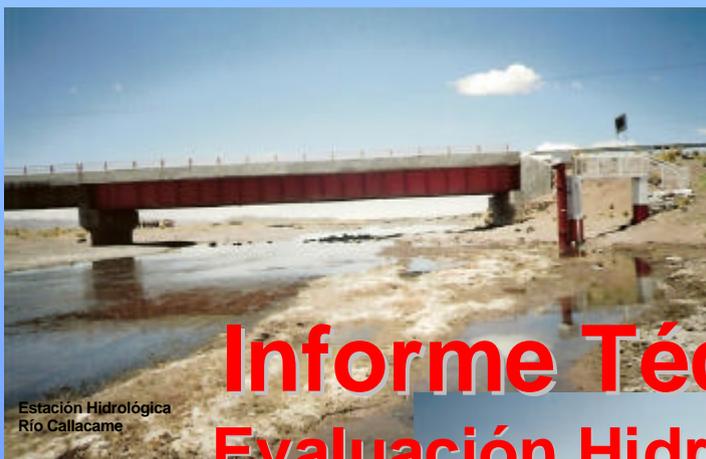




**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA  
S E N A M H I  
DIRECCIÓN GENERAL DE HIDROLOGÍA Y RECURSOS  
HÍDRICOS**



Estación Hidrológica  
Río Callacame

# **Informe Técnico**

## **Evaluación Hidrológica**

### **Cuenca Lago Titicaca**

#### **2006-07**



Lago Titicaca

**JUNIO - 2007**  
**LIMA-PERÚ**



**SENAMHI**



**PRESIDENTE EJECUTIVO DEL SENAMHI**  
**Mayor General FAP<sub>(r)</sub> WILAR GAMARRA MOLINA**

**RESPONSABLE DE GESTION TECNICA**  
**Ing. CONSTANTINO ALARCON VELAZCO**

**DIRECTOR GENERAL DE HIDROLOGIA Y**  
**RECURSOS HIDRICOS**

**M. Sc. Ing. JUAN JULIO ORDOÑEZ GALVEZ**

**RESPONSABLE:**

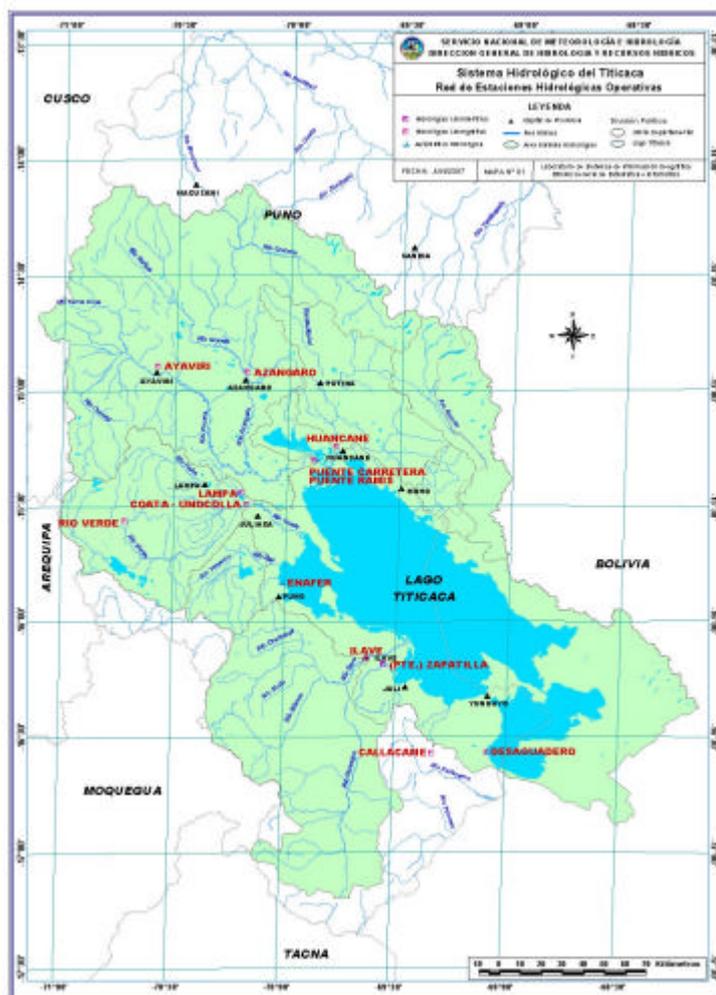
**Ing. JUAN FERNANDO ARBOLEDA OROZCO**

**LIMA - PERU**  
**2007**

**INDICE**

I	INTRODUCCIÓN.	4
II	OBJETIVO	5
III	AREA DE ESTUDIO	5
3.1	Cuenca del Río Huancané	5
3.2	Cuenca del Río Ramis	5
3.3	Cuenca del Río Coata.	6
3.4	Cuenca del Río Ilave.	6
IV	ANALISIS HIDROLOGICO	7
4.1	Río Huancané.	7
4.2	Río Ramis.	9
4.3	Río Coata.	10
4.4	Río Ilave.	12
4.5	Vertiente Lago Titicaca.	14
V	CONCLUSIONES	16

## I INTRODUCCIÓN.



La cuenca endorreica del Lago Titicaca, se ubicada en la parte central y meridional de la meseta de Collao, en el altiplano del Perú y Bolivia, nace en la separación de las cadenas montañosas de los Andes, sur del Perú. Este lago se alimenta de las precipitaciones que caen en gran parte del territorio peruano y que discurren en forma de cursos de agua desde la Cordillera de los Andes, y van alimentar al espejo de agua que tiene una extensión aproximada de 8 380 Km.<sup>2</sup>, de los cuales

4 966 Km<sup>2</sup>, aproximadamente pertenecen al Perú.

