

**FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA  
FUNDAINGE**

**CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN**

**INVESTIGACIÓN DE LAS CONDICIONES  
HIDROLÓGICAS Y GEOLÓGICAS DE LA  
CUENCA DEL LAGO YPACARAI**

**MONITOREO DE LA CUENCA DEL ARROYO  
YUQUYRY**

**INFORME FINAL**

**OCTUBRE 2005**

## INDICE

INTRODUCCION .....	3
1. INSTALACION DE REGLA Y CALIBRACIÓN DE CURVA H/Q .....	4
1.1 Introducción.....	4
1.2 Ubicación Estación de Monitoreo .....	4
1.3 Descripción Reglas Hidrométricas .....	6
1.4 Colocación Regla Hidrométrica .....	6
1.5 Mediciones de Caudales .....	8
1.6 Presentación de Resultados de Mediciones en la Estación de Monitoreo.....	10
1.7 Calibración Curva H/Q.....	11
2. CARACTERIZACION GEOLÓGICA DE LA CUENCA .....	13
2.1 Introducción.....	13
2.2 Caracterización Geológica* .....	13
2.3 Suelos en la Cuenca del Lago.....	14
3. ESTUDIO DE TASA DE CONTRIBUCIÓN HÍDRICA DE 4 CUENCAS AL LAGO .....	16
3.1 Introducción.....	16
3.2 Determinación de Coeficiente de Escorrentía de la Cuenca del A° Yuquyry .....	16
3.3 Determinación Aporte al Lago Cuenca A° Yuquyry .....	21
3.4 Determinación Aporte al Lago correlación con demás Cuencas del Lago.....	22
3.5 Determinación Aportes al Lago para años secos y años húmedos .....	24
ANEXOS .....	26
Anexo 1: Mapas de la Cuenca	
Anexo 2: Alturas Hidrométricas 2005	
Anexo 3: Caudales medidos 2005	
Anexo 4: Resumen de Caudales Históricos	
Anexo 5: Datos de Lluvias Periodo 1993-2003	
Anexo 6: Datos de lluvia 2005	
Anexo 7: Calidad de agua	
Anexo 8: Galería de Fotos	
Anexo 9: Datos Geológicos	

## INTRODUCCION

En el presente informe se describen las actividades realizadas en el trabajo de Investigación de las Condiciones Hidrológicas y Geológicas de la Cuenca del Lago-Monitoreo de la Cuenca del Arroyo Yuquyry. El periodo de estudio abarca desde el mes de Enero del Año 2005 hasta Octubre del mismo año.

A inicios del mes de Enero se procedió a la colocación de la regla hidrométrica en el Arroyo Yuquyry y con ella se tomaron tres lecturas diarias del nivel del agua, además se realizaron mediciones de caudal en el mismo sitio.

Con estos datos se procedió a la calibración de la Curva H/Q y a la determinación del coeficiente de escurrimiento de la Cuenca del Yuquyry, valores con los que se calculó el aporte hídrico de la misma al Lago Ypacarai.

En base a estos valores y teniendo en cuenta las características de las demás cuencas aportantes al Lago se obtuvo el aporte de las mismas a través de técnicas de correlación. Todos estos valores de aporte se realizaron teniendo en cuenta los periodos secos y húmedos que se tiene en el transcurso de un año

En el Anexo se presentan datos históricos hidrológicos, de precipitación, calidad de agua y datos geológicos de la cuenca del Lago, recopilados y procesados durante el periodo de estudio.

# 1. INSTALACION DE REGLA Y CALIBRACIÓN DE CURVA H/Q

## 1.1 Introducción

A comienzos del mes de Enero se procedió a la Instalación de la regla Hidrométrica en el arroyo Yuquyry, en este mismo punto también se realizaron las mediciones de caudal con un intervalo aproximado de 20 días entra cada una de ellas, este intervalo estuvo sujeto a la ocurrencia de lluvias en la Cuenca de Estudio.

Con los datos de las lecturas diarias y los cálculos de caudales en base a los aforos se procedió a la calibración de la Curva H/Q.

En los siguientes ítems se explicara la metodología utilizada en la selección del sitio, las mediciones de caudales y la calibración de la curva.

## 1.2 Ubicación Estación de Monitoreo

El lugar seleccionado para el monitoreo hidrológico esta ubicado en el camino que une las compañías de Yuquyry (Luque) y Valle Pucu (Aregua), en el sitio se encuentra asentado un puente de H° A°. Para llegar al mismo uno va por la ruta que une Luque con Aregua, al pasar el Puente sobre el Yuquyry a 500 m. a la izquierda se encuentra un camino empedrado. Se tomo dicho camino y se dirige por el mismo 3.500 m. donde se llega a un camino de tierra a la izquierda, en el lugar se encuentra un cartel con la inscripción “Yukyry Luque”. Al entrar en dicho camino a 150 m. Se encuentra el Puente debajo del cual esta la Estación de Monitoreo. Para llegar a la misma se desciende por la derecha del puente. A continuación se observan fotos del lugar y croquis de ubicación.





### 1.3 Descripción Reglas Hidrométricas

Se colocaron en total 4 reglas de 1m c/u 2 en el cauce inferior y las otras 2 en el cauce superior, con lo cual se puede medir hasta 4 m. de altura, que se estima puede ser el valor máximo teniendo en cuenta la altura del puente.

### 1.4 Colocación Regla Hidrométrica

La misma fue colocada en la margen izquierda del arroyo, en un lugar que esta fuera del alcance de los troncos y ramas que pueda traer el cauce. Para la colocación de la Regla se procedió de la siguiente manera

Primeramente se realizo la colocación del soporte de la Regla para lo cual se efectuó una excavación en el cauce utilizando las herramientas apropiadas hasta una profundidad de aprox. 50 a 70 cm, luego se coloco en la misma un caño galvanizado de 4 ” de 4 m. de longitud. Después se procedió al hincado del caño hasta una profundidad de 1 m. aprox. , hasta lograr la estabilidad del caño.

Seguidamente se coloco un caño de plástico de 6 ” el cual revestía al galvanizado y también se procedió a su hincado hasta llegar al mismo nivel que del otro caño. Luego se procedió al cargado de H<sup>2</sup>A<sup>o</sup> dentro del caño galvanizado y entre el mismo y el de plástico para así darle dureza y mayor estabilidad al soporte

Lugo se instalaron las reglas al soporte; las mismas están hechas en chapa y tienen primeramente unas capas de pintura protectora anticorrosivo, luego las capas de pintura sintética de fondo y encima de ellas la pintura con las divisiones y números. Además se le realizo una protección final a toda la pintura con una resina sintética.

Para la sujeción de las reglas al soporte se realizaron 6 perforaciones en cada regla y en el soporte, utilizando un taladro eléctrico, en el soporte se colocaron tarugos y se utilizaron pernos de ¼” y 2” de largo. Al finalizar la colocación también se le coloco la protección con la resina a los pernos lo que también sirve para que los mismos no puedan ser extraídos.

El tramo de Regla de 2 a 4 metros se colocó adosado a la columna de la ANDE utilizando unos zunchos, se realizaron 4 perforaciones a la regla por donde se pasaron los zunchos los cuales fueron debidamente ajustados

A continuación fotos de la colocación.



Extracción de piedras del Cauce, se observa también los caños galvanizado y plástico

Carga de H° A° en el soporte



Trabajos de Nivelación Geométrica

Fotos Regla colocada



## 1.5 Mediciones de Caudales

Como se cito anteriormente los aforos se realizaron en la sección que se ve en el Grafico 2. Para dicho trabajo se utilizaron un molinete (cuenta revoluciones) con todos sus accesorios, cinta métrica de 30 m y las planillas par el llenado de los datos, en las mismas se consignaba el día, el lugar, la altura hidrométrica y las distintas revoluciones en cada uno de los puntos de toma de datos

### Metodología

Para realizar el primer aforo tomamos las verticales cada 20 cm. y en cada una de ellas se realizaron mediciones también cada 20 cm. Esta medición la efectuamos de esta manera para poder tener una mayor cantidad de datos de velocidades en la sección para así conocer mejor el comportamiento hidráulico de la misma y poder planificar las mediciones siguientes.

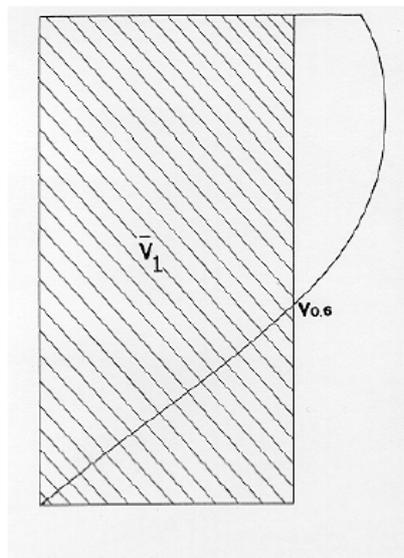
Para las mediciones posteriores en base a estos resultados y teniendo en cuenta la altura del cauce en cada vertical se fueron tomando 1, 2 o 3 mediciones en cada una de ellas para así determinar la velocidad media de la vertical.

Con estos datos de campo se procedió realizar los trabajos de gabinete que consistió primeramente en determinar las velocidades en cada punto utilizando la ecuación característica del molinete, luego la velocidad media de la vertical y con estas y su área de influencia los caudales parciales y sumando estos el caudal total que escurre por la sección. A continuación se presentan los métodos de determinación de Velocidad media de la vertical

### Método de 1 punto

Se deben realizar las observaciones de velocidad en cada vertical colocando el molinete a 0,6 de la profundidad total, por debajo de la superficie. El valor obtenido se considera como la velocidad media de la vertical.

$$V_m = V_{0,6}$$



### Método de los dos puntos

Las observaciones de velocidad se hacen colocando el molinete a 0,2 y 0,8 de la profundidad total por debajo de la superficie, el promedio de los dos valores puede considerarse como la velocidad media

$$V_m = (V_{0,2} + V_{0,8})/2$$

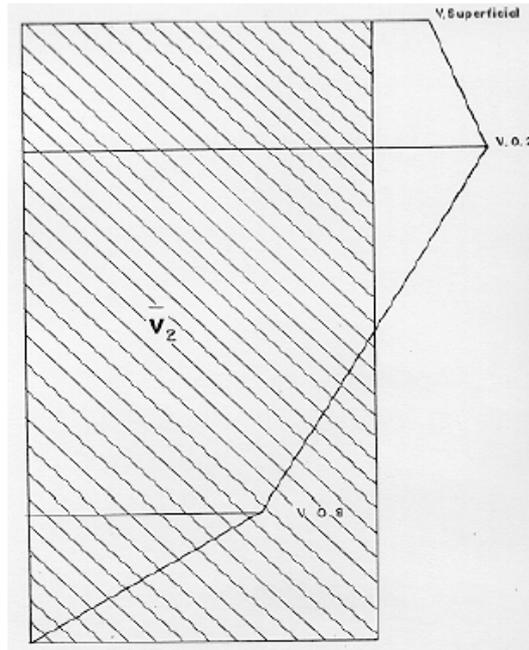


Figura N° 23

### Método de tres puntos

Las observaciones se realizan exponiendo el molinete en cada vertical a 0,2 , 0,6 y 0,8 de la profundidad total, para obtener la velocidad media se utiliza la formula

$$V_m = 0,25*(V_{0,2} + 2 V_{0,6} + V_{0,8} )$$

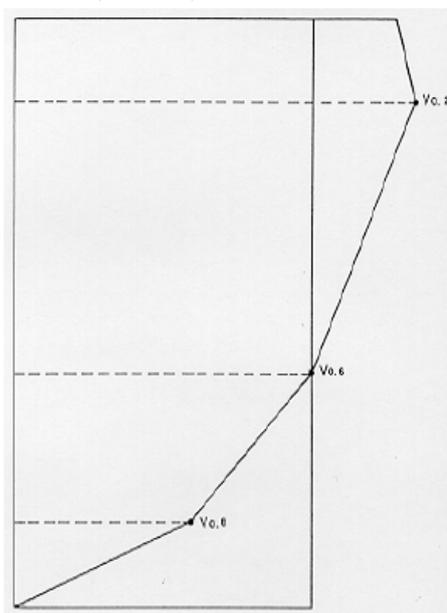


Figura N° 24

Para determinar los caudales parciales se utilizo la formula

$$q = \left( \frac{V_1 + V_2}{2} \right) \left( \frac{p_1 + p_2}{2} \right) b_{1-2}$$

Siendo V = velocidades medias de las verticales

p = profundidades en las verticales

b = separación o ancho entre verticales

Luego el Caudal Total es  $Q = \sum q$

## 1.6 Presentación de Resultados de Mediciones en la Estación de Monitoreo

Durante los diez meses del proyecto se tomaron las lecturas del nivel del agua 3 veces por día, la primera medición se realizaba a las 07:00 hs. la siguiente a las 12:00 hs. y la ultima a las 17:00 hs. Para este trabajo fue contratada una persona residente en las inmediaciones de la Estación de aforo y la misma fue adiestrada para la toma y registro de los datos.

Del estudio de los datos de nivel se puede resumir que en el periodo de estudio se tuvieron 2 meses húmedos y los restantes 8 meses secos, los meses húmedos corresponden a Abril y Mayo y en los meses de Julio, Agosto e inicios de Setiembre no se registraron variaciones en los niveles, manteniéndose el mismo en el valor de 48 cm. de la regla, siendo este el valor muy cercano al mínimo del arroyo

En los meses de Febrero y Marzo tampoco se registraron lluvias importantes en la Cuenca por lo que en tos meses se tuvo el nivel mínimo del arroyo, de 42 cm. De la regla. Aunque este periodo haya sido menos seco que el periodo julio-setiembre, en el mismo se presento el nivel mínimo ya que en los meses de enero a marzo se tiene una mayor evaporación debido a las mayores temperaturas (promedio de 30 °C .)

Los datos de las lecturas de Regla Hidrométrica como así también de las precipitaciones registradas en las Estaciones Meteorológicas de la Cuenca se presentan en el Anexo.

### Mediciones de caudal realizados en la Estación de Monitoreo

Se realizaron un total de 10 aforos en el sitio de monitoreo, para los mismos se utilizo un Molinete Valeport BFM 001, dichas mediciones corresponden al tramo de altura de regla comprendido entre los valores de 40 cm. a 1,95 cm. siendo el tramo de 40 a 65 cm. el que presenta mayor cantidad de mediciones.

En el periodo de Julio a Setiembre (Periodo Seco) no se pudieron realizar una mayor cantidad de aforos debido a la poca variación de los niveles (50 cm.). El nivel mínimo aforado fue de 40 cm. el día 23 de febrero dando un Caudal de 1,08 m<sup>3</sup> /s y el mayor nivel de 1,95 el día 17 de mayo con un caudal de 23,44 m<sup>3</sup>/s, el aforo se realizo desde el puente utilizando un para el mismo el co

A continuación se presenta un Resumen de los Caudales medidos

Fecha	Altura	Caudal	Área Total	Vel. Media	Ancho
17-Ene-05	0.6	2.224	4.13	0.54	6.60
11-Feb-05	0.44	1.106	2.85	0.39	6.00
23-Feb-05	0.4	1.081	2.84	0.38	6.70
11-Mar-05	0.41	1.023	3.01	0.34	6.50
5-Abr-05	0.63	2.37	4.48	0.53	7.60
21-Abr-05	0.83	2.86	8.33	0.34	7.60
17-May-05	1.95	23.44	34.54	0.68	56.00
10-Jun-05	0.65	3.33	3.75	0.89	7.60
13-Jul-05	0.51	1.68	3.78	0.44	7.20
4-Oct-05	0.53	1.70	3.82	0.45	7.20

### 1.7 Calibración Curva H/Q

Las informaciones obtenidas de mediciones de caudal se utilizan principalmente para la calibración de cualquier modelo hidrológico que se aplique a la cuenca, el caudal es una variable dependiente en la mayoría de los estudios, puesto que la ingeniería hidrológica se dedica principalmente a estimar tasas o volúmenes de flujo, o los cambios en estos valores debidos a la acción del hombre.

Las mediciones periódicas de caudal y las observaciones simultáneas de nivel suministran la información básica para una curva de calibración llamada curva de descarga o relación nivel-caudal. Para la mayoría de las situaciones es satisfactorio un grafico de nivel contra caudal donde la curva es aproximadamente parabólica pero pueden mostrar algunas irregularidades si el control cambia entre los caudales bajos y altos o si la sección transversal es irregular.

La efectividad de la curva de calibración se puede determinar por el grado de dispersión de los puntos de caudal medidos alrededor de la línea media. Para la calibración fueron utilizados un total de 10 mediciones de caudales, 8 mediciones fueron medidos entre 0.40 y 0.63 metros y una medición fue realizada con una altura de 1,95 m. teniendo en cuenta el periodo de sequía.

También se revisaron los caudales históricos los cuales no se pueden incorporar a la curva altura – caudal ya que los valores de alturas no fueron registrados a un punto fijo referenciado, se trato de realizar algunas correlaciones en función a la velocidad media y las áreas pero los resultados no fueron satisfactorios.

Analizando la dispersión de los puntos, la medición realizada el día 10 de junio fue desechada debido a que es muy diferente a las otras mediciones de igual o muy próxima altura. Luego de la corrección citada se graficaron los aforos y se calculo su línea de tendencia con lo que se determino que la Curva H/Q es del tipo logarítmico  $y = 0,5009 \ln x + 0.9734$ , siendo su ecuación representativa para el valor de Q,

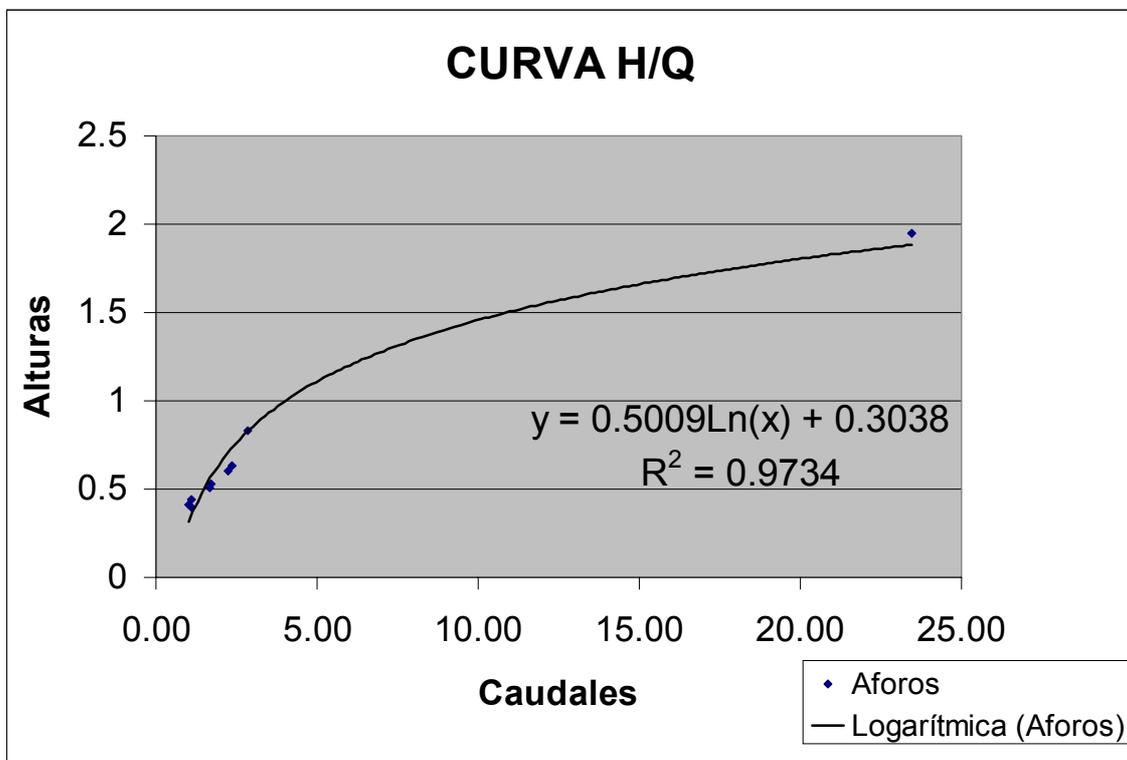
$$Q = 0,5659 e^{1,9432 h}$$

Con un valor de R=0,9734

Esta ecuación es valida para  $0,40 < h < 2,00$  (valores en metros)

A continuación se presenta la Tabla y Grafico con los caudales, alturas y la curva H/Q

Fecha	Altura	Caudal	Área Total	Vel. Media	Ancho
17-Ene-05	0.6	2.22	4.13	0.54	6.60
11-Feb-05	0.44	1.11	2.85	0.39	6.00
23-Feb-05	0.4	1.08	2.84	0.38	6.70
11-Mar-05	0.41	1.02	3.01	0.34	6.50
5-Abr-05	0.63	2.37	4.48	0.53	7.60
21-Abr-05	0.83	2.86	8.33	0.34	7.60
17-May-05	1.95	23.44	34.54	0.68	56.00
13-Jul-05	0.51	1.68	3.78	0.44	7.20
4-Oct-05	0.53	1.70	3.82	0.45	7.20



## 2. CARACTERIZACION GEOLÓGICA DE LA CUENCA

### 2.1 Introducción

En este apartado se presenta una breve descripción de la geología del área de la Cuenca del Lago, basado en la recopilación de datos de trabajos de investigación realizados anteriormente.

### 2.2 Caracterización Geológica\*

\* Estudio Limnológico del Lago Ypacarai (Recopilación)

Instituto de Ciencias Básicas

Universidad Nacional de Asunción – Paraguay

Junio 1983 – Junio 1985

La cuenca del Lago Ypacarai tiene un origen tectónico. Fue producida por las fallas principales de un sistema de perturbaciones escalonadas rumbo Noroeste-Sureste, que afectó profundamente a los terrenos del Paraguay Central constituidos por areniscas del Silúrico y del Mesozoico.

El valle de Ypacarai tiene una longitud de 64 kms por un ancho de 5 a 8 kms. Su extremo Noroeste alcanza el río Paraguay y el suroeste alcanza la ciudad de Paraguari. El área más deprimida del valle está ocupada por el lago del mismo nombre.

#### Características Geológicas

Desde el punto de vista geológico el flanco oriental del valle está constituido por el conglomerado de base y las areniscas arcóscas y sacaroides del grupo Caacupé (Gotlándico), que reposan discordantemente sobre rocas de Basamento Cristalino. Este contacto es visible en San Bernardino, así como en la Estancia Cerro León y al Norte de Paraguari, donde el Precámbrico está formado por granito, pizarras y cuarcitas, respectivamente. Las areniscas de Caacupé presentan buzamientos de 4 a 6 hacia el Noreste.

El flanco occidental del valle tectónico está más hundido y se halla constituido en su parte superior por las areniscas rojas de la Formación Misiones (Jurásico Superior) que recubren parcialmente a las areniscas micáceas y lalitas caolínicas fosilíferas del Grupo Itacurubí (Silúrico Inferior). Localmente presentan buzamientos de hasta 30 y 45 hacia el sudoeste, y el contacto con el Basamento Cristalino no es visible en ninguna parte. En la zona de Areguá, las Areniscas de Misiones muestran estructura en columnas, siendo conocidas con el nombre de pseudotraquita.

Cuerpos ígneos intrusivos del Jurásico-Cretácico, cortan en varios lugares a las formaciones citadas: un stock de Essexita en la estancia Cerro León, un neck de basalto olivínico en el paraje Ycuá Boní al este de Yaguarón y tres de pórfido cuarcífero al sureste de Ypacarai (Cerro Perú y Cerro Jhú).

El valle está cubierto por sedimentos cuaternarios que forman una planicie aluvial, en parte inundable, de pendiente casi nula. Su textura superficial varía según las zonas, así por ejemplo, entre Paso Pé y el río Paraguay y, entre Cerro León y Paraguarí, los sedimentos son limo-arcillosos, mientras que los de la zona San Bernardino, Ypacaraí y Pirayú son predominantemente arenosos.

Los sedimentos del lecho del lago son limos orgánicos, con espesores superiores a 3 m., según se pudo comprobar por sondeos en el Estudio Limnológico del Lago Ypacaraí, realizado por el Instituto de Ciencias Básicas de la UNA. Esta composición sumada a la poca profundidad del lago y su gran superficie, es la causa fundamental del color oscuro y la turbidez permanente de sus aguas.

### 2.3 Suelos en la Cuenca del Lago

Pueden agruparse en los siguientes tipos.

**PODZÓLICOS ROJO AMARILLOS:** Son suelos derivados de areniscas de edad jurásica (Palmieri-Velázquez, 19882). Estos suelos se desarrollan en el borde suroeste-oeste de la cuenca y están asociados en un 30% de la extensión con litosoles de la misma roca; constituyen la parte alta de la cuenca divisoria de agua con cota superior a 80 m.s.n.m. Las áreas de influencia de estos suelos están comprendidas en los distritos de Luque, Capiatá, Areguá, Itauguá, San Lorenzo, Ypacaraí, Yaguarón, Pirayú y Paraguarí.

Son suelos profundos, bien desarrollados, con horizontes superficiales franco-arenosos de pH ácido o fuertemente ácido, con bajo contenido de materia orgánica; debajo del horizonte A se presenta un horizonte B, franco arcilloso a arcilloso color rojo amarillo a rojizo oscuro, con moderada capacidad de almacenaje de agua para las plantas.

En condiciones actuales, estos suelos están fuertemente erosionados por el exceso de uso para la agricultura, llegando en varios lugares a perder totalmente el horizonte superficial de los suelos y aflorando el horizonte B como camada endurecida o encostrada.

**LITOSOLES DE ARENISCA:** De la Formación Misiones. Estos suelos se manifiestan en los bordes de cerros y lomadas del suroeste de la cuenca, como ocurre en Areguá, Ypacaraí, Patiño y Pirayú. Son suelos de poca profundidad efectiva por la baja evolución genética; en algunos casos presentan un horizonte (camada) superior de 20 - 40 cm de profundidad, lo que permite el desarrollo de vegetación arbustiva de protección, pastura y en agricultura con cultivos de poco desarrollo radicular.

Estos suelos se deben mantener bajo vegetación de protección natural y artificial adaptada en el área. Se clasifican los mismos en Clase VII set de capacidad de uso, por presentar pendiente de inclinación mayor a 12% y por tener poca profundidad.

**LITOSOLES DE ARENISCA:** Del Grupo Caacupé (Palmieri-Velazquez, 1982) Son suelos que se manifiestan en el sector sur, sureste y este de la cuenca, cerros Caacupé, Altos, Tobatí, Paraguarí y parte de Piribebuy.

Son igual que los anteriores, poco profundos, de 10 - 20 cm de espesor. Sin embargo, mantiene una vegetación arbustiva casi permanente cuando no es explotada por el hombre, lo cual indica que se puede someter a reforestación con especies protectoras del suelo y adaptada a ese ecosistema. Se clasifican en Clase VII set de capacidad de uso,

por su poca profundidad efectiva, riesgo de erosión por efecto de pendiente (t) con inclinación mayor de 12%.

#### Suelos Desarrollados En Planicies Aluviales De La Cuenca Del Lago:

Comprende suelos desarrollados o en desarrollo sobre materiales sedimentarios variados en tipos y edad, siendo el Terciario- Cuaternario como arenas, limo, arcilla y material orgánico.

Regosoles: Son suelos que presentan escasa o ninguna evolución del perfil del suelo (poco desarrollado), tienen un horizonte superficial franco arenoso con contenido de materia orgánica medio alto sobre una camada de material arenoso con baja capacidad de almacenaje de agua y nutrientes para las plantas. La vegetación natural de estos suelos son los bosques bajos en galería de albardones de arroyos y bosques aislados de campos relativamente altos y pradera natural con varias especies gramíneas.

Estos suelos se encuentran en los bordes de los arroyos (como los albardones), a los pies de los cerros como material residual de erosión y en algunas áreas de planicie como la que se extiende al borde occidental del cerro Caacupé hasta Pirayú- Cerro León.

Planosoles: Se encuentran en áreas de poca extensión dentro de la zona de planicie donde se han acumulado material sedimentario arcilloso- limoso. Son suelos que tienen perfil desarrollado con horizontes A que varían de franco arenoso claro a oscuro, según el contenido de materia orgánica que posee y horizonte B arcilloso con baja permeabilidad, lo que ocasiona condiciones de hidromorfismo, desarrollando proceso de gleización (con moteados de compuesto ferroso y azufre en el perfil). La vegetación natural de estos suelos son las gramíneas como pasto ciperus y pajonales. Requieren drenaje correcto para su uso.

La cuenca está comprendida entre isoyetas de 1.400 a 1.500 mm de precipitación anual. La temperatura media anual es del orden de 24°C.

### 3. ESTUDIO DE TASA DE CONTRIBUCIÓN HÍDRICA DE 4 CUENCAS AL LAGO

#### 3.1 Introducción

Basados en los datos de lluvias, alturas y caudales obtenidos en la Estación de Monitoreo se determina la respuesta de la cuenca del Yuquyry a distintos eventos tanto en época de sequía como en época de lluvia.

Primeramente se obtiene el Coeficiente de Escorrentía de la cuenca tanto para periodos secos como húmedos y en base a este coeficiente se determina la tasa de contribución de la Cuenca del Yuquyry al Lago.

Luego correlacionando estos datos y teniendo en cuenta características de la Cuenca se obtiene la contribución de las demás cuencas al Lago Ypacarai

#### 3.2 Determinación de Coeficiente de Escorrentía de la Cuenca del A° Yuquyry

El Coeficiente de Escorrentía representa la relación que existe entre el Volumen de agua precipitado y el Volumen escurrido por un punto determinado de una Cuenca. Este coeficiente varía para periodos secos y húmedos debido a que cuando los suelos se encuentran secos absorben mayor cantidad de agua, además de la mayor evaporación que existe.

Con la Curva H/Q y los valores H leídos en la regla hidrométrica después de un evento se puede graficar el Hidrograma para dicha lluvia y con el calcular la cantidad de agua escurrida por dicho punto

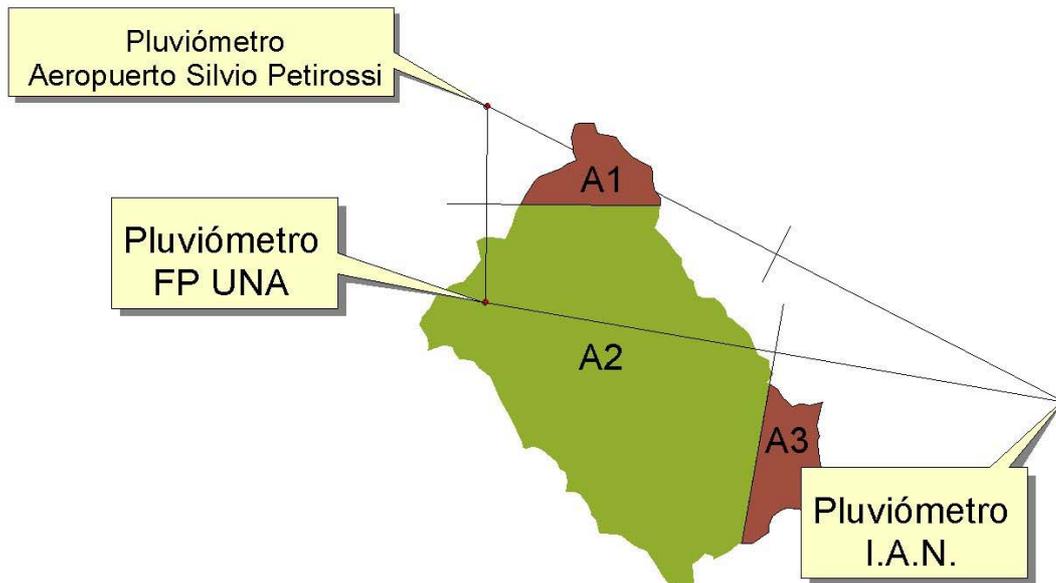
Luego para determinar la cantidad de lluvia en la cuenca se tienen datos de 3 pluviómetros de 3 Estaciones meteorológicas en operación en la zona, uno dentro del área de la cuenca y los otros dos muy cercanos a los límites de la cuenca los mismos son

- 1- Facultad Politécnica – Universidad Nacional de Asunción – San Lorenzo
- 2- Aeropuerto Silvio Petirosi – Luque
- 3- Instituto Agronómico Nacional - Caacupé

Para determinar la precipitación media de la Cuenca se utilizo el Método de los polígonos de Thiessen.

Del trazado tenemos los datos para cada una de las áreas

	Área km <sup>2</sup>	Pluviómetro	Porcentaje
A1	21,65	Aeropuerto	7,16%
A2	25,71	FP UNA	8,50%
A3	255,24	I.A.N.	84,35%
<b>Total</b>	<b>302,60</b>		



### Análisis para el Periodo Seco

Para el análisis se tomo un evento en el periodo de sequía el cual corresponde al día 25 de febrero, esa fecha se tuvo un registro promedio en los pluviómetros de 22 mm de lluvia. A continuación se presenta el Hidrograma producido por dicho evento.

HIDROGRAMA PERIODO SECO

Día	Hora	Tiempo	Lectura	Caudal		Volumen
	hs	hs	metros	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup>
25 de Febrero	12:00	0	0,42	1,2799	4607,751	
25 de Febrero	17:00	5	0,62	1,8879	6796,311	28.510
26 de Febrero	07:00	10	0,64	1,9627	7065,642	34.655
26 de Febrero	12:00	24	0,7	2,2054	7939,386	105.035
26 de Febrero	17:00	29	0,71	2,2487	8095,173	40.086
27 de Febrero	07:00	34	0,63	1,9249	6929,668	37.562
27 de Febrero	12:00	48	0,63	1,9249	6929,668	97.015
27 de Febrero	17:00	53	0,52	1,5545	5596,044	31.314
28 de Febrero	07:00	58	0,5	1,4952	5382,731	27.447
28 de Febrero	12:00	72	0,5	1,4952	5382,731	75.358
28 de Febrero	17:00	77	0,5	1,4952	5382,731	26.914
1 de marzo	07:00	82	0,45	1,3568	4884,349	25.668
1 de marzo	12:00	96	0,45	1,3568	4884,349	68.381
1 de marzo	17:00	101	0,45	1,3568	4884,349	24.422
2 de marzo	07:00	106	0,43	1,3050	4698,165	23.956
Volumen Total Escurrido						646.324

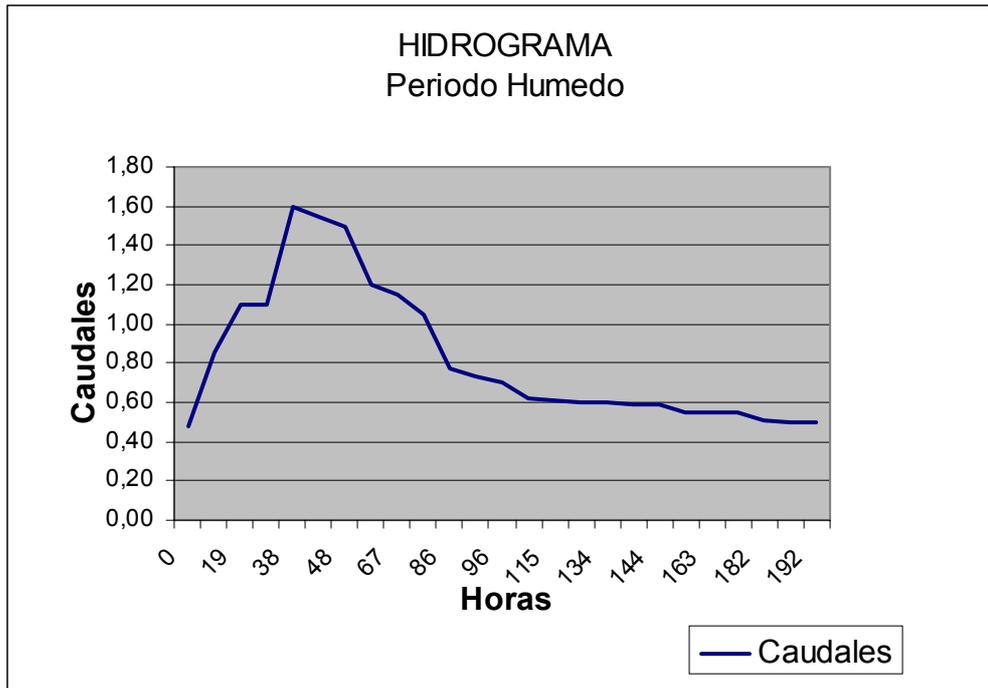


### Análisis para el Periodo Húmedo

Para el análisis se tomo un evento en el periodo húmedo el cual corresponde al día 6 de mayo, esa fecha se tuvo un registro promedio en los pluviómetros de 55 mm de lluvia. A continuación se presenta el Hidrograma producido por dicho evento. En este periodo húmedo se presentaron lluvias mas intensas, pero se opto por tomar dicho evento teniendo en cuenta que días antes del mismo el nivel del agua se mantuvo constante

#### HIDROGRAMA PERIODO HUMEDO

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura	Caudal		Volumen	
				horas	horas		metros
6 de mayo	17:00	0	0,48		1,4382083	5177,550	
7 de mayo	07:00	14	0,85		2,95170245	10626,129	110.625,75
7 de mayo	12:00	19	1,10		4,79791815	17272,505	69.746,59
7 de mayo	17:00	24	1,10		4,79791815	17272,505	86.362,53
8 de mayo	07:00	38	1,60		12,6769084	45636,870	440.365,63
8 de mayo	12:00	43	1,55		11,5031637	41411,389	217.620,65
8 de mayo	17:00	48	1,50		10,4380951	37577,142	197.471,33
9 de mayo	07:00	62	1,20		5,82699893	20977,196	409.880,37
9 de mayo	12:00	67	1,15		5,28748182	19034,935	100.030,33
9 de mayo	17:00	72	1,05		4,35368279	15673,258	86.770,48
10 de mayo	07:00	86	0,77		2,52673032	9096,229	173.386,41
10 de mayo	12:00	91	0,73		2,33777145	8415,977	43.780,52
10 de mayo	17:00	96	0,70		2,20538502	7939,386	40.888,41
11 de mayo	07:00	110	0,62		1,88786414	6796,311	103.149,88
11 de mayo	12:00	115	0,61		1,8515333	6665,520	33.654,58
11 de mayo	17:00	120	0,60		1,81590162	6537,246	33.006,91
12 de mayo	07:00	134	0,60		1,81590162	6537,246	91.521,44
12 de mayo	12:00	139	0,59		1,78095566	6411,440	32.371,72
12 de mayo	17:00	144	0,59		1,78095566	6411,440	32.057,20
13 de mayo	07:00	158	0,55		1,64776876	5931,968	86.403,86
13 de mayo	12:00	163	0,55		1,64776876	5931,968	29.659,84
13 de mayo	17:00	168	0,55		1,64776876	5931,968	29.659,84
14 de mayo	07:00	182	0,51		1,5245421	5488,352	79.942,23
14 de mayo	12:00	187	0,50		1,49520318	5382,731	27.177,71
13 de mayo	17:00	192	0,50		1,49520318	5382,731	26.913,66
Volumen Total Escurrido							2.582.447,84



Precipitación media de la Cuenca

Pluviómetro	Lluvia (mm)	Porcentaje Cuenca	Lluvia (mm)
Aeropuerto	46	7,16%	3,29
FP UNA	57,5	84,35%	48,50
IAN	45	8,50%	3,82
	Lluvia media (mm)		55,62

TABLA DETERMINACION DE VOLUMEN DE LLUVIA

Cuenca	Área (m <sup>2</sup> )	Lluvia (mm)	Volumen (l)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Capiatá	45.161.781	55,62	2.483.897.961	2483897,961
Carumbe Cua	65.112.275	55,62	3.581.175.101	3581175,101
San Lorenzo	73.509.599	55,62	4.043.027.951	4043027,951
Yuquyry	61.909.007	55,62	3.404.995.407	3404995,407
Yuquyry-mi	56.909.295	55,62	3.130.011.231	3130011,231
Volumen Total Lluvia				16.643.108

Determinación Coeficiente de Escorrentía

$$C = \frac{\text{Volumen Escurrido}}{\text{Volumen lluvia}}$$

Volumen Escurrido 2.582.448

Volumen lluvia 16.643.108

$$C = 0,15517$$

## Conclusión

Los Coeficientes de Escorrentía para la Cuenca del Yuquyry son los siguientes:

Periodo Seco: 0,10  
 Periodo Húmedo: 0,16

### 3.3 Determinación Aporte al Lago Cuenca A° Yuquyry

Con los coeficientes de escorrentía y analizando la duración de los Periodos secos y húmedos en un año se determinó la cantidad de agua que aporta la Cuenca del Yuquyry al Lago Ypacarai

Teniendo en cuenta el **Mapa de Distribución de Lluvias en el Paraguay – Normales Climatológicas 1969-1990** realizado por la Facultad de Politécnica tenemos la siguiente distribución de lluvias mensuales en la Cuenca del Yuquyry

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
150	125	150	150	100	75
Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
50	50	75	125	150	150

Entonces tenemos 4 meses en los que utilizaremos el Coeficiente de escorrentía para periodos Secos (junio a setiembre) y el Coeficiente de periodos húmedos a los 7 meses restantes (octubre a Mayo)

#### Determinación de Caudal de Aporte en año Normal

Mes	Lluvia (mm)	Coeficiente de Escorrentía	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen de agua m <sup>3</sup>	Caudal diario (m <sup>3</sup> /día)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
Enero	150	0,16	302.601.957	7.262.447	242.081,57	2,802
Febrero	125	0,16	302.601.957	6.052.039	201.734,64	2,335
Marzo	150	0,16	302.601.957	7.262.447	242.081,57	2,802
Abril	150	0,16	302.601.957	7.262.447	242.081,57	2,802
Mayo	100	0,16	302.601.957	4.841.631	161.387,71	1,868
Junio	75	0,10	302.601.957	2.269.515	75.650,49	0,876
Julio	50	0,10	302.601.957	1.513.010	50.433,66	0,584
Agosto	50	0,10	302.601.957	1.513.010	50.433,66	0,584
Setiembre	75	0,10	302.601.957	2.269.515	75.650,49	0,876
Octubre	125	0,16	302.601.957	6.052.039	201.734,64	2,335
Noviembre	150	0,16	302.601.957	7.262.447	242.081,57	2,802
Diciembre	150	0,16	302.601.957	7.262.447	242.081,57	2,802
TOTAL ANUAL				60.822.993		

Luego tenemos que en un año normal EL Volumen Total de agua que aporta el Arroyo Yuquyry al Lago es de 60.822.993 m<sup>3</sup> dando nos un valor promedio de 1,96 m<sup>3</sup>/s durante todo el año

### 3.4 Determinación Aporte al Lago correlación con demás Cuencas del Lago

Para determinar el aporte de las demás cuencas se estudiarán las características de las cuencas y se establecerá una relación entre dichas características y la misma servirá para correlacionar el caudal de aporte del A° Yuquyry con el caudal de Aporte de las otras cuencas aportantes del Lago

Tabla de Características de las Cuencas del Lago Ypacarai

Cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud del cauce (Km)	Desnivel (m)	Pendiente %	Tc Kirpich (min)	Relación TC/Área
Pirayu	345,1712	32	146	0,46%	452,36	1,31
Cuenca Este 1	18,3227	9	187	2,20%	89,92	4,91
Cuenca Este 2	21,8312	7	156	2,11%	82,16	3,76
Cuenca Este 3	8,6531	5	157	3,02%	54,53	6,30
Cuenca Este 4	4,1450	3	157	4,76%	32,25	7,78
Cuenca Este 5	13,6776	5	207	3,83%	51,20	3,74
Cuenca Este 6	6,6433	3	168	4,94%	32,52	4,90
Yuquyry	302,6020	27	106	0,39%	425,13	1,40
Cuencas Oeste	49,2447	4	97	2,41%	48,89	0,99

Como se puede apreciar las cuencas Este y Oeste del lago esta compuesta por subcuencas con características muy similares entre si por lo que para determinar su aporte la consideraremos como dos cuencas a una la llamaremos Cuencas Este y a la otra Cuencas Oeste.

