

**DIRECCIÓN DE HIDROGRAFÍA Y NAVEGACIÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE ACUÁTICO**

**INVESTIGACIONES Y MEDICIONES DE CAMPO EN EL RÍO
PUTUMAYO ENTRE LAS CONFLUENCIAS DE LOS RÍOS
YAGUAS Y GÜEPPI**

INFORME TÉCNICO



“RÍO PUTUMAYO”

JUNIO – JULIO

2009

CONTENIDO

I	Generalidades	Pag.
	1.1 Introducción	5
	1.2 Antecedentes	5
	1.3 Levantamientos hidrográficos anteriores	6
	1.4 Objetivos	6
	1.5 Ubicación	6
	1.6 Descripción general del río Putumayo	8
	1.7 Personal participante	8
	1.8 Embarcaciones, equipos e instrumentos	9
II	Planeamiento General	
	2.1 Estaciones limnimétricas	12
	2.2 Levantamiento batimétrico	14
	2.3 Secciones de aforos	16
	2.4 Recopilación de datos socio económicos	16
III	Geodesia	
	3.1 Objetivo	17
	3.2 Equipos y materiales	17
	3.3 Posicionamiento geodésico	17
	3.3.1 Metodología	17
	3.3.2 Trabajos de gabinete	18
	3.3.3 Resultados de la geodesia	18
	3.4 Control vertical	20
	3.4.1 Metodología para el control vertical del espejo de agua	20
	3.4.2 Nivelación en el DDNN Güeppi	22
	3.4.3 Nivelación en la CCNN Nueva Esperanza	23
	3.4.4 Nivelación en la ciudad de El Estrecho	24
	3.4.5 Nivelación en la localidad El Remanso	26
	3.4.6 Nivelación en el DDNN El Álamo	27
IV	Mediciones Hidrográficas e Hidrométricas	
	4.1 Mediciones y registros del nivel del río	29
	4.1.1 Objetivo de las mediciones limnimétricas	29
	4.1.2 Metodología para la medición del nivel del río	29
	4.1.3 Equipos y materiales por cada estación limnimétrica	30
	4.1.4 Registros del nivel del río en las estaciones limnimétricas temporales y permanentes durante los días de campo	30
	4.1.5 Registros del nivel del río en las estaciones limnimétricas peruanas permanentes	35
	4.1.6 Registros del nivel del río en las estaciones limnimétricas colombianas	37

CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN

4.2 Levantamiento batimétrico	43
4.2.1 Objetivo de las mediciones batimétricas	43
4.2.2 Metodología empleada para los levantamientos batimétricos	43
4.2.3 Equipos de batimetría	44
4.2.4 Especificaciones técnicas para las mediciones batimétricas	44
4.2.5 Reducción de sondajes	46
4.2.6 Metodología para el procesamiento de datos batimétricos	47
4.2.7 Planos	49
Planos de planta o de navegación	49
Planos de secciones transversales	49
Planos del perfil longitudinal	50
4.3 Aforos líquidos y sólidos	51
4.3.1 Objetivo de los aforos líquidos y sólidos en suspensión	51
4.3.2 Equipos y materiales empleados en los aforos	51
4.3.3 Metodología para la medición del caudal líquido	51
4.3.4 Resultados de los aforos líquidos	53
4.3.5 Metodología para el muestreo de sedimentos en suspensión	57
4.3.6 Resultados del muestreo de sedimentos en suspensión	58
V Afluentes, infraestructura portuaria y embarcaciones	
5.1 Afluentes	60
5.2 Descripción general de ríos	
5.2.1 Por la margen derecha	64
5.2.2 Por la margen izquierda	71
5.3 Descripción general de quebradas	
5.3.1 Por la margen derecha	75
5.3.2 Por la margen izquierda	79
5.4 Otros afluentes	
5.4.1 Por la margen derecha	85
5.4.2 Por la margen izquierda	91
5.5 Infraestructura	94
5.6 Embarcaciones y otros artefactos fluviales observados	100
5.7 Embarcaciones que realizan tráfico fluvial entre Iquitos y El Estrecho	108
VI Levantamiento del perfil de riberas	
6.1 Introducción	109
6.2 Fases del levantamiento	110
VII Descripción de malos pasos	112
VIII Conclusiones y recomendaciones	
8.1 Conclusiones	134
8.2 Recomendaciones	135

Anexos

Anexo I	Poblados peruanos más importantes del río Putumayo.
Anexo II	Tabla de distancias.
Anexo III	Puntos geodésicos, cuadros de descripción y post proceso de nuevas estaciones.
Anexo IV	Modelamiento hidráulico con el software HEC-RAS.
Anexo V	Aforos líquidos.
Anexo VI	Resultados del análisis de muestras de sedimentos en suspensión.
Anexo VII	CD-ROM conteniendo el Informe Técnico.
Anexo VIII	Copia del informe técnico N° 1031-2009 de la empresa GEOSERVICE PERÚ.
Anexo IX	Fichas Socio económicas AID (Formato MTC).
Anexo X	Planos: <ul style="list-style-type: none">• Cartas de Navegación• Secciones Transversales• Perfil Longitudinal

I GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El río Putumayo, es uno de los principales ríos navegables de nuestra amazonía, su importancia radica en que es un río fronterizo con la república de Colombia, para poder ingresar a él se tiene que navegar aguas abajo por el río Amazonas, ingresando en territorio brasilero 226 millas para llegar a su desembocadura, luego surcarlo 230 millas hasta reingresar en territorio peruano, realizando uno de los recorridos fluviales mas largos, para acceder a poblados como El Estrecho (capital del distrito del Putumayo), en el cual el costo de vida es uno de los más elevados de la nación. Aunque se encuentra relativamente cercano de la ciudad de Iquitos, esta bastante aislado, por la falta de vías fluviales directas y total ausencia de vías terrestres; el único medio rápido es el aéreo, pero no es económico, tampoco sirve para el traslado de carga pesada.

Estudios como el presente, requieren contar por ello con la participación de una embarcación con la suficiente autonomía, para navegar por lo menos durante 45 días ininterrumpidos, brindando apoyo logístico, habitabilidad, talleres de reparación, repuestos de equipos y máquinas ya que en este río no se cuentan con mayor apoyo logístico ni mano de obra calificada.

Asimismo, es necesario indicar que la moneda imperante en el tramo colombiano peruano es el peso colombiano, debido a la mayor facilidad que existe para el ingreso de productos manufacturados por vía fluvial desde el interior de Colombia.

1.2 ANTECEDENTES

El 29 de noviembre del 2007, se firmó un Convenio Marco de Cooperación Interinstitucional entre la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN) y la Dirección General de Transporte Acuático (DGTA), por medio del cual la DHN es reconocida como la encargada de realizar actividades técnicas y de investigación científica como instrumento de ayudas a la navegación en el mar, ríos y lagos del territorio nacional; y se reconoce a la DGTA como la autoridad nacional del transporte acuático, encargada de promover el desarrollo de las vías navegables.

El día 10 de marzo 2008 se firmó el Convenio Especifico de Cooperación Interinstitucional entre la DHN y la DGTA con la finalidad de realizar un Monitoreo Hidrográfico del río Ucayali en las Inmediaciones de la ciudad de Pucallpa. Estos trabajos fueron realizados entre los días 11 y 24 de marzo del 2008, el río Ucayali se encontraba en plena época de creciente.

El 28 abril 2008, se firmó el Convenio Especifico de Cooperación Interinstitucional entre la DHN y la DGTA para realización de las mediciones e investigaciones de campo del estudio de diagnóstico de la navegabilidad de los ríos Ucayali (tramo Pucallpa – Atalaya) y Urubamba (tramo Atalaya - boca río Camisea).

El día 23 de octubre 2008 se firmó una adenda complementaria a dicho Convenio añadiendo el monitoreo hidrográfico de CUATRO (04) malos pasos en el río Ucayali, en el tramo Pucallpa confluencia con el río Marañón.

El día 20 de abril 2009, se firmó la adenda complementaria N° 002 al convenio específico de cooperación interinstitucional celebrado por la Dirección de Hidrografía y Navegación y por la Dirección General de Transporte Acuático, para realizar el estudio: "Investigaciones y Mediciones de campo en el río Putumayo entre las Confluencias de los ríos Yaguas y Güeppi.

1.3 LEVANTAMIENTOS HIDROGRÁFICOS ANTERIORES

El BAP "STIGLICH" realizó el levantamiento de la Carta de Practicaje del río Putumayo, actualización del Derrotero, mantenimiento e instalación de letreros, entre julio y agosto del 2006.

El BAP "STIGLICH" realizó el levantamiento de la Carta de Practicaje del río Putumayo, actualización del Derrotero, mantenimiento e instalación de letreros identificadores, entre mayo y junio del año 2007.

1.4 OBJETIVOS

Realizar estudios para la adquisición del conocimiento de las condiciones actuales de navegabilidad del río Putumayo en el tramo comprendido entre las confluencias de los ríos Güeppi y Yaguas.

1.5 UBICACIÓN

El área de estudio comprende el cauce del río Putumayo, desde la confluencia con el río Yaguas hasta la confluencia del río Güeppi, en la frontera nor-oriental de nuestra patria.

Se encuentra en la región Loreto, provincia de Maynas, abarcando parte de los distritos Putumayo (capital El Estrecho) y Teniente Manuel Clavero (capital Soplin Vargas). Ver gráfico 01.

1.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL RÍO PUTUMAYO

El río Putumayo nace en las faldas de la Cordillera Oriental en el sur oriente de Colombia y luego de recorrer aproximadamente 1800 km en dirección sudeste, desemboca en el río Amazonas en territorio brasilero a la altura del poblado San Antonio de Ica.

Este río conforma la frontera entre países en gran parte de su extensión; en sus inicios es exclusivamente colombiano hasta la confluencia del río Cuhembi, desde este punto hasta la desembocadura del río Güeppi es colombo-ecuadoriano, aguas abajo del río Güeppi hasta la desembocadura del río Yaguas es colombo-peruano, en el Trapecio Amazónico que se encuentra entre la desembocadura del río Yaguas y el poblado colombiano de Tarapacá es nuevamente por ambos márgenes colombiano, aguas abajo de Tarapacá es íntegramente brasilero hasta su desembocadura.

Su ancho promedio es de 700 m, pasando de 80 m en algunos lugares cercanos a sus formadores hasta 1200 m en lugares próximos a su desembocadura.

La creciente del río ocurre entre los meses de mayo y julio, mientras que la vaciante se presenta entre los meses de diciembre a febrero produciéndose la máxima vaciante en febrero.

En cuanto a la actividad económica el flujo comercial de embarcaciones mayores es muy reducido, observándose mayormente el tránsito de embarcaciones menores (cacharrereros) especie de bodegas ambulantes, que generalmente son colombianas.

La densidad poblacional es muy baja en todo su recorrido, existiendo pobladores concentrados en caseríos que subsisten básicamente de la agricultura, caza y pesca.

1.7 PERSONAL PARTICIPANTE

1.7.1 Brigada hidrográfica N° 1 (El Álamo – El Estrecho)

01	C. de C.	Diego GAGO Rojas
02	T2	Alcibíades LÓPEZ Sajamí
03	OM1	Percy DÍAZ Hinojosa
04	OM1	Ángel MEDINA Gómez
05	STE	Abelardo VIVAR Trigoso

1.7.2 Brigada hidrográfica N° 2 (El Estrecho – Güeppi)

01	SPC	Jorge PAREDES Bravo
02	T1	Jack LONG Dávila
03	T2	Julio BUSTAMANTE Martínez
04	OM1	William MARTÍNEZ Vivas
05	OM2	Armando RENGIFO Terán

1.7.3 Observadores Estaciones Limnimétricas

01	T1	Ernesto SARMIENTO Tuesta	(El Estrecho)
02	T3	Hildebrando NAPIAMA Cumapa	(Güeppi)
03	OM1	Mauro CANCHANYA Lino	(Remanso)
04	OM1	Juver MENDOZA Carranza	(Nueva Esperanza)
05	OM1	Jaime RUIZ Ramos	(El Álamo)
06	CB2.	Icler GUERRA Arévalo	(Nueva Esperanza)
07	MAR	Roy IBARAN Sahuarico	(Remanso)

1.7.4 BAP "STIGLICH"

01	TTE. 1º	Gonzalo MEZA Valdivia
02	TTE. 1º	Pamela BAUTISTA Carrera
03	AFGTA	Luís GUTIÉRREZ Bao
04	T1	Wagner ARÉVALO Soria
05	T1	Omel PANDURO López
06	T2	David FARIAS Ruiz
07	T2	Geraldo TENAZOA Salas
08	T2	Wegner PAREDES Torres
09	T2	Jorge LÓPEZ Vásquez
10	T3	Klaus MORI Insanillo
11	T3	Kelvin VÁSQUEZ Macedo
12	T3	Marcial CORAL Yahuarcani
13	T3	Vidal AMASIFUEN Salas
14	OM1	Luís ASSINA Quiroga
15	OM1	Segundo FLORES Paredes
16	OM1	Jackson PIZANGO Mora
17	OM1	Jefferson GONZÁLES Macedo
18	OM1	Germán CURICHIMBA Chota
19	OM2	Jhony CHUQUIVILCA Figueroa
20	OM2	Danny VARGAS Ruiz
21	OM2	Fernando LÓPEZ Silva
22	OM3	Rober TAMANI Canaquiri
23	OM3	Nicol PÉREZ Tapullima
24	OM3	Yuri ZARAVIA Sánchez
25	CB1	Franco MACA Ríos
26	CB1	Linn DEL ÁGUILA Perea

1.8 EMBARCACIONES, EQUIPOS E INSTRUMENTOS

1.8.1 Embarcaciones

- BAP “STIGLICH” (AH-172), equipado con CUATRO (04) transductores empotrados en el casco.
- LANCHAS HIDROGRÁFICAS HIDRO – II, equipada con UN (01) transductor empotrado en el casco y motor fuera de borda JOHNSON de 150 HP.
- LANCHAS HIDROGRÁFICAS HIDRO – V, equipada con UN (01) transductor empotrado en el casco y motor fuera de borda YAMAHA de 60 HP.

1.8.2 Equipos e instrumentos

Abordo del BAP “STIGLICH”:

UN (01)	ecosonda digital RAYTHEON Modelo DE 719D MK2
UN (01)	ecosonda RAYTHEON Modelo DE 719B
UN (01)	ecosonda digital BATTY 500
UN (01)	nivel de ingeniero LEICA
DOS (02)	estadías
TRES (03)	trípodes
UN (01)	DGPS OMNISTAR
UN (01)	GPS geodésico TRIMBLE 5700 (estación remota)
UN (01)	GPS portátil GARMIN con antena externa
UN (01)	radar JRC modelo PR-2201
UN (01)	radar de alta resolución JRC modelo JMA-6000
UN (01)	girocompás SPERRY MARINE
UN (01)	girocompás SR-130
UN (01)	radio T/R HF YAESU modelo FT-900
UN (01)	radio T/R HF KENWOOD modelo TS-430S
UN (01)	radio T/R HF KACHINA modelo KC-103
UN (01)	radio T/R HF portátil KACHINA modelo MP-25
SEIS (06)	radio T/R VHF portátil MOTOROLA modelo EP-450
UNA (01)	filmadora PANASONIC
UNA (01)	computadora PC para el sistema de comunicaciones
UNA (01)	computadora PC para batimetrías
UNA (01)	computadora PC con el programa NAVY SAILOR
UNA (01)	llave USB HYPACK MAX
UNA (01)	llave TRANSAS MARINE
UN (01)	motor fuera de borda JOHNSON 150 HP
UN (01)	motor fuera de borda YAMAHA 60 HP
UN (01)	grupo electrógeno portátil de 3000 Kw.
UN (01)	molde para construcción de hitos
SEIS (06)	placas de bronce

CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN

Abordo de la lancha hidrográfica HIDRO – II

UN (01) navegador GPS portátil GARMIN
UNA (01) cámara fotográfica digital PANASONIC

Abordo de la lancha hidrográfica HIDRO – V

UN (01) ecosonda digital BATTY 500
UN (01) perfilador acústico de corrientes doppler (ADCP)
UN (01) DGPS SEA STAR
UN (01) navegador GPS portátil GARMIN
UNA (01) computadora portátil para aforos
UNA (01) computadora portátil para batimetrías
UNA (01) llave USB HYPACK MAX
UN (01) cámara fotográfica digital
UN (01) muestreador de sedimentos en suspensión
UN (01) grupo electrógeno YAMAHA de 1000 HP
DOS (02) baterías de 75 A.

II PLANEAMIENTO GENERAL

El planeamiento general del estudio realizado se efectuó luego de haberse recopilado la información mencionada en el párrafo 1.3 y habiéndose adquirido las imágenes satelitales Landsat del año 2008.

Asimismo, se fijó como punto de inicio de la progresiva en distancias en la desembocadura del río Güeppi (km 000), aumentando aguas abajo de éste hasta la desembocadura del río Yaguas (km 1316) y posterior desembocadura en el río Amazonas.

2.1 ESTACIONES LIMNIMÉTRICAS

Considerando la existencia permanente de TRES (03) estaciones limnimétricas en el río Putumayo ubicadas en Güeppi, El Estrecho y El Álamo (en el río Yaguas, próximo a su desembocadura en el río Putumayo), se contempló el establecimiento de DOS (02) estaciones temporales, una en el tramo intermedio entre Güeppi y El Estrecho (Nueva Esperanza) y otra en el tramo intermedio entre El Estrecho y la desembocadura del río Yaguas (Remanso), de tal manera que configuren cuatro tramos del río aproximadamente similares en distancia, del sector involucrado en el presente estudio. Las estaciones limnimétricas quedaron distribuidas de la siguiente forma:

- Estación limnimétrica “Güeppi” (km 4.7) en el río Putumayo, en la ribera adyacente al Destacamento Naval de Güeppi.
- Estación limnimétrica “Nueva Esperanza” (km 268.5) en el río Putumayo, en la ribera aledaña al poblado del mismo nombre.
- Estación limnimétrica “El Estrecho” (km 740.3) en el río Putumayo, en la ribera aledaña al poblado “San Antonio del Estrecho”.
- Estación limnimétrica “Remanso” (km 1047.9) en el río Putumayo, en la ribera aledaña al poblado del mismo nombre.
- Estación limnimétrica “El Álamo” (km 1316) en la desembocadura del río Yaguas, en la ribera aledaña al poblado del mismo nombre.

En el gráfico 02 se muestra la distribución de las estaciones limnimétricas consideradas en la ribera peruana.