Los ríos más importantes que desembocan en el lago son el río Huancané, Ramis, Coata Ilave, Suches, Zapatilla y Callacame, ríos de corto recorrido y flujo torrentosos desde sus nacientes, debido a su marcada pendiente que presentan cuentan con un régimen irregular, bajos caudales en e periodo de abril a noviembre y con crecidas en el periodo de lluvias entre diciembre y marzo, es en este ultimo periodo las superficies aledañas al lago Titicaca y a la desembocadura de los ríos, que son de forma plana son muy sensibles al incremento de los caudales de los ríos, poniendo en peligro a los pobladores que se posicionan en estos lugar durante la época de estiaje y bajos caudales.

## II OBJETIVO

Realizar el análisis de las condiciones hidrológicas presentadas en lo que va del periodo hidrológico 2006-2007.

## III AREA DE ESTUDIO

Para el presente estudio evaluaremos los caudales registrados en las principales estaciones hidrológicas que miden los aportes de las cuencas de nuestro país al Lago Titicaca, y que son de propiedad del SENAMHI.

- ↓ HUANCANE
- ↓ RAMIS
- ↓ COATA
- ↓ ILAVE
- ↓ LAGO TITICACA

### 3.1 *Cuenca del Río Huancané.*

Tiene una superficie de 3 545 km<sup>2</sup>, aproximadamente, su cota máxima es 5 162 msnm., y una cota mínima de 3 820 msnm, que corresponde al cerro Surupana y a la desembocadura del río en el lago Titicaca, respectivamente.

El río principal, nace con el nombre de río Putina, luego de un largo recorrido confluye con el río Quellocarca - Tuyto, es a partir de este punto que toma el nombre de río Huancané, nombre con el cual desemboca. La longitud de este río principal desde sus nacientes hasta su desembocadura, llega a medir aproximadamente 125 km., a poca distancia de este punto, se ubica la estación hidrométrica del SENAMHI, en la cual medimos el caudal que aporta esta cuenca al lago.

### 3.2 *Cuenca del Río Ramis.*

Esta cuenca cuenta con una superficie aproximada de 14 685 km<sup>2</sup>, su cota máxima va desde los 5 828 msnm., hasta una mínima 3 815 msnm., que

corresponden al nevado Ananea y a la desembocadura en el lago, respectivamente.