Luego la Cuenca del Pirayu tiene características muy similares a la Cuenca del Yuquyry (área, pendiente, Tc,) la diferencia mas notoria es en la forma de la cuenca.

Luego de analizar dichas características se definieron las siguientes relaciones para determinar el Caudal de aporte de las Cuencas del Lago Ypacarai

Cuenca Arroyo Pirayu

Cuencas Este y Oeste

$$Q_p = Q_y * k_1 * k_2$$

$$Q_{e,o} = Q_y * k_1$$

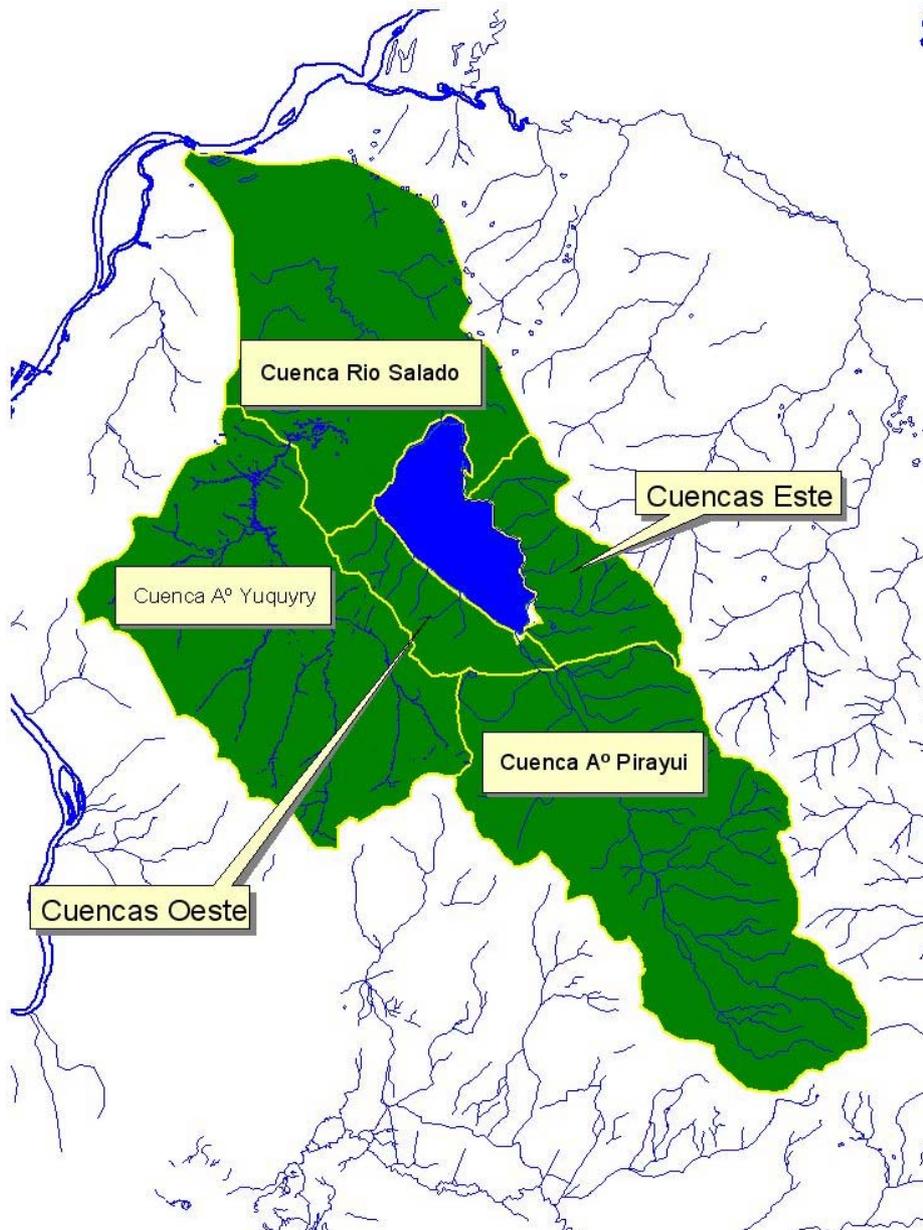
Siendo

$Q_p$  = Caudal Pirayu       $Q_y$  = Caudal Yuquyry       $Q_{e,or}$  = Cuenca Este y Oeste

$k_1$  = Relación entre Áreas       $k_2$  = Relación entre pendientes

## Aporte de cada una de las Cuencas

Cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Relación K <sub>1</sub>	Relación K <sub>2</sub>	Caudal de aporte m <sup>3</sup> /s
Pirayu	345,1712	1,140677	1,16	2,65
Cuencas Este	73,2729	0,242143		0,48
Cuencas Oeste	49,9638	0,165114		0,33
Yuquyry	302,6020			2,00
TOTAL				5,47



Cuencas del Lago Ypacarai

### 3.5 Determinación Aportes al Lago para años secos y años húmedos

Teniendo en cuenta los datos de precipitaciones históricas se determino que la precipitación media en un año seco es de 1000 mm al año y en un año húmedo es de 1950 mm al año.

Además consideraremos en el año seco, 8 meses de baja precipitación (50 mm) y 4 meses húmedos (150mm). En el año húmedo consideraremos 7 meses de altas precipitaciones (225 mm) y 5 meses secos (75mm )

#### **Análisis de Escenarios**

##### **Año Seco**

Cuenca A° Yuquyry

Periodo	Meses	Lluvia (mm)	Coefficiente de Escorrentía	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen de agua m <sup>3</sup>
Seco	8	50	0,10	302.601.957	12.104.078
Húmedo	4	150	0,16	302.601.957	29.049.788
TOTAL					41.153.866

Luego tenemos un Volumen Total Anual de 41.153.866 lo que nos da un caudal promedio de 1,32 m<sup>3</sup>/s

Correlacionando con las demás Cuencas

Cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Relación K <sub>1</sub>	Relación K <sub>2</sub>	Caudal de aporte m <sup>3</sup> /s
Pirayu	345,1712	1,140677	1,16	1,75
Cuencas Este	73,2729	0,242143		0,32
Cuencas Oeste	49,9638	0,165114		0,22
Yuquyry	302,6020			1,32
TOTAL				3,61

### Año Húmedo

Cuenca A° Yuquyry

Periodo	Meses	Lluvia (mm)	Coficiente de Escorrentía	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen de agua m <sup>3</sup>
Seco	5	75	0,10	302.601.957	11.347.573
Húmedo	7	225	0,16	302.601.957	76.255.693
TOTAL					87.603.266

Luego tenemos un Volumen Total Anual de 87.603.266 lo que nos da un caudal promedio de 2,81 m<sup>3</sup>/s

Correlacionando con las demás Cuencas

Cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Relación K <sub>1</sub>	Relación K <sub>2</sub>	Caudal de aporte m <sup>3</sup> /s
Pirayu	345,1712	1,140677	1,16	3,73
Cuencas Este	73,2729	0,242143		0,32
Cuencas Oeste	49,9638	0,165114		0,22
Yuquyry	302,6020			2,81
TOTAL				7,07

### Conclusión

A continuación presentamos una Tabla con los aportes de las cuencas del Lago para cada uno de los tres escenarios: ① Años Secos, ② Normal, ③ Húmedos.

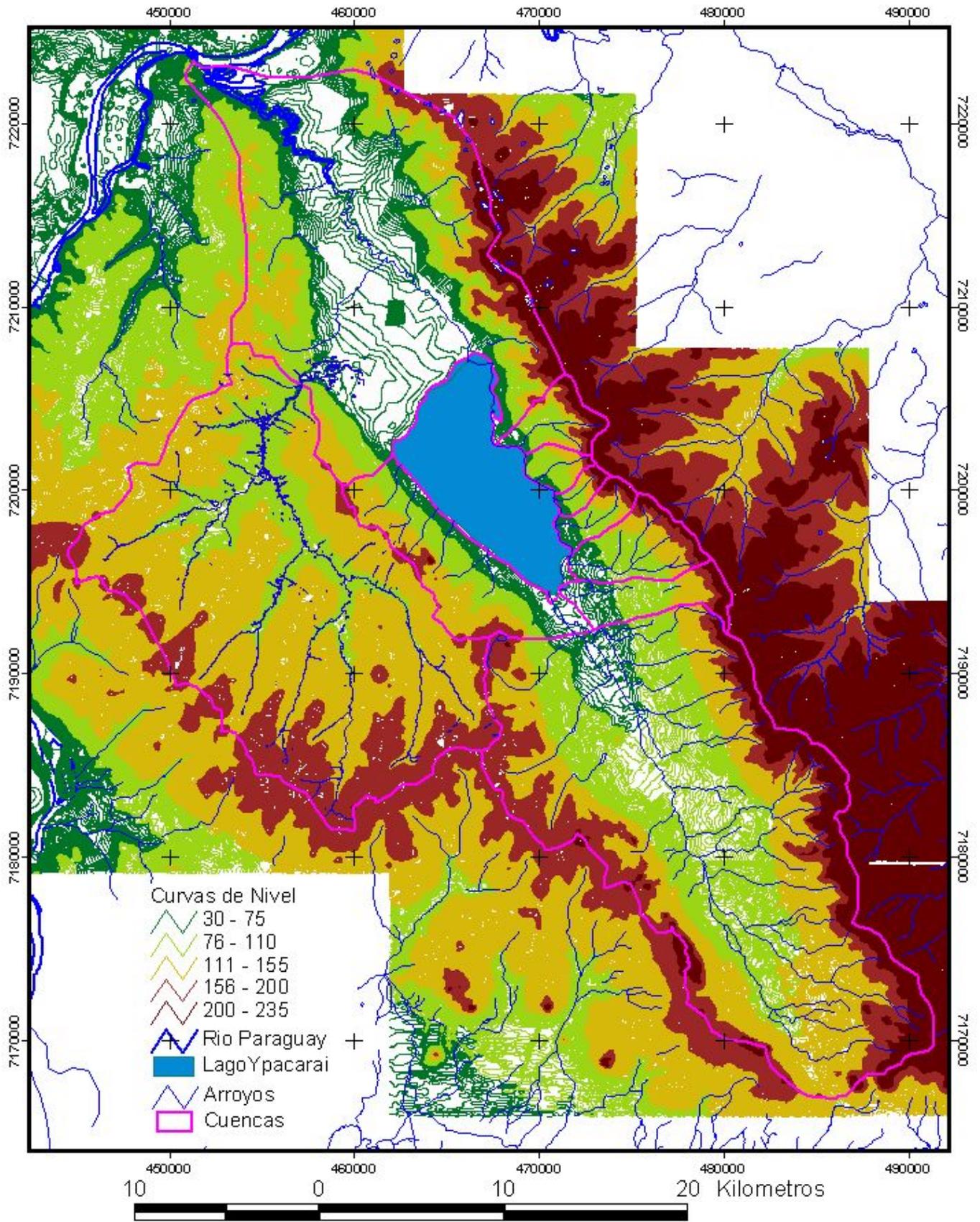
Cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Caudal de aporte m <sup>3</sup> /s		
		① Año Seco	② Año normal	③ Año húmedo
Pirayu	345,1712	1,75	2,58	3,73
Cuencas Este	73,2729	0,32	0,32	0,32
Cuencas Oeste	49,9638	0,22	0,22	0,22
Yuquyry	302,6020	1,32	1,95	2,81
TOTAL		3,61	5,07	7,07

## ANEXOS

- Anexo 1: Mapas de la Cuenca**
- Anexo 2: Alturas Hidrométricas 2005**
- Anexo 3: Caudales medidos 2005**
- Anexo 4: Resumen de Caudales Históricos**
- Anexo 5: Datos de Lluvias Periodo 1993-2003**
- Anexo 6: Datos de lluvia 2005**
- Anexo 7: Calidad de agua**
- Anexo 8: Galería de Fotos**
- Anexo 9: Datos Geológicos**

# **Anexo 1**

## **Mapas de la Cuenca**



## CUENCAS LAGO YPACARAI

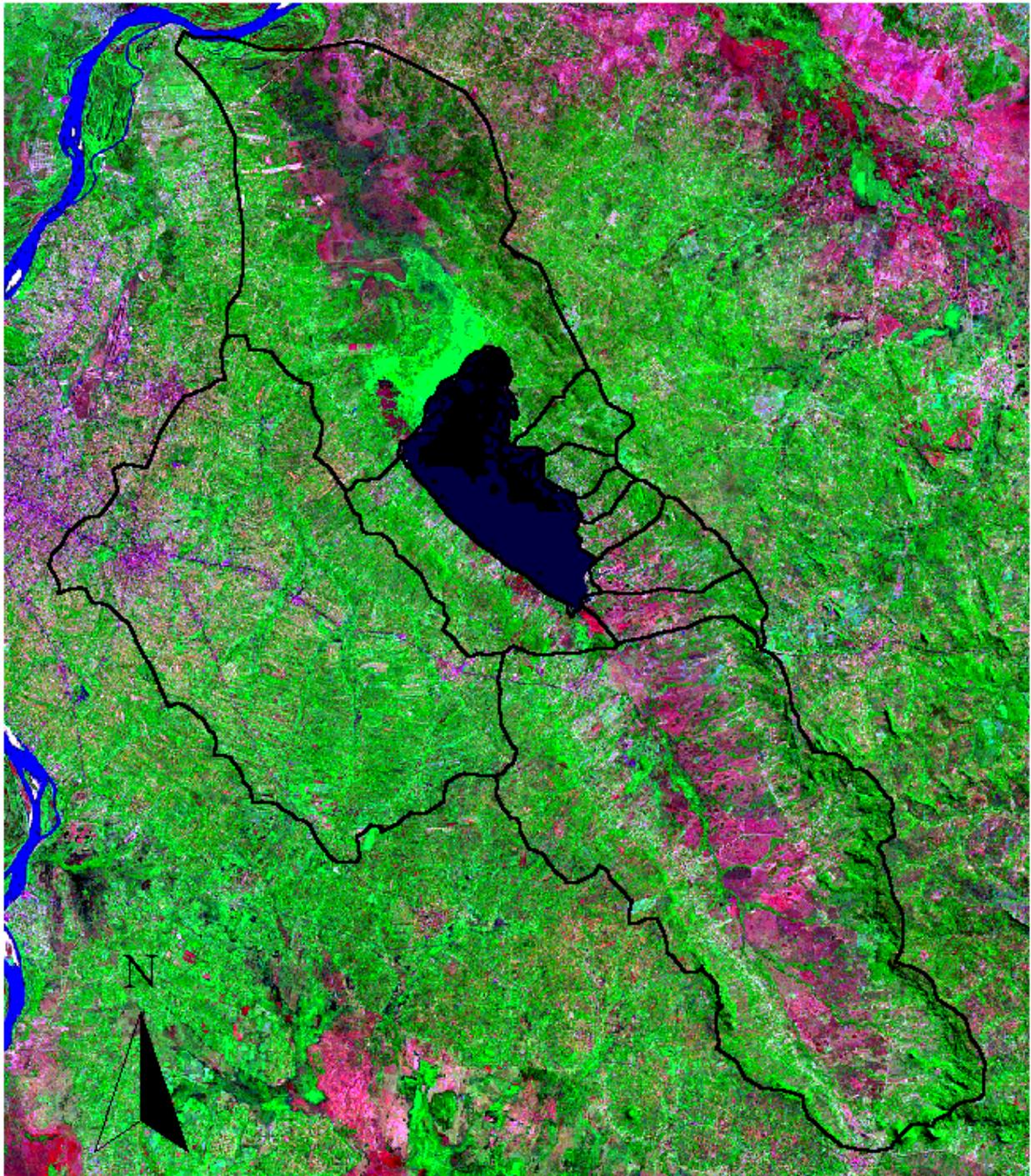
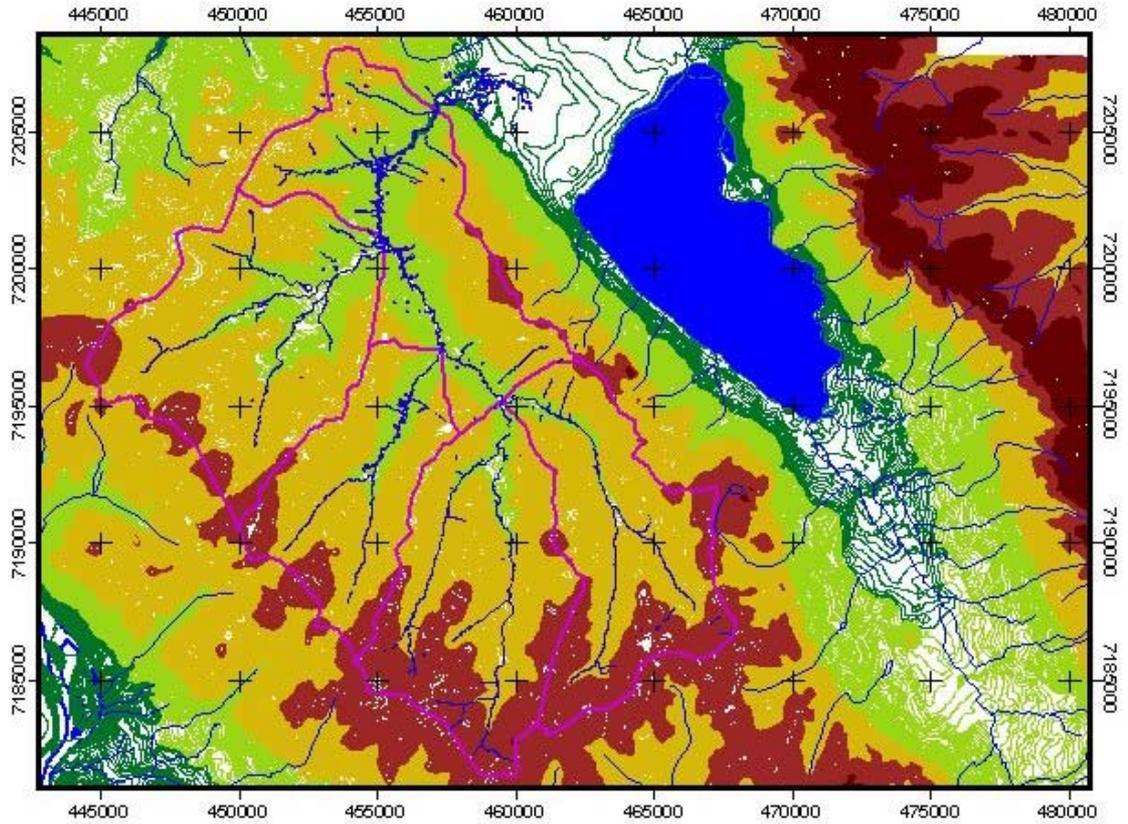


IMAGEN SATELITAL

10 0 10 20 Km.



# CUENCAS LAGO YPACARAI



Curvas de Nivel

-  30 - 75
-  76 - 110
-  111 - 155
-  156 - 200
-  200 - 235

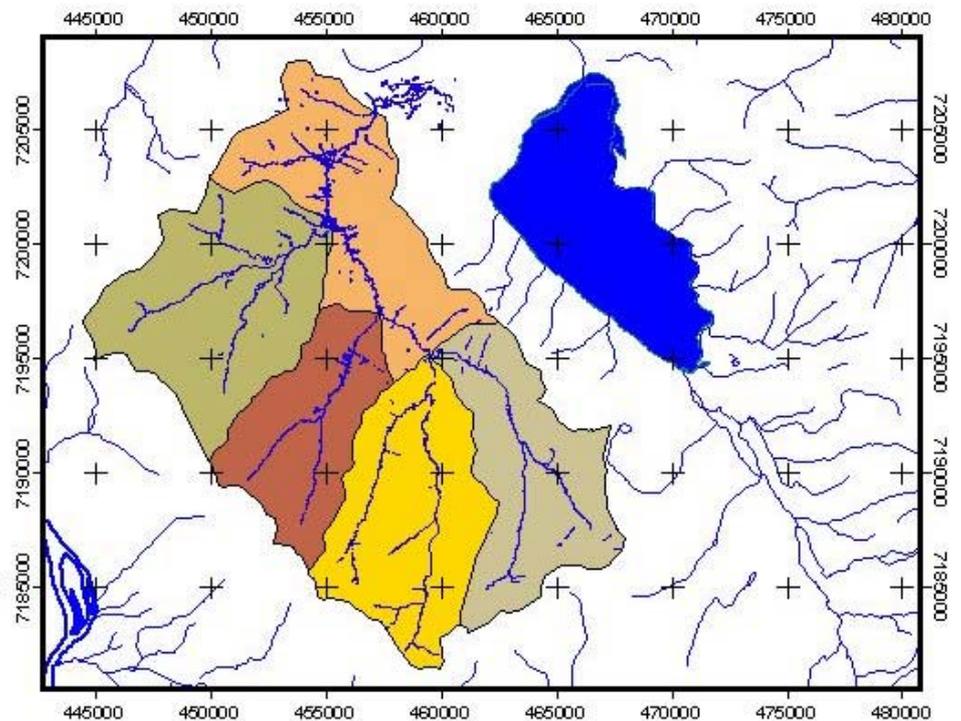
 Lago

 Arroyos

 Subcuencas

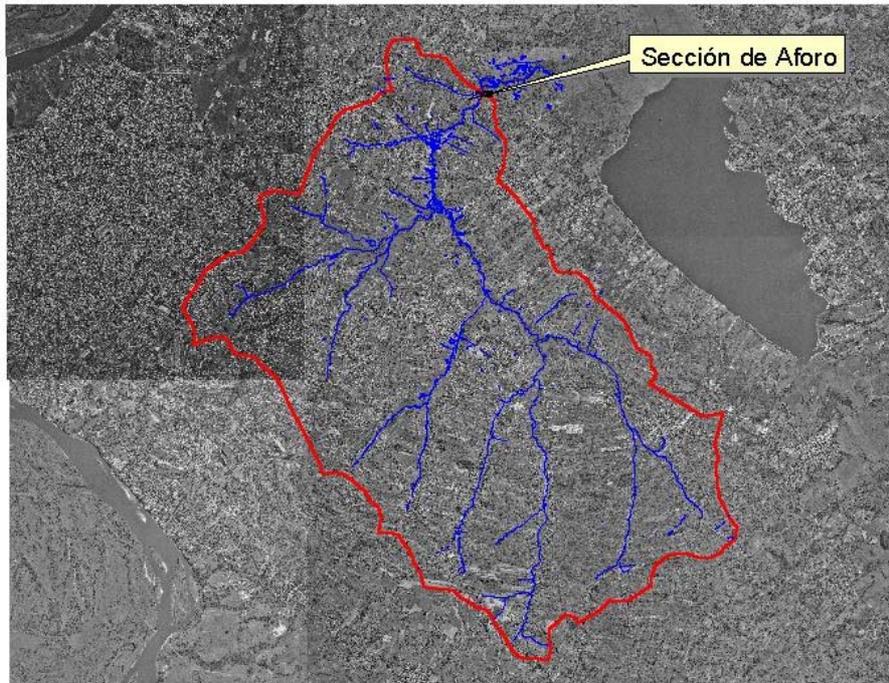
Subcuencas

-  Capiata
-  Carumbe Cua
-  San Lorenzo
-  Yuquyry
-  Yuquyry-mi



# SUB-CUENCAS A° YUQUYRY

## CUENCA YUQUYRY UBICACIÓN SECCION DE AFORO IMÁGENES ORTOFOTOCARTAS AÑO 1995



## MUNICIPIOS QUE ABARCA LA CUENCA DEL YUQUYRY



## **Anexo 2**

# **Alturas Hidrométricas 2005**

## PLANILLA REGISTRO DE NIVELES A° YUQUYRY

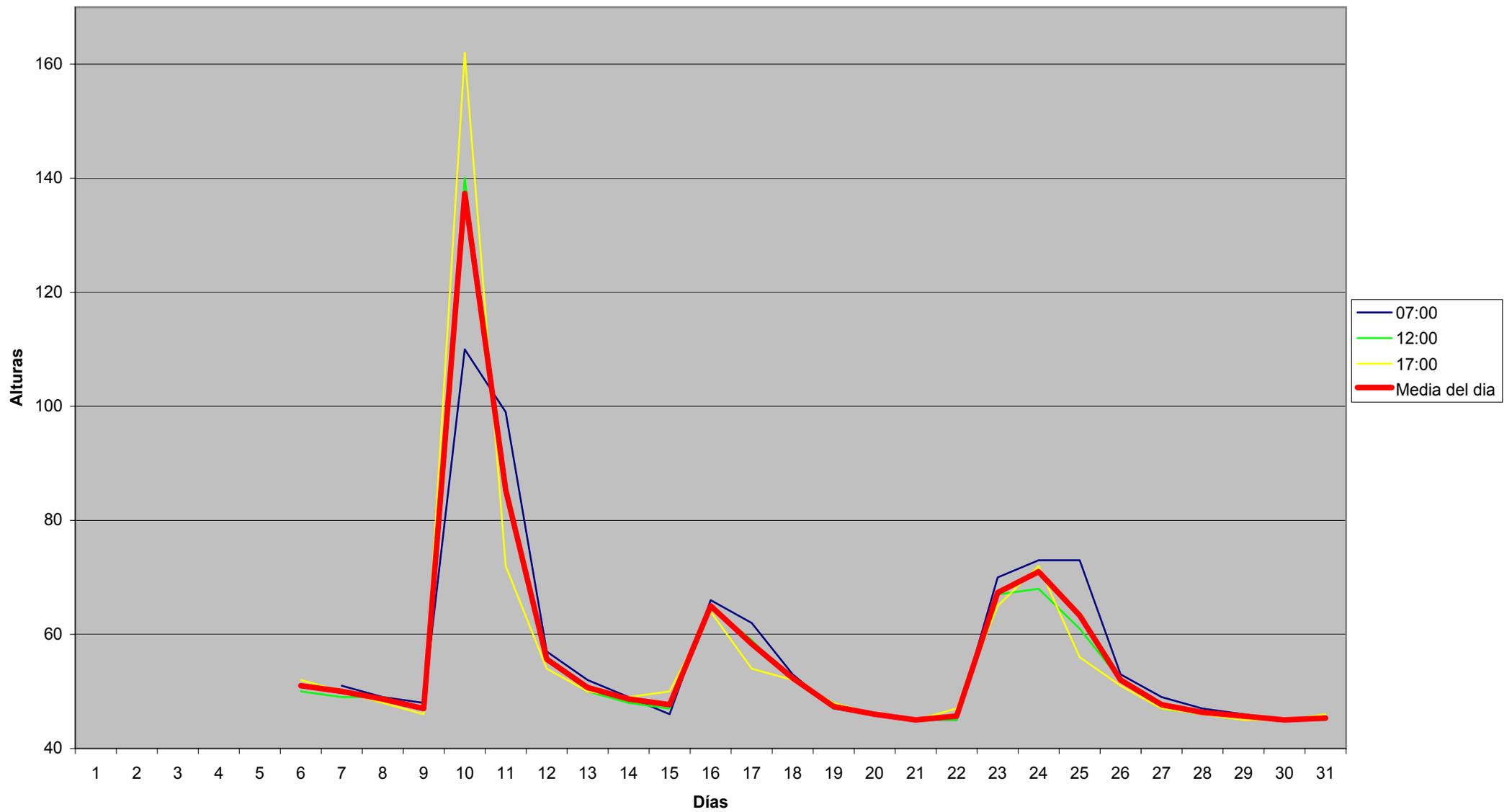
MONITOREO DE LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
 CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

Lugar	Puente Yuquyry
-------	----------------

Mes	Enero	Año	2005
-----	-------	-----	------

Día \ Hora	07:00	12:00	17:00	Media del día
1				
2				
3				
4				
5				
6		50	52	51
7	51	49	50	50
8	49	49	48	49
9	48	47	46	47
10	110	140	162	137
11	99	85	72	85
12	57	56	54	56
13	52	50	50	51
14	49	48	49	49
15	46	47	50	48
16	66	65	64	65
17	62	59	54	58
18	53	52	52	52
19	47	47	48	47
20	46	46	46	46
21	45	45	45	45
22	45	45	47	46
23	70	67	65	67
24	73	68	72	71
25	73	61	56	63
26	53	52	51	52
27	49	47	47	48
28	47	46	46	46
29	46	46	45	46
30	45	45	45	45
31	45	45	46	45

# ALTURAS HIDROMETRICAS ENERO



## PLANILLA REGISTRO DE NIVELES A° YUQUYRY

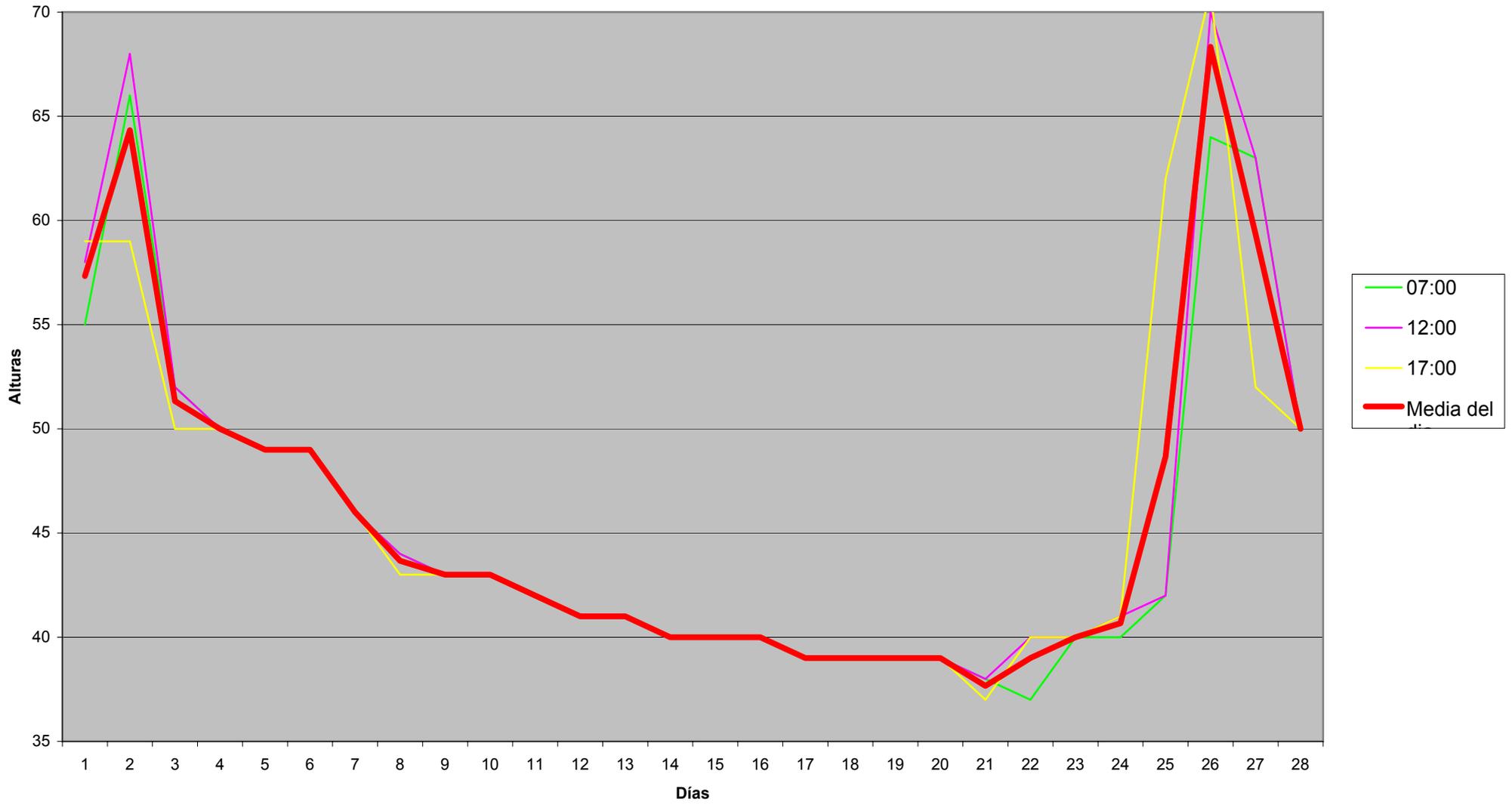
MONITOREO DE LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
 CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

Lugar	Puente Yuquyry
-------	----------------

Mes	Febrero	Año	2005
-----	---------	-----	------

Día \ Hora	07:00	12:00	17:00	Media del día
1	55	58	59	57
2	66	68	59	64
3	52	52	50	51
4	50	50	50	50
5	49	49	49	49
6	49	49	49	49
7	46	46	46	46
8	44	44	43	44
9	43	43	43	43
10	43	43	43	43
11	42	42	42	42
12	41	41	41	41
13	41	41	41	41
14	40	40	40	40
15	40	40	40	40
16	40	40	40	40
17	39	39	39	39
18	39	39	39	39
19	39	39	39	39
20	39	39	39	39
21	38	38	37	38
22	37	40	40	39
23	40	40	40	40
24	40	41	41	41
25	42	42	62	49
26	64	70	71	68
27	63	63	52	59
28	50	50	50	50

# ALTURAS HIDROMETRICAS FEBRERO



## PLANILLA REGISTRO DE NIVELES A° YUQUYRY

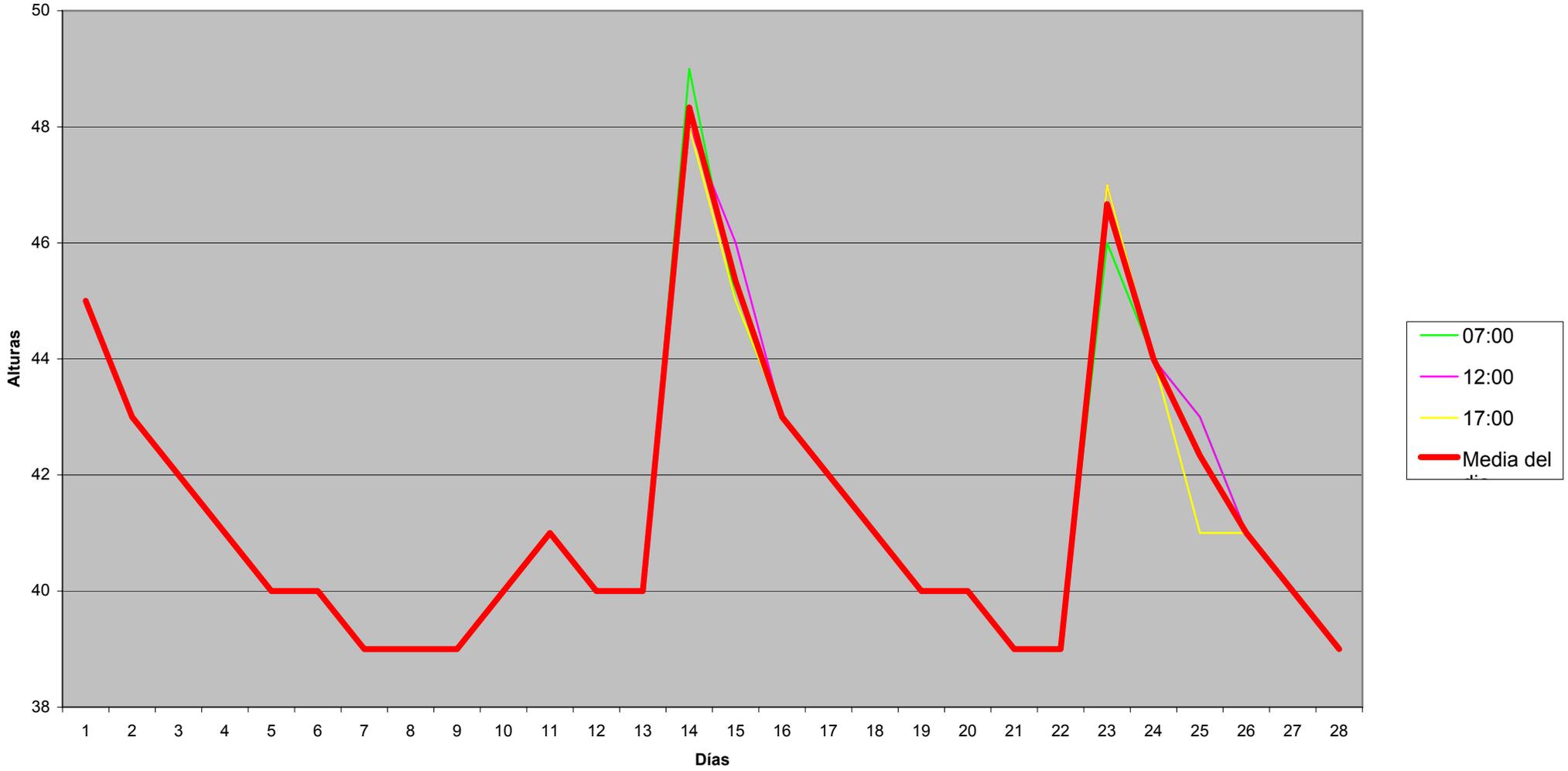
MONITOREO DE LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

