en los denominados malos pasos. La metodología a seguir es la siguiente:

- Identificación de los malos pasos
- Delimitación del área a levantar
- Levantamiento topográfico de los malos pasos

Identificación de los malos pasos : Se analizó la siguiente información:

- Estudio de los derroteros editados por la Dirección de Hidrografía y navegación de la Amazonía
- Características náuticas de la flota naviera
- Viaje de reconocimiento (identificaron 07 malos pasos)
- Tirante mínimo requerido que se establece en las bases igual a 4 pies
- Resultados del levantamiento batimétrico detallado

Esta información ha sido confrontada con los resultados del levantamiento batimétrico detallado que se realizó en cada zona seleccionada, luego del análisis de toda esta información se estableció de manera definitiva los malos pasos en relación al tirante mínimo requerido que se establece en las bases igual a 4 pies.

Delimitación del área a levantar en los malos pasos.

Las áreas a levantar en los malos pasos se determinaran tomando como base los limites de la máxima creciente histórica. Durante los trabajos de campo pudimos comprobar que prácticamente casi la totalidad de las riberas son inundables. Se ha tenido que interpolar la información con los datos obtenidos por imágenes de Radar para así obtener los limites de inundación paralelos al eje del río. Esta información se presentara en el ultimo informe.

Los limites perpendiculares al eje del río, se definieron en base a la profundidad mínima (4 pies), obtenida en el levantamiento batimétrico detallado, información que fue corroborado por el Especialista en Hidráulica Fluvial.

Levantamiento topográfico de los malos pasos:

Para ello se ha usado una Estación total marca Leica modelo T805EL, el levantamiento se ejecutó usando el método radial (medida de ángulos y distancias), tomando como base los puntos de control "PC" posicionados en los trabajos de geodesia con los equipos GPS, los "PC" están debidamente monumentados, también se ha hecho uso de puntos auxiliares los cuales fueron ubicados según las necesidades del caso. Se ha respetado la escala señalada en los términos de referencia (ver gráficos adjuntos).

El procesamiento de toda la información recolectada se ha realizado en el software Autodesk Land Desktop, generándose los perfiles longitudinales, cortes transversales, curvas de nivel, etc. de acuerdo a lo requerido. Finalmente se integrará toda la información recolectada y procesada en el GIS, la cual nos va a permitir un manejo eficiente de la información.



Fig. N° 2.4: Levantamiento Topográfico

2.2.3 Trabajos de Gabinete

Los trabajos de gabinete desarrollados comprendieron lo siguiente:

- Post-Procesamiento del Posicionamiento Geodésico en Software Trimble.
- Cálculos de coordenadas.
- Descripción de las Estaciones
- Post-Procesamiento de los trabajos Topográficos en el software "Autodesk Land Desktop"
- Elaboración de cuadros y gráficos
- Elaboración y Revisión de los planos.

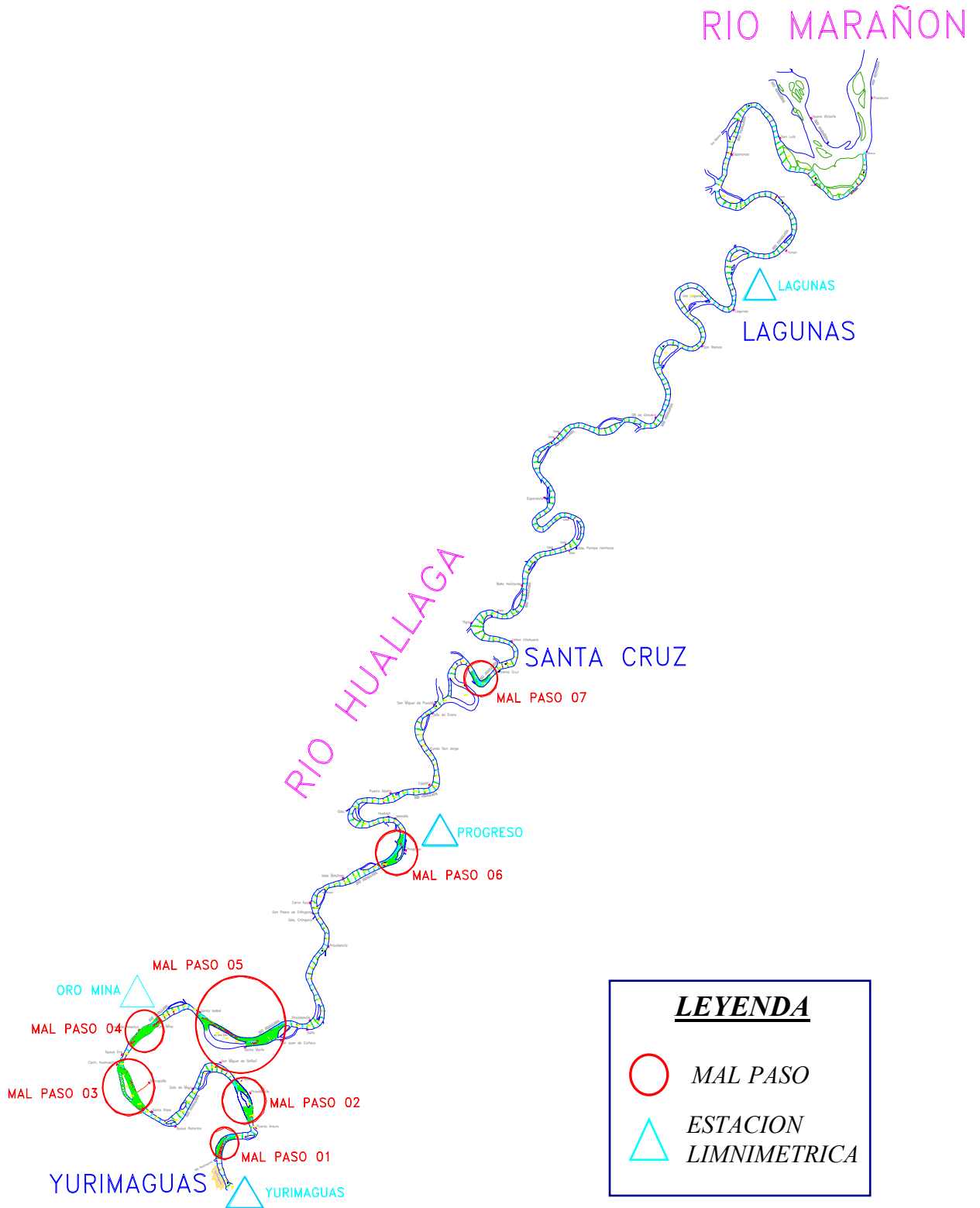


Fig. N° 2.2: Ubicación de las reglas limnimétricas y los malos pasos

2.2.4 Cartografía

La escala de los detalles de los Mal Pasos es 1/2,500 y de las secciones de las zonas de mayor riesgo es: Escala Horizontal 1/2000 y en la Vertical 1/200.

a) Datum de Referencia

El Datum de referencia utilizado es el WGS-84

b) Proyección Cartográfica

Toda la cartografía se ha efectuado usando la Proyección UTM y Geográfica representada en grados, minutos, segundos.

2.3 Resultados del Estudio

2.3.1 Geodesia

En los trabajos de Geodesia se ha posicionado los puntos de control "BMs" y "PC" necesarios. En total se realizó el enlace estático de 19 hitos en ambas márgenes del río Huallaga.

Posicionamiento de Puntos de Control (BM) en las Estaciones Limnimétricas:

Se posicionaron 04 puntos de control en las siguientes localidades:

- Yurimaguas
- Progreso
- Oro mina
- Lagunas

Posicionamiento de Punto de Control (PC) en los malos pasos: Se posicionaron

15 puntos de control en los siguientes malos pasos:

- Mal Paso 01 (Paranapura).
- Mal Paso 02 (Providencia).
- Mal Paso 03 (Metrópolis).
- Mal Paso 04 (Oro mina).
- Mal Paso 05 (Santa María).
- Mal Paso 06 (Progreso).
- Mal Paso 07 (Santa Cruz).

Para efectuar el posicionamiento de los puntos de control se ha usado el "Método Estático" para lo cual se ha contado con dos Sistemas de Posicionamiento Global "GPS" de 18 canales y doble frecuencia, el procedimiento utilizado para establecer estos puntos se indica en la metodología de trabajo (2.1).

En nuestro caso se inició el posicionamiento desde el punto de primer orden “Estación Tarapoto” del Proyecto SIRGAS del IGN, a partir de este punto se posicionó el Hito “Asta Bandera” ubicado en las instalaciones de ENAPU. A partir de este ultimo punto se inició el posicionamiento de los hitos existentes, trasladando la estación cada cierta distancia con el fin de minimizar los errores. Se cerró en la Hito “Estación San José de Saramuro” punto de primer orden del Proyecto SIRGAS del IGN. La secuencia del posicionamiento para ubicar las estaciones “Master” fue la siguiente.

FECHA	ESTACION “MASTER”	ESTACION “ROVER”
10-Dic-04	Estación Tarapoto (Inicio)	Asta Bandera (Yurimaguas)
13-Dic-04	Asta Bandera (Yurimaguas)	Hito 9, Hito13, Hito 14 (Progreso)
13-Dic-04	Hito 14 (Progreso)	Hito 18 (Lagunas)
13-Dic-04	Hito 18 (Lagunas)	San José de Saramuro (cierre)

Con lo cual se obtuvo las siguientes estaciones “Master”:

- Asta Bandera (Yurimaguas)
- Hito 9
- Hito 14 (Progreso)
- Hito 18 (Lagunas)

Luego se procedió a posicionar los demás hitos siguiendo la siguiente secuencia:

FECHA	ESTACION “MASTER”	ESTACION “ROVER”
13-Dic-04	Hito 14 (Progreso)	Hito 15, Hito 16
13-Dic-04	Hito 18 (Lagunas)	Hito 17
13-Dic-04	Hito 9	Hito 10, Hito 11, Hito 12
14-Dic-04	Asta Bandera (Yurimaguas)	Hito 2, Hito 3, Hito 4, Hito 5, Hito 6, Hito 7

Error de Cierre: Luego de procesar y analizar la información recolectada se obtuvo el siguiente error de cierre:

- Norte: 2 mm.
- Este: 49 cm.
- Altura: 49 cm.

Los resultados obtenidos están dentro de los límites permisibles; para poligonales de 1er y 2do Orden. Por lo tanto no es necesario hacer ningún ajuste. A continuación se presentan los resultados obtenidos:

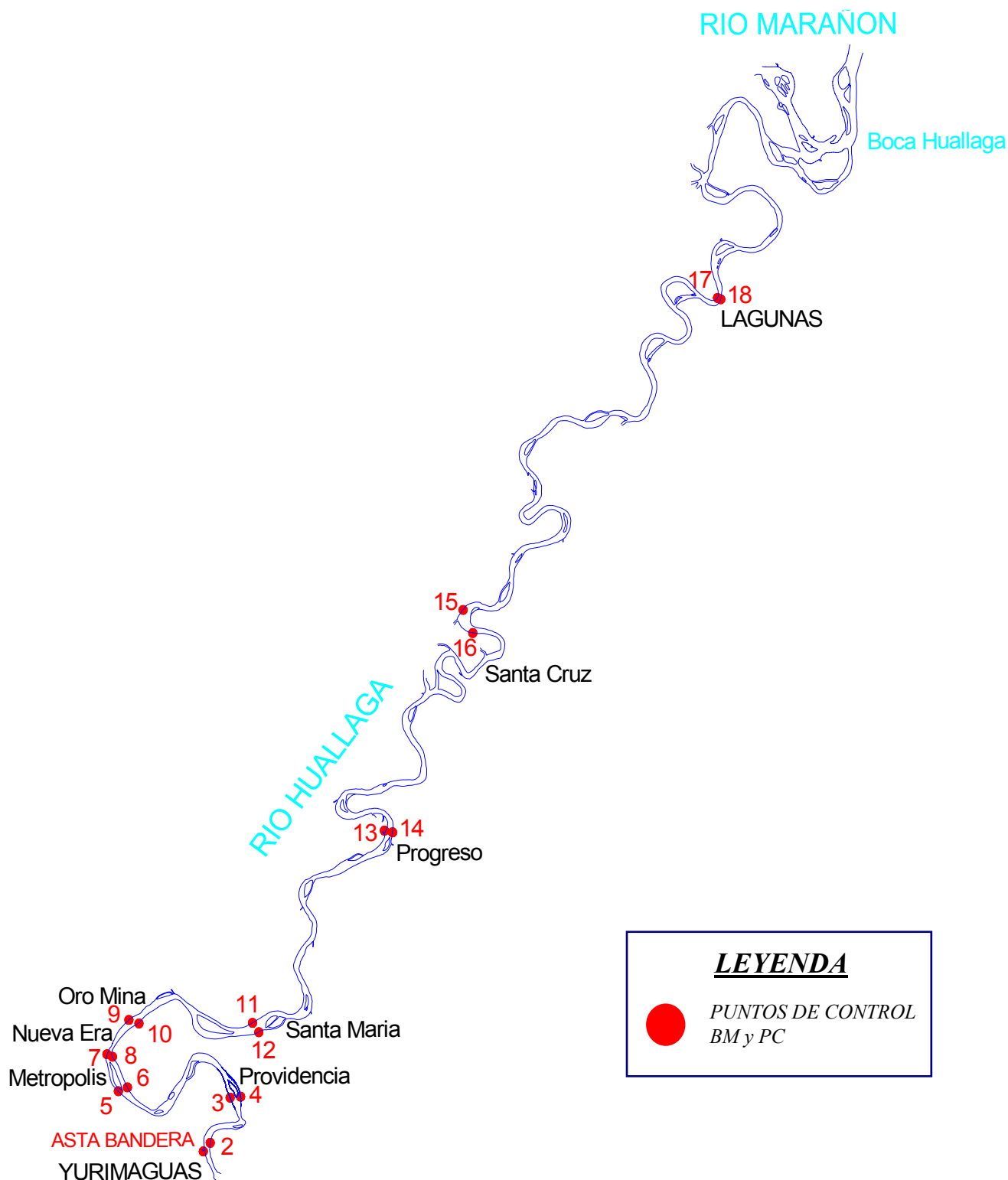


Fig. N° 2.3: Plano de Ubicación de los Puntos de Control

Estación Master – “Tarapoto”

**Cuadro N° 01
 Coordenadas Geográficas WGS84**

LATITUD	LONGITUD	ALTURA
6°30'47.31004"S	76°22'07.84053"O	263.020m

COORDENADAS UTM WGS84

NORTE	ESTE	ELEVACION
9279865.977m	348644.310m	251.183m

COORDENADAS GEOGRAFICAS PSAD56

LATITUD	LONGITUD	ALTURA
6°30'34.85004"S	76°22'00.35863"O	204.534m

COORDENADAS UTM PSAD56

NORTE	ESTE	ELEVACION
9280241.351m	348867.144m	251.183m

Estaciones Rover – Hidrovía Huallaga

**Cuadro N° 02a
 Coordenadas Geográficas WGS84**

PUNTO	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
Asta Bandera	5°53'05.27562"S	76°08'25.37267"O	146.937m
Hito 9	5°46'51.29023"S	76°10'17.89484"O	142.153m
Hito 13	5°37'55.16426"S	75°57'11.65408"O	138.358m
Hito 14	5°38'00.07346"S	75°56'46.68425"O	137.642m
Hito 18	5°12'46.86977"S	75°39'56.65749"O	128.589m
San José de Saramuro	4°42'52.91575"S	74°55'44.35714"O	121.066m
Hito 15	5°27'28.53491"S	75°53'08.97015"O	134.061m
Hito 16	5°28'34.19808"S	75°52'39.30167"O	133.512m
Hito 17	5°12'43.12180"S	75°40'06.63510"O	128.643m
Hito 10	5°47'01.53018"S	76°09'46.72710"O	144.268m
Hito 11	5°47'00.40414"S	76°03'57.84176"O	139.473m
Hito 12	5°47'27.11433"S	76°03'38.58639"O	140.762m
Hito 2	5°52'40.98832"S	76°06'08.40068"O	145.230m
Hito 3	5°50'32.95050"S	76°05'07.10065"O	143.801m
Hito 4	5°50'30.13069"S	76°04'34.79330"O	150.571m
Hito 5	5°50'13.80114"S	76°10'50.41896"O	143.915m
Hito 6	5°50'02.90728"S	76°10'22.60015"O	143.027m
Hito 7	5°48'28.78779"S	76°11'25.15040"O	147.800m
Hito 8	5°48'35.84784"S	76°11'08.39296"O	143.722m

Cuadro N° 02b
Coordenadas UTM WGS84

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACION
Asta Bandera	9349408.331m	377314.363m	134.543m
Hito 9	9360879.974m	370275.803m	130.007m
Hito 13	9377389.594m	394432.381m	126.192m
Hito 14	9377240.083m	395200.839m	125.462m
Hito 18	9423749.842m	426222.736m	116.470m
San José de Saramuro	9478871.926m	507875.290m	105.976m
Hito 15	9396644.701m	401869.902m	122.103m
Hito 16	9394629.577m	402785.866m	121.504m
Hito 17	9423864.608m	425915.456m	116.533m
Hito 10	9360567.450m	371235.162m	132.108m
Hito 11	9360623.071m	381966.513m	127.192m
Hito 12	9359803.879m	382560.313m	128.462m
Hito 2	9350155.536m	377971.117m	132.840m
Hito 3	9354091.447m	379848.720m	131.447m
Hito 4	9354179.956m	380842.186m	138.207m
Hito 5	9354658.313m	369288.337m	131.664m
Hito 6	9354994.676m	370143.261m	130.775m
Hito 7	9357881.287m	368213.304m	135.616m
Hito 8	9357665.537m	368729.193m	131.529m

Estaciones Rover – Hidrovía Huallaga

Cuadro N° 02c
Coordenadas Geográficas PSAD56

PUNTO	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
Asta Bandera	5°52'52.81721"S	76°06'22.36565"O	93.685m
Hito 9	5°46'38.83370"S	76°10'10.44946"O	89.343m
Hito 13	5°37'42.70651"S	75°57'04.23997"O	87.410m
Hito 14	5°37'47.61560"S	75°56'39.27106"O	86.712m
Hito 18	5°12'34.41363"S	75°39'49.28727"O	81.575m
San José de Saramuro	4°42'40.45890"S	74°55'37.09260"O	80.268m
Hito 15	5°27'16.07833"S	75°53'01.56728"O	84.542m
Hito 16	5°28'21.74118"S	75°52'31.89969"O	83.904m
Hito 17	5°12'30.66571"S	75°39'59.26451"O	81.626m
Hito 10	5°46'49.07351"S	76°09'39.28284"O	91.474m
Hito 11	5°46'47.94620"S	76°03'50.41051"O	87.066m
Hito 12	5°47'14.65624"S	76°03'31.15578"O	88.327m
Hito 2	5°52'28.52989"S	76°06'00.96332"O	92.046m
Hito 3	5°50'20.49221"S	76°04'59.66605"O	90.923m
Hito 4	5°50'17.67230"S	76°04'27.35993"O	97.734m
Hito 5	5°50'01.34416"S	76°10'42.97163"O	90.694m
Hito 6	5°49'50.45023"S	76°10'15.15388"O	89.856m
Hito 7	5°48'16.33124"S	76°11'17.70216"O	94.735m
Hito 8	5°48'23.39120"S	76°11'00.94531"O	90.662m

Cuadro N° 02d
Coordenadas UTM PSAD56

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACION
Asta Bandera	9349784.234m	377537.521m	134.543m
Hito 9	9361255.973m	370498.921m	130.007m
Hito 13	9377765.692m	394655.698m	126.192m
Hito 14	9377616.179m	395424.162m	125.462m
Hito 18	9424126.248m	426446.321m	116.470m
San José de Saramuro	9479248.678m	508099.440m	105.976m
Hito 15	9397020.933m	402093.292m	122.103m
Hito 16	9395005.793m	403009.261m	121.504m
Hito 17	9424241.015m	426139.039m	116.533m
Hito 10	9360943.446m	371458.287m	132.108m
Hito 11	9360999.056m	382189.719m	127.192m
Hito 12	9360179.857m	382783.523m	128.462m
Hito 2	9350531.444m	378194.281m	132.840m
Hito 3	9354467.384m	380071.902m	131.447m
Hito 4	9354555.891m	381065.376m	138.207m
Hito 5	9355034.266m	369511.440m	131.664m
Hito 6	9355370.631m	370366.371m	130.775m
Hito 7	9358257.266m	368436.402m	135.616m
Hito 8	9358041.514m	368952.296m	131.529m

Reportes y Resúmenes: Se adjunta los resúmenes de las Líneas Base en el Sistema WGS 84 en el VOLUMEN VIII, ítem 8.4. Los gráficos y fotos se pueden observar en el VOLUMEN VIII, ítem 8.5.

2.3.2 Topografía

Los resultados del levantamiento topográfico y batimétrico, desarrollado mediante el método descrito en el párrafo 2.2, se pueden observar en el VOLUMEN IX.

El levantamiento topográfico nos ha permitido conocer el relieve de las riberas en los denominados malos pasos. Se lograron identificar (07) malos pasos en el tramo del río Huallaga comprendido entre Yurimaguas y la confluencia con el Marañón.

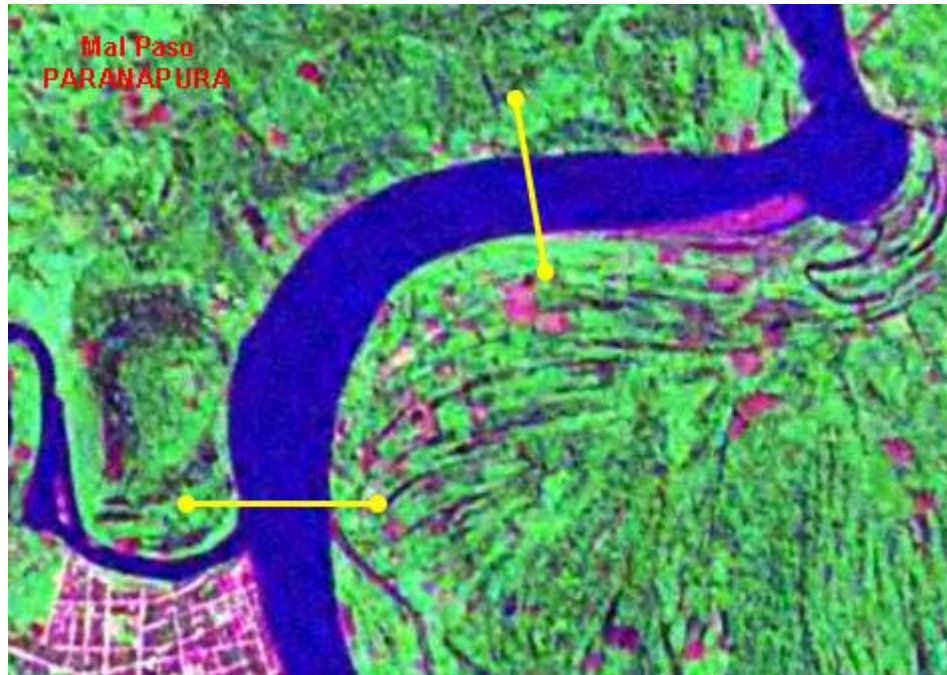
Esta información ha sido confrontada con los resultados del levantamiento batimétrico detallado que se realizó en cada zona seleccionada estableciéndose de manera definitiva los malos pasos en relación al tirante mínimo requerido de 4 pies que se establece en las bases.

El ancho del levantamiento abarca desde el pelo de agua hasta el borde del talud de la ribera y en los casos que era posible se ha levantado una parte de las márgenes del río (terrenos inundables). La densidad de los puntos se estableció en función de los levantamiento batimétricos detallados y permitió obtener las curvas de Nivel una vez integrada la información topográfica y batimétrica. Los malos pasos levantados son los siguientes:

Mal Paso 01 (Paranapura):

Se efectuó el levantamiento topográfico del “Mal Paso Paranapura” ubicado entre las progresivas 216+250 y 217+000 (contadas a partir de Boca Huallaga), que tiene una extensión de 2750 m. Y un ancho que fluctúa entre los 500 – 600 m. Para levantar este mal paso se usaron los puntos de control “Asta Bandera” e “Hito 2” (ver cuadro N° 02A, 02B, 02C y 02D).

Las márgenes derecha e izquierda se caracterizan por ser terrenos bajos inundables y de espesa vegetación.

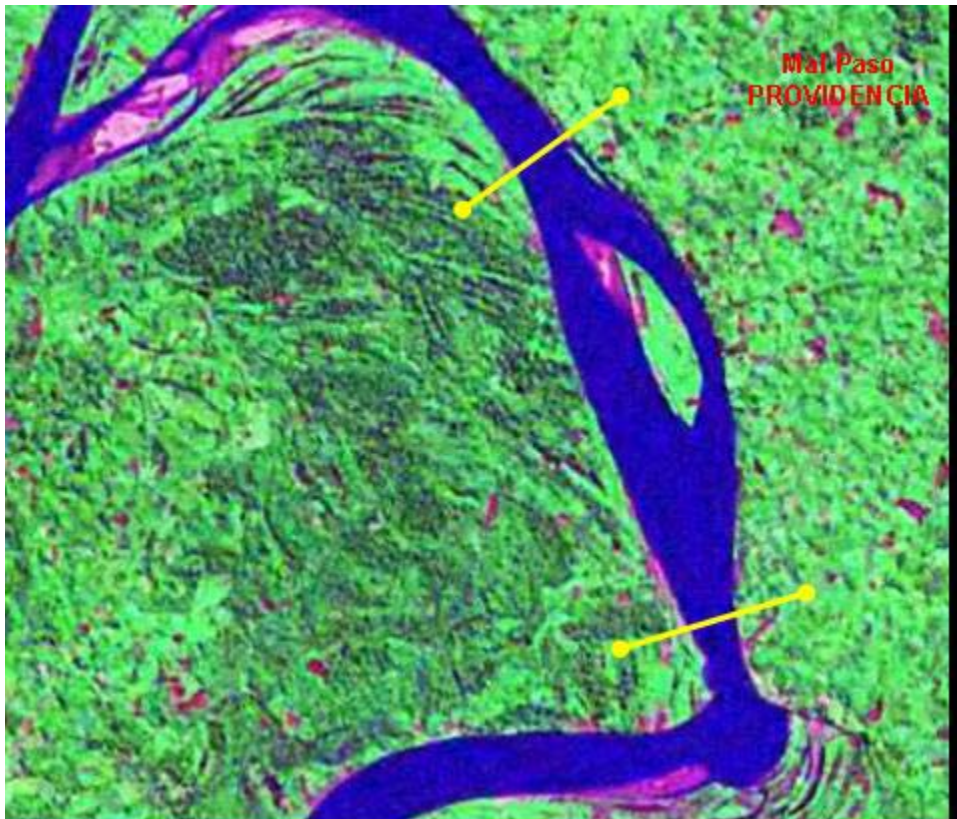


Mal Paso “Paranapura”.

Mal Paso 02 (Providencia).

Se efectuó el levantamiento topográfico del “Mal Paso Providencia” ubicado entre las progresivas 209+500 y 213+700, que tiene una extensión de 4200 m. Y un ancho que fluctúa entre los 200 – 950 m, la isla Providencia separa el cauce del río en dos partes, el tráfico fluvial en aguas bajas es llevado a cabo por el cauce del lado derecho pues presenta mejores condiciones de navegabilidad. Para levantar este mal paso se usaron los puntos de control “Hito 3” e “Hito 4” (ver cuadro N° 02A, 02B, 02C y 02D).

La margen derecha se caracteriza por ser de terrenos altos no inundables, la margen izquierda y la isla están conformados por terrenos bajos inundables, ambas riberas y la isla están cubiertas por una espesa vegetación. El principal centro poblado es “Providencia” y se encuentra en la margen derecha.

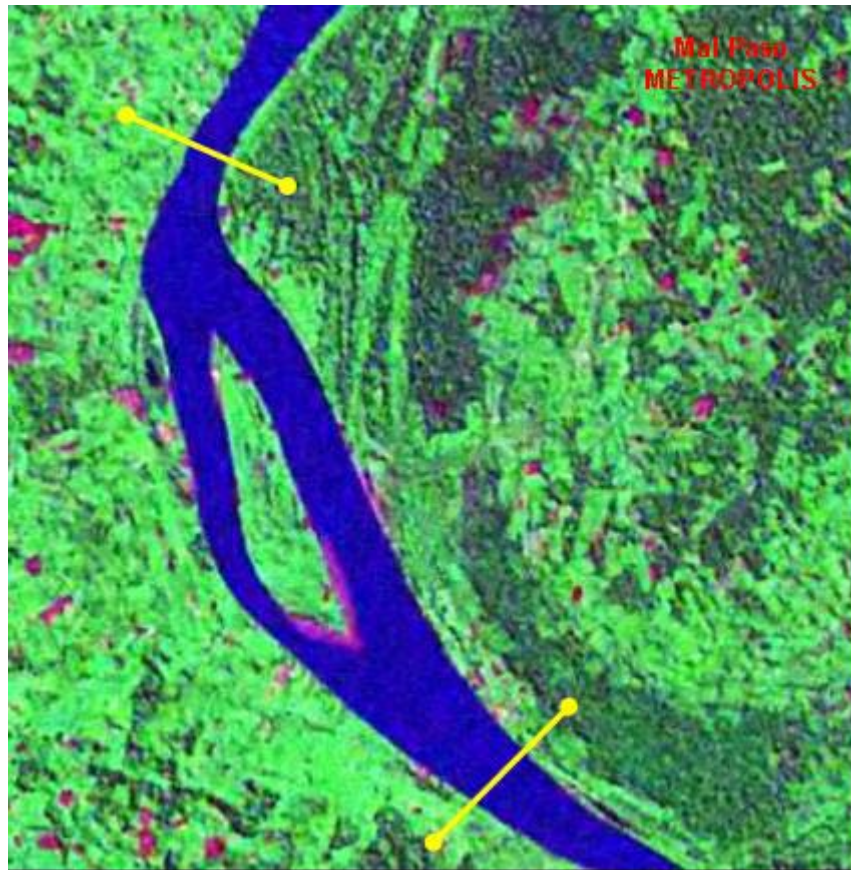


Mal Paso "Providencia".