El río Ramis, el más extenso del terreno puneño, nace en las cercanías del Nevado Ananea Grande y la laguna Rinconada, con el nombre de río Carabaya, durante su recorrido va recibiendo diferentes denominaciones según el lugar por donde discurre, asimismo va recibiendo el aporte de numerosos afluentes, los cuales son el escurrimiento del aporte pluvial

En las cercanías a la localidad de Progreso, recibe aportes por la margen derecha del río Quenamari y forman el río Azángaro, que al juntar con las aguas del río Pucará por la margen derecha, toma el nombre de Ramis hasta su desembocadura en el lago. La distancia del río Ramis, desde el punto más lejano hasta su desembocadura es de aproximadamente 299 Km.

### **3.3 Cuenca del Río Coata.**

Con un área de 4 585 km<sup>2</sup>, y longitud de su río principal de 141 km., aproximadamente, su máximo nivel de esta cuenca se estima a una cota de 5 575 msnm., y una mínima 3 830 msnm., que corresponden al nevado Huayquera y a la desembocadura en el lago, respectivamente.

Su nacientes están formados por los ríos Orduña y Cupi, los cuales desembocan en la laguna Saracocha y la compuerta mas conocida como Lagunillas, luego en su recorrido va tomando el nombre de Lampa, luego Cabanillas y luego de recibir las aguas del río Palca por la margen izquierda, toma el nombre de Coata, con el cual desemboca en el lago.

### **3.4 Cuenca del Río Ilave.**

Cuenta con una área aproximada de 7 705 km<sup>2</sup>, sus altitudes oscilan entre 5 585 msnm., a los 3 830 msnm., que corresponde al punto más elevado, nevado Larajanco y la cota mínima, desembocadura en el lago, respectivamente. La longitud de su río principal es de aproximadamente 163 Km.

El río Ilave se forma por la confluencia de los ríos Aguas Calientes y Huenque, unión que se produce aguas arriba de la localidad de Ilave.

## IV ANALISIS HIDROLOGICO

### 4.1 Río Huancané.

Este río cuenta con una red hidrometeorológica de 04 estaciones, de las cuales 03 estaciones son climatológicas y 01 hidrológica, esta última corresponde a la estación HLG Pte. Carretera Huancané.

Considerando que los caudales registrados en la estación hidrométrica de Pte. Carretera - Huancané, son el fiel reflejo del aporte pluviométrico sobre la cuenca, podemos decir que los caudales iniciaron el año hidrológico 2006-07, con valores inferiores a  $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ , a finales de setiembre y primeros días de octubre, se registraron las primeras precipitaciones del periodo hidrológico, por lo que se registró un ligero incremento de caudal, para luego descender. Es a partir del día 26 de octubre que la precipitación se hizo una constante en esta cuenca, lo que originó que los caudales de este río y sus principales tributarios presentaran un ligero incremento.

A mediados de enero-2007, (17-01-07), se registró el caudal promedio diario más elevado, con un valor de  $145,6 \text{ m}^3/\text{s}$ , luego hubo un descenso importante en los caudales llegando a registrar un valor de  $13,9 \text{ m}^3/\text{s}$  (03-02-07), posteriormente los caudales registraron un nuevo repunte, el cual registró un valor de caudal de  $124,9 \text{ m}^3/\text{s}$  (10-03-07), segundo valor medio diario más elevado. Figura N° 01.

Finalmente, los caudales han venido descendiendo paulatinamente hasta la fecha, hasta registrar un valor medio diario de  $11,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , con un caudal promedio mensual de  $20,7 \text{ m}^3/\text{s}$ , para el mes de mayo.