Lugar	Puente Yuquyry
-------	----------------

Mes	Marzo	Año	2005
-----	-------	-----	------

Hora Día	07:00	12:00	17:00	Media del día
1	45	45	45	45
2	43	43	43	43
3	42	42	42	42
4	41	41	41	41
5	40	40	40	40
6	40	40	40	40
7	39	39	39	39
8	39	39	39	39
9	39	39	39	39
10	40	40	40	40
11	41	41	41	41
12	40	40	40	40
13	40	40	40	40
14	49	48	48	48
15	45	46	45	45
16	43	43	43	43
17	42	42	42	42
18	41	41	41	41
19	40	40	40	40
20	40	40	40	40
21	39	39	39	39
22	39	39	39	39
23	46	47	47	47
24	44	44	44	44
25	43	43	41	42
26	41	41	41	41
27	40	40	40	40
28	39	39	39	39
29	39	39	38	39
30	38	38	38	38
31	38	38	38	38

### ALTURAS HIDROMETRICAS MARZO



## PLANILLA REGISTRO DE NIVELES A° YUQUYRY

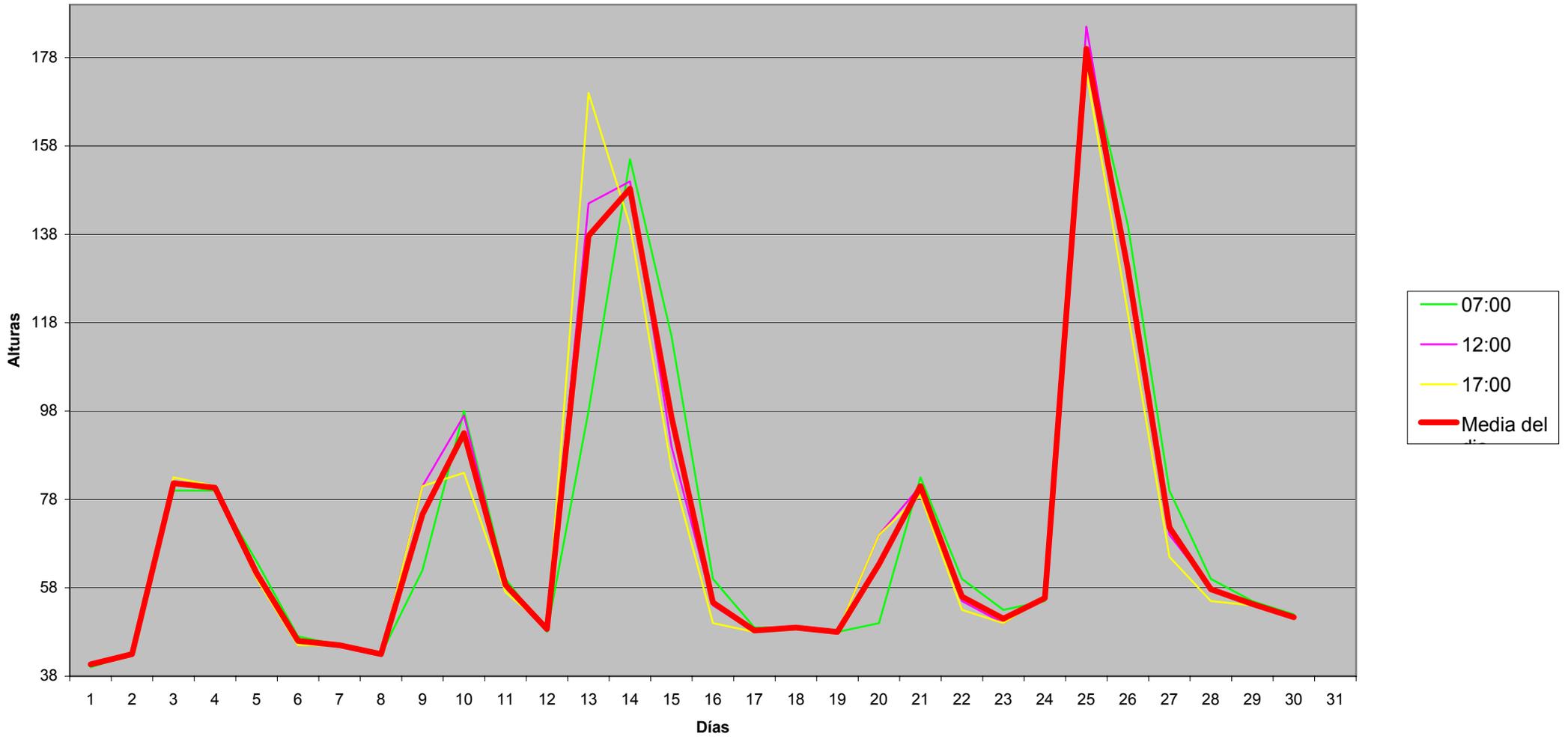
MONITOREO DE LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
 CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

Lugar	Puente Yuquyry
-------	----------------

Mes	Abril	Año	2005
-----	-------	-----	------

Hora \ Día	07:00	12:00	17:00	Media del día
1	40	41	41	41
2	43	43	43	43
3	80	82	83	82
4	80	81	81	81
5	64	60	60	61
6	47	46	45	46
7	45	45	45	45
8	43	43	43	43
9	62	81	81	75
10	98	97	84	93
11	60	59	57	59
12	48	49	49	49
13	98	145	170	138
14	155	150	140	148
15	115	90	85	97
16	60	54	50	55
17	49	48	48	48
18	49	49	49	49
19	48	48	48	48
20	50	70	70	63
21	83	81	79	81
22	60	55	53	56
23	53	50	50	51
24	55	56	56	56
25	180	185	175	180
26	140	130	120	130
27	80	70	65	72
28	60	58	55	58
29	55	54	54	54
30	52	51	51	51

# ALTURAS HIDROMETRICAS ABRIL



## PLANILLA REGISTRO DE NIVELES A° YUQUYRY

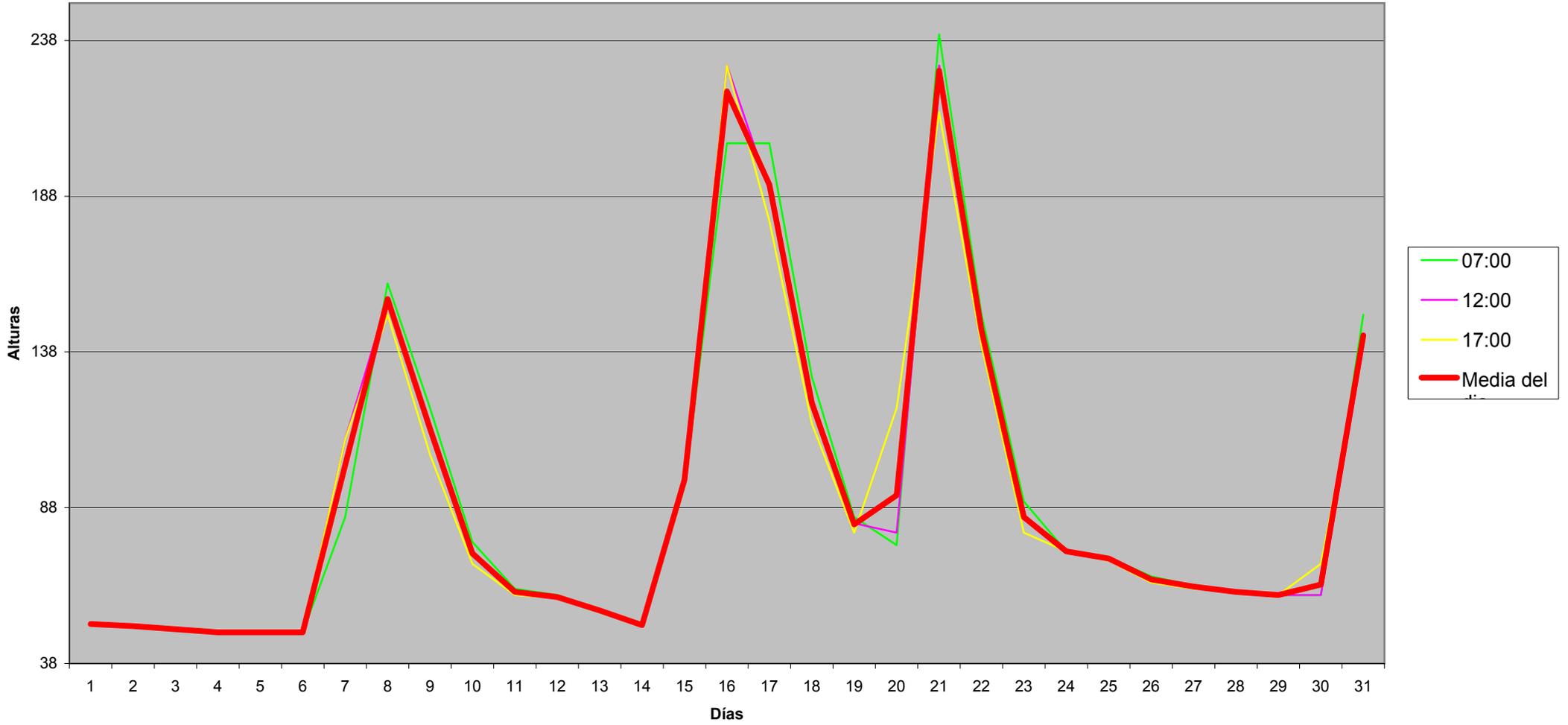
MONITOREO DE LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
 CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

Lugar	Puente Yuquyry
-------	----------------

Mes	Mayo	Año	2005
-----	------	-----	------

Hora Día	07:00	12:00	17:00	Media del día
1	51	51	50	51
2	50	50	50	50
3	49	49	49	49
4	48	48	48	48
5	48	48	48	48
6	48	48	48	48
7	85	110	110	102
8	160	155	150	155
9	120	115	105	113
10	77	73	70	73
11	62	61	60	61
12	60	59	59	59
13	55	55	55	55
14	51	50	50	50
15	95	98	98	97
16	205	230	230	222
17	205	190	180	192
18	130	120	115	122
19	85	83	80	83
20	76	80	120	92
21	240	230	215	228
22	150	145	140	145
23	90	85	80	85
24	74	74	74	74
25	72	72	71	72
26	66	65	64	65
27	63	63	62	63
28	61	61	61	61
29	60	60	60	60
30	60	60	70	63
31	150	140	140	143

# ALTURAS HIDROMETRICAS MAYO



## PLANILLA REGISTRO DE NIVELES A° YUQUYRY

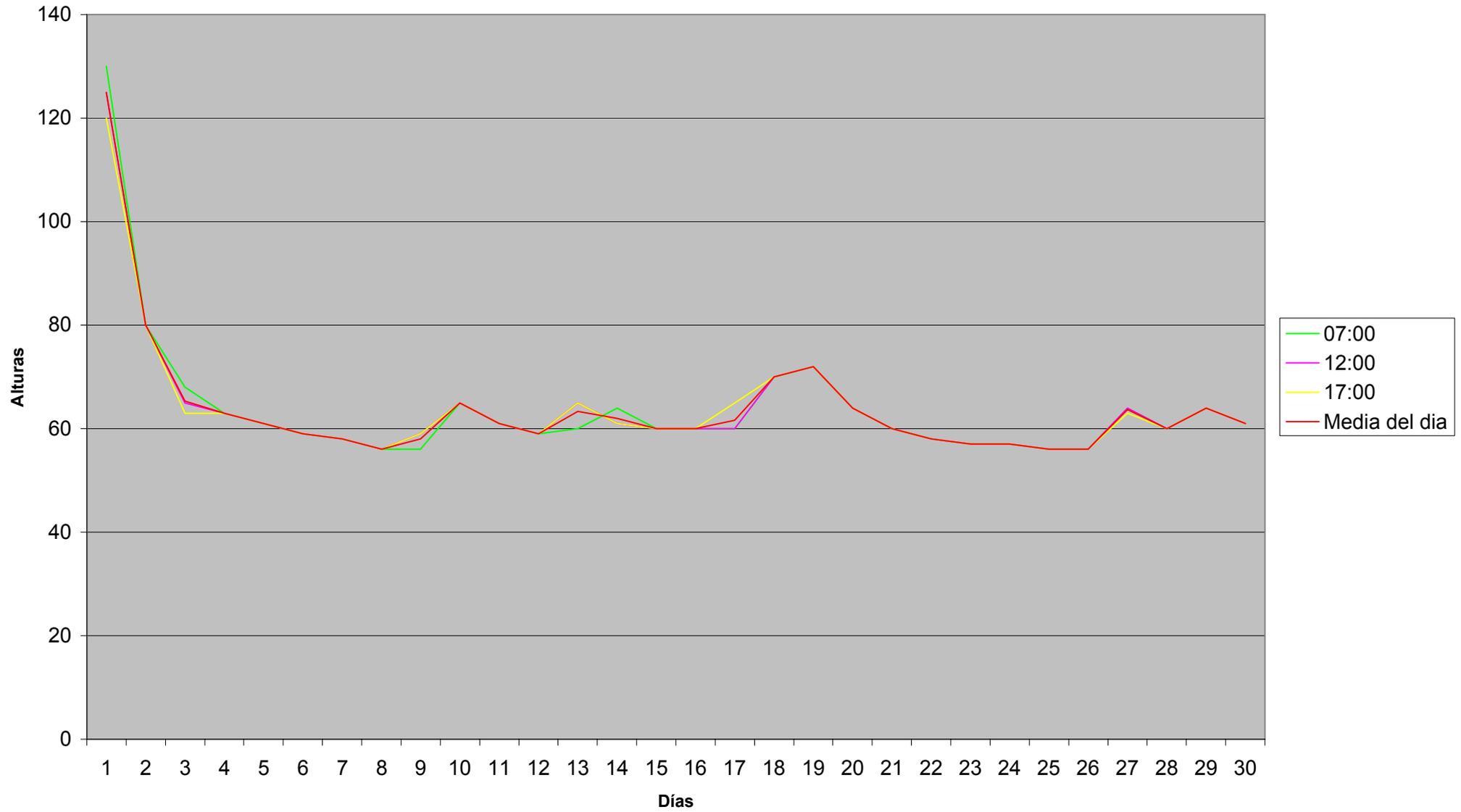
MONITOREO DE LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
 CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

Lugar	Puente Yuquyry
-------	----------------

Mes	Junio	Año	2005
-----	-------	-----	------

Día \ Hora	07:00	12:00	17:00	Media del día
1	13000	12500	12000	12500
2	8000	8000	8000	8000
3	6800	6500	6300	6533
4	6300	6300	6300	6300
5	6100	6100	6100	6100
6	5900	5900	5900	5900
7	5800	5800	5800	5800
8	5600	5600	5600	5600
9	5600	5900	5900	5800
10	6500	6500	6500	6500
11	6100	6100	6100	6100
12	5900	5900	5900	5900
13	6000	6500	6500	6333
14	6400	6100	6100	6200
15	6000	6000	6000	6000
16	6000	6000	6000	6000
17	6000	6000	6500	6167
18	7000	7000	7000	7000
19	7200	7200	7200	7200
20	6400	6400	6400	6400
21	6000	6000	6000	6000
22	5800	5800	5800	5800
23	5700	5700	5700	5700
24	5700	5700	5700	5700
25	5600	5600	5600	5600
26	5600	5600	5600	5600
27	6400	6400	6300	6367
28	6000	6000	6000	6000
29	6400	6400	6400	6400
30	6100	6100	6100	6100

### ALTURAS HIDROMETRICAS JUNIO



## PLANILLA REGISTRO DE NIVELES A° YUQUYRY

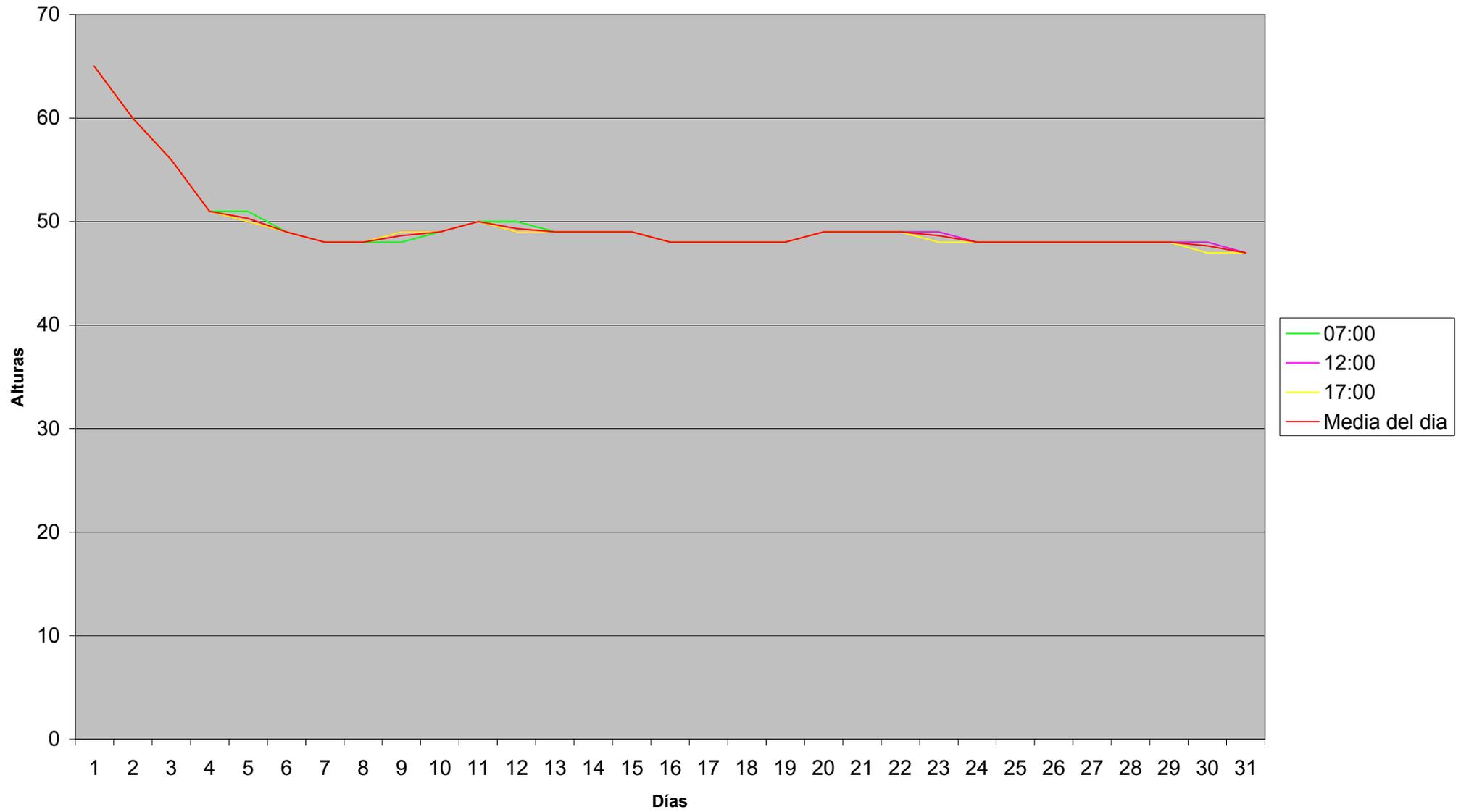
MONITOREO DE LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

Lugar	Puente Yuquyry
-------	----------------

Mes	Julio	Año	2005
-----	-------	-----	------

Día \ Hora	07:00	12:00	17:00	Media del día
1	65	65	65	65
2	60	60	60	60
3	56	56	56	56
4	51	51	51	51
5	51	50	50	50
6	49	49	49	49
7	48	48	48	48
8	48	48	48	48
9	48	49	49	49
10	49	49	49	49
11	50	50	50	50
12	50	49	49	49
13	49	49	49	49
14	49	49	49	49
15	49	49	49	49
16	48	48	48	48
17	48	48	48	48
18	48	48	48	48
19	48	48	48	48
20	49	49	49	49
21	49	49	49	49
22	49	49	49	49
23	49	49	48	49
24	48	48	48	48
25	48	48	48	48
26	48	48	48	48
27	48	48	48	48
28	48	48	48	48
29	48	48	48	48
30	48	48	47	48
31	47	47	47	47

### ALTURAS HIDROMETRICAS JULIO



## PLANILLA REGISTRO DE NIVELES A° YUQUYRY

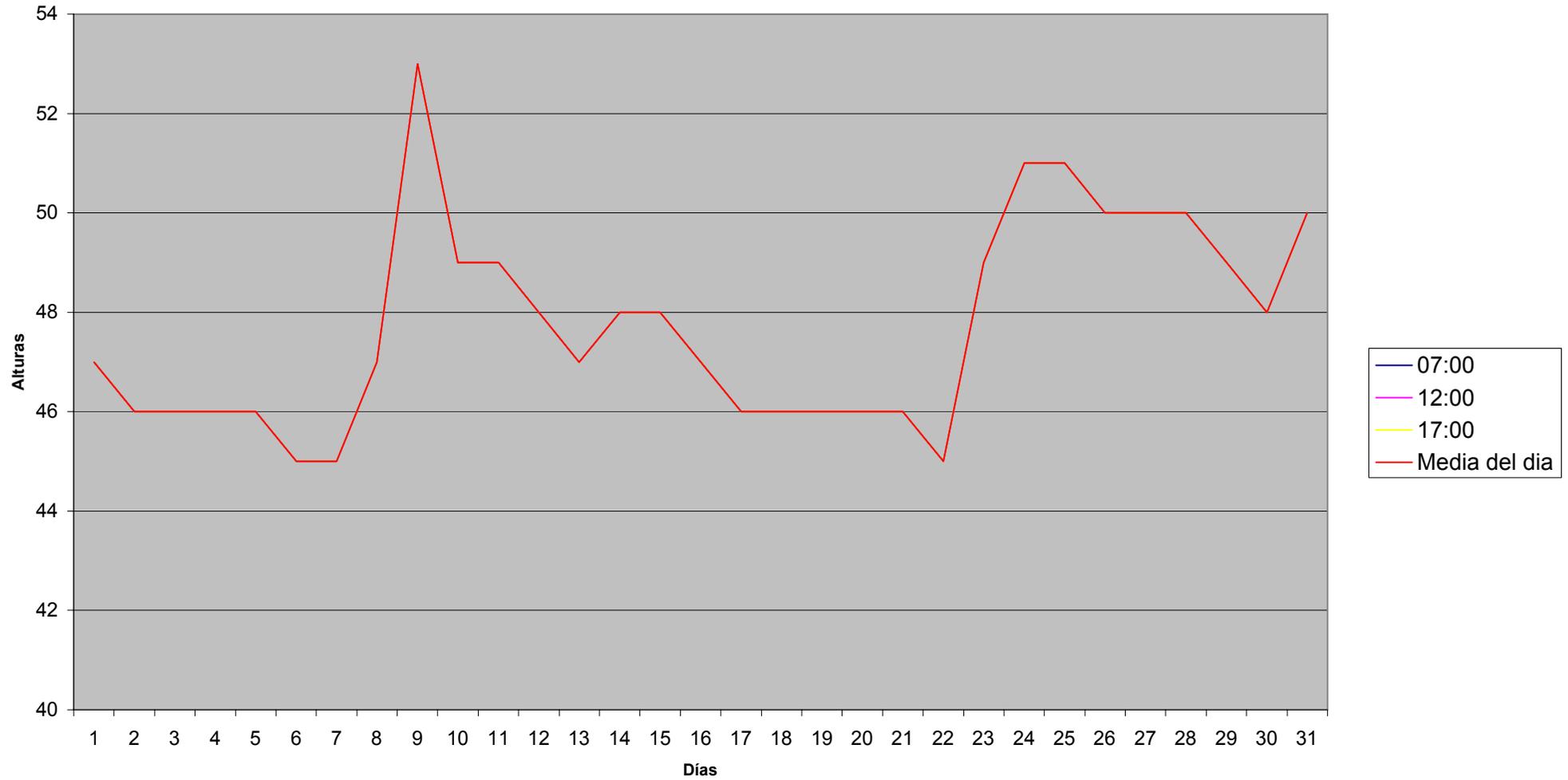
MONITOREO DE LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
 CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

Lugar	Puente Yuquyry
-------	----------------

Mes	Agosto	Año	2005
-----	--------	-----	------

Día \ Hora	07:00	12:00	17:00	Media del dia
1	47	47	47	47
2	46	46	46	46
3	46	46	46	46
4	46	46	46	46
5	46	46	46	46
6	45	45	45	45
7	45	45	45	45
8	47	47	47	47
9	53	53	53	53
10	49	49	49	49
11	49	49	49	49
12	48	48	48	48
13	47	47	47	47
14	48	48	48	48
15	48	48	48	48
16	47	47	47	47
17	46	46	46	46
18	46	46	46	46
19	46	46	46	46
20	46	46	46	46
21	46	46	46	46
22	45	45	45	45
23	49	49	49	49
24	51	51	51	51
25	51	51	51	51
26	50	50	50	50
27	50	50	50	50
28	50	50	50	50
29	49	49	49	49
30	48	48	48	48
31	50	50	50	50

### ALTURAS HIDROMETRICAS AGOSTO



## PLANILLA REGISTRO DE NIVELES A° YUQUYRY

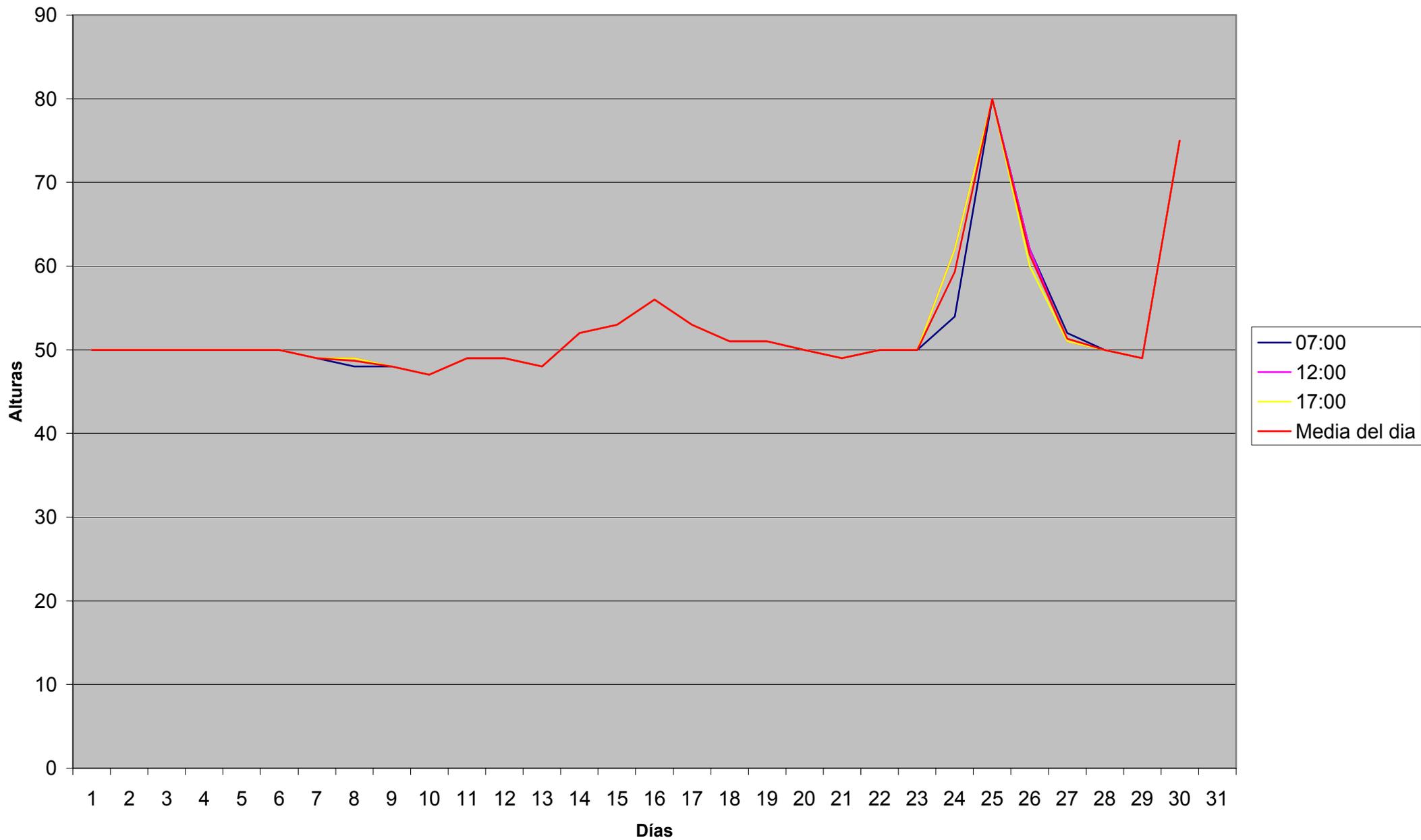
MONITOREO DE LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
 CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

Lugar	Puente Yuquyry
-------	----------------

Mes	Setiembre	Año	2005
-----	-----------	-----	------

Día \ Hora	07:00	12:00	17:00	Media del día
1	5000	5000	5000	5000
2	5000	5000	5000	5000
3	5000	5000	5000	5000
4	5000	5000	5000	5000
5	5000	5000	5000	5000
6	5000	5000	5000	5000
7	4900	4900	4900	4900
8	4800	4900	4900	4867
9	4800	4800	4800	4800
10	4700	4700	4700	4700
11	4900	4900	4900	4900
12	4900	4900	4900	4900
13	4800	4800	4800	4800
14	5200	5200	5200	5200
15	5300	5300	5300	5300
16	5600	5600	5600	5600
17	5300	5300	5300	5300
18	5100	5100	5100	5100
19	5100	5100	5100	5100
20	5000	5000	5000	5000
21	4900	4900	4900	4900
22	5000	5000	5000	5000
23	5000	5000	5000	5000
24	5400	6200	6200	5933
25	8000	8000	8000	8000
26	6200	6200	6000	6133
27	5200	5100	5100	5133
28	5000	5000	5000	5000
29	4900	4900	4900	4900
30	7500	7500	7500	7500

### ALTURAS HIDROMETRICAS SETIEMBRE



## PLANILLA REGISTRO DE NIVELES A° YUQUYRY

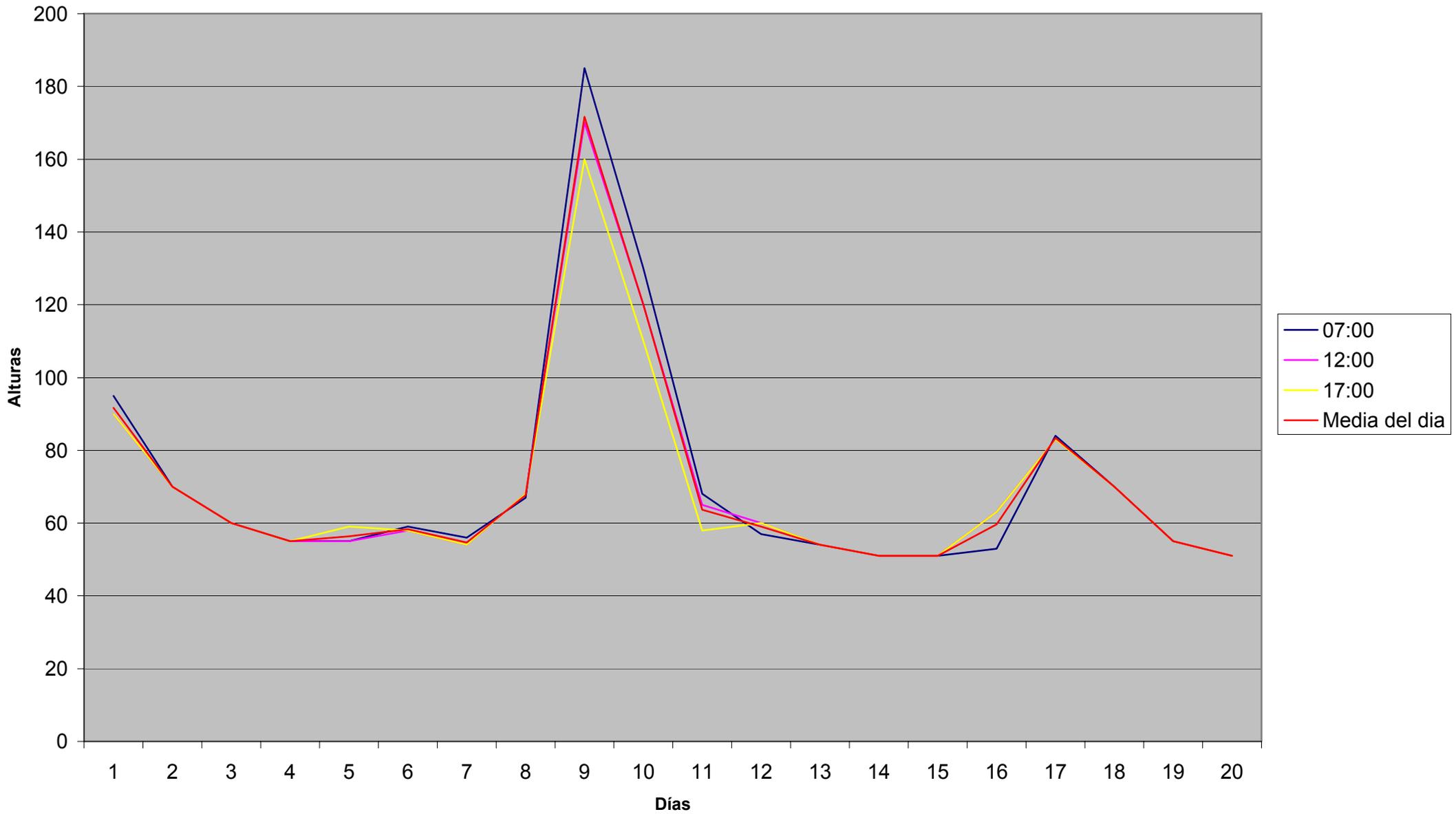
MONITOREO DE LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
 CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

Lugar	Puente Yuquyry
-------	----------------

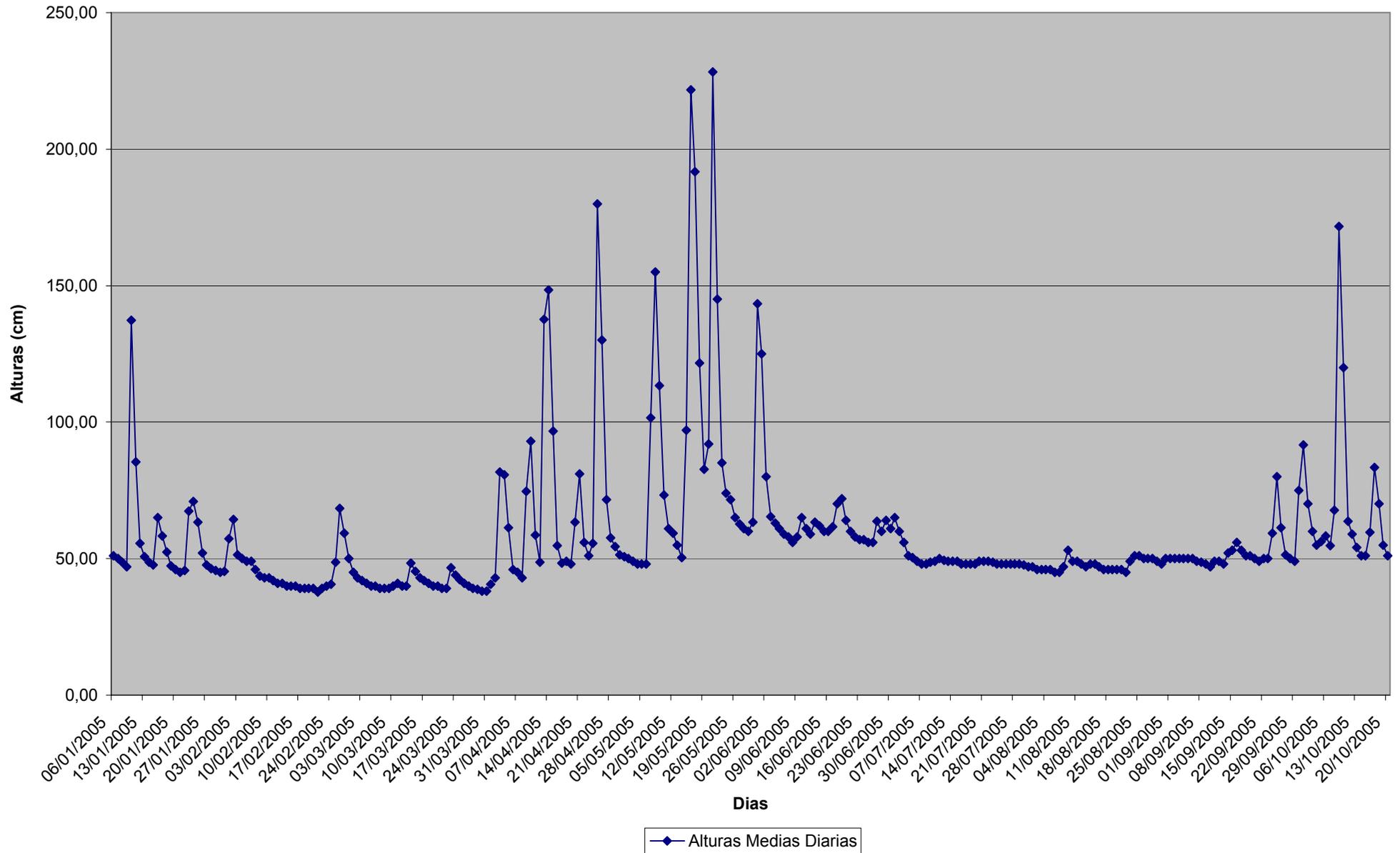
Mes	Octubre	Año	2005
-----	---------	-----	------