Mal Paso 03 (Metrópolis).

Se efectuó el levantamiento topográfico del "Mal Paso Metrópolis" ubicado entre las progresivas 192+500 y 197+500, que tiene una extensión de 5000 m. Y un ancho que fluctúa entre los 400 – 850 m, la isla Metrópolis separa el cauce del río en dos partes, el tráfico fluvial en aguas bajas es llevado a cabo por el cauce del lado derecho pues presenta mejores condiciones de navegabilidad. Para levantar este mal paso se usaron los puntos de control "Hito 5" , "Hito 6", "Hito 7" e "Hito 8" (ver cuadro N° 02A, 02B, 02C y 02D).

Las riberas derecha se caracteriza por ser de terrenos altos no inundables, la margen izquierda esta conformada por terrenos bajos inundables hasta una cierta distancia tierra adentro se pudo apreciar zonas elevadas, la isla esta conformada por terrenos bajos inundables, ambas riberas y la isla están cubiertas por una espesa vegetación. El principal centro poblado es "Metrópolis" y se encuentra en la margen derecha.

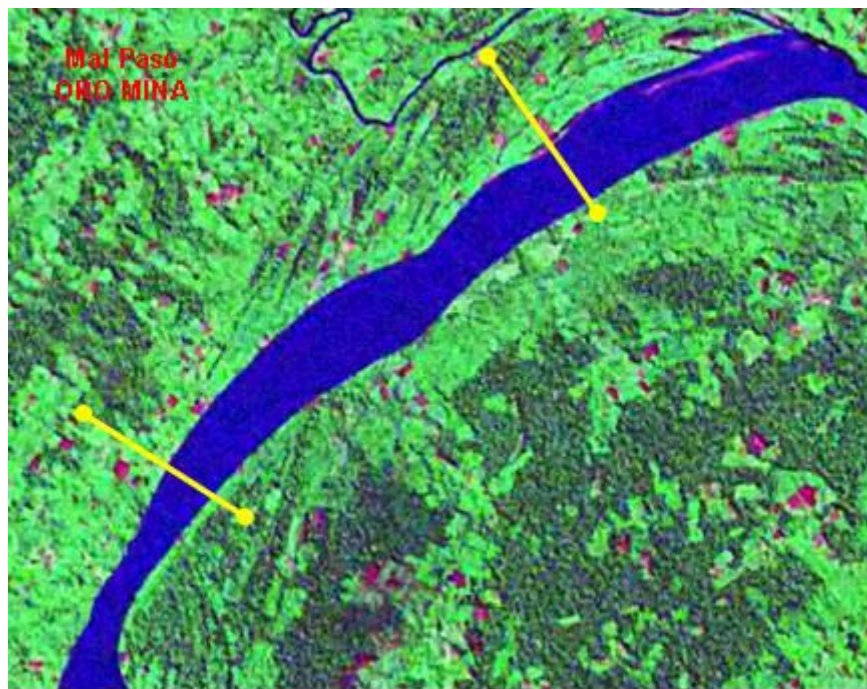


Mal Paso “Metrópolis”.

Mal Paso 04 (Oro mina).

Se efectuó el levantamiento topográfico del “Mal Paso Oro Mina” ubicado entre las progresivas 187+450 y 190+950, que tiene una extensión de 3500 m. Y un ancho que fluctúa entre los 500 – 800 m. Para levantar este mal paso se usaron los puntos de control “Hito 9” e “Hito 10” (ver cuadro N° 02A, 02B, 02C y 02D).

La margen derecha se caracteriza por ser de terrenos bajos inundables, la margen izquierda esta conformada por terrenos bajos inundables hasta una cierta distancia tierra adentro se pudo apreciar zonas elevadas, ambas riberas están cubiertas por una espesa vegetación. El principal centro poblado es “Oro Mina” y se encuentra en la margen derecha.



Mal Paso "Oro Mina".

Mal Paso 05 (Santa María).

Se efectuó el levantamiento topográfico del "Mal Paso Santa María" ubicado entre las progresivas 174+000 y 183+150, que tiene una extensión de 9150 m. Y un ancho que fluctúa entre los 280 – 800 m, la isla santa María separa el cauce del río en dos partes, el tráfico fluvial en aguas bajas es llevado a cabo por el cauce del lado izquierdo pues presenta mejores condiciones de navegabilidad. Para levantar este mal paso se usaron los puntos de control "Hito 11" e "Hito 12". (ver cuadro N° 02A, 02B, 02C y 02D).

Ambas márgenes y la isla se caracterizan por ser de terrenos bajos inundables y están cubiertas por una espesa vegetación. El principal centro poblado es "Santa María" y se encuentra en cauce del lado derecho en la margen derecha.

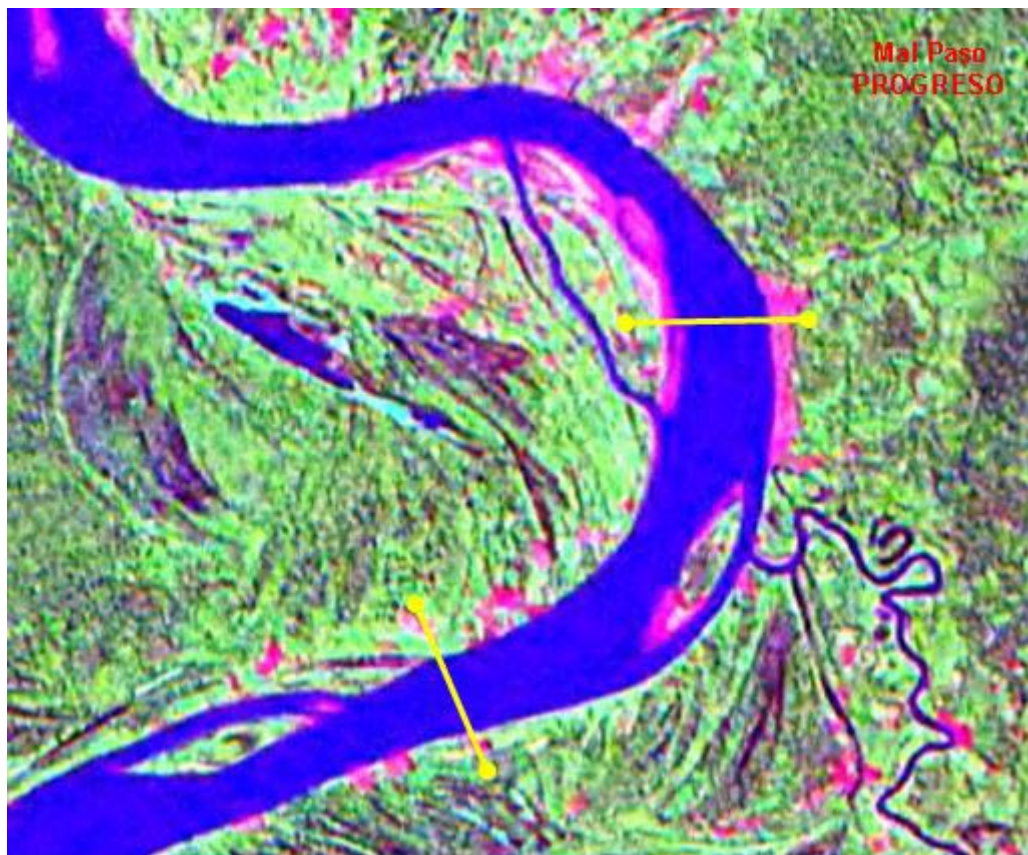


Mal Paso "Santa Maria".

Mal Paso 06 (Progreso).

Se efectuó el levantamiento topográfico del “Mal Paso Progreso” ubicado entre las progresivas 148+500 y 152+000, que tiene una extensión de 3500 m. Y un ancho que fluctúa entre los 320 – 800 m, la isla Progreso separa el cauce del río en dos partes, el tráfico fluvial en aguas bajas es llevado a cabo por el cauce del lado derecho pues presenta mejores condiciones de navegabilidad. Para levantar este mal paso se usaron los puntos de control “Hito 13” e “Hito 14” (ver cuadro N° 02A, 02B, 02C y 02D).

Ambas márgenes y la isla se caracterizan por ser de terrenos bajos inundables y están cubiertas por una espesa vegetación. El principal centro poblado es “Progreso” y se encuentra en el margen derecha.

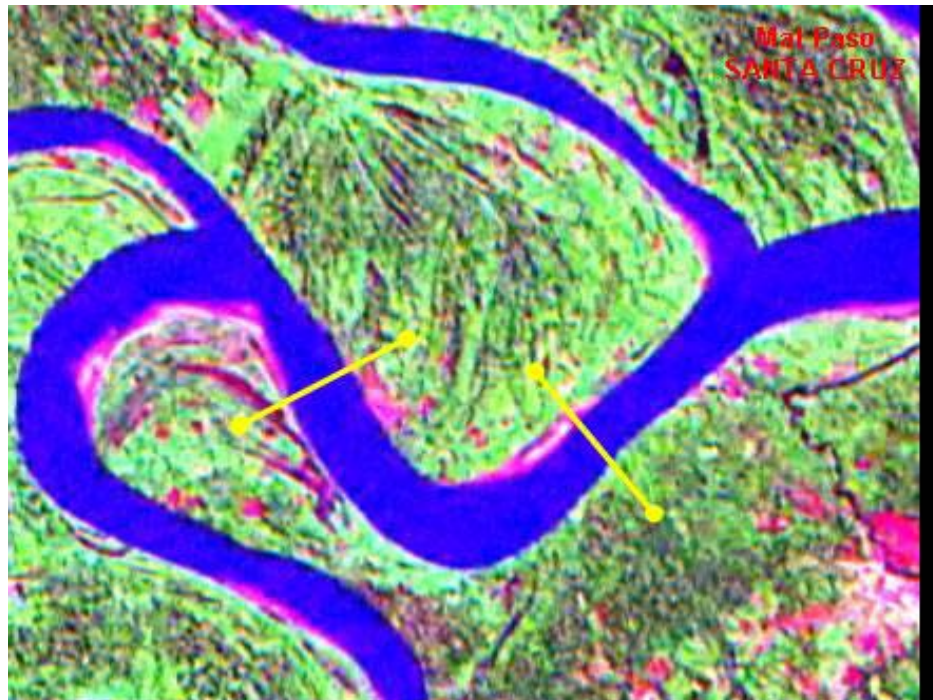


Mal Paso “Progreso”.

Mal Paso 07 (Santa Cruz).

Se efectuó el levantamiento topográfico del “Mal Paso Santa Cruz” ubicado entre las progresivas 115+000 y 117+500, que tiene una extensión de 2500 m. y un ancho que fluctúa entre los 320 – 530 m. Para levantar este mal paso se usaron los puntos de control “Hito 15” e “Hito 16” (ver cuadro N° 02A, 02B, 02C y 02D).

Ambas márgenes se caracterizan por ser de terrenos bajos inundables y están cubiertas por una espesa vegetación.



Mal Paso "Santa Cruz".

Comentarios: Las limitaciones debido a la inaccesibilidad del terreno no nos permitieron llegar a la línea de máxima creciente histórica pues casi la totalidad de los terrenos son inundables y de espesa vegetación, lo cual dificultó mucho nuestra labor llegando en algunas oportunidades a ser agredidos por los lugareños debido a que se procedió a la tala de árboles y matorrales para poder tener visual y así poder realizar los trabajos de campo. Se identificó que los terrenos de las riberas están en su mayoría ocupados en actividades agrícolas. Los levantamientos se ejecutaron usando como puntos de partida los "Puntos de Control" posicionados en los trabajos de geodesia. Adicionalmente se posicionaron estaciones de apoyo según las necesidades del caso. Los gráficos y fotos se pueden observar en el VOLUMEN VIII, ítem 8.5.



Fig. N° 2.4: Instalación de los Hitos.

CAPITULO III

MEDICIONES HIDROGRAFICAS E HIDROMETRICAS

3.1. GENERALIDADES

- 3.1.1. Área de Estudios
- 3.1.2. Objetivos
- 3.1.3. Recursos Humanos
- 3.1.4. Recursos Materiales

3.2. INSTALACIÓN DE ESTACIONES LIMNIMETRICAS

- 3.2.1. Introducción
- 3.2.2. Ubicación de las estaciones
- 3.2.3. Descripción de las Estaciones
- 3.2.4. Fichas descriptivas de las estaciones
- 3.2.5. Nivelación desde el Hito 19 (ASTA BANDERA) hasta la regla de ENAPU
 - 3.2.5.1. Introducción
 - 3.2.5.2 Nivelación
- 3.2.6. Corrección de las lecturas de Yurimaguas

3.3. LEVANTAMIENTOS BATIMETRICOS

- 3.3.1- Reducción de los niveles de agua en los levantamientos
- 3.3.2- Nivelación desde los hitos al pelo de agua
- 3.3.3- Planos de los Levantamientos.
 - 3.3.3.1- Perfil longitudinal de reconocimiento de campo
 - 3.3.3.2- Levantamiento Batimétrico General
 - 3.3.3.3- Levantamiento de los Malos Pasos

3.4. AFOROS

- 3.4.1. Introducción
- 3.4.2. Ubicación de las Estaciones de Aforo
- 3.4.3. Medición de Corrientes Sub superficiales
- 3.4.4. Resultados Obtenidos y Calculo de los Caudales
- 3.4.5. Resumen de los Caudales Medidos

3.5. TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

- 3.5.1. Sedimentos en Suspensión
 - 3.5.1.1. Introducción
 - 3.5.1.2. Muestreo de Sedimentos en Suspensión
 - 3.5.1.3. Localización de los Puntos de Muestreo
 - 3.5.1.4. Análisis de los Muestras
 - 3.5.1.5. Cálculo de Volúmenes Transportados
 - 3.5.1.6. Resumen de los Resultados Obtenidos
- 3.5.2. Sedimentos de Fondo
 - 3.5.2.1. Introducción
 - 3.5.2.2. Muestras de Sedimentos de Fondo
 - 3.5.2.3. Localización de los Puntos de Muestras
 - 3.5.2.4. Análisis de los Muestras
 - 3.5.2.5- Conclusiones

3.6. MEDICION DE CORRIENTES SUPERFICIALES

3.6.1. Introducción

3.6.2. Resultados Obtenidos

3.6.3. Determinación de las Trayectoria de las Corrientes

CAPITULO III

MEDICIONES HIDROGRAFICAS E HIDROMETRICAS

3.1 Generalidades.

3.1.1 Área de Estudios.

El área de estudio se encuentra ubicada en la Región Loreto, Departamento de Loreto, provincia de Alto Amazonas y comprende aproximadamente 220 Km. del río Huallaga, entre la ciudad de Yurimaguas y la confluencia con el río Marañon (Boca Huallaga). Ver FIGURA N° 3.1 y 3.2.

3.1.2 Objetivos.

Realizar el levantamiento batimétrico del río Huallaga tanto del cauce principal como de los malos pasos

Realizar las mediciones hidrométricas (aforos, transporte de sedimentos, corrientes).

3.1.3 Recursos Humanos.

Para los trabajos de campo se contó con la participación de personal con gran experiencia en trabajos de Hidrografía, Hidrometría, Hidrología e Hidráulica Fluvial los cuales detallamos a continuación:

Jefe de Proyecto	: Carlos Eduardo D´Almeida
Coordinador Técnico	: José Manuel Ramírez Caldas
Esp. Hidráulica Fluvial	: Fabio Guilhem De Almeida
Esp. Navegabilidad	: Mario Guilhem De Almeida
Esp. Hidráulica Fluvial	: Carlos Pantigozo León

3.1.4 Recursos Materiales.

Para la ejecución del estudio se emplearon equipos de avanzada tecnología, la lista completa con las especificaciones técnicas se presenta a continuación:

Equipos Hidrográficos:

- Dos (02) Ecosondas Hidrográficas RAYTHEON DE719 CM.
- Un (01) Escandallo (Disco de acero inoxidable y cadena de acero galvanizado con graduaciones).
- Dos (02) Cronómetros a prueba de agua, CASIO.
- Un (01) Largavista 8 x 40, OLYMPUS.
- Dos (02) Correntómetros de molinete.
- Un (01) Winche Hidrología comercial.
- Dos (02) anclas de maniobra.
- Un (01) rollo de cabo verde de 80 m, calibre ¾.
- Un (01) Muestreador de Sedimentos HIDROMECC.

- Un (01) Muestreador de fondo de arrastre.
- Tres (03) Flotadores de polímero de doble oreja. Con mastil de madera.
- Dos (02) Elementos metálicos compuestos por aspas, de arrastre.
- Un (01) rollo de cabo de nylon de 50 m, calibre 3/8.
- Dos (02) Correntómetros de Molinete.
- Un (01) Escandallo (Disco de acero inoxidable y cadena de acero galvanizado con graduaciones).
- Una (01) Sonda (Contrapeso de acero inoxidable y cadena de bronce graduada).
- Seis (06) Reglas limnimétricas.
- Dos (02) Cronómetros a prueba de agua, CASIO.
- Una (01) Linterna Halógena acuática, PHILLIPS.
- Un (01) Largavista 8 x 40, OLYMPUS.
- Tres (03) Flotadores de polímero, con orejas de fijación, asta y banderín.
- Tres (03) Elementos metálicos de arrastre, formados cada uno por 02 planchas de 0.60 m por 0.60 m armadas en cruz.
- Un (01) Rollo de 100 m de Cabo de poliéster de, de diámetro 1/2".
- Una (01) Lupa de inspección, 6x, 8x, 14x.

Equipos e Instrumentos para la Toma de Muestras del Fondo Acuático y Determinación de Parámetros Físico-Químicos del Agua del Río.

- Una (01) Jaiba Tipo Van Veen.
- Un (01) Termómetro Ambiental, VICTORINOX.
- Tres (03) Termómetros de Profundidad.
- Un (01) Disco Secchi.
- Un Turbidímetro HACH
- Una (01) Red de Plancton.
- Una (01) Botella Niskin.
- Un (01) Potenciómetro (Peachímetro).
- Un (01) Oxímetro.
- Reactivos y preservantes químicos diversos.

Hardware y Software:

- Una (01) laptop TOSHIBA.
- Tres (03) Notebook Amrel Dock Under RT.
- Dos (02) Estaciones de Trabajo Pentium IV.
- Dos (02) Software Hidrográfico "HYPACK MAX".
- Tres (03) Software CAD "AutoCad 2004".

Sistemas de Comunicación:

- Dos (02) Teléfonos celulares: Siemens A56 (97315585), Motorola Startac (8640530).
- Cuatro (04) Radios personales de doble vía, RADIO SHACK.
- Un (01) Equipo de radio de onda corta, para estación base, en lancha mayor.
- Cuatro (04) equipos de radio de onda corta, para lanchas menores.

Instrumentos y Material de Campaña:

- Una (01) Cámara fotográfica Profesional, CANON CANONET QL17.
- Una (01) Cámara fotografita digital NIKON Coolpix 2000.
- Dos (02) Equipos de primeros auxilios y utensilios.
- Una (01) Mini computadora personal, CASIO 860 PVC.
- Una (01) Calculadora, CASIO FX – 78.
- Un (01) Multímetro SANWA.
- Un (01) Multímetro Protec 506.
- Tres (03) Navajas multiuso, VICTORINOX.
- Tres (03) Linternas de mano, a prueba de lluvia, bulbo de Kriptón, PANASONIC.
- Tres (03) Cargador automático de baterías de 12 V 6A, EDIMEL.
- Cuatro (04) Baterías de 12V 50 AH.
- Dos (02) Inversores de voltaje TRIPP LITE de 140 watts, entrada 12 V DC, salida 120 V AC.
- Una (01) Lámpara de inspección de 12 V.
- Una (01) Lupa de inspección, 6x, 8x, 14x.
- Cuatro (04) Machetes de hoja larga, COLLINS.
- Dos (02) Puñales de acero inoxidable, con funda de cuero.
- Dos (02) cables de extensión para energía eléctrica, con enchufe múltiple y supresor de picos.
- Doce (12) Chalecos Salvavidas.
- Un (01) Generador de energía eléctrica HONDA de 2500 watts.
- Una (01) Mini computadora personal, CASIO 860 PVC.
- Un (01) densímetro para control de electrolitos de baterías.
- Un (01) estabilizador de voltaje, de estado sólido, 1000 watts, ANVIL.
- Una (01) Lámpara de inspección de 12 V.
- Dos (02) Lámparas Fluorescentes de emergencia de 12 V.
- Una (01) Polea de maniobra de acero inoxidable, para cabo de hasta 5/8”.
- Una (01) Polea de maniobra de acero galvanizado, para cabo de hasta 3/8”.
- Grilletes y eslabones giratorios de Acero inoxidable, de varias medidas.
- Dos (02) Ganchos de seguridad de acero galvanizado, para izaje.
- Cuatro (04) Machetes de hoja larga, COLLINS.
- Dos (02) Puñales de acero inoxidable, con funda de cuero.
- Una (01) Pizarra blanca pequeña, marcadores y mota.
- Dos (02) cables de extensión para energía eléctrica, con enchufe múltiple y supresor de picos.

Herramientas de Campaña:

- Un (01) Taladro percutor de 3/8”, PEUGEOT.
- Brocas para metal, concreto y madera de varios calibres. BOSCH.
- Rueda de esmeril y escobilla de alambre de acero, para usar con taladro.
- Un (01) Berbiquí, con mechas de varios calibres, CROSS.
- Una (01) Caja de herramientas completa.
- Un (01) Caballete metálico desmontable.

- Un (01) Tornillo de banco, 80 mm, YORK.
- Una (01) Mordaza de yugo, para tubos de 1/8" a 1 1/2", REED.
- Dos (02) Llaves stilson de 12" RIDGID.
- Dos (02) Llaves Inglesas de 12" RIDGID.
- Una (01) Sierra de arco para metales, BIEHL.
- Un (01) Serrucho pequeño, SANDVIK.
- Una (01) Escuadra metálica de 238 mm x 126 mm, STANLEY.
- Una (01) Comba de 3 lbs, TRUPER.
- Una (01) Comba de 4 lbs, COLLINS.
- Un (01) Punzón centrador de 1/2", DASCO PRO.
- Un (01) Cincel grande de punta plana MOKUBA.
- Un (01) Cincel Mediano de punta plana MOKUBA.
- Un (01) Cincel pequeño de punta plana COCACO.
- Una (01) Broca de impacto de 3/4", DASCO PRO.
- Un (01) Martillo de herrero, 500 grms, SANDVIK.
- Un (01) Martillo de carpintero, 450 grms, FAMASTIL.

Vehículos de Transporte:

- Una (01) Motonave adaptada que se utilizó como estación base, con casco de acero, de eslora 30 m, manga 8 m, puntal 1.9 m, equipada con motor de 350 HP, y generador de corriente; utilizada como alojamiento, estación de trabajo y transporte de acuerdo al avance del frente de trabajo, desde Yurimaguas hasta Boca Huallaga, y viceversa.
- Dos (02) lanchas menores, de eslora 6 m, manga 1.8 m, puntal 1 m, motor fuera de borda de 60 HP, que utilizados por la brigada de batimetría, e hidrometría.
- Vehículos de transporte terrestre utilizados de acuerdo a las necesidades.

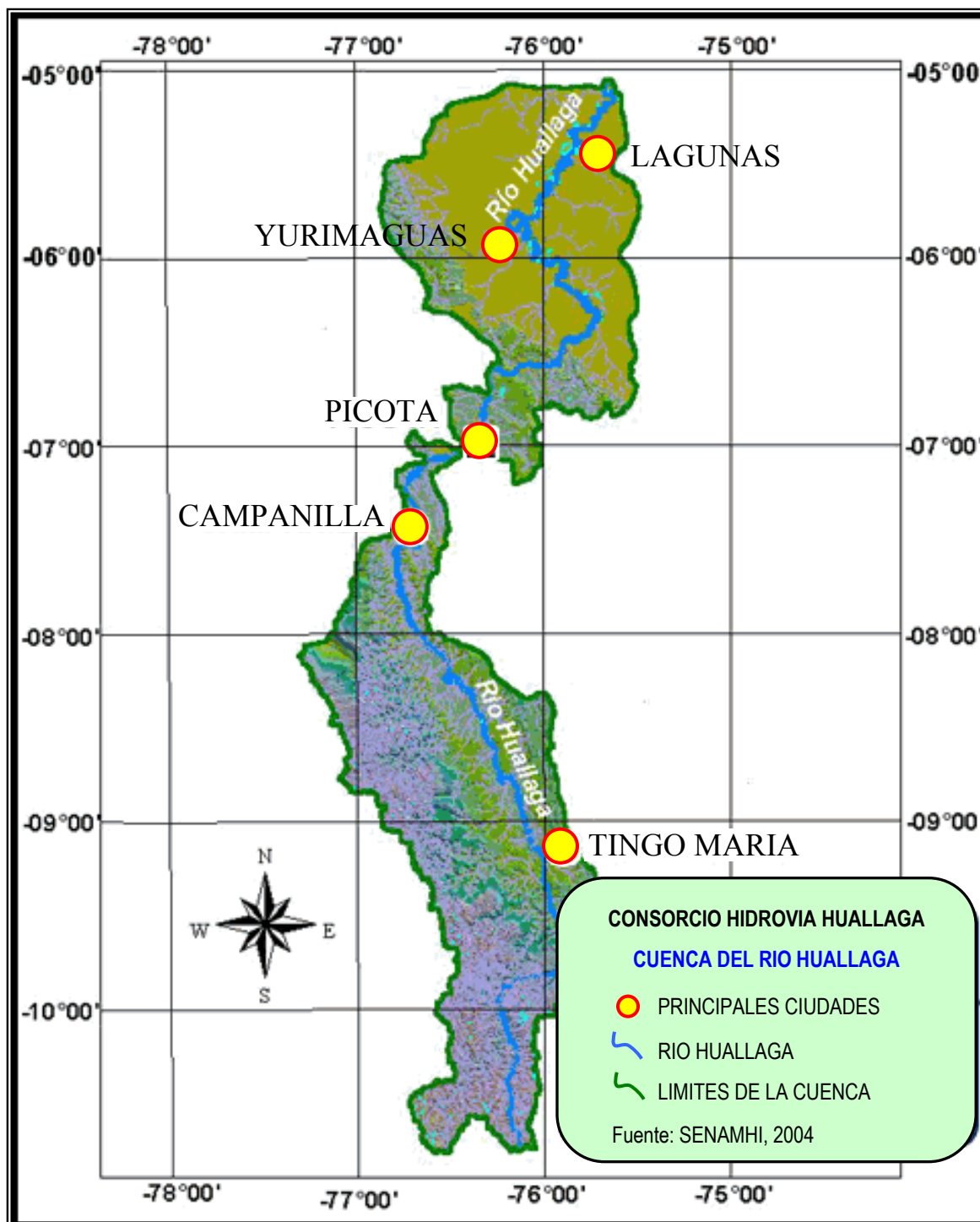


Fig. N° 3.1: Río Huallaga

3.2 Instalación de Estaciones Limnimétricas

3.2.1. Introducción

La instalación de estaciones limnimétricas, de acuerdo con las bases, tiene por objetivo registrar los niveles del río durante el tiempo que duren los trabajos de campo para poder monitorear el comportamiento del río.

Para esto se instaló una red de 03 estaciones limnimétricas, que, incluyendo la estación existente en el puerto de Yurimaguas (Km220) están bien distribuidas, a lo largo de la zona a estudiar.

En estas 4 estaciones se tomarán 02 lecturas diarias (a las 7 y 17 horas) durante la duración de los trabajos de campo. En caso de existir grandes variaciones en el nivel del río se procederá a incrementar el número de estas observaciones que serán anotadas por observadores contratados por el Consorcio.

3.2.2. Ubicación de las estaciones

Se tomó especial cuidado en la selección de los lugares más apropiados para la ubicación de las estaciones, desde el punto de vista hidráulico-morfológico y de estabilidad y permanencia en el tiempo de las riberas, teniendo sobretodo en cuenta la disponibilidad de personal apto de hacer las observaciones y el mantenimiento de la estación

Fueron seleccionados los siguientes lugares: (ver FIGURA N° 3.2)

- Oro Mina Km. 189
- Progreso Km. 149
- Lagunas Km. 47

3.2.3. Descripción de las Estaciones

Cada una de las tres estaciones instaladas tienen, una serie de escalas con reglas plásticas de policarbonato, de 1m. de tamaño, fijadas a vigas de madera establecidas de acuerdo a las conformaciones de las riberas.

