REPUBLICA DEL PERU
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES - INRENA
INTENDENCIA DE RECURSOS HIDRICOS
OFICINA DE PROYECTOS DE AFIANZAMIENTO HIDRICO

P E R F I L

PROYECTO AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS

VOLUMEN II
ESTUDIOS BÁSICOS

ANEXO 1: OFERTA Y DEMANDA DE AGUA
ANEXO 2: INVESTIGACIONES DE GEOFÍSICA Y GEOTECNIA

Lima, Abril del 2007

A N E X O 1

OFERTA Y DEMANDA DE AGUA

I N D I C E

pág.

1. HIDROLOGIA Y CLIMATOLOGIA

1	**INTRODUCCIÓN**	**4**
1.1	Antecedentes	37
1.2	Objetivos	37
2	**CUENCA DEL CUNAS**	**30**
2.1	Aspectos Generales	31
2.2	Climatología	31
2.2.1	Temperatura	31
2.2.2	Velocidad del Viento	31
2.2.3	Evaporación	31
2.2.4	Precipitación	31
3	**CAUDALES EN LA CUENCA DEL CUNAS**	**31**
3.1	Aspectos Generales	39
3.2	Generación de Caudales: Metodología	39
3.2.1	Análisis de las Precipitaciones	40
3.2.2	Escorrentía Superficial	40
3.2.3	Oferta de Agua en Lugares de Embalses	41
4	**DETERMINACION DE LOS CAUDALES MAXIMOS**	**32**
4.1	Caudales Máximos	32
4.2	Caudales Transitados	32
4.2.1	Tiempo de Concentración	43
4.2.2	Hidrograma Unitario	43
4.2.3	Tránsito de la Avenida	44
5	**RESULTADOS Y COMENTARIOS FINALES**	**12**

RELACION DE CUADROS

01	Estaciones Pluviométricas, cuenca del río Mantaro
02	Pluviometría de la Cuenca del Río Mantaro
03	Precipitación Anual de las Estaciones Seleccionadas
04	Análisis de Descargas: Estaciones Hidrométricas
05	Análisis de Descargas: Estaciones Seleccionadas
06	Generación de Caudales: Cuenca del Molinos
07	Caudales Máximos: Huajaco
08	Caudales Máximos: Quero
09	Caudales Máximos Collpa
10	Caudales Máximos: Cuenca Molinos

RELACION DE GRAFICOS

01 Relación Precipitación Altitud: Totalidad de Estaciones
02 Relación Precipitación Altitud: Estaciones >4200 msnm
03 Relación Precipitación Altitud: Estaciones <4200 msnm
04 Análisis de Doble Masa: Cazapatos
05 Análisis de Doble Masa: Hueghue
06 Análisis de Doble Masa: Marcapomacocha
07 Análisis de Doble Masa: Morococha
08 Análisis de Doble Masa: Pachacayo

RELACION DE ANEXOS

01 Sección Huajaco
02 Sección Quero
03 Sección Collpa

RELACION DE PLANOS

Plano 1 Estudio Hidrológico - Isoyetas

2. CALCULO DE LA DEMANDA DE AGUA

2.1 Introducción 13

2.2 Cédulas de Cultivos 13

2.3 Demandas de Agua 14
2.3.1 Evapotranspiración de referencia 14
2.3.2 Eficiencias de Riego 15
2.3.3 Demanda de agua por usos agrarios 15
2.3.4 Módulos de riego 17
2.3.5 Demanda de agua por usos no agrarios 17

3. BALANCE HIDRICO

3.1 Introducción 18

3.2 Resultados 18

1. HIDROLOGIA Y CLIMATOLOGIA

.0 Introducción

.1 Antecedentes

La cuenca del Mantaro, es particularmente rica en recursos hídricos y en particular la Cuenca del río Cunas, tiene también tierras de buena calidad, por lo que se conforma en un área potencial muy importante que contribuirá al desarrollo regional, con un impacto importante. Los recursos hídricos se distribuyen marcadamente en el año, se presentan abundantes en los períodos húmedos y limitados en los períodos de estiaje. Esto apertura la posibilidad de afianzar la cuenca, es por tanto importante, analizar las posibilidades de regulación orientadas a los aprovechamientos poblacionales y agrícolas.

Una operación óptima del Sistema, que dependerá del buen manejo del agua, en función de los aportes disponibles y de las demandas poblacionales y agrícolas, lo que permitirá lograr resultados económicos importantes y la recuperación de la inversión.

El componente más importante del Sistema, estará centrado en un embalse de regulación, cuyas alternativas corresponden a dos embalses propuestos, denominados Achipampa y Yanacocha, la capacidad de almacenamiento deberá ser propuesta en función de los recursos disponibles y en función de las demandas a ser atendidas.

El estudio a desarrollarse, corresponde a la revisión de la información disponible y al análisis hidrológico correspondiente.

.2 Objetivos

El desarrollo del estudio hidrológico está orientado a cumplir con los siguientes objetivos:

a) Análisis y revisión de la información hidrometeorológica, incidiendo en los aspectos de precipitación y caudales.
b) Definición de los caudales para las diferentes alternativas planteadas
c) Definición de los caudales máximos

El estudio comprende diferentes fases en su desarrollo, que van desde la recopilación, revisión y análisis de la información hidrometeorológica disponible y las definición de los caudales en las secciones de interés.

Cuenca del Cunas

Aspectos Generales

La cuenca del Cunas se ubica geográficamente en la sierra central del Perú, sobre la margen derecha del río Mantaro, con una extensión de 1860 km^2 y está comprendida políticamente en el departamento de Junín.

Tiene muy buenas vías de acceso; tomando como referencia en puntos de inicio y destino las ciudades de Lima y Huancayo, el camino principal lo constituye la denominada Carretera central, con una longitud total de 310 km entre ambas ciudades.

La segunda vía de acceso hacia Huancayo, lo constituye el ferrocarril central. Una tercera vía lo constituye la carretera Lima –Cañete – Yauyos – Huancayo. Finalmente, con frecuencias no regulares de vuelo, hay un medio aéreo de comunicación, el mismo que no es utilizado comercialmente.

Localmente, desde Huancayo hacia la cuenca del río Cunas, el acceso principal es por la localidad de Chupaca, tomando como punto de origen la ciudad de Huancayo, donde se ubican las zonas agrícolas y las obras de riego; los accesos hacia diversos lugares de la cuenca, están constituidos por una densa red de caminos vecinales que permiten una rápida comunicación y facilitarán la implementación o construcción de obras de infraestructura en general.

La cuenca del río Mantaro, cuenta con una gran variedad de climas debido a sus peculiares características morfológicas, la cual tiene su naciente a los 4000 msnm hasta su confluencia con el río Apurimac a los 500 msnm.

La zona de altas montañas entre 5000 y 6000 msnm está integrada en parte por nevados y glaciales; su temperatura media está en 0 ºC y con precipitación anual que superan los 900 mm en forma líquida y sólida.

Entre los niveles 4000 a 5000 se ubican las punas y los páramos andinos, que tiene el aspecto típico de pradera, con terrenos planos o con suaves ondulaciones con vegetación propia como el ichu. Las condiciones climatológicas variables van desde cero hasta unos pocos grados sobre cero y, con precipitación anual entre 700 mm a 900 mm.

Bajo la zona de punas y páramos andinos esta la región de los altos valles entre los 3000 a 4000 msnm donde se ubican los principales centros poblados, la precipitación anual varía entre 500 a 700 mm con temperatura entre 5 ºC y 10 ºC.

Ya entre los 2000 y 3000 msnm el curso del río se encañona, se presentan con precipitaciones anuales que ascienden de 300 a 700 mm y con temperaturas que superan los 25 ºC.

A niveles mas bajos las precipitaciones siguen en ascenso llegando a 1000 mm con clima cálido y elevada humedad que posibilitan el desarrollo de abundante vegetación.

Climatología

2.2.1 Temperatura

La temperatura, como variable meteorológica está relacionada con la altitud, a elevaciones sobre los 4,000 m.s.n.m. la temperatura media es baja y estacionalmente estable.

La temperatura media anual de diferentes estaciones ubicadas en la cuenca del Mantaro, se presenta en la siguiente relación:

ESTACION	ALTITUD (msnm)	TEMPERATURA (°C)
Marcapomacocha	4600	4.2
Cercapuquio	4300	4.0
Upamayo	4080	6.3
Mejorada	2826	16.7
Mantacra	2700	14.8

2.2.2 Velocidad del Viento

Los vientos generalmente son ligeros y poco frecuentes, con velocidad promedio diaria de 1.3 m/s, que varía estacionalmente entre un máximo de 1.9 m/s a un mínimo de 1.0 m/s, entre el verano y el invierno, respectivamente. La dirección predominante es NE-SO, en base a la información de la estación Colpa, ubicada a 3600 msnm.

2.2.3 Evaporación

La evaporación medida en tanque evaporímetro tipo "A", a elevaciones sobre los 4,000 m.s.n.m., tiene problema de congelamiento durante la noche, efecto que no ocurre en las superficies libres de las lagunas de la región, este efecto distorsiona las mediciones existentes las cuales deben ser utilizadas aplicando un factor de corrección adecuado.

El fenómeno de congelamiento del tanque evaporímetro ha sido investigado durante el estudio de factibilidad del Reservorio Pasto Grande, encontrándose que el factor de corrección adecuado para corregir este efecto es de 1.2; este factor multiplicado por el de tanque de 0.8 para trasladar los datos del tanque al lago da un factor final de 0.96.

De acuerdo con esto y utilizando los registros de evaporación de la estación Upamayo, ubicada a 4,100 m.s.n.m. y de la estación Colpa, ubicada a 3,600 m.s.n.m., se tiene una evaporación de referencia de 1092 mm/año y 1128 mm/año, respectivamente.

2.2.4 Precipitación

En la cuenca del Mantaro se hallan instaladas tres tipos de estaciones pluviométricas, pluviómetros simples, pluviómetros registradores y pluviómetros totalizadores. El período de registro data desde 1962.

Las estaciones dentro de las cuencas de estudio y subcuencas vecinas son:

ESTACIONES PLUVIOMETRICAS

ESTACIÓN	ALTITUD	Periodo Registro	Panual (mm)
Colpa	3500	1969-98	663
Pampas	3260	1963-97	518
Huichicocha	4700	1964-98	604
Cercapuquio	4390	1964-98	748
Tellería	3050	1963-97	529
Chichicocha	4500	1964-98	656
Angascocha	3280	1964-98	664
Palaco	3650	1962-98	606
Chilicocha	4275	1964-98	601
Acostbamba	3650	1962-98	696
Mantaro	4500	1964-98	735
Pachacayo	3300	1963-98	640
	3550	1966-98	653

3.0 Caudales en la Cuenca del Cunas

3.1. Aspectos Generales

En la cuenca del río Mantaro, con la finalidad de saber el aporte de sus numerosos afluentes se han instalado muchas estaciones de aforos generalmente en el final de cada subcuenca, con algunas excepciones. El propósito parece ser que ya se pensaba en un aprovechamiento integral de la cuenca a través de grandes embalses. ELECTROPERU es la entidad que controla la mayoría de este tipo de estaciones, en segundo lugar CENTROMIN y SENAMHI con un mínimo de estaciones.

La determinación de los caudales en las secciones de interés, constituye un componente principal en toda definición de aportes hídricos; en el caso presente, la cuenca del Cunas puede ser regulada dado que se presentan una concentración de caudales importantes en los períodos de lluvia, que comprende los primeros meses del año.

Se dispone de información en dos estaciones con una serie histórica que data desde la década de los 60`s, la primera de nombre Yanacocha, que para los efectos de este informe se le está definiendo como Yanacocha-Estación, que controla 970 km^2 de cuenca, y la segunda estación de nombre Angasmayo, que controla 1660 km^2 de cuenca.

3.2 Generación de Caudales: Metodología

Los lugares de cierre de presa definidos están ubicados uno en la cuenca alta, en un lugar denominado Achipampa, ubicado aguas arriba de la estación Yanacocha, y la segunda ubicación en un lugar denominado Yanacocha, ubicado aguas arriba de la estación Angasmayo.

Para ambas secciones de cierre, se definirán los caudales, tomando como base la información disponible en la estación más próxima, tomado como procedimiento el siguiente:

- Definición de las subcuencas hasta los cierres
- Definición de las subcuencas hasta las estaciones de aforo
- Distribución espacial de las precipitaciones en las subcuencas
- Determinación de los volúmenes precipitados en las subcuencas
- Transposición de caudales de cada estación de aforo a las secciones de cierre

3.2.1 Análisis de las Precipitaciones

Con la información disponible de precipitaciones, se ha preparado los planos temáticos de distribución espacial de la lluvia (isoyetas), lo cual ha permitido determinar las precipitaciones medias de cada sector de cuenca considerada:

- Sub cuenca sección Achipampa (presa propuesta)
- Sub cuenca sección Yanacocha Estación de aforos
- Sub cuenca sección Yanacocha (Presa propuesta)
- Sub cuenca sección Angasmayo (estación de aforos)

El resumen de los resultados obtenidos, considerando la distribución espacial de las precipitaciones, se presenta en el cuadro siguiente, donde se puede observar la existencia de una precipitación bastante uniforme, lo que confirma la necesidad de utilizar las dos estaciones para el proceso de transposición de caudales, para su definición en las secciones de cierre.

Cuenca Cunas Secciones Interés	**Area (Km^2)**	**P_{media}**
Sección Angasmayo	1660	541
Sección Yanacocha-Presa	1527	540

Sección Yanacocha-Estación	970	531
Sección Achipampa	680	532

Los volúmenes precipitados son un componente importante en la determinación de los caudales en las secciones sin información; se procedió por lo tanto a la determinación de la distribución espacial de las precipitaciones y a la determinación de las precipitaciones medias y los volúmenes precipitados en cada sección de interés, las que resultaron como sigue:

Cuenca Cunas Secciones Interés	**Volumen Precipitado (MMC)**
Sección Angasmayo	898
Sección Yanacocha-Presa	861
Sección Yanacocha-Estación	503
Sección Achipampa	375

3.2.2 Escorrentía Superficial

Se ha contado con la información de dos estaciones: Angasmayo con un área drenada de 1660 km^2 y Yanacocha con un área drenada de 970 km^2.

Se ha tomado información del estudio geológico, donde se observa que existe el fenómeno de la karsticidad, existiendo puquiales donde aflora el agua en el tramo entre Yanacocha y Angasmayo.

El análisis de estiajes se realiza con la información disponible originalmente, previo a la homogenización de los registros, condiciones que permite analizar con mayor exactitud el fenómeno del karstisismo.

Los rendimientos anuales de las estación es Yanacocha y Angasmayo son 5.85 y 8.56 l/s/km^2 respectivamente; el aumento dese la primera estación a la segunda es de 46.49 % a nivel anual, pero a nivel mensual se llega a valores muy altos, p.e. para agosto se tiene un aumento del 181.44% y en los otros meses de estiaje, también son altos los aumentos.

Si la lluvia en esta época es nula y si el comportamiento de la cuenca fuera uniforme, el aumento esperado debería ser proporcional a la relación de áreas, es decir 71% más. Esto ya indica que la cuenca entre Yanacocha y Angasmayo recibe aportes extras que podrían ser los incrementos subterráneos de otras cuencas.

3.2.3 Oferta de Agua en Lugares de Embalses

El recurso hídrico disponible en la subcuenca es uno de los factores que condicionan la viabilidad de un proyecto, siendo la cuenca del Cunas favorecida por la existencia de estaciones de aforo.

Para estimar los caudales en los lugares con posibilidad de embalses se usa la siguiente relación:

$$\frac{Q_{embalse}}{Q_{estación}} = \frac{Volumen\ Precipitado_{embalse}}{Volumen\ Precipitado_{estación}}$$

Donde:

$Q_{embalse}$**:** Caudal a determinarse

$Q_{estación}$: Caudal registrado en estación de aforo

$Volumen\,Precipitado_{embalse}$: volumen precipitado hasta la sección del embalse

$Volumen\,Preciptado_{estación}$: volumen precipitado hasta la estación de aforos

Dado que existe una variación muy importante en los rendimientos de las estaciones Yanacocha y Angasmayo, por las consideraciones expuestas de la presencia del fenómeno de karsticidad, se han definido igualmente los rendimientos de las secciones de almacenamiento Achipampa y Yanacocha, en la misma medida correspondencia; así, Achipampa se generará desde Yanacocha-Estación y Yanacocha-Presa se generará desde Angasmayo-Estación.

Los caudales característicos se presentan en el cuadro siguiente y las series totales se presentan en los anexos.

CAUDALES CARACTERISTICOS

Estación	Q_{anual}	Probabilidad de Excedencia (%)	Año	Estación	Q_{anual}	Probabilidad de Excedencia (%)	Año
Achipampa	8.5	5.6	1973	Yanacocha Presa	23.4	5.6	1972
	5.7	25.0	1982		18.1	25.0	1976
	3.9	50.0	1988		13.3	50.0	1988
	2.6	75.0	1995		10.2	75.0	1995
	0.5	95.0	1990		7.2	95.0	1990
Yanacocha Estación	11.4	5.6	1973	Angasmayo Estación	23.9	5.6	1973
	7.7	25.0	1982		18.5	25.0	1982
	5.2	50.0	1988		13.6	50.0	1988
	3.5	75.0	1995		10.5	75.0	1995
	0.7	95.0	1990		7.4	95.0	1990

Considerando que se embalsará los recursos entre los meses de Diciembre y Abril de cada año, la oferta potencial a ser regulada en los embalses es la siguiente:

- Yanacocha – Presa: 215 MMC
- Achipampa : 100 MMC

4.0 Determinación de los Caudales Máximos

4.1 Caudales Máximos

El estudio de máximas avenidas, estará circunscrito a la subcuenca del Cunas, para lo cual se dispone de los métodos probabilísticas aplicados a la estadística registrada, que corresponde a la serie de caudales máximos promedio diarios, disponibles en las estaciones de aforos Angasmayo y Yanacocha. La información disponible se presenta en el siguiente cuadro.

Caudales Máximos Anuales: Yanacocha y Angasmayo

Año	Yanacocha	Angasmayo	Año	Yanacocha	Angasmayo
1964		80.4	1982	44.7	104.5
1965		75.6	1983	44.0	49.7

1966		148.8	1984	43.7	134.2
1967		165.8	1985	43.3	107.7
1968		113.7	1986	41.8	137.8
1969		64.8	1987	38.2	60.9
1970	180.4	78.3	1988	37.6	94.2
1971	128.0	121.7	1989	36.4	112.1
1972	67.5	126.5	1990	34.5	31.3
1973	65.0	165.5	1991	33.2	68.9
1974	59.8	199.5	1992	29.7	24.5
1975	58.4	142.1	1993	29.5	80.8
1976	57.0	129.1	1994	18.7	109.5
1977	56.8	84.8	1995	17.0	131.5
1978	54.3	101.7	1996	5.6	113.3
1979	52.4	71.2	1997	5.0	119.4
1980	51.7	83.3	1998	2.1	103.6
1981	45.6	161.7			

Se descartaron los valores en Yanacocha, de avenidas menores a 10 m3/s, pertenecientes a años secos.

Los caudales máximos obtenidos, son caudales máximos promedios diarios, resultado del ajuste a la Distribución LogPearson III, y será necesario llevarlo a condiciones de caudales instantáneos. Una expresión común es la de Fuller:

$$Q_{inst} = Q_{mpd}(1 + \frac{2.66}{A^{0.3}})$$

Q_{inst}: Caudal máximo instantáneo en m^3/s

Q_{mpd}: Caudal máximo promedio diario en m^3/s

A : Área de la cuenca en km^2

Como resultado de la aplicación de esta fórmula se tiene los siguientes factores se de aumento:

- Yanacocha, 970 km^2, f: 1.34
- Angasmayo, 1660 km^2, f: 1.29

Como los embalses están próximos a las estaciones de aforos, sus avenidas se calcularan en base a los resultados en cada estación ajustados por el factor de áreas de subcuencas.

Los resultados para diferentes períodos de retorno son mostrados en los siguientes cuadros:

Cuenca Achipampa

Tr (años)	Qmax m^3/s	km^2	Rendimiento $m^3/s/km^2$
		680.00	
10000	354		0.52
2000	267		0.39
1000	235		0.35
500	205		0.30
200	170		0.25
100	146		0.21
50	125		0.18

20	98		0.14

Cuenca Yanacocha

Tr (años)	Qmax m^3/s	km^2	Rendimiento $m^3/s/km^2$
		1,527.00	
10000	793		0.52
2000	600		0.39
1000	528		0.35
500	461		0.30
200	381		0.25
100	328		0.21
50	280		0.18
20	221		0.14

4.2| Caudales Transitados

Al producirse una avenida en la cuenca del río Cunas, será necesario prever su evacuación, se tiene proyectado embalses alternativos, en las ubicaciones Achipampa y Yanacocha, para lo cual se ha realizado el análisis correspondiente.

El procedimiento de cálculo realizado corresponde a lo siguiente:

- Cálculo del tiempo de concentración
- Determinación del hidrograma unitario para definir el tiempo de la avenida
- Tránsito de la avenida

4.2.1 Tiempo de Concentración

Para el cálculo del tiempo de concentración se ha utilizado la siguiente expresión:

$$T_c = [0.87\ L^3/H]^{0.385}$$

donde:

L: longitud mas larga en km
H: diferencia de cotas mayor y menor

4.2.2 Hidrograma Unitario

El hidrograma unitario estará compuesto por los caudales máximos para los diferentes periodos de retorno, el tiempo al pico y el tiempo de retardo.

El tiempo al pico esta dado por la siguiente expresión, donde:

$$T_p=[D/2]+[0.6T_c]$$

D: duración de la lluvia (estimada en 6 horas)

El tiempo base, corresponde al tiempo total del hidrograma y esta dado por la siguiente expresión:

$$T_b= 2.67\ T_p$$

Subcuenca	**Achipampa**	**Yanacocha**
Tb (horas)	15.00	21.20

Tp (horas)	6.10	7.90
Tr (horas)	8.90	13.30
T_c (horas)	5.50	8.40

.

4.2.3 Tránsito de la Avenida

Los métodos de tránsito por desplazamiento del tiempo en los flujos de entrada, permite definir aproximaciones del hidrograma de avenidas o crestas.

Estos métodos generalmente no están basados en relaciones matemáticas de movimiento o almacenamiento en el cauce o canal, si no desarrollados mediante la intuición y procesos empíricos.

En la práctica han sido aplicados a tramos largos, la simplificación en los cálculos constituye la principal ventaja con respecto a otros métodos.

El método de de "retardo promedio sucesivo", ha sido desarrollado por F.E. Tetum del U.S. Army Corps of Enggineers, y está basado en las siguientes suposiciones:

- La relación descarga – almacenamiento, por tanto la forma del hidrograma de avenida, tiende a variar uniformemente a los largo del canal.
- El cambio en la forma del hidrograma entre los puntos refleja el efecto acumulativo de todas las características de almacenamiento del tramo del canal.

Los datos de entrada, hidrograma de entrada, los hidrogramas por tramos y los caudales de salida, hidrograma de salida, se presentan en forma tabulada en los cuadros anexos, para los caudales máximos de periodos de retorno 50, 100 y 1000 años.

Los resultados obtenidos definen la descarga máxima transitadas, para las secciones de interés en la cuenca del Cunas son los siguientes:

Cuenca	**Area (km^2)**	**Caudales Máximos (m^3/s)**		
		$Tr_{(50)}$	**$Tr_{(100)}$**	**$Tr_{(10000)}$**
Achipampa	680	125	146	354
Yanacocha	1527	280	328	793
Cuenca	**Area (km^2)**	**Caudales Máximos Transitados (m^3/s)**		
		$Tr_{(50)}$	**$Tr_{(100)}$**	**$Tr_{(10000)}$**
Achipampa	680	116	136	329
Yanacocha	1527	263	308	744

5.0 Resultados y Comentarios Finales

Del estudio realizado y de los resultados obtenidos, que permiten contar con el análisis de un conjunto de aspectos, que van desde la recopilación y validación de la información pluviométrica disponible, hasta la definición de los caudales a ser regulados en las diferentes alternativas propuestas, sobre los cual se puede resumir y comentar los

siguientes resultados:

Información y su Calidad

1) La red de estaciones pluviométricas cuyos registros de precipitación se han consignado para el presente estudio, que permitieron definir la base de estaciones para los cálculos de los caudales en las secciones de interés.
2) La red de estaciones hidrométricas, comprenden registros de estaciones en la cuenca del Cunas, que sirvieron de base para la definición de los caudales en las secciones de interés que corresponden a los ejes de cierre de las presas propuestas.

Resultados

3) Las alternativas analizadas, son dos: Achipampa ubicado en la parte alta de la cuenca del Cunas y Yanacocha ubicado en la cuenca media.
4) Se ha previsto una regulación, que será utilizada en los períodos críticos, analizado para todo el estiaje (Mayo – Noviembre), que permite afianzar los recursos hídricos de la cuenca y utilizarlos para los fines principalmente agrícolas.
5) La cuenca del Cunas, con una extensión de 1660 km^2 hasta Angasmayo, tiene una masa total de agua del orden de 450 Hm3, de los cuales son potencialmente susceptibles de regulación en Achipampa 100 Hm3 y 205 Hm3 en Yanacocha, por lo que constituye una unidad geográfica importante como fuente atractiva para implementar en ella alternativas de regulación para lograr un afianzamiento de la cuenca.

2. CALCULO DE LA DEMANDA DE AGUA

2.1 Introducción

En esta sección se presenta la información concerniente al análisis de las demandas de agua para la condición Con Proyecto que propone el Perfil del Estudio.

El Proyecto atenderá a un total de 15,000 ha pertenecientes a las margenes derecha e izquierda del río Cunas, de acuerdo al detalle que se muestra mas adelante.

Para el diseño de la cédula de cultivos con Proyecto a nivel de Perfil, se ha consultado con la información que ofrecen tres fuentes:

El Censo Nacional Agropecuario, realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, en el año 1994.

El portal del Ministerio de Agricultura, a través de Sistema de Información Agraria.

La tercera fuente lo ha constituido trabajo de campo que fue financiado solidariamente por la Intendencia de Recursos Hídricos y la Junta de Usuarios del Distrito de Riego Mantaro, mediante la contratación de un ingeniero que suministró información relacionada con áreas

actualmente bajo riego y en secano. Dicha información fue contrastada durante nuestro trabajo de campo además de efectuar las acostumbradas reuniones de trabajo con los beneficiarios a fin de evaluar su predisposición a utilizar otros sistemas de riego así como a la introducción de nuevos cultivos.

2.2 Cédula de Cultivos

La cédula de cultivos en el escenario con Proyecto, se presenta en el Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS - ESCENARIO CON PROYECTO

CEDULA DE CULTIVO 15,000 ha

	CULTIVOS	RIEGO POR GRAVEDAD			RIEGO PRESURIZADO			SUB-TOTALES		TOTAL	% respecto a	
		1ra. Camp.	2da. Camp.	Total	1ra. Camp.	2da. Camp.	Total	1ra. Camp.	2da. Camp.		Area física	Area sembr.
	Cultivos Semi Permanentes	**2,300**	**-**	**2,300**	**-**	**-**	**-**	**2,300**	**-**	**2,300**	**15.3**	**10.5**
1	Alcachofa	1,000	-	1,000	-	-	-	1,000	-	1,000	6.7	4.5
2	Alfalfa	1,300	-	1,300	-	-	-	1,300	-	1,300	8.7	5.9
	Cultivos Transitorios	**12,700**	**7,000**	**19,700**	**-**	**-**	**-**	**12,700**	**7,000**	**19,700**	**84.7**	**89.5**
3	Tubérculos: papa	1,000	750	1,750	-	-	-	1,000	750	1,750	6.7	8.0
4	Hortalizas: zanahoria	5,000	2,000	7,000	-	-	-	5,000	2,000	7,000	33.3	31.8
5	Hortalizas: cebolla, apio	1,500	800	2,300	-	-	-	1,500	800	2,300	10.0	10.5
6	Maíz amiláceo	1,000	1,000	2,000	-	-	-	1,000	1,000	2,000	6.7	9.1
7	Cebada	1,300	750	2,050	-	-	-	1,300	750	2,050	8.7	9.3
8	Trigo	1,200	800	2,000	-	-	-	1,200	800	2,000	8.0	9.1
8	Orégano	400	-	400	-	-	-	400	-	400	2.7	1.8
9	Menestras: arveja, haba	1,300	900	2,200	-	-	-	1,300	900	2,200	8.7	10.0
	Sub Totales	**15,000**	**7,000**	**22,000**	**-**	**-**	**-**	**15,000**	**7,000**	**22,000**	**100.0**	**100.0**
	Porcentajes	**100%**			**0%**							
	Area física bajo riego	**15,000**										
	Coeficiente Uso de la Tierra:	**1.47**										

De la lectura del cuadro precedente se observan como conclusiones importantes, las siguientes:

- El 15.3% del área física se explotaría con cultivos semipermanentes.
- El 84.7% del área física se explotaría con cultivos transitorios.
- El 55.1% del área física que se explota con cultivos transitorios, será explotada en una segunda campaña agrícola.
- El coeficiente de uso de la tierra es 1.47.
- El cultivo principal es la zanahoria, con el 3 % del área física total.
- No se ha considerado área a ser irrigada con riego presurizado. Este criterio ha sido tomado de acuerdo a las conversaciones sostenidas con beneficiarios, sobre todo por el significativo costo inicial de los equipos de riego. Sin embargo, en las siguientes fases de los estudios se puede efectuar diseños para diferentes años de vida del Proyecto y con el auxilio de estudios socioagroeconómicos más detallados.

2.3 Demandas de Agua

2.3.1 Evapotranspiración de referencia

El cálculo de la evapotranspiración de referencia ha sido realizado utilizando el método de Penman-Monteith, aplicado al software CROPWATT preparado por la FAO.

La información climatológica básica se presenta en el Cuadro No. 2.2 y esta se fundamenta en los registros proporcionados por la Estación Huayao. Se ha trabajado con los resultados de temperatura media, humedad relativa media, velocidad del viento y las horas de sol, que son los indicadores solicitados por el método de Penmann modificado.

En el Cuadro 2.3 se presentan los resultados obtenidos con la aplicación del software.

Cuadro No. 2.2

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS - ESCENARIO CON PROYECTO
INFORMACION CLIMATOLOGICA BASICA

Estación: Huayao **Longitud:** 75.42°
Latitud: 11.73°

MES	TEMP. MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%)	VIENTOS (m/s) (*)	HORAS DE SOL (**)	PRECIPIT. MEDIA (***)	PRECIPIT. AL 75%	EVAP. MEDIA (mm)
Enero	12.4	71.5	1.5	8.0	85.5	64.1	158.0
Febrero	12.2	73.7	1.5	8.0	93.0	69.8	133.6
Marzo	12.0	74.6	1.5	8.0	69.5	52.1	154.2
Abril	11.8	69.3	1.5	8.0	38.4	28.8	149.5
Mayo	11.0	63.4	2.0	8.0	7.8	5.9	149.5
Junio	10.2	59.2	2.0	10.0	1.5	1.1	141.3
Julio	10.0	57.9	2.0	10.0	2.8	2.1	162.1
Agosto	11.1	59.4	2.0	10.0	8.1	6.1	164.3
Setiembre	12.3	62.7	2.0	10.0	27.0	20.3	179.8
Octubre	13.1	64.7	1.5	10.0	44.8	33.6	176.0
Noviembre	13.3	64.9	1.5	10.0	43.6	32.7	174.4
Diciembre	12.8	67.9	1.5	8.0	76.4	57.3	171.6
PROMEDIOS	11.9	65.8	1.7	9.0	498.4	373.8	1,914.3

Cuadro 2.3

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS - ESCENARIO CON PROYECTO
EVAPOTRANSPIRACION DE REFERENCIAS ETo SEGÚN PENMAN MONTEITH

MES	TEMP. MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%)	VIENTO (km/día)	INSOLACION (horas)	RADIACION (MJ/m2/día)	ETo (mm/día)	PRECIP. EFECT. (mm/mes)
Enero	12.4	72	130	8.0	13.1	3.60	48.1
Febrero	12.2	74	130	8.0	13.1	3.53	52.3
Marzo	12.0	75	130	8.0	12.4	3.33	39.1
Abril	11.8	69	130	8.0	10.8	3.05	21.6
Mayo	11.0	63	173	8.0	9.0	2.78	4.4
Junio	10.2	59	173	10.0	8.8	2.77	0.8
Julio	10.0	58	173	10.0	9.1	2.85	1.6
Agosto	11.1	59	173	10.0	10.8	3.27	4.6
Setiembre	12.3	63	173	10.0	12.7	3.72	15.2
Octubre	13.1	65	130	10.0	14.0	4.00	25.2
Noviembre	13.3	65	130	10.0	14.4	4.11	24.5
Diciembre	12.8	68	130	8.0	13.0	3.67	43.0
PROMEDIOS	11.9	66	148	9.0	11.8	1,237	280.4

Precipitación efectiva: 75%

2.3.2 Eficiencias de Riego

Para el cálculo de la demanda de agua se ha trabajado con los valores de eficiencias que se presentan en el Cuadro No. 2.4. Estas son producto de nuestra apreciación efectuada durante nuestro trabajo de campo, de acuerdo al método de riego que utilizan los productores, el cual es exclusivamente por gravedad, así como de acuerdo a la cultura de roles de riego, horarios de riego que suelen utilizar las ocho Comisiones de Regantes que conforman el área beneficiada con el Proyecto.

Cuadro No. 2.4
AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS
ESCENARIO CON PROYECTO
EFICIENCIAS DE RIEGO

EFICIENCIA	%
Conducción	0.95
Distribución	0.80
Aplicación cultivos semipermanentes	0.60
Aplicación cultivos transitorios	0.50
Total cultivos semipermanentes	**0.46**
Total cultivos transitorios	**0.38**

2.3.3 Demanda de Agua por Usos Agrarios

La demanda de agua del área de riego perteneciente al área con Proyecto asciende a 198 MMC. Los resultados se presentan en el Cuadro No. 2.5, de cuya lectura se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- El 24.2% de la demanda total de agua es requerida por los cultivos semipermanentes.
- El 75.8% de la demanda total de agua es requerida por los cultivos transitorios.
- La demanda de agua de la primera campaña es de 133 MMC.
- La demanda de agua de la segunda campaña es de 65 MMC.