Día \ Hora	07:00	12:00	17:00	Media del día
1	0,95	0,90	0,90	0,92
2	0,70	0,70	0,70	0,70
3	0,60	0,60	0,60	0,60
4	0,55	0,55	0,55	0,55
5	0,55	0,55	0,59	0,56
6	0,59	0,58	0,58	0,58
7	0,56	0,54	0,54	0,55
8	0,67	0,68	0,68	0,68
9	1,85	1,70	1,60	1,72
10	1,30	1,20	1,10	1,20
11	0,68	0,65	0,58	0,64
12	0,57	0,60	0,60	0,59
13	0,54	0,54	0,54	0,54
14	0,51	0,51	0,51	0,51
15	0,51	0,51	0,51	0,51
16	0,53	0,63	0,63	0,60
17	0,84	0,83	0,83	0,83
18	0,70	0,70	0,70	0,70
19	0,55	0,55	0,55	0,55
20	0,51	0,51	0,51	0,51
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

### ALTURAS HIDROMETRICAS OCTUBRE



MONITOREO HIDROLOGICO DEL ARROYO YUQUYRY  
LECTURA DE REGLA HIDROMETRICA



## **Anexo 3**

### **Caudales medidos 2005**

INVESTIGACION DE LAS CONDICIONES HIDROLOGICAS DE LA CUENCA DEL LAGO  
YPACARAI

MONITOREO EN LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

**MEDICION DE VELOCIDADES**

Arroyo : Yuquyry

Lugar : Puente

Altura Hidrométrica: 0,60

Fecha : 17-01-05

Vertical	Distancia acumulada	Profundidad	Profundidad parcial del molinete	Pulsos en 50 seg.			Frecuencia	Velocidad
				1	2	3		
		(m)	(m)				(rev/s)	(m/s)
1	0,00	0,45		0			0,00	0,000
2	0,20	0,48	0,20	9	8		0,17	0,056
			0,40	8	6	9	0,15	0,051
3	0,40	0,55	0,20	6	12	9	0,18	0,058
			0,40	6	8	9	0,15	0,051
4	0,60	0,59	0,20	50	50		1,00	0,275
			0,40	8	11	10	0,19	0,061
5	0,80	0,57	0,20	64	63		1,27	0,347
			0,40	35	37		0,72	0,200
			0,52	36	30	30	0,64	0,179
6	1,00	0,63	0,20	88	82	95	1,77	0,480
			0,40	83	81		1,64	0,445
			0,50	70	68		1,38	0,376
7	1,20	0,62	0,20	83	84		1,67	0,453
			0,40	107	106		2,13	0,576
			0,55	105	100		2,05	0,555
8	1,40	0,62	0,20	97	94		1,91	0,517
			0,40	116	109		2,25	0,608
			0,55	128	127		2,55	0,688
9	1,60	0,62	0,20	101	104		2,05	0,555
			0,40	125	128		2,53	0,683
			0,60	132	134		2,66	0,717
10	1,80	0,70	0,20	89	86		1,75	0,475
			0,40	125	127		2,52	0,680
			0,60	130	120		2,50	0,675
11	2,00	0,70	0,20	111	109		2,20	0,595
			0,40	124	127		2,51	0,677
			0,60	127	127		2,54	0,685
12	2,20	0,74	0,20	112	116		2,28	0,616
			0,40	129	128		2,57	0,693
			0,60	128	128		2,56	0,691
13	2,40	0,78	0,20	84	87		1,71	0,464
			0,40	127	126		2,53	0,683
			0,60	129	130		2,59	0,699
14	2,60	0,82	0,20	89	84		1,73	0,469
			0,40	127	120		2,47	0,667
			0,60	126	123		2,49	0,672
			0,75	128	124		2,52	0,680

Arroyo : Yuquyry

Lugar : Puente

Altura Hidrométrica: 0,60

Fecha : 17-01-05

15	2,80	0,81	0,20	99	96		1,95	0,528
			0,40	117	124		2,41	0,651
			0,60	128	130		2,58	0,696
			0,75	129	129		2,58	0,696
16	3,00	0,79	0,20	101	88	97	1,91	0,517
			0,40	131	132		2,63	0,709
			0,60	131	135		2,66	0,717
17	3,20	0,79	0,20	107	112		2,19	0,592
			0,40	113	118		2,31	0,624
			0,60	124	126		2,50	0,675
18	3,40	0,81	0,20	97	101		1,98	0,536
			0,40	122	122		2,44	0,659
			0,60	124	125		2,49	0,672
			0,75	127	130		2,57	0,693
19	3,60	0,80	0,20	121	119		2,40	0,648
			0,40	127	131		2,58	0,696
			0,60	131	116		2,47	0,667
			0,75	128	133		2,61	0,704
20	3,80	0,80	0,20	93	100		1,93	0,523
			0,40	124	126		2,50	0,675
			0,60	128	130		2,58	0,696
			0,75	131	132		2,63	0,709
21	4,00	0,77	0,20	109	101		2,10	0,568
			0,40	132	136		2,68	0,723
			0,60	125	129		2,54	0,685
22	4,20	0,75	0,20	118	108		2,26	0,611
			0,40	133	133		2,66	0,717
			0,60	138	135		2,73	0,736
23	4,40	0,70	0,20	74	74		1,48	0,403
			0,40	128	131		2,59	0,699
			0,60	136	137		2,73	0,736
24	4,60	0,65	0,20	88	89		1,77	0,480
			0,40	136	137		2,73	0,736
			0,55	135	136		2,71	0,731
25	4,80	0,62	0,20	55	57		1,12	0,307
			0,40	107	105		2,12	0,573
			0,60	137	139		2,76	0,744
26	5,00	0,52	0,20	62	73		1,35	0,368
			0,40	105	100		2,05	0,555
27	5,20	0,54	0,20	109	111		2,20	0,595
			0,40	139	140		2,79	0,752
28	5,40	0,51	0,20	97	97		1,94	0,525
			0,40	140	139		2,79	0,752
29	5,60	0,27	0,20	134	133		2,67	0,720
30	5,80	0,27	0,20	136	137		2,73	0,736
31	6,00	0,27	0,20	128	125		2,53	0,683
32	6,20	0,26	0,20	120	122		2,42	0,653
33	6,40	0,21	0,20	52	52		1,04	0,285
34	6,60	0,17	0,20	55	55		1,10	0,301

MONITOREO EN LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

**CALCULO DE CAUDALES**

Arroyo : Yuquyry  
Altura Hidrometrica: 0,6

Lugar : Puente  
Fecha : 17-01-05

Vertical	Distancia acumulada	Profundidad	Velocidad media Vertical	Distancia parcial	Q
0	0,00	0,45	0		
				0,20	0,00248775
1	0,20	0,48	0,0535		
				0,20	0,005562
2	0,40	0,55	0,0545		
				0,20	0,0126825
3	0,60	0,59	0,168		
				0,20	0,02378
4	0,80	0,57	0,242		
				0,20	0,04054
5	1,00	0,63	0,43366667		
				0,20	0,060104167
6	1,20	0,62	0,528		
				0,20	0,070204667
7	1,40	0,62	0,60433333		
				0,20	0,077872
8	1,60	0,62	0,65166667		
				0,20	0,08327
9	1,80	0,70	0,61		
				0,20	0,088363333
10	2,00	0,70	0,65233333		
				0,20	0,094968
11	2,20	0,74	0,66666667		
				0,20	0,097432
12	2,40	0,78	0,61533333		
				0,20	0,098986667
13	2,60	0,82	0,622		
				0,20	0,103077125
14	2,80	0,81	0,64275		
				0,20	0,103233333
15	3,00	0,79	0,64766667		
				0,20	0,100962
16	3,20	0,79	0,63033333		
				0,20	0,101626667
17	3,40	0,81	0,64		
				0,20	0,106159375
18	3,60	0,80	0,67875		
				0,20	0,10636

Arroyo : Yuquyry  
 Altura Hidrometrica: 0,6

Lugar : Puente  
 Fecha : 17-01-05

Vertical	Distancia acumulada	Profundidad	Velocidad media Vertical	Distancia parcial	Q
19	3,80	0,80	0,65075		
				0,20	0,102985621
20	4,00	0,77	0,65866667		
				0,20	0,102548667
21	4,20	0,75	0,688		
				0,20	0,094298333
22	4,40	0,70	0,61266667		
				0,20	0,0851625
23	4,60	0,65	0,649		
				0,20	0,075586167
24	4,80	0,62	0,54133333		
				0,20	0,0571615
25	5,00	0,52	0,4615		
				0,20	0,060155
26	5,20	0,54	0,6735		
				0,20	0,06888
27	5,40	0,51	0,6385		
				0,20	0,0529815
28	5,60	0,27	0,72		
				0,20	0,039312
29	5,80	0,27	0,736		
				0,20	0,038313
30	6,00	0,27	0,683		
				0,20	0,035404
31	6,20	0,26	0,653		
				0,20	0,022043
32	6,40	0,21	0,285		
				0,20	0,011134
33	6,60	0,17	0,301		

Qt= 2,223636871

Caudal Total	2,22
Area Total	4,13
Vel. Media	0,54
Ancho	6,60

INVESTIGACION DE LAS CONDICIONES HIDROLOGICAS DE LA CUENCA DEL  
LAGO YPACARAI

MONITOREO EN LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

**MEDICION DE VELOCIDADES**

Arroyo : Yuquyry

Lugar : Puente

Altura Hidrométrica: 0,44

Fecha : 11-02-05

Vertical	Distancia acumulada	Profundidad	Profundidad parcial del molinete	Pulsos en 50 seg.			Frecuencia (rev/s)	Velocidad (m/s)	Velocidad media Vertical
				1	2	3			
		(m)	(m)						
1	0,50	0,43						0,000	0
2	1,00	0,47	0,20	46	44		0,90	0,248	0,255
			0,35	49	44	49	0,95	0,261	
3	1,50	0,55	0,20	50	53		1,03	0,283	0,371
			0,40	85	84		1,69	0,459	
4	2,00	0,60	0,20	75	79	79	1,55	0,421	0,443
			0,40	87	84		1,71	0,464	
5	2,50	0,62	0,20	55	66	60	1,21	0,331	0,419
			0,40	94	93		1,87	0,507	
6	3,00	0,64	0,13	61	46	50	1,05	0,288	0,411
			0,50	98	99		1,97	0,533	
7	3,50	0,65	0,13	95	98		1,93	0,523	0,542
			0,50	103	104		2,07	0,560	
8	4,00	0,62	0,13	51	47	50	0,99	0,272	0,435
			0,50	110	111		2,21	0,597	
9	4,50	0,53	0,15	57	59		1,16	0,317	0,467
			0,40	114	114		2,28	0,616	
10	5,00	0,44	0,18	50	50		1,00	0,275	0,267
11	5,50	0,29	0,12	46	48		0,94	0,259	0,259
12	6,00	0,19	0,10	95	96		1,91	0,517	0,517

MONITOREO EN LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

**CALCULO DE CAUDALES**

Arroyo : Yuquyry  
Altura Hidrometrica: 0,44

Lugar : Puente  
Fecha : 11-02-05

Vertical	Distancia acumulada	Profundidad	Velocidad media Vertical	Distancia parcial	Q
0	0,50	0,40	0		
				0,50	0,027676875
1	1,00	0,47	0,2545		
				0,50	0,07975125
2	1,50	0,55	0,371		
				0,50	0,116940625
3	2,00	0,60	0,4425		
				0,50	0,13092125
4	2,50	0,62	0,416		
				0,50	0,12978
5	3,00	0,64	0,408		
				0,50	0,153106875
6	3,50	0,65	0,5415		
				0,50	0,15494
7	4,00	0,62	0,4345		
				0,50	0,12951875
8	4,50	0,53	0,4665		
				0,50	0,088936875
9	5,00	0,44	0,267		
				0,50	0,0479975
10	5,50	0,29	0,259		
				0,50	0,04656
11	6,00	0,19	0,517		

Qt= 1,10613

Caudal Total	1,11
Area Total	2,85
Vel. Media	0,39
Ancho	6,00



MONITOREO EN LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

**CALCULO DE CAUDALES**

Arroyo : Yuquyry  
Altura Hidrometrica: 0,40

Lugar : Puente  
Fecha : 23-02-05

Vertical	Distancia acumulada	Profundidad	Velocidad media Vertical	Distancia parcial	Q
1	0,00	0,15	0		
				0,50	0
2	0,50	0,37	0		
				0,50	0,0147
3	1,00	0,43	0,147		
				0,50	0,06175
4	1,50	0,52	0,373		
				0,50	0,10593
5	2,00	0,55	0,419		
				0,50	0,1114425
6	2,50	0,62	0,343		
				0,50	0,12586
7	3,00	0,62	0,469		
				0,50	0,15159
8	3,50	0,62	0,509		
				0,50	0,1569225
9	4,00	0,60	0,52		
				0,50	0,1342575
10	4,50	0,42	0,533		
				0,50	0,0989775
11	5,00	0,41	0,421		
				0,50	0,06341
12	5,50	0,27	0,325		
				0,50	0,04074
13	6,00	0,15	0,451		
				0,70	0,01499575
14	6,70	0,04	0		

Qt= 1,08057575

Caudal Total	1,08
Area Total	2,84
Vel. Media	0,38
Ancho	6,70

INVESTIGACION DE LAS CONDICIONES HIDROLOGICAS DE LA CUENCA DEL  
LAGO YPACARAI

MONITOREO EN LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

**MEDICION DE VELOCIDADES**

Arroyo : Yuquyry  
Altura Hidrométrica: 0,41

Lugar : Puente  
Fecha : 11-03-05

Vertical	Distancia acumulada	Profundidad (m)	Profundidad parcial del molinete (m)	Pulsos en 50 seg.			Frecuencia (rev/s)	Velocidad (m/s)	Velocidad media Vertical
				1	2	3			
1	0,00	0,30	0,12	0			0,00	0,000	0,000
2	0,50	0,39	0,16	0			0,00	0,000	0,000
3	0,70	0,41	0,16	0			0,00	0,000	0,000
4	1,00	0,39	0,16	22	24		0,46	0,131	0,131
5	1,50	0,50	0,10	47	48		0,95	0,261	0,309
			0,20	51	53		1,04	0,285	
			0,40	73	76		1,49	0,405	
6	2,00	0,58	0,12	53	58		1,11	0,304	0,384
			0,24	72	72		1,44	0,392	
			0,48	82	83		1,65	0,448	
7	2,50	0,63	0,13	46	44		0,90	0,248	0,387
			0,26	76	76		1,52	0,413	
			0,49	88	87		1,75	0,475	
8	3,00	0,64	0,13	64	64		1,28	0,349	0,442
			0,26	86	85		1,71	0,464	
			0,49	91	90		1,81	0,491	
9	3,50	0,64	0,13	77	77		1,54	0,419	0,480
			0,26	90	92		1,82	0,493	
			0,49	95	95		1,90	0,515	
10	4,00	0,62	0,12	69	69		1,38	0,376	0,469
			0,25	90	90		1,80	0,488	
			0,48	98	96		1,94	0,525	
11	4,50	0,56	0,11	52	53		1,05	0,288	0,402
			0,22	71	71		1,42	0,387	
			0,43	100	101		2,01	0,544	
12	5,00	0,43	0,10	49	52		1,01	0,277	0,358
			0,20	64	63		1,27	0,347	
			0,30	85	85		1,70	0,461	
13	5,50	0,30	0,12	45	46		0,91	0,251	0,251
14	6,00	0,16	0,08	76	78		1,54	0,419	0,419
15	6,50	0,05	0,00	0			0,00	0,000	0,000

MONITOREO EN LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

**CALCULO DE CAUDALES**

Arroyo : Yuquyry  
Altura Hidrometrica: 0,41

Lugar : Puente  
Fecha : 11-03-05

Vertical	Distancia acumulada	Profundidad	Velocidad media Vertical	Distancia parcial	Q
1	0,00	0,30	0		
				0,50	0
2	0,50	0,39	0		
				0,20	0
3	0,70	0,41	0		
				0,30	0,00786
4	1,00	0,39	0,131		
				0,50	0,04895
5	1,50	0,50	0,309		
				0,50	0,093555
6	2,00	0,58	0,384		
				0,50	0,11665156
7	2,50	0,63	0,38725		
				0,50	0,13164344
8	3,00	0,64	0,442		
				0,50	0,14752
9	3,50	0,64	0,48		
				0,50	0,14950688
10	4,00	0,62	0,46925		
				0,50	0,12843563
11	4,50	0,56	0,4015		
				0,50	0,09398813
12	5,00	0,43	0,358		
				0,50	0,05557125
13	5,50	0,30	0,251		
				0,50	0,038525
14	6,00	0,16	0,419		
				0,50	0,01099875
15	6,50	0,05	0		

1,02320563

Caudal Total	1,02
Area Total	3,01
Vel. Media	0,34
Ancho	6,50



MONITOREO EN LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

**CALCULO DE CAUDALES**

Arroyo : Yuquyry

Altura Hidrometrica: 0,63

Lugar : Puente

Fecha : 05-04-05

Vertical	Distancia acumulada	Profundidad	Velocidad media Vertical	Distancia parcial	Q
0	0,00	0,40	0		
				0,50	0
1	0,50	0,49	0		
				0,50	0,04592
2	1,00	0,63	0,328		
				0,50	0,16413375
3	1,50	0,75	0,6235		
				0,50	0,236535
4	2,00	0,81	0,5895		
				0,50	0,2421525
5	2,50	0,85	0,5775		
				0,50	0,26366063
6	3,00	0,86	0,656		
				0,50	0,282295
7	3,50	0,86	0,657		
				0,50	0,26424375
8	4,00	0,84	0,5865		
				0,50	0,23113625
9	4,50	0,62	0,68		
				0,50	0,19506375
10	5,00	0,64	0,5585		
				0,50	0,16570125
11	5,50	0,53	0,5745		
				0,50	0,1439225
12	6,00	0,39	0,677		
				0,50	0,105145
13	6,50	0,29	0,56		
				0,50	0,0322
14	7,00	0,17	0		
				0,60	0
15	7,6	0,05	0		

2,37210938

Caudal Total	2,37
Area Total	4,48
Vel. Media	0,53
Ancho	7,60

INVESTIGACION DE LAS CONDICIONES HIDROLOGICAS DE LA CUENCA DEL  
LAGO YPACARAI

MONITOREO EN LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

**MEDICION DE VELOCIDADES**

Arroyo : Yuquyry

Lugar : Puente

Altura Hidrométrica: 0,63

Fecha : 21-04-05

Vertical	Distancia acumulada	Profundidad (m)	Profundidad parcial del molinete (m)	Pulsos en 50 seg.			Frecuencia (rev/s)	Velocidad (m/s)	Velocidad media Vertical
				1	2	3			
0	0,00	0,00	0,00	0	0		0,00	0,000	0,000
1	1,00	0,49	0,25	80	80		1,60	0,435	0,435
2	2,00	0,81	0,32	79	79		1,58	0,429	0,429
3	3,00	0,90	0,36	73	77		1,50	0,408	0,408
4	4,00	0,95	0,40	78	79		1,57	0,427	0,427
5	5,00	1,17	0,45	69	65		1,34	0,365	0,365
6	6,00	1,23	0,50	69	69		1,38	0,376	0,376
7	7,00	1,30	0,55	59	56		1,15	0,315	0,315
8	8,00	0,79	0,32	31	33		0,64	0,179	0,179
9	9,00	0,63	0,25	55	53		1,08	0,296	0,296
10	10,00	0,18	0,00	0			0,00	0,000	0,000

MONITOREO EN LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

**CALCULO DE CAUDALES**

Arroyo : Yuquyry

Altura Hidrometrica: 0,83

Lugar : Puente

Fecha : 21-04-05

Vertical	Distancia acumulada	Profundidad	Velocidad media Vertical	Distancia parcial	Q
0	0,00	0,00	0		
				1,00	0,0532875
1	1,00	0,49	0,435		
				1,00	0,27972
2	2,00	0,81	0,429		
				1,00	0,355725
3	3,00	0,90	0,408		
				1,00	0,3841
4	4,00	0,95	0,427		
				1,00	0,41778
5	5,00	1,17	0,365		
				1,00	0,44367375
6	6,00	1,23	0,376		
				1,00	0,43619375
7	7,00	1,30	0,315		
				1,00	0,25688
8	8,00	0,79	0,179		
				1,00	0,16803125
9	9,00	0,63	0,296		
				1,00	0,05994
10	10,00	0,18	0		

2,85533125

Caudal Total	2,86
Area Total	8,33
Vel. Media	0,34
Ancho	7,60

INVESTIGACION DE LAS CONDICIONES HIDROLOGICAS DE LA CUENCA DEL  
LAGO YPACARAI

MONITOREO EN LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

**MEDICION DE VELOCIDADES**

Arroyo : Yuquyry

Lugar : Puente

Altura Hidrométrica: 1,95

Fecha : 17-05-05

Vertical	Distancia acumulada	Profundidad (m)	Profundidad parcial del molinete (m)	Pulsos en 50 seg.			Frecuencia (rev/s)	Velocidad (m/s)	Velocidad media Vertical
				1	2	3			
0	0,00	0,10	0,00	0			0,00	0,000	0,000
1	2,00	0,20	0,15	37	39		0,76	0,211	0,211
2	4,00	0,21	0,15	40	39		0,79	0,219	0,219
3	6,00	0,20	0,15	38	40		0,78	0,216	0,216
4	8,00	0,22	0,15	40	41		0,81	0,224	0,224
5	10,00	0,25	0,15	39	40		0,79	0,219	0,219
6	12,00	0,40	0,20	40	41		0,81	0,224	0,224
7	14,00	0,50	0,20	90	81	77	1,65	0,448	0,448
8	16,00	0,50	0,20	100	108		2,08	0,563	0,563
9	18,00	0,86	0,35	139	139		2,78	0,749	0,749
10	20,00	1,67	0,35	184	187		3,71	0,997	1,024
			1,33	195	196		3,91	1,051	
11	22,00	1,86	0,37	193	210		4,03	1,083	1,142
			1,48	222	225		4,47	1,200	
12	24,00	1,89	0,38	198	196		3,94	1,059	1,140
			1,50	228	227		4,55	1,221	
13	26,00	1,26	0,25	189	183		3,72	1,000	0,947
			1,00	165	167		3,32	0,893	
14	28,00	0,72	0,29	121	119		2,40	0,648	0,648
15	30,00	0,74	0,29	151	154		3,05	0,821	0,821
16	34,00	0,47	0,20	143	140		2,83	0,763	0,763
17	38,00	0,49	0,20	104	99		2,03	0,549	0,549
18	40,00	0,62	0,20	56	57		1,13	0,309	0,309
19	42,00	0,49	0,20	21	21		0,42	0,120	0,120
20	46,00	0,48	0,20	40	45		0,85	0,235	0,235
21	50,00	0,49	0,20	50	48		0,98	0,269	0,269
22	54,00	0,20	0,00	0			0,00	0,000	0,000
23	56,00	0,20	0,00	0			0,00	0,000	0,000

MONITOREO EN LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

**CALCULO DE CAUDALES**

Arroyo : Yuquyry  
Altura Hidrometrica: 1,95

Lugar : Puente  
Fecha : 17-05-05

Vertical	Distancia acumulada	Profundidad	Velocidad media Vertical	Distancia parcial	Q
0	0,00	0,10	0		
				2,00	0,03165
1	2,00	0,20	0,211		
				2,00	0,08815
2	4,00	0,21	0,219		
				2,00	0,089175
3	6,00	0,20	0,216		
				2,00	0,0924
4	8,00	0,22	0,224		
				2,00	0,104105
5	10,00	0,25	0,219		
				2,00	0,143975
6	12,00	0,40	0,224		
				2,00	0,3024
7	14,00	0,50	0,448		
				2,00	0,5055
8	16,00	0,50	0,563		
				2,00	0,89216
9	18,00	0,86	0,749		
				2,00	2,242845
10	20,00	1,67	1,024		
				2,00	3,8221075
11	22,00	1,86	1,1415		
				2,00	4,2778125
12	24,00	1,89	1,14		
				2,00	3,2862375
13	26,00	1,26	0,9465		
				2,00	1,578555
14	28,00	0,72	0,648		
				2,00	1,07237
15	30,00	0,74	0,821		
				4,00	1,91664
16	34,00	0,47	0,763		
				4,00	1,25952
17	38,00	0,49	0,549		
				2,00	0,47619
18	40,00	0,62	0,309		
				2,00	0,238095
19	42,00	0,49	0,12		
				4,00	0,34435
20	46,00	0,48	0,235		
				4,00	0,48888
21	50,00	0,49	0,269		
				4,00	0,18561
22	54,00	0,20	0		
				2,00	0
23	56,00	0,20	0		

23,4387275

Caudal Total	23,44
Area Total	34,54
Vel. Media	0,68
Ancho	56,00

INVESTIGACION DE LAS CONDICIONES HIDROLOGICAS DE LA CUENCA DEL  
LAGO YPACARAI

MONITOREO EN LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

**MEDICION DE VELOCIDADES**

Arroyo : Yuquyry

Lugar : Puente

Altura Hidrométrica: 0,65

Fecha : 10-06-05

Vertical	Distancia acumulada	Profundidad (m)	Profundidad parcial del molinete (m)	Pulsos en 50 seg.			Frecuencia (rev/s)	Velocidad (m/s)	Velocidad media Vertical
				1	2	3			
0	0,00	0,54	0,00	0	0		0,00	0,000	0,000
1	0,50	0,64	0,00	0	0		0,00	0,000	0,000
2	1,00	0,65	0,15	61	66		1,27	0,347	0,368
			0,50	72	70	72	1,43	0,389	
3	1,50	0,80	0,16	75	74		1,49	0,405	0,587
			0,64	144	141		2,85	0,768	
4	2,00	0,85	0,17	112	109		2,21	0,597	0,676
			0,65	140	140		2,80	0,755	
5	2,50	0,90	0,18	81	75	80	1,57	0,427	0,599
			0,72	143	143		2,86	0,771	
6	3,00	0,90	0,18	114	108	116	2,25	0,608	0,696
			0,72	147	144		2,91	0,784	
7	3,50	0,88	0,18	133	133		2,66	0,717	0,756
			0,72	147	148		2,95	0,795	
8	4,00	0,83	0,16	95	94		1,89	0,512	0,664
			0,64	151	152		3,03	0,816	
9	4,50	0,70	0,16	89	84	90	1,75	0,475	0,642
			0,56	150	150		3,00	0,808	
10	5,00	0,69	0,14	80	78		1,58	0,429	0,616
			0,56	149	149		2,98	0,803	
11	5,50	0,56	0,20	123	121		2,44	0,659	0,659
12	6,00	0,44	0,16	132	135		2,67	0,720	0,720
13	6,50	0,29	0,12	78	75		1,53	0,416	0,416
14	7,00	0,23	0,00	0			0,00	0,000	0,000
15	7,60	0,11	0,00	0			0,00	0,000	0,000

MONITOREO EN LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

**CALCULO DE CAUDALES**

Arroyo : Yuquyry  
Altura Hidrometrica: 0,65

Lugar : Puente  
Fecha : 10-06-05

Vertical	Distancia acumulada	Profundidad	Velocidad media Vertical	Distancia parcial	Q
0	0,00	0,54	0		
				0,50	0
1	0,50	0,64	0		
				0,50	0,05934
2	1,00	0,65	0,368		
				0,50	0,17300313
3	1,50	0,80	0,587		
				0,50	0,26039063
4	2,00	0,85	0,676		
				0,50	0,27890625
5	2,50	0,90	0,599		
				0,50	0,291375
6	3,00	0,90	0,696		
				0,50	0,32307
7	3,50	0,88	0,756		
				0,50	0,303525
8	4,00	0,83	0,664		
				0,50	0,24967688
9	4,50	0,70	0,642		
				0,50	0,21849063
10	5,00	0,69	0,616		
				0,50	0,19921875
11	5,50	0,56	0,659		
				0,50	0,42231875
12	6,00	1,89	0,720		
				0,50	0,4473
13	6,50	1,26	0,416		
				0,50	0,10296
14	7,00	0,72	0		
				0,70	0
15	7,70	0,74	0		

3,329575

Caudal Total	3,33
Area Total	3,75
Vel. Media	0,89
Ancho	7,60

INVESTIGACION DE LAS CONDICIONES HIDROLOGICAS DE LA CUENCA DEL  
LAGO YPACARAI

MONITOREO EN LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY

CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

**MEDICION DE VELOCIDADES**

Arroyo : Yuquyry

Lugar : Puente

Altura Hidrométrica: 0,51

Fecha : 13-07-05

Vertical	Distancia acumulada	Profundidad (m)	Profundidad parcial del molinete (m)	Pulsos en 50 seg.			Frecuencia (rev/s)	Velocidad (m/s)	Velocidad media Vertical
				1	2	3			
0	0,00	0,41	0,00	0			0,00	0,000	0,000
1	0,50	0,51	0,00	0			0,00	0,000	0,000
2	1,00	0,55	0,22	57	56		1,13	0,309	0,309
3	1,50	0,63	0,13	63	61		1,24	0,339	0,464
			0,50	109	109		2,18	0,589	
4	2,00	0,71	0,14	66	65	66	1,31	0,357	0,476
			0,56	110	110		2,20	0,595	
5	2,50	0,75	0,15	63	57	57	1,18	0,323	0,462
			0,60	111	111		2,22	0,600	
6	3,00	0,74	0,14	74	78	75	1,51	0,411	0,520
			0,59	116	117		2,33	0,629	
7	3,50	0,76	0,15	100	96		1,96	0,531	0,590
			0,60	120	120		2,40	0,648	
8	4,00	0,72	0,14	82	83		1,65	0,448	0,556
			0,57	123	123		2,46	0,664	
9	4,50	0,63	0,13	64	61	63	1,25	0,341	0,507
			0,50	125	124		2,49	0,672	
10	5,00	0,55	0,22	99	99		1,98	0,536	0,536
11	5,50	0,47	0,19	90	87		1,77	0,480	0,480
12	6,00	0,24	0,10	105	104		2,09	0,565	0,565
13	6,50	0,17	0,08	30	29		0,59	0,165	0,165

MONITOREO EN LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

**CALCULO DE CAUDALES**

Arroyo : Yuquyry  
Altura Hidrometrica: 0,51

Lugar : Puente  
Fecha : 13-07-05

Vertical	Distancia acumulada	Profundidad	Velocidad media Vertical	Distancia parcial	Q
0	0,00	0,41	0		
				0,50	0
1	0,50	0,51	0		
				0,50	0,0409425
2	1,00	0,55	0,309		
				0,50	0,1140175
3	1,50	0,63	0,464		
				0,50	0,15745
4	2,00	0,71	0,476		
				0,50	0,17109375
5	2,50	0,75	0,4615		
				0,50	0,18280438
6	3,00	0,74	0,52		
				0,50	0,20803125
7	3,50	0,76	0,5895		
				0,50	0,2119175
8	4,00	0,72	0,556		
				0,50	0,17929688
9	4,50	0,63	0,507		
				0,50	0,15376875
10	5,00	0,55	0,536		
				0,50	0,12954
11	5,50	0,47	0,48		
				0,50	0,09274375
12	6,00	0,24	0,565		
				0,50	0,0374125
13	6,50	0,17	0,165		

1,67901875

Caudal Total	1,68
Area Total	3,78
Vel. Media	0,44
Ancho	7,20

INVESTIGACION DE LAS CONDICIONES HIDROLOGICAS DE LA CUENCA DEL  
LAGO YPACARAI

MONITOREO EN LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY

CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

**MEDICION DE VELOCIDADES**

Arroyo : Yuquyry

Lugar : Puente

Altura Hidrométrica: 0,53

Fecha : 04-10-05

Vertical	Distancia acumulada	Profundidad	Profundidad parcial del molinete	Pulsos en 50 seg.			Frecuencia	Velocidad	Velocidad media Vertical
				1	2	3			
		(m)	(m)				(rev/s)	(m/s)	
0	0,00	0,40	0,00	0			0,00	0,000	0,000
1	0,50	0,50	0,00	0			0,00	0,000	0,000
2	1,00	0,55	0,22	56	58		1,14	0,312	0,312
3	1,50	0,63	0,12	46	44		0,90	0,248	0,367
			0,50	89	90		1,79	0,485	
4	2,00	0,69	0,14	72	67	68	1,38	0,376	0,432
			0,55	90	90		1,80	0,488	
5	2,50	0,75	0,15	50	51		1,01	0,277	0,391
			0,60	93	93		1,86	0,504	
6	3,00	0,74	0,15	77	74		1,51	0,411	0,464
			0,60	95	96		1,91	0,517	
7	3,50	0,77	0,16	69	61	62	1,28	0,349	0,444
			0,61	100	99		1,99	0,539	
8	4,00	0,74	0,15	75	73		1,48	0,403	0,887
			0,60	405	106		5,11	1,371	
9	4,50	0,67	0,14	62	61		1,23	0,336	0,458
			0,55	107	107		2,14	0,579	
10	5,00	0,59	0,24	106	106		2,12	0,573	0,573
11	5,50	0,47	0,20	109	108		2,17	0,587	0,587
12	6,00	0,24	0,10	94	97		1,91	0,517	0,517
13	6,50	0,19	0,09	72	73		1,45	0,395	0,395

MONITOREO EN LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

**CALCULO DE CAUDALES**

Arroyo : Yuquyry  
Altura Hidrometrica: 0,53

Lugar : Puente  
Fecha : 04-10-05

Vertical	Distancia acumulada	Profundidad	Velocidad media Vertical	Distancia parcial	Q
0	0,00	0,40	0		
				0,50	0
1	0,50	0,50	0		
				0,50	0,04095
2	1,00	0,55	0,312		
				0,50	0,10007875
3	1,50	0,63	0,367		
				0,50	0,1317525
4	2,00	0,69	0,432		
				0,50	0,14805
5	2,50	0,75	0,3905		
				0,50	0,15915063
6	3,00	0,74	0,464		
				0,50	0,171385
7	3,50	0,77	0,444		
				0,50	0,25122625
8	4,00	0,74	0,887		
				0,50	0,23696813
9	4,50	0,67	0,458		
				0,50	0,16230375
10	5,00	0,59	0,573		
				0,50	0,1537
11	5,50	0,47	0,587		
				0,50	0,09798
12	6,00	0,24	0,517		
				0,50	0,04902
13	6,50	0,19	0,395		

1,702565

Caudal Total	1,70
Area Total	3,82
Vel. Media	0,45
Ancho	7,20

## **Anexo 4**

# **Resumen de Caudales Históricos**

MONITOREO DE LA SUBCUENCA DEL ARROYO YUQUYRY  
CITEC-FIUNA/FUNDAINGE/JICA

## Caudales Historicos

Puente Yuquyry

Fecha	Ancho	Area	Caudal	Velocidad media
11-Dic-98	8,00	7,11	7,39	1,04
12-Mar-99	10,00	8,59	10,15	1,18
13-May-99	2,00	0,30	0,16	0,53
04-Jun-99	5,30	4,23	4,59	1,09
02-Sep-99	6,00	4,47	3,69	0,83
12-Oct-99	5,00	3,41	2,85	0,84
21-Oct-99	5,00	3,68	2,56	0,70
28-Abr-00	6,40	3,49	2,49	0,71
08-May-00	7,40	5,51	4,66	0,85
23-May-00	6,30	4,06	2,84	0,70
20-Jun-00	7,70	5,85	5,91	1,01
30-Jun-00	7,00	5,00	4,75	0,95
21-Jul-00	6,60	3,58	2,67	0,75
17-Ago-00	6,40	3,70	2,63	0,71
25-Ago-00	6,30	3,36	2,16	0,64
14-Sep-00	6,40	3,81	2,91	0,76
01-Dic-00	7,00	4,50	4,16	0,92
19-Ene-01	5,80	3,00	1,76	0,59
26-Ene-01	6,00	2,82	1,75	0,62
16-Mar-01	5,00	3,26	2,05	0,63
20-Jul-01	8,50	4,26	2,09	0,49
07-Sep-01	7,70	4,01	2,17	0,54
04-Oct-01	6,30	3,37	2,55	0,76

# **Anexo 5**

## **Datos de Lluvias Periodo 1993-2003**

PRECIPITACIONES HITORICAS  
 CUADRO DE PRECIPITACIONES DIARIAS  
 Estacion Aeropuerto Internacional "Silvio Petirossi"

Dia	1993											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	6,8	0,0	1,4	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	15,2	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	15,6	0,0	0,0	0,0	17,3	1,4
6	2,4	12,4	0,0	0,6	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3
7	0,0	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2
8	1,0	0,0	0,2	10,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,9
9	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,3
10	0,0	0,0	19,2	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8
11	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,4	46,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,4	7,8	0,0
13	0,0	3,4	0,0	0,0	17,2	0,0	0,0	0,0	8,2	0,0	0,8	0,0
14	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,4	0,0	0,0	48,8
15	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	30,9	0,0	0,0	2,5	0,0	5,2	24,7
16	3,0	0,0	36,4	0,0	0,0	17,2	10,6	0,0	0,0	0,0	33,6	0,2
17	38,0	0,0	0,4	2,0	0,0	7,0	12,0	0,7	0,0	126,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	21,2	0,0	0,0
19	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,4	0,0	0,0
20	4,0	6,8	0,0	18,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,8	0,0	0,0
21	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0	16,8	0,8	0,0
22	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	60,9	0,0	0,0
23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,2	0,0
24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,4	0,0
25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	1,4	0,0	11,6	0,0
26	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0
27	2,4	0,0	0,0	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8
28	0,0	0,0	0,0	0,0	17,4	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29	70,4		0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	5,0	0,0	2,0	0,0
30	0,0		0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	11,0	0,0	1,2	0,0
31	0,8		0,0		0,0		0,0	0,0		32,0		0,0
Total	125,2	23,9	62,7	67,0	94,1	56,7	55,3	12,1	59,0	317,1	111,5	103,4

Fuente: DMH

PRECIPITACIONES HITORICAS  
 CUADRO DE PRECIPITACIONES DIARIAS  
 Estacion Aeropuerto Internacional "Silvio Petirosi"

Dia	1994											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	0,0	9,3	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,6	14,4	0,0	0,0	0,0	0,0	42,0
4	0,0	20,8	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4
5	0,0	13,1	0,0	35,6	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	7,4	0,0	0,0	0,0	26,5	0,0
7	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,7	0,0
8	0,1	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	6,4	0,0	0,0	37,9	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	12,3	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,9	0,0	0,0	6,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
12	0,0	3,5	0,0	26,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	2,4	0,0
13	0,0	44,4	0,0	11,4	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	0,6	15,0	0,0
14	0,0	5,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	25,6	0,2	0,0	3,0
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	11,0	19,8
16	0,7	0,0	11,2	26,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69,9	46,8
17	6,4	24,3	0,8	16,4	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4
18	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	7,6	0,0	0,0	0,0	15,6	0,0	0,2
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	62,0	0,0	0,0	0,0	2,9	0,0	20,0
21	4,5	27,6	0,2	3,8	17,0	0,0	38,6	0,0	0,0	10,0	0,0	0,6
22	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	21,4	0,0	0,0
23	0,0	4,4	0,0	3,4	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
24	0,0	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25	12,2	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0
26	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	14,6	1,2	32,2	0,0
27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28	0,0	14,2	0,0	32,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,4	0,0
29	0,0		42,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	0,0	0,0	3,4
30	0,0		0,0	0,0	18,4	7,4	0,0	0,0	0,2	2,9	0,0	0,0
31	6,1		0,0		56,2		0,0	0,0		2,4		0,0
Total	30,4	191,4	60,3	155,9	111,7	134,0	69,9	21,2	59,4	75,1	277,5	146,6