Se establecieron los requerimientos en equipamiento para obtener estaciones hidrométricas de manera permanente, esto permitirá el desarrollo sistemático futuro de mediciones hidrográficas en la hidrovía, monitorear la hidrovía y planificar las acciones periódicas de mantenimiento de los mejoramientos de esta en forma oportuna.

En cada estación limnimétrica fue instalado un punto de control "BM" el cual tiene coordenadas y cota, establecidas mediante equipos GPS de doble frecuencia.

3.2.4. Fichas descriptivas de las estaciones

A continuación se presentan las fichas descriptivas de las Estaciones Limnimétricas de Oro mina, Progreso y Lagunas, incluyendo croquis de ubicación, nivelación a hito de referencia y fotografías de cada una:

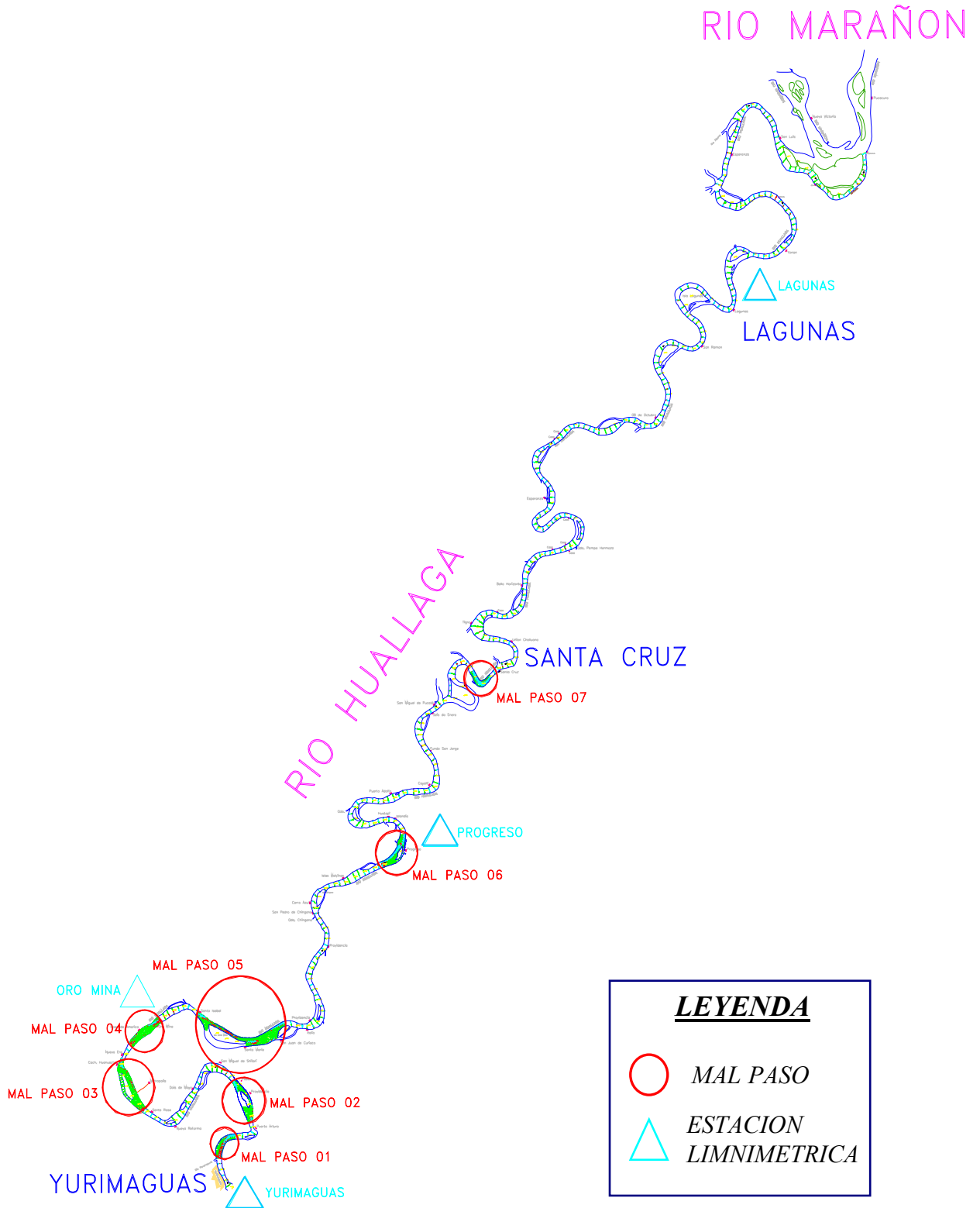


Fig. N° 3.2: Ubicación de las reglas limnimétricas y los malos pasos

FICHA DESCRIPTIVA DE ESTACIÓN LIMNIMETRICA

CUENCA: HUALLAGA

PROVINCIA: ALTO AMAZONAS

RÍO: HUALLAGA

DEPARTAMENTO: LORETO

ESTACIÓN: LAGUNAS

SISTEMA: UTM, WGS 84

ENTIDAD: MTC – DGTA

COORDENADAS:

INICIO DE REGISTROS: 28 /11/04

ESTE: 426,223 NORTE: 9'423,751

OBSERVADOR: Seferino Yahuarcani Soto

ACCESO: Vía fluvial, desde Yurimaguas.

ESCALAS LIMNIMÉTRICAS: 3 escalas o reglas.

LIMNÍGRAFO: No hay.

ELEVACIÓN CERO ESCALA: 107,215

SECCIÓN DE AFORO ESTABLECIDA: Al realizar aforos el 04/12/04

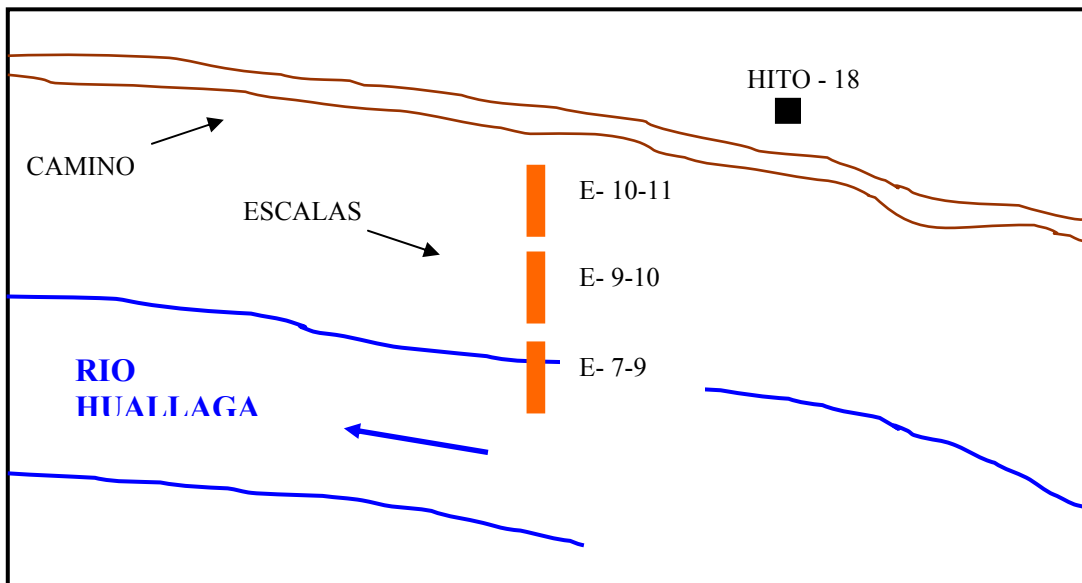
COTA DE REFERENCIA: Hito - 18, localizado a 50 m de la Estación Limnimétrica.

FOTOGRAFÍA: Si

FECHA: 12/04

FIRMA DEL RESPONSABLE

Croquis de Ubicación



Estacion Limnimétrica "Lagunas"



NIVELACIÓN

HOJA N°
01 / 01

CUENCA: HUALLAGA

RÍO: HUALLAGA

ESTACIÓN: LAGUNAS

ESTACIÓN	P. V.	VISTA ATRAS	ALTURA INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA DE P. V.	
					CALC.	INICIAL
I	HITO-18	0638	9894			9256
	Aux 1		9894	0791	9103	
II	Aux 1	1484	10587			9103
	Aux 2		10587	1488	9099	
III	Aux 2	1412	10511			9099
	E 10-11 (10000)		10511	0511	10000	10000
	E 9-10 (9000)			1511	9000	9000
	E 7-9 (800)			1512	8999	9000
REGRESO						
I	E 7-9 (9000)	1466	10466			9000
	E 9-10 (9000)		10466	1466	9000	9000
	E 10-11 (10000)		10466	0465	10001	10000
	Aux 2		10466	1369	097	
II	Aux 2	1397	10497			9097
	Aux 1		10494	1395	9099	
III	Aux 1	0793	9892			9099
	HITO-18		9892	0638	9254	
DIFERENCIA DE COTA ADOPTADA						
HITO-18 A CERO = 9,255 m						

ELABORADO POR: Mário Guilhem de Almeida

FECHA: 06/12/04

FICHA DESCRIPTIVA DE ESTACIÓN LIMNIMETRICA

CUENCA: HUALLAGA

PROVINCIA: ALTO AMAZONAS

RÍO: HUALLAGA

DEPARTAMENTO: LORETO

ESTACIÓN: PROGRESO

SISTEMA: UTM, WGS 84

ENTIDAD: MINISTERIO DE
TRANSPORTES

COORDENADAS:

ESTE: 395,204 NORTE: 9'377,239

INICIO DE REGISTRO: 29/11/04

OBSERVADOR: Germán Huayunga Paredes

ACCESO: Por barco, desde Yurimaguas.

ESCALAS LIMNIMÉTRICA: 3 escalas o reglas.

LIMNÍGRAFO: No hay

ELEVACIÓN CERO ESCALA: 115,538

SECCIÓN DE AFORO ESTABLECIDA: Al realizar aforos el 04/12/04

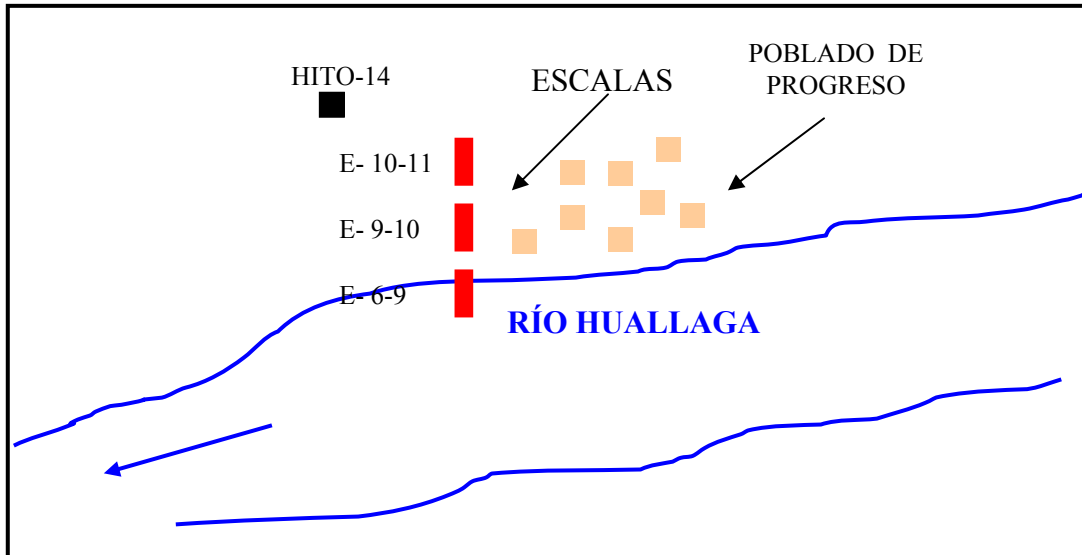
COTA DE REFERENCIA: HITO-14

FOTOGRAFÍA: Si

FECHA: 12/04

FIRMA DEL RESPONSABLE

Croquis de Ubicación



Estacion Limnimétrica "Progreso"



NIVELACIÓN

**HOJA N°
01 / 01**

CUENCA: HUALLAGA

RÍO: HUALLAGA

ESTACIÓN: PROGRESO

ESTACIÓN	P. V.	VISTA ATRAS	ALTURA DEL INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA DE P. V.	
					CALCULADA	INICIAL
I	HITO-14	1184	11106			9922
	E- 10-11 (10000)		11106	1106	10000	10000
	E- 9-10 (9000)		11106	2103	9003	9000
	E- 7-9 (9000)		11106	2104	9002	9000
REGRESO						
I	E- 7-9 (9000)	1987	10987			9000
	E- 9-10 (9000)		10987	1988	8999	9000
	E- 10-11 (10000)		10987	0991	9996	10000
	HITO-14		10987	1061		9926
DIFERENCIA DE COTA ADOPTADA						
HITO-14 A CERO = 9,924 m						

ELABORADO POR: Mário Guilhem de Almeida

FECHA: 09/12/04

FICHA DESCRIPTIVA DE ESTACIÓN LIMNIMETRICA

CUENCA: HUALLAGA

PROVINCIA: ALTO AMAZONAS

RÍO: HUALLAGA

DEPARTAMENTO: LORETO

ESTACIÓN: ORO MINA

SISTEMA: UTM, WGS 84

ENTIDAD: MINISTERIO DE
TRANSPORTES

COORDENADAS:

ESTE: 370,249 NORTE: 9'360,880

INICIO DE REGISTRO: 30 /11/04

OBSERVADOR: Desiderio Velasquez Ruiz.

ACCESO: Por barco, desde Yurimaguas.

ESCALAS LIMNIMÉTRICA: 3 escalas o reglas

LIMNÍGRAFO: No hay.

ELEVACIÓN CERO ESCALA: 118,953

SECCIÓN DE AFORO ESTABLECIDA: No hay.

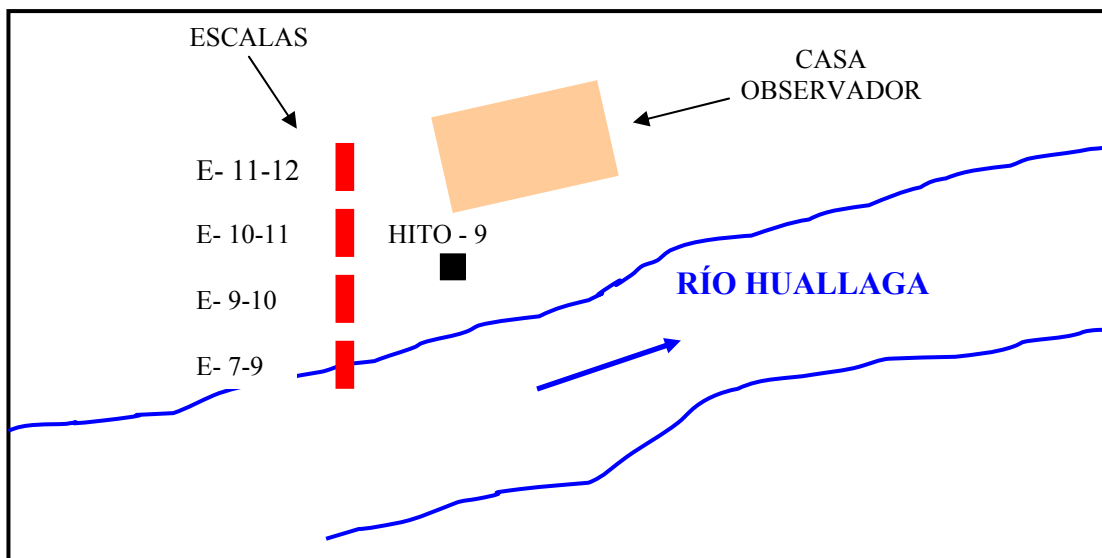
COTA DE REFERENCIA: Hito 09.

FOTOGRAFÍA: Si.

FECHA: 12/04:

FIRMA DEL RESPONSABLE

Croquis de Ubicacion



Estacion Limnimétrica "Oro Mina"



NIVELACIÓN

HOJA Nº
01 / 01

CUENCA: HUALLAGA

RÍO: HUALLAGA

ESTACIÓN: ORO MINA

ESTACIÓN	P. V.	VISTA ATRAS	ALTURA DEL INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA DE P. V.	
					CALCULADA	INICIAL
I	HITO-9	0952	12007			11055
	E- 11-12 (11000)			1007	11000	
	E- 10-11 (11000)			1008	10999	
	E- 9-10 (900)			3032	8915	
	E- 7-9 (9000)			3099	8908	
	REGRESO					
II	HITO-9	0893	11947			11054
	E- 11-12 (11000)			0947	11000	11000
	E- 10-11 (11000)			0948	10999	
	E- 9-10 (10000)			1961	9986	
	E- 7-9 (9000)		3041	8906		
	DIFERENCIA DE COTA ADOPTADA					
	HITO-9 A CERO = 11,054 m					

ELABORADO POR: Mário Guilhem de Almeida

FECHA: 12/12/04

3.2.5. Nivelación desde el Hito 19 (ASTA BANDERA) hasta la regla de ENAPU

3.2.5.1. Introducción

Para los estudios y proyectos es necesario el conocimiento de las cotas msnm. de los niveles de agua en la estación limnimétrica de Yurimaguas de ENAPU, instalada en el puerto. Al final de los trabajos de Hidrografía e Hidrometría, hechos en el mes de Diciembre, el equipo de campo realizó una nivelación desde el tope de la regla (lectura 135,00) hasta el Hito 19 (Asta Bandera) en el patio de los almacenes da la ENAPU. Esta nivelación fue efectuada el 15 de Diciembre de 2004, por la mañana.

3.2.5.2 Nivelación

En el cuadro siguiente se presenta el detalle de la nivelación hecha, partiendo de la parte superior de la regla con lectura 135,00, obteniéndose, como cota msnm. el Hito 19 el valor de 135,957.

CUENCA: HUALLAGA

RÍO: HUALLAGA

ESTACIÓN: REGLA ENAPU (YURIMAGUAS) AL HITO19 (ASTA BANDERA)

ESTACIÓN	P. V.	VISTA ATRAS	ALTURA DEL INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA DE P. V.	
					CALCULADA	INICIAL
I	LECT 135 REG. PUNTO CAIS	2236	137236			135000
II	PUNTO CAIS LECT 135 REG	0893	137186	0946	136290	
			137186	2186	136293	135000
ADOPTADO PUNTO CAIS : 136,292m						
I	PUNTO CAIS 1	2654	138946			136292
II	1 PUNTO CAIS	0810	138851	0905	138041	
			138851	2559	138041	136292
ADOPTADO 1 : 138,041m						
I	1 2 (hidrante)	0644	138685			138041
II	2 (hidrante) 1	1243	138633	1296	137389	
			138633	0592	137390	139041
ADOPTADO 2 : 137,390m						
I	2 (hidrante) 3 (acceso)	0170	137560			137390
II	3 (acceso) 2 (hidrante)	1661	137567	1654	135906	
			137567	0177	135906	137390
ADOPTADO 3 : 135,906m						

ELABORADO POR: Fábio Guilhem de Almeida

FECHA: 15/12/04

3.2.6. Corrección de las lecturas de Yurimaguas

En los trabajos de Geodesia fue determinado que la cota msnm. del Hito 19 (Asta Bandera) es 134,543.. Como en relación con el tope de la regla esta cota es de 135,957, existe una diferencia de 1,414 m.

Por tanto, para transformar las lecturas de la regla de Yurimaguas en cota msnm. hay que restar de las mismas el valor de 1,414 m:

$$\text{COTA NA msnm.} = \text{Lectura de la regla} - 1,414\text{m}$$

3.3 - Levantamientos Batimetricos.

Posicionamiento, Medición y registro de profundidad.

Para el posicionamiento de la embarcación hidrográfica se utilizó el sistema DGPS con señal de corrección omnistar que da precisión menor a 1 ppm.

Para el registro de profundidad se utilizó una ecosonda hidrográfica RAYTHEON, equipada con digitrace, conectándose la salida a una computadora con software hidrográfico HYPACK; de la misma manera la salida del equipo GPS se conecto a la misma computadora. De tal manera que se obtuvo para cada evento programado, el dato de tirante de agua y la posición horizontal de la lancha hidrográfica.

En el ítem 1,3,2 del capítulo I, se explica con mayor detalle esta metodología de trabajo.

3.3.1- Reducción de los niveles de agua en los levantamientos

Los niveles de reducción de los sondeos fueron establecidos tomando como base el análisis estadístico de los niveles medios diarios de agua, las observaciones de las reglas hidrométricas existentes en Yurimaguas (Río Huallaga) y San Regis (Río Marañon), con el criterio estadístico de análisis de las series de igual duración.

Se decidió adoptar el criterio del nivel de agua igualado o sobrepasado en 10% del año seco en un período de retorno de 10 años para la serie histórica de niveles de agua disponibles indicado anteriormente. Estos niveles de reducción son los mismos adoptados tradicionalmente, desde hace muchos años, por la Dirección Nacional de Vías Navegables de Argentina, en los Ríos Paraná y Paraguay y por el Ministerio de Transportes del Brasil en varios Ríos brasileños (Alto Paraná, Paraguay, Capim, Araguaia, Tocantis, Branco, etc.).

La tabla 3.3.1 indica los niveles de agua para el "Estiaje Convencional" en las dos escalas hidrométricas de interés que permiten, a través de la fórmula de interpolación lineal, la determinación de los niveles de agua para la reducción de los sondeos, en los distintos pasos relevados.

**Tabla 3.3.1 : Estiaje Convencional
Niveles de Reducción en los Puestos Pluviométricos**

ESTACION FLUVIOMÉTRICA		KM	LECTURA DE NIVELES DE REDUCCIÓN (m)	COTAS DE NIVELES DE REDUCCION
1	Yurimaguas	220	126,05	124,636
2	San Regis	0	2,59	-

Para la reducción de las profundidades se admitió que las variaciones del nivel de agua en la boca del Río Huallaga (Km0) son las mismas de las observadas en la estación de San Regis, mas cerca de este punto.

Las reducciones fueron calculadas a partir de las diferencias entre la lectura de la regla aguas arriba (Yurimaguas) y aguas abajo (San Regis) del tramo y de su respectiva lectura del nivel de reducción, aplicando una media ponderada con la distancia, para la obtención de la corrección a ser aplicada en la ubicación del paso. Como fue admitida que la variación del nivel de agua la estación de San Regis es la misma que en la boca del Río Huallaga, en los cálculos de la media ponderada con la distancia, se adoptó que esta estación se ubicase en el kilómetro 0.

Con las lecturas correspondientes a los niveles de reducción en los puestos hidrométricos y de las lecturas de los hidrómetros extremos, la reducción de las profundidades, para cualquier tramo del río fue determinada por interpolación lineal, a través de la expresión:

$$\Delta = (Le_2 - NR_2) + \frac{(Le_1 - NR_1) - (Le_2 - NR_2)}{L_1 + L_2} \cdot L_2$$

Donde:

- Δ : Corrección de la profundidad;
- Le_1 y Le_2 : Lecturas de las dos escalas de los extremos del tramo en el día del levantamiento;
- NR_1 y NR_2 : Lecturas de nivel de reducción;
- L_1 y L_2 : Distancias del paso hasta las escalas.

Esta corrección fue calculada para cada día, kilómetro a kilómetro, todo el tramo.

En el VOLUMEN VIII, Ítem 8.4 se presentan las reducciones calculadas aplicadas en los días de levantamiento.

Estas diferencias fueron aplicadas directamente a los archivos Hypack del tipo "raw", de cada día de levantamiento, en el perfil de reconocimiento, en las secciones cada 500m y en los malos pasos levantados.

3.3.2- Nivelación desde los hitos al pelo de agua

Al realizar los levantamientos batimétricos detallados de los malos pasos, en las zonas sin estaciones limnimétricas, se hicieron nivelaciones desde los hitos de referencia hasta el nivel del espejo de agua local, en el día del Levantamiento.

Fueron realizadas nivelaciones en los malos pasos de Santa Cruz, Metrópolis, Santa Maria y Providencia. En los cuadernos de campo se presenta esta información. La siguiente tabla indica los valores de desnivelación obtenidos.

Nivelación de Hitos al Pelo de Agua

MAL PASO	FECHA	HITO	DESNIVEL (m)	COTA NA (msmmm)
SANTA CRUZ	08/12/04	15	1,870	120,233
SANTA MARIA	11/12/04	12	2,872	125,590
METRÓPOLIS	12/12/04	08	2,971	128,558
PROVIDENCIA	13/12/04	03	1,691	129,755

En los demás pasos (Paranapura, Oro Mina y Progreso), como se conoce la elevación de los ceros de las escalas, la obtención de la cota del pelo de agua es directa desde la lectura de la regla.

Con esta información y los niveles de reducción adoptados fue posible el calculo de las elevaciones del nivel de reducción de cada mal paso, presentados en las observaciones de los planos.

3.3.3- Planos de los Levantamientos.

En gabinete, las líneas levantadas fueron editadas, corregidas las profundidades inconsistentes a partir de los ecogramas y aplicadas las reducciones del nivel. Terminada la edición se obtuvo para cada línea un archivo "edit" con las coordenadas y las profundidades reducidas.

Con base en los archivos "edit" reducidos, fueron elaborados los archivos "xyz" de cada tipo de plano. Con las márgenes extraídas de las fotos satelitales y de los planos de la DHN de la Marina, debidamente ajustadas en el campo, fueron elaborados los planos de los levantamientos.

Estos planos base fueron hechos en "Autocad", auxiliado por un programa complementario de "Autodesk", el "Civil Survey".

Con el auxilio de este software, al archivo de márgenes, ya en "Autocad", le fueron adicionados los puntos xyz de las batimetrías. En el caso de los planos batimétricos de detalles fue creado el modelo digital del terreno y se trazaron las curvas "isobatas" cada metro.

Los planos fueron distribuidos en hojas tamaño A1, colocándose los títulos y las observaciones de modo de disponerlas en forma rápida para ser utilizados con otras actividades.

Se introdujeron también otros datos e informaciones de interés, tales como: hitos implantados, sus coordenadas y desniveles respecto del nivel de reducción, fecha del levantamiento, lecturas de las escalas, lecturas reducidas de las escalas, método para corrección de las profundidades en función de las lecturas de los hidrómetros, coordenadas y Datum adosados, etc.

3.3.3.1- Perfil longitudinal de reconocimiento de campo

El perfil longitudinal del reconocimiento de campo fue dibujado en 7 planos tamaño A1, en escala 1:2,500, presentados a seguir:

VREC-01/07
VREC-02/07
VREC-03/07
VREC-04/07
VREC-05/07
VREC-06/07
VREC-07/07

3.3.3.2- Levantamiento Batimétrico General

Como estaba previsto en las Especificaciones Técnicas fueran levantadas secciones longitudinales cada 500m, en toda la extensión del tramo estudiado, del Km. 0 al Km. 220. Los trabajos fueran dibujados en 25 planos tamaño A-1, en escala 1:10.000, presentados a seguir:

LBGE-01/24
LBGE-02/24
LBGE-03/24
LBGE-04/24
LBGE-05/24
LBGE-06/24
LBGE-07/24
LBGE-08/24
LBGE-09/24
LBGE-10/24
LBGE11/24
LBGE-12/24
LBGE13/24
LBGE-14/24
LBGE-15/24
LBGE16/24
LBGE-17/24
LBGE-18/24
LBGE-19/24
LBGE-20/24
LBGE-21/24
LBGE-22/24
LBGE-23/24
LBGE-24/24

3.3.3.3- Levantamiento de los Malos Pasos

De acuerdo a los términos de referencia se realizó el levantamiento batimétrico de los 07 denominados malos pasos detectados al realizar el levantamiento del eje del canal de navegación. Este levantamiento se realizó mediante secciones transversales a cada 100m.

Los resultados se presentan en los planos:

SANTA CRUZ	LBSC-01/03
	LBSC-02/03
	LBSC-03/03
PROGRESO	LBPR-01/04
	LBPR-02/04
	LBPR-03/04
	LBPR-04/04
SANTA MARIA	LBSM-01/07
	LBSM-02/07
	LBSM-03/07
	LBSM-04/07
	LBSM-05/07
	LBSM-06/07
	LBSM-07/07
ORO MINA	LBOM-01/04
	LBOM-02/04
	LBOM-03/04
	LBOM-04/04
METROPOLIS	LBME-01/06
	LBME-02/06
	LBME-03/06
	LBME-04/06
	LBME-05/06
	LBME-06/06
PROVIDENCIA	LBPV-01/04
	LBPV-02/04
	LBPV-03/04
	LBPV-04/04
PARANAPURA	LBPP-01/03
	LBPP-02/03
	LBPP-03/03

Sobre la base de estos planos se elaboraron las secciones transversales que se muestran en los planos:

SANTA CRUZ	STSC-01/03
	STSC-02/03
	STSC-03/03
PROGRESO	STPR-01/04
	STPR-02/04
	STPR-03/04
	STPR-04/04
SANTA MARIA	STSM-01/07
	STSM-02/07
	STSM-03/07
	STSM-04/07
	STSM-05/07
	STSM-06/07
	STSM-07/07
ORO MINA	STOM-01/04
	STOM-02/04
	STOM-03/04
	STOM-04/04
METROPOLIS	STME-01/06
	STME-02/06
	STME-03/06
	STME-04/06
	STME-05/06
	STME-06/06
PROVIDENCIA	STPV-01/04
	STPV-02/04
	STPV-03/04
	STPV-04/04
PARANAPURA	STPP-01/03
	STPP-02/03
	STPP-03/03

Todos los planos se adjuntan en el VOLUMEN IX.