Cuadro 2.5

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS - ESCENARIO CON PROYECTO
DEMANDA DE AGUA PARA USOS AGRARIOS PARA CEDULA DE CULTIVO DE 15,000 ha

Nº	CULTIVO	FACTORES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
		dias/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
		ETo (mm/día)	2.05	1.66	2.07	2.33	2.64	2.74	2.80	3.12	3.21	3.19	3.29	3.43
	CULTIVOS SEMI PERMANENTES													
1	**Alcachofa**	Kc	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
		Area (ha)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
		Dem Neta (m3/s)	0.21	0.17	0.22	0.24	0.27	0.29	0.29	0.33	0.33	0.33	0.34	0.36
		Dem Bruta (m3/s)	0.47	0.38	0.47	0.53	0.60	0.63	0.64	0.71	0.73	0.73	0.75	0.78
		Dem Bruta (MMC)	1.25	0.92	1.27	1.38	1.61	1.62	1.71	1.91	1.90	1.95	1.95	2.10
2	**Alfalfa**	Kc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Area (ha)	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300
		Dem Neta (m3/s)	0.31	0.25	0.31	0.35	0.40	0.41	0.42	0.47	0.48	0.48	0.50	0.52
		Dem Bruta (m3/s)	0.68	0.55	0.68	0.77	0.87	0.90	0.92	1.03	1.06	1.05	1.09	1.13
		Dem Bruta (MMC)	1.81	1.33	1.83	1.99	2.33	2.35	2.47	2.76	2.75	2.82	2.82	3.03
	CULTIVOS TRANSITORIOS													
3	**Tubérculos: papa**	Kc	1.10	0.90	0.60		0.50	0.80	1.10	0.90	0.60		0.50	0.80
		Area (ha)	1,000	1,000	1,000		750	750	750	750	750		1,000	1,000
		Dem Neta (m3/s)	0.26	0.17	0.14	-	0.11	0.19	0.27	0.24	0.17	-	0.19	0.32
		Dem Bruta (m3/s)	0.69	0.46	0.38	-	0.30	0.50	0.70	0.64	0.44	-	0.50	0.83
		Dem Bruta (MMC)	1.84	1.10	1.01	-	0.81	1.30	1.88	1.72	1.14	-	1.30	2.24
4	**Hortalizas: zanahoria**	Kc	0.80	1.00	0.90	0.55		0.45	0.80	1.00	0.90	0.55		0.45
		Area (ha)	5,000	5,000	5,000	5,000		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000		5,000
		Dem Neta (m3/s)	0.95	0.96	1.08	0.74	-	0.29	0.52	0.72	0.67	0.41	-	0.89
		Dem Bruta (m3/s)	2.50	2.53	2.84	1.95	-	0.75	1.36	1.90	1.76	1.07	-	2.35
		Dem Bruta (MMC)	6.68	6.12	7.60	5.06	-	1.95	3.65	5.10	4.57	2.86	-	6.29
5	**Hortalizas: cebolla, apio**	Kc	0.40	0.80	1.05	0.90	0.55		0.40	0.80	1.05	0.90	0.55	
		Area (ha)	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500		800	800	800	800	800	
		Dem Neta (m3/s)	0.14	0.23	0.38	0.36	0.25	-	0.10	0.23	0.31	0.27	0.17	-
		Dem Bruta (m3/s)	0.37	0.61	0.99	0.96	0.66	-	0.27	0.61	0.82	0.70	0.44	-
		Dem Bruta (MMC)	1.00	1.47	2.66	2.48	1.78	-	0.73	1.63	2.13	1.87	1.14	-
6	**Maíz amiláceo**	Kc	1.05	0.90	0.80		0.45	0.80	1.05	0.90	0.80		0.45	0.80
		Area (ha)	1,000	1,000	1,000		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000		1,000	1,000
		Dem Neta (m3/s)	0.25	0.17	0.19	-	0.14	0.25	0.34	0.33	0.30	-	0.17	0.32
		Dem Bruta (m3/s)	0.66	0.46	0.50	-	0.36	0.67	0.90	0.86	0.78	-	0.45	0.83
		Dem Bruta (MMC)	1.75	1.10	1.35	-	0.97	1.73	2.40	2.29	2.03	-	1.17	2.24
7	**Cebada**	Kc	0.75	1.05	0.90	0.70		0.45	0.75	1.05	0.90	0.70		0.45
		Area (ha)	1,300	1,300	1,300	1,300		750	750	750	750	750		1,300
		Dem Neta (m3/s)	0.23	0.26	0.28	0.25	-	0.11	0.18	0.28	0.25	0.19	-	0.23
		Dem Bruta (m3/s)	0.61	0.69	0.74	0.65	-	0.28	0.48	0.75	0.66	0.51	-	0.61
		Dem Bruta (MMC)	1.63	1.67	1.97	1.67	-	0.73	1.28	2.01	1.71	1.37	-	1.63
8	**Trigo**	Kc	0.45	0.75	1.05	0.90	0.70		0.45	0.75	1.05	0.90	0.70	
		Area (ha)	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200		800	800	800	800	800	
		Dem Neta (m3/s)	0.13	0.17	0.30	0.29	0.26	-	0.12	0.22	0.31	0.27	0.21	-
		Dem Bruta (m3/s)	0.34	0.46	0.79	0.77	0.68	-	0.31	0.57	0.82	0.70	0.56	-
		Dem Bruta (MMC)	0.90	1.10	2.13	1.99	1.81	-	0.82	1.53	2.13	1.87	1.46	-
7	**Orégano**	Kc	0.45	0.75	1.05	0.90	0.70							
		Area (ha)	400	400	400	400	400		-	-	-	-	-	
		Dem Neta (m3/s)	0.04	0.06	0.10	0.10	0.09	-	-	-	-	-	-	-
		Dem Bruta (m3/s)	0.11	0.15	0.26	0.26	0.23	-	-	-	-	-	-	-
		Dem Bruta (MMC)	0.30	0.37	0.71	0.66	0.60	-	-	-	-	-	-	-
10	**Menestras: arveja, haba**	Kc	1.00	0.90	0.75		0.50	0.75	1.00	0.90	0.75		0.50	0.75
		Area (ha)	1,300	1,300	1,300		900	900	900	900	900		1,300	1,300
		Dem Neta (m3/s)	0.31	0.23	0.23	-	0.14	0.21	0.29	0.29	0.25	-	0.25	0.39
		Dem Bruta (m3/s)	0.81	0.59	0.61	-	0.36	0.56	0.77	0.77	0.66	-	0.65	1.02
		Dem Bruta (MMC)	2.17	1.43	1.65	-	0.97	1.46	2.06	2.06	1.71	-	1.69	2.72
	Demanda Total Bruta	(MMC)	19.35	16.61	22.17	15.24	10.88	11.14	17.01	21.01	20.08	12.74	11.52	20.24
	Demanda Semi Permanentes	(MMC)	3.06	2.24	3.09	3.37	3.95	3.97	4.19	4.67	4.65	4.77	4.77	5.12
	Demanda Transitorios - 1ra. Camp.	(MMC)	15.99	14.00	18.36	11.20	3.58						4.16	15.12
	Demanda Transitorios - 2da. Camp.	(MMC)					2.74	7.17	12.83	16.34	15.43	7.97	2.60	
	Demanda Total Bruta	(m3/s)	7.22	6.87	8.28	5.88	4.06	4.30	6.35	7.84	7.75	4.75	4.45	7.56
	Area Total	(ha)	14,600	14,600	14,600	11,300	7,650	7,700	9,300	9,300	9,300	6,650	7,200	11,900
	Area Semipermanentes	(ha)	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300
	Area Transitorios 1a. Camp.	(ha)	12,300	12,300	12,300	7,700	2,700						3,300	9,600
	Area Transitorios 2a. Camp.	(ha)					2,650	5,400	7,000	7,000	7,000	3,600	1,600	
	Módulo de Riego	(lps/ha)	0.49	0.47	0.57	0.52	0.53	0.56	0.68	0.84	0.83	0.72	0.62	0.64
	Volúmen Anual Requerido :		**197.98 MMC**				**Dotación Total:**		**13,199 m3/ha**					

Fuente: Elaboración Propia

El consolidado de requerimientos de demanda de agua de Lucanas, se presenta en el Cuadro 2.6.

Cuadro 2.6

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS - ESCENARIO CON PROYECTO
DEMANDA DE AGUA PARA 15,000 ha (MMC)

	CULTIVOS	RIEGO POR GRAVEDAD			RIEGO PRESURIZADO			SUB-TOTALES		TOTAL	%
		1ra. Camp.	2da. Camp.	Total	1ra. Camp.	2da. Camp.	Total	1ra. Camp.	2da. Camp.		
	Semi Permanentes	**47.85**	**-**	**47.85**	**-**	**-**	**-**	**47.85**	**-**	**47.85**	**24.2**
1	Alcachofa	19.58		19.58			-	19.58	-	19.58	9.9
2	Alfalfa	28.28		28.28			-	28.28	-	28.28	14.3
	Transitorios	**85.06**	**65.07**	**150.13**	**-**	**-**	**-**	**85.06**	**65.07**	**150.13**	**75.8**
3	Tubérculos: papa	7.49	6.85	14.34			-	7.49	6.85	14.34	7.2
4	Hortalizas: zanahoria	31.75	18.12	49.87			-	31.75	18.12	49.87	25.2
5	Hortalizas: cebolla, apio	9.39	7.51	16.90			-	9.39	7.51	16.90	8.5
6	Maíz amiláceo	7.61	9.42	17.03			-	7.61	9.42	17.03	8.6
7	Cebada	8.58	7.10	15.68			-	8.58	7.10	15.68	7.9
8	Trigo	7.93	7.81	15.74			-	7.93	7.81	15.74	7.9
9	Orégano	2.64	-	2.64			-	2.64	-	2.64	1.3
10	Menestras: arveja, haba	9.66	8.26	17.93			-	9.66	8.26	17.93	9.1
	T O T A L	**132.91**	**65.07**	**197.98**	**-**	**-**	**-**	**132.91**	**65.07**	**197.98**	**100.0**

2.3.4 Módulos de Riego

De la relación de demandas de agua versus áreas de diseño de la cédula de cultivos, en el escenario con proyecto, se obtienen los módulos de riego tanto a nivel de campaña principal como de segunda campaña.

Los resultados se presentan en el Cuadro No. 2.7:

Cuadro No. 2.7
MODULOS DE RIEGO PARA LA CEDULA DE 15,000 ha
(m3/ha/campaña)

CULTIVOS		POR GRAVEDAD		PRESURIZADO	
		1ra. Camp.	2da. Camp.	1ra. Camp.	2da. Camp.
	Semi Permanentes				
1	Alcachofa	19,577			
2	Alfalfa	21,752			
	Transitorios				
3	Tubérculos: papa	7,488	9,135		
4	Hortalizas: zanahoria	6,350	9,062		
5	Hortalizas: cebolla, apio	6,260	9,385		
6	Maíz amiláceo	7,612	9,421		
7	Cebada	6,603	9,465		
8	Trigo	6,605	9,762		
9	Orégano	6,605			
10	Menestras: arveja, haba	7,435	9,179		

2.3.5 Demanda de Agua por Usos No Agrarios

En el ámbito de nuestro proyecto tenemos dos tipos de usuarios no agrarios: de uso piscícola y de uso hidroenergético.

Los usuarios que cuentan con su respectiva Resolución Administrativa extendida por la Administración Técnica del Distrito de Riego Mantaro, y cuya fuente es el río Cunas, son los siguientes:
Piscigranja Cunas, cuyo representante es el Sr. Genaro Elías Ruiz Santana.
Piscigranja Copa, cuyo representante es el Sr. Virgilio Lazo López
Píscigranja Chalhuas, cuyo representante es el Sr. elestino Lazo Calderón
Piscigranja Achipampa, de la Asociación Multifamiliar de Produc.Agrop.Achipampa.

El usuario hidroenergético es Electrocentro S.A. que opera la Central Hidroeléctrica Huarisca. Este usuario puede disponer de 2.153 m^3/seg pero que es recuperado a través de las aguas turbinazas, las cuales son devueltas al río Cunas, aguas arriba de la bocatoma Huarisca, que suministra agua para riego de toda la margen derecha del ríO Cunas.

Teniendo en cuenta que todos estos usuarios no constituyen uso consuntivo, salvo las pérdidas por conducción ya consideradas en el cálculo de la demanda de agua, no se les ha considerado en el balance hídrico a nivel de estudios de Perfil. En las etapas posteriores, y de acuerdo a los resultados que nos arrojen los estudios mas detallados, se determinará cuál es la real incidencia en el balance hídrico.

3. BALANCE HIDRICO

3.1 Introducción

En esta sección se presentan los cálculos de la simulación efectuada como parte del Balance Hídrico, es decir la relación entre la oferta de agua mas la presencia de las dos alternativas de embalse: Achipampa y Yanacocha.

3.2 Resultados

La simulación se ha efectuado en base al período de registro de 36 años comprendido entre 1962 y 1997. El volumen útil de capacidad de almacenamiento, en cada una de las alternativas es de 30 MMC.

El resumen se presenta en el Cuadro 3.1 y el detalle en los Cuadros 3.2 y 3.3. De la lectura de los indicados cuadros se deduce que en el caso de la alternativa de embalse Achipampa, la cobertura de riego garantizada es de 77.8, mientras que en el caso de la alternativa de embalse Yanacocha, la cobertura de riego garantizada es de 84.5%.

Cuadro No. 3.1
AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS
ESCENARIO CON PROYECTO
PERIODO 1962 - 1997

COBERTURAS DE ATENCION

ITEM	UND.	EMBALSES (MMC)	
		Yanacocha	Achipampa
		30	30
Area física	ha	15,000	
Area sembrada	ha	22,000	
Demanda	MMC	198.0	
Cobertura	%	84.5	77.8

Cuadro 3.2
AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS
BALANCE HIDRICO PERIODO 1962 - 1997 / RESERVORIO ACHIPAMPA 30 MMC

Año	Mes	Oferta Angasmayo	Oferta Achipampa	Oferta dispon.	Dem Valle Cunas	SIN REGULACION			CON REGULACION									
						Saldo 1	Déficit mensual 1	Déficit anual 1	Vol. inicio mes	Oferta total	Dem no atendida	Evap. reserv	Dem total	Saldo 2	Déficit mensual 2	Déficit anual 2	Rebose	Vol fin mes

1962	1	58.39	18.57	39.82	19.35	20.47	FALSO		9.00	29.47	-	0.80	0.80	28.67	FALSO		-	28.67
	2	82.98	25.61	57.37	16.61	40.76	FALSO		28.67	69.43	-	0.80	0.80	68.63	FALSO		38.63	30.00
	3	113.03	33.34	79.69	22.17	57.52	FALSO		30.00	87.52	-	0.80	0.80	86.72	FALSO		56.72	30.00
	4	62.21	16.23	45.98	15.24	30.74	FALSO		30.00	60.74	-	0.80	0.80	59.94	FALSO		29.94	30.00
	5	24.91	5.79	19.12	10.88	8.24	FALSO		30.00	38.24	-	0.80	0.80	37.44	FALSO		7.44	30.00
	6	14.52	2.32	12.20	11.14	1.06	FALSO		30.00	31.06	-	0.80	0.80	30.26	FALSO		0.26	30.00
	7	12.32	1.60	10.72	17.01	-	6.29		30.00	30.00	6.29	0.80	7.09	22.91	FALSO		-	22.91
	8	10.98	1.40	9.58	21.01	-	11.42		22.91	22.91	11.42	0.80	12.22	10.69	FALSO		-	10.69
	9	11.40	1.74	9.67	20.08	-	10.41		10.69	10.69	10.41	0.80	11.21	-	0.52		-	-
	10	13.39	2.40	11.00	12.74	-	1.74		-	-	1.74	0.80	1.74	-	1.74		-	-
	11	13.74	2.32	11.42	11.52	-	0.10		-	-	0.10	0.80	0.10	-	0.10		-	-
	12	17.68	3.99	13.68	20.24	-	6.56		-	-	6.56	0.80	6.56	-	6.56		-	-
	∑	**435.54**	**115.30**	**320.24**	**197.98**	**158.79**		**36.53**		**380.06**	**36.53**		**43.71**			**8.92**		
1963	1	50.89	15.57	35.32	19.35	15.97	FALSO		-	15.97	-	0.80	-	15.97	FALSO		-	15.97
	2	94.11	28.85	65.25	16.61	48.64	FALSO		15.97	64.61	-	0.80	0.80	63.81	FALSO		33.81	30.00
	3	120.80	36.14	84.66	22.17	62.49	FALSO		30.00	92.49	-	0.80	0.80	91.69	FALSO		61.69	30.00
	4	69.72	18.36	51.37	15.24	36.13	FALSO		30.00	66.13	-	0.80	0.80	65.33	FALSO		35.33	30.00
	5	32.14	7.19	24.95	10.88	14.08	FALSO		30.00	44.08	-	0.80	0.80	43.28	FALSO		13.28	30.00
	6	16.85	2.90	13.95	11.14	2.81	FALSO		30.00	32.81	-	0.80	0.80	32.01	FALSO		2.01	30.00
	7	13.66	2.00	11.66	17.01	-	5.35		30.00	30.00	5.35	0.80	6.15	23.85	FALSO		-	23.85
	8	12.32	1.80	10.52	21.01	-	10.48		23.85	23.85	10.48	0.80	11.28	12.57	FALSO		-	12.57
	9	12.44	1.93	10.51	20.08	-	9.57		12.57	12.57	9.57	0.80	10.37	2.20	FALSO		-	2.20
	10	14.46	2.80	11.67	12.74	-	1.07		2.20	2.20	1.07	0.80	1.87	0.34	FALSO		-	0.34
	11	16.07	3.09	12.98	11.52	1.46	FALSO		0.34	1.79	-	0.80	0.80	1.00	FALSO		-	1.00
	12	30.80	6.39	24.41	20.24	4.17	FALSO		1.00	5.17	-	0.80	0.80	4.37	FALSO		-	4.37
	∑	**484.26**	**127.01**	**357.25**	**197.98**	**185.74**		**26.47**		**391.67**	**26.47**		**35.25**			**0.00**		
1964	1	19.02	4.19	14.82	19.35	-	4.53		4.37	4.37	4.53	0.80	5.32	-	0.95		-	-
	2	40.88	11.00	29.88	16.61	13.27	FALSO		-	13.27	-	0.80	-	13.27	FALSO		-	13.27
	3	104.73	27.55	77.17	22.17	55.01	FALSO		13.27	68.28	-	0.80	0.80	67.48	FALSO		37.48	30.00
	4	54.69	12.95	41.75	15.24	26.51	FALSO		30.00	56.51	-	0.80	0.80	55.71	FALSO		25.71	30.00
	5	25.71	5.79	19.92	10.88	9.05	FALSO		30.00	39.05	-	0.80	0.80	38.25	FALSO		8.25	30.00
	6	15.55	2.32	13.23	11.14	2.09	FALSO		30.00	32.09	-	0.80	0.80	31.30	FALSO		1.30	30.00
	7	10.71	1.80	8.92	17.01	-	8.10		30.00	30.00	8.10	0.80	8.90	21.10	FALSO		-	21.10
	8	10.18	1.60	8.58	21.01	-	12.43		21.10	21.10	12.43	0.80	13.23	7.88	FALSO		-	7.88
	9	10.37	1.74	8.63	20.08	-	11.45		7.88	7.88	11.45	0.80	12.25	-	4.37		-	-
	10	10.45	2.80	7.65	12.74	-	5.09		-	-	5.09	0.80	5.09	-	5.09		-	-
	11	15.03	2.51	12.52	11.52	1.00	FALSO		-	1.00	-	0.80	-	1.00	FALSO		-	1.00
	12	11.25	2.99	8.25	20.24	-	11.99		1.00	1.00	11.99	0.80	12.79	-	11.79		-	-
	∑	**328.57**	**77.24**	**251.33**	**197.98**	**106.92**		**53.57**		**274.55**	**53.57**		**60.75**			**22.19**		
1965	1	21.96	5.79	16.17	19.35	-	3.18		-	-	3.18	0.80	3.18	-	3.18		-	-
	2	99.43	34.08	65.35	16.61	48.73	FALSO		-	48.73	-	0.80	-	48.73	FALSO		18.73	30.00
	3	104.19	37.94	66.25	22.17	44.09	FALSO		30.00	74.09	-	0.80	0.80	73.29	FALSO		43.29	30.00
	4	33.18	8.12	25.06	15.24	9.83	FALSO		30.00	39.83	-	0.80	0.80	39.03	FALSO		9.03	30.00
	5	17.68	3.99	13.68	10.88	2.81	FALSO		30.00	32.81	-	0.80	0.80	32.01	FALSO		2.01	30.00
	6	13.22	1.74	11.48	11.14	0.34	FALSO		30.00	30.34	-	0.80	0.80	29.54	FALSO		-	29.54
	7	10.71	1.40	9.32	17.01	-	7.70		29.54	29.54	7.70	0.80	8.50	21.05	FALSO		-	21.05
	8	9.91	1.20	8.71	21.01	-	12.30		21.05	21.05	12.30	0.80	13.09	7.95	FALSO		-	7.95
	9	9.07	1.35	7.72	20.08	-	12.36		7.95	7.95	12.36	0.80	13.16	-	5.20		-	-
	10	10.98	2.20	8.79	12.74	-	3.95		-	-	3.95	0.80	3.95	-	3.95		-	-
	11	10.89	1.35	9.53	11.52	-	1.99		-	-	1.99	0.80	1.99	-	1.99		-	-
	12	15.00	2.60	12.40	20.24	-	7.84		-	-	7.84	0.80	7.84	-	7.84		-	-
	∑	**356.22**	**101.75**	**254.47**	**197.98**	**105.79**		**49.31**		**284.34**	**49.31**		**54.89**			**22.16**		
1966	1	33.48	8.59	24.89	19.35	5.54	FALSO		-	5.54	-	0.80	-	5.54	FALSO		-	5.54
	2	27.34	5.59	21.75	16.61	5.13	FALSO		5.54	10.68	-	0.80	0.80	9.88	FALSO		-	9.88
	3	51.43	12.38	39.05	22.17	16.88	FALSO		9.88	26.76	-	0.80	0.80	25.96	FALSO		-	25.96
	4	17.63	1.16	16.47	15.24	1.23	FALSO		25.96	27.19	-	0.80	0.80	26.39	FALSO		-	26.39
	5	13.93	1.60	12.33	10.88	1.45	FALSO		26.39	27.85	-	0.80	0.80	27.05	FALSO		-	27.05
	6	9.59	0.77	8.82	11.14	-	2.32		27.05	27.05	2.32	0.80	3.12	23.93	FALSO		-	23.93
	7	8.04	0.60	7.44	17.01	-	9.58		23.93	23.93	9.58	0.80	10.38	13.56	FALSO		-	13.56
	8	8.84	0.60	8.24	21.01	-	12.77		13.56	13.56	12.77	0.80	13.57	-	0.01		-	-
	9	10.37	0.97	9.40	20.08	-	10.68		-	-	10.68	0.80	10.68	-	10.68		-	-
	10	19.82	1.60	18.22	12.74	5.49	FALSO		-	5.49	-	0.80	-	5.49	FALSO		-	5.49
	11	28.77	4.25	24.52	11.52	13.00	FALSO		5.49	18.48	-	0.80	0.80	17.69	FALSO		-	17.69
	12	89.73	14.97	74.75	20.24	54.51	FALSO		17.69	72.20	-	0.80	0.80	71.40	FALSO		41.40	30.00
	∑	**318.95**	**53.07**	**265.87**	**197.98**	**103.23**		**35.34**		**258.73**	**35.34**		**42.52**			**10.69**		
1967	1	62.41	22.76	39.65	19.35	20.30	FALSO		30.00	50.30	-	0.80	0.80	49.50	FALSO		19.50	30.00
	2	152.41	48.69	103.72	16.61	87.11	FALSO		30.00	117.11	-	0.80	0.80	116.31	FALSO		86.31	30.00
	3	192.04	60.50	131.54	22.17	109.38	FALSO		30.00	139.38	-	0.80	0.80	138.58	FALSO		108.58	30.00
	4	77.24	17.20	60.05	15.24	44.81	FALSO		30.00	74.81	-	0.80	0.80	74.01	FALSO		44.01	30.00
	5	27.59	7.39	20.20	10.88	9.32	FALSO		30.00	39.32	-	0.80	0.80	38.53	FALSO		8.53	30.00
	6	17.37	3.28	14.08	11.14	2.94	FALSO		30.00	32.94	-	0.80	0.80	32.15	FALSO		2.15	30.00
	7	13.12	2.20	10.93	17.01	-	6.09		30.00	30.00	6.09	0.80	6.88	23.12	FALSO		-	23.12
	8	12.86	2.00	10.86	21.01	-	10.15		23.12	23.12	10.15	0.80	10.95	12.17	FALSO		-	12.17
	9	19.44	2.51	16.93	20.08	-	3.15		12.17	12.17	3.15	0.80	3.95	8.22	FALSO		-	8.22
	10	35.09	3.59	31.49	12.74	18.76	FALSO		8.22	26.98	-	0.80	0.80	26.18	FALSO		-	26.18
	11	13.48	3.48	10.00	11.52	-	1.52		26.18	26.18	1.52	0.80	2.32	23.86	FALSO		-	23.86
	12	20.62	5.39	15.23	20.24	-	5.01		23.86	23.86	5.01	0.80	5.81	18.06	FALSO		-	18.06
	∑	**643.66**	**178.98**	**464.68**	**197.98**	**292.61**		**25.92**		**596.16**	**25.92**		**35.49**			**0.00**		
1968	1	64.82	22.16	42.66	19.35	23.31	FALSO		18.06	41.36	-	0.80	0.80	40.56	FALSO		10.56	30.00
	2	45.72	13.89	31.84	16.61	15.22	FALSO		30.00	45.22	-	0.80	0.80	44.43	FALSO		14.43	30.00
	3	98.83	28.15	70.68	22.17	48.51	FALSO		30.00	78.51	-	0.80	0.80	77.72	FALSO		47.72	30.00
	4	35.51	5.60	29.91	15.24	14.67	FALSO		30.00	44.67	-	0.80	0.80	43.87	FALSO		13.87	30.00
	5	14.73	2.80	11.94	10.88	1.06	FALSO		30.00	31.06	-	0.80	0.80	30.26	FALSO		0.26	30.00
	6	10.37	1.16	9.21	11.14	-	1.93		30.00	30.00	1.93	0.80	2.73	27.27	FALSO		-	27.27
	7	12.05	0.80	11.25	17.01	-	5.76		27.27	27.27	5.76	0.80	6.56	20.71	FALSO		-	20.71
	8	17.95	0.80	17.15	21.01	-	3.86		20.71	20.71	3.86	0.80	4.66	16.06	FALSO		-	16.06
	9	11.66	1.16	10.50	20.08	-	9.57		16.06	16.06	9.57	0.80	10.37	5.68	FALSO		-	5.68
	10	9.91	1.20	8.71	12.74	-	4.02		5.68	5.68	4.02	0.80	4.82	0.86	FALSO		-	0.86
	11	27.22	3.09	24.12	11.52	12.60	FALSO		0.86	13.46	-	0.80	0.80	12.67	FALSO		-	12.67
	12	30.53	6.79	23.75	20.24	3.50	FALSO		12.67	16.17	-	0.80	0.80	15.37	FALSO		-	15.37
	∑	**379.30**	**87.59**	**291.71**	**197.98**	**118.88**		**25.15**		**370.19**	**25.15**		**34.72**			**0.00**		
1969	1	18.21	2.99	15.22	19.35	-	4.13		15.37	15.37	4.13	0.80	4.93	10.44	FALSO		-	10.44
	2	45.48	12.08	33.40	16.61	16.79	FALSO		10.44	27.23	-	0.80	0.80	26.43	FALSO		-	26.43
	3	58.66	12.38	46.28	22.17	24.11	FALSO		26.43	50.54	-	0.80	0.80	49.75	FALSO		19.75	30.00
	4	52.62	11.01	41.60	15.24	26.37	FALSO		30.00	56.37	-	0.80	0.80	55.57	FALSO		25.57	30.00
	5	17.68	4.19	13.48	10.88	2.61	FALSO		30.00	32.61	-	0.80	0.80	31.81	FALSO		1.81	30.00
	6	10.89	1.74	9.15	11.14	-	1.99		30.00	30.00	1.99	0.80	2.79	27.21	FALSO		-	27.21
	7	12.86	1.40	11.46	17.01	-	5.56		27.21	27.21	5.56	0.80	6.35	20.86	FALSO		-	20.86
	8	12.59	1.20	11.39	21.01	-	9.62		20.86	20.86	9.62	0.80	10.42	10.44	FALSO		-	10.44
	9	12.44	1.74	10.70	20.08	-	9.37		10.44	10.44	9.37	0.80	10.17	0.27	FALSO		-	0.27
	10	13.12	3.39	9.73	12.74	-	3.01		0.27	0.27	3.01	0.80	3.80	-	3.53		-	-
	11	10.37	2.32	8.05	11.52	-	3.47		-	-	3.47	0.80	3.47	-	3.47		-	-
	12	51.16	8.59	42.57	20.24	22.33	FALSO		-	22.33	-	0.80	-	22.33	FALSO		-	22.33
	∑	**316.07**	**63.03**	**253.03**	**197.98**	**92.20**		**37.15**		**293.23**	**37.15**		**45.13**			**7.01**		
1970	1	132.31	29.35	102.96	19.35	83.61	FALSO		22.33	105.94	-	0.80	0.80	105.15	FALSO		75.15	30.00
	2	106.20	21.64	84.56	16.61	67.95	FALSO		30.00	97.95	-	0.80	0.80	97.15	FALSO		67.15	30.00
	3	68.03	16.17	51.86	22.17	29.69	FALSO		30.00	59.69	-	0.80	0.80	58.89	FALSO		28.89	30.00
	4	60.39	16.23	44.16	15.24	28.93	FALSO		30.00	58.93	-	0.80	0.80	58.13	FALSO		28.13	30.00
	5	35.89	10.18	25.71	10.88	14.83	FALSO		30.00	44.83	-	0.80	0.80	44.03	FALSO		14.03	30.00
	6	18.40	4.25	14.15	11.14	3.01	FALSO		30.00	33.01	-	0.80	0.80	32.22	FALSO		2.22	30.00
	7	15.53	2.40	13.14	17.01	-	3.88		30.00	30.00	3.88	0.80	4.67	25.33	FALSO		-	25.33
	8	19.55	1.80	17.76	21.01	-	3.25		25.33	25.33	3.25	0.80	4.05	21.28	FALSO		-	21.28
	9	19.44	4.64	14.80	20.08	-	5.27		21.28	21.28	5.27	0.80	6.07	15.20	FALSO		-	15.20
	10	15.27	3.59	11.67	12.74	-	1.06		15.20	15.20	1.06	0.80	1.86	13.34	FALSO		-	13.34
	11	13.22	2.51	10.71	11.52	-	0.82		13.34	13.34	0.82	0.80	1.61	11.73	FALSO		-	11.73
	12	31.07	8.39	22.68	20.24	2.44	FALSO		11.73	14.17	-	0.80	0.80	13.37	FALSO		-	13.37
	∑	**535.32**	**121.15**	**414.17**	**197.98**	**230.47**		**14.28**		**519.68**	**14.28**		**23.85**			**0.00**		

Cuadro 3.2 - Continuación

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS
BALANCE HIDRICO PERIODO 1962 - 1997 / RESERVORIO ACHIPAMPA 30 MMC

Año	Mes	Oferta Angasmayo	Oferta Achipampa	Oferta dispon.	Dem Valle Cunas	SIN REGULACION			CON REGULACION									
						Saldo 1	Déficit mensual 1	Déficit anual 1	Vol. inicio mes	Oferta total	Dem no atendida	Evap. reserv	Dem total	Saldo 2	Déficit mensual 2	Déficit anual 2	Rebose	Vol fin mes