PRECIPITACIONES HISTÓRICAS  
 CUADRO DE PRECIPITACIONES DIARIAS  
 Estación Aeropuerto Internacional "Silvio Petrossi"

Día	1995											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	0,0	5,6	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9
2	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	16,7
4	9,0	6,8	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	0,0	0,0
5	1,0	0,0	33,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,8	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	6,4	0,0	0,0	23,7	0,0	0,0
7	0,2	0,0	65,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	6,5
8	0,6	0,0	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	9,4	0,0	0,0	52,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,6	0,0
10	0,0	0,0	0,0	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,4	0,0	0,0	4,7
12	0,4	4,0	38,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,7	0,0	0,0
13	18,4	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	7,4	0,0
14	1,6	0,0	0,0	0,0	18,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	0,0
15	34,4	0,0	0,0	0,0	3,8	2,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	1,6	0,0	0,0	0,2	2,4	0,4	0,5	7,9	0,0	21,3	0,0	0,0
17	21,3	21,8	0,0	36,4	0,4	1,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	1,1	1,0	2,4	0,0	0,0	4,3
19	0,0	0,0	0,0	25,4	0,0	0,0	1,4	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0
20	19,6	0,0	1,3	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	42,7
22	0,0	2,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
23	0,0	34,0	27,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,5
24	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7
25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,0	3,2
26	0,0	0,0	0,0	48,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	3,9	0,0	0,4
27	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	34,1	0,0	0,0	0,0
28	0,0	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0
29	0,0		0,1	0,0	0,0	0,8	1,6	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0
30	0,4		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	0,0
31	26,9		5,6		0,0		0,8	0,0		0,0		0,0
Total	171,4	91,6	181,8	169,3	34,0	5,2	12,1	9,5	60,1	163,6	73,5	103,6

PRECIPITACIONES HISTÓRICAS  
 CUADRO DE PRECIPITACIONES DIARIAS  
 Estación Aeropuerto Internacional "Silvio Petrossi"

Día	1996											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	0,0	0,0	0,0	20,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,7	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	2,2	0,0
3	0,0	34,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	4,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,9	0,0	9,0
6	0,0	0,0	0,0	7,7	0,0	0,0	12,1	1,8	0,0	0,0	8,3	17,2
7	0,0	0,0	0,0	15,4	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	0,0	24,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,5	0,3	0,0	10,1	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	28,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	67,0	25,5	3,8
10	0,0	25,9	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4	0,0	7,0
11	6,6	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,8	0,3	1,3
12	0,5	0,0	42,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,6	0,0	0,0
13	56,6	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	8,0	0,0
14	0,5	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	141,4	0,0
15	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	63,5
16	41,0	3,0	4,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	6,1	0,0	0,0	8,6
17	21,0	6,6	3,1	0,0	23,7	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	89,2	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	10,2	0,0	5,5	0,0	0,0
21	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	0,0	0,0	0,0	43,8	17,6	0,0	7,0
22	0,0	0,0	37,0	0,0	6,8	0,0	0,0	0,0	6,2	0,0	9,1	0,0
23	0,0	2,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7	0,0	0,0	0,0
24	0,0	1,2	0,0	49,3	5,4	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	0,4
25	0,0	0,0	25,8	1,5	1,6	3,6	0,0	0,0	1,1	9,6	0,0	2,3
26	1,4	0,0	91,6	14,4	0,0	27,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6
27	90,9	0,0	0,4	97,6	0,0	0,4	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	31,4
28	37,1	19,2	5,1	26,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7
29	2,2	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	7,3	0,0	0,0	12,8	0,0
30	1,6		15,3	4,4	23,2	0,0	0,0	67,6	32,8	2,4	0,3	0,0
31	9,1		16,1		0,1	0,0	0,0	15,6		2,4	0,0	0,0
Total	273,2	97,4	247,8	272,8	69,8	45,6	23,6	105,4	118,2	307,2	237,9	161,8

PRECIPITACIONES HISTÓRICAS  
 CUADRO DE PRECIPITACIONES DIARIAS  
 Estación Aeropuerto Internacional "Silvio Petrossi"

Dia	1997											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	13,0	0,0	0,6	22,5	0,6	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,7	1,5	14,4	8,0	0,0	0,0	0,0
3	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	5,1	0,0	6,5	0,0	0,0	15,5	0,0
4	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0
5	0,0	20,3	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	1,4	0,0	6,0	0,0	0,0
6	0,0	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	0,0	0,0	4,2	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	58,0	0,0
8	38,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
10	10,3	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,8	0,0	2,0	0,0	0,4	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	58,6	137,7
14	0,0	0,0	0,0	14,3	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	2,6	0,0	0,7	15,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0
16	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
17	71,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	6,3	0,0	2,4	0,3	13,4	0,0
18	45,4	0,0	0,0	0,0	0,0	11,4	6,5	0,0	0,0	0,1	1,6	0,0
19	0,0	40,8	0,0	47,6	0,0	4,2	27,6	16,9	38,7	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	80,9	0,0	2,8	0,3	13,6	0,0	0,0	0,0
21	0,0	0,0	0,0	0,0	24,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	0,0
22	0,0	0,0	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,2	190,8
23	1,2	0,0	4,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	1,8	4,8	64,6	5,3
24	0,0	0,0	0,0	19,6	7,7	7,9	0,0	0,0	45,2	0,0	123,7	0,0
25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	4,0	19,1	0,0	0,0
26	0,0	0,0	0,0	0,0	16,8	0,0	0,0	0,0	1,5	0,0	10,4	0,0
27	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0
28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
29	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
30	56,1		0,0	0,0	3,6	0,0	1,6	0,0	28,5	0,0	3,4	34,6
31	39,1		0,0		0,5		0,0	0,0		0,0		0,0
Total	266,0	82,0	28,0	98,6	142,1	68,2	46,3	44,8	167,3	33,4	510,5	370,8

PRECIPITACIONES HISTÓRICAS  
 CUADRO DE PRECIPITACIONES DIARIAS  
 Estación Aeropuerto Internacional "Silvio Petrossi"

Día	1998											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	9,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
2	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	80,0	0,0	8,0	0,3
3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,4	0,2	0,0	0,0	0,0
4	0,0	21,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,7	0,0	2,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	0,0	0,2
6	76,0	1,6	0,0	103,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	3,8	13,0	0,0
7	0,0	50,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	3,0	0,0	7,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	57,0
9	0,0	76,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	5,8
10	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0	0,0	63,1	0,0	0,0
11	0,0	0,0	12,9	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	3,1	0,0	12,0	0,0	0,0	1,4	4,0	0,0	0,3	0,0
13	0,0	0,0	2,0	0,0	94,0	0,0	0,0	30,4	4,0	0,0	0,0	0,0
14	0,0	0,0	4,0	24,0	1,0	0,0	0,0	19,3	1,0	0,0	0,0	21,0
15	0,3	0,0	0,3	76,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,9	0,0	0,0
16	0,0	0,0	1,4	14,0	0,0	6,2	0,0	0,0	0,0	2,0	90,0	0,2
17	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	2,2	4,0	26,6	46,0	0,0	5,0	0,0
18	0,0	63,9	0,2	0,0	0,0	0,2	7,0	29,6	19,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,4	2,0	0,0	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	25,1	0,0	0,0	0,0	86,1
21	0,0	0,2	51,0	2,0	0,0	1,3	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	18,3
22	2,0	3,6	0,6	1,0	0,0	11,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
23	0,0	0,0	1,8	3,0	0,0	32,5	0,0	0,1	0,0	25,4	51,0	0,0
24	29,0	21,5	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	24,1	70,0	0,0
25	0,0	29,5	0,0	2,0	6,0	0,0	0,0	8,4	1,0	17,8	0,0	0,0
26	0,0	110,0	0,0	0,4	0,0	1,1	0,0	0,1	31,0	0,3	0,0	0,0
27	0,0	57,4	12,7	26,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	11,0
28	13,0	0,0	21,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	78,2
29	0,0		10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30	0,0		1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,6	0,0	0,0
31	7,0		0,4		0,0		22,4	0,0		0,0		0,0
Total	149,3	435,9	126,6	259,3	117,1	62,2	34,6	245,3	205,9	168,8	248,3	278,1

PRECIPITACIONES HITORICAS  
 CUADRO DE PRECIPITACIONES DIARIAS  
 Estacion Aeropuerto Internacional "Silvio Petirosi"

Dia	1999											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	16,7	82,0	1,7
2	0,0	0,0	0,0	9,4	0,0	0,0	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	38,6	0,0	0,0	0,0	22,6	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	32,2	13,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	8,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	16,4	0,0	0,0	18,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	6,2
9	0,0	0,0	13,6	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	27,6
10	0,0	0,0	19,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	48,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	5,1
12	0,0	0,0	0,0	8,6	0,0	15,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	15,1
13	0,0	12,0	0,0	0,1	0,0	5,0	0,0	1,5	0,1	0,0	0,0	0,0
14	0,0	7,0	0,4	50,1	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3	0,0	0,0	0,0
15	0,0	3,6	0,0	20,2	0,0	11,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16	0,0	46,0	0,0	0,0	0,0	24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0
18	101,4	0,0	0,0	0,0	0,0	35,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	14,6	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0
20	0,0	0,0	63,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21	17,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2
22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,8
23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	3,0	0,0
25	0,0	0,0	0,0	0,0	47,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,8	0,0	0,0
26	0,0	0,0	0,0	0,0	51,8	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
27	35,8	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28	19,4	0,0	0,0	4,6	3,5	24,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,7
29	0,0		66,2	10,3	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1
30	0,0		7,7	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31	3,0		1,2		0,0		0,0	0,0		0,0		2,0
Total	191,6	76,8	202,5	183,9	155,0	174,4	19,5	8,1	35,0	33,8	86,0	104,3

PRECIPITACIONES HISTÓRICAS  
 CUADRO DE PRECIPITACIONES DIARIAS  
 Estación Aeropuerto Internacional "Silvio Petrossi"

Día	2000											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	1,4	0,2	0,0	30,4	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	79,8	15,2	1,0	7,8	0,0	0,0	2,4	0,0
3	0,0	7,8	0,3	2,8	68,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
4	0,0	0,0	0,0	3,4	36,2	2,9	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0
5	0,0	0,0	11,1	0,0	0,0	5,2	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	2,0	7,8	0,0	1,4	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,2	0,3	0,0	39,8	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	31,0	7,2	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,8	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0
12	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	1,8	0,0	22,2	25,2
13	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	53,1	0,0	16,6
14	43,0	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	11,4	0,0	3,6
15	17,4	0,0	0,0	1,2	26,7	28,6	0,0	0,0	0,1	17,3	0,0	3,9
16	0,0	0,0	0,0	76,4	27,1	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	0,0	0,0
17	0,0	0,0	0,0	40,4	2,3	7,5	0,0	0,0	0,0	8,2	0,0	0,0
18	0,0	0,0	0,0	0,5	1,3	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	22,8	0,0
21	0,0	0,0	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,4	0,0	0,0	0,0
22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,0	0,0	0,5
23	54,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,1	0,4	6,2	60,7
24	22,0	2,9	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	2,7
25	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,4	0,0	4,3	0,0	0,0
26	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	42,2	0,0	0,0
27	0,0	1,2	56,7	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28	0,0	13,9	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	44,4	0,8
29	0,0	0,3	0,0	0,0	13,6	16,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	28,7
30	64,5		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,8	0,0	0,0	0,0	0,0
31	0,0		0,0		0,0		0,0	0,0		0,0		0,0
Total	204,4	33,1	77,6	128,7	257,4	134,7	34,7	44,1	48,9	221,3	137,9	146,7

PRECIPITACIONES HISTÓRICAS  
 CUADRO DE PRECIPITACIONES DIARIAS  
 Estación Aeropuerto Internacional "Silvio Petrossi"

Día	2001											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	0,0	10,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,4	0,0	0,0	17,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	45,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	48,8
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	1,0	1,6
5	0,0	7,8	0,0	43,1	0,0	37,4	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0
6	0,0	16,3	8,0	3,7	0,0	2,6	0,9	0,0	0,0	7,8	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	5,6	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	4,4	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,6	2,2
9	14,6	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,6	3,7
12	0,0	89,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,4	1,6
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0
14	1,1	33,6	0,6	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	36,6	48,0
15	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	10,3	0,0	0,0	0,0	0,0	34,4	5,6
16	1,7	1,6	3,1	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17	0,0	3,4	61,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	0,0	1,7	35,7	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	1,4	0,7	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	8,2	0,0	0,0	0,0	0,0
20	0,8	0,0	0,0	10,3	1,8	0,0	0,0	0,0	46,4	16,6	6,6	0,0
21	0,0	1,5	0,0	39,5	0,3	0,0	0,0	0,0	20,8	0,0	0,0	0,0
22	6,2	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	11,6
23	0,0	0,0	71,1	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0	9,7	0,0	0,0	0,0
24	0,0	15,7	5,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	15,3	0,0	0,0	0,0
25	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	0,7	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
26	0,0	0,0	1,9	0,0	33,8	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
27	0,0	0,0	0,1	0,0	1,7	0,0	0,0	5,9	59,8	0,0	0,9	2,8
28	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	2,4	24,2	74,3	1,4	2,6
29	0,0		0,0	19,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	3,1	0,0
30	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	8,7	0,0
31	0,0		2,0		0,0		0,0	0,0		0,0		0,0
Total	27,4	227,3	192,4	137,1	66,4	60,4	5,5	34,9	180,5	106,5	174,4	128,5

PRECIPITACIONES HITORICAS  
 CUADRO DE PRECIPITACIONES DIARIAS  
 Estacion Aeropuerto Internacional "Silvio Petirosi"

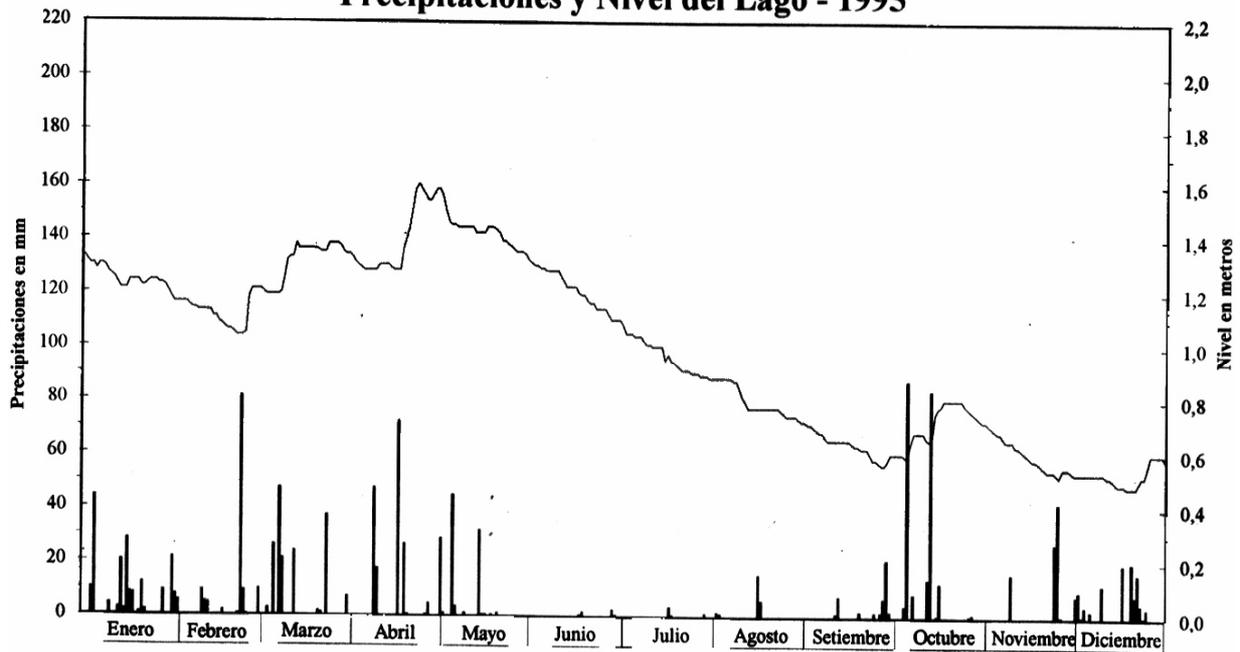
Dia	2002											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	0,0	32,9	24,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,6
2	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	0,0	0,2	0,0	0,0	1,0	0,0	0,7
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,4	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	58,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	2,8	3,4	0,0	0,0	32,0	0,8	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	19,3	14,7	0,0	0,0	0,8	14,8	0,0	0,0	0,0	0,0	58,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	12,7	0,0	4,5	0,0	38,3	0,0	0,0
9	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	44,2	0,0
10	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	6,7	0,0	0,5	0,0	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	3,0	17,2	0,5	0,0	1,7	0,0	0,0	37,5	0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	3,5	0,0	0,0	2,4	0,0	6,4	0,0
14	0,0	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	1,2	29,0	3,9
15	0,0	15,8	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	2,8	0,0
16	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	0,0	0,0
17	0,0	0,0	3,6	3,1	18,0	29,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18	0,0	0,0	5,4	8,3	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
19	0,0	35,7	39,6	0,0	1,7	0,0	5,4	0,0	0,1	11,3	0,0	0,0
20	0,0	0,0	0,0	31,7	21,8	0,0	11,0	9,2	0,0	0,0	20,8	20,0
21	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0
22	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23	0,7	0,0	18,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,6
24	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0
25	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
26	1,3	0,0	0,0	6,6	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	104,4	0,0
28	11,8	1,4	0,0	27,4	34,2	0,0	0,0	29,7	0,0	1,2	79,1	0,0
29	13,6		0,0	32,8	0,3	1,2	0,0	0,0	0,0	15,4	4,3	8,0
30	28,0		53,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,3	0,3	0,0
31	0,0		2,9		0,0		14,0	0,0		0,0		0,0
Total	63,5	127,2	187,7	111,4	176,2	97,7	52,7	46,0	41,2	90,7	308,7	125,8

PRECIPITACIONES HITORICAS  
 CUADRO DE PRECIPITACIONES DIARIAS  
 Estacion Aeropuerto Internacional "Silvio Petirosi"

Dia	2003											
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	12,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	23,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0
3	24,0	0,0	2,2	8,6	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,1
4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	20,2	0,0	17,0	0,0	0,0
5	4,0	3,7	1,4	0,0	0,0	0,5	0,0	2,6	0,0	12,3	0,0	0,0
6	0,0	0,1	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	34,5	0,0	0,0	0,0
8	0,0	3,7	26,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	8,0	0,0	11,7
9	0,0	1,7	3,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	27,0	24,2	2,2	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
11	38,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	21,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,7	0,0	0,0	0,0	40,6
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0
15	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	5,6	0,0	7,0	30,0
16	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
17	0,0	0,0	0,0	30,4	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0	0,0
18	3,0	0,0	0,0	43,0	0,0	20,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	105,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	75,5	0,0	0,0
20	6,0	34,1	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,6	0,0	1,1
21	0,6	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,1	0,0	0,0
22	52,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	5,2
23	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	0,1	0,0	0,0	0,0
24	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	20,6	0,0	13,0	0,0
25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5	3,2	35,0	0,0
26	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,2	47,0	0,0
27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	19,2
28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	0,0	0,0	21,4
29	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30	0,0		0,0	42,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	4,4
31	0,0		0,0		0,0		0,0	0,0		2,2		6,8
Total	168,8	202,5	47,0	125,2	24,0	45,9	2,6	55,1	80,1	165,4	172,0	213,1

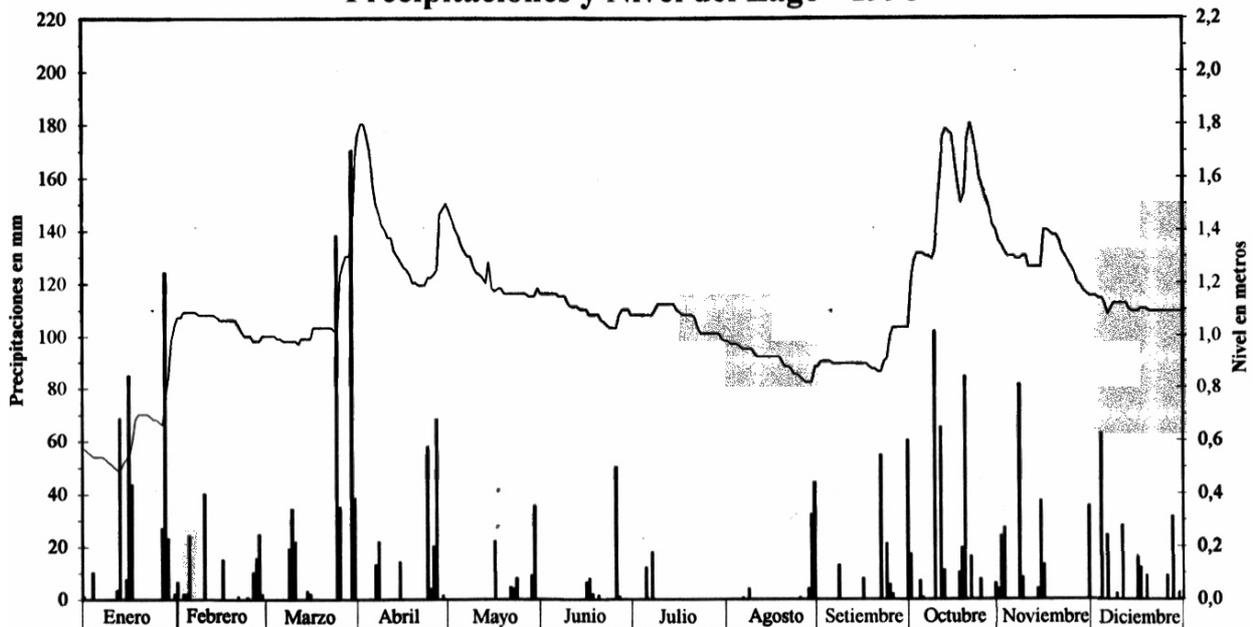
## RELACION PRECIPITACIONES Y NIVELES LAGO YPACARAI

### Precipitaciones y Nivel del Lago - 1995



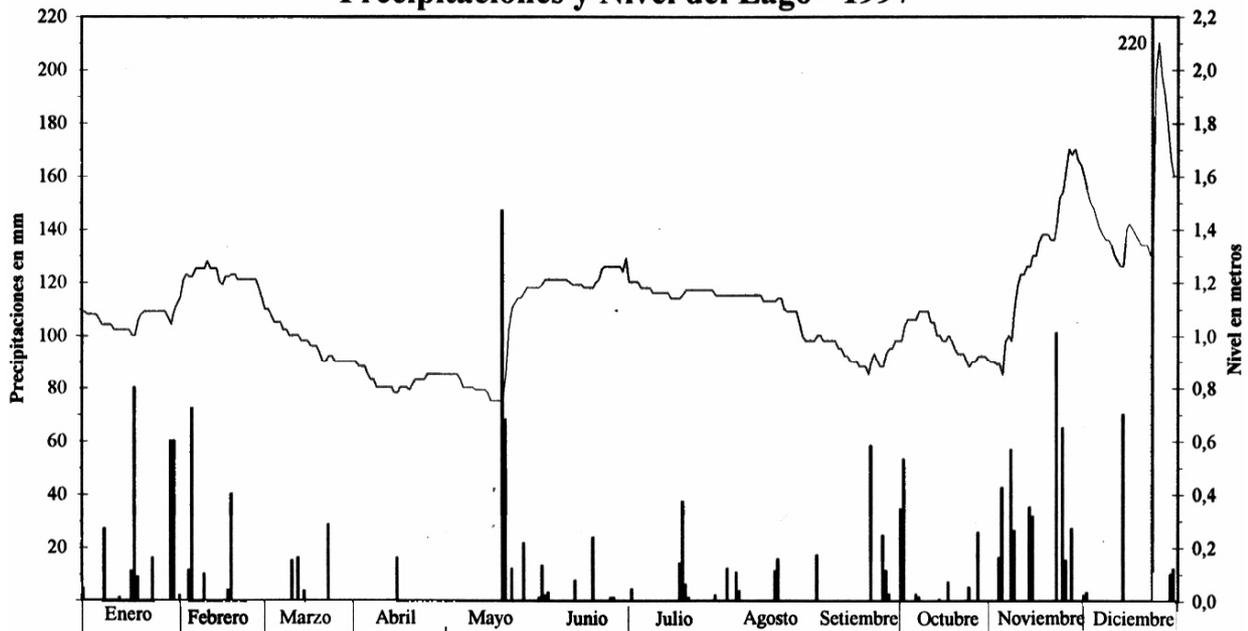
▬ Precipitaciones (Fuente: IAN - Instituto Agronómico Nacional. Caacupé). Total 1234,9 mm.  
— Nivel del Lago (Fuente: ANNP-Administración Nacional de Navegación y Puertos. Club Náutico San Bernardino)

### Precipitaciones y Nivel del Lago - 1996



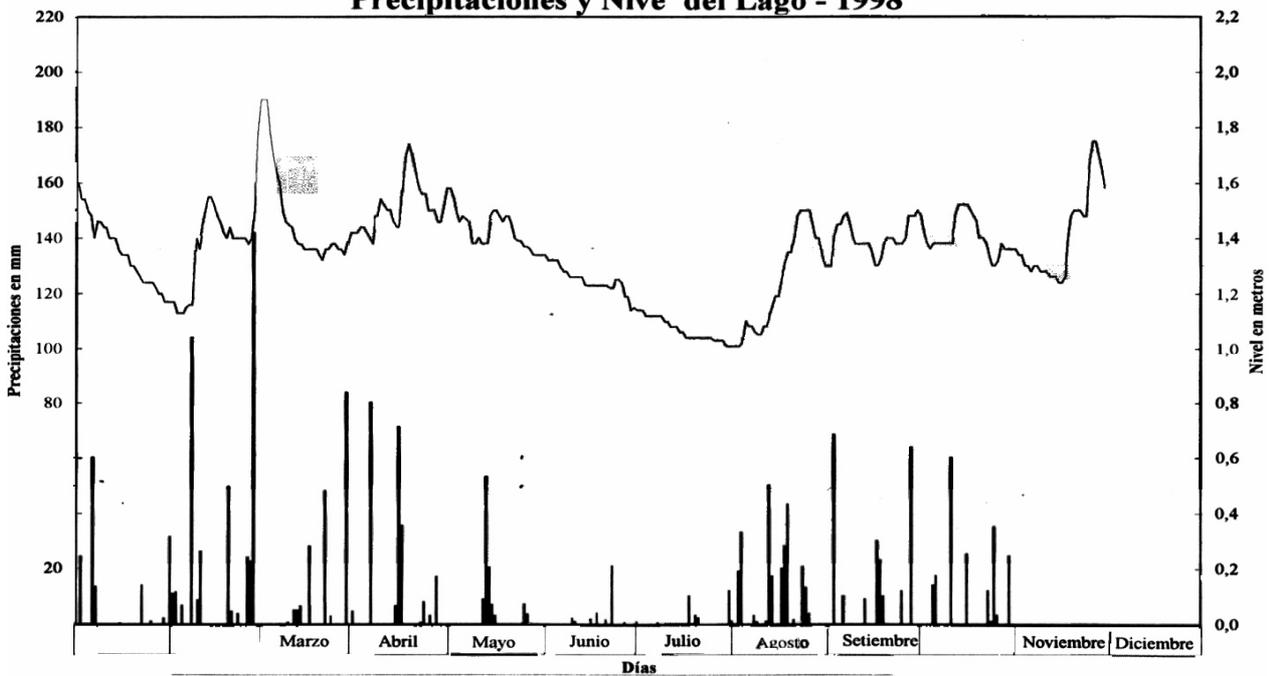
▬ Precipitaciones (Fuente: IAN - Instituto Agronómico Nacional. Caacupé). Total 2402,3 mm.  
— Nivel del Lago (Fuente: ANNP-Administración Nacional de Navegación y Puertos. Club Náutico San Bernardino)

### Precipitaciones y Nivel del Lago - 1997



— Precipitaciones (Fuente: IAN - Instituto Agronómico Nacional. Caacupé). Total 1879,9 mm.  
— Nivel del Lago (Fuente: ANNP-Administración Nacional de Navegación y Puertos. Club Náutico San Bernardino).

### Precipitaciones y Nive del Lago - 1998



— Precipitaciones (Fuente: IAN - Instituto Agronómico Nacional. Caacupé). Total ..... mm.  
— Nivel del Lago (Fuente: ANNP-Administración Nacional de Navegación y Puertos. Club Náutico San Bernardino).

# **Anexo 6**

## **Datos de Lluvia 2005**

**PRECIPITACIONES 2005**  
**PLUVIOMETROS CUENCA ARROYO YUQUYRY**

	Lluvia (mm) Aeropuerto	Lluvia (mm) IAN	Lluvia (mm) FP UNA	Precipitacion media de la Cuenca
06-Ene-05	0	0,0	0,1	0,08
07-Ene-05	0	0,0	0	0,00
08-Ene-05	0	0,0	0	0,00
09-Ene-05	17,3	16,0	49,4	44,27
10-Ene-05	0	0,5	0	0,04
11-Ene-05	0	0,0	0	0,00
12-Ene-05	0	0,0	0	0,00
13-Ene-05	0	0,0	0	0,00
14-Ene-05	0	0,0	0	0,00
15-Ene-05	15	16,0	19,9	19,22
16-Ene-05	0	0,0	0	0,00
17-Ene-05	0	0,0	0	0,00
18-Ene-05	0	0,0	0	0,00
19-Ene-05	0	0,0	0	0,00
20-Ene-05	0	0,0	0	0,00
21-Ene-05	0	0,0	0	0,00
22-Ene-05	12,1	0,0	0	0,87
23-Ene-05	0,2	6,5	30,2	26,04
24-Ene-05	15,8	8,0	0	1,81
25-Ene-05	0	0,0	0,3	0,25
26-Ene-05	0	0,0	0	0,00
27-Ene-05	0	0,0	0	0,00
28-Ene-05	0	0,0	0	0,00
29-Ene-05	0	0,0	0	0,00
30-Ene-05	0	0,0	0,1	0,08
31-Ene-05	2,5	8,0	2	2,55
01-Feb-05	5,2	5,5	17,8	15,85
02-Feb-05	3,4	0,0	0	0,24
03-Feb-05	0	0,0	0	0,00
04-Feb-05	0	0,0	0	0,00
05-Feb-05	0,2	0,0	1,5	1,28
06-Feb-05	0	0,0	0	0,00
07-Feb-05	0	0,0	0	0,00
08-Feb-05	0	0,0	0	0,00
09-Feb-05	1	0,0	0	0,07
10-Feb-05	0	0,0	0	0,00
11-Feb-05	0	0,0	0	0,00
12-Feb-05	0	0,0	0	0,00
13-Feb-05	0	0,0	0	0,00
14-Feb-05	0	0,0	0	0,00

**PRECIPITACIONES 2005**  
**PLUVIOMETROS CUENCA ARROYO YUQUYRY**

	Lluvia (mm) Aeropuerto	Lluvia (mm) IAN	Lluvia (mm) FP UNA	Precipitacion media de la Cuenca
15-Feb-05	0	0,0	0	0,00
16-Feb-05	0	0,0	0	0,00
17-Feb-05	0	0,0	0	0,00
18-Feb-05	0	0,0	0	0,00
19-Feb-05	0	0,0	0	0,00
20-Feb-05	0	0,0	0	0,00
21-Feb-05	0	0,0	0	0,00
22-Feb-05	0	0,0	0	0,00
23-Feb-05	0	0,0	0	0,00
24-Feb-05	0	0,0	0	0,00
25-Feb-05	41,9	28,0	20,4	22,59
26-Feb-05	0	16,5	0	1,40
27-Feb-05	0	0,5	0	0,04
28-Feb-05	0	0,0	0	0,00
01-Mar-05	0	0,0	0	0,00
02-Mar-05	0	0,0	0	0,00
03-Mar-05	0	0,0	0	0,00
04-Mar-05	0	0,0	0	0,00
05-Mar-05	0	0,0	0	0,00
06-Mar-05	0	0,0	0	0,00
07-Mar-05	0	0,0	0	0,00
08-Mar-05	0	0,0	0	0,00
09-Mar-05	0,2	0,0	0	0,01
10-Mar-05	0	0,0	0	0,00
11-Mar-05	0	0,0	0	0,00
12-Mar-05	13	0,5	0	0,97
13-Mar-05	3	32,5	20	19,85
14-Mar-05	0	1,0	0	0,09
15-Mar-05	0	0,0	0	0,00
16-Mar-05	0	0,0	0	0,00
17-Mar-05	0	0,0	0	0,00
18-Mar-05	0	0,0	0	0,00
19-Mar-05	0	0,0	0	0,00
20-Mar-05	0	0,0	0	0,00
21-Mar-05	2	0,0	0	0,14
22-Mar-05	0,6	2,0	4,9	4,35
23-Mar-05	0	0,0	0	0,00
24-Mar-05	0	0,0	0	0,00
25-Mar-05	0	0,0	0	0,00
26-Mar-05	0	0,0	0	0,00

**PRECIPITACIONES 2005**  
**PLUVIOMETROS CUENCA ARROYO YUQUYRY**

	Lluvia (mm) Aeropuerto	Lluvia (mm) IAN	Lluvia (mm) FP UNA	Precipitacion media de la Cuenca
27-Mar-05	0	0,0	0	0,00
28-Mar-05	0	0,0	0	0,00
29-Mar-05	1	0,0	0,4	0,41
30-Mar-05	0	0,0	0,1	0,08
31-Mar-05	0	0,0	0,1	0,08
01-Abr-05	8	0,5	0	0,62
02-Abr-05	29	8,0	16,1	16,34
03-Abr-05	20	47,0	26,4	27,70
04-Abr-05	0	0,0	0	0,00
05-Abr-05	0	0,0	0	0,00
06-Abr-05	0	0,0	0	0,00
07-Abr-05	0	0,0	0	0,00
08-Abr-05	6	11,5	43	37,68
09-Abr-05	0	0,0	0	0,00
10-Abr-05	0	0,0	0	0,00
11-Abr-05	0	0,0	0	0,00
12-Abr-05	31	79,5	62,9	62,03
13-Abr-05	0	2,0	0	0,17
14-Abr-05	0	0,0	0	0,00
15-Abr-05	0	0,0	0	0,00
16-Abr-05	0	0,0	0	0,00
17-Abr-05	0	0,0	0	0,00
18-Abr-05	0	0,0	0	0,00
19-Abr-05	11	30,5	15,2	16,20
20-Abr-05	0	0,0	0,1	0,08
21-Abr-05	0	0,0	0	0,00
22-Abr-05	0	0,0	0	0,00
23-Abr-05	5	2,0	0	0,53
24-Abr-05	65	47,0	59,9	59,17
25-Abr-05	0	1,5	0	0,13
26-Abr-05	3	0,0	1,1	1,14
27-Abr-05	0	0,0	0,1	0,08
28-Abr-05	0	0,0	0	0,00
29-Abr-05	0	0,0	0	0,00
30-Abr-05	0	0,0	0	0,00
01-May-05	0	0,0	0	0,00
02-May-05	0	0,0	0	0,00
03-May-05	0,3	0,0	0	0,02
04-May-05	46	0,0	0	3,29
05-May-05	0,8	0,0	3,7	3,18

**PRECIPITACIONES 2005**  
**PLUVIOMETROS CUENCA ARROYO YUQUYRY**

	Lluvia (mm) Aeropuerto	Lluvia (mm) IAN	Lluvia (mm) FP UNA	Precipitacion media de la Cuenca
06-May-05	3	3,0	25,4	21,89
07-May-05	0	45,0	32,1	30,90
08-May-05	0	5,5	3,7	3,59
09-May-05	0	1,0	0,1	0,17
10-May-05	0	0,0	0	0,00
11-May-05	0,3	27,5	4,5	6,15
12-May-05	0	0,0	0	0,00
13-May-05	0	0,0	0	0,00
14-May-05	9	0,0	0	0,64
15-May-05	74	40,0	51,8	52,39
16-May-05	7	70,5	41,4	41,41
17-May-05	0,5	1,5	0,2	0,33
18-May-05	0	0,0	0,1	0,08
19-May-05	10	9,0	4,3	5,11
20-May-05	86	89,0	56,6	61,46
21-May-05	0	0,0	0	0,00
22-May-05	0	0,0	0	0,00
23-May-05	6	3,5	3,8	3,93
24-May-05	0	0,5	0	0,04
25-May-05	0	0,0	0,1	0,08
26-May-05	0	0,0	0,1	0,08
27-May-05	0	0,0	0	0,00
28-May-05	0	0,0	0	0,00
29-May-05	0	0,0	0	0,00
30-May-05	47	49,5	46,4	46,71
31-May-05	0	0,0	0	0,00
01-Jun-05	0	0,0	0,1	0,08
02-Jun-05	0	0,0	0	0,00
03-Jun-05	0	0,0	0	0,00
04-Jun-05	0	0,0	0	0,00
05-Jun-05	0	0,0	0	0,00
06-Jun-05	0	0,0	0	0,00
07-Jun-05	0	0,0	0	0,00
08-Jun-05	4	0,0	1,7	1,72
09-Jun-05	9	3,5	9,1	8,62
10-Jun-05	0	11,0	0	0,94
11-Jun-05	2	0,5	0	0,19
12-Jun-05	3	13,0	9,7	9,50
13-Jun-05	3	3,5	0,1	0,60
14-Jun-05	0,3	0,5	0,5	0,49

**PRECIPITACIONES 2005**  
**PLUVIOMETROS CUENCA ARROYO YUQUYRY**

	Lluvia (mm) Aeropuerto	Lluvia (mm) IAN	Lluvia (mm) FP UNA	Precipitacion media de la Cuenca
15-Jun-05	0,2	0,5	0,4	0,39
16-Jun-05	1	0,0	0,3	0,32
17-Jun-05	9	11,0	9,1	9,26
18-Jun-05	2	4,0	1,6	1,83
19-Jun-05	0	1,5	0,5	0,55
20-Jun-05	0	0,0	0	0,00
21-Jun-05	0	0,0	0	0,00
22-Jun-05	0	0,0	0	0,00
23-Jun-05	0	0,0	0	0,00
24-Jun-05	0	0,0	0	0,00
25-Jun-05	9	0,0	0	0,64
26-Jun-05	0	8,5	7,1	6,71
27-Jun-05	0	0,0	0	0,00
28-Jun-05	4	2,0	6,7	6,11
29-Jun-05	0	0,5	0	0,04
30-Jun-05	0	3,5	0,7	0,89
01-Jul-05	0	0,0	0,1	0,08
02-Jul-05	0	0,0	0	0,00
03-Jul-05	0	0,0	0	0,00
04-Jul-05	0	0,0	0,1	0,08
05-Jul-05	0	0,0	0	0,00
06-Jul-05	0	0,0	0	0,00
07-Jul-05	0	0,0	0	0,00
08-Jul-05	0	0,0	0	0,00
09-Jul-05	0	0,0	0	0,00
10-Jul-05	0	0,0	0	0,00
11-Jul-05	0	0,0	0	0,00
12-Jul-05	0	0,0	0	0,00
13-Jul-05	0	0,0	0	0,00
14-Jul-05	0	0,0	0	0,00
15-Jul-05	0	0,0	0	0,00
16-Jul-05	0,8	1,5	1	1,03
17-Jul-05	0	1,0	0,4	0,42
18-Jul-05	0	0,0	0,1	0,08
19-Jul-05	0	0,0	0	0,00
20-Jul-05	0	0,0	0	0,00
21-Jul-05	0	3,0	0,9	1,01
22-Jul-05	0	0,0	0,1	0,08
23-Jul-05	0	0,0	0	0,00
24-Jul-05	0	0,0	0	0,00