Investigaciones y mediciones de campo en el río Putumayo entre las confluencias de los ríos Yaguas y Güeppi

CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN

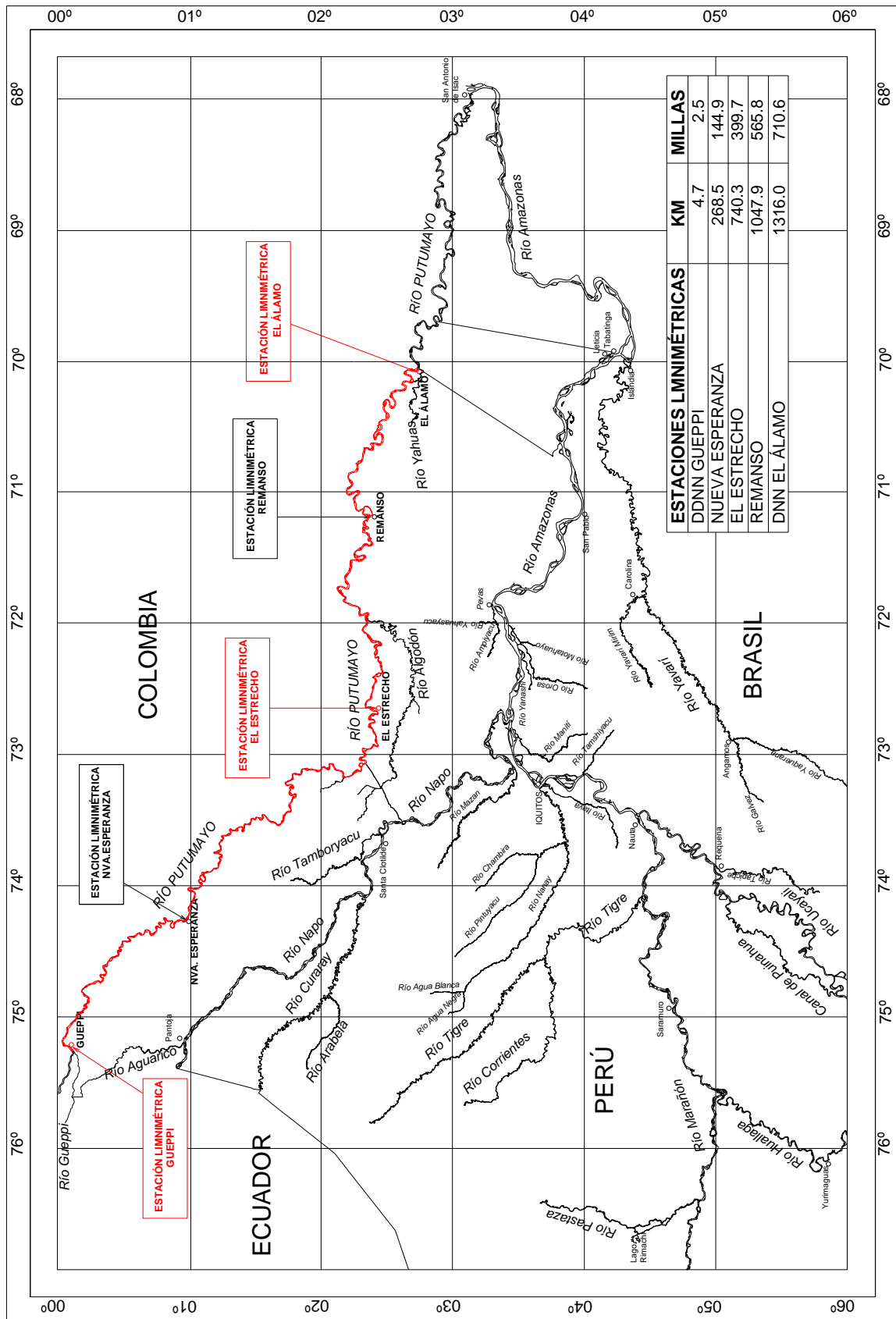


Gráfico 02.- Croquis de ubicación de las estaciones limnimétricas

Las CINCO (05) estaciones limnimétricas consideradas fueron dotadas con personal del Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía antes del inicio de las mediciones e investigaciones de campo.

Para lo cual, cada observador designado a cada una de las estaciones cumplió con el itinerario siguiente:

- A El Álamo - por vía fluvial desde Iquitos
- A Remanso.- por vía aérea Iquitos – El Estrecho; por vía fluvial El Estrecho – Remanso.
- A El Estrecho.- por vía aérea desde Iquitos.
- A Nueva Esperanza.- por vía aérea Iquitos – El Estrecho; por vía fluvial El Estrecho – Nueva Esperanza.
- A Güeppi.- por vía aérea Iquitos – El Estrecho; por vía fluvial El Estrecho – Güeppi.

Se indagará con los habitantes más antiguos del lugar, sobre el nivel máximo y mínimo histórico del río en el lugar, traduciéndolos a cotas geoidales. Asimismo, se adquirieron niveles de río históricos en cinco (5) estaciones limnimétricas las cuales datan en su mayoría desde el año 1987 hasta el año 2006.

2.2 LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO Y MEDICIONES HIDROMÉTRICAS

Todo el aprovisionamiento logístico de materiales, víveres, medicinas y combustible se realizó en la ciudad de Iquitos por no haber lugares de reaprovisionamiento en la zona de trabajo.

En el área de investigaciones y mediciones de campo el abastecimiento logístico para las embarcaciones “HIDRO II” e “HIDRO V”, consistente en equipos, materiales y repuestos, víveres, medicinas y combustible lo efectuará el BAP “STIGLICH”.

Antes del inicio de las mediciones batimétricas e hidrométricas, en la ciudad de Iquitos se realizaron las pruebas de funcionamiento de los equipos, instrumentos y motores, así mismo se consideró necesario llevar equipos de respaldo como: ecosonda, nivel topográfico, sistema de posicionamiento global satelital diferencial (DGPS) y computadora portátil y grupo electrógeno.

En lo referente al levantamiento batimétrico, se planificó efectuarlo con dos embarcaciones:

La unidad hidrográfica AH-172 BAP “STIGLICH” (fotografía 01), encargada del aprovisionamiento logístico y de la batimetría del canal de navegación, y la embarcación HIDRO V (fotografía 02), encargada de los cortes transversales al canal de navegación con una separación entre ellos de un (01) km así como la realización de los aforos líquidos.



Fotografía 01.- Buque hidrográfico AH-172 BAP STIGLICH,



Fotografía 02.- Embarcación HIDRO V encargada del levantamiento batimétrico y la realización de los aforos.

Con el perfil de riberas obtenido en el levantamiento hidrográfico realizado por el SHNA en el año 2007 y haciendo uso del modulo de preparación del programa HYPACK MAX, se planificaron levantar 1739 líneas de batimetría transversales al cauce del río, con una separación media entre ellas de UN (1) km.

La batimetría del canal de navegación se efectuará al finalizar la batimetría de los cortes transversales en la desembocadura del río Güeppi hasta la desembocadura del río Yaguas. Previamente se debe realizar una edición preliminar de los cortes transversales, para determina donde se encuentra el mayor sondaje en cada sección y poder unir estos puntos obteniéndose una línea continua de sondaje por donde se deberá efectuar el registro.

2.3 SECCIONES DE AFOROS

Las secciones de aforo y muestreo de sedimentos fueron establecidas en lugares próximos a las CINCO (05) estaciones limnimétricas peruanas, tal como se indica en los términos de referencia. Adicionalmente, se realizaron aforos líquidos en secciones próximas a la desembocadura de los principales afluentes del río en estudio y en lugares donde existan estaciones limnimétricas colombianas. Asimismo, los aforos se planificaron realizarlos en dos oportunidades en cada uno de los lugares antes mencionados, en el viaje de surcada y en el de retorno.

2.4 RECOPIACIÓN DE DATOS SOCIO ECONÓMICOS

Con la embarcación menor HIDRO II (fotografía 03), se planificó efectuar el levantamiento de información socio-económica, en los poblados más importantes del río Putumayo, para lo cual se usó un formato establecido por el SHNA para la actualización del Derrotero.

Asimismo, en El Álamo, Huapapa, San Martín Libertador, Remanso, Nueva Angusilla, Soplín Vargas, Sargento Tejada y Tres Fronteras, se hizo uso del formato denominado Ficha Socioeconómica del AID del MTC, las mismas que son presentadas mediante el Anexo IX.



Fotografía 03.- Embarcación HIDRO II

III GEODESIA

3.1 OBJETIVO

Referenciar el estudio horizontalmente al datum WGS-84 y verticalmente a la altura geoidal usando el modelo EGM96.

3.2 EQUIPOS Y MATERIALES

Para la ejecución de este trabajo se utilizó equipos geodésicos, topográficos, de comunicaciones y material necesario que se detallan a continuación:

- DOS (02) GPS Geodésico TRIMBLE 5700
- DOS (02) Nivel WILD NAK1 con trípode y miras
- TRES (03) Radios transreceptores VHF MOTOROLA.
- TRES (03) Trípodes
- DOS (02) Winchas métricas
- DOS (02) Teléfonos satelitales IRIDIUM
- UNA (01) Cámara fotográfica PANASONIC
- UN (01) Molde para la construcción de hitos
- SEIS (06) Placas de bronce

3.3 POSICIONAMIENTO GEODÉSICO

3.3.1 Metodología

La posición de las estaciones geodésicas se obtuvieron mediante el método estático, que consiste en utilizar un receptor GPS (master) en una estación base con posición conocida (Iquitos-Sirgas) y otro receptor GPS (remoto) en cada uno de los puntos que se desea medir, previamente monumentados y señalizados con una placa de bronce.

Para obtener las posiciones de las estaciones geodésicas medidas, se emplearon simultáneamente los DOS (02) receptores GPS por un lapso de tiempo superior a las DOS (02) horas, de acuerdo a los términos de referencia. Para lo cual, fue necesario la comunicación por medio del teléfono satelital.

3.3.2 Trabajos de Gabinete

La información colectada por los DOS (02) receptores GPS, fue procesada haciendo uso del programa Trimble Geomatics Office (TGO), aplicación diseñada para el cálculo y administración de datos geodésicos, también realiza el control de calidad de las mediciones efectuadas; obteniendo coordenadas, alturas geoidales y elipsoidales de cada punto medido.



Fotografía 04.- Posicionamiento geodésico en el poblado colombiano Refugio.

3.3.3 Resultados de la Geodesia

En las estaciones de Nueva Esperanza, El Estrecho, Remanso y El Álamo, se hizo uso de los hitos geodésicos del proyecto SIRGAS instalados con anterioridad por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), tomándolos como BM (Bench Mark) para referenciar el estudio a la altura geoidal. En estos lugares se realizó la verificación de los datos dados por SIRGAS. Mientras que en Güeppi y Revilla, así como en CUATRO (4) estaciones limnimétricas colombianas, se posicionaron estacas o hitos geodésicos, para averiguar la cota del “cero” de los limnímetros, instalando sobre la señal establecida el GPS Trimble 5700.

En el anexo III, se presentan las tarjetas de valores de los puntos geodésicos usados del proyecto SIRGAS. La hoja descriptiva del punto Geodésico “DN Gueppi”. Los reportes emitidos por el programa TGO de los puntos geodésicos medidos en Güeppi, Revilla, Belén, Remolino, San Agustín y El Encanto, también son presentados en dicho anexo.

Las coordenadas geográficas y UTM, la altura elipsoidal y la elevación geoidal de la estación master “Iquitos - SIRGAS” de orden “Cero”, se muestran en el siguiente cuadro 01.

Estación	Coordenadas UTM	Coordenadas Geográficas	Altura Elipsoidal	Elevación Geoidal
IQUITOS SIRGAS	9 586 988.403 N 695 426.947 E	03° 44' 05.36421"S 73°14' 25.11862"O	111.507	90.064

Cuadro 01.- Estación geodésica de base instalada en el SHNA (master).

CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN

Los valores geodésicos de las estaciones SIRGAS: Nueva Esperanza, El Estrecho, Remanso y El Álamo verificados, se muestran en el cuadro 02.

Estación	Coordenadas UTM	Coordenadas Geográficas	Altura Elipsoidal	Elevación Geoidal
NUEVA ESPERANZA	9 890 120.378 N 583 048.084 E	00°59'38.50592"S 74°15'12.87903"O	173.3806	153.9316
EL ESTRECHO	9 729 395.649 N 759 325.772 E	02°26'46.28052"S 72°40'04.93977"O	131.6701	112.9500
REMANSO	9 733 492.346 N 257 818.205 E	02°24'33.88627"S 71°10'40.12796"O	83.7574	99.9964
EL ÁLAMO	9 691 097.788 N 379 168.463 E	02°47'39.14657"S 70°05'13.56395"O	99.0632	82.8262

Cuadro 02.- Estaciones geodésicas SIRGAS verificadas.

Mientras que los valores geodésicos de las estaciones inauguradas en el presente estudio, en el lado peruano en Güeppi y Revilla (ubicada frente a Leguizamo) y en el lado colombiano en las localidades de Tolosa, Remolino, San Agustín y El Encanto, son presentadas mediante los cuadros 03 y 04 respectivamente.

Estación	Coordenadas UTM	Coordenadas Geográficas	Altura Elipsoidal	Elevación Geoidal
GUEPPI	9 989 888.835 N 474 883.206 E	00°05'29.32141"S 75°13'32.58473"O	212.830	193.240
REVILLA (LEGUIZAMO)	9 977 357.650N 523 639.150 E	00°12'17.46365"S 74°47'15.21625"O	194.710	175.281

Cuadro 03.- estaciones geodésicas inauguradas en el lado peruano.

Estación	Coordenadas UTM	Coordenadas Geográficas	Altura Elipsoidal	Elevación Geoidal
TOLOSA (BELÉN)	9 883 998.043 N 603 637.487 E	01°02'57.71516"S 74°04'06.67980"O	167.464	147.844
REMOLINO	9 860 443.799 N 653 735.500 E	01°15'44.05379"S 73°37'05.59030"O	163.449	143.831
SAN AGUSTÍN	9 821 972.295 N 668 471.352 E	01°36'36.36771"S 73°29'08.06558"O	148.485	129.332
EL ENCANTO	9 801 403.623 N 702 522.418 E	01°47'45.04308"S 73°10'45.84606"O	140.224	121.429

Cuadro 04.- estaciones geodésicas inauguradas en el lado colombiano.

3.4 CONTROL VERTICAL

Para referenciar verticalmente el levantamiento batimétrico a la altura geoidal, se realizaron nivelaciones diferenciales desde cada uno de los hitos geodésicos existentes en los lugares donde se establecieron las estaciones limnimétricas hacia el espejo de agua, tanto en el lado peruano como en el lado colombiano.

3.4.1 Metodología para el control vertical del espejo de agua

Estas mediciones sirvieron para determinar el nivel del espejo de agua en alturas geoidales, para lo cual fue necesario determinar el desnivel existente entre el bench mark (BM) y el cero del limnómetro instalado verticalmente en el talud ribereño. (Ver gráfico 03).

Por medio de una nivelación diferencial geométrica, se encontró el desnivel existente entre el BM y el espejo de agua, determinando de esta manera el valor de la cota de esta. Luego, a esta cota se le resta la lectura del nivel de agua leída en el limnómetro, obteniendo la cota de su nivel "cero".

A partir de esta medición, se obtiene la cota del espejo de agua, únicamente sumando a la lectura del limnómetro (que en el momento se encuentra semi-sumergido), la cota de su nivel "cero", la cual queda establecida como constante hasta que el limnómetro sea movido de su ubicación vertical o tenga que ser reemplazado por otro.



Fotografía 05.- Efectuando nivelación diferencial y rastreo satelital en una estación hidrometeorológica colombiana de San Agustín.

MÉTODO PARA OBTENER LA COTA DEL ESPEJO DE AGUA REFERIDA A UN B.M.

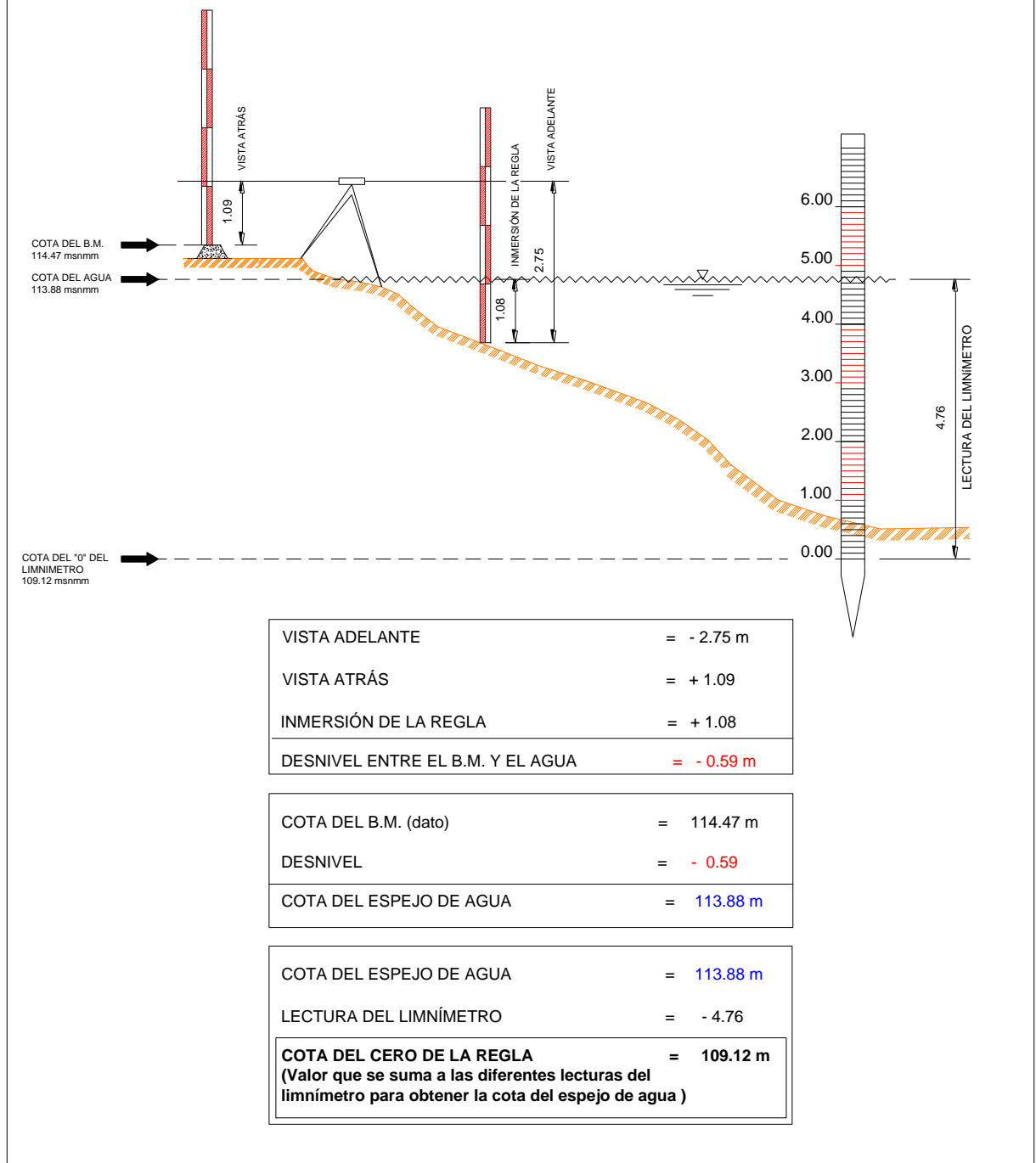


Gráfico 03.- Método para obtener la cota del cero del limnómetro referida a la altura geoidal.