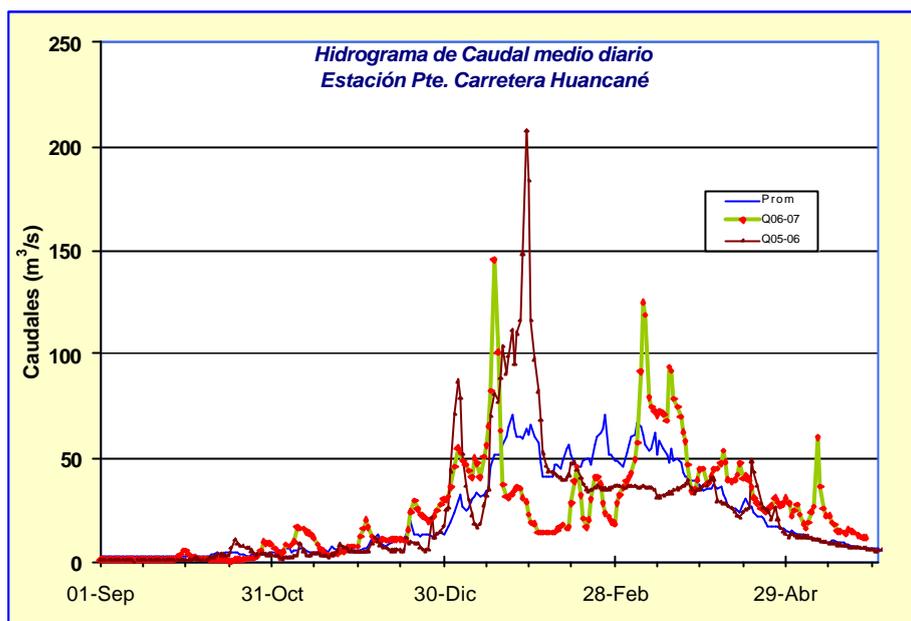


Figura N° 01: Hidrograma de caudales - Río Huancané.

**Cuadro N° 01: Río Huancané**  
**Periodo 2006-07**

MES	Anomalia (%)
	06-07/Prom.Hist.
SET	-49
OCT	-21
NOV	41
DIC	50
ENE	6
FEB	-55
MAR	24
ABR	44
MAY	114

En el cuadro N° 01, se observa el resumen de anomalías de caudales registrados en periodo de estudio, donde se puede resaltar que en el periodo febrero 2007, se registró un déficit importante de caudales con una anomalía promedio de 55%, con respecto a sus valores promedio históricos.

## 4.2 Río Ramis.

La cuenca de este río, con una red hidrometeorológica importante, actualmente cuenta con un total de 14 estaciones, de las cuales 11 son climatológicas y 03 hidrológica.

Las tres estaciones hidrológicas, corresponden a red hídrica de monitoreo y están ubicadas en principales tributarios, que son: HLM Ayavirí, HLG Azángaro; la última HLG Puente Carretera ubicada a poca distancia de la desembocadura y mide los caudales aportados por la cuenca al lago.

Este río inicio el año hidrológico con un caudal promedio diario de 7,5 m<sup>3</sup>/s, oscilando entre 6,0 m<sup>3</sup>/s y 9,3 m<sup>3</sup>/s, hasta la segunda década de octubre, que es a partir de esta fecha que el río, empezó a reflejar el aporte pluviométrico recibido registrando caudales ascendentes hasta la segunda década de enero-07, llegando a registrar un valor medio diario de 306,7 m<sup>3</sup>/s.

Desde la tercera década de enero hasta los primeros días de marzo, la cuenca registró un descenso importante en los caudales, debido a lo disperso que fue el aporte de lluvias en esta cuenca. Los caudales en promedio para este periodo fue de 86 m<sup>3</sup>/s, para luego iniciar otro periodo importante de lluvias e incremento importante de caudales, registrando un caudal máximo medio diario de 546,9 m<sup>3</sup>/s, (22-mar-07). Figura N° 02.

Para el periodo de abril y mayo, como es normal en esta región el aporte de precipitación descendió en forma significativa originando que los caudales disminuyeran paulatinamente. A la fecha, el río Ramis ha culminado mayo con un caudal medio diario de 52,5 m<sup>3</sup>/s., y con un caudal promedio del mes de 79,8 m<sup>3</sup>/s., que corresponde a una anomalía de +70%. Cuadro N° 02.