**PRECIPITACIONES 2005**  
**PLUVIOMETROS CUENCA ARROYO YUQUYRY**

	Lluvia (mm) Aeropuerto	Lluvia (mm) IAN	Lluvia (mm) FP UNA	Precipitacion media de la Cuenca
25-Jul-05	0	0,0	0	0,00
26-Jul-05	0	0,0	3,7	3,12
27-Jul-05	0	0,0	0	0,00
28-Jul-05	0	0,0	0	0,00
29-Jul-05	0	0,0	0	0,00
30-Jul-05	0	0,0	0	0,00
31-Jul-05	0	0,0	0	0,00
01-Ago-05	0	0,0	0	0,00
02-Ago-05	0	0,0	0	0,00
03-Ago-05	0	0,0	11,3	9,53
04-Ago-05	0	0,0	0	0,00
05-Ago-05	0	0,0	0	0,00
06-Ago-05	0	0,0	0,1	0,08
07-Ago-05	7	0,0	0	0,50
08-Ago-05	0	8,0	0	0,68
09-Ago-05	0	0,0	0	0,00
10-Ago-05	0	0,0	0	0,00
11-Ago-05	0	0,0	0	0,00
12-Ago-05	0	0,0	0	0,00
13-Ago-05	0	0,0	0	0,00
14-Ago-05	0	0,0	0	0,00
15-Ago-05	0	0,0	0	0,00
16-Ago-05	0	0,0	0	0,00
17-Ago-05	0	0,0	0	0,00
18-Ago-05	0	0,0	0	0,00
19-Ago-05	0	0,0	0,1	0,08
20-Ago-05	0	0,0	0	0,00
21-Ago-05	0	0,0	0	0,00
22-Ago-05	0	0,0	0	0,00
23-Ago-05	9	7,5	0	1,28
24-Ago-05	0	1,5	0	0,13
25-Ago-05	0	0,0	0	0,00
26-Ago-05	0	0,0	6,5	5,48
27-Ago-05	0	0,0	0,1	0,08
28-Ago-05	0	0,0	0	0,00
29-Ago-05	0	0,0	0	0,00
30-Ago-05	3	0,0	0	0,21
31-Ago-05	0	4,5	0	0,38
01-Sep-05	0	0,0	0	0,00
02-Sep-05	0	0,0	0	0,00

**PRECIPITACIONES 2005  
PLUVIOMETROS CUENCA ARROYO YUQUYRY**

	Lluvia (mm) Aeropuerto	Lluvia (mm) IAN	Lluvia (mm) FP UNA	Precipitacion media de la Cuenca
03-Sep-05	0	0,0	0	0,00
04-Sep-05	0	0,5	1	0,89
05-Sep-05	0	0,0	0	0,00
06-Sep-05	0	0,0	0	0,00
07-Sep-05	0	0,0	0	0,00
08-Sep-05	0	0,0	0	0,00
09-Sep-05	0	2,0	0	0,17
10-Sep-05	0	6,5	3,6	3,59
11-Sep-05	0	0,0	0,3	0,25
12-Sep-05	0	0,0	0	0,00
13-Sep-05	0	2,0	7,1	6,16
14-Sep-05	0	13,5	12,1	11,35
15-Sep-05	0	0,0	0	0,00
16-Sep-05	0	0,0	0	0,00
17-Sep-05	0	0,0	0	0,00
18-Sep-05	0	0,0	0	0,00
19-Sep-05	0	0,5	0	0,04
20-Sep-05	0	0,0	0	0,00
21-Sep-05	0	1,0	1,2	1,10
22-Sep-05	0	0,0	0,1	0,08
23-Sep-05	0	0,0	0	0,00
24-Sep-05	0	26,5	26,5	24,61
25-Sep-05	0	0,0	0	0,00
26-Sep-05	0	0,0	0	0,00
27-Sep-05	0	0,0	0	0,00
28-Sep-05	0	0,0	0	0,00
29-Sep-05	0	12,0	0	1,02
30-Sep-05	0	27,0	31,4	28,781

# **Anexo 7**

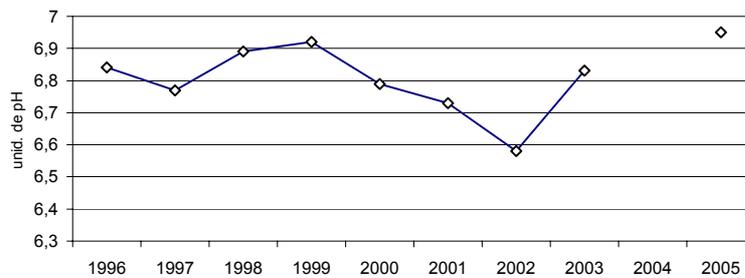
## **Calidad de agua**

**CALIDAD DE AGUA DEL ARROYO YUQUYRY**

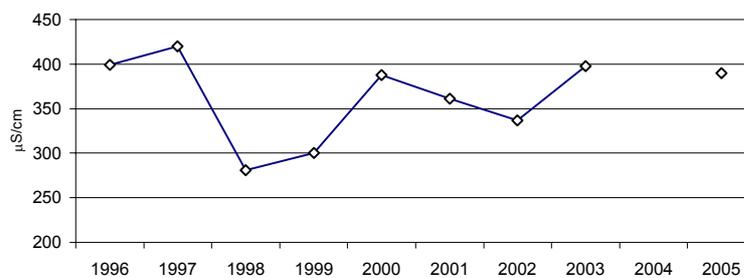
Resumen de los Valores promedios anuales.  
 Muestreo: Estación 5.2 de la Cuenca del Lago Ypacaraí

	pH	Conductividad	Oxígeno Disuelto	Fósforo Total	Nitrógeno Total	DQO	DBO	SS
	unid. pH	μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
1996	6,84	399	4,4	0,45	4,15	80,76	7,78	44,57
1997	6,77	420	4,5	0,71	3,36	65,47	7,06	40,29
1998	6,89	281	5	0,5	2,65	37,12	3,48	94,58
1999	6,92	300	6	0,63	3,15	25,52	3,76	90,09
2000	6,79	388	5,4	0,6	4,68	26,12	5,42	56,03
2001	6,73	361	4,3	0,73	8,14	37,27	6,11	64,47
2002	6,58	337	7,1	0,5	7,14	28,67	7,06	62,42
2003	6,83	398	7,1	0,66	8,15	30,9	7,15	45,88
2004								
2005	6,95	390	6,2	0,54	5,85	34,86	4,5	35,94

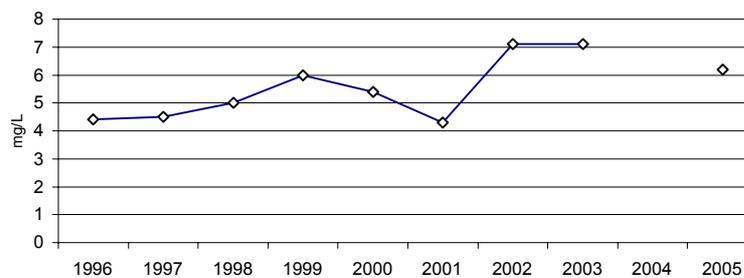
pH



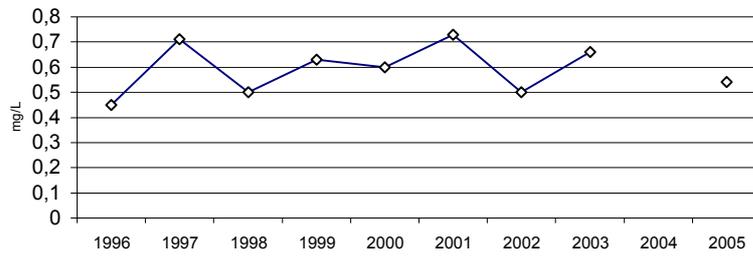
Conductividad



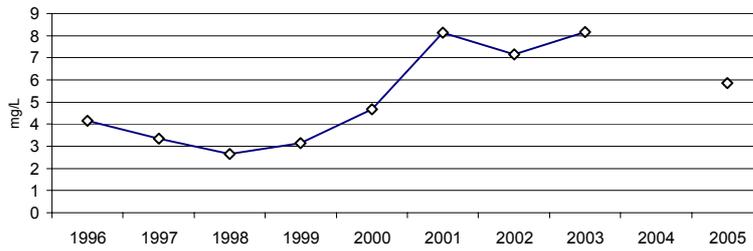
Oxígeno Disuelto



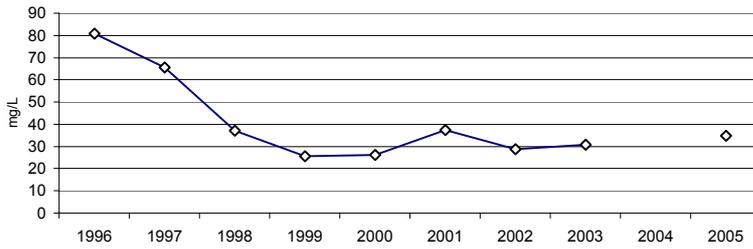
Fósforo Total



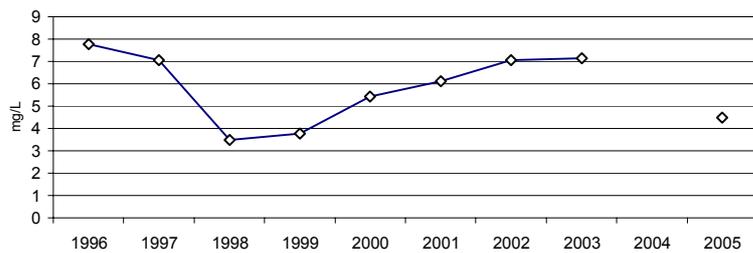
Nitrógeno Total



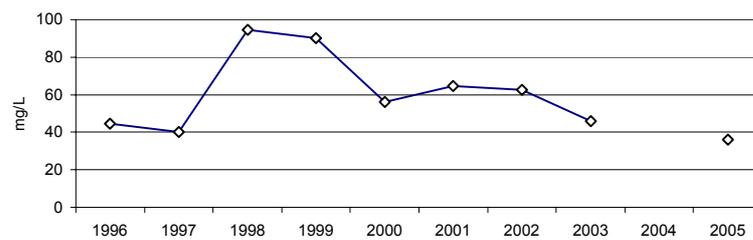
DQO



DBO



SS



# **Anexo 8**

## **Galería de Fotos**



AFOROS



AFOROS



ARROYO YUQURY NIVEL NORMAL



ARROYO YUQURY NIVEL MEDIO-ALTO



# **Anexo 9**

## **Datos Geológicos**

MAPA GEOLOGICO DE LA REPUBLICA DE PARAGUAY  
Escala 1:100 000

Hoja **Caacupe** 5470

**TEXTO EXPLICATIVO**



Adela Dionisi

**DIRECCION DE RECURSOS MINERALES (MOPC)**  
**INSTITUTO FEDERAL DE GEOCIENCIAS Y RECURSOS NATURALES (BGR)**

Asunción 1999

MAPA GEOLOGICO DE LA REPUBLICA DE PARAGUAY  
Escala 1:100 000

Hoja **Caacupe** 5470

**TEXTO EXPLICATIVO**

Adela Dionisi

corregido por

Narciso Cubas, María Eugenia González Nuñez  
y Lucia de Figueredo

**DIRECCION DE RECURSOS MINERALES (MOPC)**  
**INSTITUTO FEDERAL DE GEOCIENCIAS Y RECURSOS NATURALES (BGR)**

Asunción 1999

## INDICE

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Geografía</b>	<b>6</b>
2.1	Ubicación	6
2.2	Fisiografía	6
2.3	Hidrografía	7
<b>3</b>	<b>Clima y Vegetación</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Suelo</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Sociología</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Trabajos Geológicos Anteriores</b>	<b>10</b>
<b>7</b>	<b>Geología Regional</b>	<b>11</b>
<b>8</b>	<b>Estratigrafía</b>	<b>12</b>
8.1	Grupo Paso Pindó	12
8.2	Suite Magmática Caapucú	13
8.2.1	Porfido de Granito (Tipo Fanego)	13
8.2.2	Riolita	13
8.3	Grupo Caacupé	14
8.3.1	Formación Paraguairí	14
8.3.2	Formación Cerro Jhú – Tobatí (indiferenciado)	15
8.4	Grupo Itacurubí	16
8.5	Formación Arroyos y Esteros	18
8.6	Grupo Asunción	19
8.7	Suite Intrusiva Ñemby	21
8.8	Sedimentos Aluviales y Coluviales	22
8.9	Sedimentos de Planicies	22
<b>9</b>	<b>Tectónica</b>	<b>22</b>
<b>10</b>	<b>Geología Histórica</b>	<b>23</b>
<b>11</b>	<b>Geología Económica</b>	<b>23</b>
11.1	Materiales para Vidrio	23
11.1.1	Consideraciones sobre las areniscas de la Fm. Tobatí	25
11.2	Arcillas	25
11.3	Areniscas	27
11.4	Conglomerados	27
11.5	Puzolana	27
	<b>Bibliografía</b>	<b>28</b>

Siguiendo con el mapeamiento geológico, en ésta oportunidad corresponde a la hoja cartográfica 5470 "Caacupé" avanzar con las pautas para la sistematización del mapeo a escala 1 : 100.000 de todo el Paraguay.

La metodología aplicada se basa en una interpretación previa de imágenes satelitarias y fotografías aéreas, evaluación de los trabajos anteriores, levantamiento de campo, análisis de datos de perforaciones existentes en la zona como así también descripción petrográfica de muestras colectadas.

El área que abarca la hoja es de 2.765 km<sup>2</sup>, cuya delimitación está dada por los meridianos 57° 00 – 57° 30 , longitud W y los paralelos 25° 00 – 25° 30, latitud S, respectivamente.

La zona presenta una buena accesibilidad siendo su principal vía de acceso la ruta N° 2 "Mcal. José F. Estigarribia", la cual atraviesa la hoja de E-W.

Desde el punto de vista geológico el área de estudio presenta metasedimentos de la Fm. Cristo Redentor de edad Proterozoico Superior, rocas magmáticas de la Suite Caapucú de edad Eocámbrica-Cámbrica. Rocas sedimentarias del Paleozoico están representadas por el Grupo Caacupé con su unidad clástica la cual se inicia con conglomerados

(Fm. Paraguari) y la secuencia de areniscas (Fm. C°. Jhú- Tobatí, indiferenciados), suprayaciendo ésta secuencia se encuentra el Grupo Itacurubí con sedimentos más finos y fosilíferos, sobre la que a su vez se depositan en discordancia erosiva las areniscas de la Fm. Arroyos y Esteros.

El Mesozoico en la hoja está representado por el Grupo Asunción, el cual se caracteriza por la deposición de material mal seleccionado e inmaduro.

El Cenozoico se halla presente en forma de diques alineados pertenecientes a la Suite Intrusiva Ñemby.

Los sedimentos del cuaternario ocupan una gran extensión de la hoja Caacupé, encontrándose como depósitos de pie de monte, suelos transportados y redepositados en zonas bajas.

Tectónicamente el Ciclo Brasileño es el evento formador de la Cuenca del Paraná en donde se deposita la secuencia paleozoica de la hoja.

Los recursos geológicos de interés económico se basan en la explotación de rocas utilizada en obras de ingeniería, arcillas en la industria cerámica y arenas en la fabricación de vidrio.

## 1 INTRODUCCIÓN

La Dirección de Recursos Minerales dependiente del Gabinete del Viceministro de Minas y Energía del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), conjuntamente con el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (BGR) de la República de Alemania, dentro del marco de la Cooperación Geológica Paraguayo-Alemana, vienen implementando un programa de mapeo geológico de hojas cartográficas a escala 1:100.000 del Paraguay Oriental.

Como continuación del mismo, el mes de junio de 1997 se iniciaron los trabajos de levantamiento de datos de campo de la Hoja Caacupé, a la escala arriba mencionada, culminando en febrero de 1998.

Previo al trabajo de campo, como así también paralelo al mismo, se realizaron las consultas bibliográficas, análisis e interpretación de imágenes satelitarias, y fotografías aéreas de la región.

El trabajo de campo, consistió en medición de estructuras, descripción litológica, recolección de muestras.

Posteriormente, se estudiaron láminas de rocas, confeccionadas en los laboratorios de la Dirección de Recursos Minerales y de la BGR.

## 2 GEOGRAFÍA

### 2.1 UBICACIÓN

La Hoja N° 5470 "Caacupé" abarca parte del III Departamento de la Cordillera, IX Departamento de Paraguarí, XI Departamento Central y el XV Departamento de Pte. Hayes.

Esta Hoja limita al **N** con la Hoja 5471 "Puerto Victoria", al **S** con la Hoja 5469 "Paraguarí", al **W** con la Hoja 5370 "Asunción" y al **E** con la Hoja 5570 "Itacurubí de la Cordillera" y abarca una superficie de 2.765 Km<sup>2</sup>.

El área en estudio se halla ubicada entre 57°00' - 57°30' de longitud W y 25°00' - 25°30' de latitud S (UTM 450.000-500.000 E / 7.180.000-7.235.000) (Fig. 1).

Presenta una buena accesibilidad, su principal vía de acceso es la Ruta N° 2 "Mcal.

José Félix Estigarribia", la cual cruza la Hoja de E a W, uniendo ciudades importantes como ser Capiatá, Itaugua, Ypacaraí y Caacupé.

Existen otros caminos de accesos en muy buen estado de conservación, algunos de ellos asfaltados, otros empedrados y enripiados, tales como los accesos a las ciudades de San Bernardino, Altos, Tobatí, Atyrá, Limpio, Emboscada, Luque, Arroyos y Esteros, Piquete Cué y Pirayú.

Prácticamente todos los lugares altos son accesibles por camino de tierra durante el año, no así las zonas bajas, como ser el entorno de los Cerros Mainumby, Aparipy, Compañía Acevedo al N E de la hoja, el Valle formado por los ríos Manduviré e Yhaguy y el Arroyo Jhú al E de la misma y el valle del Lago Ypacaraí en el centro de la hoja.

### 2.2 FISIOGRAFÍA

El área que abarca la Hoja Caacupé presenta una fisiografía variada, destacándose en la misma, zonas de planicies, áreas elevadas y terrazas intermedias (Fig. 2).

La planicie esta conformada por áreas de inundación del Río Paraguay, los arroyos Piribebuy, Atyrá, Tobatí y Yhú, los cuales se presentan como humedales. En la planicie resaltan algunos cerros aislados, tales como el Cerro Gral. Caballero (Aparipy) de aproximadamente 123 m de altura y el Cerro Cañada Domínguez de 160 m, otras elevaciones se hallan en las compañías Mainumby y Acevedo con elevaciones que promedian los 100 m de altura.

Otra planicie de gran extensión, ubicada al sur de la hoja es la formada por las planicies de inundación de los Ríos Paraguay y Salado, el Lago Ypacaraí y sus colectores (Arroyos Yaguá Resa-ú, Ypucú, Pirayú y Peña). En esta planicie se destaca el Cerro Peró, con elevación aprox. de 162 m de altura.

La Serranía de los Altos cruza la hoja de NW a SE, delimitando con pronunciados barrancos las planicies anteriormente citadas. Esta serranía presenta en la Compañía Pte. Franco picos que superan los 400 m, otros picos importantes constituyen el Cerro Vera, con 400 m de altura, Cerro Aquino, con 350 m, Cerro Itatí, con 350 m y el Cerro Aguaity,

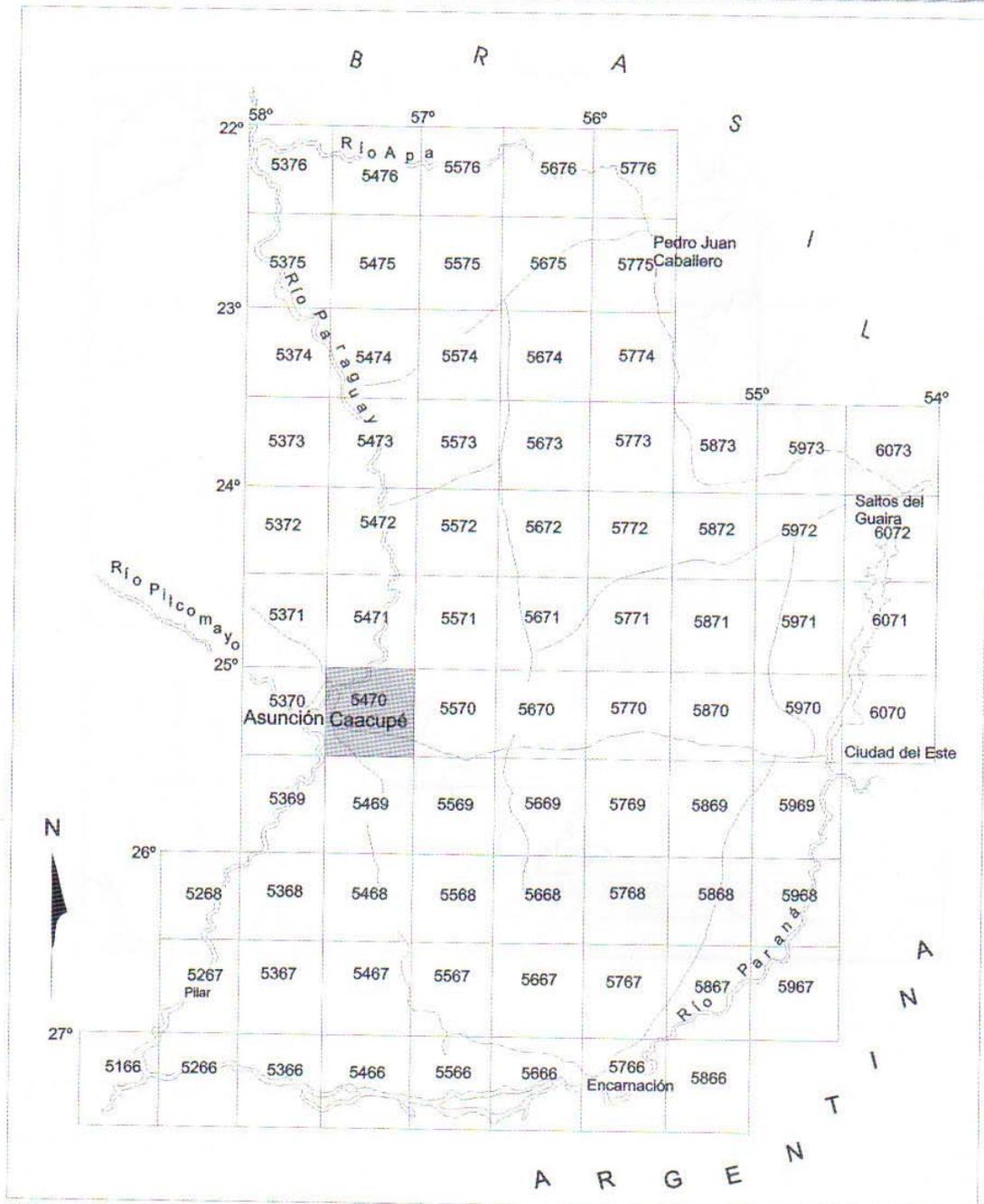


FIG. 1: MAPA DE UBICACIÓN DE LA HOJA 5470 "CAACUPE"

con 280 m, todos ellos ubicados al SE de la hoja.

### 2.3 HIDROGRAFÍA

El Río Paraguay con sus afluentes, los ríos Salado, Manduvirá, el Arroyo Piribebuy, el Lago Ypacaraí y un gran número de colectores son los elementos hidrográficos más resaltantes de la región. Extensas planicies

sujetas a inundaciones bordean especialmente a los Ríos Paraguay, Salado, Manduvirá y al Arroyo Piribebuy, éstos fluyen con dirección preferencial N-W.

Los colectores del Arroyo Piribebuy presentan una dirección de flujo en sentido N-E, no así los del lago Ypacaraí que presentan dirección de flujo hacia el W, ya que la Cordillera de los Altos actúa como un divisor de aguas.

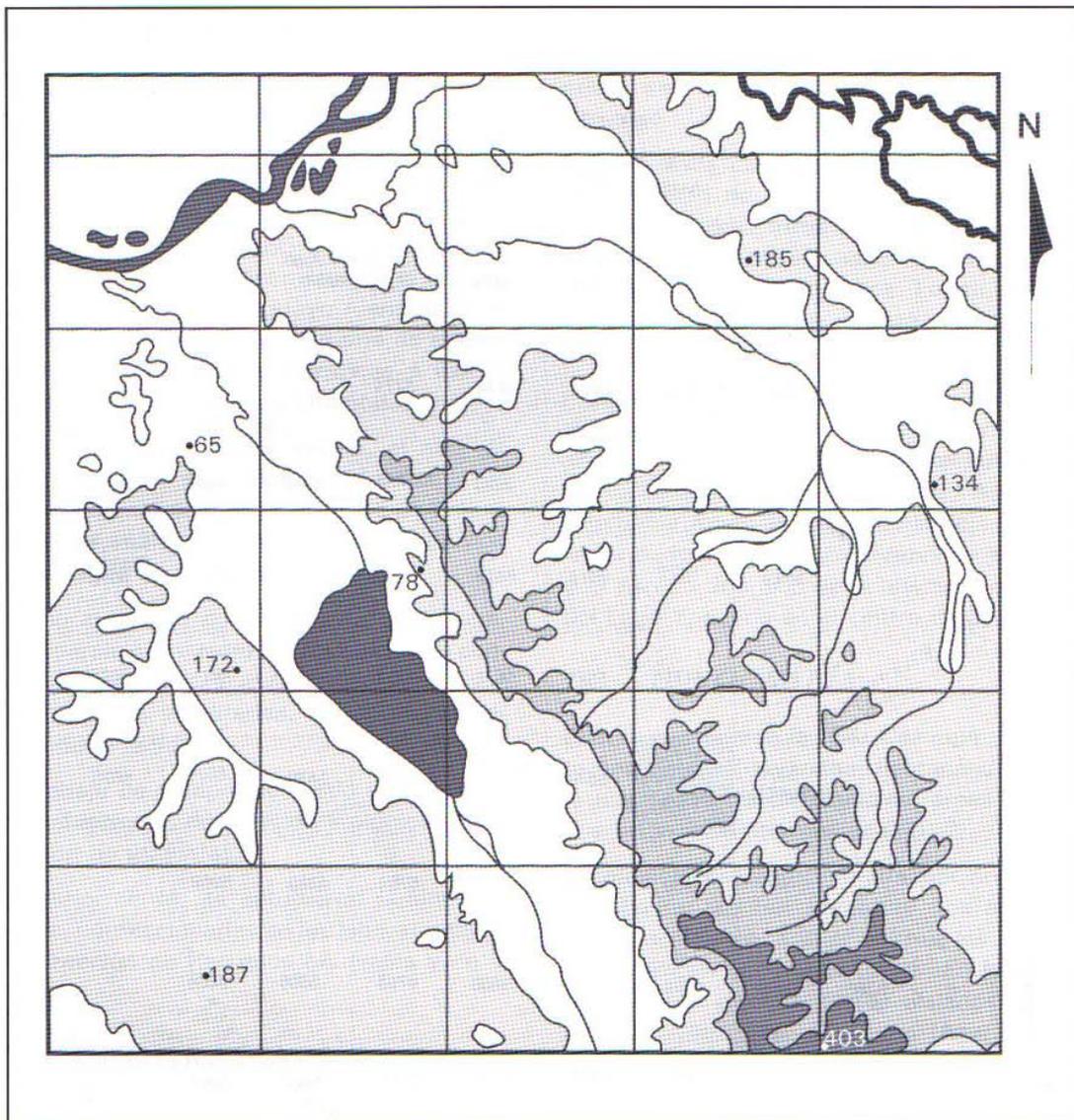


FIG. 2: GUIA DE ELEVACION DE LA HOJA CAACUPE. REF. CARTA TOPOGRAFICA 5470 Es. 1: 100.000

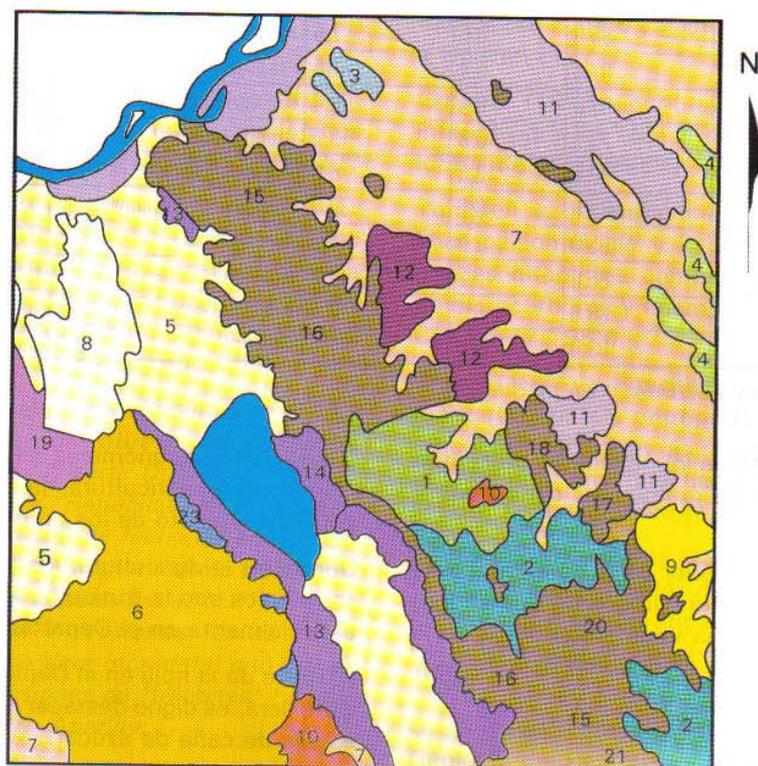
El conjunto de estos cauces definen un drenaje que por su disposición geométrica corresponde al Sistema Integrado, es decir, que existe una conexión de todos y cada uno de los canales o cauces de escorrentía, tributarios y ríos para formar una red hidrográfica completa.

Los tributarios de 1er. orden con relación al cauce principal (Río Paraguay), presentan distribución paralela, lo cual indica una pendiente regional hacia el N, siendo el drenaje característico de rocas sedimentarias interestratificadas, en cambio los tributarios de 2do. orden presentan una disposición sub paralela.

### 3 CLIMA Y VEGETACIÓN

El clima de la región es subtropical húmedo, con temperatura media anual del aire de 28°C y precipitación media anual de 1.800 mm, siendo los meses de octubre a mayo el periodo de mayor precipitación pluvial, según datos del Boletín Climatológico de la Dirección de Aeronáutica Civil y la Dirección de Meteorología e Hidráulica.

Las zonas elevadas desarrollan una vegetación arbórea a arbustiva, en partes se presenta como densos bosques, especialmente cerca de los cursos de agua, desarrollando una vegetación en galería.



ORDEN	N°	SUBDIVISION TEXTURAL	PAISAJE	MATERIAL DE ORIGEN	RELIEVE %	DRENAJE	ROCOSIDAD	SUB-GRUPO
ULTISOL	1	ARENOSA	LOMADA	ARENISCA	3 - 8	BUENO	NULO	ARENIC TYPIC
ULTISOL	2	FRA. FINA A GRUESA	LOMADA	ARENISCA	3 - 8	BUENO	NULO	RHODIC MOLLIC
ULTISOL	3	FRA. GRUESA	LOMADA	ARENISCA	0 - 3	BUENO	NULO	TYPIC
ULTISOL	4	FRA. FINA	LOMADA	ARENISCA	0 - 3	BUENO	NULO	TYPIC
ALFISOL	5	ARCILLOSA FINA	LLANURA	SEDIMENTO ALUVIAL	0 - 3	POBRE	NULO	TYPIC
ALFISOL	6	FRA. FINA	LOMADA	ARENISCA	0 - 3	BUENO	NULO	RHODIC
ALFISOL	7	FRA. FINA A. MUY FINA	LLANURA	SEDIMENTO ALUVIAL	0 - 3	INUNDADO	NULO	AQUIC TYPIC
ALFISOL	8	FRA. GRUESA	LOMADA	ARENISCA	0 - 3	BUENO	NULO	MOLLIC
ALFISOL	9	FRA. FINA	LOMADA	ARENISCA	3 - 8	BUENO	NULO	MOLLIC
ALFISOL	10	FRA. FINA	LOMADA	ARENISCA	0 - 3	BUENO	NULO	MOLLIC
ALFISOL	11	FRA. FINA	LOMADA	ARENISCA	0 - 3	BUENO	NULO	TYPIC
ALFISOL	12	FRA. FINA	LOMADA	ARENISCA	3 - 8	BUENO	NULO	TYPIC
ENTISOL	13		LOMADA	ARENISCA	0 - 3	BUENO	NULO	TYPIC
ENTISOL	14		LOMADA	ARENISCA	3 - 8	BUENO	NULO	LITHIC
ENTISOL	15		LOMADA	ARENISCA	3 - 8 8 - 15	BUENO	MODERADO	LITHIC TYPIC
ENTISOL	16		SERRANIA	ARENISCA	>de 15	BUENO	FUERTE	LITHIC
ENTISOL	17		LOMADA	ARENISCA	3 - 8 8 - 15	BUENO	MODERADO	LITHIC
ENTISOL	18		LOMADA	ARENISCA	3 - 8 8 - 15	BUENO	MODERADO	LITHIC
ENTISOL	19		LOMADA	ARENISCA	8 - 15	BUENO	MODERADO	LITHIC TYPIC
ENTISOL	20		LOMADA	ARENISCA	8 - 15	EXCESIVO	MODERADO	LITHIC
ENTISOL	21		SERRANIA	ARENISCA	8 - 15	BUENO	MODERADO	LITHIC
ENTISOL	22		LLANURA	SEDIMENTO ALUVIAL	0 - 3	MUY POBRE	NULO	AQUIC TYPIC
ENTISOL	23	FRANCOSA	SERRANIA	ARENISCA	8 - 15	BUENO	MODERADO	LITHIC

FIG. 3: MAPA TAXONOMICOM DE SUELOS DE LA HOJA CAACUPE. REF. LOPEZ et al 1995

## 10 SUELOS/ SOCIOLOGÍA/ TRABAJOS GEOLÓGICOS ANTERIORES

DISTRITOS	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	SUELOS	PH
Cabañas	85.0	6.5	7.5	Arenoso Franco	6.0 Acidez media.
Atyra	87.0	5.4	7.5	Arenoso	5.7 Acidez media.
Atyra (San Vicente)	82.0	9.5	8.4	Arenoso Franco	5.4 Ácido
Arroyos y Esteros	75.3	10.8	13.8	Arenoso Franco	5.7 Medio
Arroyos y Esteros	80.0	13.3	6.6	Arenoso Franco	5.9 Medio
Tobatí	63.5	6.6	30.0	Franco Arcillo Arenoso	5.0 Muy Ácido
Piribebuy	95.0	1.0	8.2	Arenoso	4.8 Muy Ácido
San Bernardino	86.6	2.2	8.2	Arenoso Franco	6.0 Medio
Altos	86.6	6.3	7.1	Arenoso Franco	6.1 Ácido Débil
Loma Grande	93.0	56.0	1.4	Arenoso	6.9 Ácido Débil

TABLA 1: ANALISIS TEXTURAL Y PH DE SUELOS

Los valles sujetos a inundaciones presentan gran desarrollo de gramíneas, ciperáceas y camalotes.

En el extremo superior de la hoja en el área de influencia del Río Paraguay y sus afluentes, se destaca una vegetación típica de la Región Occidental, tales como palmáceas y aromitáceas.

### 4 SUELOS

En relación al suelo en el área de la Hoja Caacupé se pueden distinguir 2 zonas, diferenciadas por sus caracteres morfológicos, la primera al NE, donde alternan topografías planas con numerosos esteros, los cuales son en general aptos para la ganadería y la segunda zona se extiende a lo largo de la Cordillera de los Altos, presentando un terreno ondulado apropiado para la agricultura.

Se ha realizado análisis textural de los suelos en algunas localidades, como así también determinación de Ph. en los mismos (Tabla 1). El ph del suelo tiene gran influencia en el crecimiento de las plantas durante el proceso de asimilación de nutrientes.

### 5 SOCIOLOGÍA

La Hoja Caacupé constituye una de las zonas de mayor densidad poblacional del país, siendo la misma de 352 habitantes por km<sup>2</sup> en el Dpto. Central y de 30 a 45 habitantes por km<sup>2</sup> en el Dpto. de la Cordillera. (Comp. Estad.1995), debido a su proximidad a la capital del país, donde se halla la mayor fuente de trabajo y grandes centros educativos.

Los recursos económicos de la región provienen de la agricultura, la ganadería y el aprovechamiento de los recursos naturales.

Dentro de la agricultura, los rubros más desarrollados son la fruticultura y horticultura, especialmente en el Departamento Central.

Al norte de la hoja en el Departamento de la Cordillera, es digno destacar el cultivo a gran escala de caña de azúcar.

En las localidades de Ypacaraí, Caacupé y Pirayú la avicultura es la actividad alternativa de la población.

La explotación de rocas para materiales de construcción constituye una importante fuente de ingreso para habitantes de la zona. Las rocas se emplean principalmente como piedra bruta y roca de ornamental, en tanto que las gravas además de ornamentación se utiliza para filtros en pozos artesianos y en la fabricación de pisos.

Es importante mencionar el aprovechamiento de ríos y arroyos para la actividad pesquera y turística. Esta última se desarrolla principalmente en el entorno de la Cordillera de los Altos y el Lago Ypacaraí.

### 6 TRABAJOS GEOLÓGICOS ANTERIORES

De Mersay (1.860), Du Graty (1.865), Vogel (1.893), Milch (1.895) y Carnier s/n (1911) fueron los primeros en realizar observaciones geológicas en Paraguay. Los trabajos descriptivos, estructurales y de interpretación estratigráfica regional, más importantes fueron realizados por Harrington (1950/

1972), Eckel (1956), Putzer (1962) y Anónimo (1966).

Resultados de los trabajos de prospección realizados por la Empresa The Anschutz Co. (1978-1982) han sido los mapas geológicos del Paraguay Oriental, a escalas (1:500.000 y 1:200.000).

El Proyecto PAR 83/005 (1986), a través de un programa conjunto entre la República del Paraguay y la Organización de las Naciones Unidas ha elaborado el mapa geológico del Paraguay a escala 1:1.000.000.

*Las rocas sedimentarias aflorantes en el área de la hoja fueron objeto de estudios paleontológicos. A partir Du Graty (1.865), quien en su obra "República del Paraguay" mencionó que hasta la fecha de edición de su libro, no existía ningún trabajo publicado sobre fósiles en el país. Beder (1918) habla de las primeras impresiones fósiles en el país. Robustiano Vera (non data) citó la presencia de impresiones de "trilobites" en las arcillas del Cerro Aparipy.*

Conradi (1938), publicó un artículo con el título de "Cariy Loma Playa Fósil del Devónico Paraguayo" y a partir de ésta publicación quedaron descubiertas numerosas formaciones sedimentarias fosilíferas.

*Harrington (1950), describió una gran variedad de fósiles, determinando la presencia de pelecípodos, trilobites y braquiópodos, basado en las investigaciones y exploraciones realizadas por Boettner (1940-1944).*

En 1957 llegaron al Paraguay los Profs. Bentz y Putzer, acompañados de varios expertos, entre ellos el paleontólogo Wolfart (1957-1960), quien en 1961 publicó el resultado de sus observaciones.

El Departamento de Geología y Laboratorio del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, en Anónimo (1966), (Cuadrículas 40 ITA y 41 CORONEL OVIEDO), en los cuales mencionan la presencia de fósiles.

Vera Morínigo y Facetti (1970), dieron a conocer nuevas localidades fosilíferas silúricas.