1971	1	59.73	29.35	30.38	19.35	11.03	FALSO		13.37	24.40	-	0.80	0.80	23.60	FALSO		-	23.60
	2	127.01	48.51	78.50	16.61	61.88	FALSO		23.60	85.49	-	0.80	0.80	84.69	FALSO		54.69	30.00
	3	141.15	47.72	93.43	22.17	71.27	FALSO		30.00	101.27	-	0.80	0.80	100.47	FALSO		70.47	30.00
	4	56.51	21.06	35.44	15.24	20.21	FALSO		30.00	50.21	-	0.80	0.80	49.41	FALSO		19.41	30.00
	5	22.77	6.39	16.38	10.88	5.50	FALSO		30.00	35.50	-	0.80	0.80	34.70	FALSO		4.70	30.00
	6	15.03	3.86	11.17	11.14	0.03	FALSO		30.00	30.03	-	0.80	0.80	29.23	FALSO		-	29.23
	7	12.32	2.80	9.53	17.01	-	7.49		29.23	29.23	7.49	0.80	8.29	20.95	FALSO		-	20.95
	8	11.25	2.80	8.45	21.01	-	12.55		20.95	20.95	12.55	0.80	13.35	7.59	FALSO		-	7.59
	9	9.33	3.67	5.66	20.08	-	14.42		7.59	7.59	14.42	0.80	15.22	-	7.62		-	-
	10	14.73	5.19	9.54	12.74	-	3.20		-	-	3.20	0.80	3.20	-	3.20		-	-
	11	15.55	3.28	12.27	11.52	0.74	FALSO		-	0.74	-	0.80	-	0.74	FALSO		-	0.74
	12	42.32	21.96	20.36	20.24	0.11	FALSO		0.74	0.86	-	0.80	0.80	0.06	FALSO		-	0.06
	∑	**527.70**	**196.59**	**331.10**	**197.98**	**170.78**		**37.66**		**386.27**	**37.66**		**45.63**			**10.82**		
1972	1	95.89	43.53	52.36	19.35	33.01	FALSO		0.06	33.07	-	0.80	0.80	32.27	FALSO		2.27	30.00
	2	112.98	51.76	61.22	16.61	44.61	FALSO		30.00	74.61	-	0.80	0.80	73.81	FALSO		43.81	30.00
	3	194.72	64.89	129.83	22.17	107.66	FALSO		30.00	137.66	-	0.80	0.80	136.87	FALSO		106.87	30.00
	4	144.12	40.58	103.54	15.24	88.30	FALSO		30.00	118.30	-	0.80	0.80	117.50	FALSO		87.50	30.00
	5	53.30	18.97	34.33	10.88	23.46	FALSO		30.00	53.46	-	0.80	0.80	52.66	FALSO		22.66	30.00
	6	23.59	6.57	17.02	11.14	5.88	FALSO		30.00	35.88	-	0.80	0.80	35.08	FALSO		5.08	30.00
	7	18.48	4.59	13.89	17.01	-	3.13		30.00	30.00	3.13	0.80	3.92	26.08	FALSO		-	26.08
	8	16.34	3.39	12.94	21.01	-	8.06		26.08	26.08	8.06	0.80	8.86	17.22	FALSO		-	17.22
	9	23.59	3.09	20.50	20.08	0.42	FALSO		17.22	17.63	-	0.80	0.80	16.84	FALSO		-	16.84
	10	23.84	5.59	18.25	12.74	5.51	FALSO		16.84	22.35	-	0.80	0.80	21.55	FALSO		-	21.55
	11	13.74	5.22	8.52	11.52	-	3.00		21.55	21.55	3.00	0.80	3.80	17.75	FALSO		-	17.75
	12	30.00	21.76	8.24	20.24	-	12.01		17.75	17.75	12.01	0.80	12.80	4.94	FALSO		-	4.94
	∑	**750.57**	**269.93**	**480.63**	**197.98**	**308.85**		**26.20**		**588.33**	**26.20**		**35.77**			**0.00**		
1973	1	124.01	48.32	75.69	19.35	56.34	FALSO		4.94	61.29	-	0.80	0.80	60.49	FALSO		30.49	30.00
	2	184.83	56.81	128.02	16.61	111.41	FALSO		30.00	141.41	-	0.80	0.80	140.61	FALSO		110.61	30.00
	3	210.52	60.90	149.63	22.17	127.46	FALSO		30.00	157.46	-	0.80	0.80	156.66	FALSO		126.66	30.00
	4	111.20	32.27	78.93	15.24	63.69	FALSO		30.00	93.69	-	0.80	0.80	92.89	FALSO		62.89	30.00
	5	49.28	11.18	38.10	10.88	27.22	FALSO		30.00	57.22	-	0.80	0.80	56.43	FALSO		26.43	30.00
	6	27.22	6.38	20.84	11.14	9.70	FALSO		30.00	39.70	-	0.80	0.80	38.90	FALSO		8.90	30.00
	7	21.96	4.79	17.17	17.01	0.16	FALSO		30.00	30.16	-	0.80	0.80	29.36	FALSO		-	29.36
	8	19.28	3.79	15.49	21.01	-	5.52		29.36	29.36	5.52	0.80	6.31	23.04	FALSO		-	23.04
	9	19.44	4.64	14.80	20.08	-	5.27		23.04	23.04	5.27	0.80	6.07	16.97	FALSO		-	16.97
	10	26.78	7.99	18.80	12.74	6.06	FALSO		16.97	23.03	-	0.80	0.80	22.24	FALSO		-	22.24
	11	26.96	8.89	18.07	11.52	6.54	FALSO		22.24	28.78	-	0.80	0.80	27.98	FALSO		-	27.98
	12	61.34	20.17	41.17	20.24	20.93	FALSO		27.98	48.91	-	0.80	0.80	48.11	FALSO		18.11	30.00
	∑	**882.82**	**266.11**	**616.71**	**197.98**	**429.52**		**10.79**		**734.06**	**10.79**		**20.36**			**0.00**		
1974	1	136.33	43.53	92.80	19.35	73.45	FALSO		30.00	103.45	-	0.80	0.80	102.66	FALSO		72.66	30.00
	2	232.00	46.53	185.47	16.61	168.86	FALSO		30.00	198.86	-	0.80	0.80	198.06	FALSO		168.06	30.00
	3	129.90	23.56	106.34	22.17	84.18	FALSO		30.00	114.18	-	0.80	0.80	113.38	FALSO		83.38	30.00
	4	71.80	16.62	55.18	15.24	39.94	FALSO		30.00	69.94	-	0.80	0.80	69.15	FALSO		39.15	30.00
	5	31.07	6.59	24.48	10.88	13.60	FALSO		30.00	43.60	-	0.80	0.80	42.81	FALSO		12.81	30.00
	6	19.44	4.64	14.80	11.14	3.66	FALSO		30.00	33.66	-	0.80	0.80	32.87	FALSO		2.87	30.00
	7	15.00	3.39	11.60	17.01	-	5.41		30.00	30.00	5.41	0.80	6.21	23.79	FALSO		-	23.79
	8	13.93	3.79	10.13	21.01	-	10.87		23.79	23.79	10.87	0.80	11.67	12.12	FALSO		-	12.12
	9	12.18	2.71	9.48	20.08	-	10.60		12.12	12.12	10.60	0.80	11.40	0.72	FALSO		-	0.72
	10	12.59	2.60	9.99	12.74	-	2.74		0.72	0.72	2.74	0.80	3.54	-	2.82		-	-
	11	12.44	3.09	9.35	11.52	-	2.17		-	-	2.17	0.80	2.17	-	2.17		-	-
	12	12.86	3.79	9.06	20.24	-	11.18		-	-	11.18	0.80	11.18	-	11.18		-	-
	∑	**699.54**	**160.83**	**538.71**	**197.98**	**383.70**		**42.98**		**630.34**	**42.98**		**50.96**			**16.17**		
1975	1	17.95	4.99	12.95	19.35	-	6.40		-	-	6.40	0.80	6.40	-	6.40		-	-
	2	43.55	13.34	30.20	16.61	13.59	FALSO		-	13.59	-	0.80	-	13.59	FALSO		-	13.59
	3	147.04	42.53	104.52	22.17	82.35	FALSO		13.59	95.94	-	0.80	0.80	95.14	FALSO		65.14	30.00
	4	48.73	12.17	36.56	15.24	21.32	FALSO		30.00	51.32	-	0.80	0.80	50.52	FALSO		20.52	30.00
	5	34.55	9.58	24.97	10.88	14.09	FALSO		30.00	44.09	-	0.80	0.80	43.29	FALSO		13.29	30.00
	6	16.07	4.83	11.24	11.14	0.10	FALSO		30.00	30.10	-	0.80	0.80	29.30	FALSO		-	29.30
	7	12.32	2.99	9.33	17.01	-	7.69		29.30	29.30	7.69	0.80	8.49	20.82	FALSO		-	20.82
	8	10.98	2.40	8.59	21.01	-	12.42		20.82	20.82	12.42	0.80	13.22	7.60	FALSO		-	7.60
	9	10.63	2.71	7.92	20.08	-	12.16		7.60	7.60	12.16	0.80	12.95	-	5.36		-	-
	10	13.39	3.59	9.80	12.74	-	2.94		-	-	2.94	0.80	2.94	-	2.94		-	-
	11	14.26	3.28	10.97	11.52	-	0.55		-	-	0.55	0.80	0.55	-	0.55		-	-
	12	34.82	8.19	26.63	20.24	6.39	FALSO		-	6.39	-	0.80	-	6.39	FALSO		-	6.39
	∑	**404.28**	**110.61**	**293.67**	**197.98**	**137.84**		**42.15**		**299.15**	**42.15**		**47.74**			**15.24**		
1976	1	96.96	29.55	67.41	19.35	48.06	FALSO		6.39	54.45	-	0.80	0.80	53.65	FALSO		23.65	30.00
	2	140.31	45.08	95.23	16.61	78.62	FALSO		30.00	108.62	-	0.80	0.80	107.82	FALSO		77.82	30.00
	3	123.47	35.54	87.93	22.17	65.77	FALSO		30.00	95.77	-	0.80	0.80	94.97	FALSO		64.97	30.00
	4	54.69	12.37	42.33	15.24	27.09	FALSO		30.00	57.09	-	0.80	0.80	56.29	FALSO		26.29	30.00
	5	23.84	5.79	18.05	10.88	7.17	FALSO		30.00	37.17	-	0.80	0.80	36.37	FALSO		6.37	30.00
	6	19.44	5.22	14.22	11.14	3.08	FALSO		30.00	33.08	-	0.80	0.80	32.29	FALSO		2.29	30.00
	7	26.25	3.19	23.05	17.01	6.04	FALSO		30.00	36.04	-	0.80	0.80	35.24	FALSO		5.24	30.00
	8	37.77	2.40	35.37	21.01	14.36	FALSO		30.00	44.36	-	0.80	0.80	43.56	FALSO		13.56	30.00
	9	19.44	4.64	14.80	20.08	-	5.27		30.00	30.00	5.27	0.80	6.07	23.93	FALSO		-	23.93
	10	11.52	2.20	9.32	12.74	-	3.41		23.93	23.93	3.41	0.80	4.21	19.72	FALSO		-	19.72
	11	10.37	2.51	7.86	11.52	-	3.67		19.72	19.72	3.67	0.80	4.47	15.25	FALSO		-	15.25
	12	11.52	3.19	8.32	20.24	-	11.92		15.25	15.25	11.92	0.80	12.72	2.53	FALSO		-	2.53
	∑	**575.57**	**151.68**	**423.89**	**197.98**	**250.19**		**24.28**		**555.47**	**24.28**		**33.85**			**0.00**		
1977	1	31.61	11.58	20.02	19.35	0.67	FALSO		2.53	3.21	-	0.80	0.80	2.41	FALSO		-	2.41
	2	55.88	20.74	35.14	16.61	18.53	FALSO		2.41	20.94	-	0.80	0.80	20.14	FALSO		-	20.14
	3	134.46	48.12	86.34	22.17	64.17	FALSO		20.14	84.32	-	0.80	0.80	83.52	FALSO		53.52	30.00
	4	39.40	12.17	27.23	15.24	11.99	FALSO		30.00	41.99	-	0.80	0.80	41.19	FALSO		11.19	30.00
	5	31.07	7.79	23.28	10.88	12.41	FALSO		30.00	42.41	-	0.80	0.80	41.61	FALSO		11.61	30.00
	6	13.74	2.90	10.84	11.14	-	0.30		30.00	30.00	0.30	0.80	1.10	28.90	FALSO		-	28.90
	7	10.98	2.20	8.79	17.01	-	8.23		28.90	28.90	8.23	0.80	9.03	19.88	FALSO		-	19.88
	8	9.37	1.80	7.58	21.01	-	13.43		19.88	19.88	13.43	0.80	14.23	5.65	FALSO		-	5.65
	9	15.29	2.32	12.97	20.08	-	7.10		5.65	5.65	7.10	0.80	7.90	-	2.25		-	-
	10	20.89	2.99	17.90	12.74	5.16	FALSO		-	5.16	-	0.80	-	5.16	FALSO		-	5.16
	11	36.29	12.37	23.92	11.52	12.40	FALSO		5.16	17.56	-	0.80	0.80	16.76	FALSO		-	16.76
	12	26.78	7.99	18.80	20.24	-	1.44		16.76	16.76	1.44	0.80	2.24	14.52	FALSO		-	14.52
	∑	**425.76**	**132.95**	**292.81**	**197.98**	**125.33**		**30.51**		**316.77**	**30.51**		**39.28**			**2.25**		
1978	1	78.21	31.75	46.46	19.35	27.11	FALSO		14.52	41.63	-	0.80	0.80	40.84	FALSO		10.84	30.00
	2	106.69	35.17	71.52	16.61	54.91	FALSO		30.00	84.91	-	0.80	0.80	84.11	FALSO		54.11	30.00
	3	81.96	22.36	59.60	22.17	37.43	FALSO		30.00	67.43	-	0.80	0.80	66.63	FALSO		36.63	30.00
	4	52.62	13.33	39.29	15.24	24.05	FALSO		30.00	54.05	-	0.80	0.80	53.25	FALSO		23.25	30.00
	5	20.36	4.59	15.76	10.88	4.89	FALSO		30.00	34.89	-	0.80	0.80	34.09	FALSO		4.09	30.00
	6	13.74	2.90	10.84	11.14	-	0.30		30.00	30.00	0.30	0.80	1.10	28.90	FALSO		-	28.90
	7	23.03	5.39	17.64	17.01	0.63	FALSO		28.90	29.53	-	0.80	0.80	28.73	FALSO		-	28.73
	8	34.82	4.99	29.83	21.01	8.82	FALSO		28.73	37.55	-	0.80	0.80	36.76	FALSO		6.76	30.00
	9	23.59	5.02	18.56	20.08	-	1.51		30.00	30.00	1.51	0.80	2.31	27.69	FALSO		-	27.69
	10	11.52	3.79	7.72	12.74	-	5.01		27.69	27.69	5.01	0.80	5.81	21.88	FALSO		-	21.88
	11	20.74	4.44	16.29	11.52	4.77	FALSO		21.88	26.65	-	0.80	0.80	25.85	FALSO		-	25.85
	12	27.59	6.99	20.60	20.24	0.36	FALSO		25.85	26.21	-	0.80	0.80	25.41	FALSO		-	25.41
	∑	**494.85**	**140.73**	**354.12**	**197.98**	**162.96**		**6.83**		**490.54**	**6.83**		**16.40**			**0.00**		
1979	1	23.30	5.59	17.71	19.35	-	1.64		25.41	25.41	1.64	0.80	2.44	22.97	FALSO		-	22.97
	2	70.64	28.13	42.51	16.61	25.89	FALSO		22.97	48.87	-	0.80	0.80	48.07	FALSO		18.07	30.00
	3	112.76	31.75	81.01	22.17	58.85	FALSO		30.00	88.85	-	0.80	0.80	88.05	FALSO		58.05	30.00
	4	64.54	15.07	49.47	15.24	34.23	FALSO		30.00	64.23	-	0.80	0.80	63.44	FALSO		33.44	30.00
	5	23.30	4.99	18.31	10.88	7.43	FALSO		30.00	37.43	-	0.80	0.80	36.64	FALSO		6.64	30.00
	6	13.48	1.93	11.55	11.14	0.41	FALSO		30.00	30.41	-	0.80	0.80	29.61	FALSO		-	29.61
	7	12.86	1.60	11.26	17.01	-	5.76		29.61	29.61	5.76	0.80	6.55	23.06	FALSO		-	23.06
	8	10.98	1.60	9.38	21.01	-	11.62		23.06	23.06	11.62	0.80	12.42	10.64	FALSO		-	10.64
	9	9.59	1.35	8.24	20.08	-	11.84		10.64	10.64	11.84	0.80	12.64	-	2.00		-	-
	10	12.86	1.40	11.46	12.74	-	1.28		-	-	1.28	0.80	1.28	-	1.28		-	-
	11	15.55	1.93	13.62	11.52	2.10	FALSO		-	2.10	-	0.80	-	2.10	FALSO		-	2.10
	12	12.59	3.59	8.99	20.24	-	11.25		2.10	2.10	11.25	0.80	12.04	-	9.95		-	-
	∑	**382.45**	**98.93**	**283.52**	**197.98**	**128.91**		**43.38**		**362.69**	**43.38**		**51.36**			**13.23**		

Cuadro 3.2 - Continuación

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS
BALANCE HIDRICO PERIODO 1962 - 1997 / RESERVORIO ACHIPAMPA 30 MMC

Año	Mes	Oferta Angasmayo	Oferta Achipampa	Oferta dispon.	Dem Valle Cunas	SIN REGULACION			CON REGULACION									
						Saldo 1	Déficit mensual 1	Déficit anual 1	Vol. inicio mes	Oferta total	Dem no atendida	Evap. reserv	Dem total	Saldo 2	Déficit mensual 2	Déficit anual 2	Rebose	Vol fin mes

1990	1	15.00	4.99	10.01	19.35	-	9.34		-	-	9.34	0.80	9.34	-	9.34		-	-
	2	26.37	8.30	18.07	16.61	1.46	FALSO		-	1.46	-	0.80	-	1.46	FALSO		-	1.46
	3	90.53	26.95	63.58	22.17	41.41	FALSO		1.46	42.87	-	0.80	0.80	42.07	FALSO		12.07	30.00
	4	34.21	10.05	24.17	15.24	8.93	FALSO		30.00	38.93	-	0.80	0.80	38.13	FALSO		8.13	30.00
	5	4.02	3.19	0.82	10.88	-	10.05		30.00	30.00	10.05	0.80	10.85	19.15	FALSO		-	19.15
	6	2.59	1.55	1.05	11.14	-	10.09		19.15	19.15	10.09	0.80	10.89	8.26	FALSO		-	8.26
	7	2.41	1.40	1.01	17.01	-	16.00		8.26	8.26	16.00	0.80	16.80	-	8.54		-	-
	8	4.55	0.80	3.75	21.01	-	17.25		-	-	17.25	0.80	17.25	-	17.25		-	-
	9	8.81	1.16	7.65	20.08	-	12.42		-	-	12.42	0.80	12.42	-	12.42		-	-
	10	27.05	6.99	20.06	12.74	7.33	FALSO		-	7.33	-	0.80	-	7.33	FALSO		-	7.33
	11	15.29	4.83	10.46	11.52	-	1.06		7.33	7.33	1.06	0.80	1.86	5.47	FALSO		-	5.47
	12	34.28	14.18	20.11	20.24	-	0.13		5.47	5.47	0.13	0.80	0.93	4.54	FALSO		-	4.54
	∑	**265.13**	**84.38**	**180.75**	**197.98**	**59.13**		**76.36**		**160.79**	**76.36**		**81.95**			**47.56**		
1981	1	70.71	32.34	38.36	19.35	19.02	FALSO		4.54	23.55	-	0.80	0.80	22.75	FALSO		-	22.75
	2	211.44	62.76	148.68	16.61	132.07	FALSO		22.75	154.82	-	0.80	0.80	154.02	FALSO		124.02	30.00
	3	128.30	28.95	99.34	22.17	77.18	FALSO		30.00	107.18	-	0.80	0.80	106.38	FALSO		76.38	30.00
	4	50.80	10.82	39.98	15.24	24.75	FALSO		30.00	54.75	-	0.80	0.80	53.95	FALSO		23.95	30.00
	5	16.61	5.59	11.02	10.88	0.14	FALSO		30.00	30.14	-	0.80	0.80	29.34	FALSO		-	29.34
	6	7.00	2.32	4.68	11.14	-	6.46		29.34	29.34	6.46	0.80	7.26	22.08	FALSO		-	22.08
	7	7.50	2.20	5.30	17.01	-	11.71		22.08	22.08	11.71	0.80	12.51	9.58	FALSO		-	9.58
	8	14.46	3.39	11.07	21.01	-	9.94		9.58	9.58	9.94	0.80	10.74	-	1.16		-	-
	9	10.89	5.02	5.86	20.08	-	14.21		-	-	14.21	0.80	14.21	-	14.21		-	-
	10	12.05	5.79	6.26	12.74	-	6.47		-	-	6.47	0.80	6.47	-	6.47		-	-
	11	26.96	11.01	15.94	11.52	4.42	FALSO		-	4.42	-	0.80	-	4.42	FALSO		-	4.42
	12	63.48	19.37	44.11	20.24	23.87	FALSO		4.42	28.29	-	0.80	0.80	27.49	FALSO		-	27.49
	∑	**620.19**	**189.57**	**430.62**	**197.98**	**281.43**		**48.80**		**464.15**	**48.80**		**55.98**			**21.85**		
1982	1	109.01	32.34	76.67	19.35	57.32	FALSO		27.49	84.81	-	0.80	0.80	84.01	FALSO		54.01	30.00
	2	145.64	39.31	106.32	16.61	89.71	FALSO		30.00	119.71	-	0.80	0.80	118.91	FALSO		88.91	30.00
	3	104.46	28.15	76.31	22.17	54.14	FALSO		30.00	84.14	-	0.80	0.80	83.34	FALSO		53.34	30.00
	4	67.39	18.55	48.84	15.24	33.61	FALSO		30.00	63.61	-	0.80	0.80	62.81	FALSO		32.81	30.00
	5	22.23	6.39	15.84	10.88	4.96	FALSO		30.00	34.96	-	0.80	0.80	34.17	FALSO		4.17	30.00
	6	8.81	3.86	4.95	11.14	-	6.19		30.00	30.00	6.19	0.80	6.99	23.01	FALSO		-	23.01
	7	7.23	3.99	3.24	17.01	-	13.78		23.01	23.01	13.78	0.80	14.57	8.44	FALSO		-	8.44
	8	6.70	3.99	2.70	21.01	-	18.31		8.44	8.44	18.31	0.80	19.10	-	10.66		-	-
	9	7.78	3.48	4.30	20.08	-	15.78		-	-	15.78	0.80	15.78	-	15.78		-	-
	10	20.89	7.59	13.30	12.74	0.57	FALSO		-	0.57	-	0.80	-	0.57	FALSO		-	0.57
	11	50.28	16.42	33.86	11.52	22.34	FALSO		0.57	22.91	-	0.80	0.80	22.11	FALSO		-	22.11
	12	50.35	14.38	35.98	20.24	15.74	FALSO		22.11	37.85	-	0.80	0.80	37.05	FALSO		7.05	30.00
	∑	**600.77**	**178.46**	**422.31**	**197.98**	**278.38**		**54.05**		**510.00**	**54.05**		**62.03**			**26.44**		
1983	1	42.59	10.78	31.80	19.35	12.46	FALSO		30.00	42.46	-	0.80	0.80	41.66	FALSO		11.66	30.00
	2	28.06	5.41	22.65	16.61	6.04	FALSO		30.00	36.04	-	0.80	0.80	35.24	FALSO		5.24	30.00
	3	71.51	29.95	41.56	22.17	19.40	FALSO		30.00	49.40	-	0.80	0.80	48.60	FALSO		18.60	30.00
	4	39.14	10.24	28.90	15.24	13.66	FALSO		30.00	43.66	-	0.80	0.80	42.86	FALSO		12.86	30.00
	5	15.00	4.79	10.21	10.88	-	0.67		30.00	30.00	0.67	0.80	1.47	28.53	FALSO		-	28.53
	6	6.48	3.67	2.81	11.14	-	8.33		28.53	28.53	8.33	0.80	9.13	19.40	FALSO		-	19.40
	7	4.82	1.60	3.22	17.01	-	13.79		19.40	19.40	13.79	0.80	14.59	4.82	FALSO		-	4.82
	8	4.55	1.40	3.16	21.01	-	17.85		4.82	4.82	17.85	0.80	18.65	-	13.83		-	-
	9	4.41	1.35	3.05	20.08	-	17.02		-	-	17.02	0.80	17.02	-	17.02		-	-
	10	5.89	2.60	3.30	12.74	-	9.44		-	-	9.44	0.80	9.44	-	9.44		-	-
	11	3.89	1.16	2.73	11.52	-	8.80		-	-	8.80	0.80	8.80	-	8.80		-	-
	12	5.36	1.40	3.96	20.24	-	16.28		-	-	16.28	0.80	16.28	-	16.28		-	-
	∑	**231.70**	**74.34**	**157.35**	**197.98**	**51.55**		**92.18**		**254.31**	**92.18**		**98.56**			**65.37**		
1984	1	51.96	19.17	32.79	19.35	13.44	FALSO		-	13.44	-	0.80	-	13.44	FALSO		-	13.44
	2	175.15	69.43	105.72	16.61	89.11	FALSO		13.44	102.55	-	0.80	0.80	101.75	FALSO		71.75	30.00
	3	170.35	58.90	111.45	22.17	89.28	FALSO		30.00	119.28	-	0.80	0.80	118.48	FALSO		88.48	30.00
	4	95.90	24.54	71.37	15.24	56.13	FALSO		30.00	86.13	-	0.80	0.80	85.33	FALSO		55.33	30.00
	5	32.14	6.39	25.75	10.88	14.87	FALSO		30.00	44.87	-	0.80	0.80	44.08	FALSO		14.08	30.00
	6	15.81	1.55	14.27	11.14	3.13	FALSO		30.00	33.13	-	0.80	0.80	32.33	FALSO		2.33	30.00
	7	9.37	1.40	7.98	17.01	-	9.04		30.00	30.00	9.04	0.80	9.84	20.16	FALSO		-	20.16
	8	7.23	1.60	5.63	21.01	-	15.37		20.16	20.16	15.37	0.80	16.17	3.99	FALSO		-	3.99
	9	6.74	1.74	5.00	20.08	-	15.08		3.99	3.99	15.08	0.80	15.87	-	11.88		-	-
	10	20.36	6.59	13.77	12.74	1.03	FALSO		-	1.03	-	0.80	-	1.03	FALSO		-	1.03
	11	32.92	12.37	20.55	11.52	9.03	FALSO		1.03	10.06	-	0.80	0.80	9.26	FALSO		-	9.26
	12	87.85	17.37	70.48	20.24	50.24	FALSO		9.26	59.50	-	0.80	0.80	58.70	FALSO		28.70	30.00
	∑	**705.78**	**221.03**	**484.76**	**197.98**	**326.26**		**39.49**		**524.16**	**39.49**		**47.46**			**11.88**		
1985	1	50.09	1.80	48.29	19.35	28.94	FALSO		30.00	58.94	-	0.80	0.80	58.14	FALSO		28.14	30.00
	2	82.01	13.34	68.67	16.61	52.05	FALSO		30.00	82.05	-	0.80	0.80	81.26	FALSO		51.26	30.00
	3	95.08	28.75	66.33	22.17	44.17	FALSO		30.00	74.17	-	0.80	0.80	73.37	FALSO		43.37	30.00
	4	81.13	9.66	71.47	15.24	56.23	FALSO		30.00	86.23	-	0.80	0.80	85.43	FALSO		55.43	30.00
	5	37.23	1.60	35.63	10.88	24.76	FALSO		30.00	54.76	-	0.80	0.80	53.96	FALSO		23.96	30.00
	6	24.36	1.55	22.82	11.14	11.68	FALSO		30.00	41.68	-	0.80	0.80	40.88	FALSO		10.88	30.00
	7	16.07	0.60	15.47	17.01	-	1.54		30.00	30.00	1.54	0.80	2.34	27.66	FALSO		-	27.66
	8	16.87	0.40	16.47	21.01	-	4.53		27.66	27.66	4.53	0.80	5.33	22.33	FALSO		-	22.33
	9	21.77	0.97	20.81	20.08	0.73	FALSO		22.33	23.06	-	0.80	0.80	22.26	FALSO		-	22.26
	10	17.14	0.80	16.34	12.74	3.61	FALSO		22.26	25.87	-	0.80	0.80	25.07	FALSO		-	25.07
	11	15.29	0.58	14.71	11.52	3.19	FALSO		25.07	28.26	-	0.80	0.80	27.46	FALSO		-	27.46
	12	24.37	0.20	24.17	20.24	3.93	FALSO		27.46	31.39	-	0.80	0.80	30.60	FALSO		0.60	30.00
	∑	**481.43**	**60.24**	**421.19**	**197.98**	**229.28**		**6.08**		**564.06**	**6.08**		**15.65**			**0.00**		
1986	1	100.17	21.36	78.81	19.35	59.46	FALSO		30.00	89.46	-	0.80	0.80	88.66	FALSO		58.66	30.00
	2	148.78	55.54	93.24	16.61	76.62	FALSO		30.00	106.62	-	0.80	0.80	105.83	FALSO		75.83	30.00
	3	155.88	47.52	108.36	22.17	86.20	FALSO		30.00	116.20	-	0.80	0.80	115.40	FALSO		85.40	30.00
	4	93.31	19.71	73.60	15.24	58.37	FALSO		30.00	88.37	-	0.80	0.80	87.57	FALSO		57.57	30.00
	5	62.67	12.98	49.70	10.88	38.82	FALSO		30.00	68.82	-	0.80	0.80	68.02	FALSO		38.02	30.00
	6	16.59	0.77	15.82	11.14	4.68	FALSO		30.00	34.68	-	0.80	0.80	33.88	FALSO		3.88	30.00
	7	12.32	0.20	12.12	17.01	-	4.89		30.00	30.00	4.89	0.80	5.69	24.31	FALSO		-	24.31
	8	11.52	0.20	11.32	21.01	-	9.69		24.31	24.31	9.69	0.80	10.49	13.82	FALSO		-	13.82
	9	11.66	0.58	11.08	20.08	-	8.99		13.82	13.82	8.99	0.80	9.79	4.03	FALSO		-	4.03
	10	9.37	0.60	8.78	12.74	-	3.96		4.03	4.03	3.96	0.80	4.76	-	0.73		-	-
	11	8.29	0.39	7.91	11.52	-	3.62		-	-	3.62	0.80	3.62	-	3.62		-	-
	12	10.71	0.60	10.11	20.24	-	10.13		-	-	10.13	0.80	10.13	-	10.13		-	-
	∑	**641.30**	**160.45**	**480.85**	**197.98**	**324.14**		**41.28**		**576.30**	**41.28**		**49.26**			**14.47**		
1987	1	76.07	31.75	44.32	19.35	24.97	FALSO		-	24.97	-	0.80	-	24.97	FALSO		-	24.97
	2	62.90	17.13	45.77	16.61	29.15	FALSO		24.97	54.12	-	0.80	0.80	53.33	FALSO		23.33	30.00
	3	49.28	6.79	42.49	22.17	20.33	FALSO		30.00	50.33	-	0.80	0.80	49.53	FALSO		19.53	30.00
	4	19.44	0.77	18.67	15.24	3.43	FALSO		30.00	33.43	-	0.80	0.80	32.63	FALSO		2.63	30.00
	5	9.37	0.20	9.17	10.88	-	1.70		30.00	30.00	1.70	0.80	2.50	27.50	FALSO		-	27.50
	6	6.22	0.19	6.03	11.14	-	5.11		27.50	27.50	5.11	0.80	5.91	21.59	FALSO		-	21.59
	7	6.70	0.20	6.50	17.01	-	10.52		21.59	21.59	10.52	0.80	11.32	10.28	FALSO		-	10.28
	8	5.62	0.20	5.42	21.01	-	15.58		10.28	10.28	15.58	0.80	16.38	-	6.11		-	-
	9	5.96	0.19	5.77	20.08	-	14.31		-	-	14.31	0.80	14.31	-	14.31		-	-
	10	6.96	0.20	6.76	12.74	-	5.97		-	-	5.97	0.80	5.97	-	5.97		-	-
	11	9.07	0.39	8.69	11.52	-	2.84		-	-	2.84	0.80	2.84	-	2.84		-	-
	12	18.21	2.60	15.62	20.24	-	4.62		-	-	4.62	0.80	4.62	-	4.62		-	-
	∑	**275.81**	**60.61**	**215.21**	**197.98**	**77.88**		**60.66**		**252.22**	**60.66**		**66.24**			**33.85**		
1988	1	70.71	41.33	29.38	19.35	10.03	FALSO		-	10.03	-	0.80	-	10.03	FALSO		-	10.03
	2	82.98	18.94	64.04	16.61	47.43	FALSO		10.03	57.46	-	0.80	0.80	56.66	FALSO		26.66	30.00
	3	60.26	12.78	47.49	22.17	25.32	FALSO		30.00	55.32	-	0.80	0.80	54.52	FALSO		24.52	30.00
	4	66.61	40.58	26.04	15.24	10.80	FALSO		30.00	40.80	-	0.80	0.80	40.00	FALSO		10.00	30.00
	5	21.43	3.79	17.63	10.88	6.76	FALSO		30.00	36.76	-	0.80	0.80	35.96	FALSO		5.96	30.00
	6	10.11	0.39	9.72	11.14	-	1.42		30.00	30.00	1.42	0.80	2.21	27.79	FALSO		-	27.79
	7	9.11	0.20	8.91	17.01	-	8.11		27.79	27.79	8.11	0.80	8.91	18.88	FALSO		-	18.88
	8	9.37	0.20	9.17	21.01	-	11.83		18.88	18.88	11.83	0.80	12.63	6.25	FALSO		-	6.25
	9	11.15	0.19	10.95	20.08	-	9.13		6.25	6.25	9.13	0.80	9.92	-	3.67		-	-
	10	17.95	1.00	16.95	12.74	4.21	FALSO		-	4.21	-	0.80	-	4.21	FALSO		-	4.21
	11	12.18	0.58	11.60	11.52	0.08	FALSO		4.21	4.29	-	0.80	0.80	3.49	FALSO		-	3.49
	12	10.71	1.40	9.32	20.24	-	10.93		3.49	3.49	10.93	0.80	11.72	-	8.23		-	-
	∑	**382.57**	**121.37**	**261.20**	**197.98**	**104.63**		**41.41**		**295.28**	**41.41**		**49.38**			**11.90**		

Cuadro 3.2 - Continuación

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS
BALANCE HIDRICO PERIODO 1962 - 1997 / RESERVORIO ACHIPAMPA 30 MMC

Año	Mes	Oferta Angasmayo	Oferta Achipampa	Oferta dispon.	Dem Valle Cunas	SIN REGULACION			CON REGULACION									
						Saldo 1	Déficit mensual 1	Déficit anual 1	Vol. inicio mes	Oferta total	Dem no atendida	Evap. reserv	Dem total	Saldo 2	Déficit mensual 2	Déficit anual 2	Rebose	Vol fin mes