3.4 – Aforos.

3.4.1. Introducción

Las determinaciones de los caudales del río Huallaga fueron hechas, de acuerdo con las Especificaciones Técnicas, por aforos con correntómetro, en 3 estaciones de aforos instaladas por el Consorcio en las proximidades de las estaciones limnimétricas de **Yurinaguas** (Km 220), **Progreso** (Km 152) y **Lagunas** (Km. 46.5). Estas secciones fueron definidas por especialistas en hidrometría, teniendo en cuenta la configuración del cauce, la estabilidad de riberas y las condiciones de flujo indicadas por las determinaciones de trayectorias

De estas 3 estaciones, solo Yurimaguas tiene una serie histórica de niveles de agua, las estaciones limnimétricas de Lagunas y Progreso, cerca de las otras dos estaciones de aforos, fueron también instaladas en este trabajo.

3.4.2. Ubicación de las Estaciones de Aforo

Se debe tener en cuenta que en un río de mucha movilidad de fondo, como es el Río Huallaga, la selección de secciones de control de aforos es una tarea muy difícil, no solamente por la gran variación de las secciones transversales en el tiempo, mezcladas con efectos de auto dragado, más también por la dificultad de seleccionar secciones donde no haya rebosamientos en las riberas y que el flujo total se quede concentrado en la sección en todos los niveles de agua.

El equipo de campo tuvo dificultades en la localización de las secciones, en especial en el tramo del Km. 0 al Km. 150 (Villa Progreso)

La Estación de Lagunas fue instalada cerca de las reglas limnimétricas un poco abajo de la curva del puerto actual, donde no debe haber grandes rebosamientos hasta lecturas de cerca de 9,00 m en las reglas. Arriba de este valor del nivel de agua, la curva nivel - caudal deberá tener una inflexión para abajo debido a los rebosamientos.

La Estación de Progreso fue instalada cerca de 2 a 3 Km. arriba de las reglas, en un tramo mas recto del río, donde todo el caudal parece concentrarse en una sección única. La ribera izquierda es mas elevada, no se debe esperar rebosamientos hasta lecturas del orden de 12 m en la regla. La ribera derecha es mas baja con rebosamientos para las lecturas de regla de cerca de 10 m. Por lo tanto es de esperar una inflación en la curva de aforos en esta estación para lecturas del orden de 10,5 m

La Estación de Yurimaguas, fue la mejor localizada, arriba de la desembocadura del río Paranapura, cerca de la ciudad, y poco arriba del puerto flotante de ENAPU. En este lugar el río es muy encajado. La ribera izquierda es muy elevada no permitiendo el rebosamiento de las aguas. La ribera derecha es un poco mas baja, pero los rebosamientos serán pequeños, solamente en aguas muy altas.

3.4.3. Medición de Corrientes Sub superficiales

La medición de las velocidades se realizó empleando correntómetros de molinete, con hojas de calibración, se utilizó un Winche que esta equipado con un contómetro calibrado, de manera que indica la profundidad a la que se encuentra el correntómetro suspendido, la lancha se estabilizó mediante un ancla, durante el aforo.

Para la determinación de los caudales fue adoptado el método de mediciones de las velocidades de la corriente líquida en 2 puntos de cada vertical (uno a 20% del tirante y otro a 80% del tirante) en cada una de las 18 a 21 verticales adoptadas en cada sección de medición, no pasando más del 10% del caudal entre dos verticales.

El correntómetro fue suspendido en la embarcación hidrográfica, la cual estaba anclada, manteniéndose estacionaria en relación con el cauce del río.

Las determinaciones de las distancias de la embarcación hidrográfica y por lo tanto, de las verticales de medición a la orilla, fue hecha con equipo DGPS de precisión submétrica.



Fig. Nro. 3.4.1: Aforo con Correntómetro

Durante los trabajos de campo fue hecha una medición de aforo en cada una de estas 3 estaciones. Como las variaciones de nivel durante los trabajos de campo fueron pequeñas, se optó por aguardar una variación mayor del nivel de agua para la realización de la segunda campaña de mediciones de caudales.

Las mediciones hechas no permiten aún la elaboración de curvas de nivel-caudal, que necesitan de diversos pares de lecturas de reglas y respectivos aforos.

Las ubicaciones de las Estaciones de aforo del río Huallaga instaladas por el Consorcio son presentadas en las figuras 3.4.2, 3.4.3 y 3.4.4 :

Figura 3.4.2: Plano de Ubicación
Estación de Aforos “Yurimaguas”

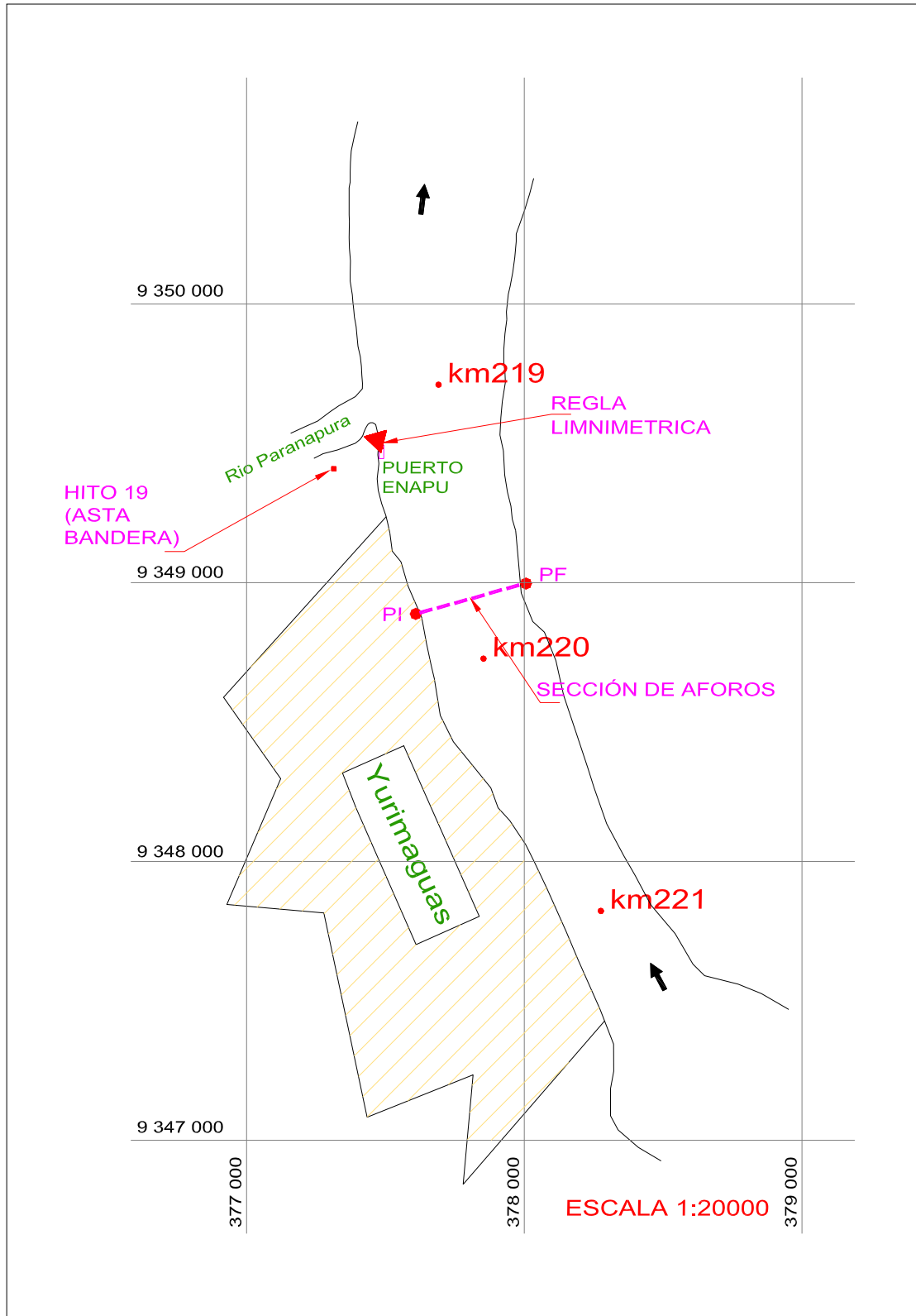


Figura 3.4.3: Plano de Ubicación
Estacion de Aforos "Progreso"

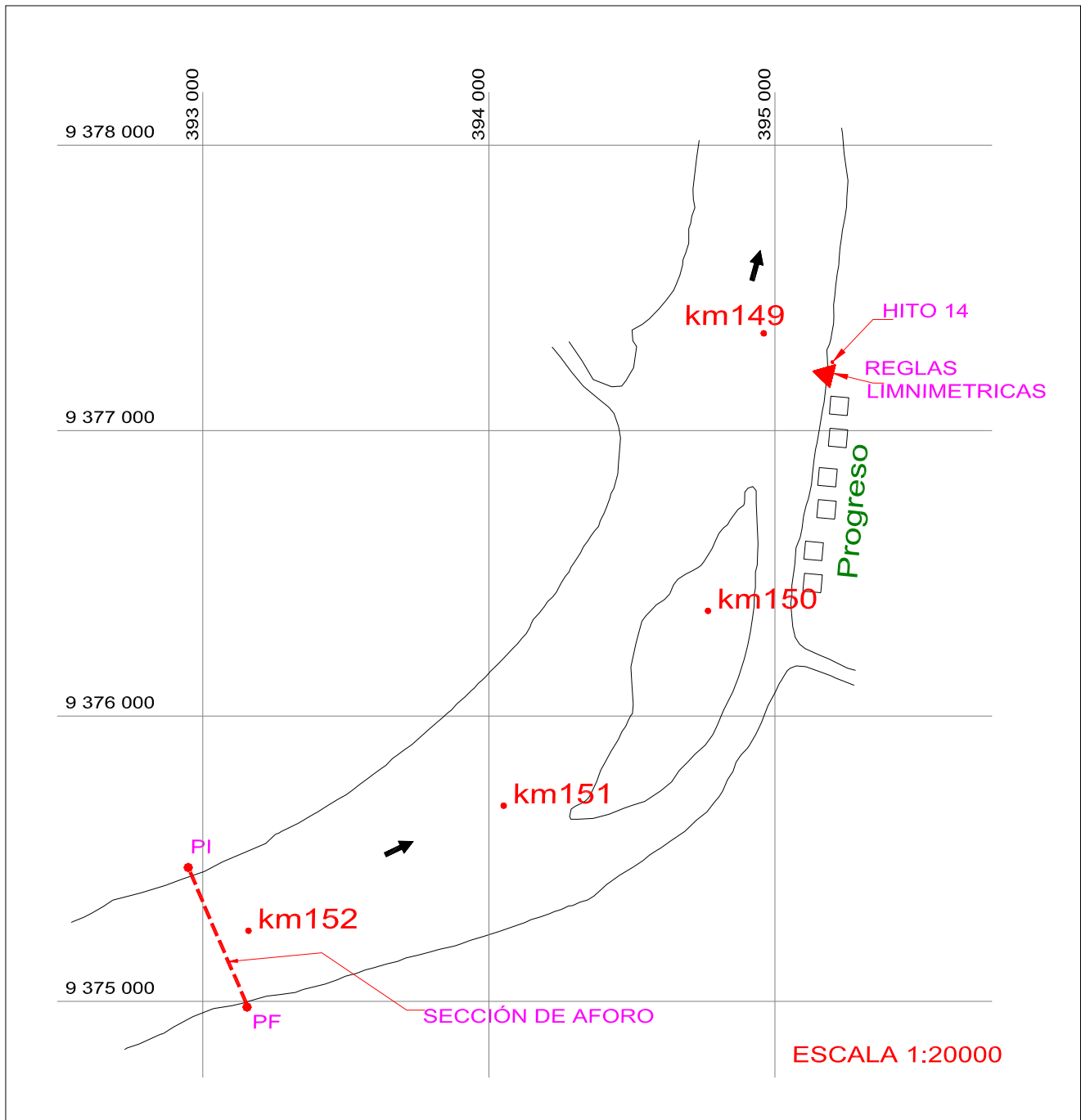
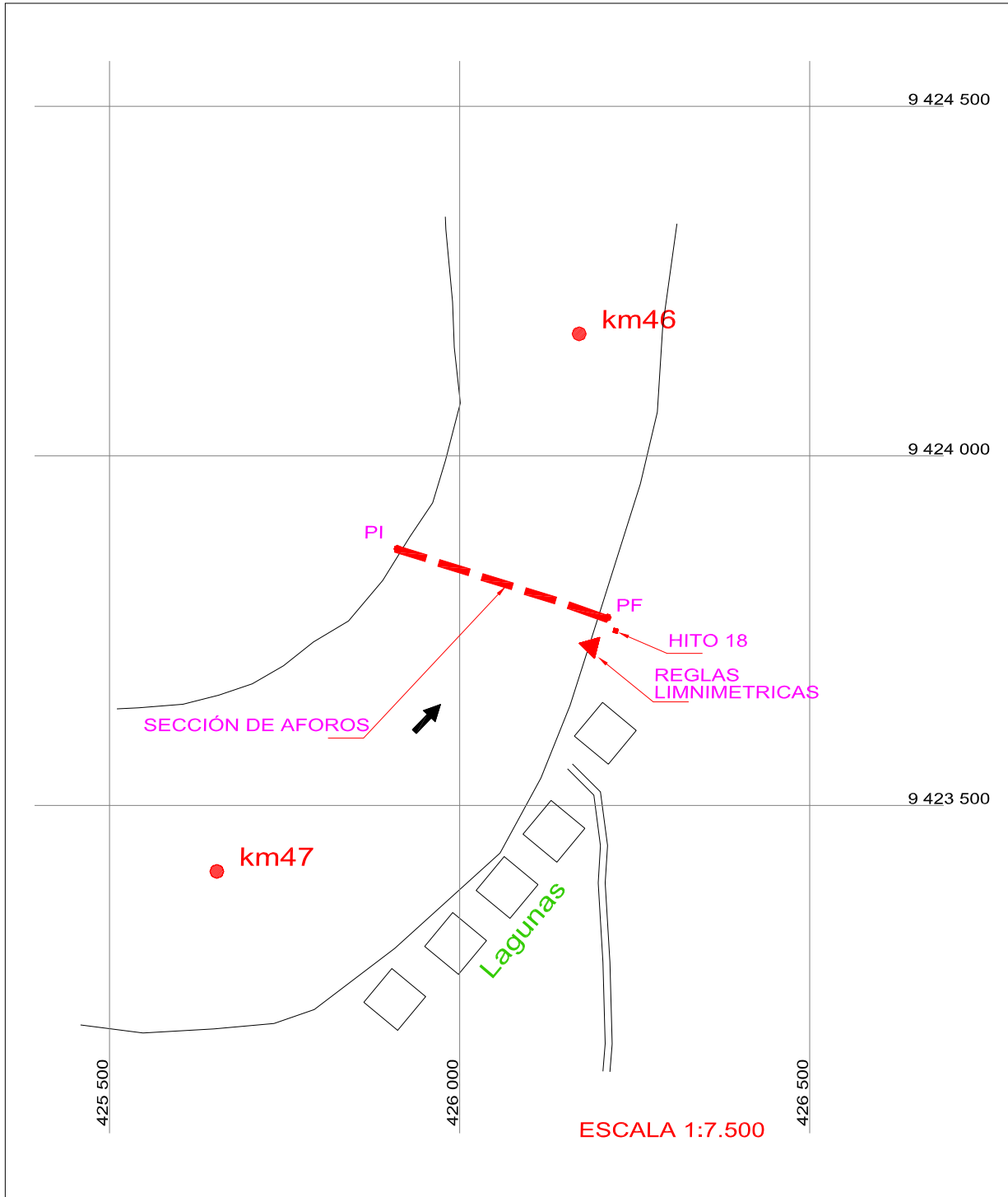


Figura 3.4.4: Plano de Ubicación
Estación de Aforos "Lagunas"



3.4.4. Resultados Obtenidos y Calculo de los Caudales

Las tablas 3.4.1, 3.4.2, 3.4.3, 3.4.4, 3.4.5 y 3.4.6 siguientes presentan las mediciones de campo de las corrientes y el cálculo de los caudales, hechos por planilla electrónica.

**Figura 3.4.1: Aforo con Corentometro
Estacion de Yurimaguas (Diciembre 2004)**

AFORO CON CORRENTOMETRO										
ECUACION CORRENTÓMETRO $v = 0,261x n/t + 0,007$								medicion numero:		1
RÍO :	HUALLAGA		HORA:	INICIO:	08:56 (h:min)	FECHA:		10/12/04		
				FIN:	10:55 (h:min)					
ESTACIÓN	YURIMAGUAS		COTA:	INICIO:	130,90 (m)	Mario G. Almeida				
				FIN :	130,89 (m)	Operador				
PUNTO	DIST PI (m)	DIST INTERMED (m)	PROF (m)	PROF MÉDIA (m)	PROF MOLINETE (m)	N (rotac.)	VELOC (m/s)	Vmédia (m/s)	ÁREA (m2)	Q (m3/s)
IA = ME	5,10		1,50							
		3,33		2,52				0,30	5,59	1,68
1	8,43		3,54		0,71	85	0,45			
					2,83	75	0,40			
		22,57		6,32				0,71	142,64	101,52
2	31,00		9,10		1,82	195	1,02			
					7,28	185	0,97			
		32,00		9,05				1,13	289,60	327,05
3	63,00		9,00		1,80	275	1,44			
					7,20	205	1,08			
		24,48		8,66				1,27	211,87	269,68
4	87,48		8,31		1,66	275	1,44			
					6,65	215	1,13			
		27,25		8,20				1,29	223,31	287,16
5	114,73		8,08		1,62	265	1,39			
					6,46	225	1,18			
		43,86		7,88				1,23	345,62	426,39
6	158,59		7,68		1,54	245	1,29			
					6,14	205	1,08			
		28,20		7,82				1,18	220,38	260,38
7	186,79		7,95		1,59	275	1,44			
					6,36	175	0,92			
		34,37		7,80				1,18	268,09	316,74
8	221,16		7,65		1,53	265	1,39			
					6,12	185	0,97			
		28,31		7,63				1,17	215,86	252,23
9	249,47		7,60		1,52	265	1,39			
					6,08	175	0,92			

		25,25		7,70				1,14	194,43	222,10
10	274,72		7,80		1,56	265	1,39			
					6,24	165	0,87			
		25,28		7,53				1,16	190,36	219,94
11	300,00		7,26		1,45	255	1,34			
					5,81	195	1,02			
		25,74		6,93				1,13	178,38	201,44
12	325,74		6,60		1,32	245	1,29			
					5,28	165	0,87			
		28,79		6,47				1,10	186,27	205,49
13	354,53		6,34		1,27	245	1,29			
					5,07	185	0,97			
		15,41		7,16				1,09	110,26	120,20
14	369,94		7,97		1,59	235	1,23			
					6,38	165	0,87			
		15,27		6,92				0,99	105,59	104,09
15	385,21		5,86		1,17	215	1,13			
					4,69	135	0,71			
		12,89		5,36				0,83	69,09	57,29
16	398,10		4,86		0,97	175	0,92			
					3,89	105	0,56			
		6,31		3,31				0,59	20,85	12,39
17	404,41		1,75		0,35	105	0,56			
					1,40	65	0,35			
		2,47		1,18				0,30	2,90	0,87
FA=MD	406,88		0,60							
RESUMEN						Hmédio	Ancho	Vmédia	Área	Caudal
						7,42	401,78	1,14	2.981,09	3.386,64

**Tabla 3.4.2: Aforo con Correntometro
Estación de Progreso (Diciembre 2004)**

AFORO CON CORRENTOMETRO										
ECUACION DEL CORRENTOMETRO $v = 0,261x n/t + 0,007$						medicion numero:		1		
RIO :	HUALLAGA		HORA:	INICIO:	09:25 (h:min)	FECHA:		08/12/04		
				FIN:	16:20 (h:min)					
ESTACION	PROGRESO		COTA:	INICIO:	8,14 (m)	Mario G. Almeida				
				FIN :	8,06 (m)	Operador				
PUNTO	DIST PI (m)	DIST INTERMED (m)	PROF (m)	PROF MÉDIA (m)	PROF MOLINETE (m)	N (rotac.)	VELOC (m/s)	Vmédia (m/s)	ÁREA (m2)	Q (m3/s)
IA = ME	4,12		1,50							
		12,91		3,49				0,47	29,99	14,23
1	17,03		5,47		1,09	135	0,71			
					4,38	115	0,61			
		21,44		6,72				0,71	144,08	102,54
2	38,47		7,97		1,59	175	0,92			
					6,38	115	0,61			
		19,71		8,13				0,84	160,24	134,96
3	58,18		8,29		1,66	205	1,08			
					6,63	145	0,76			
		20,41		8,13				0,95	165,93	157,07
4	78,59		7,97		1,59	215	1,13			
					6,38	155	0,82			
		31,90		7,83				1,00	249,62	249,32
5	110,49		7,68		1,54	225	1,18			
					6,14	165	0,87			
		21,00		7,60				1,05	159,60	167,74
6	131,49		7,52		1,50	235	1,23			
					6,02	175	0,92			
		30,68		7,41				1,05	227,19	238,77
7	162,17		7,29		1,46	215	1,13			
					5,83	175	0,92			
		38,79		7,44				1,09	288,40	314,40
8	200,96		7,58		1,52	245	1,29			
					6,06	195	1,02			
		37,89		7,89				1,14	298,95	341,51
9	238,85		8,20		1,64	255	1,34			
					6,56	175	0,92			
		39,15		7,96				1,19	311,44	372,03
10	278,00		7,71		1,54	265	1,39			
					6,17	215	1,13			
		20,38		7,74				1,29	157,64	202,71
11	298,38		7,76		1,55	275	1,44			
					6,21	225	1,18			
		40,63		7,67				1,31	311,63	408,86
12	339,01		7,58		1,52	285	1,49			
					6,06	215	1,13			
		38,04		7,52				1,25	285,87	356,41
13	377,05		7,45		1,49	245	1,29			
					5,96	205	1,08			
		24,42		7,48				1,30	182,54	237,11
14	401,47		7,50		1,50	305	1,60			
					6,00	235	1,23			
		29,55		7,58				1,39	223,99	311,41
15	431,02		7,66		1,53	265	1,39			
					6,13	255	1,34			

		19,37		7,56				1,22	146,34	178,63
16	450,39		7,45		1,49	235	1,23			
					5,96	175	0,92			
		22,32		7,28				1,06	162,38	172,78
17	472,71		7,10		1,42	225	1,18			
					5,68	175	0,92			
		21,79		6,95				1,04	151,33	157,07
18	494,50		6,79		1,36	195	1,02			
					5,43	195	1,02			
		4,35		6,66				0,96	28,95	27,78
19	498,85		6,52		1,30	195	1,02			
					5,22	145	0,76			
		14,56		6,23				0,79	90,71	71,66
20	513,41		5,94		1,19	135	0,71			
					4,75	125	0,66			
		7,22		4,05				0,54	29,20	15,83
21	520,63		2,15		0,43	75	0,40			
					1,72	75	0,40			
		0,92		1,38				0,27	1,26	0,34
FA=MD	521,55		0,60							
RESUMEN						Hmédio	Ancho	Vmédia	Área	Caudal
						7,36	517,43	1,11	3.807,28	4.233,16

**Tabla 3.4.3: Aforo con Correntometro
Estación de Lagunas (Diciembre 2004)**

AFORO CON CORRENTOMETRO										
ECUACION DEL CORRENTOMETRO $v = 0,261x n/t + 0,007$							medición numero:		1	
RÍO : HUALLAGA			HORA:	INICIO:	12:19 (h:min)	FECHA: 04/12/04				
				FIN:	15:10 (h:min)					
ESTACION	LAGUNAS		COTA:	INICIO:	8,12 (m)	Mário G. Almeida				
				FIN :	8,12 (m)	Operador				
PUNTO	DIST PI (m)	DIST INTERMED (m)	PROF (m)	PROF MÉDIA (m)	PROF MOLINETE (m)	N (rotac.)	VELOC (m/s)	Vmédia (m/s)	ÁREA (m2)	Q (m3/s)
IA = ME	0,00		1,00							
		16,83		2,13				0,72	23,84	17,12
1	16,83		3,25		0,65	205	1,08			
					2,60	145	0,76			
		16,61		3,45				1,01	57,22	57,90
2	33,44		3,64		0,73	255	1,34			
					2,91	165	0,87			
		16,91		3,90				1,14	65,95	75,34
3	50,35		4,16		0,83	245	1,29			
					3,33	205	1,08			
		16,31		4,61				1,27	75,19	95,70
4	66,66		5,06		1,01	275	1,44			
					4,05	245	1,29			
		16,01		5,43				1,34	86,93	116,33
5	82,67		5,80		1,16	255	1,34			
					4,64	245	1,29			
		16,76		7,26				1,47	121,59	178,57
6	99,43		8,71		1,74	315	1,65			
					6,97	305	1,60			
		15,85		9,46				1,63	149,86	243,56
7	115,28		10,20		2,04	325	1,70			
					8,16	295	1,55			
		16,92		10,51				1,63	177,83	289,01
8	132,20		10,82		2,16	325	1,70			
					8,66	295	1,55			
		16,91		11,26				1,64	190,41	311,93
9	149,11		11,70		2,34	335	1,76			
					9,36	295	1,55			
		16,16		11,84				1,61	191,25	308,33
10	165,27		11,97		2,39	315	1,65			
					9,58	285	1,49			
		16,61		11,77				1,63	195,50	317,73
11	181,88		11,57		2,31	325	1,70			
					9,26	315	1,65			
		16,91		12,40				1,73	209,60	362,52

12	198,79		13,22		2,64	355	1,86			
					10,58	325	1,70			
		16,47		13,69				1,76	225,47	395,87
13	215,26		14,16		2,83	385	2,02			
					11,33	275	1,44			
		15,85		16,08				1,69	254,87	430,84
14	231,11		18,00		3,60	365	1,91			
					14,40	265	1,39			
		16,61		20,00				1,73	332,20	574,57
15	247,72		22,00		4,40	385	2,02			
					17,60	305	1,60			
		16,91		23,40				1,90	395,69	751,52
16	264,63		24,80		4,96	405	2,12			
					19,84	355	1,86			
		16,76		17,00				1,76	284,84	500,09
17	281,39		9,19		1,84	295	1,55			
					7,35	285	1,49			
		16,46		8,49				1,23	139,66	172,30
18	297,85		7,78		1,56	205	1,08			
					6,22	155	0,82			
		6,05		5,49				0,63	33,21	20,96
FA=MD	303,90		3,20							
RESUMEN						Hmedio	Ancho	Vmedia	Área	Caudal
						10,66	303,90	1,61	3.238,63	5.220,19

**Figura 3.4.4: Aforo con Correntometro
Estación de Yurimaguas (Marzo 2005)**

AFORO CON CORRENTOMETRO										
ECUACION CORRENTOMETROV= 0,261x n/t + 0,007									medición numero:	2
RÍO :	HUALLAGA	HORA :	INICIO:	12:11 (h:min)	FECHA:		11/03/05			
			FIN:	16:12 (h:min)						
ESTACIÓN	YURIMAGUAS	COTA:	INICIO:	131,57 (m)	Mario G. Almeida					
N			FIN :	131,58 (m)	Operador					
PUNTO	DIST PI (m)	DIST INTERME D (m)	PROF (m)	PROF MÉDIA (m)	PROF MOLINET E (m)	N (rotac.)	VELOC (m/s)	Vmédia (m/s)	ÁREA (m2)	Q (m3/s)
IA = ME	4,03		1,50							
		6,11		2,81				0,34	11,43	3,83
1	10,14		4,11		0,82	95	0,50			
					3,29	85	0,45			
		17,98		6,77				0,80	121,63	96,89
2	28,12		9,42		1,88	215	1,13			
					7,54	210	1,10			
		22,36		9,41				1,31	210,30	274,54
3	50,48		9,39		1,88	305	1,60			
					7,51	265	1,39			
		29,73		9,17				1,51	272,62	411,05
4	80,21		8,95		1,79	310	1,63			
					7,16	270	1,42			
		32,60		8,93				1,51	291,12	438,93
5	112,81		8,91		1,78	300	1,57			
					7,13	270	1,42			
		33,31		8,60				1,44	286,30	412,99
6	146,12		8,28		1,66	285	1,49			
					6,62	245	1,29			
		31,06		8,92				1,40	277,06	387,00
7	177,18		9,56		1,91	290	1,52			
					7,65	245	1,29			
		34,38		8,90				1,37	305,81	419,18
8	211,56		8,23		1,65	285	1,49			
					6,58	225	1,18			
		28,70		8,29				1,38	237,78	327,48
9	240,26		8,34		1,67	295	1,55			
					6,67	245	1,29			
		27,22		8,40				1,40	228,51	320,68
10	267,48		8,45		1,69	290	1,52			
					6,76	240	1,26			
		21,08		7,92				1,35	166,95	225,58
11	288,56		7,39		1,48	275	1,44			
					5,91	225	1,18			