**Investigaciones y mediciones de campo en el río Putumayo entre las
confluencias de los ríos Yaguas y Güeppi**

CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN

3.4.2 Nivelación en el DDNN Güeppi

NIVELACIÓN DIFERENCIAL				
LUGAR: DD.NN GÜEPPÍ	RÍO: PUTUMAYO			
FECHA: 08/07/2009	OBSERVADOR: T2 HID. G. TENAZOA S.	DE: HITO		
HORA: 6:30:00	ANOTADOR: T3 HID. H. NAPIAMA C.	COTA: 193.2400		
LIMN.: 0.92	PORTA MIRA: OM1 S. FLORES P.	A: ESPEJO AGUA		
INMER.: 0.06	INSTRUMENTO: NIVEL Leica NAK2 No 5016801	COTA: 188.9202		
		CERO LIMN. 188.000		

IDA

No EST.	LECTURAS V. ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALO	LECTURAS V. ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA
1	0.358 0.339 0.321	0.3393	0.019 0.018	0.037	1.381 1.347 1.313	1.3470	0.034 0.034	0.068	-1.0077
2	0.147 0.114 0.080	0.1137	0.033 0.034	0.067	1.312 1.269 1.227	1.2693	0.043 0.042	0.085	-1.1557
3	1.234 1.202 1.169	1.2017	0.032 0.033	0.065	2.443 2.407 2.372	2.4073	0.036 0.035	0.071	-1.2057
4	2.522 2.488 2.454	2.4880	0.034 0.034	0.068	3.534 3.499 3.464	3.4990	0.035 0.035	0.070	-1.0110
SUMA V. ATRÁS		4.1427		0.237	SUMA VISTA ADELANTE	8.5227		0.294	-4.3800 -4.3800
DISTANCIA NIVELADA					53.10 Metros				

REGRESO

No EST.	LECTURAS V. ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALO	LECTURAS V. ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA
1	1.330 1.299 1.267	1.2987	0.031 0.032	0.063	0.307 0.289 0.272	0.2893	0.018 0.017	0.035	1.0093
2	1.291 1.248 1.204	1.2477	0.043 0.044	0.087	0.122 0.092 0.063	0.0923	0.030 0.029	0.059	1.1553
3	2.457 2.421 2.384	2.4207	0.036 0.037	0.073	1.248 1.214 1.181	1.2143	0.034 0.033	0.067	1.2063
4	3.456 3.421 3.385	3.4207	0.035 0.036	0.071	2.446 2.412 2.378	2.4120	0.034 0.034	0.068	1.0087
SUMA V. ATRÁS		8.3877		0.294	SUMA VISTA ADELANTE	4.0080		0.229	4.3797 4.3797
DISTANCIA NIVELADA					52.30 Metros				

IDA - REGRESO	
DIFERENCIA PROMEDIO	-4.3798

ERROR ACTUAL	-0.0003
ERROR MAXIMO +/-	0.0039

Cuadro 05.- Nivelación diferencial entre el BM Güeppi y el espejo de agua y cada una de los limnímetros instalados.

Investigaciones y mediciones de campo en el río Putumayo entre las
confluencias de los ríos Yaguas y Güeppi

CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN

3.4.3 Nivelación en la CCNN Nueva Esperanza

NIVELACIÓN DIFERENCIAL					
LUGAR	NUEVA ESPERANZA	RÍO	PUTUMAYO	DE	SIRGAS- IGN
FECHA	30/06/2009	OBSERVADOR	T2 HID. G. TENAZOA S.	COTA:	153.9316
HORA	12:00:00 p.m.	ANOTADOR	OM1 S. FLORES P.	A	ESTACA
LIMN.	-	PORTA MIRA		COTA:	151.5273
INMERS.	-	INSTRUMENTO	Leica NAK2 No 5016801		

IDA

No ESTACIÓN	LECTURAS V. ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALO	LECTURAS V. ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA
1	0.599	0.5657	0.033	0.067	3.020	2.9700	0.050	0.100	-2.4043
	0.566				2.970				
	0.532				2.920				
SUMA V. ATRÁS				0.5657	SUMA V. ADELANTE		2.9700	0.100	-2.4043
DISTANCIA NIVELADA						16.70	Metros		

REGRESO

No ESTACIÓN	LECTURAS V. ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALO	LECTURAS V. ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA
1	3.027	2.9783	0.049	0.097	0.609	0.5740	0.035	0.070	2.4043
	2.978				0.574				
	2.930				0.539				
SUMA V. ATRÁS				2.9783	SUMA V. ADELANTE		0.5740	0.070	2.4043
DISTANCIA NIVELADA						16.70	Metros		

LUGAR	NUEVA ESPERANZA	RÍO	PUTUMAYO	DE	ESTACA
FECHA	30/06/2009	OBSERVADOR	T2 HID. G. TENAZOA S.	COTA:	151.5273
HORA	12:00:00 p.m.	ANOTADOR	OM1 HID. S. FLORES P.	A	ESPEJO DE AGUA
LECT.	0.65	PORTA MIRA		COTA:	148.7831
INMERS.	0.01	INSTRUMENTO	Leica NAK2 No 5016801		CERO LIMN. 148.1331

IDA

No ESTACIÓN	LECTURAS V. ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALO	LECTURAS V. ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA
1	0.687	0.6477	0.039	0.079	3.437	3.4027	0.034	0.069	-2.7550
	0.648				3.403				
	0.608				3.368				
SUMA V. ATRÁS				0.6477	SUMA V. ADELANTE		3.4027	0.069	-2.7550
DISTANCIA NIVELADA						14.80	Metros		

REGRESO

No ESTACIÓN	LECTURAS V. ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALO	LECTURAS V. ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA
1	3.594	3.5563	0.038	0.075	0.842	0.8030	0.039	0.078	2.7533
	3.556				0.803				
	3.519				0.764				
SUMA V. ATRÁS				3.5563	SUMA V. ADELANTE		0.8030	0.078	2.7533
DISTANCIA NIVELADA						15.30	Metros		

Cuadro 06.- Nivelación diferencial entre el BM Sirgas y una estaca y desde la esta hasta el espejo de agua obteniendo el cero del limnómetro.

**Investigaciones y mediciones de campo en el río Putumayo entre las
confluencias de los ríos Yaguas y Güeppi**

CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN

3.4.4 Nivelación en la ciudad El Estrecho

NIVELACIÓN DIFERENCIAL											
LUGAR	EL ESTRECHO				RÍO	PUTUMAYO				DE:	BM. SIRGAS
FECHA	18/06/2009				OBSERVADOR	T2 HID. G. TENAZOA S.				COTA:	112.9500
HORA	7:30:00 a.m.				ANOTADOR	OM1 HID. S. FLORES P.				A	ESTACA
LIMN.	-				PORTA MIRA	OM2 ART. G. CHUQUIVILCA				COTA:	105.2118
INMERS.	-				INSTRUMENTO	NIVEL Leica NAK2 No 5016801					
IDA											
No ESTACIÓN	LECTURAS V. ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	LECTURAS V. ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA		
1	2.796 2.746 2.696	2.7460	0.050 0.050	0.100	0.269 0.182 0.095	0.1820	0.087 0.087	0.174	2.5640		
2	1.011 0.836 0.660	0.8357	0.175 0.176	0.351	2.043 1.783 1.523	1.7830	0.260 0.260	0.520	-0.9473		
3	0.982 0.720 0.459	0.7203	0.262 0.261	0.523	3.634 3.558 3.481	3.5577	0.076 0.077	0.153	-2.8373		
4	0.515 0.496 0.478	0.4963	0.019 0.018	0.037	3.501 3.454 3.408	3.4543	0.047 0.046	0.093	-2.9580		
5	1.199 1.168 1.138	1.1683	0.031 0.030	0.061	3.212 3.157 3.101	3.1567	0.055 0.056	0.111	-1.9883		
6	0.253 0.203 0.154	0.2033	0.050 0.049	0.099	1.846 1.778 1.711	1.7783	0.068 0.067	0.135	-1.5750		
SUMA V. ATRÁS		6.1700		1.171	SUMA VISTA AD.		13.9120	1.186	-7.7420 -7.7420		
DISTANCIA NIVELADA					235.70 Metros						
REGRESO											
No ESTACIÓN	LECTURAS V. ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	LECTURAS V. ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA		
1	0.345 0.260 0.175	0.2600	0.085 0.085	0.170	2.874 2.824 2.774	2.8240	0.050 0.050	0.100	-2.5640		
2	2.065 1.809 1.552	1.8087	0.256 0.257	0.513	1.041 0.860 0.680	0.8603	0.181 0.180	0.361	0.9483		
3	3.721 3.655 3.589	3.6550	0.066 0.066	0.132	1.093 0.827 0.561	0.8270	0.266 0.266	0.532	2.8280		
4	3.588 3.542 3.497	3.5423	0.046 0.045	0.091	0.599 0.583 0.567	0.5830	0.016 0.016	0.032	2.9593		
5	3.325 3.271 3.216	3.2707	0.054 0.055	0.109	1.312 1.283 1.255	1.2833	0.029 0.028	0.057	1.9873		
6	1.848 1.778 1.709	1.7783	0.070 0.069	0.139	0.250 0.203 0.156	0.2030	0.047 0.047	0.094	1.5753		
SUMA V. ATRÁS		14.3150		1.154	SUMA VISTA AD.		6.5807	1.176	7.7343 7.7343		
DISTANCIA NIVELADA					233.00 Metros						

IDA - REGRESO	
DIFERENCIA PROMEDIO	-7.7382

ERROR ACTUAL	-0.0077
ERROR MAXIMO (+/-)	0.0082

Cuadro 07.- Nivelación diferencial entre el BM Sirgas y una estaca.

**Investigaciones y mediciones de campo en el río Putumayo entre las
confluencias de los ríos Yaguas y Güeppi**

CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN

NIVELACIÓN DIFERENCIAL											
LUGAR	EL ESTRECHO				RÍO	PUTUMAYO				DE:	ESTACA
FECHA	18/06/2009				OBSERVADOR	T2 HID. G. TENAZOA S.				COTA:	105.2118
HORA	7:30:00 a.m.				ANOTADOR	OM1 HID. S. FLORES P.				A	ESPEJO DE AGUA
LIMN.	13.24				PORTA MIRA	OM2 ART. G. CHUQUIVILCA				COTA:	103.835
INMER.	0.00				INSTRUMENTO	NIVEL Leica NAK2 No 5016801				Cero Limn.	90.595
IDA											
No ESTACIÓN	LECTURAS V. ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	LECTURAS V. ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA		
1	0.799 0.762 0.725	0.7620	0.037 0.037	0.074	2.230 2.138 2.045	2.1377	0.092 0.093	0.185	-1.3757		
SUMA V. ATRÁS		0.7620		0.074	SUMA VISTA AD.		2.1377	0.185	-1.3757		
DISTANCIA NIVELADA					25.90 Metros						
REGRESO											
No ESTACIÓN	LECTURAS V. ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	LECTURAS V. ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA		
1	2.284 2.194 2.104	2.1940	0.090 0.090	0.180	0.850 0.817 0.784	0.8170	0.033 0.033	0.066	1.3770		
SUMA V. ATRÁS		2.1940		0.180	SUMA VISTA AD.		0.8170	0.066	1.3770		
DISTANCIA NIVELADA					24.60 Metros						

IDA - REGRESO	
DIFERENCIA PROMEDIO	-1.3763

ERROR ACTUAL	0.0013
ERROR MAXIMO (+/-)	0.0027

Cuadro 08.- Nivelación diferencial entre una estaca y el espejo de agua obteniendo el cero del limnómetro.



Fotografía 08.- Nivelación en el poblado Remanso desde el BM Sirgas hasta el espejo del agua.

Investigaciones y mediciones de campo en el río Putumayo entre las
confluencias de los ríos Yaguas y Güeppi

CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN

3.4.5 Nivelación en la localidad El Remanso

NIVELACIÓN DIFERENCIAL											
LUGAR	REMANSO				RIO	PUTUMAYO				DE:	SIRGAS IGN
FECHA	12/06/2009				OBSERVADOR	T2 Hid. G.TENAZOA S.				COTA:	83.7574
HORA	09:10:00 a.m.				ANOTADOR	OM1 Hid. M. CANCHANYA L.				A :	ESPEJO AGUA
LIMN.:	0.93				PORTA MIRA	OM1 Hid. S. FLORES P.				COTA :	82.3072
INMER.	0.02				INSTRM.	NIVEL Leica NAK2 No 5016801				CERO LIMN.	81.377
IDA											
No ESTACIÓN	LECTURAS V. ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	LECTURAS V. ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA		
1	1.460 1.210 0.959	1.2097	0.250 0.251	0.501	1.825 1.365 0.905	1.3650	0.460 0.460	0.920	-0.1553		
2	1.810 1.545 1.280	1.5450	0.265 0.265	0.530	2.041 1.760 1.478	1.7597	0.281 0.282	0.563	-0.2147		
3	1.825 1.475 1.124	1.4747	0.350 0.351	0.701	1.653 1.288 0.924	1.2883	0.365 0.364	0.729	0.1863		
4	1.560 1.283 1.006	1.2830	0.277 0.277	0.554	1.608 1.349 1.090	1.3490	0.259 0.259	0.518	-0.0660		
5	1.223 1.172 1.122	1.1723	0.051 0.050	0.101	2.442 2.388 2.335	2.3883	0.054 0.053	0.107	-1.2160		
SUMA V. ATRÁS		6.6847		2.387	SUMA V. ADELANTE	8.1503		2.837	-1.4657		
DISTANCIA NIVELADA					522.40 Metros						
REGRESO											
No ESTACIÓN	LECTURAS V. ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	LECTURAS V. ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA		
1	1.870 1.410 0.950	1.4100	0.460 0.460	0.920	1.257 1.202 1.148	1.2023	0.055 0.054	0.109	0.2077		
2	2.091 1.810 1.528	1.8097	0.281 0.282	0.563	1.520 1.245 0.970	1.2450	0.275 0.275	0.550	0.5647		
3	1.702 1.336 0.971	1.3363	0.366 0.365	0.731	1.872 1.522 1.172	1.5220	0.350 0.350	0.700	-0.1857		
4	1.570 1.310 1.051	1.3103	0.260 0.259	0.519	1.855 1.590 1.325	1.5900	0.265 0.265	0.530	-0.2797		
5	2.480 2.422 2.365	2.4223	0.058 0.057	0.115	1.510 1.255 0.999	1.2547	0.255 0.256	0.511	1.1677		
SUMA V. ATRÁS		8.2887		2.848	SUMA V. ADELANTE	6.8140		2.400	1.4747		
DISTANCIA NIVELADA					524.80 Metros						

Cuadro 09.- Nivelación diferencial desde el BM Sirgas y el espejo de agua obteniendo el cero del limnómetro.

**Investigaciones y mediciones de campo en el río Putumayo entre las
confluencias de los ríos Yaguas y Güeppi**

CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN

3.4.6 Nivelación en el DDNN El Álamo

NIVELACIÓN DIFERENCIAL					
LUGAR:	DD.NN ALAMO	RÍO	PUTUMAYO	DE:	BM. SIRGAS
FECHA:	05/06/2009	OBSERVADOR	T2 HID. TENAZOA	COTA:	82.8262
HORA:	08:30:00 a.m.	ANOTADOR	T2 HID. LOPEZ	A	ESPEJO AGUA
LIMN.:	0.88	PORTA MIRA	OM1 HID. RUIZ	COTA:	68.2725
INMERSIÓN:	0.09	INSTRUMENTO	NIVEL. Leica NAK2 No 5016801	CERO LIMN	67.393

IDA

No EST.	LECTURAS V. ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	LECTURAS V. ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA
1	2.113 1.931 1.748	1.9307	0.182 0.183	0.365	3.739 3.573 3.408	3.5733	0.166 0.165	0.331	-1.6427
2	0.310 0.276 0.242	0.2760	0.034 0.034	0.068	3.796 3.679 3.563	3.6793	0.117 0.116	0.233	-3.4033
3	0.266 0.219 0.172	0.2190	0.047 0.047	0.094	3.738 3.685 3.630	3.6843	0.053 0.055	0.108	-3.4653
4	0.195 0.156 0.116	0.1557	0.039 0.040	0.079	3.071 2.999 2.927	2.9990	0.072 0.072	0.144	-2.8433
5	1.400 1.278 1.155	1.2777	0.122 0.123	0.245	1.720 1.331 0.942	1.3310	0.389 0.389	0.778	-0.0533
6	2.366 2.207 2.048	2.2070	0.159 0.159	0.318	0.409 0.344 0.277	0.3433	0.065 0.067	0.132	1.8637
7	3.392 3.236 3.080	3.2360	0.156 0.156	0.312	0.242 0.173 0.104	0.1730	0.069	0.069	3.0630
8	3.834 3.775 3.716	3.7750	0.059 0.059	0.118	1.809 1.651 1.492	1.6507	0.158 0.159	0.317	2.1243
9	0.204 0.162 0.120	0.1620	0.042 0.042	0.084	3.375 3.339 3.303	3.3390	0.036 0.036	0.072	-3.1770
10	0.513 0.489 0.466	0.4893	0.024 0.023	0.047	3.176 3.138 3.099	3.1377	0.038 0.039	0.077	-2.6483
11	0.071 0.049 0.028	0.0493	0.022	0.022	3.745 3.668 3.591	3.6680	0.077	0.077	-3.6187
12	1.147 1.082 1.018	1.0823	0.065 0.064	0.129	1.975 1.928 1.881	1.9280	0.047 0.047	0.094	-0.8457
SUMA V. ATRÁS		14.8600		1.881	SUMA V. ADELANTE	29.5067		2.432	-14.6467 -14.6467
DISTANCIA NIVELADA						431.30	Metros		

Cuadro 10.- Nivelación diferencial en la localidad del Álamo desde el BM Sirgas hasta el espejo de agua para obtener el cero del limnómetro. Recorrido de ida.

**Investigaciones y mediciones de campo en el río Putumayo entre las
confluencias de los ríos Yaguas y Güeppi**

CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN

REGRESO

No EST.	LECTURAS V. ATRÁS	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	LECTURAS V. ADELANTE	PROMEDIO	INTERVALO	SUMA DE INTERVALOS	DIFERENCIA
1	3.825 3.654 3.482	3.6537	0.171 0.172	0.343	2.182 2.005 1.828	2.0050	0.177 0.177	0.354	1.6487
2	3.685 3.569 3.451	3.5683	0.116 0.118	0.234	0.203 0.166 0.130	0.1663	0.037 0.036	0.073	3.4020
3	3.765 3.700 3.635	3.7000	0.065 0.065	0.130	0.290 0.239 0.188	0.2390	0.051 0.051	0.102	3.4610
4	3.255 3.179 3.103	3.1790	0.076 0.076	0.152	0.372 0.335 0.299	0.3353	0.037 0.036	0.073	2.8437
5	1.699 1.309 0.920	1.3093	0.390 0.389	0.779	1.383 1.257 1.130	1.2567	0.126 0.127	0.253	0.0527
6	0.357 0.292 0.228	0.2923	0.065 0.064	0.129	2.318 2.155 1.992	2.1550	0.163 0.163	0.326	-1.8627
7	0.310 0.248 0.186	0.2480	0.062 0.062	0.124	3.472 3.310 3.147	3.3097	0.162 0.163	0.325	-3.0617
8	1.849 1.691 1.534	1.6913	0.158 0.157	0.315	3.885 3.825 3.765	3.8250	0.060 0.060	0.120	-2.1337
9	3.386 3.349 3.312	3.3490	0.037 0.037	0.074	0.212 0.171 0.129	0.1707	0.041 0.042	0.083	3.1783
10	3.217 3.178 3.139	3.1780	0.039 0.039	0.078	0.555 0.531 0.506	0.5307	0.024 0.025	0.049	2.6473
11	3.825 3.746 3.668	3.7463	0.079 0.078	0.157	0.148 0.128 0.108	0.1280	0.020 0.020	0.040	3.6183
12	1.951 1.905 1.858	1.9047	0.046 0.047	0.093	1.122 1.058 0.994	1.0580	0.064 0.064	0.128	0.8467
SUMA V. ATRÁS		29.8200		2.608	SUMA V. ADELANTE	15.1793		1.926	14.6407 14.6407
DISTANCIA NIVELADA						453.40	Metros		

IDA Y REGRESO	
DIFERENCIA PROMEDIO	-14.6437

ERROR (IDA - REGRESO)	-0.0060
ERROR MAXIMO (+/-)	0.0113

Cuadro 11.- Nivelación diferencial en la localidad del Álamo desde el espejo de agua hasta el BM Sirgas, para obtener el cero del limnómetro. Recorrido de regreso.