1989	1	66.42	15.37	51.05	19.35	31.70	FALSO		-	31.70	-	0.80	-	31.70	FALSO		1.70	30.00
	2	84.91	24.35	60.57	16.61	43.96	FALSO		30.00	73.96	-	0.80	0.80	73.16	FALSO		43.16	30.00
	3	106.87	43.93	62.94	22.17	40.78	FALSO		30.00	70.78	-	0.80	0.80	69.98	FALSO		39.98	30.00
	4	61.43	6.18	55.25	15.24	40.01	FALSO		30.00	70.01	-	0.80	0.80	69.21	FALSO		39.21	30.00
	5	23.57	1.60	21.97	10.88	11.10	FALSO		30.00	41.10	-	0.80	0.80	40.30	FALSO		10.30	30.00
	6	18.40	0.97	17.44	11.14	6.30	FALSO		30.00	36.30	-	0.80	0.80	35.50	FALSO		5.50	30.00
	7	13.93	0.80	13.13	17.01	-	3.89		30.00	30.00	3.89	0.80	4.68	25.32	FALSO		-	25.32
	8	10.45	0.40	10.05	21.01	-	10.96		25.32	25.32	10.96	0.80	11.76	13.56	FALSO		-	13.56
	9	7.78	0.39	7.39	20.08	-	12.69		13.56	13.56	12.69	0.80	13.49	0.07	FALSO		-	0.07
	10	10.71	0.60	10.11	12.74	-	2.62		0.07	0.07	2.62	0.80	3.42	-	3.35		-	-
	11	9.59	0.58	9.01	11.52	-	2.51		-	-	2.51	0.80	2.51	-	2.51		-	-
	12	9.11	0.20	8.91	20.24	-	11.33		-	-	11.33	0.80	11.33	-	11.33		-	-
	∑	**423.17**	**95.35**	**327.82**	**197.98**	**173.84**		**44.00**		**392.78**	**44.00**		**51.18**			**17.19**		
1990	1	24.37	1.60	22.78	19.35	3.43	FALSO		-	3.43	-	0.80	-	3.43	FALSO		-	3.43
	2	17.66	1.62	16.04	16.61	-	0.58		3.43	3.43	0.58	0.80	1.37	2.05	FALSO		-	2.05
	3	25.71	3.19	22.52	22.17	0.35	FALSO		2.05	2.40	-	0.80	0.80	1.61	FALSO		-	1.61
	4	12.96	1.16	11.80	15.24	-	3.44		1.61	1.61	3.44	0.80	4.23	-	2.63		-	-
	5	10.98	0.80	10.18	10.88	-	0.69		-	-	0.69	0.80	0.69	-	0.69		-	-
	6	13.22	0.58	12.64	11.14	1.50	FALSO		-	1.50	-	0.80	-	1.50	FALSO		-	1.50
	7	9.37	0.40	8.98	17.01	-	8.04		1.50	1.50	8.04	0.80	8.84	-	7.34		-	-
	8	7.77	0.20	7.57	21.01	-	13.44		-	-	13.44	0.80	13.44	-	13.44		-	-
	9	7.52	0.19	7.32	20.08	-	12.75		-	-	12.75	0.80	12.75	-	12.75		-	-
	10	11.25	0.40	10.85	12.74	-	1.89		-	-	1.89	0.80	1.89	-	1.89		-	-
	11	24.11	1.16	22.95	11.52	11.42	FALSO		-	11.42	-	0.80	-	11.42	FALSO		-	11.42
	12	25.98	3.19	22.79	20.24	2.54	FALSO		11.42	13.97	-	0.80	0.80	13.17	FALSO		-	13.17
	∑	**190.90**	**14.50**	**176.40**	**197.98**	**19.25**		**40.83**		**39.25**	**40.83**		**44.81**			**38.74**		
1991	1	31.07	2.99	28.07	19.35	8.72	FALSO		13.17	21.89	-	0.80	0.80	21.10	FALSO		-	21.10
	2	20.08	2.16	17.92	16.61	1.30	FALSO		21.10	22.40	-	0.80	0.80	21.60	FALSO		-	21.60
	3	62.41	4.99	57.42	22.17	35.25	FALSO		21.60	56.85	-	0.80	0.80	56.05	FALSO		26.05	30.00
	4	28.77	2.32	26.45	15.24	11.22	FALSO		30.00	41.22	-	0.80	0.80	40.42	FALSO		10.42	30.00
	5	20.62	1.80	18.83	10.88	7.95	FALSO		30.00	37.95	-	0.80	0.80	37.15	FALSO		7.15	30.00
	6	10.63	0.58	10.05	11.14	-	1.09		30.00	30.00	1.09	0.80	1.89	28.11	FALSO		-	28.11
	7	11.78	0.20	11.59	17.01	-	5.43		28.11	28.11	5.43	0.80	6.23	21.88	FALSO		-	21.88
	8	8.84	0.20	8.64	21.01	-	12.37		21.88	21.88	12.37	0.80	13.17	8.72	FALSO		-	8.72
	9	11.15	0.39	10.76	20.08	-	9.32		8.72	8.72	9.32	0.80	10.12	-	1.40		-	-
	10	11.78	0.20	11.59	12.74	-	1.15		-	-	1.15	0.80	1.15	-	1.15		-	-
	11	12.18	0.19	11.99	11.52	0.47	FALSO		-	0.47	-	0.80	-	0.47	FALSO		-	0.47
	12	9.64	0.40	9.24	20.24	-	11.00		0.47	0.47	11.00	0.80	11.80	-	11.33		-	-
	∑	**238.96**	**16.42**	**222.53**	**197.98**	**64.91**		**40.36**		**269.95**	**40.36**		**48.33**			**13.88**		
1992	1	12.05	0.20	11.85	19.35	-	7.50		-	-	7.50	0.80	7.50	-	7.50		-	-
	2	11.61	0.54	11.07	16.61	-	5.54		-	-	5.54	0.80	5.54	-	5.54		-	-
	3	29.19	1.80	27.40	22.17	5.23	FALSO		-	5.23	-	0.80	-	5.23	FALSO		-	5.23
	4	11.66	0.19	11.47	15.24	-	3.77		5.23	5.23	3.77	0.80	4.56	0.67	FALSO		-	0.67
	5	8.04	0.20	7.84	10.88	-	3.04		0.67	0.67	3.04	0.80	3.84	-	3.17		-	-
	6	7.78	0.19	7.58	11.14	-	3.56		-	-	3.56	0.80	3.56	-	3.56		-	-
	7	7.50	0.20	7.30	17.01	-	9.71		-	-	9.71	0.80	9.71	-	9.71		-	-
	8	7.50	0.20	7.30	21.01	-	13.71		-	-	13.71	0.80	13.71	-	13.71		-	-
	9	6.74	0.77	5.97	20.08	-	14.11		-	-	14.11	0.80	14.11	-	14.11		-	-
	10	8.84	0.80	8.04	12.74	-	4.70		-	-	4.70	0.80	4.70	-	4.70		-	-
	11	7.78	0.77	7.00	11.52	-	4.52		-	-	4.52	0.80	4.52	-	4.52		-	-
	12	6.70	0.80	5.90	20.24	-	14.34		-	-	14.34	0.80	14.34	-	14.34		-	-
	∑	**125.38**	**6.67**	**118.72**	**197.98**	**5.23**		**84.50**		**11.13**	**84.50**		**86.09**			**80.86**		
1993	1	20.09	7.59	12.50	19.35	-	6.85		-	-	6.85	0.80	6.85	-	6.85		-	-
	2	53.95	12.08	41.87	16.61	25.25	FALSO		-	25.25	-	0.80	-	25.25	FALSO		-	25.25
	3	100.17	19.97	80.21	22.17	58.04	FALSO		25.25	83.29	-	0.80	0.80	82.49	FALSO		52.49	30.00
	4	61.17	16.81	44.36	15.24	29.12	FALSO		30.00	59.12	-	0.80	0.80	58.33	FALSO		28.33	30.00
	5	32.94	12.38	20.57	10.88	9.69	FALSO		30.00	39.69	-	0.80	0.80	38.89	FALSO		8.89	30.00
	6	14.52	5.41	9.11	11.14	-	2.03		30.00	30.00	2.03	0.80	2.83	27.17	FALSO		-	27.17
	7	11.25	2.60	8.65	17.01	-	8.36		27.17	27.17	8.36	0.80	9.16	18.01	FALSO		-	18.01
	8	9.64	2.00	7.65	21.01	-	13.36		18.01	18.01	13.36	0.80	14.16	3.85	FALSO		-	3.85
	9	11.40	1.35	10.05	20.08	-	10.03		3.85	3.85	10.03	0.80	10.82	-	6.97		-	-
	10	11.52	1.60	9.92	12.74	-	2.82		-	-	2.82	0.80	2.82	-	2.82		-	-
	11	33.18	13.14	20.04	11.52	8.51	FALSO		-	8.51	-	0.80	-	8.51	FALSO		-	8.51
	12	77.41	19.37	58.04	20.24	37.80	FALSO		8.51	46.31	-	0.80	0.80	45.51	FALSO		15.51	30.00
	∑	**437.24**	**114.28**	**322.95**	**197.98**	**168.42**		**43.45**		**341.21**	**43.45**		**49.83**			**16.64**		
1994	1	71.25	24.16	47.09	19.35	27.74	FALSO		30.00	57.74	-	0.80	0.80	56.94	FALSO		26.94	30.00
	2	140.80	53.20	87.60	16.61	70.98	FALSO		30.00	100.98	-	0.80	0.80	100.19	FALSO		70.19	30.00
	3	105.26	39.93	65.33	22.17	43.16	FALSO		30.00	73.16	-	0.80	0.80	72.37	FALSO		42.37	30.00
	4	91.76	32.85	58.91	15.24	43.67	FALSO		30.00	73.67	-	0.80	0.80	72.88	FALSO		42.88	30.00
	5	34.28	12.38	21.90	10.88	11.03	FALSO		30.00	41.03	-	0.80	0.80	40.23	FALSO		10.23	30.00
	6	18.40	5.02	13.38	11.14	2.24	FALSO		30.00	32.24	-	0.80	0.80	31.44	FALSO		1.44	30.00
	7	14.20	3.39	10.80	17.01	-	6.21		30.00	30.00	6.21	0.80	7.01	22.99	FALSO		-	22.99
	8	12.86	2.60	10.26	21.01	-	10.75		22.99	22.99	10.75	0.80	11.55	11.44	FALSO		-	11.44
	9	13.74	2.51	11.23	20.08	-	8.85		11.44	11.44	8.85	0.80	9.65	1.79	FALSO		-	1.79
	10	13.39	1.80	11.60	12.74	-	1.14		1.79	1.79	1.14	0.80	1.94	-	0.14		-	-
	11	11.40	1.55	9.86	11.52	-	1.66		-	-	1.66	0.80	1.66	-	1.66		-	-
	12	12.32	2.99	9.33	20.24	-	10.92		-	-	10.92	0.80	10.92	-	10.92		-	-
	∑	**539.65**	**182.38**	**357.28**	**197.98**	**198.83**		**39.53**		**445.05**	**39.53**		**47.51**			**12.72**		
1995	1	32.94	8.59	24.36	19.35	5.01	FALSO		-	5.01	-	0.80	-	5.01	FALSO		-	5.01
	2	39.19	12.08	27.11	16.61	10.50	FALSO		5.01	15.50	-	0.80	0.80	14.71	FALSO		-	14.71
	3	113.56	33.94	79.62	22.17	57.46	FALSO		14.71	72.16	-	0.80	0.80	71.36	FALSO		41.36	30.00
	4	47.17	12.75	34.42	15.24	19.18	FALSO		30.00	49.18	-	0.80	0.80	48.39	FALSO		18.39	30.00
	5	18.21	3.59	14.62	10.88	3.74	FALSO		30.00	33.74	-	0.80	0.80	32.94	FALSO		2.94	30.00
	6	11.15	1.74	9.41	11.14	-	1.73		30.00	30.00	1.73	0.80	2.53	27.47	FALSO		-	27.47
	7	10.98	1.40	9.58	17.01	-	7.43		27.47	27.47	7.43	0.80	8.23	19.24	FALSO		-	19.24
	8	10.18	1.00	9.18	21.01	-	11.83		19.24	19.24	11.83	0.80	12.63	6.62	FALSO		-	6.62
	9	8.81	0.97	7.85	20.08	-	12.23		6.62	6.62	12.23	0.80	13.03	-	6.41		-	-
	10	10.71	1.60	9.12	12.74	-	3.62		-	-	3.62	0.80	3.62	-	3.62		-	-
	11	11.66	2.51	9.15	11.52	-	2.37		-	-	2.37	0.80	2.37	-	2.37		-	-
	12	13.93	1.20	12.73	20.24	-	7.51		-	-	7.51	0.80	7.51	-	7.51		-	-
	∑	**328.51**	**81.36**	**247.15**	**197.98**	**95.89**		**46.73**		**258.93**	**46.73**		**53.11**			**19.92**		
1996	1	44.46	21.56	22.90	19.35	3.55	FALSO		-	3.55	-	0.80	-	3.55	FALSO		-	3.55
	2	119.27	30.66	88.61	16.61	72.00	FALSO		3.55	75.54	-	0.80	0.80	74.75	FALSO		44.75	30.00
	3	91.87	26.36	65.51	22.17	43.35	FALSO		30.00	73.35	-	0.80	0.80	72.55	FALSO		42.55	30.00
	4	60.91	17.00	43.91	15.24	28.67	FALSO		30.00	58.67	-	0.80	0.80	57.87	FALSO		27.87	30.00
	5	21.16	4.39	16.77	10.88	5.89	FALSO		30.00	35.89	-	0.80	0.80	35.09	FALSO		5.09	30.00
	6	12.70	2.51	10.19	11.14	-	0.95		30.00	30.00	0.95	0.80	1.75	28.25	FALSO		-	28.25
	7	11.25	2.60	8.65	17.01	-	8.36		28.25	28.25	8.36	0.80	9.16	19.09	FALSO		-	19.09
	8	10.45	2.00	8.45	21.01	-	12.56		19.09	19.09	12.56	0.80	13.36	5.74	FALSO		-	5.74
	9	11.15	2.51	8.63	20.08	-	11.44		5.74	5.74	11.44	0.80	12.24	-	6.50		-	-
	10	10.98	3.99	6.99	12.74	-	5.75		-	-	5.75	0.80	5.75	-	5.75		-	-
	11	10.63	2.32	8.31	11.52	-	3.22		-	-	3.22	0.80	3.22	-	3.22		-	-
	12	16.07	4.39	11.68	20.24	-	8.56		-	-	8.56	0.80	8.56	-	8.56		-	-
	∑	**420.89**	**120.29**	**300.60**	**197.98**	**153.45**		**50.84**		**330.09**	**50.84**		**57.22**			**24.03**		
1997	1	39.37	8.59	30.79	19.35	11.44	FALSO		-	11.44	-	0.80	-	11.44	FALSO		-	11.44
	2	124.59	68.53	56.06	16.61	39.45	FALSO		11.44	50.88	-	0.80	0.80	50.09	FALSO		20.09	30.00
	3	81.16	73.87	7.28	22.17	-	14.88		30.00	30.00	14.88	0.80	15.68	14.32	FALSO		-	14.32
	4	22.81	6.18	16.63	15.24	1.39	FALSO		14.32	15.71	-	0.80	0.80	14.91	FALSO		-	14.91
	5	15.53	3.79	11.74	10.88	0.86	FALSO		14.91	15.77	-	0.80	0.80	14.98	FALSO		-	14.98
	6	11.15	1.35	9.79	11.14	-	1.35		14.98	14.98	1.35	0.80	2.14	12.83	FALSO		-	12.83
	7	10.71	1.40	9.32	17.01	-	7.70		12.83	12.83	7.70	0.80	8.50	4.34	FALSO		-	4.34
	8	8.57	1.40	7.17	21.01	-	13.83		4.34	4.34	13.83	0.80	14.63	-	10.30		-	-
	9	8.55	1.16	7.39	20.08	-	12.68		-	-	12.68	0.80	12.68	-	12.68		-	-
	10	10.18	2.40	7.78	12.74	-	4.95		-	-	4.95	0.80	4.95	-	4.95		-	-
	11	15.55	5.22	10.34	11.52	-	1.19		-	-	1.19	0.80	1.19	-	1.19		-	-
	12	20.09	7.79	12.30	20.24	-	7.94		-	-	7.94	0.80	7.94	-	7.94		-	-
	∑	**368.26**	**181.67**	**186.59**	**197.98**	**53.14**		**64.53**		**155.95**	**64.53**		**70.11**			**37.06**		

Cuadro 3.2 - Continuación

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS
BALANCE HIDRICO PERIODO 1962 - 1997 / RESERVORIO ACHIPAMPA 30 MMC

Año	Mes	Oferta Angasmayo	Oferta Achipampa	Oferta dispon.	Dem Valle Cunas	SIN REGULACION			CON REGULACION									
						Saldo 1	Déficit mensual 1	Déficit anual 1	Vol. inicio mes	Oferta total	Dem no atendida	Evap. reserv	Dem total	Saldo 2	Déficit mensual 2	Déficit anual 2	Rebose	Vol fin mes

1997	1	39.37	8.59	30.79	19.35	11.44	FALSO		-	11.44	-	0.80	-	11.44	FALSO		-	11.44
	2	124.59	68.53	56.06	16.61	39.45	FALSO		11.44	50.88	-	0.80	0.80	50.09	FALSO		20.09	30.00
	3	81.16	73.87	7.28	22.17	-	14.88		30.00	30.00	14.88	0.80	15.68	14.32	FALSO		-	14.32
	4	22.81	6.18	16.63	15.24	1.39	FALSO		14.32	15.71	-	0.80	0.80	14.91	FALSO		-	14.91
	5	15.53	3.79	11.74	10.88	0.86	FALSO		14.91	15.77	-	0.80	0.80	14.98	FALSO		-	14.98
	6	11.15	1.35	9.79	11.14	-	1.35		14.98	14.98	1.35	0.80	2.14	12.83	FALSO		-	12.83
	7	10.71	1.40	9.32	17.01	-	7.70		12.83	12.83	7.70	0.80	8.50	4.34	FALSO		-	4.34
	8	8.57	1.40	7.17	21.01	-	13.83		4.34	4.34	13.83	0.80	14.63	-	10.30		-	-
	9	8.55	1.16	7.39	20.08	-	12.68		-	-	12.68	0.80	12.68	-	12.68		-	-
	10	10.18	2.40	7.78	12.74	-	4.95		-	-	4.95	0.80	4.95	-	4.95		-	-
	11	15.55	5.22	10.34	11.52	-	1.19		-	-	1.19	0.80	1.19	-	1.19		-	-
	12	20.09	7.79	12.30	20.24	-	7.94		-	-	7.94	0.80	7.94	-	7.94		-	-
	∑	**368.26**	**181.67**	**186.59**	**197.98**	**53.14**		**64.53**		**155.95**	**64.53**		**70.11**			**37.06**		

432 meses
36 años

SIN REGULACION	
Meses déficit	202
Déficit mensual	46.8%
Cobertura	53.2%
Años déficit	36
Déficit anual	100.0%
Σ (Dfa/Dma)^2	1.88
100/Na	2.78
Indice déficit	5.23

CON REGULACION	
Meses déficit	96
Déficit mensual	22.2%
Cobertura	77.8%
Años déficit	27
Déficit anual	75.0%
Σ (Dfa/Dma)^2	0.58
100/Na	2.78
Indice déficit	1.61

Cuadro 3.3

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS
BALANCE HIDRICO PERIODO 1962 - 1997 / RESERVORIO YANACOCHA 30.0 MMC

Año	Mes	Oferta Yanacocha Presa	Dem Valle Cunas	SIN REGULACION			CON REGULACION									
				Saldo 1	Déficit mensual 1	Déficit anual 1	Vol. inicio mes	Oferta total	Dem no atendida	Evap. reserv	Dem total	Saldo 2	Déficit mensual 2	Déficit anual 2	Rebose	Vol fin mes

1962	1	55.97	19.35	36.62	FALSO		9.00	45.62	-	0.80	0.80	44.82	FALSO		14.82	30.00
	2	79.54	16.61	62.93	FALSO		30.00	92.93	-	0.80	0.80	92.13	FALSO		62.13	30.00
	3	108.35	22.17	86.18	FALSO		30.00	116.18	-	0.80	0.80	115.39	FALSO		85.39	30.00
	4	59.63	15.24	44.40	FALSO		30.00	74.40	-	0.80	0.80	73.60	FALSO		43.60	30.00
	5	23.88	10.88	13.00	FALSO		30.00	43.00	-	0.80	0.80	42.20	FALSO		12.20	30.00
	6	13.91	11.14	2.78	FALSO		30.00	32.78	-	0.80	0.80	31.98	FALSO		1.98	30.00
	7	11.81	17.01	-	5.20		30.00	30.00	5.20	0.80	6.00	24.00	FALSO		-	24.00
	8	10.53	21.01	-	10.48		24.00	24.00	10.48	0.80	11.28	12.72	FALSO		-	12.72
	9	10.93	20.08	-	9.14		12.72	12.72	9.14	0.80	9.94	2.78	FALSO		-	2.78
	10	12.84	12.74	0.10	FALSO		2.78	2.88	-	0.80	0.80	2.08	FALSO		-	2.08
	11	13.17	11.52	1.65	FALSO		2.08	3.73	-	0.80	0.80	2.93	FALSO		-	2.93
	12	16.95	20.24	-	3.30		2.93	2.93	3.30	0.80	4.09	-	1.16		-	-
	∑	**417.51**	**197.98**	**247.66**		**28.13**		**481.16**	**28.13**		**37.70**			**1.16**		
1963	1	48.78	19.35	29.43	FALSO		-	29.43	-	0.80	-	29.43	FALSO		-	29.43
	2	90.21	16.61	73.60	FALSO		29.43	103.03	-	0.80	0.80	102.23	FALSO		72.23	30.00
	3	115.80	22.17	93.63	FALSO		30.00	123.63	-	0.80	0.80	122.83	FALSO		92.83	30.00
	4	66.84	15.24	51.60	FALSO		30.00	81.60	-	0.80	0.80	80.80	FALSO		50.80	30.00
	5	30.81	10.88	19.93	FALSO		30.00	49.93	-	0.80	0.80	49.14	FALSO		19.14	30.00
	6	16.15	11.14	5.01	FALSO		30.00	35.01	-	0.80	0.80	34.21	FALSO		4.21	30.00
	7	13.09	17.01	-	3.92		30.00	30.00	3.92	0.80	4.72	25.28	FALSO		-	25.28
	8	11.81	21.01	-	9.20		25.28	25.28	9.20	0.80	10.00	15.29	FALSO		-	15.29
	9	11.93	20.08	-	8.15		15.29	15.29	8.15	0.80	8.95	6.34	FALSO		-	6.34
	10	13.86	12.74	1.13	FALSO		6.34	7.47	-	0.80	0.80	6.67	FALSO		-	6.67
	11	15.41	11.52	3.88	FALSO		6.67	10.55	-	0.80	0.80	9.75	FALSO		-	9.75
	12	29.53	20.24	9.28	FALSO		9.75	19.04	-	0.80	0.80	18.24	FALSO		-	18.24
	∑	**464.22**	**197.98**	**287.50**		**21.27**		**530.27**	**21.27**		**30.04**			**0.00**		
1964	1	18.23	19.35	0.00	1.12		18.24	18.24	1.12	0.80	1.92	16.32	FALSO		-	16.32
	2	39.19	16.61	22.58	FALSO		16.32	38.90	-	0.80	0.80	38.10	FALSO		8.10	30.00
	3	100.39	22.17	78.22	FALSO		30.00	108.22	-	0.80	0.80	107.43	FALSO		77.43	30.00
	4	52.43	15.24	37.19	FALSO		30.00	67.19	-	0.80	0.80	66.39	FALSO		36.39	30.00
	5	24.65	10.88	13.77	FALSO		30.00	43.77	-	0.80	0.80	42.97	FALSO		12.97	30.00
	6	14.91	11.14	3.77	FALSO		30.00	33.77	-	0.80	0.80	32.97	FALSO		2.97	30.00
	7	10.27	17.01	-	6.74		30.00	30.00	6.74	0.80	7.54	22.46	FALSO		-	22.46
	8	9.76	21.01	-	11.25		22.46	22.46	11.25	0.80	12.05	10.41	FALSO		-	10.41
	9	9.94	20.08	-	10.14		10.41	10.41	10.14	0.80	10.94	-	0.53		-	-
	10	10.01	12.74	-	2.72		-	-	2.72	0.80	2.72	-	2.72		-	-
	11	14.41	11.52	2.89	FALSO		-	2.89	-	0.80	-	2.89	FALSO		-	2.89
	12	10.78	20.24	-	9.46		2.89	2.89	9.46	0.80	10.26	-	7.37		-	-
	∑	**314.97**	**197.98**	**158.42**		**41.44**		**378.74**	**41.44**		**49.41**			**10.62**		
1965	1	21.05	19.35	1.70	FALSO		-	1.70	-	0.80	-	1.70	FALSO		-	1.70
	2	95.31	16.61	78.70	FALSO		1.70	80.40	-	0.80	0.80	79.61	FALSO		49.61	30.00
	3	99.88	22.17	77.71	FALSO		30.00	107.71	-	0.80	0.80	106.91	FALSO		76.91	30.00
	4	31.80	15.24	16.57	FALSO		30.00	46.57	-	0.80	0.80	45.77	FALSO		15.77	30.00
	5	16.95	10.88	6.07	FALSO		30.00	36.07	-	0.80	0.80	35.27	FALSO		5.27	30.00
	6	12.67	11.14	1.53	FALSO		30.00	31.53	-	0.80	0.80	30.74	FALSO		0.74	30.00
	7	10.27	17.01	-	6.74		30.00	30.00	6.74	0.80	7.54	22.46	FALSO		-	22.46
	8	9.50	21.01	-	11.51		22.46	22.46	11.51	0.80	12.31	10.15	FALSO		-	10.15
	9	8.70	20.08	-	11.38		10.15	10.15	11.38	0.80	12.18	-	2.03		-	-
	10	10.53	12.74	-	2.21		-	-	2.21	0.80	2.21	-	2.21		-	-
	11	10.44	11.52	-	1.09		-	-	1.09	0.80	1.09	-	1.09		-	-
	12	14.38	20.24	-	5.86		-	-	5.86	0.80	5.86	-	5.86		-	-
	∑	**341.47**	**197.98**	**182.28**		**38.79**		**366.60**	**38.79**		**45.17**			**11.19**		
1966	1	32.09	19.35	12.74	FALSO		-	12.74	-	0.80	-	12.74	FALSO		-	12.74
	2	26.21	16.61	9.59	FALSO		12.74	22.34	-	0.80	0.80	21.54	FALSO		-	21.54
	3	49.30	22.17	27.13	FALSO		21.54	48.67	-	0.80	0.80	47.87	FALSO		17.87	30.00
	4	16.90	15.24	1.66	FALSO		30.00	31.66	-	0.80	0.80	30.86	FALSO		0.86	30.00
	5	13.35	10.88	2.47	FALSO		30.00	32.47	-	0.80	0.80	31.68	FALSO		1.68	30.00
	6	9.19	11.14	-	1.95		30.00	30.00	1.95	0.80	2.74	27.26	FALSO		-	27.26
	7	7.70	17.01	-	9.31		27.26	27.26	9.31	0.80	10.11	17.15	FALSO		-	17.15
	8	8.47	21.01	-	12.54		17.15	17.15	12.54	0.80	13.33	3.81	FALSO		-	3.81
	9	9.94	20.08	-	10.14		3.81	3.81	10.14	0.80	10.94	-	7.12		-	-
	10	19.00	12.74	6.26	FALSO		-	6.26	-	0.80	-	6.26	FALSO		-	6.26
	11	27.58	11.52	16.06	FALSO		6.26	22.32	-	0.80	0.80	21.52	FALSO		-	21.52
	12	86.01	20.24	65.77	FALSO		21.52	87.29	-	0.80	0.80	86.50	FALSO		56.50	30.00
	∑	**305.74**	**197.98**	**141.69**		**33.93**		**341.98**	**33.93**		**41.91**			**7.12**		
1967	1	59.82	19.35	40.47	FALSO		30.00	70.47	-	0.80	0.80	69.68	FALSO		39.68	30.00
	2	146.10	16.61	129.49	FALSO		30.00	159.49	-	0.80	0.80	158.69	FALSO		128.69	30.00
	3	184.09	22.17	161.93	FALSO		30.00	191.93	-	0.80	0.80	191.13	FALSO		161.13	30.00
	4	74.04	15.24	58.81	FALSO		30.00	88.81	-	0.80	0.80	88.01	FALSO		58.01	30.00
	5	26.45	10.88	15.57	FALSO		30.00	45.57	-	0.80	0.80	44.77	FALSO		14.77	30.00
	6	16.65	11.14	5.51	FALSO		30.00	35.51	-	0.80	0.80	34.71	FALSO		4.71	30.00
	7	12.58	17.01	-	4.43		30.00	30.00	4.43	0.80	5.23	24.77	FALSO		-	24.77
	8	12.32	21.01	-	8.68		24.77	24.77	8.68	0.80	9.48	15.29	FALSO		-	15.29
	9	18.64	20.08	-	1.44		15.29	15.29	1.44	0.80	2.24	13.05	FALSO		-	13.05
	10	33.63	12.74	20.90	FALSO		13.05	33.95	-	0.80	0.80	33.15	FALSO		3.15	30.00
	11	12.92	11.52	1.40	FALSO		30.00	31.40	-	0.80	0.80	30.60	FALSO		0.60	30.00
	12	19.77	20.24	-	0.47		30.00	30.00	0.47	0.80	1.27	28.73	FALSO		-	28.73
	∑	**617.02**	**197.98**	**434.07**		**15.03**		**757.17**	**15.03**		**24.60**			**0.00**		
1968	1	62.13	19.35	42.78	FALSO		28.73	71.51	-	0.80	0.80	70.72	FALSO		40.72	30.00
	2	43.83	16.61	27.22	FALSO		30.00	57.22	-	0.80	0.80	56.42	FALSO		26.42	30.00
	3	94.74	22.17	72.58	FALSO		30.00	102.58	-	0.80	0.80	101.78	FALSO		71.78	30.00
	4	34.04	15.24	18.80	FALSO		30.00	48.80	-	0.80	0.80	48.01	FALSO		18.01	30.00
	5	14.12	10.88	3.24	FALSO		30.00	33.24	-	0.80	0.80	32.45	FALSO		2.45	30.00
	6	9.94	11.14	-	1.20		30.00	30.00	1.20	0.80	2.00	28.00	FALSO		-	28.00
	7	11.55	17.01	-	5.46		28.00	28.00	5.46	0.80	6.26	21.74	FALSO		-	21.74
	8	17.20	21.01	-	3.81		21.74	21.74	3.81	0.80	4.60	17.14	FALSO		-	17.14
	9	11.18	20.08	-	8.90		17.14	17.14	8.90	0.80	9.69	7.45	FALSO		-	7.45
	10	9.50	12.74	-	3.24		7.45	7.45	3.24	0.80	4.03	3.41	FALSO		-	3.41
	11	26.09	11.52	14.57	FALSO		3.41	17.98	-	0.80	0.80	17.18	FALSO		-	17.18
	12	29.27	20.24	9.03	FALSO		17.18	26.21	-	0.80	0.80	25.41	FALSO		-	25.41
	∑	**363.60**	**197.98**	**188.22**		**22.60**		**461.88**	**22.60**		**32.17**			**0.00**		

Cuadro 3.3 – Continuación

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS

BALANCE HIDRICO PERIODO 1962 - 1997 / RESERVORIO YANACOCHA 30.0 MMC

Año	Mes	Oferta Yanacocha Presa	Dem Valle Cunas	SIN REGULACION			CON REGULACION									
				Saldo 1	Déficit mensual 1	Déficit anual 1	Vol. inicio mes	Oferta total	Dem no atendida	Evap. reserv	Dem total	Saldo 2	Déficit mensual 2	Déficit anual 2	Rebose	Vol fin mes

1969	1	17.46	19.35	0.00	1.89		25.41	25.41	1.89	0.80	2.69	22.72	FALSO		-	22.72
	2	43.60	16.61	26.99	FALSO		22.72	49.71	-	0.80	0.80	48.91	FALSO		18.91	30.00
	3	56.23	22.17	34.06	FALSO		30.00	64.06	-	0.80	0.80	63.26	FALSO		33.26	30.00
	4	50.44	15.24	35.20	FALSO		30.00	65.20	-	0.80	0.80	64.40	FALSO		34.40	30.00
	5	16.95	10.88	6.07	FALSO		30.00	36.07	-	0.80	0.80	35.27	FALSO		5.27	30.00
	6	10.44	11.14	-	0.70		30.00	30.00	0.70	0.80	1.50	28.50	FALSO		-	28.50
	7	12.32	17.01	-	4.69		28.50	28.50	4.69	0.80	5.49	23.01	FALSO		-	23.01
	8	12.07	21.01	-	8.94		23.01	23.01	8.94	0.80	9.74	13.27	FALSO		-	13.27
	9	11.93	20.08	-	8.15		13.27	13.27	8.15	0.80	8.95	4.32	FALSO		-	4.32
	10	12.58	12.74	-	0.15		4.32	4.32	0.15	0.80	0.95	3.37	FALSO		-	3.37
	11	9.94	11.52	-	1.58		3.37	3.37	1.58	0.80	2.38	0.99	FALSO		-	0.99
	12	49.04	20.24	28.80	FALSO		0.99	29.79	-	0.80	0.80	28.99	FALSO		-	28.99
	∑	**302.99**	**197.98**	**131.12**		**26.12**		**372.72**	**26.12**		**35.69**			**0.00**		
1970	1	126.84	19.35	107.49	FALSO		28.99	136.48	-	0.80	0.80	135.68	FALSO		105.68	30.00
	2	101.81	16.61	85.19	FALSO		30.00	115.19	-	0.80	0.80	114.40	FALSO		84.40	30.00
	3	65.22	22.17	43.05	FALSO		30.00	73.05	-	0.80	0.80	72.25	FALSO		42.25	30.00
	4	57.89	15.24	42.66	FALSO		30.00	72.66	-	0.80	0.80	71.86	FALSO		41.86	30.00
	5	34.40	10.88	23.53	FALSO		30.00	53.53	-	0.80	0.80	52.73	FALSO		22.73	30.00
	6	17.64	11.14	6.50	FALSO		30.00	36.50	-	0.80	0.80	35.70	FALSO		5.70	30.00
	7	14.89	17.01	-	2.12		30.00	30.00	2.12	0.80	2.92	27.08	FALSO		-	27.08
	8	18.74	21.01	-	2.27		27.08	27.08	2.27	0.80	3.06	24.02	FALSO		-	24.02
	9	18.64	20.08	-	1.44		24.02	24.02	1.44	0.80	2.24	21.78	FALSO		-	21.78
	10	14.63	12.74	1.90	FALSO		21.78	23.68	-	0.80	0.80	22.88	FALSO		-	22.88
	11	12.67	11.52	1.15	FALSO		22.88	24.03	-	0.80	0.80	23.23	FALSO		-	23.23
	12	29.78	20.24	9.54	FALSO		23.23	32.77	-	0.80	0.80	31.97	FALSO		1.97	30.00
	∑	**513.16**	**197.98**	**321.00**		**5.83**		**648.98**	**5.83**		**15.40**			**0.00**		
1971	1	57.26	19.35	37.91	FALSO		30.00	67.91	-	0.80	0.80	67.11	FALSO		37.11	30.00
	2	121.75	16.61	105.14	FALSO		30.00	135.14	-	0.80	0.80	134.34	FALSO		104.34	30.00
	3	135.31	22.17	113.14	FALSO		30.00	143.14	-	0.80	0.80	142.34	FALSO		112.34	30.00
	4	54.17	15.24	38.93	FALSO		30.00	68.93	-	0.80	0.80	68.13	FALSO		38.13	30.00
	5	21.82	10.88	10.95	FALSO		30.00	40.95	-	0.80	0.80	40.15	FALSO		10.15	30.00
	6	14.41	11.14	3.27	FALSO		30.00	33.27	-	0.80	0.80	32.47	FALSO		2.47	30.00
	7	11.81	17.01	-	5.20		30.00	30.00	5.20	0.80	6.00	24.00	FALSO		-	24.00
	8	10.78	21.01	-	10.22		24.00	24.00	10.22	0.80	11.02	12.98	FALSO		-	12.98
	9	8.94	20.08	-	11.13		12.98	12.98	11.13	0.80	11.93	1.05	FALSO		-	1.05
	10	14.12	12.74	1.39	FALSO		1.05	2.43	-	0.80	0.80	1.63	FALSO		-	1.63
	11	14.91	11.52	3.38	FALSO		1.63	5.02	-	0.80	0.80	4.22	FALSO		-	4.22
	12	40.57	20.24	20.33	FALSO		4.22	24.55	-	0.80	0.80	23.75	FALSO		-	23.75
	∑	**505.85**	**197.98**	**334.43**		**26.56**		**588.31**	**26.56**		**36.13**			**0.00**		
1972	1	91.92	19.35	72.57	FALSO		23.75	96.32	-	0.80	0.80	95.52	FALSO		65.52	30.00
	2	108.30	16.61	91.69	FALSO		30.00	121.69	-	0.80	0.80	120.89	FALSO		90.89	30.00
	3	186.66	22.17	164.49	FALSO		30.00	194.49	-	0.80	0.80	193.70	FALSO		163.70	30.00
	4	138.15	15.24	122.91	FALSO		30.00	152.91	-	0.80	0.80	152.12	FALSO		122.12	30.00
	5	51.09	10.88	40.22	FALSO		30.00	70.22	-	0.80	0.80	69.42	FALSO		39.42	30.00
	6	22.61	11.14	11.47	FALSO		30.00	41.47	-	0.80	0.80	40.67	FALSO		10.67	30.00
	7	17.72	17.01	0.70	FALSO		30.00	30.70	-	0.80	0.80	29.90	FALSO		-	29.90
	8	15.66	21.01	-	5.35		29.90	29.90	5.35	0.80	6.14	23.76	FALSO		-	23.76
	9	22.61	20.08	2.53	FALSO		23.76	26.29	-	0.80	0.80	25.50	FALSO		-	25.50
	10	22.85	12.74	10.12	FALSO		25.50	35.61	-	0.80	0.80	34.81	FALSO		4.81	30.00
	11	13.17	11.52	1.65	FALSO		30.00	31.65	-	0.80	0.80	30.85	FALSO		0.85	30.00
	12	28.76	20.24	8.51	FALSO		30.00	38.51	-	0.80	0.80	37.72	FALSO		7.72	30.00
	∑	**719.50**	**197.98**	**526.86**		**5.35**		**869.77**	**5.35**		**14.92**			**0.00**		
1973	1	118.88	19.35	99.53	FALSO		30.00	129.53	-	0.80	0.80	128.73	FALSO		98.73	30.00
	2	177.18	16.61	160.56	FALSO		30.00	190.56	-	0.80	0.80	189.77	FALSO		159.77	30.00
	3	201.81	22.17	179.64	FALSO		30.00	209.64	-	0.80	0.80	208.84	FALSO		178.84	30.00
	4	106.59	15.24	91.36	FALSO		30.00	121.36	-	0.80	0.80	120.56	FALSO		90.56	30.00
	5	47.24	10.88	36.37	FALSO		30.00	66.37	-	0.80	0.80	65.57	FALSO		35.57	30.00
	6	26.09	11.14	14.95	FALSO		30.00	44.95	-	0.80	0.80	44.15	FALSO		14.15	30.00
	7	21.05	17.01	4.04	FALSO		30.00	34.04	-	0.80	0.80	33.24	FALSO		3.24	30.00
	8	18.49	21.01	-	2.52		30.00	30.00	2.52	0.80	3.32	26.68	FALSO		-	26.68
	9	18.64	20.08	-	1.44		26.68	26.68	1.44	0.80	2.24	24.44	FALSO		-	24.44
	10	25.68	12.74	12.94	FALSO		24.44	37.38	-	0.80	0.80	36.58	FALSO		6.58	30.00
	11	25.84	11.52	14.32	FALSO		30.00	44.32	-	0.80	0.80	43.52	FALSO		13.52	30.00
	12	58.80	20.24	38.55	FALSO		30.00	68.55	-	0.80	0.80	67.76	FALSO		37.76	30.00
	∑	**846.27**	**197.98**	**652.25**		**3.96**		**1,003.38**	**3.96**		**13.54**			**0.00**		
1974	1	130.69	19.35	111.34	FALSO		30.00	141.34	-	0.80	0.80	140.54	FALSO		110.54	30.00
	2	222.40	16.61	205.78	FALSO		30.00	235.78	-	0.80	0.80	234.99	FALSO		204.99	30.00
	3	124.53	22.17	102.36	FALSO		30.00	132.36	-	0.80	0.80	131.56	FALSO		101.56	30.00
	4	68.83	15.24	53.59	FALSO		30.00	83.59	-	0.80	0.80	82.79	FALSO		52.79	30.00
	5	29.78	10.88	18.91	FALSO		30.00	48.91	-	0.80	0.80	48.11	FALSO		18.11	30.00
	6	18.64	11.14	7.50	FALSO		30.00	37.50	-	0.80	0.80	36.70	FALSO		6.70	30.00
	7	14.38	17.01	-	2.64		30.00	30.00	2.64	0.80	3.43	26.57	FALSO		-	26.57
	8	13.35	21.01	-	7.66		26.57	26.57	7.66	0.80	8.45	18.11	FALSO		-	18.11
	9	11.68	20.08	-	8.40		18.11	18.11	8.40	0.80	9.20	8.91	FALSO		-	8.91
	10	12.07	12.74	-	0.67		8.91	8.91	0.67	0.80	1.47	7.45	FALSO		-	7.45
	11	11.93	11.52	0.40	FALSO		7.45	7.85	-	0.80	0.80	7.05	FALSO		-	7.05
	12	12.32	20.24	-	7.92		7.05	7.05	7.92	0.80	8.72	-	1.66		-	-
	∑	**670.58**	**197.98**	**499.88**		**27.28**		**777.97**	**27.28**		**36.85**			**1.66**		
1975	1	17.20	19.35	0.00	2.15		-	-	2.15	0.80	2.15	-	2.15		-	-
	2	41.74	16.61	25.13	FALSO		-	25.13	-	0.80	-	25.13	FALSO		-	25.13
	3	140.96	22.17	118.79	FALSO		25.13	143.92	-	0.80	0.80	143.12	FALSO		113.12	30.00
	4	46.71	15.24	31.48	FALSO		30.00	61.48	-	0.80	0.80	60.68	FALSO		30.68	30.00
	5	33.12	10.88	22.24	FALSO		30.00	52.24	-	0.80	0.80	51.45	FALSO		21.45	30.00
	6	15.41	11.14	4.27	FALSO		30.00	34.27	-	0.80	0.80	33.47	FALSO		3.47	30.00
	7	11.81	17.01	-	5.20		30.00	30.00	5.20	0.80	6.00	24.00	FALSO		-	24.00
	8	10.53	21.01	-	10.48		24.00	24.00	10.48	0.80	11.28	12.72	FALSO		-	12.72
	9	10.19	20.08	-	9.89		12.72	12.72	9.89	0.80	10.69	2.03	FALSO		-	2.03
	10	12.84	12.74	0.10	FALSO		2.03	2.13	-	0.80	0.80	1.34	FALSO		-	1.34
	11	13.67	11.52	2.14	FALSO		1.34	3.48	-	0.80	0.80	2.68	FALSO		-	2.68
	12	33.38	20.24	13.14	FALSO		2.68	15.82	-	0.80	0.80	15.02	FALSO		-	15.02
	∑	**387.55**	**197.98**	**217.29**		**27.72**		**405.18**	**27.72**		**35.70**			**2.15**		