		20,18		7,33				1,31	147,92	194,07
12	308,74		7,27		1,45	280	1,47			
					5,82	220	1,16			
		26,31		7,07				1,30	186,01	241,62
13	335,05		6,87		1,37	265	1,39			
					5,50	225	1,18			
		32,65		6,54				1,26	213,53	269,01
14	367,70		6,21		1,24	255	1,34			
					4,97	215	1,13			
		20,97		6,04				1,16	126,55	146,22
15	388,67		5,86		1,17	245	1,29			
					4,69	165	0,87			
		9,43		5,76				0,99	54,27	53,50
16	398,10		5,65		1,13	205	1,08			
					4,52	135	0,71			
		6,05		4,65				0,72	28,10	20,37
17	404,15		3,64		0,73	125	0,66			
					2,91	85	0,45			
		3,05		2,12				0,37	6,47	2,39
FA=MD	407,20		0,60							
RESUMEN						Hmedio	Ancho	Vmedia	Área	Caudal
						7,87	403,17	1,34	3.172,36	4.245,33

Figura 3.4.5: Aforo con Correntometro
Estación de Progreso (Marzo 2005)

AFORO CON CORRENTOMETRO										
ECUACION DEL CORRENTOMETRO $v = 0,261x n/t + 0,007$							medición numero:		2	
RIO :	HUALLAGA		HORA:	INICIO:	08:55 (h:min)	FECHA:		12/03/05		
				FIN:	11:47 (h:min)					
ESTACION	PROGRESO		COTA:	INICIO:	8,14 (m)	Mario G. Almeida				
				FIN :	8,06 (m)	Operador				
PUNTO	DIST PI (m)	DIST INTERMED (m)	PROF (m)	PROF MÉDIA (m)	PROF MOLINETE (m)	N (rotac.)	VELOC (m/s)	Vmédia (m/s)	ÁREA (m2)	Q (m3/s)
IA = ME	2,24		1,50							
		11,97		3,78				0,51	30,12	15,34
1	14,21		6,05		1,21	145	0,76			
					4,84	125	0,66			
		18,24		6,80				0,79	124,03	97,99
2	32,45		7,55		1,51	195	1,02			
					6,04	135	0,71			
		27,63		7,68				0,95	212,20	200,87
3	60,08		7,81		1,56	225	1,18			
					6,25	165	0,87			
		16,47		7,91				1,04	130,28	135,22
4	76,55		8,01		1,60	235	1,23			
					6,41	165	0,87			
		26,99		8,23				1,09	221,99	242,01
5	103,54		8,44		1,69	245	1,29			
					6,75	185	0,97			
		19,94		8,22				1,14	163,81	187,13
6	123,48		7,99		1,60	255	1,34			
					6,39	185	0,97			
		52,28		7,87				1,14	411,44	470,01
7	175,76		7,75		1,55	235	1,23			
					6,20	195	1,02			
		33,03		7,94				1,17	262,09	306,24
8	208,79		8,12		1,62	255	1,34			
					6,50	205	1,08			
		36,81		7,94				1,23	292,27	358,67
9	245,60		7,76		1,55	270	1,42			
					6,21	205	1,08			
		29,00		7,83				1,27	226,93	288,84
10	274,60		7,89		1,58	275	1,44			
					6,31	220	1,16			
		25,40		7,96				1,34	202,06	271,69
11	300,00		8,02		1,60	295	1,55			
					6,42	235	1,23			
		27,58		7,42				1,42	204,64	289,86
12	327,58		6,82		1,36	305	1,60			

					5,46	245	1,29			
		42,54		7,14				1,34	303,52	406,14
13	370,12		7,45		1,49	255	1,34			
					5,96	215	1,13			
		32,53		7,66				1,35	249,02	336,46
14	402,65		7,86		1,57	310	1,63			
					6,29	250	1,31			
		33,38		7,30				1,42	243,67	346,73
15	436,03		6,74		1,35	270	1,42			
					5,39	255	1,34			
		26,28		6,86				1,27	180,28	228,29
16	462,31		6,98		1,40	245	1,29			
					5,58	195	1,02			
		24,32		6,54				1,16	158,93	183,63
17	486,63		6,09		1,22	245	1,29			
					4,87	195	1,02			
		8,39		6,62				1,06	55,50	59,05
18	495,02		7,14		1,43	195	1,02			
					5,71	175	0,92			
		10,44		7,06				0,93	73,71	68,81
19	505,46		6,98		1,40	185	0,97			
					5,58	155	0,82			
		7,82		5,91				0,80	46,22	37,11
20	513,28		4,84		0,97	145	0,76			
					3,87	125	0,66			
		8,87		2,72				0,47	24,13	11,45
FA=MD	522,15		0,60							
RESUMEN						Hmédio	Ancho	Vmédia	Área	Caudal
						7,34	519,91	1,19	3816,84	4541,54

Figura 3.4.6: Aforo con Correntometro
Estación de Lagunas (Marzo 2005)

AFORO CON CORRENTOMETRO										
Ecuación del Correntometro $v = 0,261x n/t + 0,007$							medición numero:		2	
Río : HUALLAGA			HORA:	INICIO:	10:19 (h:min)	FECHA: 11/03/05				
				FIN:	13:10 (h:min)					
ESTACION	LAGUNAS		COTA:	INICIO:	(m)	Mário G. Almeida				
				FIN:	(m)	Operador				
PUNTO	DIST PI (m)	DIST INTERMED (m)	PROF (m)	PROF MÉDIA (m)	PROF MOLINETE (m)	N (rotac.)	VELOC (m/s)	Vmédia (m/s)	ÁREA (m2)	Q (m3/s)
IA = ME	0,00		0,70							
		8,94		2,01				0,70	11,98	8,39
1	8,94		3,32		0,66	200	1,05			
					2,66	150	0,79			
		16,20		3,50				1,04	56,70	58,85
2	25,14		3,68		0,74	265	1,39			
					2,94	175	0,92			
		15,97		3,89				1,17	62,12	72,99
3	41,11		4,10		0,82	255	1,34			
					3,28	200	1,05			
		19,16		4,69				1,27	89,86	113,79
4	60,27		5,28		1,06	265	1,39			
					4,22	245	1,29			
		20,76		5,63				1,31	116,78	152,45
5	81,03		5,97		1,19	250	1,31			
					4,78	235	1,23			
		16,10		7,41				1,46	119,22	174,31
6	97,13		8,84		1,77	325	1,70			
					7,07	305	1,60			
		16,74		9,05				1,64	151,50	248,19
7	113,87		9,26		1,85	335	1,76			
					7,41	285	1,49			
		19,28		8,98				1,64	173,13	283,64
8	133,15		8,70		1,74	345	1,81			
					6,96	285	1,49			
		18,17		10,40				1,63	188,97	307,11
9	151,32		12,10		2,42	335	1,76			
					9,68	275	1,44			
		20,69		12,85				1,60	265,87	425,15
10	172,01		13,60		2,72	325	1,70			
					10,88	285	1,49			
		12,67		13,63				1,65	172,69	285,17
11	184,68		13,66		2,73	345	1,81			
					10,93	305	1,60			
		14,55		13,56				1,73	197,23	341,12
12	199,23		13,45		2,69	355	1,86			

					10,76	315	1,65			
		15,59		13,90				1,74	216,62	377,50
13	214,82		14,34		2,87	395	2,07			
					11,47	265	1,39			
		16,18		16,28				1,68	263,33	441,71
14	231,00		18,21		3,64	355	1,86			
					14,57	265	1,39			
		17,02		20,17				1,73	343,29	593,76
15	248,02		22,13		4,43	375	1,96			
					17,70	325	1,70			
		14,51		22,92				1,90	332,57	631,63
16	262,53		23,71		4,74	405	2,12			
					18,97	345	1,81			
		14,95		18,86				1,70	281,88	480,19
17	277,48		14,00		2,80	285	1,49			
					11,20	265	1,39			
		21,26		11,03				1,20	234,39	281,52
18	298,74		8,05		1,61	200	1,05			
					6,44	165	0,87			
		8,62		4,73				0,64	40,73	26,06
FA=MD	307,36		1,40							
RESUMEN						Hmedio	Ancho	Vmedia	Área	Caudal
						10,80	307,36	1,60	3318,86	5303,52

3.4.5. Resumen de los Caudales Medidos

Las tablas 3.4.7 y 3.4.8 presenta los resúmenes de los caudales medidos en Diciembre del 2004

**Tabla 3.4.7 Resumen de los Caudales Medidos
(Diciembre 2004)**

Estación	Fecha	Lecturas de la Regla (m)	Área (m ²)	Velocidad Mediana (m/s)	Caudal (m ³ /s)
YURIMAGUAS	10/12/04	129.48	2.981	1,14	3386.64
PROGRESO	08/12/04	123,64	3.807	1,11	4233.16
LAGUNAS	04/12/04	115.34	3.211	1,63	5220.19

**Tabla 2.4.8 Resumen de los Caudales Medidos
(Marzo 2005)**

Estación	Fecha	Lecturas de la Regla (m)	Área (m ²)	Velocidad Mediana (m/s)	Caudal (m ³ /s)
YURIMAGUAS	11/03/05	130.17	3.172	1,34	4245.33
PROGRESO	12/03/05	123.95	3.319	1,60	4541.54
LAGUNAS	12/03/05	115.03	3.817	1,19	5303.52

3.5. Transporte de Sedimentos

3.5.1. Sedimentos en Suspensión

3.5.1.1. Introducción

Las mediciones de sedimentos en suspensión tienen como objetivo conocer la magnitud del transporte de sedimentos del río Huallaga, en el tramo en estudio. Asimismo las características físicas del material que compone los sedimentos que se transportan en suspensión, por análisis del material sólido en laboratorio especializado. Las mediciones fueron hechas, de acuerdo con las especificaciones técnicas, de manera simultanea con los aforos con correntómetro, en las 3 estaciones de aforos instaladas por el Consorcio en las proximidades de las estaciones limnimétricas de Yurimaguas (Km. 220), Progreso (Km. 152) y Lagunas (Km. 46.5)

3.5.1.2. Muestreo de Sedimentos en Suspensión

Siempre de acuerdo con las especificaciones técnicas, los muestreos de sedimentos en suspensión fueron hechos con equipo de muestreo HIDROMEC, con 0.5 litros de capacidad, sostenido por un cable de acero. Fueron extraídas muestras de la mezcla agua-sedimentos representativas de las concentraciones de sólidos de la vertical, por el método integrador, de manera que al sumergir el muestreador hasta el fondo y luego emerger a la superficie, a una velocidad constante, salga lleno sin rebalsar. Se tomaran muestras en 6 verticales distribuidas uniformemente a lo ancho de la sección escogida. En estas 6 verticales se tomaron también muestras de material de fondo del cauce. El posicionamiento de cada uno de los lugares de muestreo, en la sección de medición, se efectuó con el sistema DGPS precisión sub métrica.



Fig. 3.5.1: Muestreador integrador "HIDROMEC"

3.5.1.3. Localización de los Puntos de Muestreo

Las secciones de muestreos son las mismas secciones de aforo de los caudales líquidos, o sea, las estaciones fluviométricas de Yurimaguas (Km. 220), Progreso (Km. 152) y Lagunas (Km. 46.5). En las figuras 3.5.2, 3.5.3 y 3.5.4 siguientes son presentadas las ubicaciones de las secciones, las verticales de muestreos y las secciones transversales del calce del río en los locales de muestreos.

3.5.1.4. Análisis de los Muestreos

Las muestras de agua-sedimentos de cada uno de los muestreos fueron analizadas en el Laboratorio Sedimentológico (Laboratorio N.º20 – Ingeniería Sanitaria) de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería del Perú, mediante filtrado, secado y pesado para determinar la concentración de sedimentos en suspensión.

Los resultados obtenidos son presentados en informe de análisis N.º006-05:

Figura 3.5.2: Plano de Ubicación "Estacion Yurimaguas"
Muestreo de Sedimentos en Suspensión y de Fondo "Yurimaguas"

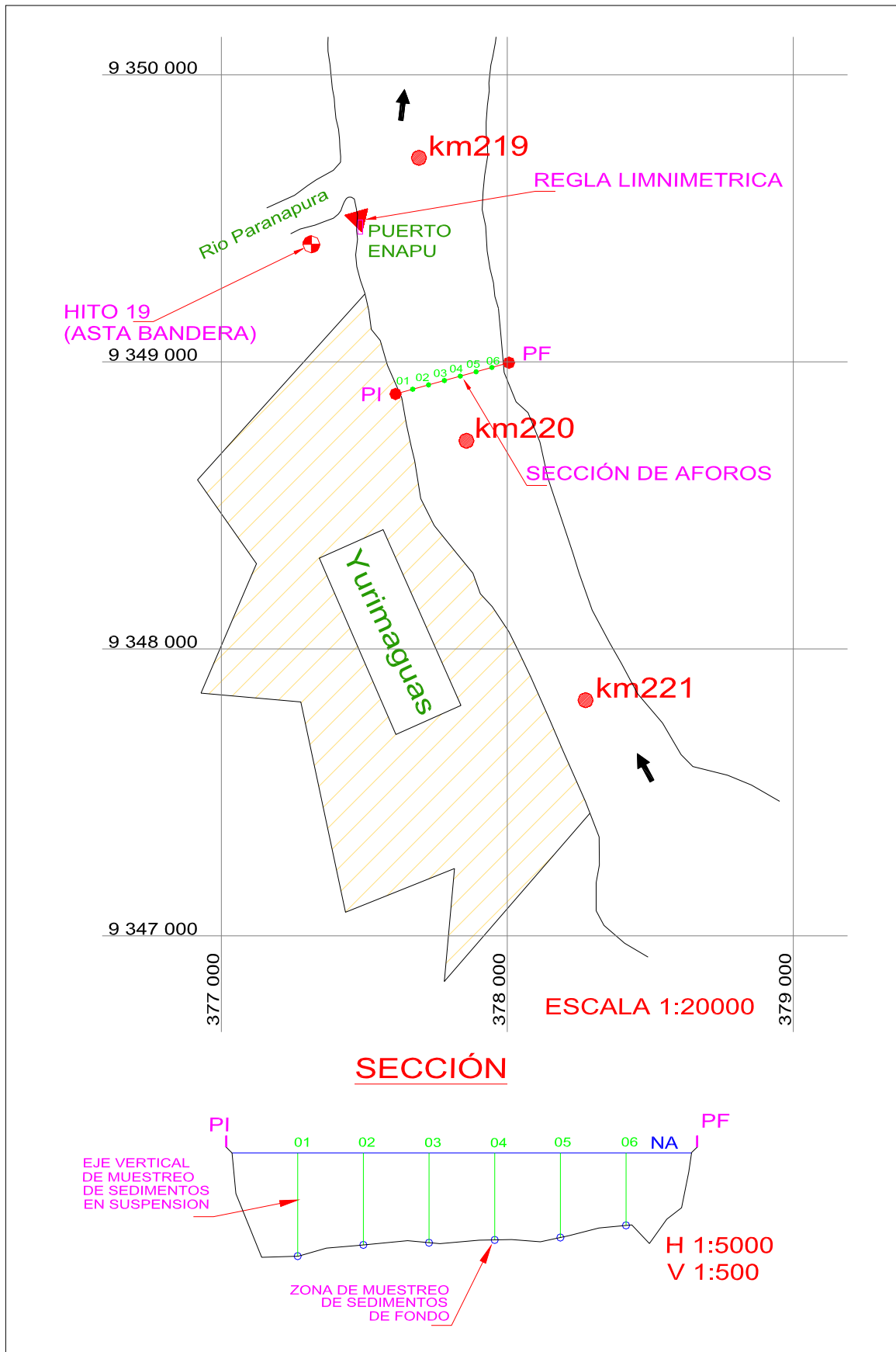


Figura 3.5.3: Plano de Ubicación "Estacion Progreso"
Muestreo de Sedimentos en Suspensión y de Fondo

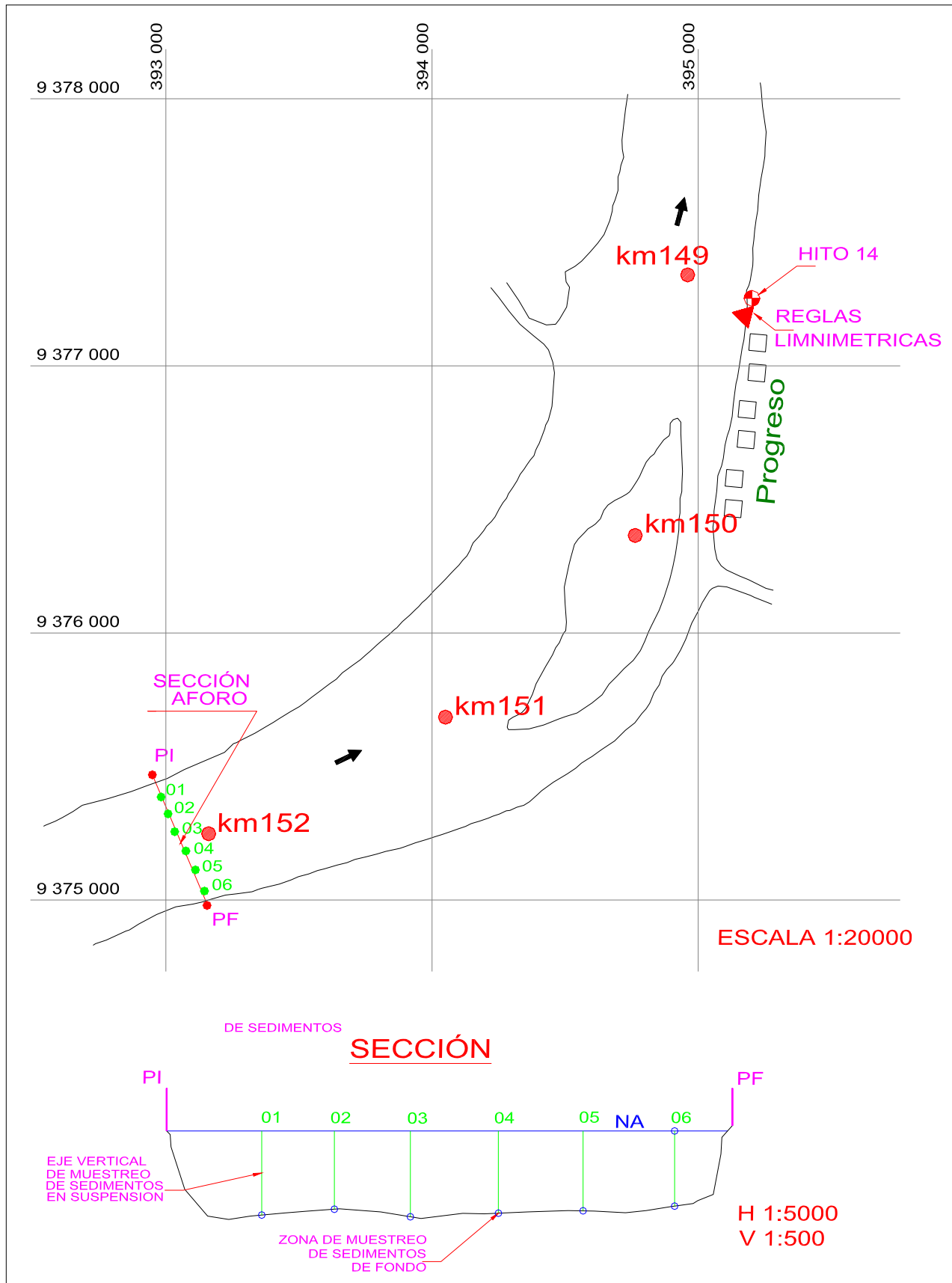
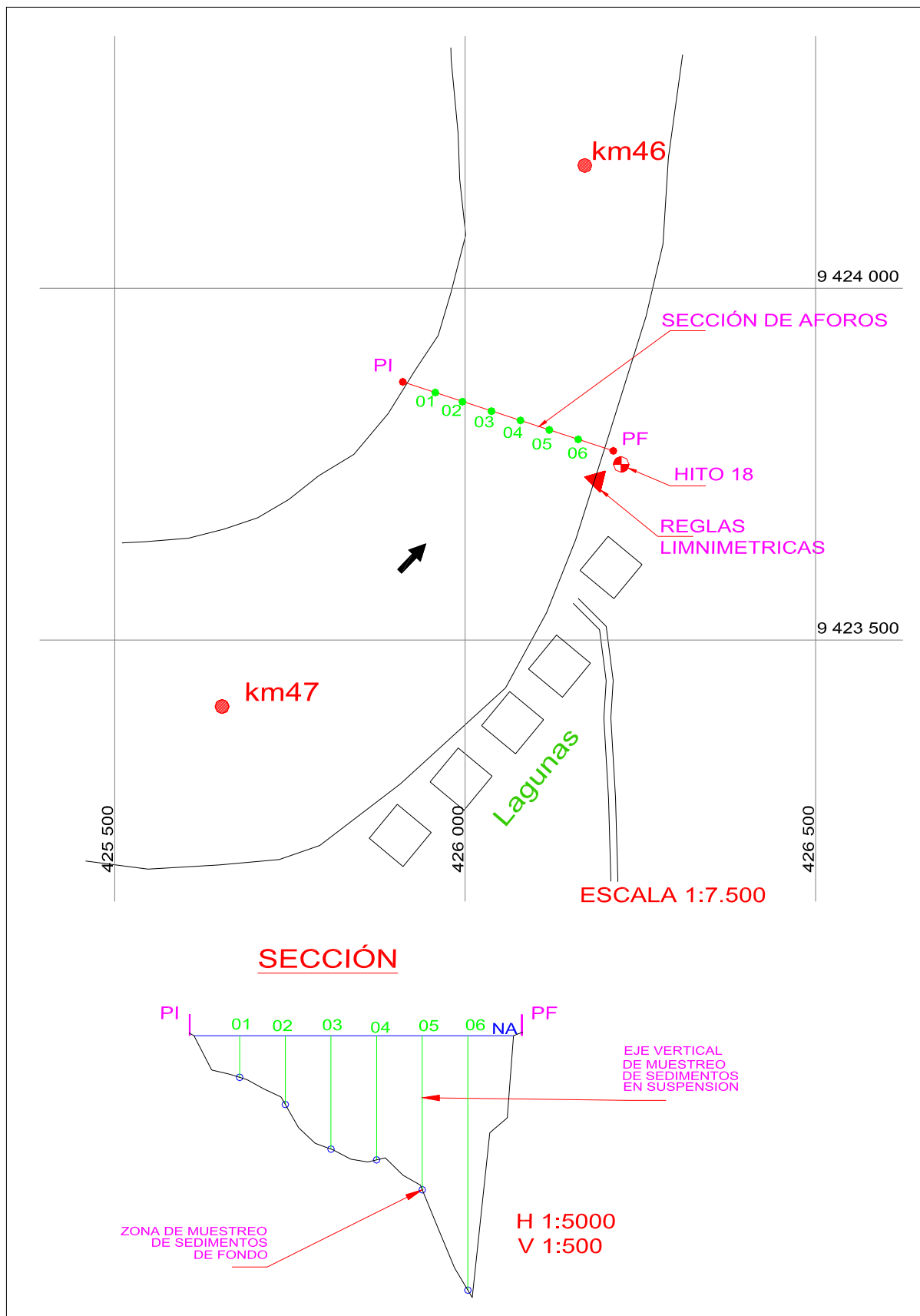


Figura 3.5.4: Plano de Ubicación "Estacion Lagunas"
Muestreo de Sedimentos en Suspensión y de Fondo





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL

LABORATORIO N° 20 - INGENIERIA SANITARIA

INFORME DE ANÁLISIS N°006-05 LAB N° 20

Solicitante : COSORCIO HIDROVÍA HUALLAGA
 Tipo de muestra : Agua de río
 Procedencia : Río Huallaga – Yurimaguas - Loreto
 Fecha de muestreo : 04, 08 y 10-12-04
 Fecha de recepción : 14-01-05

RESULTADOS DE ANALISIS FISICO-QUIMICO

PARAMETRO	UNIDAD	M1	M2	M3	M4
Sólidos suspendidos	mg/L	159,00	156,00	137,00	183,00

PARAMETRO	UNIDAD	M5	M6	M7	M8
Sólidos suspendidos	mg/L	178,00	189,00	211,00	177,00

PARAMETRO	UNIDAD	M9	M10	M11	M12
Sólidos suspendidos	mg/L	207,00	194,00	222,00	180,00

PARAMETRO	UNIDAD	M13	M14	M15	M16
Sólidos suspendidos	mg/L	693,00	576,00	550,00	587,00

PARAMETRO	UNIDAD	M17	M18
Sólidos suspendidos	mg/L	478,00	435,00

(*) Los análisis se han efectuado tomando en cuenta los METODOS NORMALIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE AGUA POTABLES Y RESIDUALES APHA-AWWA-WPCF 19 edición

Procedencia:

M1: Agua de río 01 – Yurimaguas – 10-12-04
 M2: Agua de río 02 – Yurimaguas – 10-12-04
 M3: Agua de río 03 – Yurimaguas – 10-12-04
 M4: Agua de río 04 – Yurimaguas – 10-12-04
 M5: Agua de río 05 – Yurimaguas – 10-12-04
 M6: Agua de río 06 – Yurimaguas – 10-12-04
 M7: Agua de río 01 – Progreso – 08-12-04
 M8: Agua de río 02 – Progreso – 08-12-04
 M9: Agua de río 03 – Progreso – 08-12-04

M10: Agua de río 04 – Progreso – 08-12-04
 M11: Agua de río 05 – Progreso – 08-12-04
 M12: Agua de río 06 – Progreso – 08-12-04
 M13: Agua de laguna 01 – 04-12-04
 M14: Agua de laguna 02 – 04-12-04
 M15: Agua de laguna 03 – 04-12-04
 M16: Agua de laguna 05 – 04-12-04
 M17: Agua de laguna 06 – 04-12-04
 M18: Agua de laguna 07 – 04-12-04

Limbo, 14 de Enero de 2005

 ING. ARTURO ZAPATA PAYCO
 JEFE DEL LABORATORIO N° 20

*Muestra tomada por el solicitante

Av. Túpac Amaru N° 210 - Rímac

Telefax 482-1585 - Teléfono 481-1070 Anexo 365
 Atención 8:00 a 16:00 Hrs.

E-mail: lab20_fia@uni.edu.pe

3.5.1.5. Cálculo de Volúmenes Transportados

Los volúmenes totales de sedimentos transportados por las aguas del río en correspondencia con el caudal respectivo, fueron calculados por el método de integración de los volúmenes parciales entre las verticales de muestreo, con uso de una planilla electrónica, como muestran las tablas 3.5.1, 3.5.2, 3.5.3, 3.5.4, 3.5.5 y 3.5.6 a seguir que incluyen los resultados de las concentraciones medidas y lo de transporte de sedimentos por suspensión totales por día.