IV MEDICIONES HIDROGRÁFICAS E HIDROMÉTRICAS

4.1 MEDICIONES Y REGISTROS DEL NIVEL DEL RÍO

4.1.1 Objetivo de las mediciones limnimétricas.

Recopilar información del nivel del río a lo largo del tramo levantado, durante los días programados para las mediciones batimétricas.

Asimismo, recopilar datos históricos para efectuar la reducción de sondeos a niveles de máxima vaciante (NMV).

4.1.2 Metodología para la medición del nivel del río

En cada una de las CINCO (05) estaciones limnimétricas que se planificaron utilizar, se instalaron en el lugar apropiado, UNA (01) batería de reglas graduadas perpendiculares a la ribera del río. En los casos donde ya estas se encontraban instaladas, se efectuó la validación correspondiente, nivelando para averiguar la cota geoidal del nivel cero de cada una de las reglas desde el BM instalado en sus inmediaciones hasta el espejo de agua.



Fotografía 07.- Registrando el nivel del río en la estación limnimétrica Remanso.

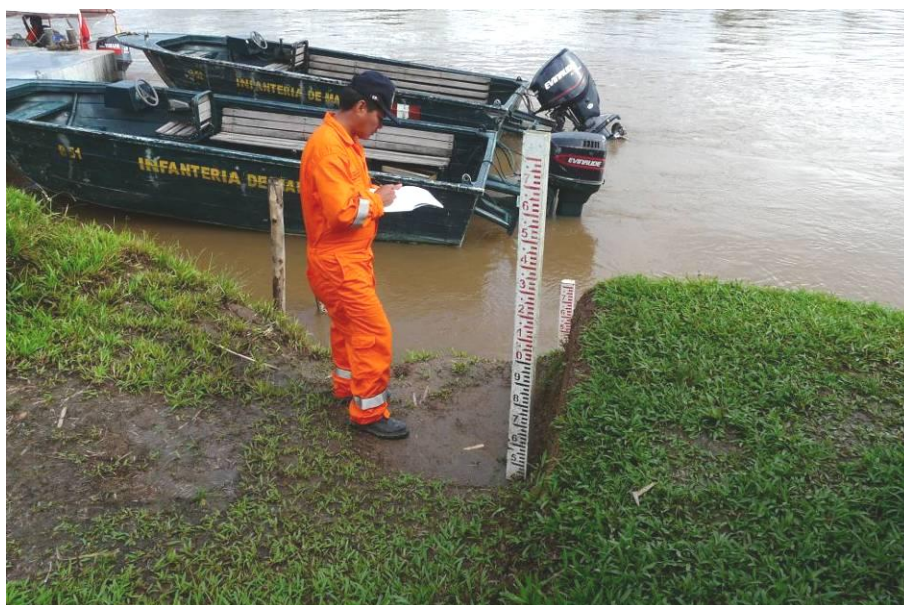
4.1.3 Equipos y materiales por cada estación limnimétrica

- UN (01) Nivel de ingeniero con trípode y mira
- TRES (03) Reglas limnimétricas de 2 m
- UNA (01) Cámara fotográfica
- UN (01) Cuaderno para registros

Materiales varios

4.1.4 Registros del nivel del río en las estaciones limnimétricas temporales y permanentes durante los días de campo

Las mediciones de los niveles del río Putumayo, en cada estación limnimétrica establecida, tres (3) permanentes y dos (2) temporales, se efectuaron a 06:00, 09:00, 12:00, 15:00 y 18:00 horas, las mismas que fueron registradas en DOS (02) cuadernos. Estas mediciones se iniciaron antes del inicio de la batimetría de las secciones transversales y de aforos líquidos (4/6/2009), habiendo perdurado hasta que la segunda brigada y el BAP “STIGLICH” había transpuesto la desembocadura del río yaguas (20/7/2007) en el viaje de retorno. En el cuadro 12 se presentan la relación completa de los registros de niveles del río Putumayo medidos durante los días que se efectuaron los trabajos de campo.



Fotografía 06.- Efectuando la medición y registro del nivel del río en Güeppi

**Investigaciones y mediciones de campo en el río Putumayo entre las
confluencias de los ríos Yaguas y Güeppi**

CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN

NIVELES DE LAS ESTACIONES LIMNIMÉTRICAS - RÍO PUTUMAYO

DÍA	HORA	GÜEPII	NVA. ESPERANZA	EL ESTRECHO	REMANSO	EL ÁLAMO
04/06/2009	0600	188.786	148.254	103.411	82.228	68.320
	0900	188.806	148.204	103.411	82.223	68.323
	1200	188.826	148.179	103.411	82.221	68.324
	1500	188.856	148.167	103.411	82.219	68.324
	1800	188.886	148.154	103.411	82.218	68.325
05/06/2009	0600	189.656	148.024	103.461	82.256	68.293
	0900	189.926	147.969	103.461	82.206	68.293
	1200	190.196	147.928	103.461	82.168	68.283
	1500	190.371	147.917	103.461	82.158	68.273
	1800	190.546	147.914	103.461	82.155	68.273
06/06/2009	0600	190.806	147.824	103.411	82.115	68.253
	0900	190.846	147.819	103.436	82.116	68.253
	1200	190.886	147.815	103.455	82.117	68.248
	1500	190.911	147.814	103.460	82.117	68.238
	1800	190.936	147.814	103.461	82.117	68.233
07/06/2009	0600	190.966	148.433	103.471	82.217	68.213
	0900	190.961	148.453	103.471	82.217	68.208
	1200	190.956	148.463	103.471	82.217	68.198
	1500	190.936	148.483	103.471	82.217	68.188
	1800	190.916	148.493	103.471	82.217	68.183
08/06/2009	0600	190.876	148.543	103.481	82.197	68.153
	0900	190.871	148.563	103.481	82.187	68.143
	1200	190.866	148.573	103.481	82.177	68.133
	1500	190.841	148.593	103.481	82.177	68.133
	1800	190.816	148.623	103.481	82.177	68.133
09/06/2009	0600	190.676	148.713	103.491	82.167	68.103
	0900	190.696	148.743	103.491	82.167	68.098
	1200	190.656	148.753	103.491	82.177	68.083
	1500	190.696	148.773	103.491	82.177	68.073
	1800	190.776	148.803	103.491	82.177	68.073
10/06/2009	0600	190.876	148.853	103.511	82.177	68.063
	0900	190.896	148.863	103.511	82.167	68.063
	1200	190.926	148.873	103.511	82.167	68.058
	1500	190.936	148.893	103.511	82.167	68.053
	1800	190.946	148.903	103.511	82.167	68.053
11/06/2009	0600	190.836	148.943	103.491	82.167	68.063
	0900	190.746	148.973	103.491	82.197	68.068
	1200	190.666	148.993	103.491	82.217	68.073
	1500	190.586	149.013	103.491	82.247	68.078
	1800	190.476	149.023	103.491	82.257	68.083
12/06/2009	0600	190.486	149.053	103.541	82.297	68.083
	0900	190.516	149.053	103.541	82.287	68.083
	1200	190.546	149.063	103.541	82.287	68.083
	1500	190.546	149.073	103.541	82.287	68.088
	1800	190.556	149.073	103.541	82.297	68.093
13/06/2009	0600	190.586	149.143	103.631	82.287	68.103
	0900	190.606	149.153	103.631	82.287	68.103
	1200	190.636	149.163	103.631	82.287	68.108
	1500	190.696	149.173	103.631	82.277	68.113
	1800	190.756	149.183	103.631	82.277	68.113
14/06/2009	0600	190.906	149.233	103.671	82.257	68.123
	0900	190.926	149.243	103.671	82.257	68.123
	1200	190.946	149.253	103.671	82.247	68.118
	1500	190.936	149.263	103.671	82.247	68.113
	1800	190.916	149.273	103.671	82.237	68.113
15/06/2009	0600	190.756	149.303	103.711	82.217	68.113
	0900	190.786	149.313	103.711	82.207	68.113
	1200	190.836	149.323	103.711	82.207	68.113
	1500	190.856	149.333	103.711	82.207	68.113
	1800	190.866	149.333	103.711	82.197	68.113

**Investigaciones y mediciones de campo en el río Putumayo entre las
confluencias de los ríos Yaguas y Güeppi**

CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN

DÍA	HORA	GÜEPPÍ	NVA. ESPERANZA	EL ESTRECHO	REMANSO	EL ÁLAMO
16/06/2009	0600	190.776	149.363	103.751	82.197	68.103
	0900	190.696	149.373	103.751	82.197	68.103
	1200	190.576	149.393	103.751	82.197	68.103
	1500	190.456	149.413	103.751	82.197	68.103
	1800	190.276	149.433	103.751	82.187	68.103
17/06/2009	0600	189.846	149.483	103.801	82.167	68.093
	0900	189.776	149.503	103.801	82.167	68.093
	1200	189.696	149.513	103.801	82.167	68.093
	1500	189.636	149.523	103.801	82.167	68.093
	1800	189.586	149.533	103.801	82.167	68.093
18/06/2009	0600	189.706	149.573	103.841	82.147	68.073
	0900	189.826	149.593	103.841	82.147	68.073
	1200	189.956	149.603	103.841	82.147	68.068
	1500	190.046	149.613	103.841	82.147	68.063
	1800	190.136	149.623	103.861	82.147	68.063
19/06/2009	0600	190.036	149.643	103.861	82.137	68.033
	0900	189.956	149.663	103.861	82.137	68.033
	1200	189.846	149.673	103.861	82.137	68.028
	1500	189.726	149.693	103.861	82.137	68.023
	1800	189.616	149.693	103.881	82.137	68.023
20/06/2009	0600	189.406	149.713	103.881	82.107	67.993
	0900	189.396	149.723	103.881	82.107	67.993
	1200	189.386	149.733	103.881	82.097	67.988
	1500	189.376	149.733	103.881	82.097	67.983
	1800	189.376	149.733	103.911	82.107	67.983
21/06/2009	0600	189.356	149.733	103.911	82.097	67.963
	0900	189.356	149.733	103.911	82.097	67.963
	1200	189.376	149.723	103.911	82.087	67.953
	1500	189.416	149.713	103.911	82.097	67.943
	1800	189.466	149.703	103.931	82.097	67.943
22/06/2009	0600	189.676	149.663	103.931	82.087	67.923
	0900	189.756	149.653	103.931	82.087	67.923
	1200	189.876	149.643	103.931	82.077	67.908
	1500	189.996	149.633	103.931	82.067	67.883
	1800	190.116	149.603	103.951	82.057	67.873
23/06/2009	0600	190.176	149.503	103.951	82.067	67.843
	0900	190.116	149.473	103.951	82.067	67.838
	1200	190.036	149.453	103.951	82.067	67.828
	1500	189.956	149.433	103.951	82.067	67.823
	1800	189.876	149.413	103.951	82.067	67.823
24/06/2009	0600	190.246	149.363	103.951	82.057	67.793
	0900	190.366	149.333	103.951	82.057	67.783
	1200	190.446	149.323	103.951	82.057	67.763
	1500	190.476	149.313	103.951	82.057	67.748
	1800	190.476	149.303	103.951	82.057	67.743
25/06/2009	0600	190.176	149.273	103.971	82.067	67.793
	0900	190.066	149.263	103.971	82.067	67.783
	1200	189.956	149.263	103.971	82.067	67.763
	1500	189.846	149.253	103.971	82.077	67.748
	1800	189.756	149.233	104.001	82.087	67.743
26/06/2009	0600	189.656	149.213	104.021	82.097	67.653
	0900	189.666	149.213	104.021	82.097	67.643
	1200	189.676	149.203	104.021	82.097	67.628
	1500	189.666	149.203	104.021	82.107	67.623
	1800	189.636	149.203	104.061	82.107	67.623
27/06/2009	0600	189.506	149.193	104.061	82.127	67.603
	0900	189.456	149.183	104.061	82.137	67.598
	1200	189.416	149.173	104.061	82.137	67.593
	1500	189.376	149.173	104.061	82.137	67.588
	1800	189.326	149.163	104.061	82.137	67.583

**Investigaciones y mediciones de campo en el río Putumayo entre las
confluencias de los ríos Yaguas y Güeppi**

CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN

DÍA	HORA	GÜEPPi	NVA. ESPERANZA	EL ESTRECHO	REMANSO	EL ÁLAMO
28/06/2009	0600	189.436	149.113	104.131	82.157	67.573
	0900	189.476	149.103	104.131	82.157	67.573
	1200	189.486	149.083	104.131	82.167	67.573
	1500	189.466	149.063	104.131	82.167	67.573
	1800	189.436	149.053	104.131	82.177	67.573
29/06/2009	0600	189.376	148.953	104.171	82.197	67.573
	0900	189.506	148.943	104.171	82.197	67.573
	1200	189.696	148.923	104.171	82.197	67.568
	1500	189.876	148.893	104.171	82.207	67.563
	1800	189.996	148.853	104.171	82.207	67.563
30/06/2009	0600	190.026	148.813	104.231	82.227	67.583
	0900	190.006	148.803	104.231	82.227	67.583
	1200	189.976	148.783	104.231	82.237	67.588
	1500	189.936	148.753	104.231	82.237	67.593
	1800	189.896	148.743	104.231	82.237	67.593
01/07/2009	0600	189.726	148.713	104.251	82.237	67.613
	0900	189.726	148.713	104.251	82.237	67.613
	1200	189.756	148.723	104.251	82.237	67.613
	1500	189.806	148.723	104.251	82.237	67.613
	1800	189.856	148.753	104.251	82.247	67.613
02/07/2009	0600	189.786	148.783	104.261	82.247	67.633
	0900	189.736	148.803	104.261	82.247	67.633
	1200	189.676	148.813	104.261	82.247	67.638
	1500	189.636	148.813	104.261	82.247	67.643
	1800	189.596	148.823	104.261	82.257	67.643
03/07/2009	0600	189.456	148.793	104.231	82.257	67.653
	0900	189.436	148.783	104.231	82.257	67.653
	1200	189.476	148.773	104.231	82.257	67.658
	1500	189.576	148.773	104.231	82.257	67.663
	1800	189.716	148.773	104.231	82.257	67.663
04/07/2009	0600	189.896	148.763	104.201	82.277	67.663
	0900	189.866	148.753	104.201	82.277	67.663
	1200	189.816	148.753	104.201	82.277	67.668
	1500	189.736	148.733	104.201	82.277	67.673
	1800	189.636	148.713	104.181	82.277	67.673
05/07/2009	0600	189.396	148.643	104.151	82.287	67.653
	0900	189.386	148.633	104.151	82.287	67.653
	1200	189.376	148.623	104.151	82.287	67.648
	1500	189.376	148.633	104.151	82.287	67.643
	1800	189.376	148.633	104.111	82.287	67.643
06/07/2009	0600	189.296	148.603	104.091	82.287	67.633
	0900	189.256	148.603	104.091	82.297	67.633
	1200	189.216	148.593	104.091	82.297	67.628
	1500	189.156	148.593	104.091	82.297	67.623
	1800	189.106	148.573	104.071	82.297	67.623
07/07/2009	0600	189.006	148.473	104.031	82.297	67.613
	0900	188.986	148.463	104.031	82.297	67.613
	1200	188.976	148.433	104.031	82.307	67.608
	1500	188.956	148.433	104.031	82.307	67.603
	1800	188.946	148.413	104.011	82.317	67.603
08/07/2009	0600	188.926	148.333	103.991	82.327	67.593
	0900	188.936	148.303	103.991	82.327	67.593
	1200	188.966	148.273	103.991	82.337	67.598
	1500	189.006	148.233	103.991	82.337	67.603
	1800	189.106	148.203	103.981	82.347	67.603
09/07/2009	0600	189.690	148.113	103.971	82.347	67.603
	0900	189.870	148.103	103.971	82.347	67.603
	1200	189.990	148.073	103.971	82.347	67.608
	1500	190.090	148.053	103.971	82.347	67.618
	1800	190.190	148.043	103.971	82.357	67.623

**Investigaciones y mediciones de campo en el río Putumayo entre las
confluencias de los ríos Yaguas y Güepi**

CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN

DÍA	HORA	GÜEPI	NVA. ESPERANZA	EL ESTRECHO	REMANSO	EL ÁLAMO
10/07/2009	0600	190.370	148.003	103.951	82.357	67.623
	0900	190.380	148.013	103.951	82.357	67.623
	1200	190.390	148.023	103.951	82.367	67.628
	1500	190.390	148.043	103.951	82.367	67.633
	1800	190.390	148.063	103.931	82.357	67.633
11/07/2009	0600	190.300	148.273	103.881	82.367	67.643
	0900	190.270	148.323	103.881	82.367	67.643
	1200	190.240	148.353	103.881	82.367	67.643
	1500	190.145	148.433	103.881	82.377	67.643
	1800	190.050	148.473	103.841	82.377	67.643
12/07/2009	0600	189.850	148.623	103.801	82.377	67.653
	0900	189.855	148.693	103.801	82.377	67.653
	1200	189.860	148.743	103.801	82.377	67.653
	1500	189.885	148.773	103.801	82.377	67.653
	1800	189.910	148.793	103.771	82.377	67.653
13/07/2009	0600	189.770	148.863	103.731	82.367	67.663
	0900	189.700	148.863	103.731	82.367	67.663
	1200	189.630	148.883	103.731	82.357	67.663
	1500	189.545	148.893	103.731	82.357	67.663
	1800	189.460	148.893	103.661	82.357	67.663
14/07/2009	0600	189.230	148.903	103.594	82.347	67.653
	0900	189.200	148.913	103.594	82.347	67.648
	1200	189.170	148.903	103.594	82.337	67.643
	1500	189.140	148.903	103.594	82.337	67.638
	1800	189.110	148.903	103.511	82.337	67.633
15/07/2009	0600	189.620	148.893	103.441	82.337	67.633
	0900	189.815	148.883	103.441	82.337	67.633
	1200	190.010	148.883	103.441	82.337	67.628
	1500	190.070	148.883	103.441	82.337	67.623
	1800	190.130	148.873	103.361	82.337	67.623
16/07/2009	0600	190.060	148.813	103.461	82.367	67.643
	0900	190.060	148.793	103.461	82.367	67.643
	1200	190.060	148.763	103.461	82.367	67.648
	1500	190.120	148.743	103.461	82.387	67.653
	1800	190.180	148.723	103.441	82.407	67.653
17/07/2009	0600	190.480	148.723	103.511	82.407	67.673
	0900	190.480	148.723	103.511	82.407	67.673
	1200	190.480	148.743	103.511	82.407	67.678
	1500	190.445	148.773	103.511	82.417	67.683
	1800	190.410	148.773	103.531	82.437	67.683
18/07/2009	0600	190.010	148.863	103.531	82.407	67.713
	0900	189.920	148.883	103.531	82.407	67.713
	1200	189.830	148.913	103.531	82.397	67.713
	1500	189.780	148.943	103.531	82.397	67.713
	1800	189.730	148.973	103.531	82.397	67.713
19/07/2009	0600		149.053		82.377	
	0900		149.093		82.377	
	1200		149.123		82.367	
	1500		149.143		82.367	
	1800		149.163		82.357	
20/07/2009	0600		149.203		82.367	
	0900		149.213		82.357	
	1200		149.213		82.347	
	1500		149.223		82.347	
	1800		149.223		82.337	

Cuadro 12.- Niveles del río Putumayo tomados en las estaciones limnimétricas peruanas durante los días que se efectuaron los trabajos de campo.