Harrington (1972), publicó una detallada descripción de las unidades asignadas hasta entonces al Silúrico Paraguayo.

Más aportes a la Paleontología han sido realizados por Fulfaro y Palmieri (1976) y Baldis y Hansen (1977).

Escobar (1978), confirmó la edad silúrica inferior para los fósiles encontrados en las lutitas de la Formación Vargas Peña.

También cabe mencionar los trabajos de Micropaleontología y Palinología realizados por las diferentes compañías exploradoras de hidrocarburos y la empresa The Anchutz Co. (1977-1983).

Wiens (1984) y Bitschene & Lippol (1986) realizaron análisis petrográfico, geoquímico y geocronológico en las rocas del basamento. Mientras que Bitschene y Báez Presser (1989) se dedicaron a rocas alcalinas.

Spinzi (1983), Gómez (1991), Wiens et al. (1993) y Bartel (1994) describieron las características petrográficas y tectónicas de los sedimentos de los alrededores de Asunción.

Orué (1996) presenta una síntesis de la Geología del Paraguay Oriental con énfasis al magmatismo alcalino.

## 7 GEOLOGÍA REGIONAL

Geológicamente el área de estudio se encuentra al norte del Subcratón del Río Tebicuary, constituida por rocas antiguas, que afloran desde San Juan Bautista hasta Villa Florida. Esta unidad compuesta principalmente por rocas metamórficas de edad precámbrica inferior y hasta más antigua (Cubas et al. 1998) corresponde al denominado Complejo Basal del Río Tebicuary (Wiens 1984).

Discordantemente sobrepuesta a las rocas del Complejo del Río Tebicuary se encuentran los metasedimentos del Grupo Paso Pindó, probablemente de edad Proterozoico Medio. Las unidades anteriormente mencionadas son intruidas y cubiertas por rocas máigmatitas ácidas a intermedias de la Suite Magmática Caapucú, pertenecientes a la fase postectónica, de edad Eocámbrico-Cámbrico (Bitschene & Lippol 1986), Cubas et al. (1998).

La unidad sedimentaria paleozoica se halla constituida por una secuencia clástica, depositadas en ambiente fluvial costero a ma-

rino. La depositación de estos sedimentos se inicia a partir del Ordovícico Superior al Silúrico Superior-Devónico?.

La secuencia permocarbonífera suprayacente, depositada en suave discordancia erosiva y angular sobre las rocas del Paleozoico Inferior, presenta características relacionadas a ambiente glacial (Formación Coronel Oviedo). En tanto que la unidad superior, está constituida principalmente de sedimentos areno-siltíticos, depositados en ambientes continentales costeros y marino raso (Grupo Independencia).

La estructura tectónica resaltante ubicada al sur del área de la hoja es denominado Rift de Asunción. Esta estructura del tipo Graben originada a partir del basculamiento de bloques desarrolla el Valle de Acahay. El mismo es aprovechado para depositación de rocas sedimentarias jurásicas-cretácicas, mientras que las estructuras sirvieron de conductos a la intrusión de rocas ígneas alcalinas.

Gran parte de la zona se halla cubierta por sedimentos recientes no consolidados, principalmente pie de monte y planicies de inundación.

## 8 ESTRATIGRAFÍA

### 8.1 GRUPO PASO PINDÓ (PZ)

Harrington (1950/1956) fue el primer autor en mencionar las presencia de metasedi-



FOTO 1: METALUTITAS DE LA FORMACION CRISTO REDENTOR.  
COORD. UTM. 0482802 E - 7183590 N

mentos de los alrededores del Cerro Cristo Redentor, describió la presencia de areniscas lutíticas que subyacen a varvitas, atribuyéndoles una edad Pérmica.

Eckel (1959), emplea por primera vez la denominación "Grupo Paso Pindó" para señalar el paquete de rocas metasedimentarias que afloran al noreste de la ciudad de Villa Florida, en las cercanías de la Estancia Paso Pindó.

Mas tarde Putzer (1962) describió la secuencia como pizarras oscuras, finamente estratificadas, algo arenosas y cuarcitas claras infrayacentes, asignándoles una edad precámbrica inferior.

Orué (1996) interpretó la unidad como perteneciente a una secuencia vulcano sedimentaria, basándose en estudios petrográficos.

El Grupo Paso Pindó (pz) aparece en el área del mapa geológico de Caacupé, constituido por sedimentos de granulometría fina a muy fina y se halla expuesto en la base de la Serranía de los Altos, en una localidad ubicada entre las compañías Cerro Vera y Costa Jhú. Otra localidad de afloramiento importante se halla en las proximidades del pueblo de Pirayú, en donde se observa el contacto del grupo con las riolitas de la Suite Magmática Caapucú.

Las rocas del Grupo Paso Pindó consisten de sedimentos moderadamente metamorfizados y altamente tectonizados (plegados y fallados), asociados al Ciclo Tectónico

Brasiliano (580 a 590 m.a; Soller et. Al. 1987 en Englan, 1991). Los mismos se depositan en la fase sedimentaria inicial del ciclo y son estructurados y metamorfizados durante la etapa de apogeo del ciclo.

Los metasedimentos de este grupo en la Hoja Caacupé pertenecen a la Formación Cristo Redentor, definida en la Hoja Paraguarí (Foto 1).

**Petrografía:** Estas rocas corresponden a siltitas finas, micro-laminadas,

afectadas por moderado metamorfismo, que en la lamina presenta minerales de sericita y agregados cuarzo feldespático. La sericita se halla dispuesta paralela a la esquistocidad, encontrándose laminaciones ricas en limonita, asociadas con granos gruesos y acompañados con pequeñas placas de micas claras (muscovita), de aproximadamente 0,03 mm. Esta laminación en partes presenta crenulación y es atravesada por fracturas verticales a la esquistocidad, producidas por tectonismos posteriores.

## 8.2 SUITE MAGMÁTICA CAAPUCÚ

Inicialmente las rocas magmáticas de ésta unidad han sido divididas por Kanzler (1987) en cuatro diferentes tipos: (Granitos Barrerito, Jhú, Casualidad y Charará).

En concordancia con Kanzler (1987), la mayor parte de éstas denominaciones ha sido mantenida por el equipo de mapeo de la Hoja Villa Florida (Cubas et al., 1997), ya que se han individualizado los mismos tipos de rocas en función a sus características petrográficas y/o ocurrencias de campo.

Las características petrográficas de las rocas de la Suite Magmática Caapucú son debido a los diferentes niveles de emplazamiento (batolitos, stoks, diques, y capas de lavas), en los cuales las intrusiones y extrusiones de magma ocurrieron mas o menos al mismo tiempo, pero en diferentes pulsos, al final del Proterozoico Superior e inicio del Cámbrico.

### 8.2.1 Porfido de Granito (Tipo Fanego)

En la localidad de San Bernardino, en contacto discordante con conglomerados suprayacentes del Grupo Caacupé, afloran rocas subintrusivas hipoabisales, de color rosado a gris, de textura porfirítica, normalmente en estado de alteración (Foto 2).

**Petrografía:** Este material se presenta al microscopio como roca cristalina de textura porfirítica, con fenocristales de cuarzo, plagioclasa y biotita. La plagioclasa se encuentra alterada y presenta una pigmentación oscura, en parte rica en sericita y clorita. La biotita ocurre en granos aislados y gene-

ralmente está reemplazada por clorita. La matriz es de grano fino, xenomórfica, compuesta por pequeños granos de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa. Como minerales accesorios ocurren epidota y fluorita, esta última de color violeta.

### 8.2.2 Riolita

*En la localidad de Pirayú se hallan expuestas rocas riolíticas, de color generalmente gris oscuro, marrón rojizo y rosado. Estas poseen textura porfirítica, con gran predominancia de la matriz sobre los fenocristales de cuarzo y feldespato. Dicha matriz es afanítica compuesta de minerales micro-criptocristalinos de cuarzo y feldespato (Foto 3).*

**Petrografía:** Esta roca presenta textura piroclástica, con fenocristales de feldespato, cuarzo y fragmentos líticos. Los feldespatos son subhedrales a anhedrales, se encuentran alterados a sericita y minerales arcillosos, algunos fenocristales presentan crecimiento gráfico con cuarzo. El cuarzo se presenta en forma anhedral con bordes corro-

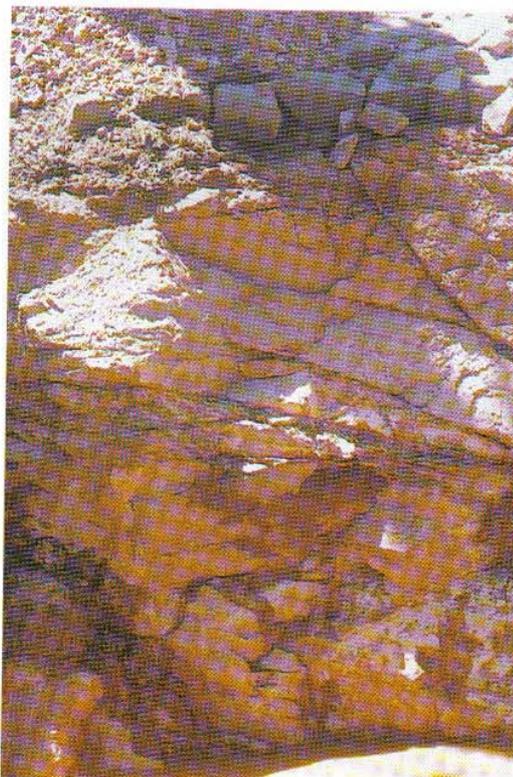


FOTO 2: ROCA GRANITICA DE LA SUITE MAGMATICA CAAPUCÚ.  
COORD. UTM. 0469213 E - 7201297 N



FOTO 3: TOBA RIOLÍTICA. AFLORAMIENTO UBICADO EN YPACARAI, CANTERA M.O.P.C.

dos, a veces totalmente fragmentado, como así también el feldespato. Entre los fragmentos líticos se encuentran: metasiltitas, posiblemente arenisca y dacita (?). Las metasiltitas presentan clivaje y están compuestas por cuarzo, muscovita y clorita. Las areniscas contienen granos irregulares de cuar-

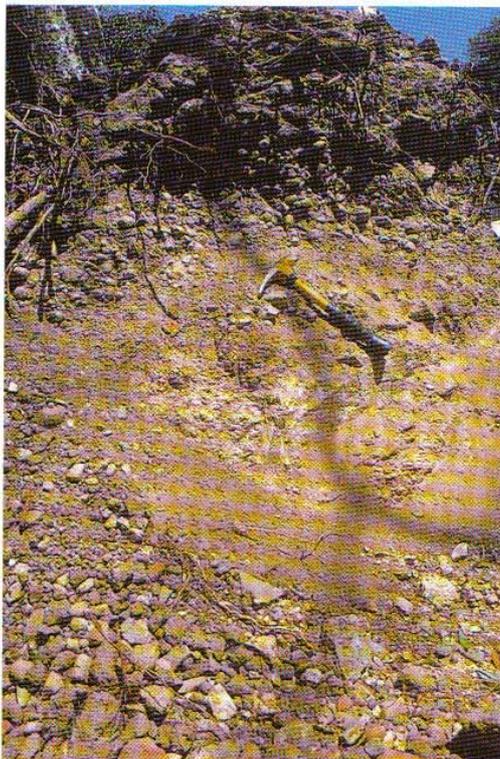


FOTO 4: CONTACTO DE CONGLOMERADO PARAGUARI CON GRANITOS DE LA SUITE MAGMÁTICA CAAPUCU. COORD. UTM. 0469552 E - 7201255 N

zo, epidota y minerales opacos. Los fragmentos de dacita (?) presentan minerales de feldespato (plagioclasa) y ferromagnesianos alterados. Como minerales secundarios se observan carbonato, biotita y clorita, además de circón como accesorio. Todos éstos componentes se encuentran incluidos en una matriz con arreglo esferulítico (compuesto por finos agregados cuarzo-feldespático con disposición radial), polvo vítreo, cuarzo astilloso y material micáceo

muy fino disseminado. La matriz exhibe en partes estructura fluidal con porciones microgranulares, compuestos por cuarzo recrystallizado. De acuerdo a su composición se clasifica como una Toba riolítica.

### 8.3 GRUPO CAACUPÉ

Este Grupo ha sido descrito por Harrington (1950) como Serie Caacupé, dividiéndolo en conglomerado Paraguari y areniscas Piribebuy.

Harrington (1956) cambia la denominación anterior por Grupo Caacupé, y Harrington (1972) subdivide al grupo en tres unidades, las cuales fueron utilizadas en trabajos posteriores.

- Areniscas de Tobatí
- Areniscas de Cerro Jhú
- Conglomerado de Paraguari

#### 8.3.1 Formación Paraguari

Consiste en un paquete sedimentario clástico, formado principalmente de conglomerado con intercalaciones de areniscas arcóscas, las cuales son más frecuentes en la parte superior de la formación, siendo esta la característica transicional a la unidad superior.

Los afloramientos más resaltantes aparecen en la base de la Serranía de los Altos, en general son cuerpos pequeños, que subra-

yasen en forma subhorizontal al basamento cristalino de la Suite Magmática Caapucú, lo cuál es observado en San Bernardino, (Foto 4). En otros puntos los conglomerados afloran discordantes al Grupo Paso Pindo con espesores de algunos centímetros a 1 metro.

Litológicamente estos conglomerados son oligomícticos y se caracterizan por poseer clastos de cuarzo de veta predominantes y en menor proporción clastos de pórfido cuarcífero. Los clastos se presentan generalmente redondeados a esféricos.

Las arcosas constituyen componentes litológicos menores asociadas a los conglomerados, de granulometría mediana a gruesa, mal seleccionados, presentan estratificación cruzada acanalada.

*La edad de la Formación Paraguari es definida en forma relativa, tomando como base los fósiles presentes en las lutitas superiores, datadas del Llandoveryano (Climacograptus innotatus brasiliensis). La edad de la sedimentación de estos conglomerados es atribuida al Caradociano (Graham, 1992). La depositación se realiza en un ambiente continental de abanicos aluviales, asociados a sistemas de ríos entrelazados.*

### 8.3.2 Formación Cerro Jhú – Tobatí (indiferenciado)

La denominación de formaciones fue propuesta por Harrington (1972). Cerro Jhú Sandstone y Tobatí Sandstone son sinónimos de "Areniscas Piribebuy" Harrington (1950), "Sandstein von Caacupé" Wolfart (1961) y "Arkosie Sandstone/White Sacharodial Sandstone" Eckel (1959).

Afloramientos de esta unidad aparecen cruzando la hoja dirección NW-SE. Está constituida esencialmente de areniscas feldespáticas, homogéneas de colores claros, de granos redondeados y escaso ce-



FOTO 5: ARENISCAS CON ESTRATIFICACION CRUZADA E INTERCALACIONES DE LUTITAS- COMPAÑIA COLON . COORD. UTM. 0472061 E – 7802454 N

mento, localmente se hallan intercalas con arcillitas y siltitas. En general las areniscas se presentan en espesas camadas, en algunos casos con estratificación cruzada sigmoidal, en otros plano paralela y en algunos casos hasta laminadas.

**Petrografía:** Esta unidad consiste de areniscas conglomerádicas, de granos subangulosos a subredondeados, mal seleccionados. Presenta principalmente minerales de cuarzo en un 75%, en algunos casos estos presentan bordes decrecimiento y en otros son policristalino, además 5% de feldespato y 20 % de minerales arcillosos, estos últimos en forma de matriz (trazas de mica, circón y turmalina).

Inmediatamente en contacto con la Formación Paraguari esta secuencia presenta areniscas cuarzo feldespáticas de grano grueso a medio, intercalada con niveles conglomerádicos, conteniendo esta parte inferior predominantemente granos mal seleccionados y niveles de material ferruginoso.

En la parte media a superior las areniscas se presentan dispuestas en camadas lenticulares y con carácter granulométrico gradacional (Foto 5). Esta gradación pasa de conglomerados finos en la base, a areniscas y siltitas arcillosas en el techo. En la Compañía Colón de San Bernardino, estas areniscas se caracterizan por su estratificación cruzada, con ordenamiento grano decreciente.

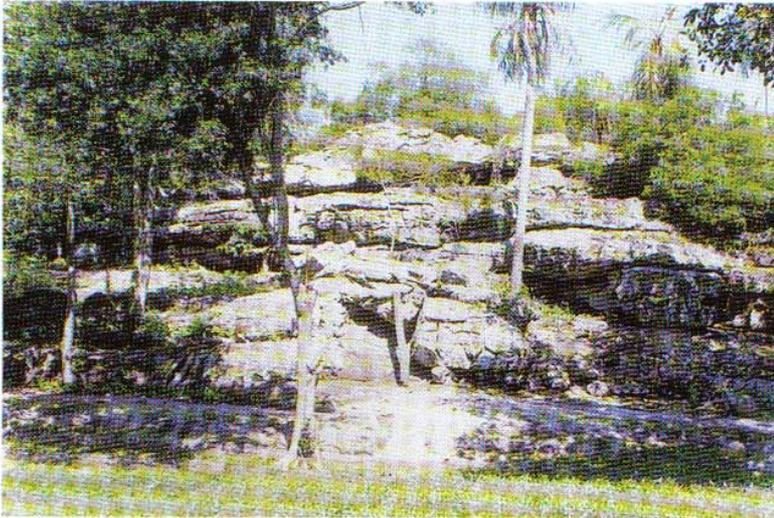


FOTO 6: ARENISCAS TOBATI, CON ESTRUCTURA SIGMOIDAL.  
COORD. UTM. 0466857 E - 7224089 N

En gradación vertical y horizontal las Areniscas Cerro Jhú basan a areniscas sacaroidales, de colores blanco amarillento, de granulometría media a fina. La ausencia de cemento en estas areniscas favorece la friabilidad y presenta las mismas características sacaroidales. Aproximadamente a 10 km. de Caacupé, hacia la ciudad de Tobatí, estas areniscas sacaroidales presentan granulometría gruesa. En el afloramiento las capas arenosas se hallan dispuestas buzando en dirección SE.

En otras localidades el mismo conjunto constituye areniscas de grano fino, cuarzosas, de color blanco, friables, con escaso cemento caolinítico. Las mismas se presentan en capas gruesas, buzando al SE, presentando localmente estratificación cruzada.

Se sugiere para la Formación Tobatí un ambiente deposicional de aguas marinas poco profundas, aunque no se descarta que parte de la misma podría ser de origen fluvial (Foto 6).

#### 8.4 GRUPO ITACURUBÍ

Beder e Windhausen (1918), fueron los pioneros en estudios geológicos y paleontológicos respectivamente, en las sedimentitas que posteriormente Harrington (1958) deno-

minó Serie Itacurubí. El mismo autor incluye en este grupo a las arcillas encontradas en la cantera Vargas Peña, como así también las areniscas intercaladas con arcillas, que afloran en las proximidades de la ciudad de Eusebio Ayala.

Harrington (1956) designó con el nombre de Grupo Caacupé a toda la secuencia Silúrica y mantuvo la edad Devónica para el Grupo Itacurubí, siendo aceptada ésta por Eckel (1959).

Según Wolfart (1962) la parte superior de esta unidad se halla constituida por areniscas finas a medias, intercaladas con arcillas y siltitas. Este autor atribuyó un origen marino y una edad Llandoveryana a las mismas, esto último debido a su contenido fosilífero, denominándolas como areniscas Cerro Perro.

Edad	Wolfart (1961)	Harrington (1950-1956)		Edad
Llandoveryano inferior	Arenisca del Cerro Perro	Grupo Itacurubí		Devónico inferior
	Lutitas de Vargas Peña			
	Arenisca de Eusebio Ayala			
Llandoveryano inferior?	Arenisca de Caacupé	Arenisca de Piribebuy	Grupo Caacupé	Silúrico inferior
Ordovícico?	Conglomerado basal	Conglomerado de Paraguari		
	Precámbrico?	Proterozoico (?) y Arqueozoico (?)		

TABLA 2

Formaciones según Harrington (1.972)	Formaciones según otros autores	
Arenisca Cariy (No menos de 100 m. de espesor; ambiente marino, probablemente nerítico a subproximal).	Areniscas del Cerro Perro y parte de las Areniscas de Eusebio Ayala.	Grupo Itacurubí (300-350m. de espesor Llandooveriano inf.).
Lutita Vargas Peña (10-20 m. de espesor; ambiente marino, probablemente somero, nerítico proximal).	Lutita Vargas Peña	
Arenisca Ayala (200-250 m. de espesor; probablemente nerítico a sublitoral).	Areniscas de Eusebio Ayala.	
Arenisca Tobati (150-200 m. de espesor, ambiente marino somero, en parte fluvial).	Parte superior de las Areniscas de Caacupé y de Piribebuy.	Grupo Caacupé (700-750 m. de espesor; Llandooveriano inf.).
Arenisca Cerro Jhú (450-500 m. ; ambiente marino somero).	Parte inferior de las Areniscas de Caacupé y de Piribebuy.	
Conglomerado Paraguari (Fluvial).	Conglomerado basal.	

TABLA 3

Las consideraciones de Harrington (1950 y 1956) con Wolfart (1961) y Harrington (1972) con otros autores, son resumidas en los tablas 2 y 3:

Las denominaciones de Harrington (1972) fueron aceptadas e utilizadas por varios autores posteriores Proyecto PAR 83/005 (1986); Escobar (1987); Ciguel et al. (1987); Ciguel (1988); Ciguel e Orué (1990) y Dyck (1991).

Orué et al. (1992) modificó la estratigrafía del Grupo Itacurubí, reconociendo tres unidades, la inferior y superior diferentes a aquellas propuestas por Harrington (1972). Este autor sugirió para las rocas del área de las Cordillera, la denominación de Eusebio Ayala, el cual engloba las formaciones Vargas Peña y Cariy y las formaciones Boquerón e Isla Pucú, como unidades inferior y superior respectivamente componentes del Grupo Itacurubí.

Los trabajos realizados en la Hoja Caacupé, definen al Grupo Itacurubí como una secuencia compuesta areniscas micáceas, arcillosas bien estratificadas, de granulometría fina a muy fina, principalmente en la parte superior y con abundante material fosilífero e icnofósiles (Foto 7).

#### Petrografía:

- 1 Areniscas de grano fino de escasa porosidad, espacios ocupados por minerales de hierro, tamaño de granos de 0,15 mm, subangulares, muy bien seleccionados. El contenido minerales es de 70% de cuarzo, 5% de mica y 25% de minerales opacos, como elementos trazas se observan feldespatos alcalinos, turmalina y circón.
- 2 Limonitas de grano medio (0.023 mm), de granos subangulares a subredondeados, con muy buena selección, granos en contacto sutural, porosidad > 3 %. El contenido mineral se resume en 95% de cuarzo, escaso cemento, pequeña cantidad de feldespato alterado, elementos trazas de turmalina, mica y circón.

Las estructuras de deposición indican un ambiente marino muy raso algo regresivo, con influencia litoral. Estas características pueden ser apreciadas claramente en la Estancia Ypecúa, donde areniscas se hallan intercaladas con lutitas. Otra localidad ubicada al W del Valle de Ypacaraí muestra lutitas micáceas blancas, a veces teñidas de amarillo pardo y rojo como componentes de la misma unidad (Foto 8).

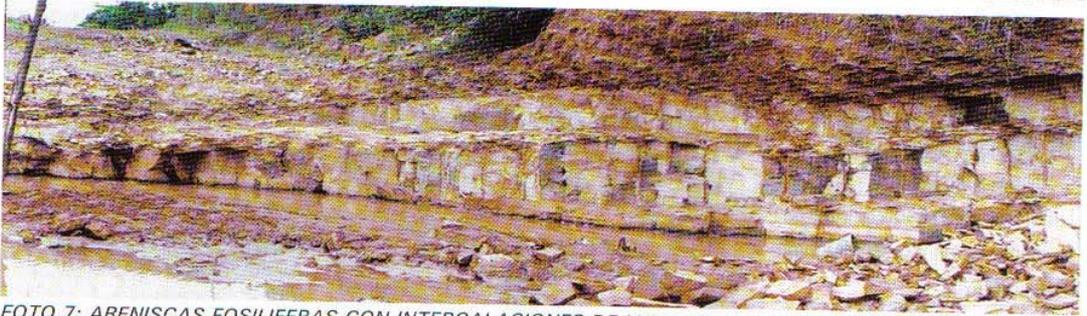


FOTO 7: ARENISCAS FOSILIFERAS CON INTERCALACIONES DE LUTITAS. GRUPO ITACURUBI. COORD. UTM. 0482758 E - 7228259 N

Bioestratigráficamente la secuencia silúrica en el Paraguay Oriental se caracteriza por su alto contenido fosilífero. El contenido fosilífero de los tipos Graptolites, Trilobites, Bivalvos, Gastrópodos, permite ubicar éstos sedimentos en el Llandoveryano (Silúrico Inferior). La identificación de *Climacograptus innotatus brasiliensis* y *Climacograptus modestus*, confirman ésta edad (Escobar 1978). Además la presencia de ejemplares de Cricoconáridos, en especial la abundancia de *Tentaculites* asociado a la granulometría del sedimento indica un ambiente de depositación marino somero, de plataforma altamente estable. Otra característica resaltante radica en la presencia de pocas formas mutantes o biológicamente es-

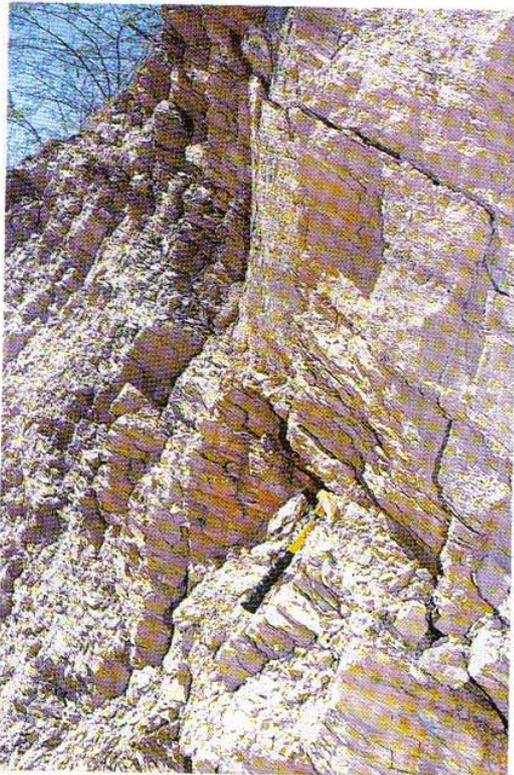


FOTO 8: LUTITAS FOSILIFERAS DEL GRUPO ITACURUBI. COORD, UTM. 46692 E - 19302 N

tables y frágiles, evidenciado por la presencia de Archeocyatidos, lo que indica tranquilidad ambiental.

La presencia de *skolithos verticalis* y *skolithos ayalis*, en areniscas inferiores de la unidad indican periodos de sedimentación insignificante (Ciguel 1987) (Foto 9).

La ausencia casi total de diagénesis en las lutitas del Grupo Itacurubí permite definir una baja carga litostática en estos sedimentos.

### 8.5 FORMACION ARROYOS Y ESTEROS

Harrington (1950), lo describió como areniscas friables, poco cementadas, color amarillo a rosado, de granulometría gruesa, con intercalaciones de arcillas y areniscas conglomerádicas.

Dyck (1991) observó similitudes litológicas entre sedimentos del área de Arroyos y Esteros y las areniscas Tobatí, atribuyendo tectonismo al posicionamiento de uno con respecto al otro.

Orué et al. (1992) conservó la denominación de Formación Arroyos y Esteros, propuesta inicialmente por Beder y Windhausen (1918).

Las rocas de la Formación Arroyos y Esteros afloran en una faja continua e irregular, en dirección NW-SE, desde las proximidades del Río Paraguay hasta la localidad de Rojas Silva.

**Petrografía:** Este conjunto de rocas consiste de arenisca de grano medio a grueso, con formas subangulares a subredondeados, contacto sutural y longitudinal, de selección moderada a pobre. Mineralógicamente se halla compuesta 95% de cuarzo, algunos de ellos con sobrecrecimiento y 5% de mineral arcilloso (caolín), trazas de turmalina, mica, circón y rutilo.

En las proximidades de la localidad de Aceval la Formación Arroyos y Esteros se halla constituida por areniscas de granulometría media a gruesa, conteniendo niveles de areniscas conglomerádicas, con cantos de cuarzo. Las areniscas en ocasiones son friables en sus niveles inferiores, las mismas presentan estratificación cruzada, o bancos macizos.

*Estas areniscas son interpretadas como depositadas en ambiente eólico y fluvial costero con influencia marina lateral. El ambiente continental en la base de la unidad es caracterizado por estratificación cruzada acanalada, como depósitos de canales, presencia de clastos de arcillas y superficies erosivas (Foto 10). En los pozos Asunción 1 y Asunción 2, las investigaciones micropaleontológicas indicaron la presencia de tetradas y chitinozoarios pertenecientes a los géneros conochitina y ancyrochitina de edades eosilurianas (Milani et al. 1992) En los análisis bioestratigráfico de rocas*

*Silúricas y Eodévónicas de la Cuenca del Paraná en el Paraguay Oriental, en muestras de los pozos Asunción 1, RD-115 y RD-116, se ha podido constatar la presencia en los sedimentos más finos próximo al techo la existencia de Ramochitina magnífica, un Quitinozoario praguiano (GRAHN 1998).*

### 8.6 GRUPO ASUNCIÓN

Inicialmente éstos sedimentos fueron relacionados con la Formación Misiones, debido a sus características litológicas, su color y su época de depositación Harrington (1950), Eckel

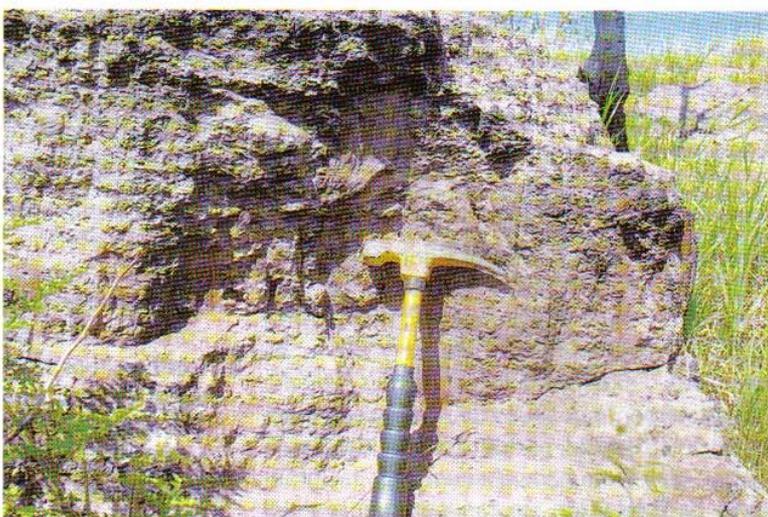


FOTO 9: ARENISCAS BIOTURBADAS. PRESENCIA DE SKOLITHOS. COORD. UTM. 0472313 E -7228270 N



FOTO 10: ARENISCAS DE GRANO MEDIO A FINO DE LA FORMACION ARROYOS Y ESTEROS. CORTE DE CAMINO ACCESO NORTE, EN LAS CERCANIAS DE LA CIUDAD DE ARROYOS Y ESTEROS

(1959), MOPC (1966), The Anschutz Co. (1981).

El Proyecto Par 83/005, (1986) denominó Formación Patiño al relleno de esta fosa. Esta denominación fue utilizada inicialmente por Gómez Duarte (1979) Franco et al. (1980), haciendo referencia a la secuencia fanglomerática aflorante en los alrededores del Cerro Patiño. El nombre de "Grupo Asunción" fue inicialmente utilizada por Gómez (1991) y luego adoptado por Bartel (1994) Orué (1996).

El relleno de la fosa presenta una distribución irregular cubriendo una superficie aproximada de 2.500 km<sup>2</sup>, aflorando en el extremo NW del "rift", desde Villa Hayes, hasta las inmediaciones de la Serranía de Ybytymí.

Los sedimentos del Grupo Asunción se depositan en el seno de una estructura del tipo semigraben. Esta estructura con característica extensional fractura y bascula la sedimentación paleozoica preexistente, tanto como, la sedimentación sin rift y las rocas intrusivas y extrusivas alcalinas mesozoicas, inmediatamente después de su emplazamiento. El inicio de la estructuración del semigraben del Bloque de Asunción y la inmediata depositación de los sedimentos del grupo, es marcado relativamente a un pulso tectónico en el marco de la estructura mayor.

La depositación de los sedimentos del Grupo Asunción es caótica, caracterizada por la presencia de "depósitos de taludes de monte, abanicos aluviales, arenas fluviales y hasta eólicas, presenta sedimentación mal seleccionada en la base, inmadura, debido a la



FOTO 11: CONTACTO DE LAS LUTITAS SILURICAS CON CONGLOMERADOS DEL GRUPO ASUNCIÓN. COORD., UTM. 46692 E - 19302 N

rápida subsidencia de la estructura y el abrupto paisaje diseñado para el mismo.

Las litologías dominantes de éste grupo son fanglomerados, conglomerados y areniscas conglomerádicas y areniscas.

Los afloramientos en las cercanías de Aregua y Cerro Patiño, corresponden a la fase fanglomerática en sus niveles inferiores, son sedimentos de color rojo a marrón, semi-consolidados, poco seleccionados, sin estratificación; su matriz es de granulación media a gruesa, generalmente friables y con silicificaciones locales. La fracción clástica contiene cantos angulares a subredondeados, de rocas sedimentarias de los flancos de la estructura, rocas precámbricas y las magmatitas alcalinas recientemente emplazadas.

Los clastos son fragmentos de cuarzo, cuarcitas, granitos, rocas metamórficas, areniscas y rocas alcalinas, con tamaños que varían desde pocos centímetros de diámetro a más de 45 cm (Foto 11). Se observa una rápida granodecrecencia en la granulometría.

Los conglomerados se pueden diferenciar en oligomicticos y polimicticos, los primeros se presentan sin estratificación, semiconsolidados, con matriz cuarzosa de granulometría media a gruesa, sus clastos son redondeados a subredondeados y su composición es de cuarzo. Los conglomerados polimicticos contienen clastos de cuarzo, rocas calcáreas y cuarcitas, se presentan subredondeados a angulosos.

Las areniscas superiores de la unidad presentan granulometría gruesas en principio, pasando a finas en los tramos superiores, pueden contener horizontes conglomerádicos. En general las areniscas de los tramos inferiores presentan coloración roja a marrón oscuro, con algunos niveles claros, se hallan mal seleccionados, son friables y localmente presentan silicificaciones. La matriz se halla constituida predominantemente por minerales arcillosos y están impregnados de óxido de hierro.

En la parte superior, éstas areniscas presentan granulometría fina, muy buena selección y alta redondez de sus granos componentes. La composición mineralógica es predo-

minantemente cuarzo. Estas características le confiere a la roca la capacidad de formar columnares, debido a contracción por calentamiento y enfriamiento. Este fenómeno ocurre a causa de intrusiones de diques alcalinos de edad Terciaria y se observan en Aregua (Cerros Coí y Chororí), Luque, Piquete Cué, y San Lorenzo (Foto 12).

### 8.7 SUITE INTRUSIVA ÑEMBY

En los alrededores de la ciudad de Asunción, es conocida la presencia de rocas magmáticas intrusivas alcalinas desde Bertoni (1921), Boethner (1947) Miraglia (1965) y Stormer et al. (1975), focalizando los afloramientos en los alrededores de Asunción. Bitschene (1987) describe la ocurrencia de nefelinitas que afloran en las inmediaciones de la ciudad de Asunción, en especial lherzolitos en lavas basálticas.

Bitschene & Báez (1989) analizaron la química de los basaltos y las fonolitas paleógenas de la Provincia Central. Comin-Chiaramonti et al. (1991) describieron la petrografía y la química de los xenolitos incluidos en éstas rocas.

En el área del Bloque de Asunción, las intrusiones de magmatitas cenozoicas se presentan en forma de diques alineados. Inicialmente las rocas de la Suite Magmática Ñemby estaban restringidas al área del Bloque de Asunción, posteriores análisis petrográficos, geoquímicos y geocronológicos extendieron el área de emplazamiento de las mismas al Valle de Acahay (Velázquez 1992; Báez, 1992).

La química de las magmatitas de esta suite define ankaratritas, nefelinitas, fonolitas y fonotefritas, mientras que la petrografía las clasifica como nefelínicas y fonolíticas, con presencia de nódulos o xenolitos peridotíticos.

**Petrografía:** la muestra colectada en la localidad de Limpio se clasifica como Nefelina-Basanita, equivalente a Olivino-alkali-basalto con nefelina normativa. Esta roca presenta textura porfírica, con inclusiones de areniscas y piroxenita ?, su contenido mineralógico define fenocristales de olivino, de tamaño hasta 2mm., en partes presenta inclusiones de spinel de color amarillo-marrón y esmectita. La matriz se halla constituida

por pequeños cristales de piroxeno, magnetita y apatito, asociados con plagioclasa y nefelina. Presentan inclusión de arenisca con silicificación secundaria, con granos de cuarzo detríticos redondeados, en una matriz de arcilla y carbonato, en el borde de ésta inclusión se encuentra clinopiroxeno y plagioclasa. Otras inclusiones corresponden a piroxenita ?, éstas contienen como minerales principales titanogaugita zonado, con núcleo más claro, que a su vez presenta inclusiones de esfena y olivino, raras veces biotita y vidrio volcánico.

Dataciones realizadas en rocas de los Cerros Ñemby y Lambaré, dieron edades en un rango comprendido entre los 60 a 38 Ma. Otras dataciones por el método K/Ar hechas en las fonolitas traquíticas del Cerro Giménez, dieron una edad de 66,0 Ma. (Velázquez et. A., 1992), por lo que estas rocas pertenecen a la fase magmática del Ciclo Tectónico Andino, durante el Terciario Inferior.

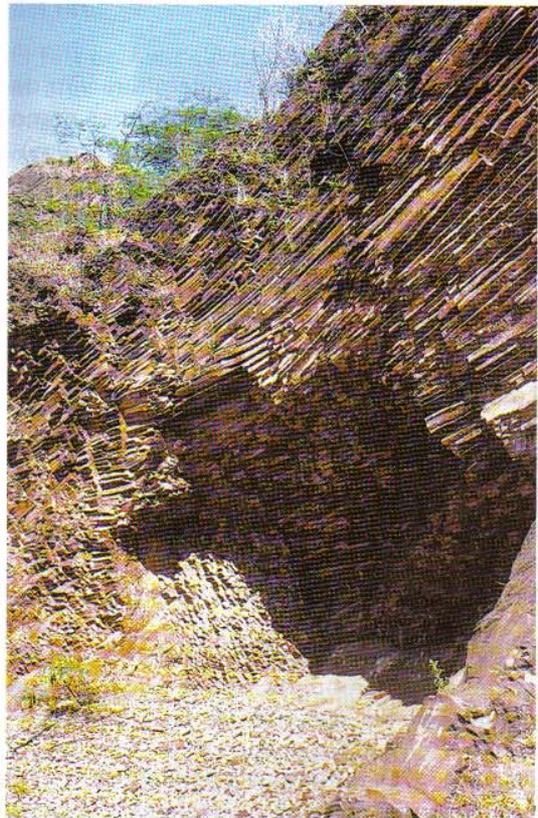


FOTO 12: ARENISCAS COLUMNARES DEL GRUPO ASUNCIÓN. CERRO COÍ – AREGUA

### 8.8 *SEDIMENTOS ALUVIALES Y COLUVIALES (q2)*

Estos sedimentos ocupan gran extensión en el área de la Hoja Caacupé, circundando áreas elevadas, principalmente formando depósitos de pie de monte, y como suelos transportados y redepositados en zonas bajas.