Cuadro 3.3 – Continuación

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS

BALANCE HIDRICO PERIODO 1962 - 1997 / RESERVORIO YANACOCHA 30.0 MMC

Año	Mes	Oferta Yanacocha Presa	Dem Valle Cunas	SIN REGULACION			CON REGULACION									
				Saldo 1	Déficit mensual 1	Déficit anual 1	Vol. inicio mes	Oferta total	Dem no atendida	Evap. reserv	Dem total	Saldo 2	Déficit mensual 2	Déficit anual 2	Rebose	Vol fin mes

1976	1	92.94	19.35	73.59	FALSO		15.02	88.61	-	0.80	0.80	87.82	FALSO		57.82	30.00
	2	134.51	16.61	117.89	FALSO		30.00	147.89	-	0.80	0.80	147.09	FALSO		117.09	30.00
	3	118.36	22.17	96.20	FALSO		30.00	126.20	-	0.80	0.80	125.40	FALSO		95.40	30.00
	4	52.43	15.24	37.19	FALSO		30.00	67.19	-	0.80	0.80	66.39	FALSO		36.39	30.00
	5	22.85	10.88	11.97	FALSO		30.00	41.97	-	0.80	0.80	41.18	FALSO		11.18	30.00
	6	18.64	11.14	7.50	FALSO		30.00	37.50	-	0.80	0.80	36.70	FALSO		6.70	30.00
	7	25.16	17.01	8.15	FALSO		30.00	38.15	-	0.80	0.80	37.35	FALSO		7.35	30.00
	8	36.20	21.01	15.19	FALSO		30.00	45.19	-	0.80	0.80	44.40	FALSO		14.40	30.00
	9	18.64	20.08	-	1.44		30.00	30.00	1.44	0.80	2.24	27.76	FALSO		-	27.76
	10	11.04	12.74	-	1.70		27.76	27.76	1.70	0.80	2.49	25.27	FALSO		-	25.27
	11	9.94	11.52	-	1.58		25.27	25.27	1.58	0.80	2.38	22.88	FALSO		-	22.88
	12	11.04	20.24	-	9.20		22.88	22.88	9.20	0.80	10.00	12.89	FALSO		-	12.89
	∑	**551.75**	**197.98**	**367.69**		**13.92**		**698.62**	**13.92**		**23.50**			**0.00**		
1977	1	30.30	19.35	10.95	FALSO		12.89	23.83	-	0.80	0.80	23.04	FALSO		-	23.04
	2	53.57	16.61	36.96	FALSO		23.04	59.99	-	0.80	0.80	59.19	FALSO		29.19	30.00
	3	128.89	22.17	106.72	FALSO		30.00	136.72	-	0.80	0.80	135.93	FALSO		105.93	30.00
	4	37.77	15.24	22.53	FALSO		30.00	52.53	-	0.80	0.80	51.73	FALSO		21.73	30.00
	5	29.78	10.88	18.91	FALSO		30.00	48.91	-	0.80	0.80	48.11	FALSO		18.11	30.00
	6	13.17	11.14	2.03	FALSO		30.00	32.03	-	0.80	0.80	31.23	FALSO		1.23	30.00
	7	10.53	17.01	-	6.49		30.00	30.00	6.49	0.80	7.29	22.71	FALSO		-	22.71
	8	8.99	21.01	-	12.02		22.71	22.71	12.02	0.80	12.82	9.90	FALSO		-	9.90
	9	14.66	20.08	-	5.42		9.90	9.90	5.42	0.80	6.22	3.68	FALSO		-	3.68
	10	20.03	12.74	7.29	FALSO		3.68	10.97	-	0.80	0.80	10.17	FALSO		-	10.17
	11	34.79	11.52	23.26	FALSO		10.17	33.44	-	0.80	0.80	32.64	FALSO		2.64	30.00
	12	25.68	20.24	5.43	FALSO		30.00	35.43	-	0.80	0.80	34.64	FALSO		4.64	30.00
	∑	**408.14**	**197.98**	**234.08**		**23.93**		**496.47**	**23.93**		**33.50**			**0.00**		
1978	1	74.97	19.35	55.62	FALSO		30.00	85.62	-	0.80	0.80	84.82	FALSO		54.82	30.00
	2	102.27	16.61	85.66	FALSO		30.00	115.66	-	0.80	0.80	114.86	FALSO		84.86	30.00
	3	78.57	22.17	56.40	FALSO		30.00	86.40	-	0.80	0.80	85.60	FALSO		55.60	30.00
	4	50.44	15.24	35.20	FALSO		30.00	65.20	-	0.80	0.80	64.40	FALSO		34.40	30.00
	5	19.51	10.88	8.64	FALSO		30.00	38.64	-	0.80	0.80	37.84	FALSO		7.84	30.00
	6	13.17	11.14	2.03	FALSO		30.00	32.03	-	0.80	0.80	31.23	FALSO		1.23	30.00
	7	22.08	17.01	5.07	FALSO		30.00	35.07	-	0.80	0.80	34.27	FALSO		4.27	30.00
	8	33.38	21.01	12.37	FALSO		30.00	42.37	-	0.80	0.80	41.57	FALSO		11.57	30.00
	9	22.61	20.08	2.53	FALSO		30.00	32.53	-	0.80	0.80	31.74	FALSO		1.74	30.00
	10	11.04	12.74	-	1.70		30.00	30.00	1.70	0.80	2.49	27.51	FALSO		-	27.51
	11	19.88	11.52	8.35	FALSO		27.51	35.86	-	0.80	0.80	35.06	FALSO		5.06	30.00
	12	26.45	20.24	6.20	FALSO		30.00	36.20	-	0.80	0.80	35.41	FALSO		5.41	30.00
	∑	**474.36**	**197.98**	**278.08**		**1.70**		**635.58**	**1.70**		**11.27**			**0.00**		
1979	1	22.34	19.35	2.99	FALSO		30.00	32.99	-	0.80	0.80	32.19	FALSO		2.19	30.00
	2	67.72	16.61	51.10	FALSO		30.00	81.10	-	0.80	0.80	80.31	FALSO		50.31	30.00
	3	108.09	22.17	85.93	FALSO		30.00	115.93	-	0.80	0.80	115.13	FALSO		85.13	30.00
	4	61.87	15.24	46.63	FALSO		30.00	76.63	-	0.80	0.80	75.83	FALSO		45.83	30.00
	5	22.34	10.88	11.46	FALSO		30.00	41.46	-	0.80	0.80	40.66	FALSO		10.66	30.00
	6	12.92	11.14	1.78	FALSO		30.00	31.78	-	0.80	0.80	30.98	FALSO		0.98	30.00
	7	12.32	17.01	-	4.69		30.00	30.00	4.69	0.80	5.49	24.51	FALSO		-	24.51
	8	10.53	21.01	-	10.48		24.51	24.51	10.48	0.80	11.28	13.23	FALSO		-	13.23
	9	9.19	20.08	-	10.88		13.23	13.23	10.88	0.80	11.68	1.55	FALSO		-	1.55
	10	12.32	12.74	-	0.41		1.55	1.55	0.41	0.80	1.21	0.34	FALSO		-	0.34
	11	14.91	11.52	3.38	FALSO		0.34	3.73	-	0.80	0.80	2.93	FALSO		-	2.93
	12	12.07	20.24	-	8.17		2.93	2.93	8.17	0.80	8.97	-	6.04		-	-
	∑	**366.62**	**197.98**	**203.28**		**34.64**		**455.84**	**34.64**		**44.21**			**6.04**		
1980	1	14.38	19.35	0.00	4.97		-	-	4.97	0.80	4.97	-	4.97		-	-
	2	25.28	16.61	8.66	FALSO		-	8.66	-	0.80	-	8.66	FALSO		-	8.66
	3	86.78	22.17	64.62	FALSO		8.66	73.28	-	0.80	0.80	72.48	FALSO		42.48	30.00
	4	32.80	15.24	17.56	FALSO		30.00	47.56	-	0.80	0.80	46.76	FALSO		16.76	30.00
	5	3.85	10.88	-	7.03		30.00	30.00	7.03	0.80	7.82	22.18	FALSO		-	22.18
	6	2.48	11.14	-	8.65		22.18	22.18	8.65	0.80	9.45	12.72	FALSO		-	12.72
	7	2.31	17.01	-	14.70		12.72	12.72	14.70	0.80	15.50	-	2.78		-	-
	8	4.36	21.01	-	16.64		-	-	16.64	0.80	16.64	-	16.64		-	-
	9	8.45	20.08	-	11.63		-	-	11.63	0.80	11.63	-	11.63		-	-
	10	25.93	12.74	13.20	FALSO		-	13.20	-	0.80	-	13.20	FALSO		-	13.20
	11	14.66	11.52	3.14	FALSO		13.20	16.33	-	0.80	0.80	15.53	FALSO		-	15.53
	12	32.86	20.24	12.62	FALSO		15.53	28.16	-	0.80	0.80	27.36	FALSO		-	27.36
	∑	**254.15**	**197.98**	**119.80**		**63.63**		**252.09**	**63.63**		**69.21**			**36.02**		
1981	1	67.78	19.35	48.43	FALSO		27.36	75.79	-	0.80	0.80	74.99	FALSO		44.99	30.00
	2	202.69	16.61	186.07	FALSO		30.00	216.07	-	0.80	0.80	215.27	FALSO		185.27	30.00
	3	122.98	22.17	100.82	FALSO		30.00	130.82	-	0.80	0.80	130.02	FALSO		100.02	30.00
	4	48.70	15.24	33.46	FALSO		30.00	63.46	-	0.80	0.80	62.67	FALSO		32.67	30.00
	5	15.92	10.88	5.04	FALSO		30.00	35.04	-	0.80	0.80	34.24	FALSO		4.24	30.00
	6	6.71	11.14	-	4.43		30.00	30.00	4.43	0.80	5.23	24.77	FALSO		-	24.77
	7	7.19	17.01	-	9.83		24.77	24.77	9.83	0.80	10.62	14.15	FALSO		-	14.15
	8	13.86	21.01	-	7.14		14.15	14.15	7.14	0.80	7.94	6.21	FALSO		-	6.21
	9	10.44	20.08	-	9.64		6.21	6.21	9.64	0.80	10.44	-	4.23		-	-
	10	11.55	12.74	-	1.18		-	-	1.18	0.80	1.18	-	1.18		-	-
	11	25.84	11.52	14.32	FALSO		-	14.32	-	0.80	-	14.32	FALSO		-	14.32
	12	60.85	20.24	40.61	FALSO		14.32	54.93	-	0.80	0.80	54.13	FALSO		24.13	30.00
	∑	**594.52**	**197.98**	**428.75**		**32.22**		**665.56**	**32.22**		**40.20**			**5.41**		
1982	1	104.50	19.35	85.15	FALSO		30.00	115.15	-	0.80	0.80	114.35	FALSO		84.35	30.00
	2	139.61	16.61	122.99	FALSO		30.00	152.99	-	0.80	0.80	152.20	FALSO		122.20	30.00
	3	100.13	22.17	77.97	FALSO		30.00	107.97	-	0.80	0.80	107.17	FALSO		77.17	30.00
	4	64.60	15.24	49.37	FALSO		30.00	79.37	-	0.80	0.80	78.57	FALSO		48.57	30.00
	5	21.31	10.88	10.43	FALSO		30.00	40.43	-	0.80	0.80	39.64	FALSO		9.64	30.00
	6	8.45	11.14	-	2.69		30.00	30.00	2.69	0.80	3.49	26.51	FALSO		-	26.51
	7	6.93	17.01	-	10.08		26.51	26.51	10.08	0.80	10.88	15.63	FALSO		-	15.63
	8	6.42	21.01	-	14.59		15.63	15.63	14.59	0.80	15.39	0.24	FALSO		-	0.24
	9	7.45	20.08	-	12.62		0.24	0.24	12.62	0.80	13.42	-	13.18		-	-
	10	20.03	12.74	7.29	FALSO		-	7.29	-	0.80	-	7.29	FALSO		-	7.29
	11	48.20	11.52	36.68	FALSO		7.29	43.97	-	0.80	0.80	43.17	FALSO		13.17	30.00
	12	48.27	20.24	28.03	FALSO		30.00	58.03	-	0.80	0.80	57.23	FALSO		27.23	30.00
	∑	**575.91**	**197.98**	**417.91**		**39.99**		**677.59**	**39.99**		**48.76**			**13.18**		

Cuadro 3.3 – Continuación

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS

BALANCE HIDRICO PERIODO 1962 - 1997 / RESERVORIO YANACOCHA 30.0 MMC

Año	Mes	Oferta Yanacocha Presa	Dem Valle Cunas	SIN REGULACION			CON REGULACION									
				Saldo 1	Déficit mensual 1	Déficit anual 1	Vol. inicio mes	Oferta total	Dem no atendida	Evap. reserv	Dem total	Saldo 2	Déficit mensual 2	Déficit anual 2	Rebose	Vol fin mes

1983	1	40.82	19.35	21.47	FALSO		30.00	51.47	-	0.80	0.80	50.68	FALSO		20.68	30.00
	2	26.90	16.61	10.29	FALSO		30.00	40.29	-	0.80	0.80	39.49	FALSO		9.49	30.00
	3	68.55	22.17	46.39	FALSO		30.00	76.39	-	0.80	0.80	75.59	FALSO		45.59	30.00
	4	37.52	15.24	22.28	FALSO		30.00	52.28	-	0.80	0.80	51.48	FALSO		21.48	30.00
	5	14.38	10.88	3.50	FALSO		30.00	33.50	-	0.80	0.80	32.70	FALSO		2.70	30.00
	6	6.21	11.14	-	4.93		30.00	30.00	4.93	0.80	5.72	24.28	FALSO		-	24.28
	7	4.62	17.01	-	12.39		24.28	24.28	12.39	0.80	13.19	11.08	FALSO		-	11.08
	8	4.36	21.01	-	16.64		11.08	11.08	16.64	0.80	17.44	-	6.36		-	-
	9	4.22	20.08	-	15.85		-	-	15.85	0.80	15.85	-	15.85		-	-
	10	5.65	12.74	-	7.09		-	-	7.09	0.80	7.09	-	7.09		-	-
	11	3.73	11.52	-	7.80		-	-	7.80	0.80	7.80	-	7.80		-	-
	12	5.14	20.24	-	15.11		-	-	15.11	0.80	15.11	-	15.11		-	-
	∑	**222.11**	**197.98**	**103.93**		**79.81**		**319.29**	**79.81**		**86.19**			**52.20**		
1984	1	49.81	19.35	30.46	FALSO		-	30.46	-	0.80	-	30.46	FALSO		0.46	30.00
	2	167.90	16.61	151.29	FALSO		30.00	181.29	-	0.80	0.80	180.49	FALSO		150.49	30.00
	3	163.29	22.17	141.13	FALSO		30.00	171.13	-	0.80	0.80	170.33	FALSO		140.33	30.00
	4	91.93	15.24	76.70	FALSO		30.00	106.70	-	0.80	0.80	105.90	FALSO		75.90	30.00
	5	30.81	10.88	19.93	FALSO		30.00	49.93	-	0.80	0.80	49.14	FALSO		19.14	30.00
	6	15.16	11.14	4.02	FALSO		30.00	34.02	-	0.80	0.80	33.22	FALSO		3.22	30.00
	7	8.99	17.01	-	8.03		30.00	30.00	8.03	0.80	8.83	21.17	FALSO		-	21.17
	8	6.93	21.01	-	14.08		21.17	21.17	14.08	0.80	14.87	6.30	FALSO		-	6.30
	9	6.46	20.08	-	13.62		6.30	6.30	13.62	0.80	14.41	-	8.11		-	-
	10	19.51	12.74	6.78	FALSO		-	6.78	-	0.80	-	6.78	FALSO		-	6.78
	11	31.56	11.52	20.03	FALSO		6.78	26.81	-	0.80	0.80	26.01	FALSO		-	26.01
	12	84.21	20.24	63.97	FALSO		26.01	89.99	-	0.80	0.80	89.19	FALSO		59.19	30.00
	∑	**676.57**	**197.98**	**514.31**		**35.72**		**754.57**	**35.72**		**43.70**			**8.11**		
1985	1	48.01	19.35	28.66	FALSO		30.00	58.66	-	0.80	0.80	57.87	FALSO		27.87	30.00
	2	78.62	16.61	62.00	FALSO		30.00	92.00	-	0.80	0.80	91.21	FALSO		61.21	30.00
	3	91.15	22.17	68.98	FALSO		30.00	98.98	-	0.80	0.80	98.18	FALSO		68.18	30.00
	4	77.77	15.24	62.53	FALSO		30.00	92.53	-	0.80	0.80	91.74	FALSO		61.74	30.00
	5	35.69	10.88	24.81	FALSO		30.00	54.81	-	0.80	0.80	54.01	FALSO		24.01	30.00
	6	23.36	11.14	12.22	FALSO		30.00	42.22	-	0.80	0.80	41.42	FALSO		11.42	30.00
	7	15.41	17.01	-	1.61		30.00	30.00	1.61	0.80	2.41	27.59	FALSO		-	27.59
	8	16.18	21.01	-	4.83		27.59	27.59	4.83	0.80	5.63	21.96	FALSO		-	21.96
	9	20.87	20.08	0.79	FALSO		21.96	22.76	-	0.80	0.80	21.96	FALSO		-	21.96
	10	16.43	12.74	3.70	FALSO		21.96	25.66	-	0.80	0.80	24.86	FALSO		-	24.86
	11	14.66	11.52	3.14	FALSO		24.86	27.99	-	0.80	0.80	27.20	FALSO		-	27.20
	12	23.36	20.24	3.12	FALSO		27.20	30.32	-	0.80	0.80	29.52	FALSO		-	29.52
	∑	**461.50**	**197.98**	**269.96**		**6.44**		**603.53**	**6.44**		**16.01**			**0.00**		
1986	1	96.03	19.35	76.68	FALSO		29.52	106.20	-	0.80	0.80	105.40	FALSO		75.40	30.00
	2	142.62	16.61	126.01	FALSO		30.00	156.01	-	0.80	0.80	155.21	FALSO		125.21	30.00
	3	149.43	22.17	127.26	FALSO		30.00	157.26	-	0.80	0.80	156.47	FALSO		126.47	30.00
	4	89.45	15.24	74.21	FALSO		30.00	104.21	-	0.80	0.80	103.41	FALSO		73.41	30.00
	5	60.08	10.88	49.20	FALSO		30.00	79.20	-	0.80	0.80	78.41	FALSO		48.41	30.00
	6	15.90	11.14	4.76	FALSO		30.00	34.76	-	0.80	0.80	33.97	FALSO		3.97	30.00
	7	11.81	17.01	-	5.20		30.00	30.00	5.20	0.80	6.00	24.00	FALSO		-	24.00
	8	11.04	21.01	-	9.97		24.00	24.00	9.97	0.80	10.77	13.23	FALSO		-	13.23
	9	11.18	20.08	-	8.90		13.23	13.23	8.90	0.80	9.69	3.54	FALSO		-	3.54
	10	8.99	12.74	-	3.75		3.54	3.54	3.75	0.80	4.55	-	1.01		-	-
	11	7.95	11.52	-	3.57		-	-	3.57	0.80	3.57	-	3.57		-	-
	12	10.27	20.24	-	9.97		-	-	9.97	0.80	9.97	-	9.97		-	-
	∑	**614.75**	**197.98**	**458.13**		**41.36**		**708.42**	**41.36**		**49.34**			**14.55**		
1987	1	72.92	19.35	53.57	FALSO		-	53.57	-	0.80	-	53.57	FALSO		23.57	30.00
	2	60.30	16.61	43.68	FALSO		30.00	73.68	-	0.80	0.80	72.88	FALSO		42.88	30.00
	3	47.24	22.17	25.08	FALSO		30.00	55.08	-	0.80	0.80	54.28	FALSO		24.28	30.00
	4	18.64	15.24	3.40	FALSO		30.00	33.40	-	0.80	0.80	32.60	FALSO		2.60	30.00
	5	8.99	10.88	-	1.89		30.00	30.00	1.89	0.80	2.69	27.31	FALSO		-	27.31
	6	5.96	11.14	-	5.18		27.31	27.31	5.18	0.80	5.97	21.34	FALSO		-	21.34
	7	6.42	17.01	-	10.60		21.34	21.34	10.60	0.80	11.39	9.95	FALSO		-	9.95
	8	5.39	21.01	-	15.62		9.95	9.95	15.62	0.80	16.41	-	6.47		-	-
	9	5.71	20.08	-	14.36		-	-	14.36	0.80	14.36	-	14.36		-	-
	10	6.68	12.74	-	6.06		-	-	6.06	0.80	6.06	-	6.06		-	-
	11	8.70	11.52	-	2.83		-	-	2.83	0.80	2.83	-	2.83		-	-
	12	17.46	20.24	-	2.78		-	-	2.78	0.80	2.78	-	2.78		-	-
	∑	**264.40**	**197.98**	**125.72**		**59.31**		**304.32**	**59.31**		**64.89**			**32.50**		
1988	1	67.78	19.35	48.43	FALSO		-	48.43	-	0.80	-	48.43	FALSO		18.43	30.00
	2	79.54	16.61	62.93	FALSO		30.00	92.93	-	0.80	0.80	92.13	FALSO		62.13	30.00
	3	57.77	22.17	35.60	FALSO		30.00	65.60	-	0.80	0.80	64.81	FALSO		34.81	30.00
	4	63.86	15.24	48.62	FALSO		30.00	78.62	-	0.80	0.80	77.82	FALSO		47.82	30.00
	5	20.54	10.88	9.66	FALSO		30.00	39.66	-	0.80	0.80	38.87	FALSO		8.87	30.00
	6	9.69	11.14	-	1.45		30.00	30.00	1.45	0.80	2.25	27.75	FALSO		-	27.75
	7	8.73	17.01	-	8.28		27.75	27.75	8.28	0.80	9.08	18.67	FALSO		-	18.67
	8	8.99	21.01	-	12.02		18.67	18.67	12.02	0.80	12.82	5.85	FALSO		-	5.85
	9	10.68	20.08	-	9.39		5.85	5.85	9.39	0.80	10.19	-	4.34		-	-
	10	17.20	12.74	4.47	FALSO		-	4.47	-	0.80	-	4.47	FALSO		-	4.47
	11	11.68	11.52	0.15	FALSO		4.47	4.62	-	0.80	0.80	3.82	FALSO		-	3.82
	12	10.27	20.24	-	9.97		3.82	3.82	9.97	0.80	10.77	-	6.95		-	-
	∑	**366.73**	**197.98**	**209.87**		**41.12**		**420.44**	**41.12**		**49.10**			**11.28**		
1989	1	63.67	19.35	44.32	FALSO		-	44.32	-	0.80	-	44.32	FALSO		14.32	30.00
	2	81.40	16.61	64.79	FALSO		30.00	94.79	-	0.80	0.80	93.99	FALSO		63.99	30.00
	3	102.44	22.17	80.28	FALSO		30.00	110.28	-	0.80	0.80	109.48	FALSO		79.48	30.00
	4	58.89	15.24	43.65	FALSO		30.00	73.65	-	0.80	0.80	72.85	FALSO		42.85	30.00
	5	22.59	10.88	11.72	FALSO		30.00	41.72	-	0.80	0.80	40.92	FALSO		10.92	30.00
	6	17.64	11.14	6.50	FALSO		30.00	36.50	-	0.80	0.80	35.70	FALSO		5.70	30.00
	7	13.35	17.01	-	3.66		30.00	30.00	3.66	0.80	4.46	25.54	FALSO		-	25.54
	8	10.01	21.01	-	10.99		25.54	25.54	10.99	0.80	11.79	13.75	FALSO		-	13.75
	9	7.45	20.08	-	12.62		13.75	13.75	12.62	0.80	13.42	0.33	FALSO		-	0.33
	10	10.27	12.74	-	2.47		0.33	0.33	2.47	0.80	3.26	-	2.94		-	-
	11	9.19	11.52	-	2.33		-	-	2.33	0.80	2.33	-	2.33		-	-
	12	8.73	20.24	-	11.51		-	-	11.51	0.80	11.51	-	11.51		-	-
	∑	**405.65**	**197.98**	**251.26**		**43.59**		**470.87**	**43.59**		**50.77**			**16.78**		

Cuadro 3.3 – Continuación

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS

BALANCE HIDRICO PERIODO 1962 - 1997 / RESERVORIO YANACOCHA 30.0 MMC

Año	Mes	Oferta Yanacocha Presa	Dem Valle Cunas	SIN REGULACION			CON REGULACION									
				Saldo 1	Déficit mensual 1	Déficit anual 1	Vol. inicio mes	Oferta total	Dem no atendida	Evap. reserv	Dem total	Saldo 2	Déficit mensual 2	Déficit anual 2	Rebose	Vol fin mes

1990	1	23.36	19.35	4.01	FALSO		-	4.01	-	0.80	-	4.01	FALSO		-	4.01
	2	16.93	16.61	0.32	FALSO		4.01	4.33	-	0.80	0.80	3.53	FALSO		-	3.53
	3	24.65	22.17	2.48	FALSO		3.53	6.01	-	0.80	0.80	5.22	FALSO		-	5.22
	4	12.42	15.24	-	2.81		5.22	5.22	2.81	0.80	3.61	1.61	FALSO		-	1.61
	5	10.53	10.88	-	0.35		1.61	1.61	0.35	0.80	1.15	0.46	FALSO		-	0.46
	6	12.67	11.14	1.53	FALSO		0.46	1.99	-	0.80	0.80	1.19	FALSO		-	1.19
	7	8.99	17.01	-	8.03		1.19	1.19	8.03	0.80	8.83	-	7.63		-	-
	8	7.45	21.01	-	13.56		-	-	13.56	0.80	13.56	-	13.56		-	-
	9	7.21	20.08	-	12.87		-	-	12.87	0.80	12.87	-	12.87		-	-
	10	10.78	12.74	-	1.95		-	-	1.95	0.80	1.95	-	1.95		-	-
	11	23.11	11.52	11.58	FALSO		-	11.58	-	0.80	-	11.58	FALSO		-	11.58
	12	24.91	20.24	4.66	FALSO		11.58	16.25	-	0.80	0.80	15.45	FALSO		-	15.45
	∑	**183.00**	**197.98**	**24.59**		**39.58**		**52.20**	**39.58**		**45.16**			**36.02**		
1991	1	29.78	19.35	10.43	FALSO		15.45	25.88	-	0.80	0.80	25.09	FALSO		-	25.09
	2	19.25	16.61	2.64	FALSO		25.09	27.72	-	0.80	0.80	26.92	FALSO		-	26.92
	3	59.82	22.17	37.66	FALSO		26.92	64.58	-	0.80	0.80	63.78	FALSO		33.78	30.00
	4	27.58	15.24	12.34	FALSO		30.00	42.34	-	0.80	0.80	41.55	FALSO		11.55	30.00
	5	19.77	10.88	8.89	FALSO		30.00	38.89	-	0.80	0.80	38.10	FALSO		8.10	30.00
	6	10.19	11.14	-	0.95		30.00	30.00	0.95	0.80	1.75	28.25	FALSO		-	28.25
	7	11.30	17.01	-	5.72		28.25	28.25	5.72	0.80	6.51	21.74	FALSO		-	21.74
	8	8.47	21.01	-	12.54		21.74	21.74	12.54	0.80	13.33	8.40	FALSO		-	8.40
	9	10.68	20.08	-	9.39		8.40	8.40	9.39	0.80	10.19	-	1.79		-	-
	10	11.30	12.74	-	1.44		-	-	1.44	0.80	1.44	-	1.44		-	-
	11	11.68	11.52	0.15	FALSO		-	0.15	-	0.80	-	0.15	FALSO		-	0.15
	12	9.24	20.24	-	11.00		0.15	0.15	11.00	0.80	11.80	-	11.64		-	-
	∑	**229.07**	**197.98**	**72.12**		**41.03**		**288.12**	**41.03**		**49.01**			**14.87**		
1992	1	11.55	19.35	0.00	7.80		-	-	7.80	0.80	7.80	-	7.80		-	-
	2	11.13	16.61	-	5.48		-	-	5.48	0.80	5.48	-	5.48		-	-
	3	27.99	22.17	5.82	FALSO		-	5.82	-	0.80	-	5.82	FALSO		-	5.82
	4	11.18	15.24	-	4.06		5.82	5.82	4.06	0.80	4.85	0.97	FALSO		-	0.97
	5	7.70	10.88	-	3.17		0.97	0.97	3.17	0.80	3.97	-	3.01		-	-
	6	7.45	11.14	-	3.68		-	-	3.68	0.80	3.68	-	3.68		-	-
	7	7.19	17.01	-	9.83		-	-	9.83	0.80	9.83	-	9.83		-	-
	8	7.19	21.01	-	13.82		-	-	13.82	0.80	13.82	-	13.82		-	-
	9	6.46	20.08	-	13.62		-	-	13.62	0.80	13.62	-	13.62		-	-
	10	8.47	12.74	-	4.26		-	-	4.26	0.80	4.26	-	4.26		-	-
	11	7.45	11.52	-	4.07		-	-	4.07	0.80	4.07	-	4.07		-	-
	12	6.42	20.24	-	13.82		-	-	13.82	0.80	13.82	-	13.82		-	-
	∑	**120.19**	**197.98**	**5.82**		**83.61**		**12.61**	**83.61**		**85.20**			**79.39**		
1993	1	19.26	19.35	0.00	0.09		-	-	0.09	0.80	0.09	-	0.09		-	-
	2	51.72	16.61	35.10	FALSO		-	35.10	-	0.80	-	35.10	FALSO		5.10	30.00
	3	96.03	22.17	73.86	FALSO		30.00	103.86	-	0.80	0.80	103.06	FALSO		73.06	30.00
	4	58.64	15.24	43.40	FALSO		30.00	73.40	-	0.80	0.80	72.60	FALSO		42.60	30.00
	5	31.58	10.88	20.70	FALSO		30.00	50.70	-	0.80	0.80	49.91	FALSO		19.91	30.00
	6	13.91	11.14	2.78	FALSO		30.00	32.78	-	0.80	0.80	31.98	FALSO		1.98	30.00
	7	10.78	17.01	-	6.23		30.00	30.00	6.23	0.80	7.03	22.97	FALSO		-	22.97
	8	9.24	21.01	-	11.77		22.97	22.97	11.77	0.80	12.56	10.41	FALSO		-	10.41
	9	10.93	20.08	-	9.14		10.41	10.41	9.14	0.80	9.94	0.47	FALSO		-	0.47
	10	11.04	12.74	-	1.70		0.47	0.47	1.70	0.80	2.49	-	2.03		-	-
	11	31.80	11.52	20.28	FALSO		-	20.28	-	0.80	-	20.28	FALSO		-	20.28
	12	74.20	20.24	53.96	FALSO		20.28	74.24	-	0.80	0.80	73.44	FALSO		43.44	30.00
	∑	**419.14**	**197.98**	**250.08**		**28.93**		**454.21**	**28.93**		**36.11**			**2.12**		
1994	1	68.30	19.35	48.95	FALSO		30.00	78.95	-	0.80	0.80	78.15	FALSO		48.15	30.00
	2	134.97	16.61	118.36	FALSO		30.00	148.36	-	0.80	0.80	147.56	FALSO		117.56	30.00
	3	100.90	22.17	78.74	FALSO		30.00	108.74	-	0.80	0.80	107.94	FALSO		77.94	30.00
	4	87.96	15.24	72.72	FALSO		30.00	102.72	-	0.80	0.80	101.92	FALSO		71.92	30.00
	5	32.86	10.88	21.99	FALSO		30.00	51.99	-	0.80	0.80	51.19	FALSO		21.19	30.00
	6	17.64	11.14	6.50	FALSO		30.00	36.50	-	0.80	0.80	35.70	FALSO		5.70	30.00
	7	13.61	17.01	-	3.41		30.00	30.00	3.41	0.80	4.20	25.80	FALSO		-	25.80
	8	12.32	21.01	-	8.68		25.80	25.80	8.68	0.80	9.48	16.31	FALSO		-	16.31
	9	13.17	20.08	-	6.91		16.31	16.31	6.91	0.80	7.71	8.61	FALSO		-	8.61
	10	12.84	12.74	0.10	FALSO		8.61	8.71	-	0.80	0.80	7.91	FALSO		-	7.91
	11	10.93	11.52	-	0.59		7.91	7.91	0.59	0.80	1.39	6.52	FALSO		-	6.52
	12	11.81	20.24	-	8.43		6.52	6.52	8.43	0.80	9.23	-	2.70		-	-
	∑	**517.32**	**197.98**	**347.35**		**28.02**		**622.51**	**28.02**		**37.59**			**2.70**		
1995	1	31.58	19.35	12.23	FALSO		-	12.23	-	0.80	-	12.23	FALSO		-	12.23
	2	37.57	16.61	20.96	FALSO		12.23	33.19	-	0.80	0.80	32.39	FALSO		2.39	30.00
	3	108.86	22.17	86.70	FALSO		30.00	116.70	-	0.80	0.80	115.90	FALSO		85.90	30.00
	4	45.22	15.24	29.98	FALSO		30.00	59.98	-	0.80	0.80	59.19	FALSO		29.19	30.00
	5	17.46	10.88	6.58	FALSO		30.00	36.58	-	0.80	0.80	35.78	FALSO		5.78	30.00
	6	10.68	11.14	-	0.45		30.00	30.00	0.45	0.80	1.25	28.75	FALSO		-	28.75
	7	10.53	17.01	-	6.49		28.75	28.75	6.49	0.80	7.29	21.46	FALSO		-	21.46
	8	9.76	21.01	-	11.25		21.46	21.46	11.25	0.80	12.05	9.41	FALSO		-	9.41
	9	8.45	20.08	-	11.63		9.41	9.41	11.63	0.80	12.43	-	3.01		-	-
	10	10.27	12.74	-	2.47		-	-	2.47	0.80	2.47	-	2.47		-	-
	11	11.18	11.52	-	0.34		-	-	0.34	0.80	0.34	-	0.34		-	-
	12	13.35	20.24	-	6.89		-	-	6.89	0.80	6.89	-	6.89		-	-
	∑	**314.91**	**197.98**	**156.45**		**39.52**		**348.30**	**39.52**		**45.90**			**12.71**		
1996	1	42.62	19.35	23.27	FALSO		-	23.27	-	0.80	-	23.27	FALSO		-	23.27
	2	114.33	16.61	97.72	FALSO		23.27	120.99	-	0.80	0.80	120.19	FALSO		90.19	30.00
	3	88.07	22.17	65.90	FALSO		30.00	95.90	-	0.80	0.80	95.10	FALSO		65.10	30.00
	4	58.39	15.24	43.15	FALSO		30.00	73.15	-	0.80	0.80	72.36	FALSO		42.36	30.00
	5	20.28	10.88	9.41	FALSO		30.00	39.41	-	0.80	0.80	38.61	FALSO		8.61	30.00
	6	12.18	11.14	1.04	FALSO		30.00	31.04	-	0.80	0.80	30.24	FALSO		0.24	30.00
	7	10.78	17.01	-	6.23		30.00	30.00	6.23	0.80	7.03	22.97	FALSO		-	22.97
	8	10.01	21.01	-	10.99		22.97	22.97	10.99	0.80	11.79	11.18	FALSO		-	11.18
	9	10.68	20.08	-	9.39		11.18	11.18	9.39	0.80	10.19	0.99	FALSO		-	0.99
	10	10.53	12.74	-	2.21		0.99	0.99	2.21	0.80	3.01	-	2.02		-	-
	11	10.19	11.52	-	1.34		-	-	1.34	0.80	1.34	-	1.34		-	-
	12	15.41	20.24	-	4.84		-	-	4.84	0.80	4.84	-	4.84		-	-
	∑	**403.47**	**197.98**	**240.48**		**35.00**		**448.89**	**35.00**		**42.18**			**8.19**		