4.1.5 Registros del nivel del río en las estaciones limnimétricas peruanas permanentes

Existen algunos años de registros de niveles del río Putumayo en las estaciones denominadas permanentes, en Güeppi la que se encuentra a cargo del Destacamento Naval del lugar (DDNN), en El Estrecho la cual esta a cargo del SENAMHI y en El Álamo la cual también esta a cargo del DDNN del lugar. Los correspondientes histogramas son presentados a continuación mediante los gráficos 04 al 06.



Fotografía 09.- Nivelación diferencial en el poblado Nueva Esperanza

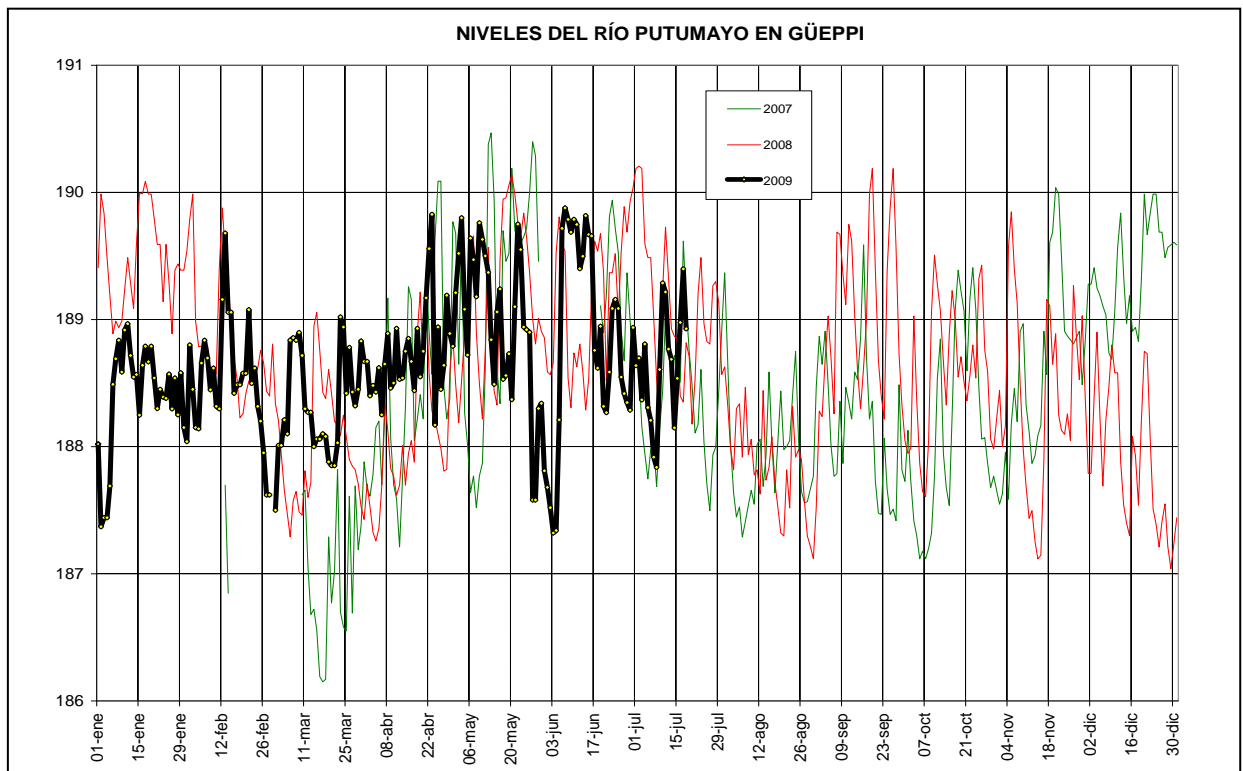


Gráfico 04.- Histograma de niveles del río Putumayo en Güeppi

**Investigaciones y mediciones de campo en el río Putumayo entre las
confluencias de los ríos Yaguas y Güeppi
CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN**

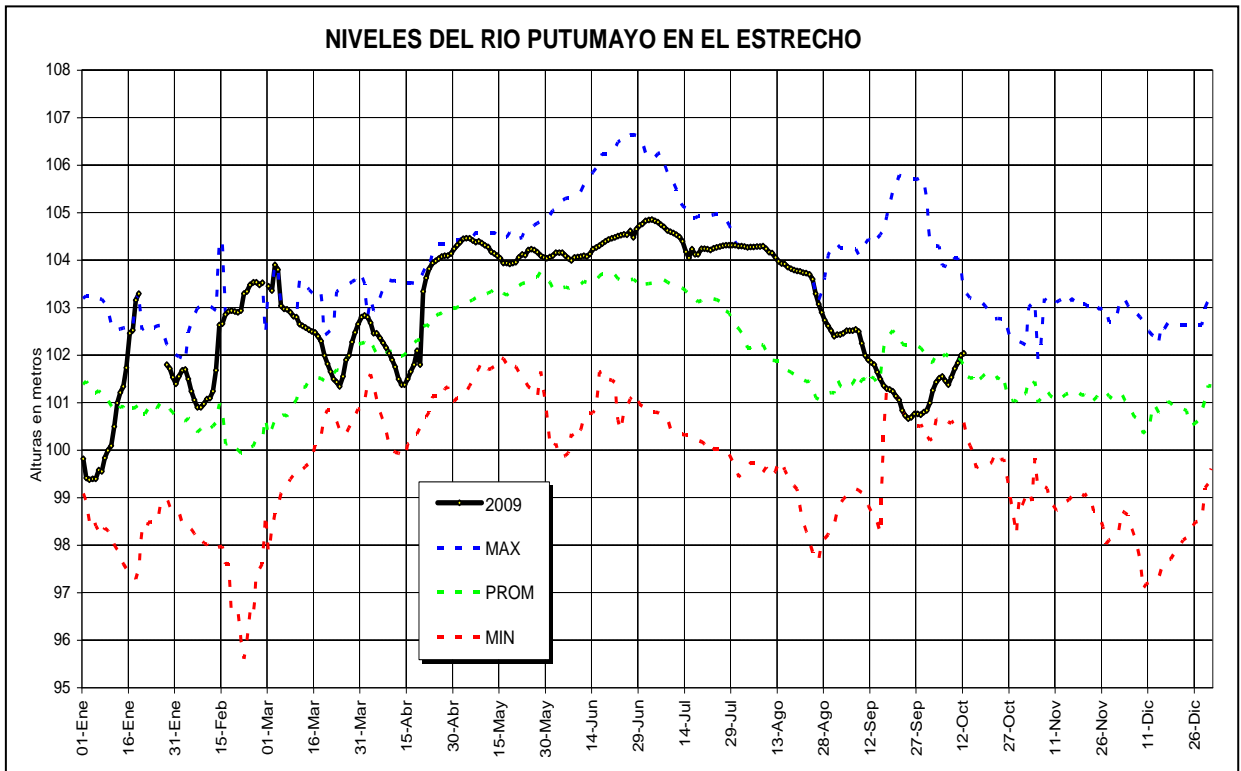


Gráfico 05.- Histograma de niveles del río Putumayo en El Estrecho

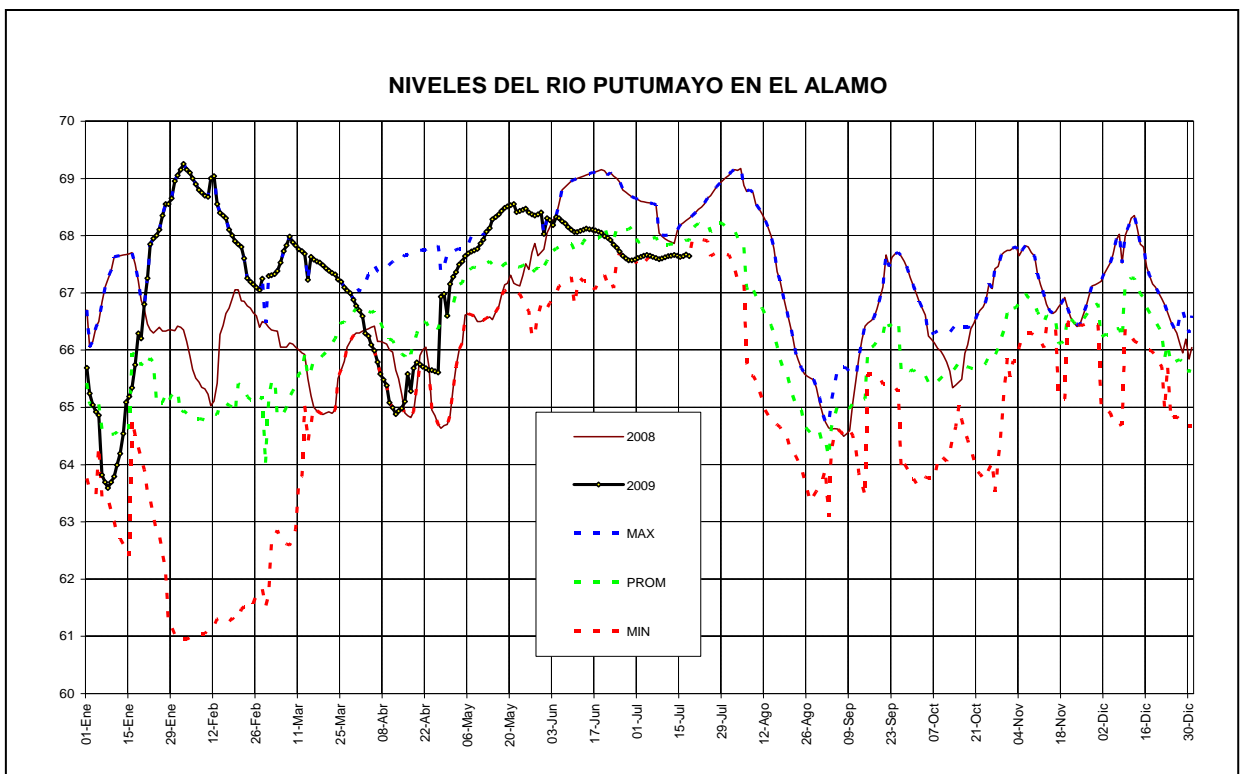


Gráfico 06.- Histograma de niveles del río Putumayo en El Álamo

4.1.6 Registros del nivel del río en las estaciones limnimétricas colombianas

En la recopilación de información realizada antes de efectuar los trabajos de campo, en la hoja Web del IDEAM colombiano, se pudo averiguar que se podía acceder a los datos históricos de niveles de río que este instituto colombiano posee en más de DIEZ (10) estaciones limnimétricas en las riberas del río Putumayo. Para lo cual se realizó una cotización y posterior compra de una parte de dicha información limnimétrica. Sin embargo, estos datos no estaban verticalmente referenciados, por lo cual se tuvo que realizar el posicionamiento geodésico de hitos o estacas en cinco (5) lugares próximos a estas estaciones: en Puerto Leguízamo, Tolosa, Remolino, San Agustín y El Encanto para averiguar la cota geoidal del cero de los limnímetros.

La información limnimétrica colombiana, por la antigüedad de sus datos, ha sido de utilidad para encontrar el nivel de máxima vaciante (NMV) en los lugares donde se pudieron realizar las mediciones geodésicas, los mismos que se encuentran resumidos mediante los gráficos del 07 al 11 y el cuadro 13.



Fotografía 10.- Estación limnimétrica colombiana en Leguízamo.

CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN

NIVELES EXTREMOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES LIMNIMÉTRICAS COLOMBIANAS

AÑOS	LEGUIZAMO			TOLOZA			REMOLINO			SAN AGUSTIN			EL ENCANTO			ESTRECHO - MARANDUA			
	MIN	PRO	MAX	MIN	PRO	MAX	MIN	PRO	MAX	MIN	PRO	MAX	MIN	PRO	MAX	MIN	PRO	MAX	
1986	172.646	174.208	175.246																
1987	171.836	173.612	175.476	146.787	147.373	148.257	133.936	134.993	136.426	127.144	128.127	129.144	115.687	118.087	120.497	100.936	102.190	103.266	
1988				145.747	147.441	148.707	132.906	134.779	136.696	125.314	127.706	129.014	114.957	117.819	120.377				
1989				144.747	146.657	148.637	131.936	135.078	137.926	126.174	127.908	130.684	114.927	118.519	121.837				
1990				144.817	146.998	149.207	132.006	134.199	137.466				114.907	117.642	121.067				
1991				144.747	146.572	148.597	130.966	133.739	136.436				114.157	117.567	120.447				
1992	172.656	173.908	175.936	144.237	146.059	147.427	131.036	133.662	136.036	126.174	127.842	130.084	113.197	117.269	119.697				
1993	172.626	174.352	175.916	144.787	147.028	148.637	130.946	134.754	137.496	126.274	128.220	130.074	114.987	118.606	120.877				
1994	172.126	174.018	175.756	143.767	146.485	148.737	129.976	133.938	136.696	125.414	127.553	129.784	113.687	118.042	121.757	100.286	102.223	104.096	
1995	171.696	173.599	175.466	144.767	146.092	147.977	129.976	132.477	135.896	125.164	126.509	128.544	112.917	116.756	120.297	99.846	101.649	103.396	
1996	172.396	174.848	176.556	144.447	146.521	148.337	130.996	134.155	136.706	124.524	126.765	128.844	114.197	117.905	120.607	98.876	101.140	103.566	
1997	172.026	173.992	175.956	143.847	146.209	148.677	130.706	133.596	136.596	124.294	127.146	129.944	114.227	117.549	121.117	98.996	100.065	101.016	
1998	172.106	174.269	175.966	144.497	146.611	148.957	130.986	134.101	137.116	125.184	127.215	129.674	114.377	118.000	121.577	99.056	101.789	105.536	
1999	172.106	174.424	175.936	144.417	147.318	149.387	131.006	134.135	137.486	124.504	127.058	130.084	114.317	118.304	122.397	98.856	101.540	104.686	
2000	172.166	174.129	175.956	143.877	145.988	147.717	131.176	133.772	136.796	124.244	126.849	129.134	113.817	117.766	121.247	97.686	100.961	104.176	
2001	172.266	174.040	175.986	143.767	145.345	147.297	131.226	133.656	136.466	124.344	126.790	128.814	114.207	117.841	120.647	97.346	101.068	103.936	
2002	172.656	174.504	176.276	143.777	145.822	147.757	132.266	134.582	136.686	125.334	127.882	130.064	114.647	118.464	121.117	100.346	102.225	103.826	
2003	172.126	174.294	176.076	143.767	145.667	148.017	131.116	134.075	137.026				114.147	118.108	121.507				
2004	172.316	174.395	176.056	143.237	145.844	148.157	131.766	134.485	137.356				113.407	117.917	121.687	99.986	102.491	104.996	
2005	172.786	174.460	175.826	142.947	145.401	147.547	131.026	133.605	136.496				114.177	117.707	120.867	99.286	101.663	104.766	
2006	172.506	174.234	175.916	143.097	145.558	147.657	131.546	134.043	135.976	125.674	126.447	127.224	114.317	117.940	120.097	98.836	101.940	103.996	
2007	173.176	174.446	176.176													98.766	101.852	104.306	
2008																99.175	102.268	104.975	
2009																100.023	103.123	104.683	
EXTR	171.696		176.556	142.9472		149.387	129.976		137.926	124.244		130.684	112.917		122.397	97.346		105.536	
AMPL		4.860			6.440		7.950				6.440			9.480			8.190		

Cuadro 13.- Niveles extremos en las estaciones limnimétricas colombianas a lo largo del tramo
alto del río Putumayo comprendido entre El Estrecho y Güeppi.

**Investigaciones y mediciones de campo en el río Putumayo entre las
confluencias de los ríos Yaguas y Güeppi
CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN**

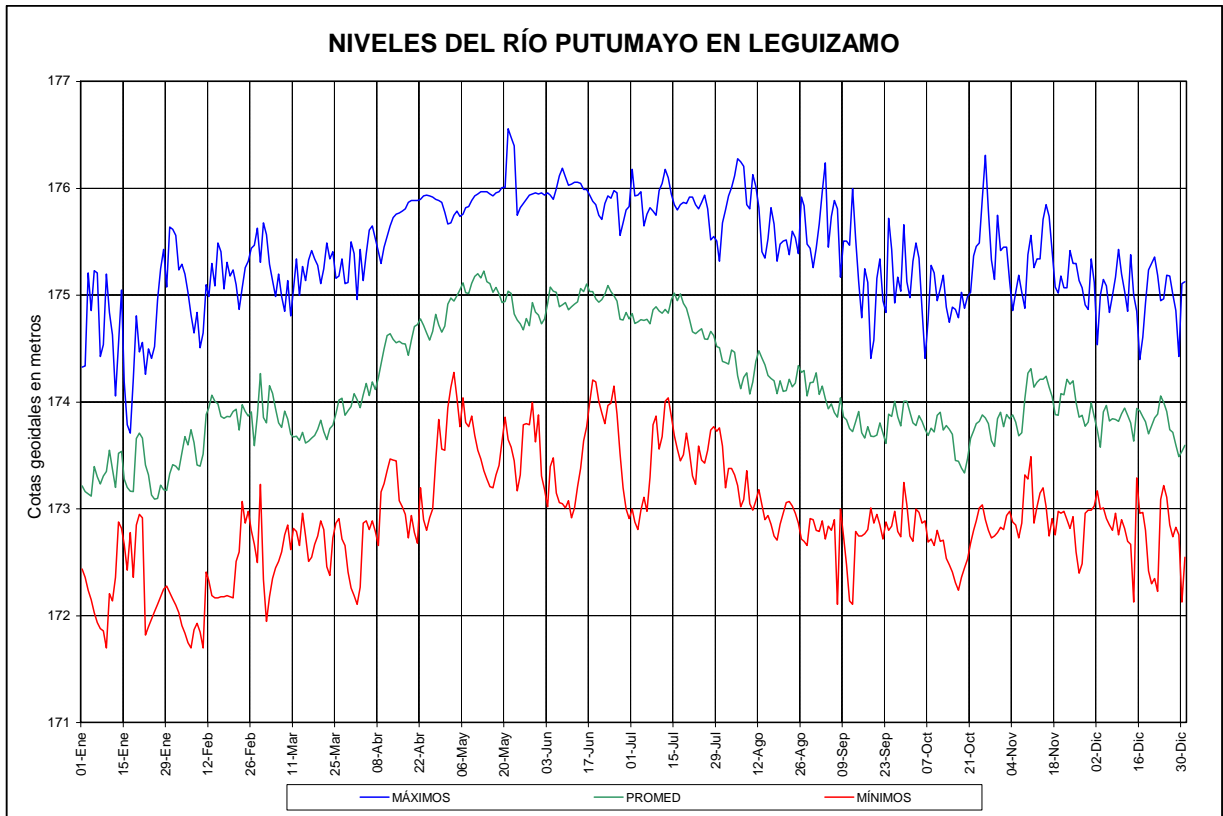


Gráfico 07.- Histograma de niveles del río Putumayo en Puerto Leguizamo.