**TABLA 3.5.1: VOLÚMENES DE SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN
ESTACION YURIMAGUAS
(DICIEMBRE 2004)**

Río	Sección	Origen	Fecha	Equipo	Hora	Operador
HUALLAGA	YURIMAGUAS	Borde.	10-Dic-04	Hidromec	09:00- 11:00	M Almeida

VERTICAL NUMERO	DISTANCIAS			PROFUNDIDADES			SEGMENTOS PARCIALES		CONCENTRACIONES MEDIAS	
	DE LA ORILLA	PARCIALES		EN LA VERTICAL	MEDIAS		ANCHOS	ÁREA	EN LA VERTICAL	EN EL SEGMENTO
		ANTERIOR	POSTERIOR		ANTERIOR	POSTERIOR				
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(gr/l)	(Gral.)	
0	5.10		57.40	0.00	0.00	2.25	28.70	32.25		
1	62.50	57.40	57.40	8.99	4.50	8.50	57.40	372.96	0.159	59.30
2	119.90	57.40	57.40	8.01	8.50	7.91	57.40	470.82	0.156	73.45
3	177.30	57.40	57.40	7.80	7.91	7.69	57.40	447.43	0.137	61.30
4	234.70	57.40	57.40	7.57	7.69	7.47	57.40	434.81	0.183	79.57
5	292.10	57.40	57.38	7.36	7.47	6.84	57.39	410.34	0.178	73.04
6	349.50	57.38		6.31	6.84	3.16	28.69	143.31	0.189	27.08
Fin	406.88			0.00	3.16	0.00				

TOTALES	2,312	0.167	373.74
----------------	-------	-------	--------

CONCENTRACIÓN MEDIA EN LA SECCIÓN : 0.162 g/l
DESCARGA SÓLIDA TOTAL

CAUDAL DE SEDIMENTOS
(CAUDAL MEDIO X CONCENTRACIÓN MEDIA)

47,293 TM/día	36,948 m ³ /día
---------------	----------------------------

**TABLA 3.5.2: VOLÚMENES DE SEDIMENTOS EN SUSPENSIÓN
ESTACION PROGRESO
(DICIEMBRE 2004)**

Río	Sección	Origen	Fecha	Equipo	Hora	Operador
HUALLAGA	PROGRESO	Borne.	08-Dic-04	Hidromec	09:30-16:30	M Almeida

VERTICAL NUMERO	DISTANCIAS			PROFUNDIDADES			SEGMENTOS PARCIALES		CONCENTRACIONES MEDIAS	
	DE LA ORILLA	PARCIALES		EN LA VERTICAL	MEDIAS		ANCHOS	ÁREA	EN LA VERTICAL	EN EL SEGMENTO
		ANTERIOR	POSTERIOR		ANTERIOR	POSTERIOR				
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(gr/l)	(Gral.)	
0	4.2		68.2	0	0	1.97	34.1	33.55		
1	89.3	68.2	71.4	7.87	3.94	7.6	69.8	402.4	0.211	84.91
2	157.5	71.4	82.7	7.32	7.6	7.68	77.05	588.28	0.177	104.12
3	228.9	82.7	79.5	8.03	7.68	7.87	81.1	630.15	0.207	130.44
4	311.6	79.5	86	7.7	7.87	7.59	82.75	639.45	0.194	124.05
5	391.1	86	44.45	7.48	7.59	7.26	65.23	484.13	0.222	107.48
6	477.1	44.45		7.03	7.26	3.52	22.23	119.68	0.18	21.54
fin	521.55			0	3.52	0				

TOTALES	2,897.64	0.199	572.54
----------------	----------	-------	--------

CONCENTRACIÓN MEDIA EN LA SECCIÓN : 0.198 g/l
DESCARGA SÓLIDA TOTAL

CAUDAL DE SEDIMENTOS
(CAUDAL MEDIO X CONCENTRACIÓN MEDIA)

72,265 TM/día	56,457 m ³ /día
---------------	----------------------------

**Tabla 3.5.3: Volúmenes de Sedimentos en Suspensión
Estacion Lagunas
(Diciembre 2004)**

Rio	Sección	Origen	Fecha	Equipo	Hora	Operador
HUALLAGA	YURIMAGUAS	Borde.	04-Dic-04	Hidromec	12:20-15:10	M Almeida

VERTICAL NUMERO	DISTANCIAS			PROFUNDIDADES			SEGMENTOS PARCIALES		CONCENTRACIONES MEDIAS	
	DE LA ORILLA	PARCIALES		EN LA VERTICAL	MEDIAS		ANCHOS	ÁREA	EN LA VERTICAL	EN EL SEGMENTO
		ANTERIOR	POSTERIOR		ANTERIOR	POSTERIOR				
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m2)	(gr/l)	(Gral.)	
0	4.10		43.41	0.00	0.00	0.99	21.71	10.72		
1	47.51	43.41	43.42	3.95	1.98	5.24	43.42	156.51	0.693	108.46
2	90.92	43.42	43.42	6.52	5.24	8.64	43.42	301.12	0.576	173.44
3	134.34	43.42	43.41	10.75	8.64	11.26	43.42	431.87	0.55	237.53
4	177.76	43.41	43.42	11.77	11.26	13.19	43.42	530.64	0.587	311.49
5	221.17	43.42	43.41	14.60	13.19	19.36	43.42	706.36	0.478	337.64
6	264.59	43.41		24.11	19.36	12.06	21.71	340.88	0.435	148.28
fin	308.00			0.00	12.06	0.00				

TOTAL	2,478.10	0.553	1,316.84
--------------	----------	-------	----------

CONCENTRACIÓN MEDIA EN LA SECCIÓN : 0.531 g/l
DESCARGA SÓLIDA TOTAL

CAUDAL DE SEDIMENTOS
(CAUDAL MEDIO X CONCENTRACIÓN MEDIA)

155,459	TM/día	121,453	m3/día
----------------	---------------	----------------	---------------

**Tabla 3.5.4: Volúmenes de Sedimentos en Suspensión
Estacion Yurimaguas
(Marzo 2005)**

Rio	Sección	Origen	Fecha	Equipo	Hora	Operador
HUALLAGA	YURIMAGUAS	Borde.	11-Mar-05	Hidromec	12:00- 16:00	M Almeida

VERTICAL NUMERO	DISTANCIAS			PROFUNDIDADES			SEGMENTOS PARCIALES		CONCENTRACIONES MEDIAS	
	DE LA ORILLA	PARCIALES		EN LA VERTICAL	MEDIAS		ANCHOS	ÁREA	EN LA VERTICAL	EN EL SEGMENTO
		ANTERIOR	POSTERIOR		ANTERIOR	POSTERIOR				
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m2)	(gr/l)	(Gral.)	
0	5.10		73.80	0.00		4.47	36.90	82.47		
1	92.80	73.80	46.10	8.94	4.47	9.08	59.95	406.01	0.217	88.10
2	166.60	46.10	63.90	9.21	9.08	8.36	55.00	479.46	0.201	96.37
3	212.70	63.90	130.28	7.51	8.36	8.22	97.09	804.63	0.140	112.65
4	276.60	79.30	50.98	8.92	8.22	7.79	65.14	521.12	0.184	95.89
5	355.90	50.98		6.65	7.79	3.33	25.49	141.60	0.210	29.74
fin	406.88			0.00	3.33					

TOTALES	2,435	0.190	422.75
----------------	-------	-------	--------

CONCENTRACIÓN MEDIA EN LA SECCIÓN : 0.174 g/l
DESCARGA SÓLIDA TOTAL

CAUDAL DE SEDIMENTOS
(CAUDAL MEDIO X CONCENTRACIÓN MEDIA)

79,544	TM/día	62,144	m3/día
---------------	---------------	---------------	---------------

**Tabla 3.5.5: Volúmenes de Sedimentos en Suspensión
Estacion Progreso
(Marzo 2005)**

Rio	Sección	Origen	Fecha	Equipo	Hora	Operador
HUALLAGA	PROGRESO	Borne.	12-Mar-05	Hidromec	09:00-11:45	M Almeida

VERTICAL NUMERO	DISTANCIAS			PROFUNDIDADES			SEGMENTOS PARCIALES		CONCENTRACIONES MEDIAS	
	DE LA ORILLA	PARCIALES		EN LA VERTICAL	MEDIAS		ANCHOS	ÁREA	EN LA VERTICAL	EN EL SEGMENTO
		ANTERIOR	POSTERIOR		ANTERIOR	POSTERIOR				
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(gr/l)	(Gral.)	
0	4.20		77.20	0.00	0.00	3.97	38.60	76.52		
1	68.20	77.20	83.70	7.93	3.97	7.80	80.45	473.25	0.261	123.52
2	145.40	83.70	83.30	7.67	7.80	8.09	83.50	663.41	0.324	214.94
3	229.10	83.30	132.30	8.51	8.09	8.23	107.80	879.38	0.310	272.61
4	312.40	132.30	76.85	7.94	8.23	7.87	104.58	841.57	0.261	219.65
5	444.70	76.85		7.80	7.87	3.90	38.43	226.13	0.261	59.02
fin	521.55			0.00	3.90	0.00				

CONCENTRACIÓN MEDIA EN LA SECCIÓN : 0.282 g/l
DESCARGA SÓLIDA TOTAL

TOTALES	3,160.26	0.283	889.74
----------------	----------	-------	--------

CAUDAL DE SEDIMENTOS
(CAUDAL MEDIO X CONCENTRACIÓN MEDIA)

110,473	TM/día	86,307	m3/día
---------	--------	--------	--------

**Tabla 3.5.6: Volúmenes de Sedimentos en Suspensión
Estacion Lagunas
(Marzo 2005)**

Rio	Sección	Origen	Fecha	Equipo	Hora	Operador
HUALLAGA	LAGUNAS	Borde.	11-Mar-05	Hidromec	12:00 15:00	M Almeida

VERTICAL NUMERO	DISTANCIAS			PROFUNDIDADES			SEGMENTOS PARCIALES		CONCENTRACIONES MEDIAS	
	DE LA ORILLA	PARCIALES		EN LA VERTICAL	MEDIAS		ANCHOS	ÁREA	EN LA VERTICAL	EN EL SEGMENTO
		ANTERIOR	POSTERIOR		ANTERIOR	POSTERIOR				
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m ²)	(gr/l)	(Gral.)	
0	4.10		45.40	0.00	0.00	2.37	26.25	31.04		
1	49.50	45.40	52.50	4.73	2.37	6.02	48.95	205.22	0.101	20.73
2	102.00	52.50	52.50	7.31	6.02	8.88	51.30	382.19	0.233	89.05
3	154.50	52.50	50.10	10.45	8.88	12.08	56.05	587.26	0.223	130.96
4	204.60	50.10	59.60	13.70	12.08	18.70	46.95	722.44	0.235	169.77
5	264.20	59.60	43.80	23.70	18.70	11.85	29.80	455.20	0.246	111.98
fin	308.00	43.80		0.00	11.85	0.00	21.90	129.76		

CONCENTRACIÓN MEDIA EN LA SECCIÓN : 0.208 g/l
DESCARGA SÓLIDA TOTAL

TOTALES	2,513.11	0.208	522.49
----------------	----------	-------	--------

CAUDAL DE SEDIMENTOS
(CAUDAL MEDIO X CONCENTRACIÓN MEDIA)

95,267	TM/día	74,428	m3/día
--------	--------	--------	--------

3.5.1.6. Resumen de los Resultados Obtenidos

La tabla 3.5.7 y 3.5.8 siguiente presenta un resumen de las mediciones de transporte de sedimentos en suspensión

Tabla 3.5.7 Resumen de las Mediciones de Transporte de Sedimentos en Suspensión (Diciembre 2004)

SECCIONES	FECHAS	CAUDALES LÍQUIDOS	CONCENT. MEDIA EN LA SECCIÓN	CAUDALES SÓLIDOS	
		m3 / seg.	gr / lit	TM/día	m3/día
YURIMAGUAS	10-Dic-04	3,386.64	0.162	47,302.01	36,954.69
PROGRESO	8-Dic-04	4,233.16	0.198	72,266.97	56,458.57
LAGUNAS	4-Dic-04	5,220.19	0.531	239,670.31	187,242.43

Tabla 3.5.8 Resumen de las Mediciones de Transporte de Sedimentos en Suspensión (Marzo 2004)

SECCIONES	FECHAS	CAUDALES LÍQUIDOS	CONCENT. MEDIA EN LA SECCIÓN	CAUDALES SÓLIDOS	
		m3 / seg.	gr / lit	TM/día	m3/día
YURIMAGUAS	11-Mar-05	4,245.33	0.174	63,672.74	49,744.33
PROGRESO	12-Mar-05	4,541.54	0.282	110,473.17	86,307.17
LAGUNAS	12-Mar-05	5,303.52	0.208	95,267.24	74,427.53

3.5.2. Sedimentos de Fondo

3.5.2.1. Introducción

Las muestras de sedimentos de fondo se tomaron con el propósito de conocer, en conjunto con el transporte de sedimentos en suspensión, la magnitud del transporte total de sedimentos identificándose la función caudal versus transporte del río Huallaga, en el tramo en estudio. Asimismo las características físicas del material que compone los sedimentos que se transportan en suspensión y los del fondo del cauce.

Las características físico-químicas y la granulometría de las muestras tomadas servirán también para planificar y cuantificar los trabajos de dragado, en particular en lo que se refiere al tipo de equipo que será empleado en los trabajos.

Los muestreos fueron hechos de manera simultanea con los muestreos de sedimentos en suspensión y los aforos líquidos, en las mismas secciones de medición..

3.5.2.2. Muestreos de Sedimentos de Fondo

Las muestras de sedimentos de fondo fueron extraídas en las mismas verticales donde se realizó el muestreo de sedimentos en suspensión, con uso de un muestreador tipo de arrastre, con cerca de 1 Kg. de capacidad. Se adoptó este tipo de muestreador por que las fuertes corrientes no permitió el uso de otros tipos de muestreo.

Se tomaran muestras en 6 verticales distribuidas uniformemente a lo ancho de la sección escogida. En estas 6 verticales se tomaron también muestras de material de fondo del cauce.

El posicionamiento de cada uno de los lugares de muestreo, en la sección de medición, se efectuó con el sistema DGPS precisión sub métrica.



Fig. Nro. 3.5.2: Muestreador de Arrastre

3.5.2.3. Localización de los Puntos de Muestreos

Las secciones de muestreos son las mismas secciones de aforo de los caudales líquidos, o sea, las estaciones pluviométricas de Yurimaguas (Km. 219), Progreso (Km. 152) y Lagunas (Km. 46.5). Se tomaron muestras de material de fondo en 6 verticales distribuidas uniformemente a lo ancho de la sección escogida las mismas en que se tomaron también muestras de los sedimentos en suspensión. las figuras 3.5.2, 3.5.3 y 3.5.4

3.5.2.4. Análisis de los Muestreos

Las muestras de sedimentos de fondo fueron analizadas en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas Aguas y Fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria la Molina, mediante tamiz clasificados de acuerdo con las normas, para la determinación de las curvas granulométricas de los sedimentos.

También se determinaron, en el mismo Laboratorio las características físico-químicas y la forma, tipo y densidad de las partículas que componen el material transportado por el río. Los resultados obtenidos son presentados en el informe de Análisis **H.R.7510**. En estas tablas son también presentadas las análisis de otras muestras de fondo del cauce sacadas por el equipo de Impacto ambiental, en los malos pasos y en Lagunas. Toda esta información ha sido fundamental para el calculo del transporte de sedimentos, además nos ha servido como dato de entrada en el modelo matemático.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS : EN SUELO

SOLICITANTE : CONSORCIO HIDROVIA HUALLAGA
PROCEDENCIA : LORETO/RIO HUALLAGA
REFERENCIA : H.R. 7510
FECHA : 24/01/05

No. de lab.	Clave de campo	Arena	Limo	Arcilla	Distribución porcentual fracción arena					M. O. %
					muy gruesa	gruesa	media	fina	muy fina	
0062	M P1 - 1	100	0	0	0.30	3.96	78.10	14.32	1.40	
0063	M P1 - 2	100	0	0	0.34	10.04	78.12	8.36	1.50	0.1
0064	M P1 - 3	100	0	0	0.10	0.30	59.22	36.34	2.28	
0065	Yurimaguas - 01	100	0	0	0.76	17.40	69.96	8.18	0.40	
0066	Yurimaguas - 02	100	0	0	1.58	11.16	79.84	4.62	0.46	0.2
0067	Yurimaguas - 03	100	0	0	0.04	0.68	79.98	15.18	1.16	
0068	M P2 - 1	100	0	0	0.00	0.20	52.10	42.76	2.02	
0069	M P2 - 3	100	0	0	0.24	0.90	77.88	15.78	1.26	
0070	Progreso - 1	94	1	5	0.18	0.96	16.40	60.12	3.24	
0071	Progreso - 2	100	0	0	0.00	0.22	37.72	50.80	2.80	0.2
0072	Progreso - 3	100	0	0	0.00	0.44	63.80	29.84	2.50	
0073	Progreso - 4	100	0	0	0.68	12.32	66.24	17.70	1.61	
0074	Progreso - 5	100	0	0	1.60	22.06	58.36	14.20	0.26	0.1
0075	Progreso - 6	100	0	0	0.00	0.14	15.82	66.00	12.50	
0076	M P3 - 2	100	0	0	0.06	3.16	58.06	30.68	2.06	
0077	M P4 - 1	100	0	0	0.00	0.12	84.60	13.44	0.24	
0078	M P4 - 2	100	0	0	0.06	3.88	51.60	39.02	3.16	
0079	M P4 - 3	100	0	0	0.12	3.28	78.60	14.38	1.06	
0080	M P5 - 1	100	0	0	1.54	10.56	71.92	12.40	0.52	0.2
0081	M P5 - 3	100	0	0	0.24	4.12	75.20	16.60	0.32	
0082	M P6 - I	26	62	12	0.08	0.08	0.28	0.60	27.32	1.7
0083	M P6 - D	46	50	4	0.00	0.10	1.38	6.54	43.08	1.9
0084	M P7 - I	60	36	4	0.04	0.08	0.58	8.60	52.40	1.3
0085	M P7 - D	32	56	12	0.00	0.02	6.00	15.92	8.60	1.0
0086	Laguna - 1	100	0	0	0.00	0.04	58.90	34.32	2.90	
0087	Laguna - 2	100	0	0	0.02	1.26	36.32	47.68	9.00	0.2
0088	Laguna - 3	100	0	0	0.02	0.16	23.94	65.96	4.60	
0089	Laguna - 4	100	0	0	15.88	43.02	24.72	11.54	0.58	0.1
0090	Laguna - 5	24	58	18	0.00	0.16	0.30	0.58	21.52	0.2
0091	Laguna - 1 IA	100	0	0	0.80	44.56	42.86	2.84	1.62	

Ing. Rubén Bazán Tapia
Jefe del Laboratorio

/ndf

Av. La Universidad s/n. La Molina. Campus UNALM
Telfs.: 349 5669 349 5647 Anexo: 222 Telefax: 349 5622
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS: EN SUELO

SOLICITANTE : CONSORCIO HIDROVIA HUALLAGA
PROCEDENCIA : LORETO
REFERENCIA : H.R. 7545
FECHA : 27/01/05

No. de lab.	Clave de campo	Distribución porcentual fracción arena							
		Arena %	Limo %	Arcilla %	Muy Gruesa	Gruesa	Media	Fina	Muy Fina
0127	Yurimaguas - 04	100	0	0	0.0	0.40	62.74	31.46	1.40
0128	Yurimaguas - 05	100	0	0	0.0	0.10	52.94	40.02	2.64
0129	Yurimaguas - 06	100	0	0	0.0	0.04	23.02	67.18	4.36



Rubén Bazán Tapia
Ing. Rubén Bazán Tapia
Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA – DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORMES DE ANÁLISIS – ESPECIAL EN SUELO

SOLICITANTE : CARMEN CONOPUMA
PROCEDENCIA : LORETO/ALTO AMAZONAS/YURIMAGUAS
REFERENCIA : H.R. 7977
FECHA : 18-19/03/05

Clave de campo	Grava		Arena		Limo %	Arcilla %	Distribución porcentual de fracción arena				
	Grava	Arena %	Muy Gruesa	Gruesa			Media	Fina	Muy fina		
Yurimaguas - 01	0.00	97.40	3.44	34.54	1.20	0.90	0	0.04	54.98	3.88	0.60
Yurimaguas - 02	0.00	58.00	0	0.04	40.00	2.00	0	0.06	78.48	1.78	56.04
Yurimaguas - 03	0.00	97.42	0.02	1.08	1.95	0.00	0	63.98	29.88	17.82	0.02
Yurimaguas - 04	0.00	97.85	0	0.38	0.90	0.86	0	82.79	8.08	29.88	3.61
Yurimaguas - 05	0.70	99.17	0.6	6.88	0.05	0.00	0.6	18.59	50.96	8.08	0.82
Progreso - 1	0.00	98.53	0	0.18	0.00	0.00	0	4.54	75.82	17.52	28.80
Progreso - 2	0.24	98.10	0.04	0.18	0.65	0.00	0.04	54.89	38.87	3.59	17.52
Progreso - 3	0.00	98.05	0.02	0.68	0.97	0.00	0.02	26.78	17.04	1.54	1.54
Progreso - 4	1.08	98.98	22.1	31.52	0.00	0.00	22.1	44.76	12.96	0.80	0.80
Progreso - 5	1.06	98.78	10.72	29.54	0.00	0.00	10.72	63.06	33.66	1.38	1.38
Laguna - 1	0.00	98.42	0	0.32	1.32	0.00	0	55.72	39.32	2.08	2.08
Laguna - 2	0.23	97.64	0.04	0.48	2.01	0.14	0.04	60.52	36.34	1.52	1.52
Laguna - 3	0.12	99.24	0.08	0.78	0.30	0.00	0.08	71.14	23.02	0.90	0.90
Laguna - 4	0.00	100.00	0.06	4.09	0.00	0.00	0.06	0.46	2.83	19.98	19.98
Laguna - 5	0.00	24	0.08	0.32	42	34	0.08				


Ing. Rubén Bazán Tapia
Jefe del Laboratorio



3.5.2.5- Conclusiones

En la sección de Lagunas, las muestras de fondo indican la predominancia de arenas medianas a finas. Solamente cerca del canal más profundo con las mayores velocidades se encontró arena gruesa (43%). En una única muestra del fondo se ve una parcela significativa de limo y arcilla que probablemente se originan de la propia ribera limosa.

En la sección de Progreso, ocurren solamente arenas de medianas a finas, con bajo porcentaje de arena gruesa. El punto en que se ubica la arena mas gruesa (22%), una vez mas se encuentra en el canal principal donde las velocidades son mas elevadas.

En la sección de Yurimaguas, se encontró solamente arena de mediana a fina, solamente una muestra presenta 11% de arena gruesa y esta ubicada en el canal con las mayores velocidades.

3.6. Medición de Corrientes Superficiales

3.6.1. Introducción

Para la determinación de la velocidad y dirección de las corrientes superficiales se empleo el método del flotador, el cual consiste en dejar flotador a la deriva, en una ubicación establecida previamente. El posicionamiento de la boya fue hecha, a cada 5 minutos, a través de un sistema DGPS de precisión métrica. Los elementos de arrastre sostenidos por los flotadores fueron fijados a una profundidad de 1.2m (centro del elemento).

Las mediciones fueron realizadas en cada uno de los 7 malos pasos detectados por batimetría, donde se consideró necesario conocer las líneas de flujos: Oro Mina, Metrópolis, Parapapura, Progreso, Providencia, Santa Cruz y Santa Maria.

Se ejecutaron 4 corridas en cada zona seleccionada, sumando en total 28 corridas para todos los malos pasos.



Boya equipada con elemento de arrastre y banderín



Boya dejada a la deriva, se observa lancha equipada con DGPS, lista para el seguimiento



Lancha hidrográfica acercándose cuidadosamente para dar posición a la boya que se desplaza

3.6.2. Resultados Obtenidos

Las tablas que se presentan en la siguiente pagina nos muestran los resultados obtenidos en las mediciones realizadas en los 7 malos pasos del tramo en estudio.

3.6.3. Determinación de las Trayectoria de las Corrientes

Las trayectorias de las líneas de flujo así como la magnitud y dirección de las velocidades de las corrientes superficiales, en cada uno de los 7 malos pasos críticos, fueron determinadas por la localización gráfica, en un plano, de los puntos correspondientes a los flotadores en función del tiempo.

Estas trayectorias son presentadas en los planos anexos:

- Mal Paso "SANTA CRUZ": MCSC- 01
- Mal Paso "PROGRESO": MCPR- 02
- Mal Paso "SANTA MARIA": MCSM- 03
- Mal Paso "ORO MINA": MCOM- 04
- Mal Paso "METRÓPOLIS": MCME- 05
- Mal Paso "PROVIDENCIA": MCPV- 06
- Mal Paso "PARANAPURA": MCPA- 07

Los planos presentan también las magnitudes y direcciones de las velocidades medias de las corrientes entre los momentos de la determinación de las trayectorias en las zonas de los malos pasos que se consideró necesarias.

Mal Paso "Oro Mina"

Flotador Verde

Puntos	Coordenadas del punto		Hora (GMT)	Distancia (m)	Tiempo (seg.)	Velocidad (m/seg.)
	X	Y				
72	369417	9359788	19:07			
74	369617	9360032	19:11	315,5	240	1,3
76	369896	9360323	19:16	403,1	300	1,3
78	370194	9360573	19:21	389,0	300	1,3
80	370505	9360783	19:26	375,3	300	1,3
82	370786	9360952	19:31	327,9	300	1,1
84	371079	9361111	19:36	333,4	300	1,1
86	371349	9361283	19:41	320,1	300	1,1
88	371654	9361490	19:46	368,6	300	1,2
90	371967	9361724	19:51	390,8	300	1,3
92	372291	9361930	19:56	383,9	300	1,3
94	369627	9359703	20:09			
96	369896	9359955	20:13	368,6	240	1,5
98	370289	9360240	20:18	485,5	300	1,6
100	370726	9360486	20:23	501,5	300	1,7
102	371085	9360715	20:28	425,8	300	1,4
104	371385	9360984	20:33	402,9	300	1,3
106	371681	9361264	20:38	407,5	300	1,4
108	371987	9361520	20:43	399,0	300	1,3
110	372299	9361741	20:48	382,3	300	1,3
112	372156	9361748	20:54	143,2	360	0,4
113	372498	9361949	20:59	396,7	300	1,3

Flotador Rojo

Puntos	Coordenadas del punto		Hora (GMT)	Distancia (m)	Tiempo (seg.)	Velocidad (m/seg.)
	X	Y				
73	369340	9359868	19:07			
75	369562	9360139	19:12	350,3	300	1,2
77	369863	9360435	19:17	422,2	300	1,4
79	370144	9360709	19:22	392,5	300	1,3
81	370426	9360970	19:27	384,2	300	1,3
83	370674	9361140	19:32	300,7	300	1,0
85	370994	9361267	19:37	344,3	300	1,1
87	371269	9361382	19:42	298,1	300	1,0
89	371582	9361607	19:47	385,5	300	1,3
91	371809	9361844	19:52	328,2	300	1,1
93	372031	9362039	19:57	295,5	300	1,0
95	369570	9359783	20:10			
97	369807	9360021	20:14	335,9	240	1,4
99	370160	9360279	20:19	437,2	300	1,5
101	370469	9360460	20:24	358,1	300	1,2
103	370712	9360612	20:29	286,6	300	1,0
105	370973	9360793	20:34	317,6	300	1,1
107	371243	9361009	20:39	345,8	300	1,2
109	371534	9361254	20:44	380,4	300	1,3
111	371842	9361512	20:49	401,8	300	1,3

Mal Paso "Metrópolis"

Flotador Verde

Puntos	Coordenadas del punto		Hora (GMT)	Distancia (m)	Tiempo (seg.)	Velocidad (m/seg.)
	X	Y				
18	368768	9356977	18:37			
20	368571	9357271	18:42	353,9	300	1,2
22	368471	9357597	18:47	341,0	300	1,1
24	368439	9358015	18:52	419,2	300	1,4
26	368552	9358485	18:57	483,4	300	1,6
28	368831	9358909	19:02	507,6	300	1,7
30	368482	9356516	19:13			
32	368427	9356899	19:18	386,9	300	1,3
34	368422	9357271	19:23	372,0	300	1,2
36	368401	9357650	19:28	379,6	300	1,3
38	368405	9358085	19:33	435,0	300	1,5
40	368544	9358464	19:38	403,7	300	1,3
42	368786	9358794	19:42	409,2	240	1,7
44	368410	9356481	19:51			
46	368330	9356928	19:56	454,1	300	1,5
48	368266	9357308	20:01	385,4	300	1,3
50	368262	9357622	20:05	314,0	240	1,3
52	368319	9357921	20:11	304,4	360	0,8
54	368439	9358216	20:16	318,5	300	1,1
56	368633	9358581	20:21	413,4	300	1,4

Flotador Rojo

Puntos	Coordenadas del punto		Hora (GMT)	Distancia (m)	Tiempo (seg.)	Velocidad (m/seg.)
	X	Y				
17	368826	9357072	18:36			
19	368615	9357411	18:41	399,3	300	1,3
21	368476	9357809	18:46	421,6	300	1,4
23	368464	9358276	18:51	467,2	300	1,6
25	368728	9358712	18:56	509,7	300	1,7
27	369008	9359211	19:01	572,2	300	1,9
29	368565	9356490	19:12			
31	368493	9356798	19:17	316,3	300	1,1
33	368466	9357130	19:22	333,1	300	1,1
35	368453	9357490	19:27	360,2	300	1,2
37	368417	9357933	19:32	444,5	300	1,5
39	368492	9358369	19:37	442,4	300	1,5
41	368741	9358715	19:41	426,3	240	1,8
43	368478	9356445	19:50			
45	368418	9356846	19:55	405,5	300	1,4
47	368387	9357247	20:00	402,2	300	1,3
49	368387	9357607	20:05	360,0	300	1,2
51	368387	9357995	20:10	388,0	300	1,3
53	368499	9358394	20:15	414,4	300	1,4
55	368766	9358803	20:20	488,4	300	1,6

Mal Paso "Paranapura"

Flotador Verde

Puntos	Coordenadas del punto		Hora (GMT)	Distancia (m)	Tiempo (seg.)	Velocidad (m/seg.)
	X	Y				
142	377624	9349484	18:39			
144	377623	9349883	18:44	399,0	300	1,3
146	377669	9350308	18:49	427,5	300	1,4
148	377749	9350674	18:54	374,6	300	1,2
150	377883	9351006	18:59	358,0	300	1,2
152	378070	9351276	19:04	328,4	300	1,1
154	378286	9351492	19:09	305,5	300	1,0
156	378569	9351665	19:14	331,7	300	1,1
158	378966	9351775	19:19	412,0	300	1,4
160	379442	9351823	19:24	478,4	300	1,6
164	377805	9349433	19:46			
166	377811	9349829	19:50	396,0	240	1,7
168	377841	9350255	19:55	427,1	300	1,4
170	377952	9350668	20:00	427,7	300	1,4
172	378128	9351043	20:05	414,2	300	1,4
174	378390	9351382	20:10	428,4	300	1,4
176	378743	9351622	20:15	426,9	300	1,4
178	379178	9351749	20:20	453,2	300	1,5
180	379656	9351798	20:25	480,5	300	1,6