Cuadro 3.3 – Continuación

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS

BALANCE HIDRICO PERIODO 1962 - 1997 / RESERVORIO YANACOCHA 30.0 MMC

Año	Mes	Oferta Yanacocha Presa	Dem Valle Cunas	SIN REGULACION			CON REGULACION									
				Saldo 1	Déficit mensual 1	Déficit anual 1	Vol. inicio mes	Oferta total	Dem no atendida	Evap. reserv	Dem total	Saldo 2	Déficit mensual 2	Déficit anual 2	Rebose	Vol fin mes

1997	1	37.74	19.35	18.39	FALSO		-	18.39	-	0.80	-	18.39	FALSO		-	18.39
	2	119.43	16.61	102.82	FALSO		18.39	121.21	-	0.80	0.80	120.41	FALSO		90.41	30.00
	3	77.80	22.17	55.63	FALSO		30.00	85.63	-	0.80	0.80	84.83	FALSO		54.83	30.00
	4	21.87	15.24	6.63	FALSO		30.00	36.63	-	0.80	0.80	35.83	FALSO		5.83	30.00
	5	14.89	10.88	4.01	FALSO		30.00	34.01	-	0.80	0.80	33.22	FALSO		3.22	30.00
	6	10.68	11.14	-	0.45		30.00	30.00	0.45	0.80	1.25	28.75	FALSO		-	28.75
	7	10.27	17.01	-	6.74		28.75	28.75	6.74	0.80	7.54	21.21	FALSO		-	21.21
	8	8.22	21.01	-	12.79		21.21	21.21	12.79	0.80	13.59	7.62	FALSO		-	7.62
	9	8.20	20.08	-	11.88		7.62	7.62	11.88	0.80	12.68	-	5.06		-	-
	10	9.76	12.74	-	2.98		-	-	2.98	0.80	2.98	-	2.98		-	-
	11	14.91	11.52	3.38	FALSO		-	3.38	-	0.80	-	3.38	FALSO		-	3.38
	12	19.26	20.24	-	0.99		3.38	3.38	0.99	0.80	1.78	1.60	FALSO		-	1.60
	∑	**353.02**	**197.98**	**190.87**		**35.83**		**390.22**	**35.83**		**43.01**			**8.04**		

432 meses
36 años

SIN REGULACION	
Meses déficit	174
Déficit mensual	40.3%
Cobertura	59.7%
Años déficit	36
Déficit anual	100.0%
Σ (Dfa/Dma)^2	1.29
100/Na	2.78
Indice déficit	3.57

CON REGULACION	
Meses déficit	67
Déficit mensual	15.5%
Cobertura	84.5%
Años déficit	24
Déficit anual	66.7%
Σ (Dfa/Dma)^2	0.37
100/Na	2.78
Indice déficit	1.02

3.1. Cálculo de la Oferta

3.1.1 Cuenca del Cunas

3.1.1.1 Aspectos Generales

La cuenca del Cunas se ubica geográficamente en la sierra central del Perú, sobre la margen derecha del río Mantaro, con una extensión de 1860 km^2 y está comprendida políticamente en el departamento de Junín.

3.1.1.2 Climatología

a. Temperatura

ESTACION	ALTITUD (msnm)	TEMPERATURA (°C)
Marcapomacocha	4600	4.2
Cercapuquio	4300	4.0
Upamayo	4080	6.3
Mejorada	2826	16.7
Mantacra	2700	14.8

b. Velocidad del Viento

Los vientos generalmente tienen velocidad promedio diaria de 1.3 m/s, que varía estacionalmente entre un máximo de 1.9 m/s a un mínimo de 1.0 m/s, entre el verano y el invierno, respectivamente. La dirección predominante es NE-SO, en base a la información de la estación Colpa, ubicada a 3600 msnm.

c. Evaporación

De acuerdo con los registros de evaporación de la estación Upamayo, ubicada a 4,100 m.s.n.m. y de la estación Colpa, ubicada a 3,600 m.s.n.m., se tiene una evaporación de referencia de 1092 mm/año y 1128 mm/año, respectivamente.

d. Precipitación

ESTACIONES PLUVIOMETRICAS

ESTACIÓN	ALTITUD	Periodo Registro	Panual (mm)
Colpa	3500	1969-98	663
Pampas	3260	1963-97	518
Huichicocha	4700	1964-98	604
Cercapuquio	4390	1964-98	748
Tellería	3050	1963-97	529
Chichicocha	4500	1964-98	656
Angascocha	3280	1964-98	664
Palaco	3650	1962-98	606
Chilicocha	4275	1964-98	601
Acostbamba	3650	1962-98	696
Mantaro	4500	1964-98	735
Pachacayo	3300	1963-98	640
	3550	1966-98	653

3.1.3 Caudales en la Cuenca del Cunas

CAUDALES CARACTERISTICOS

Estación	Q_{anual}	Probabilidad de Excedencia (%)	Año	Estación	Q_{anual}	Probabilidad de Excedencia (%)	Año
Achipampa	8.5	5.6	1973	Yanacocha Presa	23.4	5.6	1972
	5.7	25.0	1982		18.1	25.0	1976
	3.9	50.0	1988		13.3	50.0	1988
	2.6	75.0	1995		10.2	75.0	1995
	0.5	95.0	1990		7.2	95.0	1990
Yanacocha Estación	11.4	5.6	1973	Angasmayo Estación	23.9	5.6	1973
	7.7	25.0	1982		18.5	25.0	1982
	5.2	50.0	1988		13.6	50.0	1988
	3.5	75.0	1995		10.5	75.0	1995
	0.7	95.0	1990		7.4	95.0	1990

Considerando que se embalsará los recursos entre los meses de Diciembre y Abril de cada año, la oferta potencial a ser regulada en los embalses es la siguiente:

- Yanacocha – Presa: 215 MMC
- Achipampa : 100 MMC

3.1.4 Determinación de los Caudales Máximos

3.1.5.1 Caudales Máximos

Los caudales máximos obtenidos, son caudales máximos promedios diarios.

Cuenca Achipampa

Tr (años)	Qmax m^3/s	km^2	Rendimiento $m^3/s/km^2$
		680.00	
10000	354		0.52
2000	267		0.39
1000	235		0.35
500	205		0.30
200	170		0.25
100	146		0.21
50	125		0.18
20	98		0.14

Cuenca Yanacocha

Tr (años)	Qmax m^3/s	km^2	Rendimiento $m^3/s/km^2$
		1,527.00	
10000	793		0.52
2000	600		0.39
1000	528		0.35
500	461		0.30
200	381		0.25
100	328		0.21
50	280		0.18
20	221		0.14

3.1.5.2 Caudales Transitados

Cuenca	Area (km^2)	Caudales Máximos (m^3/s)

		$Tr_{(50)}$	$Tr_{(100)}$	$Tr_{(10000)}$
Achipampa	680	125	146	354
Yanacocha	1527	280	328	793
Cuenca	**Area (km^2)**	**Caudales Máximos Transitados (m^3/s)**		
		$Tr_{(50)}$	$Tr_{(100)}$	$Tr_{(10000)}$
Achipampa	680	116	136	329
Yanacocha	1527	263	308	744

3.2. Cálculo de la demanda de agua

3.2.1 Cédula de Cultivos

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS - ESCENARIO CON PROYECTO
CEDULA DE CULTIVO 15,000 ha

CULTIVOS		RIEGO POR GRAVEDAD			RIEGO PRESURIZADO			SUB-TOTALES		TOTAL	% respecto a	
		1ra. Camp.	2da. Camp.	Total	1ra. Camp.	2da. Camp.	Total	1ra. Camp.	2da. Camp.		Area física	Area sembr.
Cultivos Semi Permanentes		**2,300**	**-**	**2,300**	**-**	**-**	**-**	**2,300**	**-**	**2,300**	**15.3**	**10.5**
1	Alcachofa	1,000	-	1,000	-	-	-	1,000	-	1,000	6.7	4.5
2	Alfalfa	1,300	-	1,300	-	-	-	1,300	-	1,300	8.7	5.9
Cultivos Transitorios		**12,700**	**7,000**	**19,700**	**-**	**-**	**-**	**12,700**	**7,000**	**19,700**	**84.7**	**89.5**
3	Tubérculos: papa	1,000	750	1,750	-	-	-	1,000	750	1,750	6.7	8.0
4	Hortalizas: zanahoria	5,000	2,000	7,000	-	-	-	5,000	2,000	7,000	33.3	31.8
5	Hortalizas: cebolla, apio	1,500	800	2,300	-	-	-	1,500	800	2,300	10.0	10.5
6	Maíz amiláceo	1,000	1,000	2,000	-	-	-	1,000	1,000	2,000	6.7	9.1
7	Cebada	1,300	750	2,050	-	-	-	1,300	750	2,050	8.7	9.3
8	Trigo	1,200	800	2,000	-	-	-	1,200	800	2,000	8.0	9.1
8	Orégano	400	-	400	-	-	-	400	-	400	2.7	1.8
9	Menestras: arveja, haba	1,300	900	2,200	-	-	-	1,300	900	2,200	8.7	10.0
Sub Totales		**15,000**	**7,000**	**22,000**	**-**	**-**	**-**	**15,000**	**7,000**	**22,000**	**100.0**	**100.0**
Porcentajes		**100%**			**0%**							
Area física bajo riego		**15,000**										
Coeficiente Uso de la Tierra:		**1.47**										

3.2.2 Demandas de Agua

3.2.2.1 Evapotranspiración de referencia

Cuadro 2.3

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS - ESCENARIO CON PROYECTO
EVAPOTRANSPIRACION DE REFERENCIAS ETo SEGÚN PENMAN MONTEITH

MES	TEMP. MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%)	VIENTO (km/día)	INSOLACION (horas)	RADIACION (MJ/m2/día)	ETo (mm/día)	PRECIP. EFECT. (mm/mes)
Enero	12.4	72	130	8.0	13.1	3.60	48.1
Febrero	12.2	74	130	8.0	13.1	3.53	52.3
Marzo	12.0	75	130	8.0	12.4	3.33	39.1
Abril	11.8	69	130	8.0	10.8	3.05	21.6
Mayo	11.0	63	173	8.0	9.0	2.78	4.4
Junio	10.2	59	173	10.0	8.8	2.77	0.8
Julio	10.0	58	173	10.0	9.1	2.85	1.6
Agosto	11.1	59	173	10.0	10.8	3.27	4.6
Setiembre	12.3	63	173	10.0	12.7	3.72	15.2
Octubre	13.1	65	130	10.0	14.0	4.00	25.2
Noviembre	13.3	65	130	10.0	14.4	4.11	24.5
Diciembre	12.8	68	130	8.0	13.0	3.67	43.0
PROMEDIOS	11.9	66	148	9.0	11.8	1,237	280.4

Precipitación efectiva: 75%

3.2.2.2 Eficiencias de Riego

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS
ESCENARIO CON PROYECTO
EFICIENCIAS DE RIEGO

EFICIENCIA	%
Conducción	0.95
Distribución	0.80
Aplicación cultivos semipermanentes	0.60
Aplicación cultivos transitorios	0.50
Total cultivos semipermanentes	**0.46**
Total cultivos transitorios	**0.38**

3.2.2.3 Demanda de Agua por Usos Agrarios

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS - ESCENARIO CON PROYECTO
DEMANDA DE AGUA PARA 15,000 ha (MMC)

	CULTIVOS	RIEGO POR GRAVEDAD			RIEGO PRESURIZADO			SUB-TOTALES		TOTAL	%
		1ra. Camp.	2da. Camp.	Total	1ra. Camp.	2da. Camp.	Total	1ra. Camp.	2da. Camp.		
	Semi Permanentes	**47.85**	**-**	**47.85**	**-**	**-**	**-**	**47.85**	**-**	**47.85**	**24.2**
1	Alcachofa	19.58		19.58			-	19.58	-	19.58	9.9
2	Alfalfa	28.28		28.28			-	28.28	-	28.28	14.3
	Transitorios	**85.06**	**65.07**	**150.13**	**-**	**-**	**-**	**85.06**	**65.07**	**150.13**	**75.8**
3	Tubérculos: papa	7.49	6.85	14.34			-	7.49	6.85	14.34	7.2
4	Hortalizas: zanahoria	31.75	18.12	49.87			-	31.75	18.12	49.87	25.2
5	Hortalizas: cebolla, apio	9.39	7.51	16.90			-	9.39	7.51	16.90	8.5
6	Maíz amiláceo	7.61	9.42	17.03			-	7.61	9.42	17.03	8.6
7	Cebada	8.58	7.10	15.68			-	8.58	7.10	15.68	7.9
8	Trigo	7.93	7.81	15.74			-	7.93	7.81	15.74	7.9
9	Orégano	2.64	-	2.64			-	2.64	-	2.64	1.3
10	Menestras: arveja, haba	9.66	8.26	17.93			-	9.66	8.26	17.93	9.1
	T O T A L	**132.91**	**65.07**	**197.98**	**-**	**-**	**-**	**132.91**	**65.07**	**197.98**	**100.0**

3.2.2.4 Módulos de Riego

MODULOS DE RIEGO PARA LA CEDULA DE 15,000 ha
(m3/ha/campaña)

	CULTIVOS	POR GRAVEDAD		PRESURIZADO	
		1ra. Camp.	2da. Camp.	1ra. Camp.	2da. Camp.
	Semi Permanentes				
1	Alcachofa	19,577			
2	Alfalfa	21,752			
	Transitorios				
3	Tubérculos: papa	7,488	9,135		
4	Hortalizas: zanahoria	6,350	9,062		
5	Hortalizas: cebolla, apio	6,260	9,385		
6	Maíz amiláceo	7,612	9,421		
7	Cebada	6,603	9,465		
8	Trigo	6,605	9,762		
9	Orégano	6,605			
10	Menestras: arveja, haba	7,435	9,179		

3.2.2.5 Demanda de Agua por Usos No Agrarios

En el ámbito de nuestro proyecto tenemos dos tipos de usuarios no agrarios: de uso piscícola y de uso hidroenergético.

Los usuarios que cuentan con su respectiva Resolución Administrativa extendida por la Administración Técnica del Distrito de Riego Mantaro, y cuya fuente es el río Cunas, son los siguientes:
Piscigranja Cunas, cuyo representante es el Sr. Genaro Elías Ruiz Santana.
Piscigranja Copa, cuyo representante es el Sr. Virgilio Lazo López
Píscigranja Chalhuas, cuyo representante es el Sr. elestino Lazo Calderón
Piscigranja Achipampa, de la Asociación Multifamiliar de Produc.Agrop.Achipampa.

El usuario hidroenergético es Electrocentro S.A. que opera la Central Hidroeléctrica Huarisca. Este usuario puede disponer de 2.153 m^3/seg pero que es recuperado a través de las aguas turbinazas, las cuales son devueltas al río Cunas, aguas arriba de la bocatoma Huarisca, que suministra agua para riego de toda la margen derecha del ríO Cunas.

Teniendo en cuenta que todos estos usuarios no constituyen uso consuntivo, salvo las pérdidas por conducción ya consideradas en el cálculo de la demanda de agua, no se les ha considerado en el balance hídrico a nivel de estudios de Perfil. En las etapas posteriores, y de acuerdo a los resultados que nos arrojen los estudios mas detallados, se determinará cuál es la real incidencia en el balance hídrico.

3.3. Balance Hídrico

3.3.1 Introducción

En esta sección se presentan los cálculos de la simulación efectuada como parte del Balance Hídrico, es decir la relación entre la oferta de agua mas la presencia de las dos alternativas de embalse: Achipampa y Yanacocha.

3.3.2 Resultados

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS
ESCENARIO CON PROYECTO
PERIODO 1962 - 1997

COBERTURAS DE ATENCION

ITEM	UND.	EMBALSES (MMC)	
		Yanacocha	Achipampa
		30	30
Area física	ha	15,000	
Area sembrada	ha	22,000	
Demanda	MMC	198.0	
Cobertura	%	84.5	77.8

3.4. Cálculo de la Oferta

3.1.2 Antecedentes

La cuenca del Cunas, es rica en recursos hídricos, tiene también tierras de buena calidad, por lo que constituye un área potencial muy importante que contribuirá al desarrollo regional, con un impacto importante. Los recursos hídricos se presentan abundantes en los períodos húmedos y limitados en los períodos de estiaje, es por tanto importante analizar las posibilidades de regulación orientadas a los aprovechamientos poblacionales y agrícolas.

El componente más importante del Sistema, estará centrado en un embalse de regulación, cuyas alternativas corresponden a Achipampa y Yanacocha, la capacidad de almacenamiento deberá ser propuesta en función de los recursos disponibles y de las demandas a ser atendidas.

El estudio a desarrollarse, corresponde a la revisión de la información disponible y al análisis hidrológico correspondiente.

3.1.3 Objetivos

El desarrollo del estudio hidrológico está orientado a cumplir con los siguientes objetivos:

d) Análisis y revisión de la información hidrometeorológica, incidiendo en los aspectos de precipitación y caudales.
e) Definición de los caudales para las diferentes alternativas planteadas
f) Definición de los caudales máximos

El estudio comprende diferentes fases en su desarrollo, que van desde la recopilación, revisión y análisis de la información hidrometeorológica disponible y las definición de los caudales en las secciones de interés.

3.1.4 Cuenca del Cunas

3.1.4.1 Aspectos Generales

La cuenca del Cunas se ubica geográficamente en la sierra central del Perú, sobre la margen derecha del río Mantaro, con una extensión de 1860 km^2 y está comprendida políticamente en el departamento de Junín.

Tiene muy buenas vías de acceso; tomando como referencia en puntos de inicio y destino las ciudades de Lima y Huancayo, el camino principal lo constituye la denominada Carretera central, con una longitud total de 310 km entre ambas ciudades.

La segunda vía de acceso hacia Huancayo, lo constituye el ferrocarril central. Una tercera vía lo constituye la carretera Lima –Cañete – Yauyos – Huancayo. Finalmente, con frecuencias no regulares de vuelo, hay un medio aéreo de comunicación, el mismo que no es utilizado comercialmente.

Localmente, desde Huancayo hacia la cuenca del río Cunas, el acceso principal es por la localidad de Chupaca, tomando como punto de origen la ciudad de Huancayo, donde se ubican las zonas agrícolas y las obras de riego; los accesos hacia diversos lugares de la cuenca, están constituidos por una densa red de caminos vecinales que permiten una rápida comunicación y facilitarán la implementación o construcción de obras de infraestructura en general.

La cuenca del río Mantaro, cuenta con una gran variedad de climas debido a sus peculiares características morfológicas, la cual tiene su naciente a los 4000 msnm hasta su confluencia con el río Apurimac a los 500 msnm.

La zona de altas montañas entre 5000 y 6000 msnm está integrada en parte por nevados y glaciales; su temperatura media está en 0 ºC y con precipitación anual que superan los 900 mm en forma líquida y sólida.

Entre los niveles 4000 a 5000 se ubican las punas y los páramos andinos. Las condiciones climatológicas variables van desde cero hasta unos pocos grados sobre cero y, con precipitación anual entre 700 mm a 900 mm.

Bajo la zona de punas y páramos andinos esta la región de los altos valles entre los 3000 a 4000 msnm donde se ubican los principales centros poblados, la precipitación anual varía entre 500 a 700 mm con temperatura entre 5 ºC y 10 ºC.

Entre los 2000 y 3000 msnm el río se encañona, se presentan con precipitaciones anuales de 300 a 700 mm y con temperaturas que superan los 25 ºC.

A niveles mas bajos las precipitaciones siguen en ascenso llegando a 1000 mm con clima cálido y elevada humedad que posibilitan el desarrollo de abundante vegetación.

3.1.4.2 Climatología

a. Temperatura

La temperatura media anual de diferentes estaciones ubicadas en la cuenca del Mantaro, se presenta en la siguiente relación:

ESTACION	ALTITUD (msnm)	TEMPERATURA (°C)
Marcapomacocha	4600	4.2
Cercapuquio	4300	4.0
Upamayo	4080	6.3
Mejorada	2826	16.7
Mantacra	2700	14.8

b. Velocidad del Viento

Los vientos generalmente son ligeros y poco frecuentes, con velocidad promedio diaria de 1.3 m/s, que varía estacionalmente entre un máximo de 1.9 m/s a un mínimo de 1.0 m/s, entre el verano y el invierno, respectivamente. La dirección predominante es NE-SO, en base a la información de la estación Colpa, ubicada a 3600 msnm.

c. Evaporación

El fenómeno de congelamiento del tanque evaporímetro ha sido investigado durante el estudio de factibilidad del Reservorio Pasto Grande, encontrándose que el factor de corrección adecuado para corregir este efecto es de 1.2; este factor multiplicado por el de tanque de 0.8 para trasladar los datos del tanque al lago da un factor final de 0.96.

De acuerdo con esto y utilizando los registros de evaporación de la estación Upamayo, ubicada a 4,100 m.s.n.m. y de la estación Colpa, ubicada a 3,600 m.s.n.m., se tiene una evaporación de referencia de 1092 mm/año y 1128 mm/año, respectivamente.

d. Precipitación

En la cuenca del Mantaro se hallan instaladas tres tipos de estaciones pluviométricas, pluviómetros simples, pluviómetros registradores y pluviómetros totalizadores. El período de registro data desde 1962.

Las estaciones dentro de las cuencas de estudio y subcuencas vecinas son:

ESTACIONES PLUVIOMETRICAS

ESTACIÓN	ALTITUD	Periodo Registro	Panual (mm)
Colpa	3500	1969-98	663
Pampas	3260	1963-97	518
Huichicocha	4700	1964-98	604
Cercapuquio	4390	1964-98	748
Tellería	3050	1963-97	529
Chichicocha	4500	1964-98	656
Angascocha	3280	1964-98	664
Palaco	3650	1962-98	606
Chilicocha	4275	1964-98	601
Acostbamba	3650	1962-98	696
Mantaro	4500	1964-98	735
Pachacayo	3300	1963-98	640
	3550	1966-98	653

3.1.4 Caudales en la Cuenca del Cunas

3.1.4.1 Aspectos Generales

En la cuenca del río Mantaro, con la finalidad de saber el aporte de sus numerosos afluentes se han instalado muchas estaciones de aforos generalmente al final de cada subcuenca. El propósito parece ser que ya se pensaba en un aprovechamiento integral de la cuenca a través de grandes embalses. ELECTROPERU es la entidad que controla la mayoría de este tipo de estaciones, en segundo lugar CENTROMIN y SENAMHI con un mínimo de estaciones.

Se dispone de información en dos estaciones con una serie histórica que data desde la década de los 60`s, la primera de nombre Yanacocha, que para los efectos de este informe se le está definiendo como Yanacocha-Estación, que controla 970 km^2 de cuenca, y la segunda estación de nombre Angasmayo, que controla 1660 km^2 de cuenca.

3.1.4.2 Generación de Caudales: Metodología

Los lugares de cierre de presa definidos están ubicados uno en la cuenca alta, en un lugar denominado Achipampa, ubicado aguas arriba de la estación Yanacocha, y la segunda ubicación en un lugar denominado Yanacocha, ubicado aguas arriba de la estación Angasmayo.

Para ambas secciones de cierre, se definirán los caudales, tomando como base la

información disponible en la estación más próxima, tomado como procedimiento el siguiente:

- Definición de las subcuencas hasta los cierres
- Definición de las subcuencas hasta las estaciones de aforo
- Distribución espacial de las precipitaciones en las subcuencas
- Determinación de los volúmenes precipitados en las subcuencas
- Transposición de caudales de cada estación de aforo a las secciones de cierre

3.1.4.3 Análisis de las Precipitaciones

Con la información disponible de precipitaciones, se ha preparado los planos temáticos de distribución espacial de la lluvia (isoyetas), lo cual ha permitido determinar las precipitaciones medias de cada sector de cuenca considerada:

- Sub cuenca sección Achipampa (presa propuesta)
- Sub cuenca sección Yanacocha Estación de aforos
- Sub cuenca sección Yanacocha (Presa propuesta)
- Sub cuenca sección Angasmayo (estación de aforos)

El resumen de los resultados obtenidos, considerando la distribución espacial de las precipitaciones, se presenta en el cuadro siguiente, donde se puede observar la existencia de una precipitación bastante uniforme, lo que confirma la necesidad de utilizar las dos estaciones para el proceso de transposición de caudales, para su definición en las secciones de cierre.

Cuenca Cunas Secciones Interés	**Area (Km^2)**	**P_{media}**
Sección Angasmayo	1660	541
Sección Yanacocha-Presa	1527	540
Sección Yanacocha-Estación	970	531
Sección Achipampa	680	532

Los volúmenes precipitados son un componente importante en la determinación de los caudales en las secciones sin información; se procedió por lo tanto a la determinación de la distribución espacial de las precipitaciones y a la determinación de las precipitaciones medias y los volúmenes precipitados en cada sección de interés, las que resultaron como sigue:

Cuenca Cunas Secciones Interés	**Volumen Precipitado (MMC)**
Sección Angasmayo	898
Sección Yanacocha-Presa	861
Sección Yanacocha-Estación	503
Sección Achipampa	375

3.1.4.4 Escorrentía Superficial

Se ha contado con la información de dos estaciones: Angasmayo con un área drenada de 1660 km^2 y Yanacocha con un área drenada de 970 km^2.

Se ha tomado información del estudio geológico, donde se observa que existe el fenómeno de la karsticidad, existiendo puquiales donde aflora el agua en el tramo entre Yanacocha y Angasmayo.

Los rendimientos anuales de las estaciones Yanacocha y Angasmayo son 5.85 y 8.56 l/s/km^2 respectivamente; el aumento desde la primera estación a la segunda es de 46.49 % a nivel anual, pero a nivel mensual se llega a valores muy altos, p.e. para agosto se tiene un aumento del 181.44% y en los otros meses de estiaje, también son altos los aumentos.

Si la lluvia en esta época es nula y si el comportamiento de la cuenca fuera uniforme, el aumento esperado debería ser proporcional a la relación de áreas, es decir 71% más. Esto ya indica que la cuenca entre Yanacocha y Angasmayo recibe aportes extras que podrían ser los incrementos subterráneos de otras cuencas.

3.1.4.5 Oferta de Agua en Lugares de Embalses

Para estimar los caudales en los lugares con posibilidad de embalses se usa la siguiente relación:

$$\frac{Q_{embalse}}{Q_{estación}} = \frac{Volumen\ Precipitado_{embalse}}{Volumen\ Precipitado_{estación}}$$

Donde:

$Q_{embalse}$**:** Caudal a determinarse

$Q_{estación}$: Caudal registrado en estación de aforo

$Volumen\ Precipitado_{embalse}$: volumen precipitado hasta la sección del embalse

$Volumen\ Preciptado_{estación}$: volumen precipitado hasta la estación de aforos

Los caudales característicos se presentan en el cuadro siguiente y las series totales se presentan en los anexos.

CAUDALES CARACTERISTICOS

Estación	Q_{anual}	Probabilidad de Excedencia (%)	Año	Estación	Q_{anual}	Probabilidad de Excedencia (%)	Año
Achipampa	8.5	5.6	1973	Yanacocha Presa	23.4	5.6	1972
	5.7	25.0	1982		18.1	25.0	1976
	3.9	50.0	1988		13.3	50.0	1988
	2.6	75.0	1995		10.2	75.0	1995
	0.5	95.0	1990		7.2	95.0	1990
Yanacocha Estación	11.4	5.6	1973	Angasmayo Estación	23.9	5.6	1973
	7.7	25.0	1982		18.5	25.0	1982
	5.2	50.0	1988		13.6	50.0	1988
	3.5	75.0	1995		10.5	75.0	1995
	0.7	95.0	1990		7.4	95.0	1990

Considerando que se embalsará los recursos entre los meses de Diciembre y Abril de cada año, la oferta potencial a ser regulada en los embalses es la siguiente:

- Yanacocha – Presa: 215 MMC
- Achipampa : 100 MMC

3.1.5 Determinación de los Caudales Máximos

3.1.5.1 Caudales Máximos

El estudio de máximas avenidas, estará circunscrito a la subcuenca del Cunas, para lo cual se dispone de los métodos probabilísticas aplicados a la estadística registrada, que corresponde a la serie de caudales máximos promedio diarios, disponibles en las estaciones de aforos Angasmayo y Yanacocha. La información disponible se presenta en el siguiente cuadro.

Caudales Máximos Anuales: Yanacocha y Angasmayo

Año	Yanacocha	Angasmayo	Año	Yanacocha	Angasmayo
1964		80.4	1982	44.7	104.5
1965		75.6	1983	44.0	49.7
1966		148.8	1984	43.7	134.2
1967		165.8	1985	43.3	107.7
1968		113.7	1986	41.8	137.8
1969		64.8	1987	38.2	60.9
1970	180.4	78.3	1988	37.6	94.2
1971	128.0	121.7	1989	36.4	112.1
1972	67.5	126.5	1990	34.5	31.3
1973	65.0	165.5	1991	33.2	68.9
1974	59.8	199.5	1992	29.7	24.5
1975	58.4	142.1	1993	29.5	80.8
1976	57.0	129.1	1994	18.7	109.5
1977	56.8	84.8	1995	17.0	131.5
1978	54.3	101.7	1996	5.6	113.3
1979	52.4	71.2	1997	5.0	119.4
1980	51.7	83.3	1998	2.1	103.6
1981	45.6	161.7			

Se descartaron los valores en Yanacocha, de avenidas menores a 10 m3/s, pertenecientes a años secos.

Los caudales máximos obtenidos, son caudales máximos promedios diarios, resultado del ajuste a la Distribución LogPearson III, y será necesario llevarlo a condiciones de caudales instantáneos. Una expresión común es la de Fuller:

$$Q_{inst} = Q_{mpd}(1 + \frac{2.66}{A^{0.3}})$$

Q_{inst}: Caudal máximo instantáneo en m^3/s

Q_{mpd}: Caudal máximo promedio diario en m^3/s

A : Área de la cuenca en km^2

Como resultado de la aplicación de esta fórmula se tiene los siguientes factores se de aumento:

- Yanacocha, 970 km^2, f: 1.34
- Angasmayo, 1660 km^2, f: 1.29

Como los embalses están próximos a las estaciones de aforos, sus avenidas se calcularan en base a los resultados en cada estación ajustados por el factor de áreas de subcuencas. Los resultados para diferentes períodos de retorno son mostrados en los siguientes cuadros:

Cuenca Achipampa

Tr (años)	Qmax m^3/s	km^2	Rendimiento $m^3/s/km^2$
		680.00	
10000	354		0.52
2000	267		0.39
1000	235		0.35
500	205		0.30
200	170		0.25
100	146		0.21
50	125		0.18
20	98		0.14

Cuenca Yanacocha

Tr (años)	Qmax m^3/s	km^2	Rendimiento $m^3/s/km^2$
		1,527.00	
10000	793		0.52
2000	600		0.39
1000	528		0.35
500	461		0.30
200	381		0.25
100	328		0.21
50	280		0.18
20	221		0.14

3.1.5.2 Caudales Transitados

Al producirse una avenida en la cuenca del río Cunas, será necesario prever su evacuación, se tiene proyectado embalses alternativos, en las ubicaciones Achipampa y Yanacocha, para lo cual se ha realizado el análisis correspondiente.