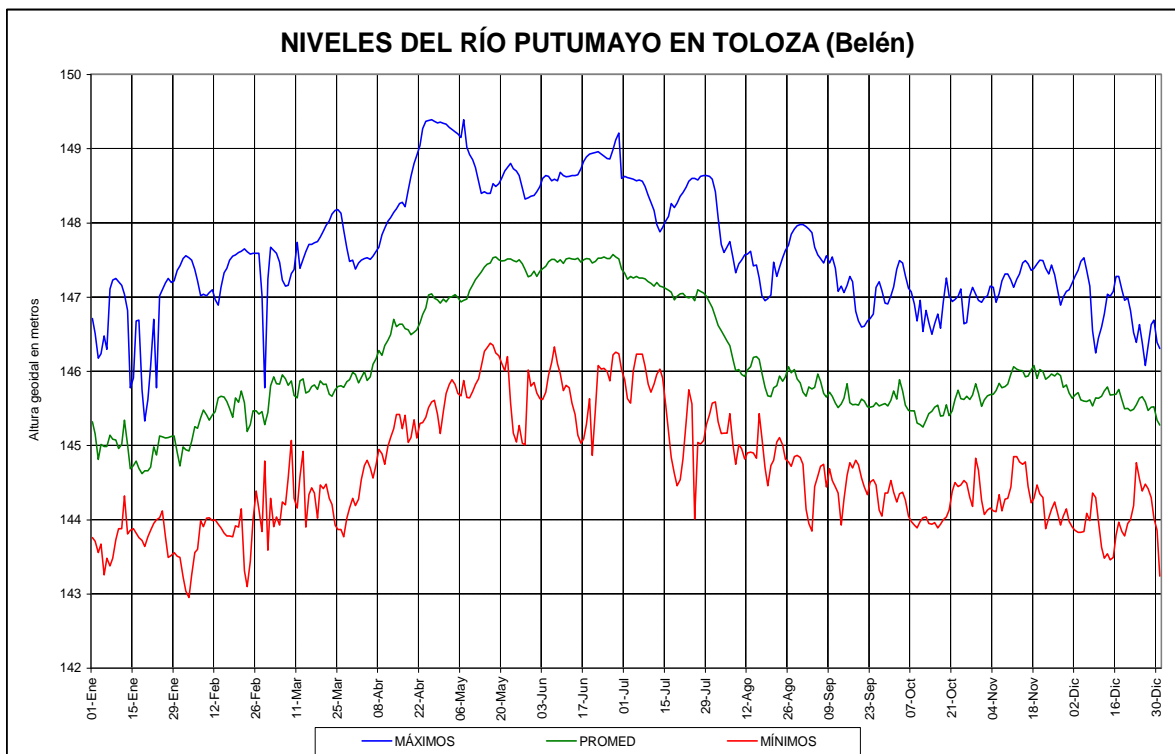


Gráfico 08.- Histograma de niveles del río Putumayo en Puerto Tolozza (actual Belén).

**Investigaciones y mediciones de campo en el río Putumayo entre las
confluencias de los ríos Yaguas y Güeppi
CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN**

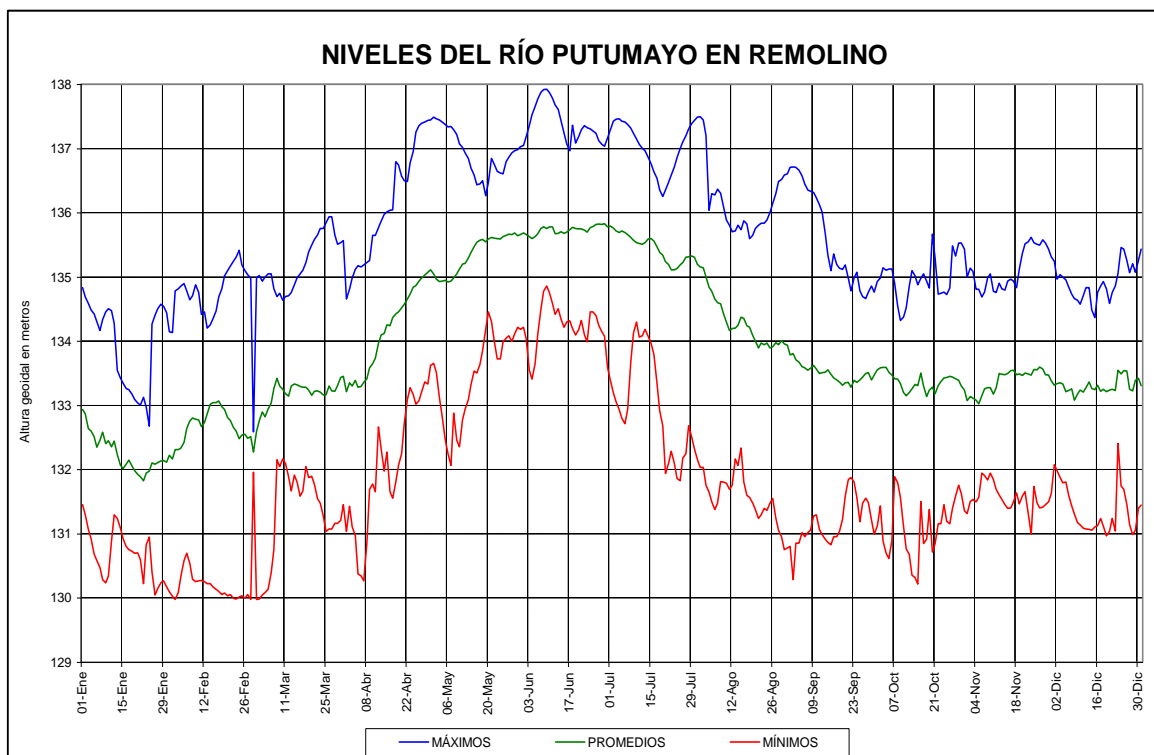


Gráfico 09.- Histograma de niveles del río Putumayo en el poblado Remolino de Arciniegas.

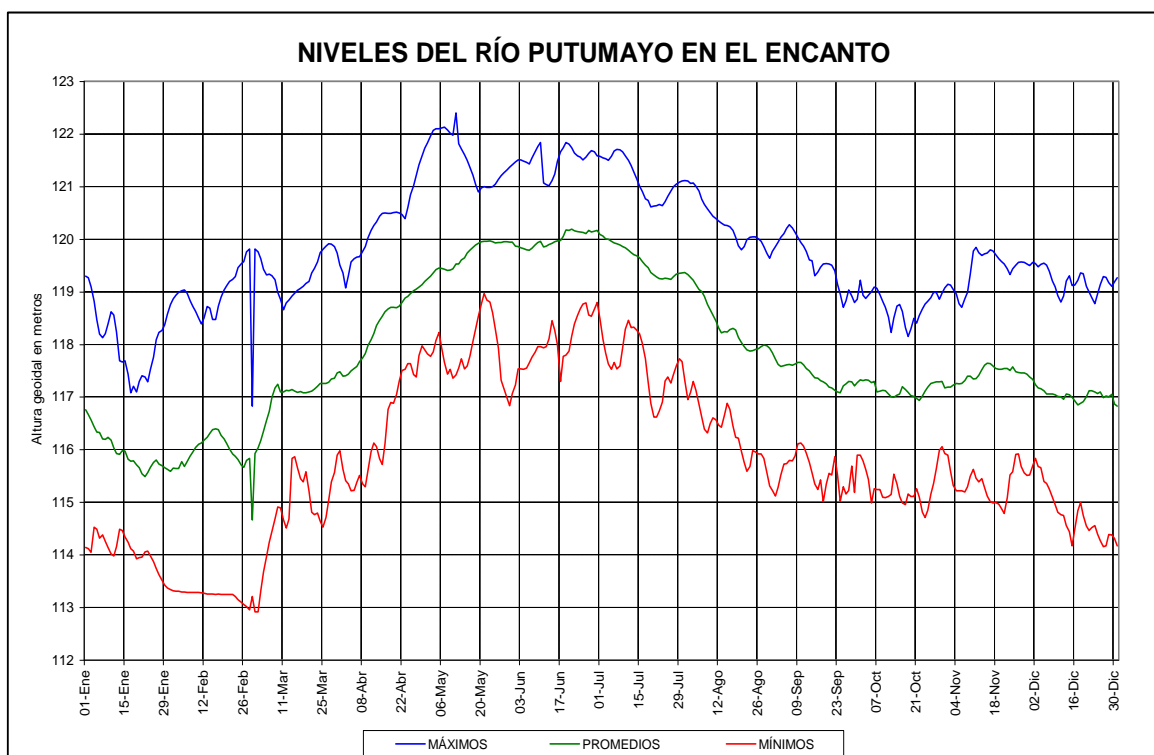


Gráfico 10.- Histograma de niveles del río Putumayo en el poblado El Encanto.

Investigaciones y mediciones de campo en el río Putumayo entre las
confluencias de los ríos Yaguas y Güeppi
CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN

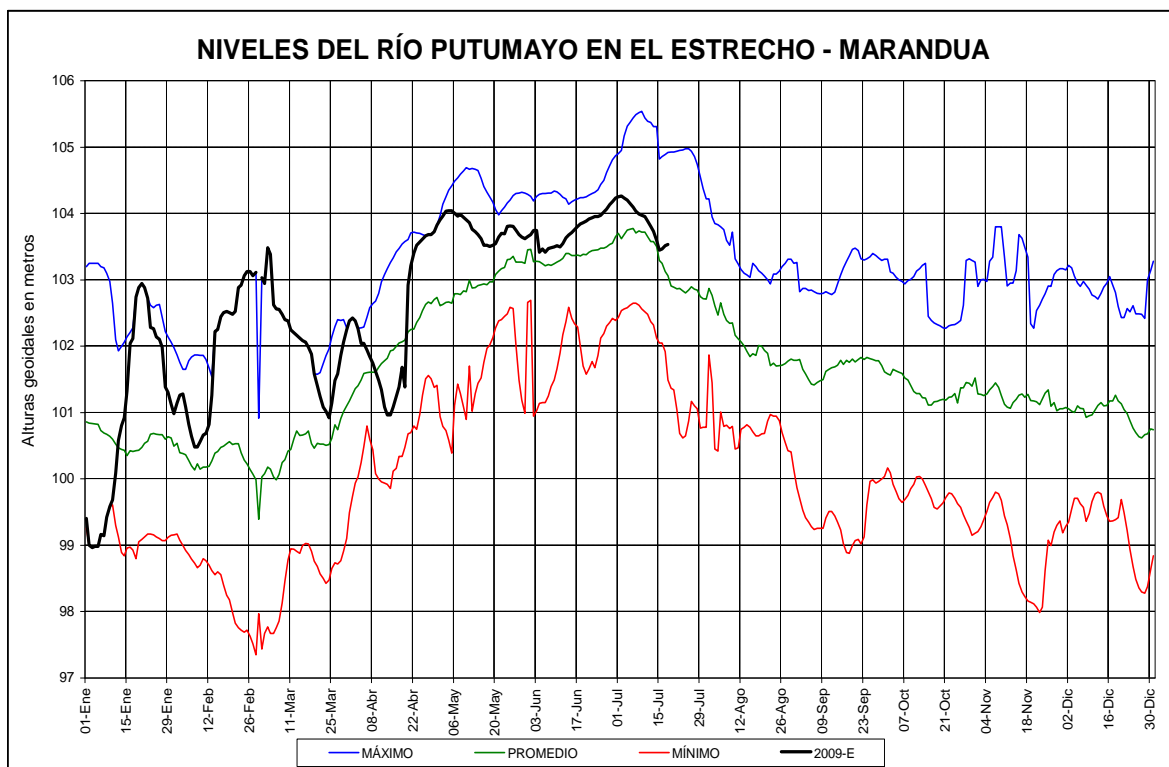


Gráfico 11.- Histograma de niveles del río Putumayo en el poblado Marandua ubicada en la ribera opuesta al poblado peruano de El Estrecho.

Asimismo, durante los días que se efectuaron los trabajos de campo, en algunas estaciones colombianas visitadas se pudo obtener datos del nivel del río de la fecha, los mismos que son presentados mediante el cuadro 14.

**Investigaciones y mediciones de campo en el río Putumayo entre las
confluencias de los ríos Yaguas y Güeppi**

CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN

NIVELES REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES COLOMBIANAS DURANTE LOS DÍAS DE MEDICIONES												
LUGAR	LEGUIZAMO		TOLOZA - BELEN		REMOLINO		SAN AGUSTIN		EL ENCANTO		MARANDUA	
Cota del cero	168.606		139.747		127.906		120.144		110.887		94.836	
Día / hora	06 HRS.	18 HRS.	06 HRS.	18 HRS.	06 HRS.	18 HRS.	06 HRS.	18 HRS.	06 HRS.	18 HRS.	06 HRS.	18 HRS.
1/06/09			146.34	146.25			127.07	127.01	119.73	119.67	103.55	103.56
2/06/09			146.21	146.17			126.97	126.97	119.59	119.56	103.56	103.56
3/06/09			146.06	146.01			127.07	127.34	119.53	119.61	103.55	103.53
4/06/09			145.91	145.81			127.34	127.13	119.72	119.79	103.53	103.50
5/06/09			145.68	145.57			127.04	126.94	119.83	119.84	103.45	103.43
6/06/09			145.48	145.47			126.78	126.64	119.81	119.75	103.43	103.43
7/06/09			145.71	145.87			126.49	126.41	119.67	119.56	103.45	103.46
8/06/09			146.18	146.28			126.49	126.64	119.45	119.43	103.47	103.47
9/06/09			146.37	146.42			126.78	126.88	119.46	119.52	103.48	103.48
10/06/09			146.48	146.54			126.97	127.07	119.57	119.52	103.49	103.49
11/06/09			146.57	146.61			127.44	127.26	119.73	119.90	103.47	103.53
12/06/09			146.65	146.68			127.30	127.33	119.92	119.99	103.54	103.59
13/06/09			146.77	146.81			127.34	127.36	120.03	120.08	103.61	103.64
14/06/09			146.89	146.89			127.41	127.43	120.10	120.12	103.65	103.68
15/06/09			146.88	146.90			127.44	127.46	120.13	120.14	103.70	103.72
16/06/09			146.94	147.00			127.47	127.52	120.15	120.19	103.73	103.76
17/06/09			147.04	147.09			127.54	127.57	120.22	120.24	103.79	103.81
18/06/09			147.14	147.17			127.61	127.64	120.27	120.29	103.82	103.83
19/06/09			147.20	147.24			127.69	127.71	120.30	120.32	103.83	103.83
20/06/09			147.26	147.28			127.76	127.78	120.34	120.36	103.85	103.87
21/06/09			147.29	147.28			127.82	127.84	120.38	120.41	103.94	103.93
22/06/09			147.26	147.20			127.85	127.86	120.43	120.44	103.92	103.91
23/06/09			147.14	147.03			127.87	127.88	120.45		103.91	103.92
24/06/09			147.00	146.92			127.88	127.88			103.93	103.93
25/06/09			146.90	146.87			127.86	127.84			103.97	103.99
26/06/09			146.84	146.81			127.79	127.75			104.00	104.03
27/06/09			146.80	146.78		135.85	127.71	127.68			104.04	104.09
28/06/09			146.75	146.71	135.67		127.64	127.65			104.11	104.14
29/06/09			146.58	146.49			127.63	127.59			104.15	104.15
30/06/09			146.45	146.41			127.54	127.50			104.23	104.23
1/07/09	174.74	174.60	146.34	146.36			127.44	127.38	120.34	120.31	104.23	104.23
2/07/09	174.65	174.65	146.39	146.39			127.30	127.29	120.26	120.23	104.21	104.21
3/07/09	174.46	174.42	146.40	146.38			127.23	127.27	120.20	120.14	104.19	104.18
4/07/09	174.44	174.66	146.37	146.34			127.21	127.17	120.12	120.09	104.18	104.14
5/07/09	174.51	174.29	146.27	146.24			127.13	127.11	120.05	120.01	104.13	104.11
6/07/09	174.20	174.06	146.23	146.14			127.06	127.04	119.96	119.92	104.06	104.05
7/07/09	173.93	173.80	146.13	146.05			126.94	126.96	119.89	119.88	104.03	104.01
8/07/09	173.73	173.64	145.96	145.85			126.95	126.94	119.83	119.82	104.00	103.98
9/07/09	173.83	174.30	145.74	145.72			126.89	126.84	119.81	119.79	103.98	103.97
10/07/09	174.82	175.03	145.67	145.69			126.71	126.64	119.76	119.70	103.95	103.95
11/07/09	175.13	175.15	145.81				126.54	126.48	119.62	119.52	103.90	103.87
12/07/09	175.02	174.90				134.54	126.50	126.60	119.44	119.41	103.82	103.77
13/07/09	174.81	174.75					126.73		119.41		103.71	103.64
14/07/09	174.55	174.34									103.61	103.54
15/07/09	174.32	174.31									103.51	103.43
16/07/09	174.92	175.00									103.39	

Cuadro 14.- Niveles recopilados en las estaciones limnimétricas colombianas en los días que se efectuaron los trabajos de campo.

4.2 LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO

4.2.1 Objetivo de las mediciones batimétricas.

Obtener profundidades a lo largo y ancho del cauce del río Putumayo en el tramo comprendido entre las desembocaduras de los ríos Yaguas y Güeppi, con la finalidad de determinar la ubicación del canal navegable (thalweg) y la identificación de los lugares donde existen mayores restricciones para la navegación.

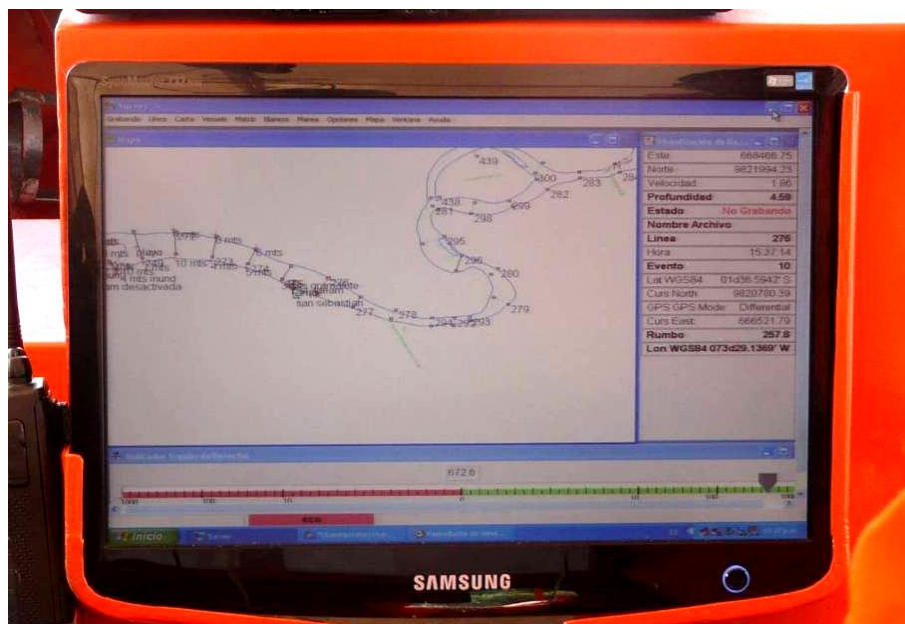
4.2.2 Metodología empleada para los levantamientos batimétricos

El programa Hypack Max desarrollado para levantamientos batimétricos, integra en tiempo real los datos de cada punto sondado con la ecosonda y de posición horizontal con el DGPS. Obteniéndose las profundidades en metros y los de posición horizontal en coordenadas UTM o geográficas referidas al Datum WGS-84.