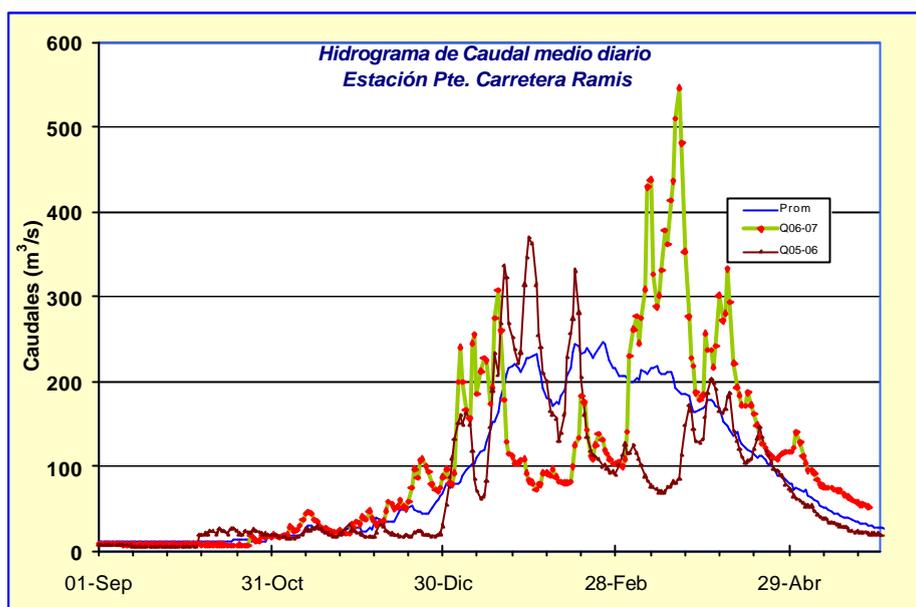


Figura N° 02: Hidrograma de caudales - Río Ramis.

**Cuadro N° 02 Río Ramis**  
**Periodo 2006-07**

MES	Anomalia (%)
	06-07/Prom.Hist
SET	-25
OCT	-21
NOV	17
DIC	44
ENE	6
FEB	-50
MAR	50
ABR	46
MAY	70

### 4.3 Río Coata.

Cuenca que tiene una red hidrometeorológica en un total de 10 estaciones, de las cuales 07 son climatológicas y 03 hidrológica. Las estaciones hidrológicas corresponden a la red hídrica de monitoreo y están ubicadas en principales tributarios, que son: HLM Pte. Unocolla, HLM Lampa y HLM Cabanillas, la primera de ellas, estación se miden los caudales aportados por esta cuenca al lago.

Considerando que los caudales registrados en la estación hidrométrica de Pte. Unocolla, son fiel reflejo del aporte pluviométrico sobre la cuenca, podemos decir, que los caudales iniciaron el año hidrológico 2006-07, con valores inferiores a  $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . A finales de setiembre y primeros días de octubre, se registraron las primeras precipitaciones del periodo hidrológico, por lo que se registro un ligero incremento de caudal, para luego descender, es a partir del día 26 de octubre, que la precipitación se hizo una constante en esta cuenca, lo que originó que los caudales de este río y sus principales tributarios presenten un ligero incremento.

A mediados de enero-2007, (17-01-07), se registró el caudal promedio diario más elevado, con un valor de  $145,6 \text{ m}^3/\text{s}$ , luego hubo un descenso importante registrando un valor de  $13,9 \text{ m}^3/\text{s}$  (03-02-07)., posteriormente los caudales iniciaron un nuevo repunte hasta que el día 10-03-07, en el se registró un valor de caudal de  $124,9 \text{ m}^3/\text{s}$ ; finalmente, los caudales han venido descendiendo paulatinamente hasta la fecha llegando a registrarse un valor medio diario de  $11,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , con un caudal promedio mensual de  $20,7 \text{ m}^3/\text{s}$  para mayo. Figura N° 03.