El procedimiento de cálculo realizado corresponde a lo siguiente:

- Cálculo del tiempo de concentración
- Determinación del hidrograma unitario para definir el tiempo de la avenida
- Tránsito de la avenida

a. Tiempo de Concentración

Para el cálculo del tiempo de concentración se ha utilizado la siguiente expresión:

$$T_c = [0.87\ L^3/H]^{0.385}$$

donde:

L: longitud mas larga en km
H: diferencia de cotas mayor y menor

b. Hidrograma Unitario

El hidrograma unitario estará compuesto por los caudales máximos para los diferentes periodos de retorno, el tiempo al pico y el tiempo de retardo.

El tiempo al pico esta dado por la siguiente expresión, donde:

$$T_p=[D/2]+[0.6T_c]$$

D: duración de la lluvia (estimada en 6 horas)

El tiempo base, corresponde al tiempo total del hidrograma y esta dado por la siguiente expresión:

$$T_b = 2.67\ T_p$$

Subcuenca	Achipampa	Yanacocha
Tb (horas)	15.00	21.20
Tp (horas)	6.10	7.90
Tr (horas)	8.90	13.30
T_c (horas)	5.50	8.40

c. Tránsito de la Avenida

Los métodos de tránsito por desplazamiento del tiempo en los flujos de entrada, permite definir aproximaciones del hidrograma de avenidas o crestas.

Estos métodos generalmente no están basados en relaciones matemáticas de movimiento o almacenamiento en el cauce o canal, sino desarrollados mediante la intuición y procesos empíricos.

En la práctica han sido aplicados a tramos largos, la simplificación en los cálculos constituye la principal ventaja con respecto a otros métodos.

El método de "retardo promedio sucesivo", ha sido desarrollado por F.E. Tetum del U.S. Army Corps of Enggineers, y está basado en las siguientes suposiciones:

- La relación descarga – almacenamiento, por tanto la forma del hidrograma de avenida, tiende a variar uniformemente a los largo del canal.
- El cambio en la forma del hidrograma entre los puntos refleja el efecto acumulativo de todas las características de almacenamiento del tramo del canal.

Los datos de entrada, hidrograma de entrada, los hidrogramas por tramos y los caudales de salida, hidrograma de salida, se presentan en forma tabulada en los cuadros anexos, para los caudales máximos de periodos de retorno 50, 100 y 1000 años.

Los resultados obtenidos definen la descarga máxima transitadas, para las secciones de interés en la cuenca del Cunas son los siguientes:

Cuenca	**Area (km^2)**	**Caudales Máximos (m^3/s)**		
		$Tr_{(50)}$	**$Tr_{(100)}$**	**$Tr_{(10000)}$**
Achipampa	680	125	146	354
Yanacocha	1527	280	328	793
Cuenca	**Area (km^2)**	**Caudales Máximos Transitados (m^3/s)**		
		$Tr_{(50)}$	**$Tr_{(100)}$**	**$Tr_{(10000)}$**
Achipampa	680	116	136	329
Yanacocha	1527	263	308	744

3.5. Cálculo de la demanda de agua

3.2.3 Introducción

Para el diseño de la cédula de cultivos con Proyecto a nivel de Perfil, se ha consultado con la información que ofrecen tres fuentes:

El Censo Nacional Agropecuario, realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, en el año 1994.

El portal del Ministerio de Agricultura, a través de Sistema de Información Agraria.

La tercera fuente lo ha constituido trabajo de campo que fue financiado solidariamente por la Intendencia de Recursos Hídricos y la Junta de Usuarios del Distrito de Riego Mantaro, mediante la contratación de un ingeniero que suministró información relacionada con áreas actualmente bajo riego y en secano. Dicha información fue contrastada durante nuestro trabajo de campo además de efectuar las acostumbradas reuniones de trabajo con los beneficiarios a fin de evaluar su predisposición a utilizar otros sistemas de riego así como a la introducción de nuevos cultivos.

3.2.4 Cédula de Cultivos

La cédula de cultivos en el escenario con Proyecto, se presenta en el Cuadro 2.1.

Cuadro 2.1

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS - ESCENARIO CON PROYECTO

CEDULA DE CULTIVO 15,000 ha

CULTIVOS		RIEGO POR GRAVEDAD			RIEGO PRESURIZADO			SUB-TOTALES		TOTAL	% respecto a	
		1ra. Camp.	2da. Camp.	Total	1ra. Camp.	2da. Camp.	Total	1ra. Camp.	2da. Camp.		Area física	Area sembr.
Cultivos Semi Permanentes		**2,300**	**-**	**2,300**	**-**	**-**	**-**	**2,300**	**-**	**2,300**	**15.3**	**10.5**
1	Alcachofa	1,000	-	1,000	-	-	-	1,000	-	1,000	6.7	4.5
2	Alfalfa	1,300	-	1,300	-	-	-	1,300	-	1,300	8.7	5.9
Cultivos Transitorios		**12,700**	**7,000**	**19,700**	**-**	**-**	**-**	**12,700**	**7,000**	**19,700**	**84.7**	**89.5**
3	Tubérculos: papa	1,000	750	1,750	-	-	-	1,000	750	1,750	6.7	8.0
4	Hortalizas: zanahoria	5,000	2,000	7,000	-	-	-	5,000	2,000	7,000	33.3	31.8
5	Hortalizas: cebolla, apio	1,500	800	2,300	-	-	-	1,500	800	2,300	10.0	10.5
6	Maíz amiláceo	1,000	1,000	2,000	-	-	-	1,000	1,000	2,000	6.7	9.1
7	Cebada	1,300	750	2,050	-	-	-	1,300	750	2,050	8.7	9.3
8	Trigo	1,200	800	2,000	-	-	-	1,200	800	2,000	8.0	9.1
8	Orégano	400	-	400	-	-	-	400	-	400	2.7	1.8
9	Menestras: arveja, haba	1,300	900	2,200	-	-	-	1,300	900	2,200	8.7	10.0
Sub Totales		**15,000**	**7,000**	**22,000**	**-**	**-**	**-**	**15,000**	**7,000**	**22,000**	**100.0**	**100.0**
Porcentajes		**100%**			**0%**							
Area física bajo riego		**15,000**										
Coeficiente Uso de la Tierra:		**1.47**										

De la lectura del cuadro precedente se observan como conclusiones importantes, las siguientes:

- El 15.3% del área física se explotaría con cultivos semipermanentes.
- El 84.7% del área física se explotaría con cultivos transitorios.
- El 55.1% del área física que se explota con cultivos transitorios, será explotada en una segunda campaña agrícola.
- El coeficiente de uso de la tierra es 1.47.
- El cultivo principal es la zanahoria, con el 3 % del área física total.
- No se ha considerado área a ser irrigada con riego presurizado. Este criterio ha sido tomado de acuerdo a las conversaciones sostenidas con beneficiarios, sobre todo por el significativo costo inicial de los equipos de riego. Sin embargo, en las siguientes fases de los estudios se puede efectuar diseños para diferentes años de vida del Proyecto y con el

auxilio de estudios socioagroeconómicos más detallados.

3.2.5 Demandas de Agua

3.2.5.1 Evapotranspiración de referencia

El cálculo de la evapotranspiración de referencia ha sido realizado utilizando el método de Penman-Monteith, aplicado al software CROPWATT preparado por la FAO.

La información climatológica básica se presenta en el Cuadro No. 2.2 y esta se fundamenta en los registros proporcionados por la Estación Huayao. Se ha trabajado con los resultados de temperatura media, humedad relativa media, velocidad del viento y las horas de sol, que son los indicadores solicitados por el método de Penmann modificado.

En el Cuadro 2.3 se presentan los resultados obtenidos con la aplicación del software.

Cuadro No. 2.2

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS - ESCENARIO CON PROYECTO

INFORMACION CLIMATOLOGICA BASICA

Estación: Huayao **Longitud:** 75.42°
Latitud: 11.73°

MES	TEMP. MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%)	VIENTOS (m/s) (*)	HORAS DE SOL (**)	PRECIPIT. MEDIA (***)	PRECIPIT. AL 75%	EVAP. MEDIA (mm)
Enero	12.4	71.5	1.5	8.0	85.5	64.1	158.0
Febrero	12.2	73.7	1.5	8.0	93.0	69.8	133.6
Marzo	12.0	74.6	1.5	8.0	69.5	52.1	154.2
Abril	11.8	69.3	1.5	8.0	38.4	28.8	149.5
Mayo	11.0	63.4	2.0	8.0	7.8	5.9	149.5
Junio	10.2	59.2	2.0	10.0	1.5	1.1	141.3
Julio	10.0	57.9	2.0	10.0	2.8	2.1	162.1
Agosto	11.1	59.4	2.0	10.0	8.1	6.1	164.3
Setiembre	12.3	62.7	2.0	10.0	27.0	20.3	179.8
Octubre	13.1	64.7	1.5	10.0	44.8	33.6	176.0
Noviembre	13.3	64.9	1.5	10.0	43.6	32.7	174.4
Diciembre	12.8	67.9	1.5	8.0	76.4	57.3	171.6
PROMEDIOS	11.9	65.8	1.7	9.0	498.4	373.8	1,914.3

Cuadro 2.3

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS - ESCENARIO CON PROYECTO
EVAPOTRANSPIRACION DE REFERENCIAS ETo SEGÚN PENMAN MONTEITH

MES	TEMP. MEDIA (°C)	HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%)	VIENTO (km/día)	INSOLACION (horas)	RADIACION (MJ/m2/día)	ETo (mm/día)	PRECIP. EFECT. (mm/mes)
Enero	12.4	72	130	8.0	13.1	3.60	48.1
Febrero	12.2	74	130	8.0	13.1	3.53	52.3
Marzo	12.0	75	130	8.0	12.4	3.33	39.1
Abril	11.8	69	130	8.0	10.8	3.05	21.6
Mayo	11.0	63	173	8.0	9.0	2.78	4.4
Junio	10.2	59	173	10.0	8.8	2.77	0.8
Julio	10.0	58	173	10.0	9.1	2.85	1.6
Agosto	11.1	59	173	10.0	10.8	3.27	4.6
Setiembre	12.3	63	173	10.0	12.7	3.72	15.2
Octubre	13.1	65	130	10.0	14.0	4.00	25.2
Noviembre	13.3	65	130	10.0	14.4	4.11	24.5
Diciembre	12.8	68	130	8.0	13.0	3.67	43.0
PROMEDIOS	11.9	66	148	9.0	11.8	1,237	280.4

Precipitación efectiva: 75%

3.2.5.2 Eficiencias de Riego

Para el cálculo de la demanda de agua se ha trabajado con los valores de eficiencias que se presentan en el Cuadro No. 2.4. Estas son producto de nuestra apreciación efectuada durante nuestro trabajo de campo, de acuerdo al método de riego que utilizan los productores, el cual es exclusivamente por gravedad, así como de acuerdo a la cultura de roles de riego, horarios de riego que suelen utilizar las ocho Comisiones de Regantes que conforman el área beneficiada con el Proyecto.

Cuadro No. 2.4
AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS
ESCENARIO CON PROYECTO
EFICIENCIAS DE RIEGO

EFICIENCIA	%
Conducción	0.95
Distribución	0.80
Aplicación cultivos semipermanentes	0.60
Aplicación cultivos transitorios	0.50
Total cultivos semipermanentes	**0.46**
Total cultivos transitorios	**0.38**

3.2.5.3 Demanda de Agua por Usos Agrarios

La demanda de agua del área de riego perteneciente al área con Proyecto asciende a 198 MMC. Los resultados se presentan en el Cuadro No. 2.5, de cuya lectura se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- El 24.2% de la demanda total de agua es requerida por los cultivos semipermanentes.
- El 75.8% de la demanda total de agua es requerida por los cultivos transitorios.
- La demanda de agua de la primera campaña es de 133 MMC.
- La demanda de agua de la segunda campaña es de 65 MMC.

Cuadro 2.5

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS - ESCENARIO CON PROYECTO
DEMANDA DE AGUA PARA USOS AGRARIOS PARA CEDULA DE CULTIVO DE 15,000 ha

Nº	CULTIVO	FACTORES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
		dias/mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
		ETo (mm/día)	2.05	1.66	2.07	2.33	2.64	2.74	2.80	3.12	3.21	3.19	3.29	3.43
	CULTIVOS SEMI PERMANENTES													
1	**Alcachofa**	Kc	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
		Area (ha)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
		Dem Neta (m3/s)	0.21	0.17	0.22	0.24	0.27	0.29	0.29	0.33	0.33	0.33	0.34	0.36
		Dem Bruta (m3/s)	0.47	0.38	0.47	0.53	0.60	0.63	0.64	0.71	0.73	0.73	0.75	0.78
		Dem Bruta (MMC)	1.25	0.92	1.27	1.38	1.61	1.62	1.71	1.91	1.90	1.95	1.95	2.10
2	**Alfalfa**	Kc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		Area (ha)	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300	1,300
		Dem Neta (m3/s)	0.31	0.25	0.31	0.35	0.40	0.41	0.42	0.47	0.48	0.48	0.50	0.52
		Dem Bruta (m3/s)	0.68	0.55	0.68	0.77	0.87	0.90	0.92	1.03	1.06	1.05	1.09	1.13
		Dem Bruta (MMC)	1.81	1.33	1.83	1.99	2.33	2.35	2.47	2.76	2.75	2.82	2.82	3.03
	CULTIVOS TRANSITORIOS													
3	**Tubérculos: papa**	Kc	1.10	0.90	0.60		0.50	0.80	1.10	0.90	0.60		0.50	0.80
		Area (ha)	1,000	1,000	1,000		750	750	750	750	750		1,000	1,000
		Dem Neta (m3/s)	0.26	0.17	0.14	-	0.11	0.19	0.27	0.24	0.17	-	0.19	0.32
		Dem Bruta (m3/s)	0.69	0.46	0.38	-	0.30	0.50	0.70	0.64	0.44	-	0.50	0.83
		Dem Bruta (MMC)	1.84	1.10	1.01	-	0.81	1.30	1.88	1.72	1.14	-	1.30	2.24
4	**Hortalizas: zanahoria**	Kc	0.80	1.00	0.90	0.55		0.45	0.80	1.00	0.90	0.55		0.45
		Area (ha)	5,000	5,000	5,000	5,000		2,000	2,000	2,000	2,000	2,000		5,000
		Dem Neta (m3/s)	0.95	0.96	1.08	0.74	-	0.29	0.52	0.72	0.67	0.41	-	0.89
		Dem Bruta (m3/s)	2.50	2.53	2.84	1.95	-	0.75	1.36	1.90	1.76	1.07	-	2.35
		Dem Bruta (MMC)	6.68	6.12	7.60	5.06	-	1.95	3.65	5.10	4.57	2.86	-	6.29
5	**Hortalizas: cebolla, apio**	Kc	0.40	0.80	1.05	0.90	0.55		0.40	0.80	1.05	0.90	0.55	
		Area (ha)	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500		800	800	800	800	800	
		Dem Neta (m3/s)	0.14	0.23	0.38	0.36	0.25	-	0.10	0.23	0.31	0.27	0.17	-
		Dem Bruta (m3/s)	0.37	0.61	0.99	0.96	0.66	-	0.27	0.61	0.82	0.70	0.44	-
		Dem Bruta (MMC)	1.00	1.47	2.66	2.48	1.78	-	0.73	1.63	2.13	1.87	1.14	-
6	**Maíz amiláceo**	Kc	1.05	0.90	0.80		0.45	0.80	1.05	0.90	0.80		0.45	0.80
		Area (ha)	1,000	1,000	1,000		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000		1,000	1,000
		Dem Neta (m3/s)	0.25	0.17	0.19	-	0.14	0.25	0.34	0.33	0.30	-	0.17	0.32
		Dem Bruta (m3/s)	0.66	0.46	0.50	-	0.36	0.67	0.90	0.86	0.78	-	0.45	0.83
		Dem Bruta (MMC)	1.75	1.10	1.35	-	0.97	1.73	2.40	2.29	2.03	-	1.17	2.24
7	**Cebada**	Kc	0.75	1.05	0.90	0.70		0.45	0.75	1.05	0.90	0.70		0.45
		Area (ha)	1,300	1,300	1,300	1,300		750	750	750	750	750		1,300
		Dem Neta (m3/s)	0.23	0.26	0.28	0.25	-	0.11	0.18	0.28	0.25	0.19	-	0.23
		Dem Bruta (m3/s)	0.61	0.69	0.74	0.65	-	0.28	0.48	0.75	0.66	0.51	-	0.61
		Dem Bruta (MMC)	1.63	1.67	1.97	1.67	-	0.73	1.28	2.01	1.71	1.37	-	1.63
8	**Trigo**	Kc	0.45	0.75	1.05	0.90	0.70		0.45	0.75	1.05	0.90	0.70	
		Area (ha)	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200		800	800	800	800	800	
		Dem Neta (m3/s)	0.13	0.17	0.30	0.29	0.26	-	0.12	0.22	0.31	0.27	0.21	-
		Dem Bruta (m3/s)	0.34	0.46	0.79	0.77	0.68	-	0.31	0.57	0.82	0.70	0.56	-
		Dem Bruta (MMC)	0.90	1.10	2.13	1.99	1.81	-	0.82	1.53	2.13	1.87	1.46	-
7	**Orégano**	Kc	0.45	0.75	1.05	0.90	0.70							
		Area (ha)	400	400	400	400	400		-	-	-	-	-	
		Dem Neta (m3/s)	0.04	0.06	0.10	0.10	0.09	-	-	-	-	-	-	-
		Dem Bruta (m3/s)	0.11	0.15	0.26	0.26	0.23	-	-	-	-	-	-	-
		Dem Bruta (MMC)	0.30	0.37	0.71	0.66	0.60	-	-	-	-	-	-	-
10	**Menestras: arveja, haba**	Kc	1.00	0.90	0.75		0.50	0.75	1.00	0.90	0.75		0.50	0.75
		Area (ha)	1,300	1,300	1,300		900	900	900	900	900		1,300	1,300
		Dem Neta (m3/s)	0.31	0.23	0.23	-	0.14	0.21	0.29	0.29	0.25	-	0.25	0.39
		Dem Bruta (m3/s)	0.81	0.59	0.61	-	0.36	0.56	0.77	0.77	0.66	-	0.65	1.02
		Dem Bruta (MMC)	2.17	1.43	1.65	-	0.97	1.46	2.06	2.06	1.71	-	1.69	2.72
	Demanda Total Bruta	(MMC)	19.35	16.61	22.17	15.24	10.88	11.14	17.01	21.01	20.08	12.74	11.52	20.24
	Demanda Semi Permanentes	(MMC)	3.06	2.24	3.09	3.37	3.95	3.97	4.19	4.67	4.65	4.77	4.77	5.12
	Demanda Transitorios - 1ra. Camp.	(MMC)	15.99	14.00	18.36	11.20	3.58						4.16	15.12
	Demanda Transitorios - 2da. Camp.	(MMC)					2.74	7.17	12.83	16.34	15.43	7.97	2.60	
	Demanda Total Bruta	(m3/s)	7.22	6.87	8.28	5.88	4.06	4.30	6.35	7.84	7.75	4.75	4.45	7.56
	Area Total	(ha)	14,600	14,600	14,600	11,300	7,650	7,700	9,300	9,300	9,300	6,650	7,200	11,900
	Area Semipermanentes	(ha)	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300	2,300
	Area Transitorios 1a. Camp.	(ha)	12,300	12,300	12,300	7,700	2,700						3,300	9,600
	Area Transitorios 2a. Camp.	(ha)					2,650	5,400	7,000	7,000	7,000	3,600	1,600	
	Módulo de Riego	(lps/ha)	0.49	0.47	0.57	0.52	0.53	0.56	0.68	0.84	0.83	0.72	0.62	0.64
	Volúmen Anual Requerido :		**197.98 MMC**				**Dotación Total:**		**13,199 m3/ha**					

Fuente: Elaboración Propia

El consolidado de requerimientos de demanda de agua de Lucanas, se presenta en el Cuadro 2.6.

Cuadro 2.6

AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS - ESCENARIO CON PROYECTO
DEMANDA DE AGUA PARA 15,000 ha (MMC)

CULTIVOS		RIEGO POR GRAVEDAD			RIEGO PRESURIZADO			SUB-TOTALES		TOTAL	%
		1ra. Camp.	2da. Camp.	Total	1ra. Camp.	2da. Camp.	Total	1ra. Camp.	2da. Camp.		
	Semi Permanentes	**47.85**	**-**	**47.85**	**-**	**-**	**-**	**47.85**	**-**	**47.85**	**24.2**
1	Alcachofa	19.58		19.58			-	19.58	-	19.58	9.9
2	Alfalfa	28.28		28.28			-	28.28	-	28.28	14.3
	Transitorios	**85.06**	**65.07**	**150.13**	**-**	**-**	**-**	**85.06**	**65.07**	**150.13**	**75.8**
3	Tubérculos: papa	7.49	6.85	14.34			-	7.49	6.85	14.34	7.2
4	Hortalizas: zanahoria	31.75	18.12	49.87			-	31.75	18.12	49.87	25.2
5	Hortalizas: cebolla, apio	9.39	7.51	16.90			-	9.39	7.51	16.90	8.5
6	Maíz amiláceo	7.61	9.42	17.03			-	7.61	9.42	17.03	8.6
7	Cebada	8.58	7.10	15.68			-	8.58	7.10	15.68	7.9
8	Trigo	7.93	7.81	15.74			-	7.93	7.81	15.74	7.9
9	Orégano	2.64	-	2.64			-	2.64	-	2.64	1.3
10	Menestras: arveja, haba	9.66	8.26	17.93			-	9.66	8.26	17.93	9.1
	T O T A L	**132.91**	**65.07**	**197.98**	**-**	**-**	**-**	**132.91**	**65.07**	**197.98**	**100.0**

3.2.5.4 Módulos de Riego

De la relación de demandas de agua versus áreas de diseño de la cédula de cultivos, en el escenario con proyecto, se obtienen los módulos de riego tanto a nivel de campaña principal como de segunda campaña.

Los resultados se presentan en el Cuadro No. 2.7:

Cuadro No. 2.7
MODULOS DE RIEGO PARA LA CEDULA DE 15,000 ha
(m3/ha/campaña)

CULTIVOS		POR GRAVEDAD		PRESURIZADO	
		1ra. Camp.	2da. Camp.	1ra. Camp.	2da. Camp.
	Semi Permanentes				
1	Alcachofa	19,577			
2	Alfalfa	21,752			
	Transitorios				
3	Tubérculos: papa	7,488	9,135		
4	Hortalizas: zanahoria	6,350	9,062		
5	Hortalizas: cebolla, apio	6,260	9,385		
6	Maíz amiláceo	7,612	9,421		
7	Cebada	6,603	9,465		
8	Trigo	6,605	9,762		
9	Orégano	6,605			
10	Menestras: arveja, haba	7,435	9,179		

3.2.5.5 Demanda de Agua por Usos No Agrarios

En el ámbito de nuestro proyecto tenemos dos tipos de usuarios no agrarios: de uso piscícola y de uso hidroenergético.

Los usuarios que cuentan con su respectiva Resolución Administrativa extendida por la Administración Técnica del Distrito de Riego Mantaro, y cuya fuente es el río Cunas, son los siguientes:
Piscigranja Cunas, cuyo representante es el Sr. Genaro Elías Ruiz Santana.
Piscigranja Copa, cuyo representante es el Sr. Virgilio Lazo López
Píscigranja Chalhuas, cuyo representante es el Sr. elestino Lazo Calderón
Piscigranja Achipampa, de la Asociación Multifamiliar de Produc.Agrop.Achipampa.

El usuario hidroenergético es Electrocentro S.A. que opera la Central Hidroeléctrica Huarisca. Este usuario puede disponer de 2.153 m^3/seg pero que es recuperado a través de las aguas turbinazas, las cuales son devueltas al río Cunas, aguas arriba de la bocatoma Huarisca, que suministra agua para riego de toda la margen derecha del ríO Cunas.

Teniendo en cuenta que todos estos usuarios no constituyen uso consuntivo, salvo las pérdidas por conducción ya consideradas en el cálculo de la demanda de agua, no se les ha considerado en el balance hídrico a nivel de estudios de Perfil. En las etapas posteriores, y de acuerdo a los resultados que nos arrojen los estudios mas detallados, se determinará cuál es la real incidencia en el balance hídrico.

3.6. Balance Hídrico

3.3.3 Introducción

En esta sección se presentan los cálculos de la simulación efectuada como parte del Balance Hídrico, es decir la relación entre la oferta de agua mas la presencia de las dos alternativas de embalse: Achipampa y Yanacocha.

3.3.4 Resultados

La simulación se ha efectuado en base al período de registro de 36 años comprendido entre 1962 y 1997. El volumen útil de capacidad de almacenamiento, en cada una de las alternativas es de 30 MMC.

El resumen se presenta en el Cuadro 3.1 y el detalle en los Cuadros 3.2 y 3.3. De la lectura de los indicados cuadros se deduce que en el caso de la alternativa de embalse Achipampa, la cobertura de riego garantizada es de 77.8, mientras que en el caso de la alternativa de embalse Yanacocha, la cobertura de riego garantizada es de 84.5%.

Cuadro No. 3.1
AFIANZAMIENTO HIDRICO DEL VALLE DE CUNAS
ESCENARIO CON PROYECTO
PERIODO 1962 - 1997

COBERTURAS DE ATENCION

ITEM	UND.	EMBALSES (MMC)	
		Yanacocha	Achipampa
		30	30
Area física	ha	15,000	
Area sembrada	ha	22,000	
Demanda	MMC	198.0	
Cobertura	%	84.5	77.8

ANEXO 2
GEOLOGIA Y GEOTECNIA

CAPITULO I: INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

El presente estudio de Geología y Geotecnia es parte del Proyecto de Irrigación Cunas elaborado a nivel de Perfil.

Para llevar a cabo el desarrollo de este informe se tomo la información básica del Informe del Estudio de Factibilidad Regulaciones de las Subcuencas de los ríos Cunas y Vilca (Moya – Quillón) elaborado por CESEL S.A, a fin de dar el marco geológico regional del proyecto y asimismo describir las características geológicas y geotécnicas de las alternativas Yanacocha y Achipampa propuestas dentro del Estudio de Factibilidad desarrollado por CESEL S.A., en donde el estudio de la subcuenca del río cunas se enmarca dentro de la necesidad de incrementar los recursos hídricos del río Mantaro en los meses de estiaje para el incremento de la energía firme generada en el complejo hidroenergético Mantaro.

La cuenca del río Mantaro dispone de gran información Hidrometereológica y sus recursos no están totalmente explotados.

1.2 ANTECEDENTES

En cuanto a estudios geológicos regionales se deben mencionar los Boletines Nº 18, N° 48 y N° 69 que contienen los estudios de los cuadrángulos Huancayo (25-m), Jauja (24-m), La Oroya (24-l) y Yauyos (25-l) respectivamente, con planos a escala 1:100,000, editados por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico INGEMMET.

Para el desarrollo de este informe, se analizó y se evaluó el Estudio a Nivel de Factibilidad "Regulación Subcuencas de los ríos Cunas y Vilca (Moya- Quillón), elaborado por CESEL S.A.

1.3 OBJETIVOS Y ALCANCES

Los objetivos del estudio ejecutado a nivel de perfil son los que a continuación se indican:

- Reconocimiento de las condiciones geológicas y geotécnicas a fin de determinar las bondades y/o limitaciones de los materiales en los trabajos de fundación de las obras.
- Brindar información geológica y geotécnica de los materiales con fines de costos, para los diferentes componentes de las obras del proyecto.
- Determinar áreas de materiales de construcción.

1.4 METODOLOGIA DEL ESTUDIO

La metodología a emplearse comprende básicamente la recopilación y el resumen del Estudio de Factibilidad "Regulación Subcuencas de los ríos Cunas y Vilca (Moya-Quillón), elaborado por CESEL S.A., además de la elaboración en Arcview de mapas temáticos del área de influencia de la subcuenca del río Cunas y planos geológicos de las alternativas de presa, utilizando para ello los cuadrángulos geológicos en formato

digital editados por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico INGEMMET a escala 1: 100,000.

CAPITULO II: ASPECTOS GEOLÓGICOS

2.1 MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

Regionalmente el área de estudio abarca sectores de las Altas Mesetas Centrales y de la Cordillera Oriental, donde se observan restos de la superficie "Puna" entre los 4000 y 4500 m.s.n.m, la cual fue profundamente erosionada por los glaciares y la escorrentía superficial.

Las rocas del Paleozoico yacen discordantemente sobre el basamento metamórfico y está compuesto de 3 grandes conjuntos: una serie marina del Paleozoico Inferior, una serie marina-continental del Paleozoico Superior y un conjunto molásico tardío del Pérmico Superior al Triásico Inferior.

El Mesozoico se inició con una subsidencia marcada y continua afectando la plataforma y en menor grado el futuro geoanticlinal, dando lugar a la deposición de 1,700 m. de calizas y de una serie calcárea más condensada de 800 m. de espesor, correspondientes a la formación Chambará y Condorsinga

Durante el Cretáceo la plataforma fue invadida por un mar somero, en el cual se acumuló la sucesión clástica de los estratos calcáreos de las formaciones Chulec, Pariatambo y Jumasha.

La sedimentación marina se interrumpió definitivamente después del Coniaciano, debido a la emersión general que siguió a los movimientos tardicretáceos, y luego se depositaron en un ambiente continental las areniscas y conglomerados rojos llamados Capas Rojas o formación Casapalca.

En el Terciario superior ocurrieron varias fases de deformación, erosión y extenso volcanismo que dio lugar a los Volcánicos Astobamba, Volcánicos Heru y finalmente las Tobas Ingahuasi.

Los depósitos cuaternarios son particularmente abundantes; se reconocen depósitos lacustres Pleistocénicos y tres conjuntos sedimentarios más recientes (morrenas, escombros y terrazas) que se relacionan con tres etapas de glaciación.

En el aspecto tectónico se reconocen los efectos de varias fases tectónicas, que van desde la fase eo-hercinica hasta las fases más débiles del Cuaternario (geotectónica), caracterizadas por pliegues isoclinales los cuales suelen presentar esquistocidad y desarrollo de epimetamorfismo.

2.2 GEOMORFOLOGÍA

Dentro del ámbito del estudio se identifican las unidades fisiográficas más saltantes:

- Flanco Cordillerano Oriental, delimitado entre los 4200 a más de 5000 msnm; en el cual se ubican las lagunas y glaciares que drenan hacia la vertiente atlántica.
- Altiplano, comprendida entre los 3700 a 4000 msnm, presenta evidencia de erosión glaciar.
- Valle intermontañoso del río Cunas el cual presenta una fisiografía agreste y accidentada.

Las alternativas de regulación identificadas en las subcuencas del río Cunas, se encuentran ubicadas en la parte alta y media del flanco derecho del valle del río

Mantaro, en las estribaciones del flanco oriental de la Cordillera Occidental de los Andes, aproximadamente entre las cotas 3,000 a 4,500 msnm.

2.3 GEODINÁMICA EXTERNA - RIESGOS GEOLOGICOS

La geomorfología de la subcuenca Cunas desde los territorios comprometidos con la alternativa Achipampa hasta la alternativa Yanacocha, en términos generales presenta condiciones bastante estables, debido a la presencia de promontorios de poca elevación, de morfología ondulada, con taludes inferiores a los 30º y predominancia de afloramientos rocosos correspondientes a la formación Casapalca y volcánicos Astobamba. También coadyuvaran a dicha estabilidad el escaso desarrollo de depósitos cuaternarios.

Para este sector del área del proyecto son válidas las apreciaciones efectuadas para los valles vecinos en lo referente a deslizamientos de suelos y rocas, acción glaciar y procesos erosivos; sin embargo, es preciso mencionar que para el caso de la alternativa Yanacocha, en zonas adyacentes al posible eje de presa, se ha identificado antiguos deslizamientos especialmente aquel identificado desde los estudios precedentes que se ubica en el flanco izquierdo, aguas arriba del eje de presa. Dicho deslizamiento no solamente comprometería la capacidad del embalse sino también la propia estabilidad de la presa.

Finalmente es normal considerar a los procesos de intemperismo: viento, precipitación pluvial, cambios de temperatura, y otros, que vienen afectando a las rocas y suelos, de manera poco significativa, en el cuadro Nº 1 se describen los principales tipos de fenómenos de geodinámica externa ocurridos en la subcuenca Cunas.

2.4 ESTRATIGRAFÍA

A continuación se describen las características más resaltantes de las unidades litoestratigráficas que se encuentran aflorando en el área donde se han proyectado las alternativas Yanacocha y Achipampa, siguiendo la secuencia desde el más antiguo hasta el más reciente, la columna estratigráfica de estas unidades se resume en el Cuadro Nº 2 del apartado Anexos.

2.4.1 Formación Chambara (Trs-ch)

Consiste en un conjunto de calizas, calizas dolomíticas y dolomitas en bancos cuyo grosor varían entre 0.2 a 1 m, separados por lechos calcáreo – arcillosos; en esta unidad son comunes los cherts, que ocurren en forma de nódulos. También existen horizontes de yeso de color gris rojizo. Se concluye que la formación Chambara abarca el Soriano y parte de Retiano.

Aflora en áreas marginales de la alternativa Yanacocha.

2.4.2 Formación Condorsinga (Ji-c)

Constituida por calizas gris oscuras; debido a la alteración superficial presentan tonalidades blanquecinas, se presentan regularmente estratificadas en bancos delgados

a medianos (30 – 40 cm).

En superficie se presenta fracturada, pero sus fragmentos son muy duros y resistentes. Por erosión diferencial generalmente presentan superficies escarpadas, en los flancos del valle presenta taludes con pendientes entre 60 a 80º, formando acantilados.

En la superficie de los taludes y también al pie de ellos se observan procesos cársticos en forma de cavernas, nichos y fracturas con disolución, en algunos lugares, sobre todo en los niveles inferiores del valle, cerca al talud rocoso surgen manantiales de agua.

2.4.3 Grupo Goyllarisquizga (Ki-g)

Esta unidad estratigráfica esta constituida por una secuencia de estratos de arenisca con intercalaciones de lutitas y limolitas.

Morfológicamente corresponden a relieves de depresiones, por ser más proclives a la alteración y erosión en comparación a las calizas. No obstante su menor resistencia al intemperismo y procesos erosivos, no es susceptible a la disolución ni procesos cársticos por lo que es un medio poco permeable, salvo si tiene fracturas abiertas.

En el valle del río Cunas, las areniscas Goyllarisquizga atraviesan el valle por la localidad de Achipampa.

El Grupo Goyllarisquizga por su edad es asignado al Cretáceo inferior (Ki-g).

2.4.4 Formación Chulec – Pariatambo (Ki – chp)

Está constituida por una secuencia de calizas, calizas arenosas, areniscas calcáreas, alternada con horizontes de margas, lutitas verdosas a rojizas y en ocasiones con lutitas carbonosas.

En superficie esta formación presenta coloración gris amarillenta; sin embargo, en estado fresco las calizas presentan tonalidades gris oscuras., por degradación, las capas margosas y lutáceas sufren mayor erosión, mientras que las calizas ocupan horizontes prominentes.

La formación Chulec – Pariatambo es proclive a los procesos cársticos, pero solamente en sus horizontes calcáreos, los estratos de lutitas actúan como horizontes de impermeabilización.