Los sondajes durante el levantamiento batimétrico son grabados de manera automática, en pares ordenados en archivos brutos del programa Hypack Max, datos de la posición horizontal y de profundidad. Ver fotografía 11.



Fotografía 11.- PC portátil, DGPS y ecosonda empleados en la batimetría de secciones transversales y el canal de navegación.



Fotografía 12.- Líneas planificadas de las secciones de batimetría en el software Hypack Max.

En la embarcación con la que se realiza la batimetría, se tiene el control total de la medición, la posición horizontal de la lancha es observada por medio de un icono que la representa sobre la pantalla de la computadora portátil, teniendo como fondo un plano del área grillado con las líneas a levantar (fotografía 12). Este icono va variando su posición sobre el plano de fondo de acuerdo al movimiento de la embarcación en tiempo real, sirviendo de guía para que el timonel pueda conducirla sobre las líneas planificadas.

4.2.3 Equipos de batimetría

- UN (01) Ecosonda BATTY 500
- UNA (01) Llave HYPACK
- UNA (01) PC laptop con programa HYPACK MAX
- UN (01) DGPS SEA STAR
- UN (01) GPS navegador GARMIN
- UN (01) Cámara fotográfica digital

4.2.4 Especificaciones técnicas para las mediciones batimétricas

El levantamiento batimétrico del río Putumayo en el tramo comprendido entre las desembocaduras de los ríos Güeppi y Yaguas se ejecutó de acuerdo al siguiente detalle:

La primera batimetría efectuada con la lancha HIDRO V por medio de secciones transversales al canal principal, con una separación promedio entre ellas de UN (01) km procurando realizarlas incluyendo canales secundarios importantes. También se aprovecharon los recorridos de la embarcación, para posicionarse al inicio de cada sección transversal, realizando el perfil de algunas islas y riberas con el objetivo de validar la geo-referenciación de las imágenes satelitales usadas para el trazado de las riberas.

La segunda batimetría, se realizó siguiendo el canal navegable a lo largo del tramo de río estudiado, la cual fue realizada en el viaje de retorno, procurando en todo momento hacerla coincidir con el thalweg principal del río. Para lo cual fue necesario, antes de iniciar el viaje de retorno, en el Destacamento Naval de Güeppi, efectuar una edición rápida de las secciones transversales, sin mayores reducciones, con la finalidad de averiguar por donde discurría el canal navegable mas profundo del río. Como la separación entre secciones transversales levantadas era relativamente grande (+/-UN (1) km), en muchos casos el thalweg varia de manera imprevista entre estas, obligando a la embarcación sondadora a realizar varios recorridos entre ellas, hasta lograr ubicar la línea más profunda. Solamente aguas abajo de El Estrecho, la batimetría del canal de navegación pudo ser realizada con el BAP "STIGLICH", debido a que desde ese lugar, el río mejora significativamente sus condiciones de navegabilidad, el canal es más profundo y no se presentan mayores malos pasos.

Las profundidades se obtuvieron empleando ecosonda hidrográfica con el traductor empotrado en el casco de la embarcación sondadora, registrando profundidades de manera simultáneamente digitalmente en archivos brutos del programa Hypack Max, a intervalos que variaron entre 3 y 5 segundos.

La calibración de la ecosonda se realizó al inicio y término de cada día de sondaje, mediante el uso de una sondaleza graduada, corrigiendo la profundidad por variación de la velocidad del sonido (1450 m/seg) para agua dulce con mediana concentración de sedimentos. La resolución de la ecosonda utilizada es de 5 cm por cada 100 m de profundidad medida.

En el gabinete los sondajes fueron reducidos por variación diaria del nivel del río, por inmersión de transductor y a un nivel de vaciante extrema, para lo cual fue necesaria la realización de un modelamiento hidráulico lineal, haciendo uso del software HEC-RAS. Para esta simulación se empleo la información actual e histórica de los niveles de río convertidos a alturas geoidales en las cinco estaciones peruanas consideradas así como en las cinco estaciones colombianas, los caudales líquidos medidos en los diferentes tramos del río, así como la geometría de las secciones transversales levantadas. (Ver anexo IV).

El posicionamiento horizontal de los sondajes fue realizado mediante un DGPS con señal diferencial satelital, el cual asegura una precisión submétrica para el posicionamiento horizontal de los sondajes.

4.2.5 Reducción de Sondajes

Para los trabajos de batimetría se realizarán tres tipos de reducciones:

a) Por calado o inmersión de transductor

El transductor de la ecosonda se encuentra empotrado en el casco de la embarcación, por lo tanto trabaja sumergido una determinada profundidad dentro del agua, esta altura fue medida para luego sumarla a las profundidades registradas al momento de editar los sondajes. En el caso de la embarcación HIDRO V, este valor fue de 30 cm y para el BAP "STIGLICH" fue de UN (01) metro.

b) Por nivel del río

Esta reducción se realizará debido a la variación del nivel del agua en el río, durante las horas que se ejecuta el trabajo batimétrico, por lo cual se consideró registrar el nivel del espejo de agua en cada una de las CINCO (05) estaciones limnimétricas consideradas, cada TRES (03) horas obteniéndose CINCO (05) lecturas diarias en cada una de ellas (a 06, 09, 12, 15 y 18 horas). El nivel de reducción adoptado para este caso es el de máxima vaciante (NMV) o mínimo histórico en cada estación limnimétrica, para lo cual ha sido de gran utilidad los niveles recopilados de las estaciones colombianas.

c) Por pendiente y continuidad hidráulica

En el presente estudio, se ha controlado el nivel del río en CINCO (05) estaciones limnimétricas del tramo del río estudiado, procurando guardar una equidistancia entre ellas; al existir estaciones permanentes: DOS (02) en los extremos y UNA (01) en medio, se establecieron de manera temporal DOS (02) estaciones adicionales, en Remanso y en Nueva Esperanza. Los datos de estas estaciones han sido convertidos a cotas geoidales con la finalidad de obtener las variaciones de pendiente hidráulica entre ellas, durante los días que se efectuaron los trabajos batimétricos. Así mismo, para efectuar una reducción de niveles efectiva a una extrema vaciante, se ha realizado un modelamiento hidráulico con el software HEC-RAS, integrando los datos de niveles de río, la geometría de las secciones transversales y los aforos líquidos realizados a lo largo de todo el tramo de estudio. Así mismo, se ha hecho uso de los niveles mínimos históricos en CINCO (05) estaciones limnimétricas registrados por el IDEAM colombiano las cuales datan desde el año 1987.

4.2.6 Metodología para el procesamiento de datos batimétricos

En el gabinete, haciendo uso del software Hypack Max, se han editado los sondeos de la batimetría, corrigiendo el sondeo defectuoso, mal grabado o mal posicionado, seguidamente se efectuaron las correcciones para la reducción de sondeos a niveles de máxima vaciante (NMV) o también denominada vaciante histórica, haciendo uso del software Hec-Ras (Ver anexo IV).

Luego, usando el Hypack Max, se realizó un sorteo de los datos batimétricos con un radio de 15 m para la escala de 1/5000 y 40 m para los planos a la escala 1/15000.



Fotografía 13.- Embarcación HIDRO V empleada para las mediciones batimétricas.

**Investigaciones y mediciones de campo en el río Putumayo entre las
confluencias de los ríos Yaguas y Güeppi
CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN**

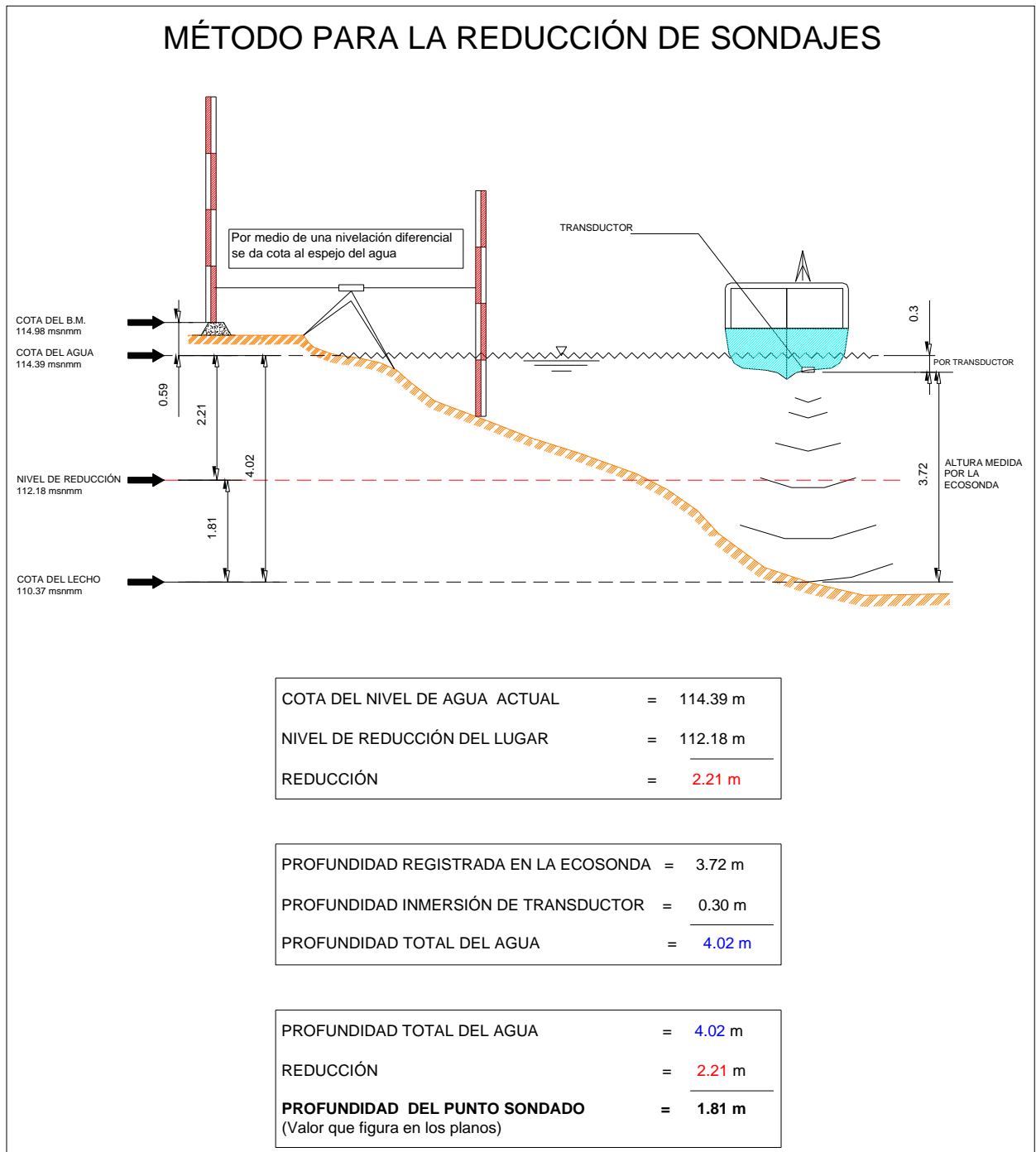


Gráfico 12.- Ejemplo para reducir sondeos en un lugar próximo a un BM con cota conocida.

4.2.7 Planos

Se han elaborado tres tipos de planos, los que presentan vistas de planta del cauce del río, los que presentan las elevaciones de 1739 secciones transversales levantadas, y finalmente los que presentan las elevaciones del perfil longitudinal correspondiente al canal de navegación.

Las escalas a utilizar se indican a continuación:

Planos del cauce y canal navegable del río:	1/15,000
Planos de secciones transversales:	1/5,000(H) y 1/500(V)
Planos del Perfil longitudinal:	1/15,000 (H) y 1/150(V)

a) Planos de planta o de navegación

Se han editado un total de NOVENTA Y TRES (93) cartas de navegación, impresas en hojas de tamaño A1, a la escala horizontal 1/15000, debidamente traslapadas entre sí, poseen orientación norte - sur. En ellas se presentan los diagramas de las riberas digitalizadas a partir de la imagen satelital Landsat 5 TM del año 2008 la cual fue debidamente orto-rectificada y geo-referenciada de acuerdo a lo descrito en el capítulo VI y anexo VIII. Poseen grillado UTM y marcaciones de coordenadas geográficas referidas al datum geodésico horizontal WGS-84.

Así mismo, contiene sondajes en metros referidos a un nivel de máxima vaciante (NMV), tanto de las secciones transversales levantadas en el recorrido de ida, como del canal navegado en la travesía de retorno. Todas las cartas poseen un croquis de ubicación general del área de estudios dentro del mapa del Perú y otro croquis donde se resalta la ubicación de la carta dentro del tramo del río Putumayo. Asimismo, poseen una marcación progresiva en kilómetros desde la desembocadura del río Güeppi hasta la confluencia con el río Yaguas, la cual ha sido trazada siguiendo el thalweg del río. (Ver anexo X).

b) Planos de secciones transversales

Se han editado un total de SETENTICUATRO (74) planos de secciones transversales en hojas de tamaño A1, donde se grafican las elevaciones de las secciones levantadas. Estas se encuentran graficadas de acuerdo a los términos de referencia a escala de 1/5000 en la horizontal y 1/500 en las elevaciones.

Las secciones se encuentran ubicadas verticalmente en cotas geoidales y horizontalmente por medio de coordenadas de la intersección de esta con el thalweg. En cada una de ellas se ha graficado el nivel de río en el momento del levantamiento y el nivel de máxima vaciante, ambos calculados por el software HEC-RAS.

Las secciones se encuentran identificadas por medio de su número de línea y presentadas en los planos del anexo X.

c) Planos del perfil longitudinal

Se han editado un total de CINCUENTA (50) planos del perfil longitudinal en hojas de tamaño A1, trazados a través del thalweg entre las secciones transversales levantadas cubriendo 1316 km. El kilómetro “cero” se encuentra en la afluencia del río Güeppi en el Putumayo.

Estos perfiles se encuentran graficados de acuerdo a los términos de referencia a escala de 1/15000 en la horizontal y 1/150 en las elevaciones. Las longitudes se encuentran en kilómetros y las alturas en metros referidos a cotas geoidales.

Se ha graficado el espejo de agua correspondiente a un nivel de río de máxima vaciante (NMV) o de vaciante histórica, calculado por el software HEC-RAS.

Los planos en los que se presenta el perfil longitudinal, poseen tres secciones en tramos de 9 km. (Ver anexo X).

4.3 AFOROS LÍQUIDOS Y SÓLIDOS

4.3.1 Objetivo de los aforos líquidos y sólidos en suspensión.

Medir la cantidad de agua que discurre por una determinada sección transversal, parámetro que es de utilidad para realizar balances hídricos así como el modelamiento del espejo de agua para la correcta reducción de sondajes.

El aforo, acción de medir la cantidad de agua que pasa por una determinada sección transversal de un canal, también se le conoce como descarga o caudal líquido, es directamente proporcional al área de la sección transversal y de la velocidad media del agua que la atraviesa.

4.3.2 Equipos y materiales empleados en los aforos

- UN (01) ADCP
- UN (01) DGPS Omnistar con señal satelital
- UN (01) GPS Garmin
- UNA (01) PC portátil
- UNA (01) Cámara fotográfica
- UN (01) Muestreador de sedimentos en suspensión.
- Embarcación HIDRO IV con motor fuera de borda 60 HP

4.3.3 Metodología para la medición del caudal líquido

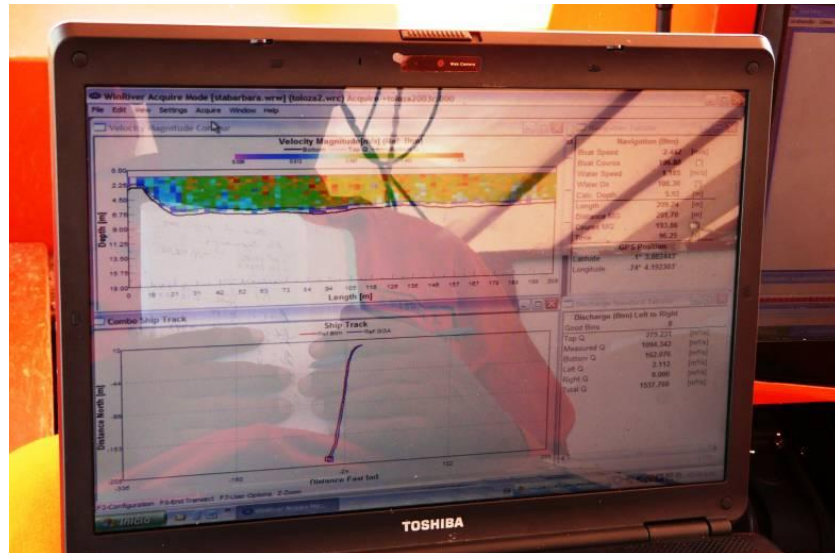
Para la medición de caudales se utilizará un perfilador acústico modelo Río Grande de 600 khz, fabricado por RDI Instruments. Este equipo puede ser usado en ríos desde 1 hasta 75 m de profundidad, permitiendo obtener la sección de aforo, las velocidades y direcciones de las corrientes en toda el área de la sección en forma rápida y precisa.



Fotografía 14.- Preparando el ADCP para efectuar aforos líquidos en el río Angusilla.

Investigaciones y mediciones de campo en el río Putumayo entre las
confluencias de los ríos Yaguas y Güeppi
CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN

El programa WinRiver, asociado al equipo, durante la medición, va sumando pequeños caudales parciales correspondientes a pequeñas celdas que van siendo medidas durante el proceso de avance de la embarcación sobre la sección, integrándolos de manera continua desde el inicio hasta que se da por finalizado el aforo (cuando se arriba a la orilla opuesta), obteniéndose en ese instante todos los datos del aforo realizado.



Fotografía 15.- Efectuando un aforo con el software WinRiver.

La tecnología empleada nos permite obtener un registro continuo de la velocidad, profundidad y visualizar cómo se van acumulando los pequeños caudales parciales de las celdas que conforman la sección de aforo de manera rápida y precisa. El equipo se instala en un brazo rebatible de aluminio como se muestra en la fotografía 16, diseñado especialmente para operar en una embarcación menor.



Fotografía 16.- Embarcación HIDRO V, con el ADCP dentro del agua en el río Campuya.