Flotador Rojo

Puntos	Coordenadas del punto		Hora (GMT)	Distancia (m)	Tiempo (seg.)	Velocidad (m/seg.)
	X	Y				
143	377546	9349491	18:40			
145	377536	9349843	18:45	352,1	300	1,2
147	377534	9350222	18:50	379,0	300	1,3
149	377546	9350555	18:55	333,2	300	1,1
151	377600	9350844	19:00	294,0	300	1,0
153	377736	9351095	19:05	285,5	300	1,0
155	377933	9351353	19:10	324,6	300	1,1
157	378231	9351581	19:15	375,2	300	1,3
159	378576	9351700	19:20	364,9	300	1,2
161	378988	9351796	19:25	423,0	300	1,4
162	379451	9351821	19:30	463,7	300	1,5
163	379943	9351794	19:35	492,7	300	1,6
165	377715	9349459	19:46			
167	377693	9349856	19:51	397,6	300	1,3
169	377734	9350258	19:56	404,1	300	1,3
171	377816	9350642	20:01	392,7	300	1,3
173	377961	9351003	20:06	389,0	300	1,3
175	378186	9351333	20:11	399,4	300	1,3
177	378465	9351559	20:16	359,1	300	1,2
179	378821	9351720	20:21	390,7	300	1,3
181	379278	9351791	20:26	462,5	300	1,5
182	379810	9351799	20:31	532,1	300	1,8

Mal Paso "Progreso"

Flotador Verde

Puntos	Coordenadas del punto		Hora (GMT)	Distancia (m)	Tiempo (seg.)	Velocidad (m/seg.)
	X	Y				
16	392952	9375371	16:06			
18	393280	9375531	16:11	364,9	300,00	1,2
20	393661	9375739	16:16	434,1	300,00	1,4
22	394077	9376047	16:21	517,6	300,00	1,7
24	394416	9376434	16:26	514,5	300,00	1,7
26	394714	9376815	16:31	483,7	300,00	1,6
28	394944	9377169	16:36	422,2	300,00	1,4
30	395095	9377536	16:41	396,9	300,00	1,3
32	392746	9375108	16:51			
34	393108	9375304	16:56	411,7	300,00	1,4
36	393433	9375509	17:01	384,3	300,00	1,3
38	393780	9375747	17:06	420,8	300,00	1,4
40	394128	9376046	17:11	458,8	300,00	1,5
42	394458	9376431	17:16	507,1	300,00	1,7
44	394764	9376817	17:21	492,6	300,00	1,6
46	395016	9377202	17:26	460,1	300,00	1,5

Flotador Rojo

Puntos	Coordenadas del punto		Hora (GMT)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (m/seg.)
	X	Y				
15	392984	9375320	16:05			
17	393308	9375486	16:10	364,0	300,00	1,2
19	393659	9375693	16:15	407,5	300,00	1,4
21	394030	9375963	16:20	458,8	300,00	1,5
23	394360	9376339	16:25	500,3	300,00	1,7
25	394677	9376723	16:30	497,9	300,00	1,7
27	394934	9377090	16:35	448,0	300,00	1,5
29	395095	9377461	16:40	404,4	300,00	1,3
31	392781	9375018	16:50			
33	393234	9375184	16:55	482,5	300,00	1,6
35	393618	9375343	17:00	415,6	300,00	1,4
37	393929	9375517	17:05	356,4	300,00	1,2
39	394157	9375748	17:10	324,6	300,00	1,1
41	394321	9376018	17:15	315,9	300,00	1,1
43	394450	9376323	17:20	331,2	300,00	1,1
45	394665	9376622	17:25	368,3	300,00	1,2
47	394901	9376900	17:30	364,7	300,00	1,2
48	395055	9377169	17:35	310,0	300,00	1,0

Mal Paso "Providencia"

Flotador Verde

Puntos	Coordenadas del punto		Hora (GMT)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (m/seg.)
	X	Y				
2	380742	9353535	21:08			
4	380746	9353967	21:12	432.0	240	1.8
6	380664	9354428	21:17	468.2	300	1.6
8	380555	9354933	21:22	516.6	300	1.7
10	380299	9355364	21:28	501.3	360	1.4
12	380050	9355639	21:32	371.0	240	1.5
14	380685	9353496	21:51			
16	380646	9353904	21:56	409.9	300	1.4
18	380622	9354301	22:01	397.7	300	1.3
20	380590	9354724	22:06	424.2	300	1.4
22	380387	9355153	22:11	474.6	300	1.6
24	380070	9355501	22:16	470.7	300	1.6
26	379905	9355544	22:19			
28	379615	9355762	22:24	362.8	300	1.2
30	379371	9356012	22:29	349.3	300	1.2
32	379191	9356282	22:34	324.5	300	1.1

Flotador Rojo

Puntos	Coordenadas del punto		Hora (GMT)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidades (m/seg.)
	X	Y				
1	380817	9353477	21:07			
3	380817	9353879	21:12	402.0	300	1.3
5	380765	9354339	21:17	462.9	300	1.5
7	380624	9354840	21:22	520.5	300	1.7
9	380368	9355306	21:27	531.7	300	1.8
11	380075	9355632	21:32	438.3	300	1.5
13	380747	9353395	21:50			
15	380737	9353839	21:55	444.1	300	1.5
17	380722	9354301	22:00	462.2	300	1.5
19	380621	9354842	22:05	550.3	300	1.8
21	380364	9355309	22:10	533.0	300	1.8
23	380118	9355611	22:15	389.5	300	1.3
25	380039	9355581	22:18			
27	379681	9355896	22:23	476.9	300	1.6
29	379420	9356193	22:28	395.4	300	1.3
31	379181	9356459	22:33	357.6	300	1.2

Mal Paso "Santa Cruz"

Flotador Verde

Puntos	Coordenadas del punto		Hora (GMT)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (m/seg.)
	X	Y				
3	400811	9397532	14:02			
5	400971	9397226	14:06	345.3	240.00	1.4
7	401021	9396970	14:11	260.8	300.00	0.9
11	401166	9396739	14:21	272.7	600.00	0.5
13	401286	9396573	14:26	204.8	300.00	0.7
15	400995	9396799	14:31	368.5	300.00	1.2
17	400936	9396885	14:36	104.3	300.00	0.3
19	400860	9397563	14:43			
21	401089	9397072	14:48	541.8	300.00	1.8
25	401431	9396741	14:58	475.9	600.00	0.8
27	401624	9396601	15:03	238.4	300.00	0.8
29	401573	9396615	15:08	52.9	300.00	0.2
31	401678	9396591	15:13	107.7	300.00	0.4
33	401805	9396625	15:18	131.5	300.00	0.4
35	401939	9396743	15:22	178.5	240.00	0.7
38	402241	9397079	15:27	451.8	300.00	1.5

Flotador Rojo

Puntos	Coordenadas del punto		Hora (GMT)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (m/seg.)
	X	Y				
2	400755	9397552	14:01			
4	400912	9397261	14:05	330.7	240.00	1.4
6	401018	9396976	14:10	304.1	300.00	1.0
10	401188	9396772	14:20	265.5	600.00	0.4
12	401221	9396635	14:25	140.9	300.00	0.5
14	401294	9396579	14:30	92.0	300.00	0.3
16	401235	9396590	14:36	60.0	360.00	0.2
18	400825	9397590	14:42			
20	401140	9397066	14:47	611.4	300.00	2.0
22	401376	9396792	14:52	361.6	300.00	1.2
24	401595	9396605	14:57	288.0	300.00	1.0
30	401628	9396607	15:12	33.1	900.00	0.1
32	401706	9396602	15:17	78.2	300.00	0.3
34	401909	9396702	15:21	226.3	240.00	0.9
37	402154	9397088	15:27	457.2	360.00	1.3

Mal Paso "Santa Maria"

Flotador Verde

Puntos	Coordenadas del punto		Hora (GMT)	Distancia (m)	Tiempo (seg)	Velocidad (m/seg.)
	X	Y				
2	378648	9360619	13:38			
4	379010	9360405	13:43	420.5	300	1.4
6	379389	9360207	13:48	427.6	300	1.4
8	379787	9360090	13:53	414.8	300	1.4
10	380155	9359973	13:58	386.2	300	1.3
12	380507	9359883	14:03	363.3	300	1.2
14	380823	9359885	14:08	316.0	300	1.1
16	381163	9359932	14:13	343.2	300	1.1
18	381536	9360044	14:18	389.5	300	1.3
20	381833	9360182	14:23	327.5	300	1.1
22	382071	9360389	14:28	315.4	300	1.1
24	382273	9360572	14:33	272.6	300	0.9
26	382502	9360706	14:38	265.3	300	0.9
28	382724	9360870	14:43	276.0	300	0.9
30	382922	9361029	14:48	253.9	300	0.8
32	383187	9361208	14:53	319.8	300	1.1
34	383522	9361412	14:58	392.2	300	1.3
38	378617	9360575	15:17			
40	379007	9360346	15:22	452.3	300	1.5
42	379367	9360158	15:26	406.1	240	1.7
44	379752	9360025	15:32	407.3	360	1.1
46	380108	9359914	15:37	372.9	300	1.2
48	380488	9359838	15:42	387.5	300	1.3
50	380858	9359842	15:47	370.0	300	1.2
52	381239	9359898	15:52	385.1	300	1.3
54	381616	9359985	15:57	386.9	300	1.3

Puntos	Coordenadas del punto		Hora (GMT)	Distancia	Tiempo	Velocidad
	X	Y		(m)	(seg)	(m/seg.)
56	381973	9360074	16:02	367.9	300	1.2
58	382311	9360161	16:07	349.0	300	1.2
60	382538	9360322	16:12	278.3	300	0.9
62	382697	9360504	16:17	241.7	300	0.8
64	382832	9360695	16:22	233.9	300	0.8
66	382996	9360893	16:27	257.1	300	0.9
68	383183	9361086	16:32	268.7	300	0.9
70	383423	9361267	16:37	300.6	300	1.0

Flotador Rojo

Puntos	Coordenadas del punto		Hora (GMT)	Distancia	Tiempo	Velocidad
	X	Y		(m)	(seg)	(m/seg.)
3	378691	9360665	13:39			
5	378999	9360512	13:44	343.9	300	1.1
7	379280	9360326	13:49	337.0	300	1.1
9	379653	9360232	13:54	384.7	300	1.3
11	379996	9360162	13:59	350.1	300	1.2
13	380332	9360133	14:04	337.2	300	1.1
15	380631	9360097	14:09	301.2	300	1.0
17	380876	9360088	14:14	245.2	300	0.8
19	381110	9360113	14:19	235.3	300	0.8
21	381370	9360208	14:24	276.8	300	0.9
23	381630	9360361	14:29	301.7	300	1.0
25	381885	9360535	14:34	308.7	300	1.0
27	382257	9360743	14:39	426.2	300	1.4
29	382547	9360935	14:44	347.8	300	1.2
31	382737	9361037	14:49	215.6	300	0.7
33	382978	9361170	14:54	275.3	300	0.9
35	383196	9361286	14:59	246.9	300	0.8
36	383362	9361382	15:03	191.8	240	0.8
37	378588	9360553	15:16			
39	378979	9360326	15:21	452.1	300	1.5
41	379322	9360153	15:26	384.2	300	1.3
43	379664	9360037	15:31	361.1	300	1.2
45	380007	9359924	15:36	361.1	300	1.2
47	380384	9359835	15:41	387.4	300	1.3
49	380777	9359806	15:46	394.1	300	1.3
51	381171	9359835	15:51	395.1	300	1.3
53	381562	9359887	15:56	394.4	300	1.3
55	381978	9359936	16:01	418.9	300	1.4
57	382361	9359994	16:06	387.4	300	1.3
59	382641	9360144	16:11	317.6	300	1.1
61	382823	9360339	16:16	266.7	300	0.9
63	382938	9360522	16:21	216.1	300	0.7
65	383063	9360728	16:26	241.0	300	0.8
67	383215	9360958	16:31	275.7	300	0.9
69	383426	9361188	16:36	312.1	300	1.0

INDICE

CAPITULO IV

GEOLÓGIA Y GEOMORFOLÓGIA

4.1 GENERALIDADES.

4.2 OBJETIVOS DEL RECONOCIMIENTO.

4.3 METODOLOGÍA.

- 4.3.1 Etapa de gabinete I.
- 4.3.2 Etapa de campo.
- 4.3.3 Ensayos de laboratorio.
- 4.3.4 Etapa de gabinete II.

4.4 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.

4.4.1 LLANURA AMAZÓNICA.

4.4.1.1 Llanura de Inundación Estacional.

- 4.4.1.1.1 Meandros abandonados.
- 4.4.1.1.2 Playas.
- 4.4.1.1.3 Complejo de orillas o restingas.
- 4.4.1.1.4 Barras e islas fluviales.
- 4.4.1.1.5 Islas.

4.4.1.2 Llanuras de Inundación Permanente.

- 4.4.1.2.1 Colinas bajas
- 4.4.1.2.2 Terrazas
 - 4.4.1.2.2.1 Terrazas altas
 - 4.4.1.2.2.2 Terrazas medias.
 - 4.4.1.2.2.3 Terrazas bajas.

4.5 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y/O TECTONICA.

- 4.5.1 Anticlinal Yurimaguas.
- 4.5.2 Falla Santa Cruz.
- 4.5.3 Depresión Ucamara.

4.6 ASPECTOS GEOLÓGICOS.

- 4.6.1 Depósitos Fluviales.
- 4.6.2 Depósitos Aluviales.
- 4.6.3 Depósitos Palustres.
- 4.6.4 Deposito Ucamara.
- 4.6.5 Formación Ucayali.
- 4.6.6 Formación Iparuro.
- 4.6.7 Formación Chambira.

4.7 ASPECTOS HIDRODINÁMICOS O GEODINÁMICO EXTERNA.

- 4.7.1 Factores Estáticos.
- 4.7.2 Factores Dinámicos.
- 4.7.3 Erosión Fluvial.
- 4.7.4 Derrumbes y Deslizamientos.
- 4.7.5 Migración de Cauces y/o Evolución de Meandros.
- 4.7.6 Inundaciones.
- 4.7.7 Áreas de malos Pasos.
- 4.7.8 Los Procesos Geodinámicos y Desarrollo de Meandros.

4.8 EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL BORDE EXTERIOR DE RIVERAS DE MEANDROS.

4.9 CALIDAD DE SUELOS ENTRE MEANDROS PRÓXIMOS.

4.10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

GEOLÓGIA Y GEOMORFOLOGIA

4.1 Generalidades.

Para realizar el estudio geológico y geomorfológico se han realizado trabajos de campo (calicatas, trincheras, etc.) a lo largo de los 220 km. del río Huallaga. Además se ha realizado un análisis de las imágenes satelitales multiespectrales y de radar.

4.2 Objetivos Del Reconocimiento.

En esta fase, los objetivos se han orientado básicamente a la determinación de las características Geológicas y Geomorfológicas por las que se emplaza el río Huallaga en el tramo de interés, y complementariamente definir las condiciones Estructurales y/o Tectónicas, así como los Fenómenos Hidrodinámicos o de Geodinámica Externa.

Con la finalidad de determinar la estabilidad de los taludes del borde exterior (ribera) de los meandros se definieron las características físico – mecánicas de los materiales que los conforman, y de este modo establecer su resistencia y/o propensión al desplazamiento. También constituyeron nuestros objetivos, la determinación de las características geotécnicas de los trechos (terrenos angostos) entre meandros próximos que a futuro puedan unirse, abandonando el anterior curso. En ambos casos, elaborándose los perfiles estratigráficos correspondientes.

4.3 Metodología.

El presente trabajo comprendió dos fases:

4.3.1 Etapa de Gabinete I

Consistió en la recopilación, selección y evaluación de la información bibliográfica disponible, siendo los siguientes:

- Cuadrángulos Geológicos de Yurimaguas, Santa Cruz y Lagunas del INGEMMET, a la escala 1:100,000.
- Hojas del Instituto Geográfico Nacional (IGN) de río Shishinahua, Yurimaguas y Lagunas a la escala 1:100,000.
- Imágenes Satélite Landsats TM bandas 7, 4, 2, (RGB)
- Carta de Practicaje del Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía.

4.3.2 Etapa de Campo.

- Recorrido fluvial de la ruta, materia del estudio.
- Delimitación de unidades geomorfológicas y geológicas por las que atraviesa el río en el tramo de interés.
- Determinación de los fenómenos de Geodinámica Externa que afectan a las actuales riberas.
- Ejecución de prospecciones geotécnicas; trincheras en la ribera exterior de los meandros y calicatas en los terrenos en que hay propensión a la unificación de meandros próximos.

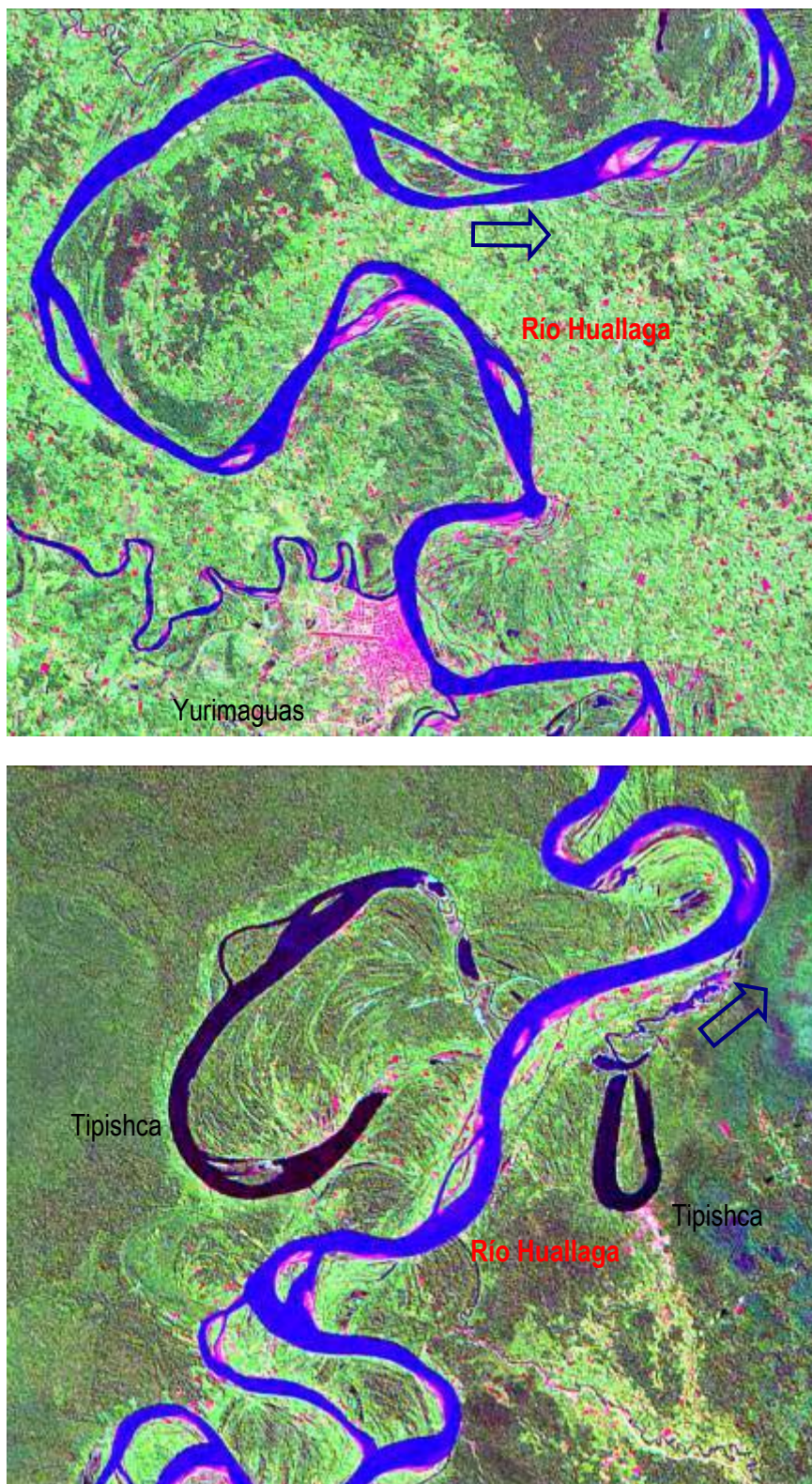


Fig. N° 4.1: Imagen LanSat ETM+ , en la parte superior se observa la ciudad de Yurimaguas que se ubica en una zona relativamente estable, en la figura inferior se aprecia una zona del río que ha sufrido la rotura de meandros dando como resultado la formación de tipishcas y un cambio en el curso.

4.3.3 Ensayos de Laboratorio

Las muestras obtenidas en la fase de campo fueron sometidas en nuestro Laboratorio a los siguientes ensayos:

- Análisis Granulométrico por Tamizado, ASTM D 422 y AASHTO T-88
- Limite Líquido y Plástico, ASTM 4318 y AASHTO T-90
- Porcentaje de Contenido de Humedad Natural, ASTM D-2216
- Clasificación de Suelos SUCS y AASHTO ASTM D- 2187

4.3.4 Etapa de Gabinete II

Con los resultados de los ensayos de Laboratorio se confeccionaron los diferentes perfiles estratigráficos, luego se efectuaron reajustes de los datos de campo y finalmente culminó en la elaboración del presente informe.

4.4 Aspectos Geomorfológicos.

El tramo del río Huallaga, entre Yurimaguas y su confluencia con el río Marañón, corresponde al curso inferior del mismo y se emplaza en su totalidad en la llanura amazónica.

4.4.1 Llanura Amazónica.

Esta unidad se caracteriza por presentar relieve sub – horizontal a horizontal, en una morfología predominante suave, con una altitud que oscila entre los 100 m.s.n.m, conformada por lomadas y colinas bajas alternada con presencia de terrazas y hondonadas locales, las cuales están sobresaturadas, constituyendo pequeñas lagunas.

El río Huallaga, atraviesa la llanura con dirección general NE hasta la confluencia con el Marañón en la localidad de Triunfo, con un recorrido meandriforme y sinuoso.

El río en consideración, de acuerdo a la topografía del territorio circundante se puede sub - dividir en los siguientes sub – tramos: de colinas bajas, entre Yurimaguas y Providencia (Km. 225+000 al 164+000); Sub tramo intermedio, entre Providencia y Bello Horizonte (Km. 164+000 al Km. 100+000) conformado por terrazas altas a medias; y sub tramos final o de confluencia, entre Bello Horizonte y San Miguel de Eureka (Km. 100+000 al 000+000) constituida por terrazas bajas.

La llanura amazónica a su vez se divide en:

4.4.1.1 Llanura de Inundación Estacional.- Son terrenos llanos cubiertos por agua, solamente en el periodo de precipitaciones pluviales, están conformadas por acumulaciones de arcillas y limos.

Está comprendido por otras geoformas que son: meandros abandonados, playas, complejo de orillas o restingas, barras e islas fluviales, los que a continuación se describen.

Meandros abandonados.- Se observan a todo lo largo del curso del río los cuales consisten de cursos de agua abandonados por las divagaciones convenientes a través del tiempo. En las imágenes satelitales se pueden apreciar varios diseños de

estriaciones del tipo media luna, semiconcéntrica, de forma de abanico y otras completamente irregulares.

Playas.- Las playas son acumulaciones de sedimentos formados en los puntos más elevados de los cauces de los ríos, los que por descenso del nivel de agua en el periodo de vaciantes aparecen en las riberas de estos.

En el tramo de estudio se observaron acumulaciones de arena blanca en ambas riveras, estas acumulaciones están compuestas principalmente por cuarzo de grano medio, anguloso a sub anguloso, debido al poco transporte y la dinámica del río.

Complejo de orillares o restingas.- Están constituidos por sucesiones de barras arenosas elevadas y fajas depresionadas, estas ultimas se encuentran cubiertas casi permanentemente por agua superficial. Son originadas por la migración del río de curso meándrico, de anchos variables, representa el resultado de la migración del curso del río durante la formación de una nueva playa alcanzando hasta 4 m de altura. Estas restingas o crestas son observables a lo largo del río.

Barras e islas fluviales.-Las barras son de un tipo de depósito formado en las márgenes o dentro del cauce del río a consecuencia de la acumulación de sedimentos retenidos por obstáculos en las márgenes o en el centro del canal debido a la disminución de la velocidad de las corrientes, que al haber un descenso temporal en el nivel de aguas quedan descubiertas a manera de barras en el río Ucayali, son comunes las barras cuyas extensiones no sobrepasan el Kilómetro, de forma elíptica y alargadas cuyo eje mayor coincide con la dirección de la corriente.

Islas.- Son elevaciones preexistentes del terreno que fueron rodeadas por las aguas del río al experimentar una variación en el cauce, debido a sus divagaciones; tiene formas elípticas y alargadas y su eje mayor coincide con la dirección de la corriente.

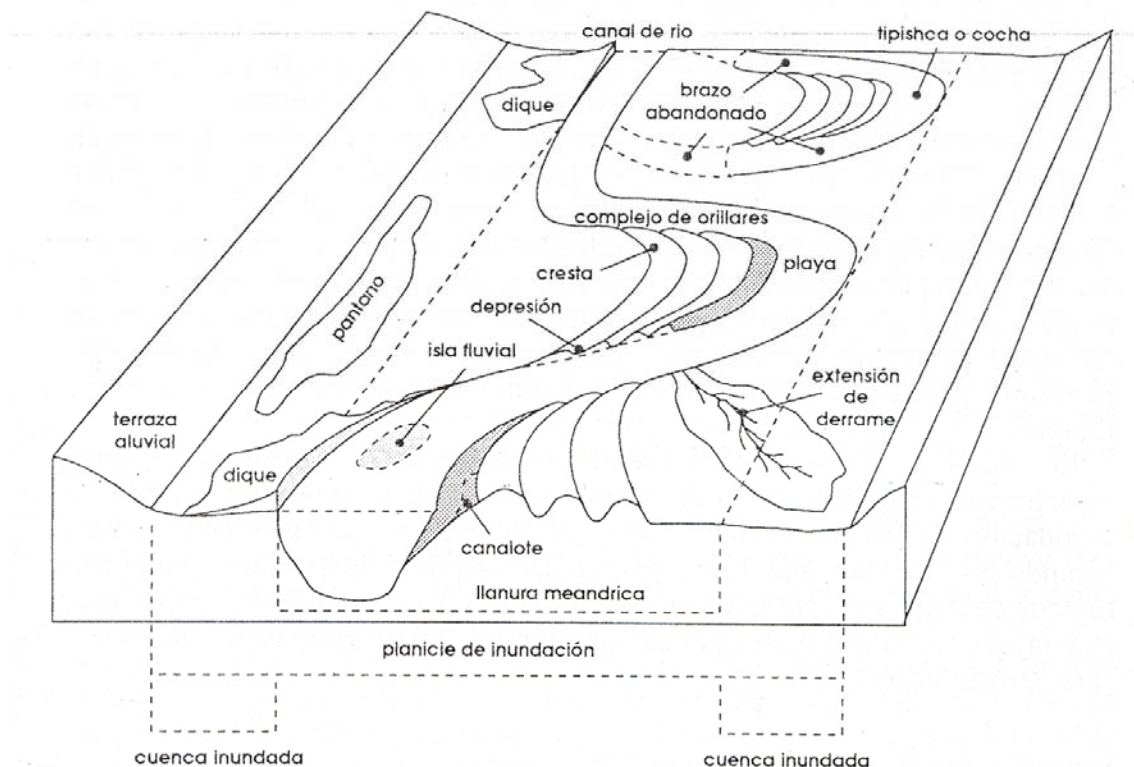


Fig. N° 4.2: Principales términos de Geomorfología Fluvial

4.4.1.2 **Llanuras de Inundación Permanente.**- Son terrenos de topografía plano-convexa ligeramente depresionada, que se encuentran generalmente en los sectores internos de las llanuras de inundación. Están constituidas de acumulaciones de materiales limo-arcillosos inconsolidados.

La llanura inundada permanentemente, contiene terrenos hidromórficos cenagosos, donde el agua superficial que las cubre, proviene de las crecientes mayores que sobrepasan las crestas de los lechos inundables estacionales, donde el drenaje se ve dificultado por el escaso desnivel de altura existente con la corriente fluvial, por la naturaleza arcillosa impermeable y la ligera convexidad del llano. El resultado es un terreno permanentemente inundado, en el que continúa el proceso de decantación paulatina de limos y arcillas por los esporádicos aportes hídricos. Son áreas con una red de drenaje muy pobre e inexistente, conformado por sedimentos finos que dan lugar a extensas áreas pantanosas donde crecen palmeras hidrofíticas tales como el aguaje el puntal, el ungurahui y el gramalote.

En su trayectoria recibe el aporte de diversas quebradas. Durante la época de lluvias su caudal se incrementa notoriamente (creciente) llegando a inundar extensas zonas bajas próximas a sus riberas.

El río mantiene su curso meándrico en todo su trayecto a causa de la migración lateral del cauce, formándose numerosas cochas (lagunillas) y meandros abandonados.