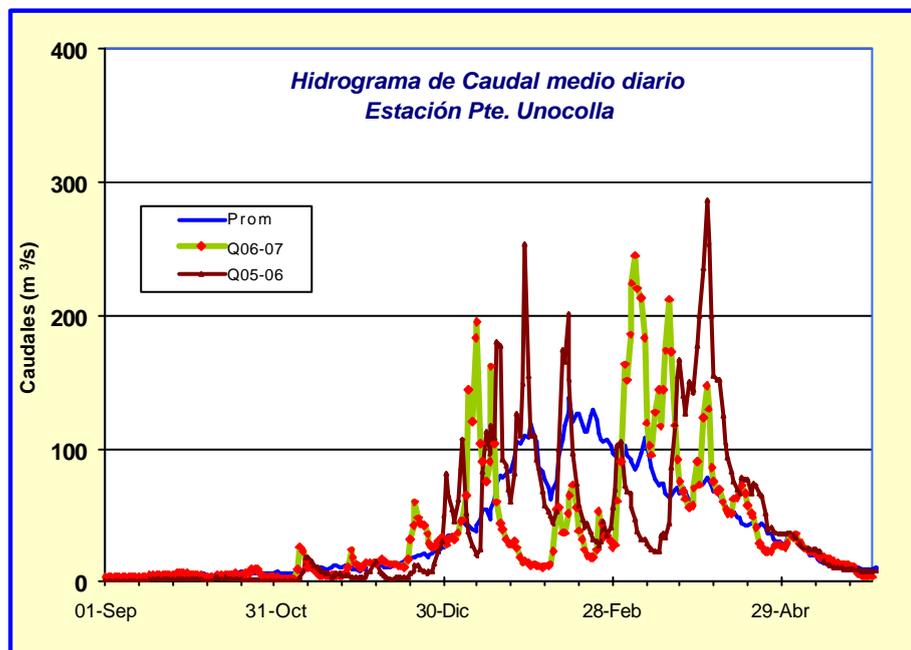


Figura N° 03: Hidrograma de caudales - Río Coata.

En el cuadro N°03, se aprecia que en esta cuenca el déficit de los caudales fue significativo en el mes de febrero, llegando a registrar una anomalía de - 69%.

**Cuadro N° 03 Río Coata  
Periodo 2006-07**

MES	Anomalia (%)
	06-07/Prom.Hist.
SET	12
OCT	-9
NOV	-5
DIC	41
ENE	-7
FEB	-69
MAR	57
ABR	15
MAY	2

#### **4.4 Río llave.**

Tiene una red hidrometeorológica que a la fecha llegan a un total de 09 estaciones, de las cuales 08 son climatológicas y 01 hidrológica; la estación hidrológica corresponde HLG Pte. Carretera llave, en la cual se mide los escurrimientos superficiales que aporta esta cuenca al lago.

Esta cuenca, desde inicio del año hidrológico, el caudal promedio registrado en la estación hidrométrica, llego a 56 m<sup>3</sup>/s, (01-Set., al 17-Dic.), durante este periodo se registró algunos eventos pluviométricos de corta duración (08 al 13 de Nov.), que incrementaron ligeramente los caudales, hasta valores de 17 m<sup>3</sup>/s. El segundo periodo lluvioso en esta cuenca que originó el incremento de los caudales se presentó en los primeros días de diciembre hasta fines de mes, donde los incrementos de los caudales fueron oscilantes, llegando a registrar un caudal máximo de este periodo de 21,5 m<sup>3</sup>/s., tal como se muestra en la Figura 04.

Otro periodo importante de lluvias se registró, en la segunda década de enero-07, que permitió incrementar los caudales del río llave hasta valores de 99 m<sup>3</sup>/s, es a inicios de la segunda década de febrero, que el aporte pluviométrico se hizo mas

sostenido periodo que se extendió hasta la primera década de abril, pero sin superar a lo registrado en el año hidrológico pasado; los caudales lograron incrementarse paulatinamente hasta registrar un caudal máximo medio de 164,6 m<sup>3</sup>/s (09-mar).