El equipo ADCP, se ubica en la parte inferior del brazo que se sumerge en el espejo de agua a una profundidad de 40 cm, mientras que en la parte superior se ubica la antena del DGPS, con la finalidad de dar posición exacta al recorrido efectuado por la embarcación.

4.3.4 Resultados de los aforos líquidos

En el río Putumayo, en el río Amazonas y algunos afluentes se realizaron un total de 61 aforos líquidos, cuyos resultados se presentan mediante el anexo V.

A continuación se presentan mediante el cuadro 15 el resumen de dichos aforos, así como mediante los gráficos 13 y 14 los lugares donde estos se realizaron.



Fotografía 17.- Realizando un aforo con el ADCP a la altura de la estación limnimétrica colombiana de San Agustín.

**Investigaciones y mediciones de campo en el río Putumayo entre las
confluencias de los ríos Yaguas y Güeppi**

CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA DGTA Y LA DHN

NRO	ESTACION DE AFORO	FECHA	HORA I	CAUDAL	AREA	ANCHO	V. BOTE	Q/AREA	V. CORR.
				[m³/s]	[m²]	[m]	[m/s]	[m/s]	[m/s]
1	Río Amazonas	02/06/2009	10:27:54	47890	43229	2773	2.225	1.108	1.237
2	Boca del Putumayo	02/06/2009	09:16:43	17683	18103	1242	2.316	0.977	0.973
3	Arriba Tarapaca	04/06/2009	16:22:50	9620	7856	577	1.937	1.225	1.251
4	Tarapaca	04/06/2009	15:19:56	10435	11705	629	1.798	0.892	1.006
5	Putumayo	05/06/2009	16:20:48	9772	9159	794	1.939	1.067	1.073
6	Río Yaguas	05/06/2009	17:55:24	1881	1860	152	1.010	1.012	1.025
7	Río Putumayo 2	09/06/2009	11:18:12	8457	6147	402	1.562	1.376	1.390
8	Betania	12/06/2009	13:18:44	8241	7941	749	2.001	1.038	1.077
9	Trompeteros	14/06/2009	07:26:51	7748	6303	381	1.746	1.230	1.257
10	Arica	15/06/2009	12:05:18	7863	7158	540	1.866	1.099	1.134
11	Río Algodón 1	16/06/2009	08:25:58	609	936	160	1.310	0.652	0.583
12	Río Algodón 2	16/06/2009	08:38:10	204	230	54	0.600	0.888	0.923
13	Buri-buri	16/06/2009	13:05:50	5906	5250	551	2.105	1.125	1.131
14	El Estrecho	18/06/2009	11:51:35	5607	3596	321	1.485	1.559	1.630
15	El Estrecho	20/06/2009	09:53:35	5560	4146	398	1.266	1.341	1.359
16	San Francisco	22/06/2009	15:40:54	6083	4526	409	1.219	1.344	1.346
17	Arriba río Ere	22/06/2009	16:41:51	5677	4342	497	1.386	1.307	1.369
18	Santa Barbara	23/06/2009	12:45:48	5487	3663	383	1.477	1.498	1.535
19	El Encanto	24/06/2009	13:08:16	5747	4294	391	1.726	1.338	1.411
20	Santa Mercedes	26/06/2009	07:25:19	4655	3143	247	1.364	1.481	1.505
21	Río Campuya	26/06/2009	10:19:26	570	873	108	0.699	0.653	0.624
22	San Agustín	26/06/2009	15:13:38	4277	3813	643	2.088	1.122	1.129
23	Remolino	28/06/2009	8:51:13	4025	2386	235	1.988	1.687	1.739
24	Toloza (Belén)	30/06/2009	07:43:04	3343	3080	551	2.034	1.086	1.064
25	Río Yuvineto	30/06/2009	13:32:00	155	366	57	0.691	0.423	0.456
26	Nva. Esperanza	30/06/2009	15:12:47	2948	2307	250	1.774	1.278	1.331
27	Linea 85	01/07/2009	09:26:44	2665	2373	373	2.143	1.123	1.166
28	Río Angusilla	01/07/2009	08:59:25	396	909	107	1.010	0.437	0.442
29	Refugio	03/06/2009	07:28:25	2641	2207	321	1.983	1.196	1.232
30	Leguizamo	05/07/2009	14:00:35	2063	1875	309	1.925	1.101	1.170
31	Gueppi	09/07/2009	07:18:46	2208	2256	747	1.698	0.979	1.062
32	Leguizamo	10/07/2009	07:54:32	2500	1700	287	1.971	1.478	1.634
33	Refugio	10/07/2009	15:29:04	2384	2117	326	1.861	1.126	1.159
34	Angusilla	11/07/2009	08:52:56	2514	2254	375	2.083	1.116	1.161
35	Nueva Esperanza	11/07/2009	12:13:12	2759	2207	258	1.996	1.250	1.249
36	Tolosa (Belen)	11/07/2009	14:28:19	2972	2832	508	2.470	1.049	1.058
37	Remolino	12/07/2009	12:41:53	3187	2219	235	2.036	1.436	1.539
38	San Agustín	12/07/2009	17:09:12	3165	3143	659	2.447	1.007	1.006
39	Río Campuya	13/07/2009	10:42:53	516	767	107	1.254	0.674	0.658
40	Santa Mercedes	13/07/2009	12:48:47	3654	2818	249	1.653	1.297	1.317
41	El Encanto	13/07/2009	16:01:48	4803	4664	621	2.227	1.030	1.066
42	Santa Barbara	14/07/2009	09:24:19	4717	3565	384	2.413	1.325	1.344
43	San Francisco	14/07/2009	11:55:22	4934	4217	398	2.245	1.170	1.164
44	Flor de Agosto	14/07/2009	14:56:28	4981	4704	647	2.094	1.059	1.090
45	El Estrecho	15/07/2009	14:35:00	5053	3973	394	1.788	1.272	1.309
46	Buri Buri	16/07/2009	15:05:59	5839	5220	609	1.527	1.119	1.094
47	Río Algodón	16/07/2009	16:31:50	466	985	122	1.343	0.473	0.448
48	San Juan	16/07/2009	16:58:41	6187	5467	678	2.234	1.132	1.131
49	Río Igaraparana	17/07/2009	06:21:06	1484	2206	195	1.159	0.674	0.678
50	Arica	17/07/2009	07:07:03	8063	7086	763	1.550	1.138	1.139
51	Trompeteros	17/07/2009	09:05:28	7905	6411	385	1.590	1.235	1.218
52	Betania	17/07/2009	11:41:35	8300	7555	747	1.988	1.099	1.114
53	Remanso (brazo)	17/07/2009	12:30:37	1355	1592	207	1.283	0.851	0.836
54	Bella Flor	17/07/2009	17:16:49	8374	7224	644	2.025	1.159	1.164
55	Río Yaguas	17/07/2009	07:41:26	886	1791	149	1.398	0.495	0.485
56	El Alamo (Yaguas)	18/07/2009	07:05:08	1589	1773	153	1.494	0.897	0.900
57	Isla Yaguas	18/07/2009	08:57:46	9409	8421	749	1.939	1.117	1.120
58	Tarapaca	18/07/2009	11:44:45	9408	11160	628	1.841	0.843	0.936
59	Arriba de Tarapaca	18/07/2009	12:20:38	9309	7296	528	1.838	1.276	1.306
60	Boca Putumayo	19/07/2009	13:55:10	11273	15998	1292	1.799	0.705	0.785
61	Río Amazonas	19/07/2009	16:09:39	46825	36925	1871	2.177	1.269	1.356

Cuadro 15.- Resumen de los aforos realizados en el río Putumayo en

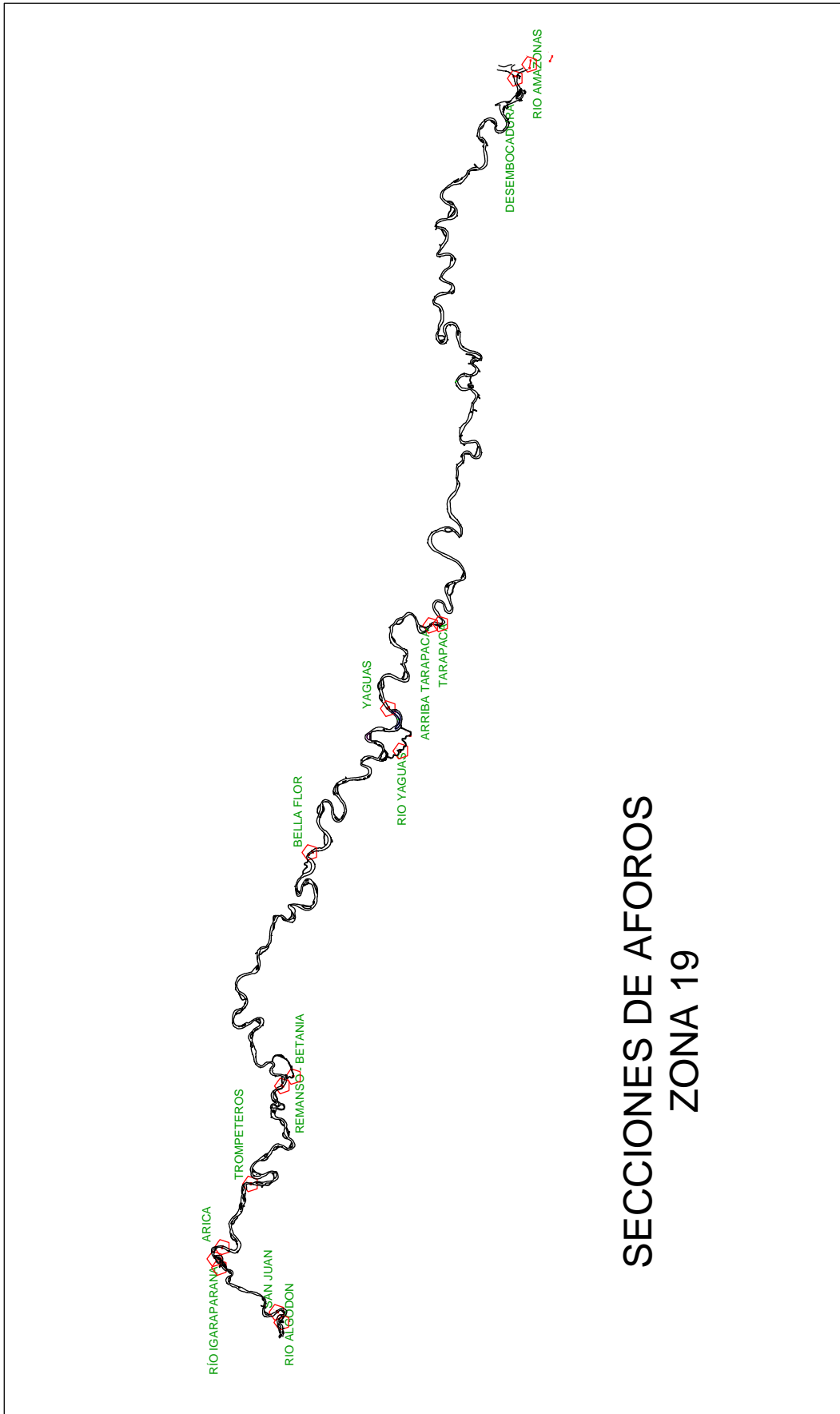


Gráfico 13.- Lugares donde se efectuaron aforos en la zona 19

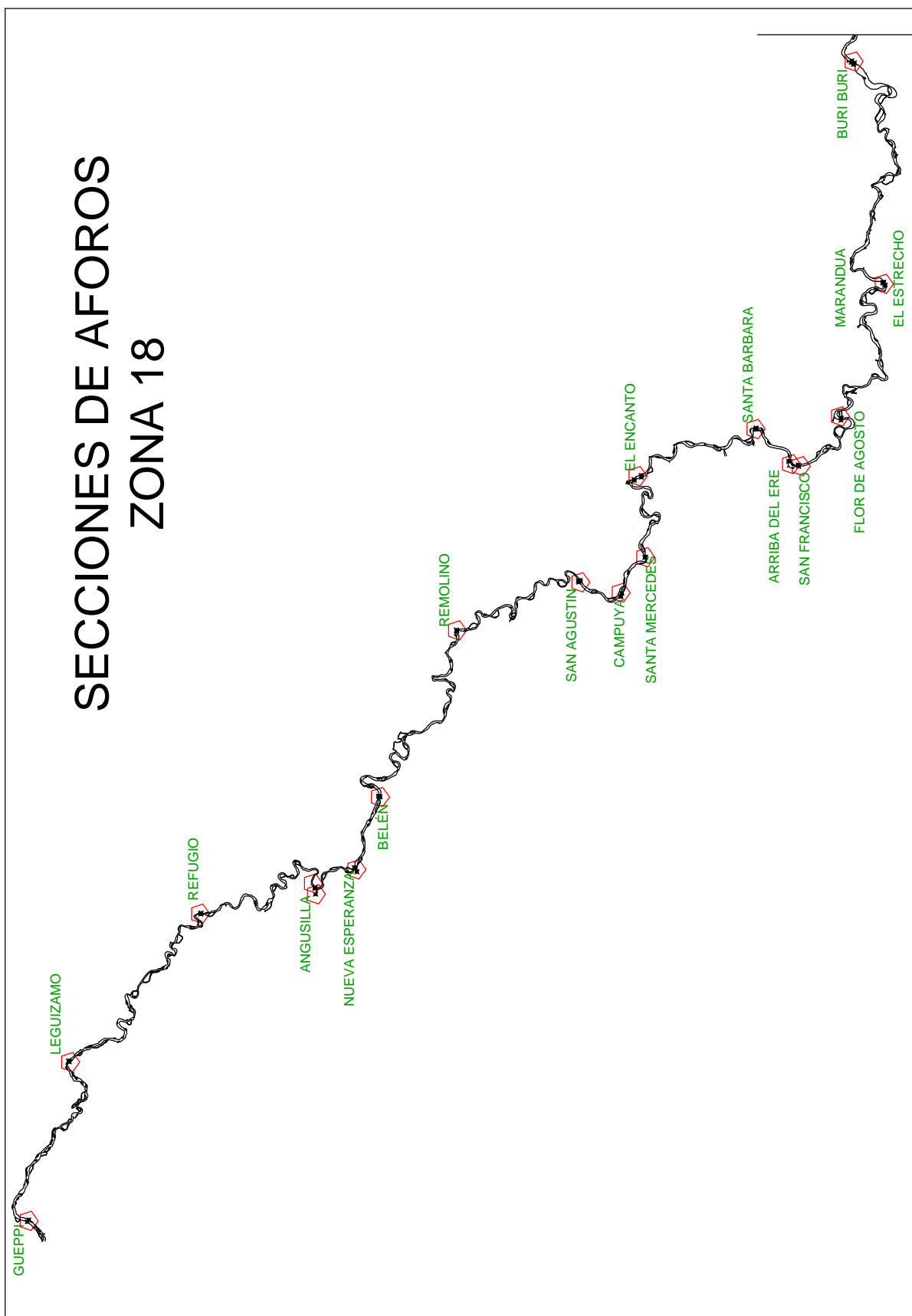


Gráfico 14.- Lugares donde se efectuaron aforos en la zona 18.

4.3.5 Metodología para el muestreo de sedimentos en suspensión

Para conocer la concentración del material que se transporta en suspensión en un determinado río, se puede efectuar muestreos de agua en 1, 3 ó 5 verticales distribuidas uniformemente y simétricamente al eje del canal de acuerdo al ancho de la sección de aforos; a mayor cantidad de muestras la medición es más representativa. El método que se describe a continuación se denomina **“integral de la bolsa plegable”**; consistente en bajar el muestreador de sedimentos en suspensión de manera vertical y a una velocidad constante hasta que toque el lecho del río, seguidamente se procede a recogerlo izándolo con la misma velocidad con la que fue bajado; lo cual se hace posible, valiéndose de un winche manual provisto de un cable de acero de suficiente longitud y un escandallo (lastre metálico de 50 kg con forma hidrodinámica).

Para efectuar este muestreo, la lancha de trabajos debe mantener en lo posible su ubicación sobre un punto de la sección de aforos, donde se planeó realizar el muestreo, mediante maniobras con timón y motor se logra que éste mantenga una posición casi estática, la cual puede ser más fácil de controlar haciendo uso del programa Hypack Max con un GPS.

Para dar por válido el muestreo realizado, se verifica que el contenido de la botella no sea mayor a 2000 cc ni menor a 750 cc. Si el volumen de la muestra se encuentra entre estos dos valores se procede a guardarla en un balde plástico con tapa para evitar que pueda ser alterada durante el proceso de medición.

Caso contrario se desecha la muestra y se realiza un nuevo muestreo, efectuando correcciones a la velocidad de muestreo o cambiando la boquilla de la botella muestreadora, hasta lograr que el volumen extraído sea el requerido.

Una vez que se terminan de extraer las muestras de las verticales planificadas en la sección aforada, se debe mezclar todo el contenido del balde convenientemente antes de separar la muestra definitiva, para lo cual se hace uso de un embudo, que en una sola bocanada pueda separar un volumen aproximado a ½ lt. Finalmente, se procede al envasado de la muestra en una botella que debe ser de plástico transparente, de un volumen ligeramente mayor a la muestra separada, finalmente se sella y etiqueta dicha botella, que deberá poseer la muestra representativa de la sección aforada.

4.3.6 Resultados del muestreo de sedimentos en suspensión

En las estaciones limnimétricas peruanas de Güeppi, Nueva Esperanza, El Estrecho, Remanso y en El Álamo (en el río Yaguas y en el río Putumayo) se realizaron aforos sólidos, extrayendo en cada una de las secciones tres muestras de agua en las verticales que se ubicaban a 1/3, 1/2 y 2/3 del ancho del canal; las cuales fueron finalmente reducidas a una sola muestra integral por cada sección aforada.

Luego, en el laboratorio fueron analizadas por el método de filtrado usando papel tornasol y una balanza electrónica de precisión. (Ver cuadros del anexo VI).



Fotografía 18.- Equipo para el muestreo de sedimentos en El Estrecho.



Fotografía 19.- Extrayendo una muestra de agua.

TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EN SUSPENSION

Análisis de una Muestra Integral

SECCION MAESTRA	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ANALISIS	VOLUMEN (ml.)	PESO CRISOL + PAPEL	CRISOL + PAPEL + MUESTRA	PESO DE MUESTRA (gr.)	CONCENT. (gr./lt.)	CAUDAL LIQUIDO (m ³ /seg.)	CAUDAL DE SOLIDOS (tn./día)
GÜEPI	09/07/2009	15/08/2009	200	44.360	44.400	0.040	0.200	2,208	38,154
NVA. ESPERANZA	30/06/2009	15/08/2009	200	43.620	43.650	0.030	0.150	2,948	38,206
EL ESTRECHO	18/06/2009	15/08/2009	200	43.610	43.630	0.020	0.100	5,607	48,444
REMANSO BETANIA	12/06/2009	15/08/2009	200	44.350	44.380	0.030	0.150	8,241	106,803
ABAJO ISLA YAGUAS	18/07/2009	14/08/2009	200	44.360	44.370	0.010	0.050	9,409	40,647
EL ALAMO (RÍO YAGUAS)	05/06/2009	16/08/2009	200	44.440	44.460	0.020	0.100	1,881	16,252

Cuadro 11.- Cálculo del transporte de sedimentos en suspensión.