Esta unidad está constituida, a su vez, de las sub unidades Colinas Bajas y Terrazas, las mismas que continuación se describen:

Colinas Bajas.- Son elevaciones moderadas de terreno cubiertas por bosques cuya altura es del orden de 30 m. Los taludes en riberas están expuestos a procesos de erosión y/o socavación, corresponde al tramo de río comprendido entre Yurimaguas y Progreso.



Fig. N° 4.3: Vista de ribera del curso superior del río véase las colinas bajas.

Terrazas.- Son elevaciones de terreno en forma escalonada distribuidas en ambas márgenes del río.

Estas terrazas han sido formadas en la llanura por socavamiento y erosión del propio cauce. El socavamiento se debe a periodos de rejuvenecimiento que modifican su nivel base.

Se tienen terrazas a diferentes edades, siendo las más altas y alejadas de los actuales cauces, las más antiguas; y las más bajas, cerca del cauce, las más jóvenes.

Terrazas Altas.- Son terrenos de morfología llana, disectadas y no inundables. Presenta alturas promedio de 6 a 20 m. sobre el nivel de aguas.

Terrazas Medias.- Son terrenos de superficie llana de menor altura que las anteriores, inundables en épocas en que el río incrementa al máximo el nivel de sus aguas debido a las precipitaciones pluviales intensas, depositando sedimentos finos de limos y arcillas.

Terrazas Bajas.- Son terrenos de morfología plana sujeta inundaciones periódicas en épocas propias de precipitaciones pluviales, los que traen consigo un aumento estacionario del nivel de aguas; los sedimentos son de los tipo limo-arcillosos y arenas (fina a media). Se adjunta el Mapa Geológico.



Fig. N° 4.4: Terraza inferior, nótese el desmoronamiento típico de pequeña envergadura.

4.4 geología estructural y/o tectónica.

El río Huallaga al emplazarse en su totalidad por la llanura Amazónica está afectada por las siguientes estructuras:

4.4.1 Anticlinal Yurimaguas.- Este plegamiento transcurre oblicuamente al curso del río Huallaga atravesando los parajes de Pto. Arturo, Dos de Mayo Y Nueva Era, razón por ello es que estas zonas son ligeramente elevadas, correspondiendo a la geomorfología de colinas bajas.

4.4.2 Falla Santa cruz.- Esta estructura coincide con la orientación del río Huallaga entre las localidades de Santa Cruz – Lagunas y San Miguel de Eureka, en la desembocadura del río Huallaga, tiene una extensión de 41 Kms. Con dirección NE – SO, conocido también como Lineamiento Santa Cruz.

4.5.3 Depresión de Ucamara.- Esta concavidad se encuentra desde Bello Horizonte hasta la confluencia con el Marañón, coincidente con el Lineamiento Santa Cruz, conformada por pantanos y lagos, tectónicamente, representa una subsidencia activa. Las referidas estructuras no tienen mayor incidencia en la estabilidad de los taludes de terrazas y/o terrenos intermedios entre meandros próximos.

4.6 Aspectos Geológicos.

La Estratigrafía del tramo de interés está conformada predominantemente por los depósitos cuaternarios de origen fluvial y aluvial (90%), y en el tramo inicial (entre Yurimaguas y Santa Maria) del río, en sus riberas logra contactarse y/o afectar formaciones rocosas del Terciario: las Formaciones Chambira, Iparuro y Ucayali. A continuación se procede a la descripción de las diferentes unidades.

4.6.1 Depósitos Fluviales.

Conformado por sedimentos del río Huallaga, depositados recientemente, por lo que se ubican en los causes y llanuras de inundación y terrazas, generalmente de presencia temporal, porque en las próximas crecientes serán cubiertas, erosionadas y transportadas. Están conformadas por arena, predominantemente fina a media en condición suelta El río transcurre en el 95% delimitado por estos depósitos en ambos márgenes.

4.6.2 Depósitos Aluviales.

Conformados por depósitos de llanuras de inundación estacional, adyacentes a las riberas del Huallaga, pudiendo extenderse en variadas distancias, siendo las mayores del orden de los 15 Km., en la confluencia con el río Marañón. Generalmente están a continuación (Lateralmente) de los depósitos fluviales alejados de los actuales cauces.

Estos depósitos se encuentran formando superficies planas o ligeramente onduladas no bien drenadas, las huellas dejadas por la acción fluvial permiten clasificarlas en: Superficies Altas “restingas” de inundación periódica por lluvias excesivas y superficies moderadamente bajas e inundables por la ocurrencia de lluvias normales.

Los depósitos se originan por las inundaciones durante la crecida de los ríos, que tienen gran contenido de materiales en suspensión, el producto son masas y finas laminillas de limo - arcillitas que presentan grietas de disección durante la temporada de variante, las mismas que son estabilizadas por vegetación de crecimiento rápido.

Son reconocidas fácilmente en las imágenes de satélite por las huellas de la actividad fluvial que dejan canales en forma de arco aproximadamente paralelos, ya que su orientación es también paralela al cauce del río. Las restingas o alturas moderadas son ocupadas por centros poblados, porque además son adecuados como terreno de cultivo, pero de rendimiento bajo (producción de plátano, yuca, etc.).

4.6.3 Depósitos Palustres.

Están constituidos por terrenos saturados de agua casi permanentemente y cubiertas de vegetación baja, se encuentran en las inmediaciones del río, son abastecidas de agua de las áreas vecinas o por lluvias estacionales, están constituidas por aguas oscuras y tranquilas, un drenaje deficiente ocasionando depósitos de turberas, y su litología la conforman limos y materia orgánica en descomposición. Los pantanos son los típicos representantes de estos depósitos.

4.6.4 Deposito Ucamara.

Se ubica próximo al lineamiento de Santa Cruz encontrándose ligeramente alejado del río desde Pampa Hermosa hasta Triunfo, en la confluencia con el río Marañón, también toma la denominación de Depresión Ucamara por corresponder a una superficie extensa (cóncava abandonada) inundable (superficialmente plana).

Estos depósitos están constituidos por limos de color gris, intercalados con areniscas de grano fino a medio, cuarzosas, sub angulosos a sub redondeadas, de color marrón a gris marrón, afloran a manera de islas de superficie planas muy raramente inundables debido a que son áreas relativamente de poca actividad; por lo general, están cubiertos por sedimentos recientes.

4.6.5 Formación Ucayali.

Esta unidad es contactada por el río a 5 Km. antes de Lagunas, en el paraje de San Ramón (Km. 57+000) en la rivera rocosa, en una longitud de 300 metros, constituida por lodolitas y arcillitas, marrón amarillentas - rojizas mezclada y/o intercalada de arena media a gruesa y conglomerados (ver fotografías).

Se le considera un ambiente deposicional continental, predominantemente aluvial-lagunar. La estabilidad de esta formación puede considerarse moderada para condiciones naturales. Sin embargo, en taludes en riberas son propensos a desplazamientos considerables de masas de materiales, por la fácil alteración de las lodolitas y argilitas, arrastrando consigo los horizontes de areniscas y conglomerados, que las soportan y/o intercalan.



Fig. N° 4.5: Ribera rocosa de la formación Ucayali en San Ramón (Km. 57)

4.6.6 Formación Iparuro.

Esta unidad es erosionada y/o contactada por el río Huallaga en el poblado de Yurimaguas y por su margen derecha, entre Providencia y Dos de Mayo (Km. 211+000 al Km. 204+000) y por la margen izquierda de Nueva Reforma hasta Huanuscha (Km. 200+500 al 193+000) y en las riberas del Km. 189+000.

Esta Formación está conformada por estratos de limo - argilita poca compactas, con coloraciones amarillo - rojizas, alternadas con conglomerados, ocasionalmente interdigitadas con areniscas disgregables, de coloración gris blanquecina. El comportamiento geotécnico de esta formación es similar que de la Formación Ucayali.



Fig. N° 4.6: Vista de la calicata en el Km. 207 (Formación Iparuro).

4.6.7 Formación Chambira.

El río Huallaga la contacta por su margen derecha en las riberas de Puerto Arturo hasta Providencia (Km. 215+000 al Km. 211+000), en las orillas de Dos de Mayo entre Km. 204+000 al 206+000, por la margen izquierda entre Huanuscha y Rosa de América (Km. 103+200 al Km. 189+000).

Esta unidad está conformada por una intercalación de areniscas y limo- arcillitas, en estratos delgados, de tonalidades rojizas a amarillentas.

En los cortes de riberas los estratos de limo - arcillitas se desmoronan por los cambios bruscos de temperatura, arrastrando por socavamiento los estratos de areniscas.



Fig. Nº 4.7: Km. 205, ribera en proceso crónico corresponde a la Formación Chambira de areniscas, arcillas y limus.

4.7 Geodinámica Externa.

En la generación de los Fenómenos de Geodinámica Externa intervienen directa o indirectamente los siguientes factores:

4.7.1 Factores Estáticos

Por la topografía del terreno, litología (suelos y rocas), rasgos estructurales (fallas, estratificación, fracturas, etc.) y factores hidrometeorológicos.

4.7.2 Factores Dinámicos

Las precipitaciones pluviales (eventuales rayos), cuya acción influyen en la inestabilidad de las masas rocosas o suelos, la actividad sísmica en relación a su intensidad y magnitud por la gravedad.

Se ha distinguido los siguientes tipos de procesos de Geodinámica externa:

4.7.3 Erosión Fluvial

Que afecta a las riberas y está relacionada a las fluctuaciones del nivel del río: creciente y vaciantes, produciéndose en los taludes, por la naturaleza de sus materiales, saturación, disminución del nivel de aguas, pérdida de cohesión, deslizamientos y/o derrumbes por la dinámica fluvial.

4.7.4 Derrumbes y Deslizamientos.

Son desplazamientos de masas de suelos y/o fragmentos rocosos, por efectos de erosión de riberas de meandro y son de variada envergadura.

Estos fenómenos representan problemas para las embarcaciones menores, por cuanto los materiales al desplazarse arrastran consigo grandes volúmenes de suelos y árboles ocasionando enormes remolinos y fuertes oleajes.

4.7.5 Migración de Cauces y/o Evolución de Meandros.

Por la dinámica fluvial se producen frecuentes cambios en la orientación del río, el reacomodo (transporte y deposición) de los materiales procedente de los efectos de erosión conforman playas próximas a las riveras y/o en medio del cauce.

Después de cada periodo de cambio se genera en los mismos sitios o cambian de ubicación hasta desaparecer, dejando alejada de la nueva orilla a centros poblados pudiendo en algunas veces, unirse dos meandros próximos, consiguientemente abandonando el curso intermedio anterior.

4.7.6 Inundaciones.

Las fuertes precipitaciones que ocurren en la Amazonía en las épocas de creciente (Octubre a Marzo) incrementan considerablemente el caudal del río y sus tributarios, inundando las llanuras así como a las terrazas bajas y medias de las riberas.

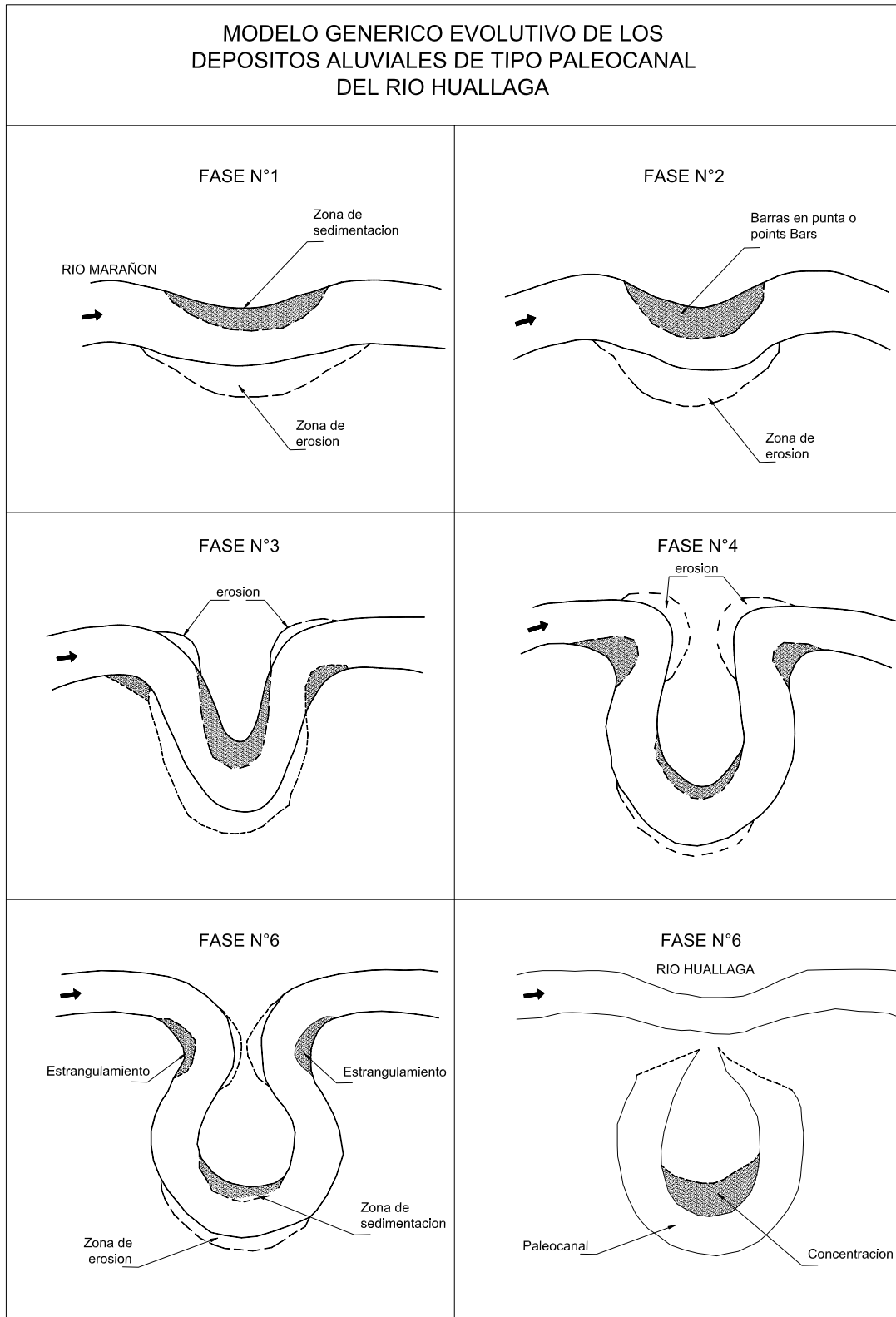
4.7.7 Áreas de Malos Pasos.

Se lograron identificar (07) malos pasos en el tramo del río Huallaga comprendido entre Yurimaguas y la confluencia con el Marañón.

Esta información ha sido confrontada con los resultados del levantamiento batimétrico detallado que se realizó en cada zona seleccionada estableciéndose de manera definitiva los malos pasos en relación al tirante mínimo requerido de 4 pies que se establece en las bases. Los malos pasos identificados son los siguientes:

- Mal Paso 01 (Paranapura):
- Mal Paso 02 (Providencia).
- Mal Paso 03 (Metrópolis).
- Mal Paso 04 (Oro mina).
- Mal Paso 05 (Santa María).
- Mal Paso 06 (Progreso).
- Mal Paso 07 (Santa Cruz).

Para un mayor detalle ir al capítulo 2.3.2 (Geodesia y Topografía) en este mismo VOLUMEN



4.7.8 Los Procesos Geodinámicos y Desarrollo de Meandros

Las terrazas y/o riberas de los meandros están expuestas a procesos de intensa erosión lateral causada por el desplazamiento de agua sinuoso, lo que el experimentar una variación en el curso normal de sus aguas tienden a emigrar depositando su carga y originándose diversas formas de acumulación como playas y terrazas, o a veces desbordándose y sedimentando materiales finos en las depresiones del terreno o zonas bajas, lo que da lugar a la formación de extensas áreas de pantanos y aguajales. En algunos casos la migración del curso fluvial del río origina el abandono parcial de su cauce, lo que luego constituye numerosas lagunas o cochas.

El proceso de desarrollo y/o evolución de los meandros están también relacionados a la conformación y consistencia de los materiales o rocas que constituyen las riveras, obviamente un afloramiento rocoso y/o suelos de buena consistencia retardarán o contrarrestarán el avance erosivo y/o socavación lateral; en tanto, materiales de baja consistencia son susceptibles al avance por estos efectos y por ende al cambio de curso. Pudiéndose en algunas, veces unirse dos meandros próximos, dejando abandonado el curso intermedio anterior. (Ver gráfico adjunto).

4.8 Evaluación de Estabilidad de Taludes en el Borde Exterior de Ribera de Meandros.

Con la finalidad de determinar las características físico – mecánicas de los suelos que conforman los taludes en el borde exterior de los meandros y definir su estabilidad, se efectuaron 38 trincheras, de cuyas paredes se extrajeron muestras representativas, las mismas que fueron sometidas a diversos ensayos de Laboratorio como se indicó anteriormente y como resultado de los mismos se ha elaborado el cuadro N° 01. Se adjunta también el mapa de ubicación de calicatas.

4.9 Calidad de Suelos Entre Meandros Próximos.

En consideración que dos cauces de meandros, ubicados próximamente, se pueden unir (abandonando, el curso intermedio) y proseguir directamente su nuevo discurrimiento. La posibilidad de esta unificación: rápida, retardada o nula, está sujeta también a la calidad y características geotécnicas de los terrenos conformantes, por lo cual se han efectuado 08 calicatas hasta la profundidad de 1.50 m, como resultado de la misma se ha elaborado el cuadro N° 02 que se inserta en el presente informe.

4.10 Análisis de la Estabilidad del Cauce y Desarrollo de Meandros

De los planos geológicos e imágenes satelitales se ha efectuado el análisis de la estabilidad del cauce durante el periodo cuaternario, para cuyo efecto, el tramo del estudio se ha subdividido en subtramos, cuyos resultados son los siguientes:

- A) Yurimaguas (Km. 233) – San Juan de Curiaco (Km. 187).- Entre estos dos puntos el río, que se desplaza con dirección norte, lo atraviesa entre dos grandes meandros consecutivos, la primera entre Yurimaguas (Km. 233) y Nueva Reforma (Km. 211) con la concavidad hacia el oeste y la otra subsiguiente de Nueva Reforma a San Juan de Curiaco (km. 187) con la concavidad hacia el este.

Evolución de Meandros.- Estos dos grandes meandros no van a tener mayores desarrollos o avances en su evolución en un periodo del orden de los 100 años, aún con épocas de lluvias extraordinarias (Fenómeno Meteorológico “El Niño”), ello debido

CUADRO N°. 1
EVALUACION DE ESTABILIDAD DE TALUDES EN EL BORDE EXTERIOR DE RIBERAS DE MEANDROS POR CALIDAD DE MATERIALES

UBICACIÓN			CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS	TIPO DE DEPOSITO	CLASIFICACIÓN SUCS ; AASHTO	COMPACIDAD DEL MATERIAL	ESTABILIDAD DE TALUD	AVANCE DE MEANDRO
PROGRESIVA	LOCALIDAD	TRINCH. N°						
Km. 220+000	Yurimaguas	1	Colina bajas	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 219+000	Yurimaguas	2	Colina bajas	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 215+000	Paranapura	3	Colina bajas	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 212+000	Providencia	4	Colina bajas	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 210+000	Pasto	5	Colina bajas	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 192+000	Nueva Era	9	Colina bajas	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 185+000	Santa Isabel	10	Colina bajas	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 171+000	Italia	11	Colina bajas	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 159+000	Chingana	12	Terrazas altas y medias	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 149+000	Progreso	13	Terrazas altas y medias	Fluvial	CL - ML	Medio	Bajo	Retardado
Km. 142+000	Puerto Adolfo	14	Terrazas altas y medias	Fluvial	CL - ML	Medio	Bajo	Retardado
Km. 140+000	Puerto Adolfo	15	Terrazas altas y medias	Fluvial	CL	Medio	Bajo	Retardado
Km. 141+000	Puerto Adolfo	16	Terrazas altas y medias	Fluvial	ML - CL	Medio	Baja	Retardado
Km. 134+000	Cayalti	17	Terrazas altas y medias	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 128+000	6 de Enero	18	Terrazas altas y medias	Fluvial	CL - ML	Medio	Bajo	Retardado
Km. 124+000	6 de Enero	19	Terrazas altas y medias	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 120+000	6 de Enero	20	Terrazas altas y medias	Fluvial	CL	Medio	Bajo	Retardado
Km. 118+000	6 de Enero	23	Terrazas altas y medias	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 111+000	Unión Challhuana	24	Terrazas altas y medias	Fluvial	CL - ML	Medio	Bajo	Retardado
Km. 108+000	Unión Challhuana	25	Terrazas altas y medias	Fluvial	CL - ML	Medio	Bajo	Retardado
Km. 109+000	Unión Challhuana	26	Terrazas altas y medias	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 109+000	Unión Challhuana	27	Terrazas altas y medias	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 88+000	Esperanza	28	Terrazas Bajas	Fluvial	CL - ML	Medio	Bajo	Retardado
Km. 88+000	Esperanza	29	Terrazas Bajas	Fluvial	CL - ML	Medio	Bajo	Retardado
Km. 92+000	Pampa Hermosa	30	Terrazas Bajas	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 87+000	Esperanza	31	Terrazas Bajas	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 60+000	San Ramón	35	Terrazas Bajas	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 57+000	San Ramón	36	Terrazas Bajas	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 51+000	Isla Lagunas	37	Terrazas Bajas	Fluvial	ML - CL	Debil	Bajo	Positivo
Km. 47+000	Lagunas	38	Terrazas Bajas	Fluvial	ML - CL	Debil	Bajo	Positivo
Km. 50+000	Isla Lagunas	39	Terrazas Bajas	Fluvial	CL	Medio	Bajo	Retardado
Km. 50+000	Isla Lagunas	40	Terrazas Bajas	Fluvial	CL	Medio	Bajo	Retardado
Km. 42+000	Yonan	41	Terrazas Bajas	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 42+000	Yonan	42	Terrazas Bajas	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 32+000	Sta. Isabel	43	Terrazas Bajas	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 27+000	Sta. Isabel	44	Terrazas Bajas	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 17+000	San Luis	45	Terrazas Bajas	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo
Km. 5+000	Veracruz	46	Terrazas Bajas	Fluvial	ML	Debil	Bajo	Positivo

CUADRO N°. 2

CALIDAD DE SUELOS EN TERRENOS ENTRE MEANDROS PROXIMOS

UBICACIÓN			CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS	FORMACION O DEPOSITO	CLASIFICACION SUCS ; AASHTO	COMPACIDAD DEL MATERIAL	ESTABILIDAD DEL SUELO	AVANCE DE MEANDRO
PROGRESIVA	LOCALIDAD	CALICATA N°						
KM. 207+000	Shitari	6	Colina bajas	Ipururo	CL	Buena	Buena	Negativo
KM. 207+000	Shitari	7	Colina bajas	Ipururo	CL	Buena	Buena	Negativo
KM. 207+000	Shitari	8	Colina bajas	Ipururo	CL	Buena	Buena	Negativo
Km. 122+000	Santa Cruz	21	Terrazas altas y medias	Fluvial	ML - CL	Medio	Baja	Retardado
Km. 122+000	Santa Cruz	22	Terrazas altas y medias	Fluvial	ML - CL	Medio	Baja	Retardado
Km. 90+000	Pampa Hermosa	32	Terrazas Bajas	Fluvial	ML - CL	Medio	Baja	Retardado
Km. 90+000	Pampa Hermosa	33	Terrazas Bajas	Fluvial	ML - CL	Medio	Baja	Retardado
Km. 90+000	Pampa Hermosa	34	Terrazas Bajas	Fluvial	ML - CL	Medio	Baja	Retardado

a que sus bordes exteriores hacia el este (ligeramente alejados de las actuales riberas) están conformados por afloramientos rocosos de las formaciones geológicas Ipururo y Chambira, en tanto sus bordes interiores hacia el oeste tiene una franja de hasta 3.5 km. en el primero y 6.5 km. en el segundo, que son lechos antiguos, por lo que son depósitos fluviales areno-limosos, generalmente húmedos, susceptibles a la erosión y que por ser terrenos bajos son inundables y pueden ser nuevamente ocupados por el río durante la evolución de su curso.

Clasificación del Cauce y Zonas Inundables.- Los bordes exteriores de los dos meandros son estables por ser rocosos y los bordes interiores inestables e inundables por ser antiguos lechos del río.

Por la conformación rocosa de los bordes exteriores del actual meandro, los parajes de Santa María y Shitari, no serán unidos por el avance natural del mismo.

- B) San Juan de Curiaco (Km. 187) – Puerto Adolfo (Km. 148).- El río en este subtramo prosigue en su desplazamiento con dirección noreste, limitado en ambas riberas por depósitos fluviales en una amplia franja inundable.

Evolución de Meandros.- El actual meandro entre Huatapi (km. 157) y Puerto Adolfo (km. 148), por estar conformado, sus bordes exteriores, por suelos areno-limosos inestables, es posible que por evolución y erosión su cauce se una y conecte directamente ambos parajes.

Clasificación del Cauce y Zonas Inundables.- En razón a que todo este subtramo ha sido un antiguo lecho del río en una franja de 10 a 14 km., el río podría en cualquier momento retomar sus antiguos cursos, siempre en forma de meandros.

- C) Puerto Adolfo (Km. 148) – 8 de Octubre (Km. 74).- Es un subtramo similar al anterior en su conformación, con una franja inundable de 17 km. promedio, que ha sido antiguo lecho del río. En este subtramo es donde se han desarrollado los mayores meandros actuales y abandonados, por cambio de curso y evolución de los mismos.

Evolución de Meandros.- En el actual emplazamiento del río, entre Seis de Enero (km. 135) y Esperanza (km. 93), se tienen seis meandros consecutivos próximos a unirse en un plazo mediano.

Clasificación del Cauce y Zonas Inundables.- Ambas márgenes del río en todo el subtramo es inestable, por ser antiguos lechos de río. Se tiene una franja de 17 km. inundables.

- D) 8 de Octubre (Km. 74) – Confluencia con el Marañón (Km. 0).- En este subtramo, desde 8 de Octubre (km. 74) hasta el poblado de lagunas (km. 51), el proceso erosivo de su margen derecha se encuentra contrarrestado por la presencia rocosa de la Formación Ucayali (ligeramente alejado de la actual ribera); en cambio, su margen izquierda se encuentra conformada por un amplio depósito fluvial en una franja de 20 km. que también son antiguos lechos de ríos, por lo cual, este río puede volver a retomarlos.

Evolución de Meandros.- Los actuales 5 meandros del subtramo, al igual que en los anteriores podrán unirse en su evolución natural en un plazo mediano (próximas lluvias extraordinarias).

Clasificación del Cauce y Zonas Inundables.- Ambas márgenes del río en todo el subtramo es inestable, por ser antiguos lechos de río. Se tiene una franja de 20 km. inundables.

4.10 Conclusiones.

- El tramo Yurimaguas – Confluencia con el río Huallaga, de 220 kms, corresponde al curso inferior del mismo, manteniendo en todo su trayecto un curso meándrico a causa de la migración lateral del cauce, predominantemente en el borde exterior de los meandros.
- La totalidad del tramo, materia del estudio, geomorfológicamente, corresponde a la llanura amazónica, (conformada a su vez de las subunidades: llanuras de inundación estacional, conformada por otras geoformas como meandros abandonados, playas, complejo de orillas o restingas e islas fluviales) y llanuras de inundación permanente (constituida también por colinas bajas y terrazas: altas, medias y bajas).
- En lo que respecta a la Geología Estructural y/o Tectónica, en el tramo se han identificado las siguientes estructuras: Anticlinal Yurimaguas, Falla Santa Cruz y Depresión de Ucamara, éstas no tienen ninguna incidencia en el curso del río y/o terrenos intermedios entre meandros próximos.
- Geológicamente, el tramo de interés está conformado predominantemente por los Depósitos Cuaternarios de origen fluvial y aluvial (90%) y escasamente logra contactarse y/o afectar afloramientos rocosos del Terciario (10 %) solamente en el sub - tramo inicial entre Yurimaguas y Santa María con las Formaciones: Chambira, Iparuro y Ucayali. Otros depósitos menores recientes lo constituyen los Depósitos Palustres y Deposito Ucamara.
- En lo que concierne a los aspectos hidrodinámicos y/o de geodinámico externa se han definido los siguientes tipos de procesos: erosión fluvial, derrumbes y deslizamientos, migración de cauces y/o evolución de meandros inundados.
- Se han definido 7 puntos de Malos Pasos (sedimentación excesiva del cauce): Paranapura, Oro Mina, Islandia, Santa Maria, Metrópolis, Providencia y Santa Cruz.
- En lo que respecta a la evaluación de estabilidad de taludes, en el borde exterior de ribera de meandros se efectuaron 38 trincheras, de cuyas paredes se extrajeron muestras representativas, las cuales fueron sometidas a diversos ensayos de laboratorio, cuyos resultados resumidos se incluyen el cuadro N° 1.
- En lo que respecta a la calidad de suelos entre meandros próximos, con la finalidad de definir la posibilidad de su unificación, se han efectuado 8 calicatas hasta la profundidad de 1.50 m, como resultado de las mismas se ha elaborado el cuadro N° 2.