Para la tercera década de abril hasta finales de mayo, los caudales registrados están cuasi estables, que en promedio llegan a 12,4 m<sup>3</sup>/s. A la fecha el río Ilave, tiene un caudal medio diario de 10,5 m<sup>3</sup>/s., y con un caudal promedio del mes de 11,7 m<sup>3</sup>/s., que representa una anomalía de -6%. Cuado N° 04.

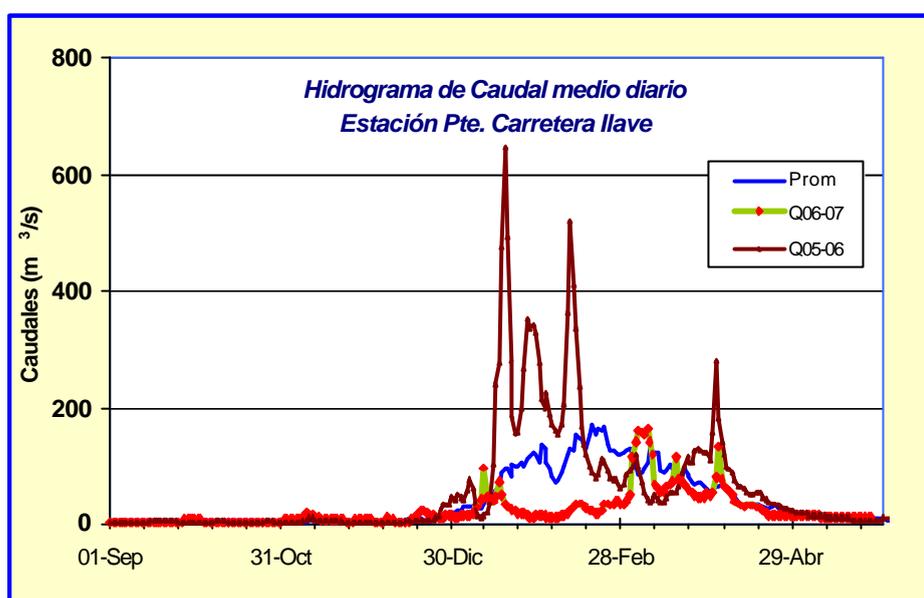


Figura N° 04: Hidrograma de caudales - Río Ilave.

**Cuadro N° 04 Río Ilave  
Periodo 2006-07**

MES	Anomalia
	06-07/Prom.Hist.
SET	-11
OCT	-24
NOV	30
DIC	3
ENE	-60
FEB	-81
MAR	-13
ABR	-5
MAY	-6

#### 4.5 Vertiente Lago Titicaca.

Con un área de espejo de agua de 8 380 Km<sup>2</sup>, de los cuales 4 966 Km<sup>2</sup>, corresponden al Perú, tiene una red hidrometeorológica que registran los aportes que directamente van al lago y llegan a un total de 07 estaciones, de las cuales 06 son climatológicas y 01 hidrológica.

Los aportes que van al lago, se ven reflejado en las variaciones de los niveles que registra esta fuente de agua; para lo cual contamos con una estación limnimétrica que registra estas variaciones y corresponde a HLM Lago Titicaca.

Desde el inicio del periodo hidrológico 2006-07, el comportamiento del lago tuvo una tendencia descendente, la misma que se mantuvo casi uniforme hasta inicio de la tercera década de diciembre, con algunas variaciones pero con tendencia ascendente, durante la primera década de octubre y noviembre, tal como se muestra en la Figura N° 05.