Los suelos se presentan conglomerádicos, arenosos y en hasta arcillosos, dependiendo del tipo de roca de proveniencia. Los sedimentos de pie de monte de la Cordillera de los Altos se presentan arenosos gruesos a conglomerádicos, arenoso medio a fino al NW de la Hoja, mientras que los depósitos del SE de la misma se presentan arenosos medio a grueso.

El espesor de éstos sedimentos se ajusta a la topografía del terreno en el cual se deposita, por lo que presenta muy variado espesor, pudiendo contener desde centímetros a 5 m y hasta más en algunos casos.

### 8.9 *SEDIMENTOS DE PLANICIE (q1)*

Estos suelos son producto de alteración de las rocas circundantes, redepositadas como relleno de las planicies y material de colmatación de los drenajes actuales. Los primeros son arcillosos, con alto contenido de materia orgánica y los segundos son arenosos y constituyen el material de arrastre, producto de la erosión de las áreas adyacentes.

Las planicies y las cuencas más significativas son formadas por los ríos y arroyos que riegan la zona y la del lago Ypacaraí. El espesor de éstos sedimentos va de centímetros a aproximadamente 10 m.

## 9 TECTÓNICA

El Paraguay está ubicado al S-SW de los núcleos Precámbricos Sudamericanos que conforman los escudos de las Guyanas al Norte, Central Brasileño en el Centro y el Escudo Brasileño del Atlántico al Este. Almeida (1967) definió como plataforma de Guapore a los afloramientos del basamento

al Sur del Escudo Central Brasileño que abarca el SW de Brasil y el SE de Bolivia con la denominación Amazonico-Sunsas.

En el borde SE del Cratón de Amazonas se halla la Faja de Plegamiento Paraguai-Araguaia de edad proterozoica superior, atribuyéndose su origen al Ciclo Brasiliano.

Remanentes del Cratón Amazónico-Sunsas y de la Faja Paraguai-Araguaia están expuestos en la zona del Río Apa a lo largo de su límite con el Brasil, en el área del Río Tebicuary y en el Alto de Asunción. Estos últimos contienen granitos en la localidad de San Bernardino y riolitas en Pirayú de edad Brasiliana (K-Ar. 573 Ma, Rb-Sr. 532 Ma.).

El Ciclo Tectónico Brasiliano (700/450 Ma.) constituye el evento formador de la Cuenca del Paraná (Ramos 1998) Las rocas sedimentarias depositadas en la misma son predominantemente paleozoicas, de las cuales la secuencia basal más antigua corresponde a la neo-ordovícicas/eo-siluriana.

En la evolución de la sedimentación de la Cuenca del Paraná a partir del Carbonífero Superior sufre las consecuencias de la epirogénesis positiva Eohercyniana, en el interior del continente (López Gamundi 19XX), estructurando la misma a condiciones del tipo rampa para la sedimentación de la secuencia permocarbonífera.

El Ciclo Tectónico Sudatlántico reestructura nuevamente la cuenca a partir del Triásico (Putzer 1962). Esta reestructuración se realiza a consecuencia de la apertura del Atlántico Sur, dando origen en el interior del continentes a estructuras distensionales, que en Paraguay Oriental corresponde al Rift de Asunción.

Como elemento estructural de mayor relevancia en la Hoja Caacupé y componente del rift, se halla el sistema de fallas definido por Harrington (1950) con la denominación de Graben de Ypacaraí, Putzer (1962) se refiere a ésta estructura como zonas de fallas subverticales. DeGraff (1981) confirma la idea de fallas normales orientadas en dirección N-S cuyos lados occidentales habrían descendido 925 m Y 1.125 m. como máximo en lo bordes orientales. DeGraff-Orué (1984) denominan Rift de Asunción, a la

megaestructura, cuya extensión es de aproximadamente 200 km de largo y entre 25 y 40 km de ancho. Numerosas ocurrencias alcalinas se encuentran relacionadas a ésta estructura también en el área que corresponde a la Hoja Caacupé.

El Ciclo Tectónico Andino, en el Paleógeno reactiva la estructura en general, permitiendo el emplazamiento de magmatitas y dando lugar a la morfología actual.

## 10 GEOLOGÍA HISTÓRICA

La historia geológica y tectónica de la Cuenca del Paraná en el Paraguay Oriental, está constituida por tres grandes secuencias de sedimentación, asociadas a ciclos tectónicos, modificando las condiciones ambientales de la cuenca regionalmente controlando la sedimentación subsecuente. Dos de las unidades sedimentarias se originan en el Paleozoico y la tercera en el Mesozoico.

El evento formador de la Cuenca del Paraná, el Ciclo Brasiliano, presenta una fase sedimentaria que corresponde a las sedimentitas del Grupo Paso Pindó, seguida de una fase tectonomagmática, evidenciada por las rocas ígneas ácidas de la Suite Magmática Caapucú.

La tectónica junto al emplazamiento de magmatitas posttectónicas pliega y metamorfiza las rocas sedimentarias, condicionando el basamento para la sedimentación subsecuente a partir del Ordovícico Superior al Devónico, como la primera secuencia sedimentaria de esta cuenca. La secuencia se inicia con un conglomerado basal en las márgenes del sub cratón, en un ambiente fuertemente estructurado. Lateralmente se asocian a estos areniscas conglomerádicas y areniscas arcósicas, posteriormente a areniscas de depósitos deltaicos, en un ambiente transgresivo. Esta transgresión llega a un punto de máxima inundación depositando arcillitas y areniscas laminadas durante el Llandoveryanos, y en su etapa regresiva deposita sedimentos con gradación invertida de areniscas finas a areniscas de granulometría muy gruesa en el techo.

Esta secuencia de depositación es interrumpida por un evento tectónico pos Devónico que reestructura la cuenca a partir del Carbonífero inferior a medio, por lo cual exis-

te un lapso de amplia erosión de la sedimentación ya existente, la cual se reanuda a partir del Carbonífero Superior hasta el Pérmico Superior en discordancia erosiva sobre la secuencia anteriormente mencionada. La secuencia Permocarbonífera presenta características muy variadas, en un ambiente fluvio-glacial a costero en condiciones transgresivas y regresivas en su fase final. Está constituida por una sucesión clástica de conglomerados, areniscas, areniscas conglomerádicas, areniscas calcáreas, siltitas y arcillitas, estos sedimentos contienen en algunas localidades maderas petrificadas

El resultado de la tectónica postdevónica actuante, es evidenciado por una subsidencia que es atribuida a la etapa inicial del Rift de Asunción. La segunda secuencia de sedimentación es interrumpida, por efectos de la tectónica del ciclo Sudatlántico, como resultante de la apertura del Atlántico sur. Esta tectónica de características extensionales reactiva la ya incipiente estructura del Rift de Asunción. Este ciclo tectónico presenta una fase magmática extrusiva de conos y diques alcalinos a lo largo de la estructura del rift.

El Rift de Asunción forma un semigraben en el área del Bloque de Asunción, con sedimentación local de conglomerados y areniscas del Grupo Asunción. Esta sedimentación es interrumpida por un evento tectónico asociado al Ciclo Andino, que en áreas de inestabilidad tectónica emplaza diques y conos de la Suite Intrusiva Ñemby, la morfología actual es la resultante de ciclos erosivos y posterior redepositación hasta la actualidad.

## 11 GEOLOGÍA ECONÓMICA

### 11.1 MATERIALES PARA VIDRIO

Recursos silíceos de variedad clástica corresponden a las areniscas y las arenas cuarzosas. Estos son considerados las mejores materias primas para la fabricación de vidrio.

En el país existen tres empresas que se dedican a la fabricación de vidrios huecos, las mismas son: "Vidriería Paraguaya S.A.", "Cristalería Asunción S.A." y "Cristalería Sajonia S.A.".

MUESTRA N°	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
2278		0.089	0.61	0.070	0.003	0.049	0.008	0.006	0.034
2279		0.140	0.38	---	0.001	0.049	0.007	---	0.025
*2280	98.48	0.087	0.24	0.157	0.003	0.049	0.006	0.001	0.020
*2280a	98.72	0.115	0.27	0.220	0.004	0.110	0.020	0.030	0.020
*2282	98.63	0.109	0.21	---	0.002	0.049	0.008	---	0.021
*2282a	98.85	0.107	0.35	0.050	0.003	0.110	0.020	0.030	0.020
2283		---	0.38	---	---	---	---	---	---
2284		0.029	0.18	0.014	0.002	0.049	0.009	---	0.009
2285		0.014	0.14	---	0.002	0.049	0.004	---	0.014
2286		0.018	0.24	---	0.002	0.055	0.004	---	0.015
2289		0.058	0.59	---	0.001	0.042	0.006	---	0.017
2290		0.43	0.14	0.007	0.002	0.049	0.006	0.003	0.014
2291		0.035	0.35	---	0.002	0.049	0.007	0.003	0.017
2292		---	0.38	0.042	0.003	0.048	0.009	0.003	0.017

TABLA 4: ANALISIS QUIMICO DE MUESTRAS LAVADAS DE LA FM TOBATI (Obs.: (\*): Muestras analizadas por método de R.F.A. en la B.G.R. Alemania(a): Porciones diferentes de las mismas muestras separadas por cuarteo.)

MUESTRA N°	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
2278		0.120	2.850	---	0.001	0.042	0.004	0.022	0.064
2279		0.170	1.790	---	---	0.062	0.007	0.013	0.056
*2280	95.76	0.150	2.030	0.256	0.002	0.063	0.009	0.013	0.063
*2280a	96.18	0.222	0.191	0.400	0.005	0.110	0.030	0.030	0.040
*2282	96.41	0.070	1.550	---	0.001	0.069	0.009	0.023	0.044
*2282a	97.26	0.169	1.390	0.060	0.004	0.110	0.020	0.040	0.030
2283		0.180	1.520	0.368	0.012	0.063	0.028	0.026	0.100
2284		0.070	0.830	---	0.002	0.070	0.011	0.018	0.047
2285		0.040	0.540	---	0.001	0.077	0.010	0.016	0.050
2286		0.040	0.350	---	0.001	0.083	0.012	0.018	0.046
2289		0.080	1.410	---	0.001	0.061	0.008	0.016	0.035
2290		0.050	0.900	---	---	0.069	0.006	0.015	0.034
2291		0.070	0.560	---	0.001	0.063	0.014	0.021	0.053
2292		0.050	0.520	0.007	0.002	0.076	0.011	0.025	0.039

TABLA 5: ANALISIS QUIMICO DE MUESTRAS CRUDAS DE LA FM. TOBATI

Según datos obtenidos en la "Vidriería Paraguaya" y en la "Cristalería Asunción S.A.", el consumo de la materia prima natural de origen local concierne principalmente a la utilización de arena de cuarzo y calizas. En el caso de la Vidriería Paraguaya, el uso de arena de cuarzo involucra mayoritariamente a arenas lavadas de río, siendo éstas arenas complementadas con arenas provenientes de la Formación Tobatí (Grupo Caacupé).

La Cristalería Asunción usa exclusivamente arena de cuarzo, provenientes de las areniscas de la Formación Tobatí.

Las cantidades utilizadas por ambas firmas permiten realizar cálculos que determinan que el consumo anual de arenas de cuarzo para la fabricación de vidrio estaría por el orden de 7.000 toneladas.

Según los productores, los resultados obtenidos en estas arenas, permiten predecir que la materia prima para la producción de vidrio nacional será exclusivamente restringida a esta formación y que sin lugar a dudas, constituye el mejor material disponible en el país.

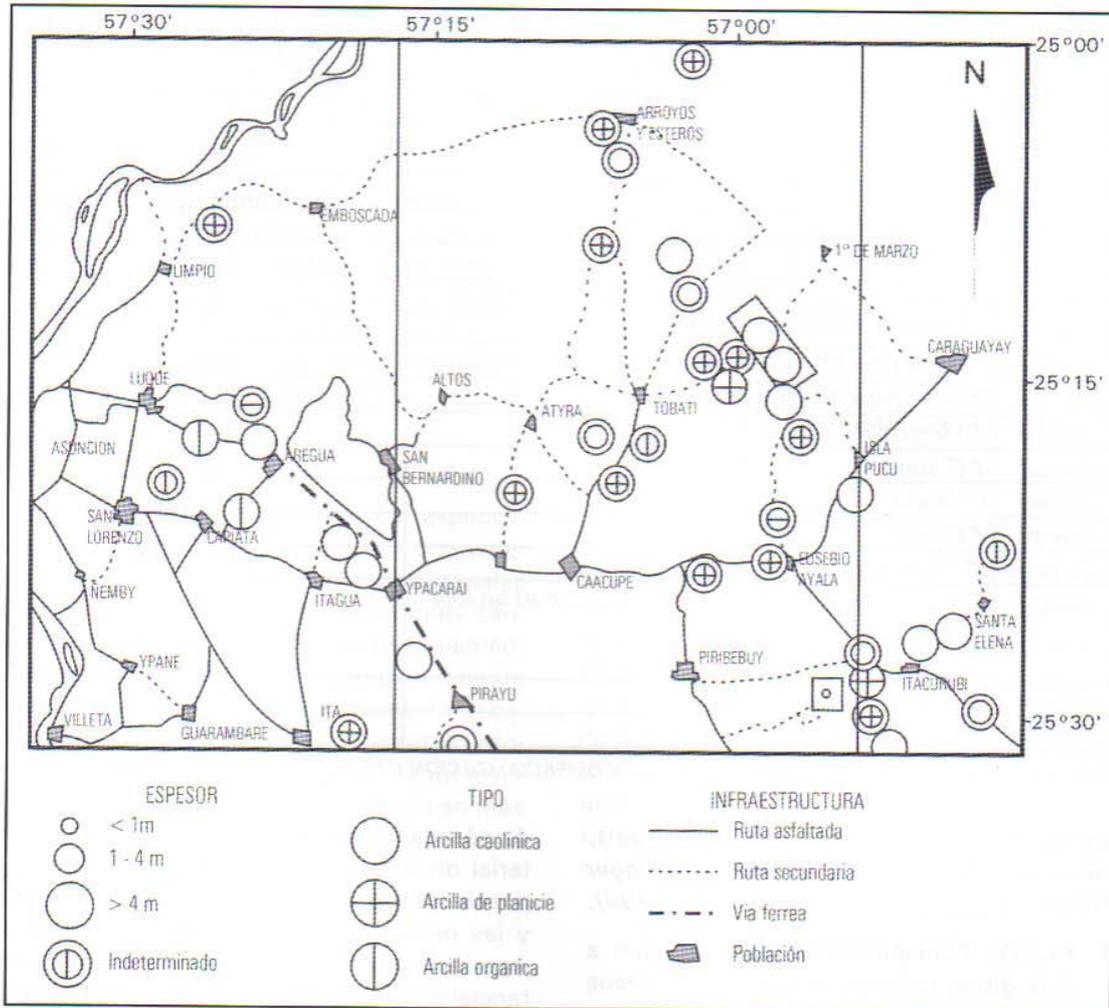


FIG. 4: MAPA DE UBICACIÓN DE OCURENCIAS DE ARCILLAS

### 11.1.1 CONSIDERACIONES SOBRE LAS ARENISCAS DE LA FM. TOBATÍ

El resultado de los análisis químicos (tablas 4 y 5) nos demuestra que las areniscas Tobatí cuentan con un valor promedio de  $\text{SiO}_2$  96.4%, teniendo como contaminantes principales al aluminio y al hierro, además de trazas de titanio, sodio y potasio, en virtud a éstas características químicas se puede apreciar que las areniscas de la Formación Tobatí no constituyen un yacimiento de primer orden para la fabricación de vidrios planos.

- De acuerdo a los análisis químicos y granulométricos, se puede concluir que todas las zonas afectadas a la Formación

Tobatí son aptas como materia prima para la fabricación de vidrio hueco, verdes, ámbar y blanco.

- Las zonas más favorables para la localización de materia prima son Tobatí, Atyrá, Itá Morotí, e Itá Moro.

### 11.2 ARCILLAS

El término arcilla se puede definir según el profesional que lo utiliza; para el industrial y el ceramista, las arcillas se refieren a toda masa que con cierto grado de humedad es susceptible a ser modelada que con porcentajes de agua adquieren plasticidad y moldeabilidad (Anónimo, 1986).

*En la Hoja Caacupé, fueron clasificados 2 tipos de ocurrencias arcillosas, poniendo*

HOJA 5470	LOCALIDAD	TIPO DE MATERIAL	TIPO DE COMERCIALIZ.	PRODUCCION ANUAL	USO GENERAL
Caacupé	C° Aq. Cañada.	Areniscas	Piedra bruta, lajas.	8.500	Construcción ornamental.
Caacupé	C° Cerro Real	Areniscas	"	1.000	"
Caacupé	C° Cabañas	Areniscas	"	20.000	"
Caacupé	C° Ciervo CA	Areniscas	"	2.000	"
Caacupé	C° Aguará	Areniscas	"	8.000	"
Caacupé	C° Caacupé mí	Areniscas	"	4.000	"
Caacupé	C° Minas	Areniscas	"	19.000	"
Caacupé	C° Isla Alta	Areniscas	"	10.000	"
Caacupé	2° C° Ita Trampa	Areniscas	"	15.200	"
Caacupé	2° C° Boquerón	Areniscas	"	2.500	"
Caacupé	3° C° Guayaiby	Areniscas	"	4.500	"
Caacupé	C° Tacuruty	Areniscas	"	3.000	"
Caacupé	3° C° Ypucú	Areniscas	"	2.000	"
Caacupé	2° C° Lomas	Areniscas	"	4.000	"
Caacupé	C° Ysupo-Jú	Areniscas	Piedra bruta laja bruta	140.000	Empedrado cemento ornamento
Caacupé	C° 21 de julio	Areniscas	"	5.00	"
Caacupé	C° San Gerónimo	Areniscas	"	12.000	"

TABLA 6: USO, PRODUCCION ANUAL Y TIPO DE COMERCIALIZACION DE LAS ARENISCAS

énfasis en su forma de yacencia y génesis, teniendo como modelo a Singer & Singer (1964), adaptada por Spinzi et al., (1994).

1 **Arcillas Transportadas:** corresponden a éste grupo todo los materiales arcillosos transportados y estratificados, donde los cambios texturales y composicionales, son perfectamente diferenciables, teniendo en cuenta relación volumétrica, este tipo de arcilla son las más abundantes.

No presentan alta plasticidad, pero si signos de diagénesis en mayor o menor grado.

2 **Arcillas de bañado:** son arcillas que se relacionan con zonas bajas anegadas en la mayoría de los casos, son de poco espesor, de alta plasticidad generalmente de coloración negro oscuro, que al cortarlas presentan una superficie lustrosa de brillo cereo.

Basándose en los ensayos y análisis realizados por Spinzi et al. (1994), que identificaron arcillas con potencial para cerámica de quema blanca, en la Compañía Aparypy, Atyrá, Tobatí y Caacupé, mientras que áreas potenciales para la cerámica de quema coloreada serían Arroyos y Esteros, sur de

Atyrá y la localidad de Paso Correo. El material de Arroyos y Esteros y Paso Correo, poseen potencial para la cerámica de 900°C y las ocurrencias localizadas en Compañía Aparipy, sur de Atyrá e Itabyrá, poseen potencial para cerámica de quema a 1.100°C.

Las arcillas de alta plasticidad se hallan en los márgenes del arroyo Barrero Paso, A° Piribebuy y las de mediana plasticidad se localizan en Paso Correo (Limpio), sur de Atyrá y en el triángulo comprendido por las ciudades de Atyrá, Tobatí y Caacupé.

En el Grupo Itacurubí predominan las arcillas de quema coloreada, mientras que en el Grupo Caacupé las arcillitas son de quema blanca.

Las arcillas refractarias se localizaron en el triángulo comprendido por las ciudades de Atyrá - Tobatí y Caacupé, también en zonas de afloramientos del tramo de transición entre el Grupo Caacupé a Itacurubí.

Las ocurrencias arcillosas primarias están en la zona de San Bernardino, Patiño y Pirayú. Las residuales en las cercanías de las anteriores y la desembocadura del río Manduvirá. Las transportadas principalmente corresponden a los lechos arcillosos cir-

*cundantes a afloramientos de los grupos Caacupé e Itacurubí y las ocurrencias arcillosas de bañados están relacionadas en la mayoría de los casos a zonas bajas y anegadas.*

Las arcillas de quema blanca y semiblanca de los grupos Caacupé e Itacurubí, pueden ser utilizadas para la producción de cerámica fina, sanitarios, vajillas, base de esmaltes, cerámica artesanal, revestimientos, caños sanitarios, aisladores, carga industrial y farmacéutica, refractarios y otros.

### **11.3 ARENISCAS**

Las areniscas del Grupo Caacupé especialmente las pertenecientes a la Formación Cerro Jhú son explotadas como materiales para la construcción, en innumerables canteras, todas ellas con mecanismo rudimentario. En la actualidad se ha implementando la fabricación de muebles en pequeña escala, como ser juegos para jardines, comedores y otros. La tabla 6 nos presenta un resumen del tipo de comercialización, el uso más frecuente y la producción anual aproximada en toneladas de la región.

### **11.4 CONGLOMERADO**

Tiene aplicación muy diversa, como ser en mejoramiento de caminos enripiado de terraplenes, revestimiento de paredes, pisos y muebles. El conglomerado seleccionado es utilizado además como prefiltro en la construcción de pozos artesianos.

Para los usos anteriormente citados son explotados los conglomerados de la Formación Paraguari y del Grupo Asunción, en las localidades de Paraguari, San Bernardino, Ciudad Alta y Limpio, por citar algunas en algunas ellas.

### **11.5 PUZOLANA**

Materiales con características puzolánicas se hallan presentes en la zona del arroyo Yuquyry, yacimientos con forma lenticular. Podría tratarse de relleno de cavidades o canales originales. El material silicificado de color blanco a gris claro, microcristalino, deleznable, se halla subyaciendo a un material arcilloso gris oscuro. (Spinzi et al. 1999). Este material es frecuente en los depósitos cuaternarios en la margen del río Paraguay.

- ANONIMO** (1966): Cuadrícula 40 Itá y Cuadrícula 41 Coronel Oviedo, Plan de Prospección Geológica y Mineral.- Dirección de Recursos Minerales M.O.P.C., 50 p., Asunción.
- ANONIMO** (1985): Código Paraguayo de Nomenclatura Estratigráfica, Asunción
- BAEZ, P.J.** (1992): Geología da folha 5569-III, La Colmena, Paraguay oriental.- Diss. maestr.; Universidade de Sao Paulo/ Instituto de Geociencias, 205, São Paulo.
- BARTEL, W.** (1994): Strukturell-sedimentäre Entwicklung des Blocks von Asunción, Paraguay, Diss. Diplom.; Tech. Univ., 171 p. Clausthal.
- BARTEL, W.; GONZALEZ, M.E.; MUFF, R.; LAHNER, L. & WIENS, F.** (1996): Mapa Geológico de la República del Paraguay, Hoja 5469 Paraguarí,- MOPC-BGR, 1 mapa, Asunción.
- BEDER, R.** (1923): Sobre un hallazgo de fósiles pérmicos en Villarrica.- Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Vol. 27, p. 9-11, Córdoba.
- BEDER, R. & WINDHAUSEN, A.** (1918): Sobre la presencia del Devónico en la parte media de la República del Paraguay.- Boletín de la Asociación Nacional de Ciencias, 225/262 p., Córdoba.
- BITSCHENE, P.R.** (1987): Mesozoischer und Känozoischer anorogener Magmatismus in Ostparaguay: Arbeiten zur Geologie und Petrologie zweier Alkaliprovinsen.- Diss. Nat. Math. Fak., Univ. Heidelberg, 318 p., Heiderberg.
- BITSCHENE, P.R. & BAEZ, P.J.** (1989): The Asunción alkaline province (eastern Paraguay): geologic setting and petrogenetic aspects.- Zbl. Geol. Paläont. Teil H. 5/6, 959/971 p., Stuttgart.
- BITSCHENE, P.R. & LIPPOLT, H.J.** (1984): Geologie der Cordillera de Ybytyruzú in Ostparaguay: Ein mesozoischer Alkali-Intrusiv-Komplex am Westrand des Parana Beckens.- Lat. Amer. Koll. Marburg, Tag., Heft., 9/10: 33/44, Marburg.
- BITSCHENE, P.R. & LIPPOLT, H.J.** (1986): Acid magmatites of the Brasiliano Cycle in East Paraguay.- Zbl. Geol. Paläont. Teil I, 9/10: 1457/1468, Stuttgart.
- CIGUEL, J.H.** (1988): Tentaculites itacuru-biense n.sp., dos depósitos regresivos do Paraguay oriental, siluriano inferior da bacia do Paraná.- Rev.Bras. Geocienc., 18 (1), 86/92 p., São Paulo.
- CIGUEL, J.H.; ROESLER, O. & CASTILLO, A.M.** (1987): Skolithus ayalis n.sp da Formação Eusebio Ayala (Grupo Itacurubí, borda occidental da bacia do Paraná no Paraguay) e sua importancia no ambiente deposicional.- Contr. Projeto Nr. 193, Sil./ Dev. Am. Lat., X Congr. Bras. Pal., 253/ 269 p., Rio de Janeiro.
- COMIN-CHIARAMONTI, P.; CAPALDI, G.; CENSI, P.; CUNDARI, A.; DE MIN, A.; GOMES, C.B.; ORUE, D.; PETRINI, R.; PICCIRILLO, E.M. & VELAZQUEZ, V.F.** (1991): Geoquímica dos complexos alcalinos potássicos do Paraguai centro-oriental.- 3º Congr. Bras. Geoq./1º Congr. Geoq. PLOP Resumos, p. 100/108, São Paulo.
- COMIN-CHIARAMONTI, P.; CENSI, P.; CUNDARI, A. & GOMES, C.B.** (1992): A silico-beforsitic flow from the Sapucaí Complex (Central-Eastern Paraguay).- Geochim. 6: 87/91, São Paulo.
- COMIN-CHIARAMONTI, P.; CIVETTA, L.; PETRINI, R.; PICCIRILLO, E.M.; BELLINI, G.; CENSI, P.; BITSCHENE, P.R.; DEMAR-CHI, G.; DE MIN, A.; GOMES, C.B.; CASTILLO, A.M.C. & VELAZQUEZ, J.C.** (1991b): Tertiary nephelinitic magmatism in Eastern Paraguay: Petrology, Sr-Nd isotopes and genetic relationships with associated spinel-peridotite xenoliths.- Eur. Mineral., 3: 507/525, São Paulo.
- COMIN-CHIARAMONTI, P.; CUNDARI, A.; CENSI, P.; GOMES, C.B.; PICCIRILLO, E.M.; BELLINI, G.; DE MIN, A.; ORUE, D. & VELAZQUEZ, V.F.** (1991c): Mesozoic dyke swarm in the Sapucaí Graben (Central-eastern Paraguay).- International Symposium on Mafic Dykes, Expanded Abstracts, p. 125/132, São Paulo.
- COMIN-CHIARAMONTI, P.; CUNDARI, A.; GOMES, C.B.; PICCIRILLO, E.M.; BELLINI, G.; VELAZQUEZ, V.F. & DE MIN, A.** (1991d): Potassic dykes from Central Paraguay.- Terra, 3: 25, São Paulo.
- COMIN-CHIARAMONTI, P.; CUNDARI, A.; GOMES, C.B.; PICCIRILLO, E.M.; BELLINI, G.; CENSI, P.; ORUE, D. & VELAZQUEZ, V.F.** (1990a): Mineral chemistry and its genetic significance of major end accessory minerals from a potassic dyke swarm in the Sapucaí graben, central-eastern Paraguay.- Geochim. Brasil., 4: 175/206, São Paulo.
- COMIN-CHIARAMONTI, P.; GOMES, C.B.; CENSI, P.; DE MIN, A.; ROTOLO, S.G. & VELAZQUEZ, V.F.** (1993): Geoquímica do magmatismo pós-paleozoico no Paraguai centro-oriental.- Geochim., 7: 19/34, São Paulo.
- COMTE, D. & HASUI, Y.** (1971): Geochronology of Eastern Paraguay by the potassium-argon method.- Rev. Bras. Geoc. Vol. 1 p. 33/43, São Paulo.
- COWPER REED, F.R.** (1940): Alguns lamelibrânquios triássicos do Brasil e do Paraguai. -Ser. Geol. e Min., Bol. 98, Ext. Geol. Mag. Vol. IXXII, p. 33/42, Rio de Janeiro

- CUBAS, N., GARCETE, A. & MEINHOLD, K.D.** (1997): Mapa Geológico de la República del Paraguay, Hoja 5468 Villa Florida,- MOPC-BGR, 1 mapa, Asunción.
- DeGRAFF, J.M. & ORUE, D.** (1984): Proyecto tectónico del Paraguay suroriental. Informe de progreso.- Dindusmil-University of Purdue.
- DYCK, M.** (1991): Stratigraphisch-faunistischer Vergleich des Ordoviziums und Silurs in Ostparaguay mit Nordargentinien und Südbolivien. Univ. Hannover, Geol. Pal.,- Diss., 263 p. y tomo de mapas, Hannover.
- ECKEL, E.B.** (1959): Geology and mineral resources of Paraguay. A reconnaissance. United States Geological Survey,- Prof. Paper 327, 110 p., Washington.
- ENGLER, T.** (1991): Petrographische und geochronologische Arbeiten im Ostteil des Río Tebicuary-Kratons in Südost-Paraguay;- Diplom-Diss., Heidelberg.
- ESCOBAR, A.** (1978): Contribución al conocimiento de los invertebrados marinos de la lutita Vargas Peña (Silúrico inferior de las zonas de Ypacarai e Itauguá, Paraguay oriental).- Universidad Nacional de Asunción, Instituto de Ciencias Básicas, 55 p., Asunción.
- ESCOBAR, A.** (1987): Estado actual del conocimiento del Silúrico-Devónico en el Paraguay.- Inf. Cient., Vol. 5, N° 1, Universidad Nacional de Asunción, Instituto de Ciencias Básicas, 34/45 p., San Lorenzo.
- GOMES, C.B.; COMIN-CHIARAMONTI, P.; de MIN, A.; MELFI, A.J.; BELLEINI, G.; ERNESTO, M.; CASTILLO, A.M.C. y VELAZQUEZ, V.F.** (1989): Atividade filoniana associada ao complexo alcalino de Sapucaí, Paraguai oriental. Geocim. Brasil, 3:93-114. São Paulo.
- GOMEZ, D.** (1991): Consideraciones morfoestructurales y Estratigráficas de la Antiforma de Asunción y su relación con la Exploración de Aguas Subterráneas. Simposio sobre aguas subterráneas y perforación de pozos en el Paraguay. 131-140 p. Asunción.
- GONZALEZ, M. E.; BARTEL, W.; LAHNER, L.; MUFF, R. & WIENS, F.** (1996): Mapa Geológico de la República del Paraguay, Hoja 5569 San José, MOPC - BGR, 1 mapa. Asunción
- GONZALEZ, M.E.; MUFF, R.; VERGEL, M.M.; HERBST, R & FASOLO, Z.** (1996): Estratigrafía de la parte inferior del Grupo Independencia (Pérmico), Paraguay oriental. -11 p., Inedito.
- FIGUEREDO, L.** (1995): Descripción del pozo RD 116 Santa Elena. Paraguay, Coop. Geol. Paraguayo/Alemana, informe interno, San Lorenzo.
- BARTEL, W.; GONZALEZ, M.E.; MUFF, R.; LAHNER, L. & WIENS, F.** (1996): Mapa Geológico de la República del Paraguay, Hoja 5469 Paraguairí,- MOPC-BGR, 1 mapa, Asunción.
- GONZALEZ, M.E.; WIENS, F. & MUFF, R.** (1994): Estratigrafía del Paleozoico inferior en el Bloque Cordillera, Paraguay oriental.- 5ª Reunión Argentina de Sedimentología, Vol. 1, p. 247/252, Tucumán.
- GRAY, J.; BOUCOT, A.J.; GRAHN, Y. & HIMES, G.** (1992): A new record of early Silurian land plant spores from the Paraná Basin, Paraguay (Malvinokaffic Realm)- Geol. Mag. 129 (6), p. 741/752, Cambridge.
- HARRINGTON, H.J.** (1950): Geología del Paraguay oriental.- Contr. Cient., Tomo1, Serie E: Geología, Univ. Buenos Aires, Fac. Cienc. Exac., 89 p., Buenos Aires.
- HARRINGTON, H.J.** (1956): Paraguay In: Handboock of South American Geology.- Geol. Soc. Am., Men. 65, 99/114 p., Washington.
- HARRINGTON, H.J.** (1972): Silurian of Paraguay. In: Correlation of South American Silurian rocks; Geol. Soc. Am.,- Special paper 133, 41/50 p., Boulder.
- HERBST, R.** (1972): Nota sobre la presencia de Lycopsidae arborecentes en el pérmico (Serie Independencia) del Paraguay.- De Ameghiniana, tomo IX, N° 3, p. 258/264, Buenos Aires.
- HIBSCH, J.E.** (1891): Einige Gesteine aus Paraguay. Tschermarks Mineral. Petrogr.- Mitt., Neue Folge 12, 253/255 p., Wien.
- HUTCHINSON, D.S.** (1979): Uranium exploration in the permocarboniferous sequence, south of latitude 25°. Results and recommendations. Anschutz Co.,- TAC Int. Rep., 19 p., Asunción.
- KANZLER, A.** (1987): Southern Precambrian in Paraguay. Geological inventory age relations.- Zbl. Geol. Paläont. Teil 1, H. 7/8, 753-765. Stuttgart.
- LARANJEIRA, N.P.F.** (1995): Petrografía de las areniscas muestreadas en el pozo RD-116; Región de San José; Paraguay oriental,- Univ. Brasilia, 5 p, ined., Brasilia.
- LIVIERES, R. & QUADE, H.** (1987): Distribución regional y asentamiento tectónico de los complejos alcalinos del Paraguay.- Zbl. Geol. Paläont., Teil, 7/8: 791/805, Stuttgart.

- LOHSE, B.** (1990): Petrographische und geochronologische Erkenntnisse über den Westteil des Tebicuary Kratons in Südostparaguay.- Diplom. Univ. Heidelberg, 103 p., Heidelberg.
- LOPEZ-GAMUNDI, O.R. & ROSELLO, E.A.** (1993): Devonian-Carboniferous unconformity in Argentina and its relation to the Eo-hercynian orogeny in southern America.- *Geol. Rundschau*, Vol. 82, 136/147 p., Stuttgart.
- LOPEZ, O.; GONZALEZ, E.; DE LLAMAS, P.; MOLINA, A.; FRANCO, E.; GARCIA, S. & RIOS, E.** (1995): Mapa de reconocimiento de suelos de la Región Oriental; Proyecto de racionalización del uso de la tierra.- Gobierno del Paraguay/Banco Mundial/Gobierno del Japón/DMA-Servicio Geodésico Interamericano, 1 mapa, Asunción.
- MILCH, L.** (1895): Über Gesteine aus Paraguay. *Teschermaks Mineral. Petrogr. Mitt.*, - Neue Folge 14, 383/394 p., Wien.
- ORUE, D.** (1996): Síntese da geología do Paraguay oriental, com ênfase para o magmatismo alcalino associado.- Diss. Mest., Univ. São Paulo, Ins. Geociencias, 163 p., São Paulo.
- PALMIERI, J.H.** (1973): El complejo alcalino potásico de Sapucaí (Paraguay oriental)- Ph.D. Thesis, Universidad de Salamanca, 298 p., Salamanca.
- PECTEN** (1981): Induction Sonic GR, pozo Asu 1 Bloque Lima, San Pedro Paraguay,- Archivo DRM/MOPC, San Lorenzo.
- PECTEN** (1982): Induction Sonic GR, pozo Asu 2 Bloque Lima, San Pedro Paraguay,- Archivo DRM/MOPC, San Lorenzo.
- PETROBRAS** (1993): Resultados da interpretação bioestratigráfica das mostras de calha do poço Asunção 2. 1400 a 2450 m., inédito, Curitiba.
- PROYECTO PAR 83/005** (1986): Mapa Geológico del Paraguay 1:1 000 000.- P.N.U.D. - M.D.N., 1 mapa y texto explicativo inédito, Asunción.
- PUTZER, H.** (1962): Die Geologie von Paraguay. *Beiträge Reg.- Geol. Erde*, Bd. 2, 183 p., Berlin.
- RAMOS, V.** (1988): Late Proterozoic-Early Paleozoic of South America, a Collisional History.- *Episodes*, Vol. 11, N° 3, p. 168/174.
- SÖLLNER, F.; LAMMERER, B.; WEBER-DIEFENBACH, H. & HANSEN, B.T.** (1997): The Brazilian Orogenesis: Age Determinations (Rb/Sr and U/Pb) in the coastal Mountain Region of Espírito Santo, Brazil.- *Zbl. Geol. Paläont. Teil I*, (7/8): 729/741, Stuttgart.
- SONOKI, I.K. & GARDA, G.M.** (1988): Idades K/Ar de rochas alcalinas do Brasil meridional e Paraguai oriental; compilação e adaptação as normas constantes de decaimento.- *Bol. IG-USP, Ser. Cient.*, Vol. 19, p. 63/85, São Paulo.
- SPINZI, A.M.** (1983): Consideraciones sobre una formación de conglomerados en Areguá y alrededores. -*Informes Científicos*, ICB - UNA. Vol. 4, 15 p. Asunción.
- STORMER, J.C.; GOMES, C.B. & TORQUATO, J.R.F.** (1975): Spinel lherzolite nodules in basanite lavas from Asunción, Paraguay.- *Rev. Bras. Geocienc.*, Vol. 5, N° 3, 176-185. São Paulo.
- THE ANSCHUTZ Co.** (1981): Geological map of eastern Paraguay 1:500 000.- TAC int. Rep., Archivo D.R.M./M.O.P.C., San Lorenzo.
- THE ANSCHUTZ Co.** (1978/1982): Registros eléctricos y descripciones geológicas de los pozos RD 90, RD 74, RD 12, RD 17 y RD 18,- Archivo DRM/MOPC, San Lorenzo.
- VELAZQUEZ, V.F.** (1990): Provincia alcalina central, Paraguai: datos geocronológicos preliminares.- 1er Simposio de Rocas Magmáticas, Universidad Nacional de Asunción/Instituto de Ciencias Básicas, abstr., San Lorenzo.
- VELAZQUEZ, V.F.** (1992): Provincia Alcalina Central, Paraguai centro-oriental: Aspectos tectónicos, petrográficos e geocronológicos.- *Dissertação de Mestrado*, Universidade de São Paulo, 119 p., São Paulo.
- VELAZQUEZ, V.F.; GOMES, C.B.; CAPALDI, G.; COMIN-CHIARAMONTI, P.; ERNESTO, M.; KAWASHITA, K.; PETRINI, R. & PICCIRILLO, E.M.** (1992): Magmatismo alcalino mesozóico na porção centro-oriental do Paraguai: aspectos geocronológicos.- *Geochim. Brasil*, 6: 23-35, São Paulo.
- VERGEL, M.M.** (1996): Informe preliminar bioestratigráfico del pozo RD 116, informe interno, Tucumán.
- WOLFAT, R.** (1961): Stratigraphie und Fauna des älteren Paläozoikums (Silur./Devon.) in Paraguay.- *Geol. Jb.*, Bd. 78, 29/102 p., Hannover.
- ZARZA, P.R.** (1991): Estudo das pozolanas naturais de "Ybytymí/La Colmena", Paraguay (oriental.- *Diss. Mes*, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociencias, 151 p., Rio Claro.