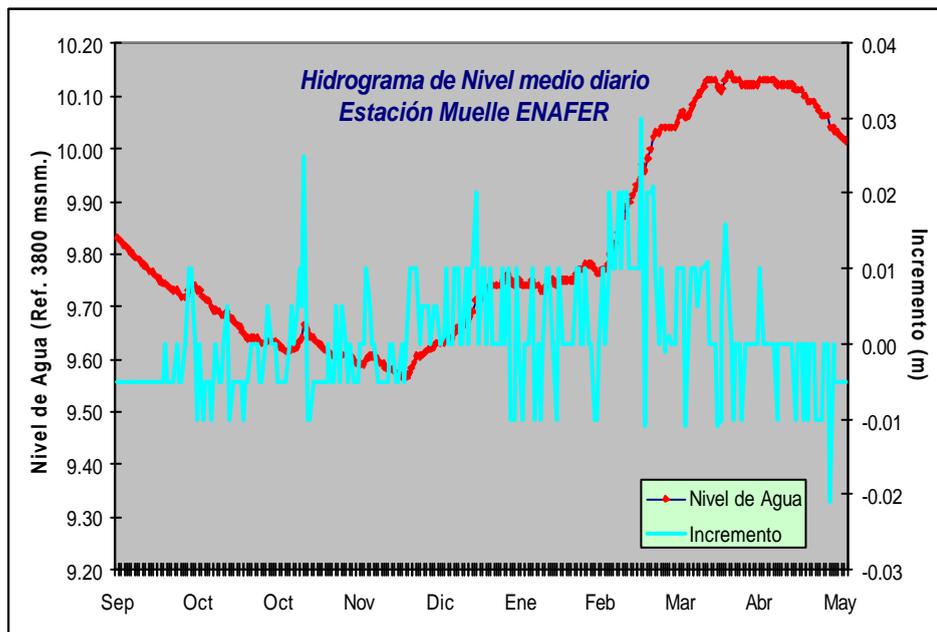


Figura N° 05: Hidrograma de nivel medio diario e incrementos - Lago Titicaca.

Desde la tercera década de diciembre hasta la primera quincena de abril el comportamiento del nivel de lago fue en promedio ascendente, siendo el periodo de marzo y primera quincena de abril, donde el incremento del nivel de agua fue de 0,01 m/día. Durante el periodo del 15 de abril al 10 de mayo, las variaciones de nivel agua eran cuasi estables y es a partir del inicio de la segunda década de mayo que los incrementos en los niveles agua cambiaron su tendencia a descendente, con una tasa promedio de -0,01 m/día.

## V CONCLUSIONES

- ↴ Según la evaluación final de los registros de caudales ingresados al lago, desde sus principales tributarios incluidos los exiguos aportes de los ríos Zapatilla y Callacame (en comparación a los demás tributarios), el caudal promedio mensual ingresado fue de 191,8 m<sup>3</sup>/s, teniendo valores máximos de 576,4 m<sup>3</sup>/s (marzo 07) y mínimos de 20,1 m<sup>3</sup>/s (setiembre 06), como se aprecia en el Cuadro N° 05.

**Cuadro N° 05 Cuenca de Lago Titicaca  
Periodo 2006-07**

MES	Caudales promedio (m <sup>3</sup> /s) Ingresados a Lago Titicaca
SET	20,1
OCT	22,9
NOV	52,3
DIC	115,4
ENE	302,8
FEB	192,7
MAR	576,4
ABR	315,9
MAY	128,1

- ↴ Las cuencas de la vertiente del Titicaca, para el periodo hidrológico 2006-07, han registrado un comportamiento hídrico variable a nivel espacial y temporal, donde exceptuando la cuenca del río Ilave, la vertiente peruana del Lago Titicaca ha registrado un periodo húmedo. Cuadro N° 06:

**Cuadro N° 06 Evaluación del Periodo Hidrológico 2006-07**

**Cuenca Lago Titicaca**

CUENCA	PERIODO HIDROLOGICO 2006-07
HUANCANE	HUMEDO
RAMIS	HUMEDO
COATA	HUMEDO
ILAVE	SECO

- ↴ Considerando los resultados obtenidos y haciendo una proyección a finales del año hidrológico 2006-07, la cuenca del Titicaca, tendría un comportamiento hídrico entre ligeramente normal a húmedo.
  
- ↴ Uno de los efectos más importantes registrados durante este periodo, fue el desborde del río Coata entre los días 8 y 9 de marzo, fecha en la cual el río registró un caudal medio diario de 244,7 m<sup>3</sup>/s, el cual afectó a unas 500 familias y 1 000 has., de cultivo en sus zonas ribereñas.