Esta formación yace en aparente concordancia sobre el Grupo Goyllarisquizga, por su posición en la columna estratigráfica se le asigna al Cretáceo inferior (Ki – chp).

En el valle del río Cunas, esta formación aflora restringidamente en la zona del embalse de la alternativa Achipampa.

2.4.5 Formación Casapalca (Ksp – c)

Esta unidad litológica conocida también como "capas rojas" está constituida por una secuencia de areniscas, limonitas rojas, derrames lávicos intercalados con bancos de lutitas, calizas y conglomerados.

Esta formación de capas rojas por ocupar horizontes superiores de la columna estratigráfica aflora en las partes marginales y altas del proyecto, por lo que su influencia se restringe principalmente para el caso de la alternativa Yanacocha, donde fueron identificados hasta 7 diferentes horizontes litológicos cuyos principales rasgos se

detallan con ocasión del tratamiento de la alternativa Yanacocha.

El espesor promedio de esta formación, en el ámbito de la alternativa Yanacocha, debe alcanzar unos 600 m; sin embargo podría sobrepasar de 800 a 1,000 m.

2.4.6 Depósitos Cuaternarios

En el área del proyecto los depósitos cuaternarios tienen amplia propagación, presentando diferencias en su origen, edad, composición y espesor.

En el Cuadro Nº 3 se resumen los diferentes tipos genéticos de los depósitos cuaternarios, cuya composición litológica y otras características complementarias se describen a continuación:

2.4.6.1 Depósitos aluviales (Q – al)

Están constituidos por cantos rodados y gravas heterométricas, con relleno areno-limoso. Ocupan el cauce actual de los ríos y terrazas. El espesor de estos depósitos alcanza entre 20 – 30 m debajo del lecho del río, aunque en ciertos tramos el basamento rocoso se encuentra a escasa profundidad.

En las áreas de embalse de las alternativas de Yanacocha y Achipampa en el valle del río Cunas, los depósitos aluviales se extienden en centenares de m, diferenciándose claramente las terrazas anegadizas y las terrazas supraanegadizas.

2.4.6.2 Depósitos deluviales (QIV-dl)

Están constituidos principalmente por masas limo-arcillosas, con inclusiones de fragmentos rocosos heterométricos angulosos. Se depositan en la superficie de las laderas y sus taludes no superan los 30 – 35º.

En los taludes de los valles especialmente cuando su espesor es considerable, son aprovechados como terrenos de cultivo. La mayoría de los poblados también están fundados sobre depósitos deluviales.

En el proceso del levantamiento geológico, algunas áreas ocupadas por suelo diluvial fueron identificadas y delimitadas por su utilidad como área de préstamo para impermeables. Sus resultados se encuentran en el apartado materiales de construcción.

2.4.6.3 Depósitos Proluviales (QIV-pl)

Se les denomina así a los materiales que ocupan el cauce de las quebradas secas pero activas en épocas lluviosas. Están constituidas por acumulaciones de gravas y cantos de subangulosos a angulosos, heterométricos, con relleno de arena limosa, poco cohesivos, poco a medianamente densos. En función al tamaño predominante pueden ser aprovechados como agregados para concreto, previo tratamiento. Los depósitos proluviales están escasamente desarrollados en el área del proyecto.

2.4.6.4 Depósitos coluviales (Qiv-cl)

Se identifican así a los conos de talud conformados por bloques rocosos generalmente de gran tamaño y de formas angulosas, que se acumulan al pie de los acantilados. Los depósitos coluviales carecen prácticamente de relleno o cementante, se formaron a partir de los desprendimientos de bloques de roca desde las partes prominentes.

Los depósitos coluviales ofrecen la posibilidad de utilizar sus materiales como cantera para enrocado.

Cabe advertir que en la naturaleza, un mismo depósito puede acumularse a partir de procesos genéticos simultáneos, es decir, es común observar depósitos coluvio-deluviales (Q-cl/dl) por ejemplo.

2.4.6.5 Depósitos glaciares (QIII-gl)

Se les conoce también como depósitos morrénicos. Están constituidos por mezcla de limos, arcillas y arenas, que engloban fragmentos rocosos de tamaños y porcentajes variables.

Los depósitos morrénicos están asociados a los antiguos centros de glaciación y se propagan especialmente en el escenario de las lagunas, mientras que en el fondo del valle de Cunas son prácticamente ausentes.

2.4.6.6 Depósitos fluvio glaciares (QIII-fgl)

El material consiste de bancos de cantos rodados y grava, con intercalaciones de lentes areno limosos y/o arcillosos.

Los materiales fluvioglaciares por su composición gravosa (GP - GM) son muy permeables. Pueden ser aprovechados como fuente de materiales de construcción para agregados de concreto, previo tratamiento.

2.4.6.7 Depósitos de deslizamiento (QIII-ds)

Este tipo genético está relacionado con los deslizamientos que han ocurrido en el área de la alternativa Yanacocha; están constituidos por una mezcla de bloques, bolones y gravas con inclusión de limos y/o arcillas arenosas, de formas subangulosas, ligeramente cohesivas, que se hallan medianamente densas; estos materiales en el área de Yanacocha se hallan con un espesor mayor a 100 m.

2.5 ASPECTOS ESTRUCTURALES

Las estructuras geológicas en el área del proyecto están relacionados a la evolución andina, la que se distingue por presentar episodios muy notorios de plegamientos, cizallamientos y discordancias, generado por eventos tectónicos de compresión y distensión ocurridos durante las siguientes fases tectónicas:

La fase peruana de fines del Cretáceo

La fase Incaica de fines del Eoceno

Las fases Quechua que se dividen en varias épocas del Mioceno

2.5.1 Pliegues

Los plegamientos ocurridos durante la fase Peruana e Incaica se traducen en estructuras de plegamiento isopaco cuyos ejes axiales principales siguen dirección NO – SE y son de extensión kilométrica, tales como las que se observan en el valle de Cunas.

Los anticlinales y sinclinales son generalmente de amplitud kilométrica aunque localmente presentan micropliegues de decenas a centenas de metros, tal como se observa en el cuerpo de las formaciones de edad jurásica y cretácea, aunque en este

último caso es frecuente observar plegamientos disarmónicos.

2.5.2 Fallas

Los episodios tectónicos que afectaron el área del estudio estuvieron muy ligados a la emersión y fallamientos longitudinales relacionados al levantamiento de la cordillera de los Andes.

Las fallas principales presentan alineamiento NO – SE y coinciden con el alineamiento de los plegamientos, tienen gran ángulo de inclinación (60 – 70º), el plano de falla o zona disturbada puede alcanzar 3 – 5 m.

Las fallas secundarias se alinean transversal u oblicuamente a las principales, con ángulos de buzamiento variable (40 – 80º) y el plano de falla no sobrepasa 1 m; frecuentemente es del orden de centímetros.

2.6 HIDROGEOLOGÍA

Las condiciones hidrogeológicas del área de estudio se consideran muy complejas por la existencia de numerosos manantiales asociados a macizos rocosos cársticos que favorecen la circulación subterránea de las aguas.

El valle de Cunas hidrogeológicamente presenta un régimen colgado de sus aguas subterráneas, siendo evidentes las pérdidas de agua hacia los niveles infrayacentes.

Referente a las alternativas de Yanacocha y Achipampa se recomienda la necesidad de elaborar modelos hidrogeológicos numéricos para poder evaluar cuantitativamente los problemas hidrogeológicos y decidir su factibilidad o descarte definitivo.

DE LA ALTERNATIVA ACHIPAMPA

3.1 UBICACIÓN Y ACCESO

Esta alternativa se ubica en el curso superior del valle del río Cunas, aguas arriba de la alternativa de Yanacocha. Administrativamente pertenece al distrito de San Juan de Jarpa, provincia de Chupaca, departamento de Junín. El eje de presa se identifica mediante las siguientes coordenadas UTM: N = 8`657,387 , E = 457,480 , aproximadamente a los 3,700 msnm.

La principal vía de acceso es la que parte de Huancayo hacia Chupaca, Yanacocha, Jarpa, Achipampa, con una longitud aproximada de 5 km.

3.2 CONDICIONES GEOLÓGICAS Y DE SEGURIDAD DEL ÁREA DE EMBALSE

El vaso del embalse presenta una morfología de una amplia llanura aluvial, cuya litología está compuesta por cantos rodados y gravas heterométricas, con relleno areno limoso, de características muy permeables.

Preliminarmente, el espesor de los depósitos aluviales se infiere en 30 – 35 m; es decir, la superficie del basamento rocoso debe encontrarse a la profundidad antes referida.

La cubeta del futuro embalse está labrada casi íntegramente sobre macizos rocosos volcánicos constituidos por derrames lávicos y tufos andesíticos, gris verdosos, correspondientes al volcánico Astobamba (Ts-va).

Aproximadamente a unos 2 km aguas arriba del eje de presa afloran formaciones sedimentarias, constituidas por calizas y areniscas. Las formaciones calcáreas por su potencial carsticidad deben ser evaluadas con mayor detalle.

Los taludes rocosos, con pendientes de 25 – 30º, se muestran muy estables y la posibilidad de procesos de desestabilización con embalse lleno quedan descartadas, sobre todo por la escasa cobertura de suelos.

En relación a las condiciones de estanqueidad, el área de embalse merece una evaluación favorable, debido a que las rocas volcánicas no son proclives a los procesos cársticos, y principalmente porque la roca basamento se considera impermeable, a excepción de un tramo constituido por rocas calcáreas, cuyas condiciones geológicas e hidrogeológicas deben ser estudiadas en detalle.

3.3 CONDICIONES GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS DEL ÁREA DE PRESA

El eje de presa está ubicado en un estrechamiento del valle, donde el río ha labrado su curso, ligeramente sinuoso, en macizos rocosos constituidos por caliza de la formación Condorsinga (Ji-c).

Dicho estrechamiento o garganta tiene forma trapezoidal, con taludes pronunciados en ambos flancos (35 – 45 º). En el fondo del valle, las terrazas aluviales se elevan en 2 – 3 m por encima del cauce actual del río, cuya gradiente no supera el 2%.

El eje de presa fue ubicado, aproximadamente, a 1.5 km aguas abajo del inicio de la garganta. En este sector, ambos estribos están constituidos por macizos rocosos de caliza, bien expuestos, prácticamente carentes de cobertura de suelo.

El macizo rocoso superficialmente se presenta moderamente fracturado, poco alterado, con ligeras huellas de actividad cársticas. Al golpe de martillo se comportan duras y

resistentes.

Se asume que las propiedades físico-mecánicas de estas rocas corresponden a roca buena y regular.

Las terrazas aluviales del fondo del valle están constituidas por cantos rodados y gravas, rellenados por arena limosa; al interior se presume que existen algunos lentes limo-arcillosos.

La superficie del basamento rocoso se infiere aproximadamente a los 30 – 35 m. Los depósitos aluviales se infieren de propiedades permeables a muy permeables ($K = 10^{-2}$, 10^{-3} cm/s); el ángulo de fricción de los horizontes aluviales más compactos se estima en 25 – 28º, la cohesión se estima muy baja o que dichos suelos no presenten cohesión.

3.4 INTERFERENCIA CON OBRAS EXISTENTES

Las obras de regulación proyectadas en la alternativa Achipampa provocarían las siguientes interferencias:

Bloqueo e inundación de un tramo de la carretera que comunica a los poblados, ubicados en la cabecera del valle de Cunas, algunos centros mineros (abandonados) y el valle de la hacienda Laive, Vista Alegre, etc.

Las aguas embalsadas inundarán los terrenos de cultivo y poblados de la comunidad de Achipampa, que pertenece al distrito de Yanacancha.

Los postes de la línea de transmisión eléctrica (de 10 kV), ubicados en el área de embalse, quedarán inundados.

3.5 RECOMENDACIÓN PARA EL DISEÑO DE PRESA

En función a las condiciones morfológicas, geológico-geotécnicas, disponibilidad de materiales de construcción, entre otros factores, para la alternativa de Achipampa se adaptaría mejor una presa de tierra con núcleo impermeable.

Ambos flancos del macizo rocoso presentan características similares para la ubicación del túnel de desvío y de descarga de fondo.

El aliviadero debe ser labrado en el macizo rocoso, en cualquiera de los flancos, alternativamente se podría considerar una estructura de Morning Glory.

Para la implantación de las estructuras en los estribos, se recomienda despejar la roca alterada (3 – 5 m de profundidad). En el fondo del valle, también se recomienda despejar los primeros horizontes de la terraza aluvial poco compacta.

DE LA ALTERNATIVA YANACOCHA

4.1 UBICACIÓN Y ACCESO

La alternativa Yanacocha está ubicada en el valle del río Cunas, identificándose el sector del cierre en las siguientes coordenadas UTM N = 8 674 800.00, E = 449790.00. La base del valle en ese sector alcanza la cota 3,443 msnm.

El territorio involucrado con la alternativa, político administrativamente pertenece al distrito de San Juan de Quero Provincia de Huancayo departamento de Junín.

El acceso al área de la alternativa está facilitado por la carretera que une Lima-Huancayo-Chupaca-Yauyos-Cañete-Lima.

4.2 CONDICIONES GEOLÓGICAS Y DE SEGURIDAD DEL ÁREA DE EMBALSE

En base a la disponibilidad de los recursos hídricos regulables además de otras consideraciones que resultan del planteamiento, se determinó una altura de presa de aproximadamente 46.90 m, alcanzando el nivel de agua de máxima operación (NAMO) a la cota 3483.90 msnm, generándose así un gran espejo de agua que invade los valles y/o quebradas de Cunas, Colpa, Consac, Chalhuas, Acuachi y Mitulluyo.

Los contrafuertes de la cubeta de inundación se caracterizan por su morfología ondulada, conformada por lomas o colinas de pendientes suaves, disectadas por las numerosas quebradas antes mencionadas. Los taludes naturales de dichas colinas generalmente no sobrepasan los 25 – 30º. El río Cunas y quebradas adyacentes presentan gradientes cercanas al 1% de tal manera que el embalse se extenderá siguiendo las depresiones entre 6 y 7 km desde el eje de presa.

La cubeta natural, que servirá de vaso para el embalse Yanacocha, está íntegramente labrada sobre los macizos rocosos que conforman la formación Casapalca (Ksp-c), constituido por una secuencia de conglomerados, bancos de calizas y margas, areniscas y lutitas de tonalidades abigarradas.

La formación Casapalca tiene gran propagación en dirección sur del área de estudio, extendiéndose aproximadamente unos 15 km por el valle de Cunas, hasta la localidad de San Juan de Jarpa mientras que hacía cada uno de los flancos del valle se extiende unos 5 km.

La estructura geológica dominante del área de embalse es la de un monoclinal, siendo la tendencia de rumbo de los estratos NO – SE, cuyos ángulos de buzamiento varían entre 10° y 45° y la dirección de buzamiento es hacia el SO.

Los depósitos cuaternarios de mayor propagación en el área del embalse, resultan ser los depósitos aluviales correspondientes a los cauces anegadizos y supraanegadizos del río Cunas y sus tributarios (Qiv-al), constituidos por cantos rodados y gravas con relleno areno-limoso, cuyos espesores en profundidad varían entre 8 a 10 m.

En relación a los depósitos de deslizamiento, aunque ocupan posiciones marginales se considera muy importante su referencia. Uno de los conos de deslizamiento, se encuentra ubicado en el flanco izquierdo del valle de Cunas, adyacentes al eje de presa; este deslizamiento por tener implicancias directas con la seguridad del embalse y con las obras de regulación será evaluado en numeral aparte.

Durante los recorridos geológicos por las quebradas tributarias, incluso más allá de los límites del área de influencia de la zona del embalse no fueron observadas áreas con procesos erosivos acelerados, focos de erosión, denudación y acarreo acelerado de sólidos en suspensión o de arrastre, que podrían colmatar y restar la vida útil del embalse. En consecuencia los procesos erosivos existentes se encuentran dentro de los riesgos admisibles y no requieren de la previsión de medidas especiales para su atenuación.

La acción erosiva y acarreo de sólidos desde las cabeceras del río Cunas y de sus principales tributarios, deben ser evaluadas y tomadas en consideración desde el punto de vista hidrológico.

Cabe resaltar que en el flanco izquierdo del valle de Cunas existen por lo menos dos sectores deslizados que concitan la atención como potenciales focos de peligro geológico y que merecen ser evaluados en detalle.

Uno de ellos es el antiguo deslizamiento, ya antes referido, ubicado aguas arriba y adyacente al estribo izquierdo del eje de presa, que para los objetivos del presente estudio se denominará como deslizamiento Auquilluyo por estar ubicado al pie de dicho promontorio, cuyas condiciones de estabilidad serán tratadas numeral aparte, más adelante.

El otro sector es el gran deslizamiento ubicado aguas abajo del eje de presa y que se extiende por el flanco izquierdo del valle por cerca de 5 km, aproximadamente hasta la localidad de Roncha. Altimétricamente se propaga aproximadamente desde las cotas 3400 a 3450 msnm, que coincide con el curso del río Cunas, elevándose hasta las cotas 3700 y 3800 msnm y cuyo límite superior es irregular y ondulado; este deslizamiento en adelante se denominará Uchapata en alusión a esta localidad.

Manifestaciones de agua subterránea se observan en forma de zonas de humectación, donde los pastos permanecen verdes durante todo el año; estos puntos de humectaciones se ubican hacia las nacientes o cotas superiores de los deslizamientos.

Referente a las condiciones de estabilidad de estas zonas de deslizamiento, se ha percibido que no existen huellas o cicatrices recientes que acusen movimientos de la masa.

Yanacocha es una de las alternativas más atractivas por el gran volumen de su embalse que sobrepasa de 3 a 6 veces el volumen del reservorio de cualquiera de las alternativas antes estudiadas.

Al mismo tiempo el problema de estanquidad del embalse Yanacocha resultó el más preocupante, en comparación con las demás alternativas, motivado por sospechas que pudieran producirse grandes pérdidas de agua por filtración a través de los bordes del reservorio. Considerado como un problema clave para la factibilidad de la alternativa, por lo que fue decidido resolverlo de antemano empleando algunos métodos especiales de estudio por simulación numérica de la situación hidrogeológica.

4.3 DESLIZAMIENTO AUQUILLUYO

El deslizamiento Auquilluyo se ubica al pie del cerro del mismo nombre, en el borde izquierdo del río Cunas, adyacente al eje de presa. Tiene forma triangular, de

aproximadamente 700 a 800 m en la base y 500 m de distancia de la base a la corona de arranque del deslizamiento

Los desniveles varían de la cota base de 3450 m hasta los 3750 msnm.

La superficie de la zona deslizada se estima en 22.5 Ha; la parte central del deslizamiento coincide aproximadamente con las siguientes coordenadas: N= 8675,400 y E= 449,800.

4.3.1 Condiciones geológicas

4.3.1.1 Roca basamento

El sustrato rocoso sobre el cual yace la masa deslizada corresponde a las calizas de la formación Condorsinga (Ji-c) y rocas sedimentarias de la formación Casapalca (Ks p-c).

El contacto entre ambas formaciones tiene alineación aproximadamente N-S, el plano de la superficie de contacto tiene fuerte ángulo de buzamiento (70-80º) y se inclina hacia el Oeste estimándose su espesor entre 5 a 10 m.

En el caso de la formación Casapalca existen horizontes o intercalaciones de variada litología, identificándose rocas sedimentarias tipo limonita argilítica conglomerádica de tonalidades marrón-rojizas y que por alteración forman suelos arcillosos, plásticos, esta misma formación aflora en la parte norte del deslizamiento, en la quebrada Chipinayoc.

El resumen de las principales características megascópicas del basamento rocoso se consignan en el Cuadro Nº 4.

4.3.1.2 Depósitos cuaternarios

De acuerdo a las observaciones en superficie la gran masa deslizada consiste de una mezcla desordenada de bloques de caliza, areniscas calcáreas y chert; angulosos y heterométricos con tamaños predominantes entre 0.20 – 0.40 m aunque también ocurren bloques de gran tamaño (>1 m).

Los fragmentos rocosos están cementados y/o rellenados por suelo arcillo-limosos de tonalidades rojizas, proveniente probablemente de la desintegración de las lutitas argilíticas.

El cuerpo deslizado generalmente presenta humedad y en algunos tramos, ocurren goteos incluso en épocas secas del año.

En diferentes niveles de la superficie del deslizamiento ocurren escarpas de movimiento de solifluxión, destacan aquellas escarpas de arranque que alcanzan las cotas de 3710 – 3750 msnm y otras ubicadas por debajo de la cota 3700 msnm, la altura de las escarpas alcanza varios metros de desnivel, incluso en algunos casos llega a la decena de metros.

También se debe mencionar que, en la base del cuerpo principal de deslizamiento, se observan algunos deslizamientos menores, más recientes, que ha removido o deslizado solamente las partes superficiales del cuerpo deslizado.

4.3.2 Condiciones hidrogeológicas

- En el ámbito de las zonas de deslizamiento Auquilluyo y Uchapata se registran numerosas manifestaciones de aguas subterráneas las que se muestran en forma

de humectaciones, pequeños bofedales y manantiales cuyos caudales varían entre 0.02 l/s a 0.15 l/s.

- Dichos afloramientos de agua por lo general ocupan horizontes cercanos a las cotas 3,650 y 3,700 msnm, sus caudales presentan ligeras oscilaciones en el curso del año, incrementándose ligeramente en los períodos de lluvia.
- Las aguas aflorantes son cristalinas, inodoras, agradables al gusto, la temperatura se estima entre 15 – 18ºC. Los afloramientos con mayor caudal fluyen por 5 a 10 m sobre la superficie del terreno, luego se infiltran y desaparecen de la superficie.
- En el territorio del deslizamiento de Auquilluyo y territorios adyacentes fueron inventariadas todas las manifestaciones de aguas subterráneas, identificándose hasta 10 focos de afloramiento, de los cuales solo un afloramiento de agua se involucra con el deslizamiento Auquilluyo, ubicado en el cuerpo del deslizamiento y cuyo caudal estimado mediante aforos expeditivos es aproximadamente de 2.5 l/m, el mismo que se disipa por infiltración en el cuerpo del deslizamiento.

También ocurren otras manifestaciones de agua por la base del deslizamiento, cerca al asentamiento de la hacienda Yanacocha; dichas manifestaciones más bien se presentan en forma de bofedales.

Al parecer todas las incipientes manifestaciones de aguas subterráneas en esta parte del territorio de la alternativa Yanacocha estarían relacionadas a infiltraciones de precipitaciones pluviales, en consecuencia se asumen como aguas de circulación de ciclos cortos y cuyo nivel freático está colgado.

4.4 CONDICIONES GEOLÓGICAS DEL ÁREA DE PRESA

4.4.1 Generalidades

En la práctica hay escasa holgura para jugar o buscar un mejor emplazamiento del eje de presa; si se intenta trasladar hacia aguas abajo el eje involucra el deslizamiento Uchapata y si se traslada hacia aguas arriba el eje se interna en el cuerpo del deslizamiento Auquilluyo.

En relación a los resultados obtenidos en los estudios previos, surgió la necesidad de establecer con mayor realismo la configuración del modelo geológico – estructural, definir las condiciones hidrogeológicas, y especialmente proporcionar los elementos de juicio necesarios para juzgar las condiciones de fundación de la presa, condiciones de estabilidad del estribo izquierdo, entre otros objetivos.

Se consideró como dato referencial la altura de presa de 46.90 m., cuyo nivel NAMO alcanzará aproximadamente la cota 3 483.90 msnm.

4.4.2 Condiciones Geológicas del Estribo Izquierdo

El flanco izquierdo del valle involucrado con el estribo izquierdo, presenta relieve topográfico irregular y cuyo talud promedio tiene aproximadamente 40º, dicho sector está cubierto totalmente por depósitos cuaternarios deslizados, y la roca basamento aproximadamente aflora a partir de la cota 3,600 – 3,650 msnm. Dicho afloramiento consiste de calizas gris oscuras finas, aunque por alteración cambian a tonalidades

claras, algunos bancos o estratos presentan abundantes restos de fósiles de bivalvos y lamelibranquios, estudios efectuados por Megard et.al. para Binnie & Partners (1980)[34], asignan dichos afloramientos a la edad Jurásica inferior correlativas a la formación Condorsinga, se ha determinado la estructura de un gran anticlinal tumbado cuyo eje axial pasa por el cerro Auquilluyo con dirección NO-SE en cuyo núcleo involucra a las formaciones Aramachay y Chambará.

En los afloramientos registrados en cotas superiores al estribo de la presa las calizas se muestran bastante fracturadas y moderadamente alteradas

En profundidad, debajo de los depósitos de deslizamiento, la superficie del macizo rocoso presenta fuerte inclinación, aproximadamente 55º - 60º.

Los depósitos cuaternarios están constituidos predominantemente por bloques heterométricos de caliza, con inclusiones de bloque de travertino, chert y areniscas en los niveles cercanos a la superficie. Los bloques rocosos están rellenados por suelo arcillo – limoso de tonalidades marrón rojizas provenientes probablemente de la desintegración de las rocas de la formación Casapalca, principalmente. La predominancia de los fragmentos rocosos frente a los materiales finos se estima entre 60 – 80%, aunque se observan bruscas variaciones locales en cuanto a su predominancia.

La presencia de bolsonadas pseudos horizontales de capas de arenas limosas con depositación rítmica en las paredes de la galería 1045, son interpretadas como antiguas cavidades càrsticas o espacios vacíos – interbloques, que fueron rellenados paulatinamente en épocas asociadas al embalse natural y formación de la laguna Yanacocha. La existencia de sedimentos de tipo lacustrino en posición horizontal ayuda a confirmar que la masa deslizada es anterior a la formación de la laguna y que su estabilidad no ha sido afectada en tiempos geológicos recientes (últimos 10,000 años), aunque no se descarta la ocurrencia de episodios posteriores de movimientos.

4.4.3 Condiciones Geológicas del estribo Derecho

En el flanco derecho del valle afloran rocas sedimentarias constituido por molasas y calizas correspondientes a la formación Casapalca (KsTi – c).

El estribo derecho de la presa constituido por una sucesión de bancos de limonita y argilita, intercala do con horizontes conglomerádicos, de propiedades impermeables, en cuya base descansan horizontes de calizas con intercalaciones de areniscas y limonitas.

Comúnmente estos horizontes litológicos, en superficie se presentan muy alterados y fracturados, siendo posible identificar con claridad las orientaciones de estratificación y con mucha dificultad a las orientaciones de fracturamiento.

En superficie se observa que los diferentes horizontes de la formación Casapalca presentan rumbo aproximadamente NO-SE y buzamiento hacia el SO con ángulos de 10 – 25º.

En los límites de afloramiento de la formación Casapalca, también fueron observados ligeros plegamientos con el eje axial con dirección N –S; sin embargo dichas

particularidades no están reflejados en los planos geológicos por razones de escala.

Los depósitos cuaternarios cartografiados en el estribo derecho del eje de presa consistentes de depósitos deluviales (Qiv – dl), constituidos por suelo arcilloso, rojizo, plástico con escasas inclusiones de fragmentos sólidos. Dichos depósitos fueron formados principalmente por la erosión y transporte desde la penillanura Colpa Loma, donde yace un gran banco de arcillas.

El espesor de los conos deluviales acumulados tanto aguas abajo como arriba del eje de presa, se estiman entre 15 a 20 m, los mismos que deben ser retirados en el proceso de construcción de la presa. Sus propiedades litológicas granulométricas y físico – mecánicas están descritas en el numeral 6.0 bajo el título de materiales de construcción – Cantera Colpa.

4.4.4 Condiciones Geológicas en la base del valle

La superficie de contacto entre la roca basamento y los depósitos cuaternario, corresponde a la morfología de un paleovalle, con la parte más profunda hacia el sector del flanco izquierdo donde antiguos horizontes aluviales (QIII-al) han quedado enterrados por los materiales del antiguo deslizamiento Auquilluyo. En consecuencia el antiguo curso del río Cunas habría tenido su cauce más hacia el flanco izquierdo del valle.

La profundidad de la superficie de contacto suelo/roca, debajo del cauce actual del río y más hacia la izquierda, fue definida entre 76 y 80 m, debajo de la terraza aluvial (QIV – al) reciente. La profundidad del contacto suelo/roca decrece paulatinamente hasta alcanzar 20 – 25 m. al pie del talud del estribo derecho.

La litología debajo de la terraza aluvial (QIV-al) presenta anisotropía vertical. Se compone de una secuencia de horizontes gravosos con relleno arenoso (GP), muy permeables, intercalados con lentes arcillo limosos ligeramente orgánicos, húmedos a saturados, de consistencia plásticas, de 5,8 y 10 m. de espesor, cuya propagación lateral es horizontal y en forma de lentes.

4.4.5 Aspectos Estructurales

En profundidad, debajo del estribo izquierdo de la presa, se ha definido el contacto entre las rocas de la formación Condorsinga (Ji-c) y las rocas de la formación Casapalca.

La estructura de contacto entre ambas formaciones es de tipo discordancia y falla, cuya tendencia principal del plano de contacto, en el sector del eje de presa, tiene los siguientes elementos de orientación:

Rumbo : aproximadamente N-S

Ángulo de buzamiento : entre 70 – 80º

Inclinación : hacia el Oeste.

Además de la estructura de falla contacto antes referido, es posible que por el fondo del valle se encuentren otras fallas menores o secundarias, que sigan el mismo rumbo del

valle.

4.4.6 Condiciones Hidrogeológicas

Para la evaluación de las condiciones hidrogeológicas de la zona de presa de la alternativa Yanacocha, Cesel S. A utilizó como referencia los resultados obtenidos mediante el empleo de los datos de permeabilidad conseguidos de los estudios de Binnie&Partners (1980)[20]. Dichos resultados fueron expuestos con el detalle debido en la memoria descriptiva del Modelo Matemático de filtración para la subcuenca del río Cunas y embalse Yanacocha, y posteriormente, una vez elaborado el modelo numérico del embalse Yanacocha, se efectuaron un cierto volumen de investigaciones complementarias consistentes básicamente de perforaciones situadas en el área de presa y la rehabilitación de algunas galerías ya antes referidas y en cuyo interior se efectuaron ensayos de agua tipo Lefranc, cuya relación y resultados se muestran en los Cuadros Nº 4 y 5, del estudio presentado por Cesel S.A los mismos que vienen adjuntos en la parte de Anexos.

4.5 CONDICIONES GEOMECÁNICAS

4.5.1 Generalidades

En relación a las condiciones de cimentación del estribo izquierdo, el análisis de las condiciones geomecánicas, están estrechamente relacionados a la evaluación de las condiciones geomecánicas y de estabilidad del deslizamiento Auquilluyo.

4.5.2 Propiedades físico-mecánicas de la roca intacta

El cuadro Nº 6 resume los valores encontrados mediante los ensayos de laboratorio, además de los valores asumidos para el presente análisis, tanto para la caliza de la formación Condorsinga, como para la limonita conglomerádica de la Formación Casapalca.

4.5.3 Propiedades físico-mecánicas del macizo rocoso

En el cuadro Nº 7 se resumen los parámetros del macizo rocoso para las calizas y limonitas conglomerádicas que afloran y subyacen en el territorio involucrado con la fundación de la presa, y para las diferentes categorías y/o estados de conservación del macizo rocoso.

4.5.4 Propiedades físico-mecánicas de los depósitos cuaternarios

4.5.4.1 Depósitos deslizados

Para determinar las propiedades físico mecánicas de los depósitos deslizados se hace más complejo debido a que se encuentra en un límite ente Roca y Suelo, deja de ser roca debido al movimiento que tuvo y no conserva sus características y específicamente no es suelo por la magnitud de los bloques, motivo por el cual no es aplicable ninguna de las fórmulas tradicionales de la mecánica de rocas ni de la mecánica de suelos; en tal sentido fueron conjugados diferentes procedimientos y criterios aplicados para estos casos especiales, los mismos que se resumen en el cuadro Nº 8.

4.5.5 Análisis de estabilidad de taludes en los estribos de la presa

Lo tratado bajo el presente subtitulo considera fundamentalmente el análisis de los

estribos de presa asumiendo a ellos como medios rocosos; en consecuencia las evaluaciones seguidas donde aflora los macizos rocosos sedimentarios de la Formación Casapalca.

El caso del estribo izquierdo es muy particular, debido a la presencia de depósitos cuaternarios constituidos por bloques rocosos (70 – 90%) rellenados por suelo fino limo – arcillosos estables en condiciones actuales, pero que muestra evidencias de haber sufrido movimientos de derrumbe y deslizamiento en el pasado.

El análisis de estabilidad involucro al macizo rocoso del estribo izquierdo, sin embargo se debe aclarar que el análisis también esta referido a los macizos rocosos que afloran en niveles superiores al límite de propagación de los depósitos sueltos.

Para realizar el análisis de estabilidad de taludes en los macizos rocosos fue investigado cuidadosamente las propiedades de la roca fracturada las mismas que se encuentran influenciadas notablemente por la existencia de fisuras y otras superficies de separación de índole geológica.

Los análisis de falla han sido realizados por Cesel S. A con el programa CONTEO, el que representa de manera gráfica las discontinuidades agrupándolas en familias para luego determinar el tipo de falla más probable de ocurrencia en el talud, de las consideraciones antes mencionadas se determino que para ambos estribos no existe la probabilidad de ocurrencia de falla planar (siendo esta el tipo de falla más sencillo que se puede presentar en un talud, la cual se produce cuando existe una fracturación dominante en la roca y convenientemente orientada respecto al talud), exceptuando las rocas sueltas que sí pueden caer al no encontrar ningún elemento que las sostenga.

Para el análisis de falla por cuña (tipo de falla que se produce a través de dos discontinuidades dispuestas oblicuamente a la superficie del talud, con la línea de intersección de ambas aflorando en la superficie del mismo y buzamiento desfavorable), se recurrió al programa de cómputo SWEDGE, el mismo que determina el factor de seguridad de una falla de tipo cuña mediante el método de equilibrio límite.

En el cuadro Nº 9 se resumen los resultados del factor de seguridad obtenido de ambos estribos, de los que se puede concluir que de todas las formaciones de cuñas ninguna fallará, ya que todas tienen un F.S mayor a la unidad.

4.5.6 Análisis de estabilidad de taludes del área de deslizamiento

El análisis de estabilidad se realizó utilizando el programa PCTAB L5 de la Universidad de Pardwe E.E.U.U. y el método Simplificado de Bishop (1954), adecuado para el caso en cuestión.

<u>Identificación del modelo geológico y mecanismo del movimiento</u>

El área bajo estudio, tiene forma triangular, de 500 a 600 m de base y aproximadamente 500 m de distancia desde el borde inferior hasta la corona de arranque del deslizamiento. Los niveles de la base a la corona corresponden a las cotas 3,450 y 3,750 msnm aproximadamente.

La superficie de la zona deslizada se estima en 22.5 Ha, los espesores mínimo y máximo varían entre 50 a 130 m, cuyo volumen total alcanzaría unos 20`000,000 m3, de los cuales unos 5´000,000 m3 quedarían bajo el nivel NAMO la misma que según los

diseños coincide con el nivel 3,250 msnm.

A la luz de las investigaciones geognósticas y los levantamientos geológicos de superficie, la masa detrítica que ocupa el área en cuestión, por su litología se caracteriza por presentar una mezcla desordenada de bloques heterométricos y angulosos de caliza gris oscura (40 – 50%). En relación a las escarpas de deslizamiento observadas en superficie, la proyección del plano de deslizamiento al interior de la masa deslizada no es clara, al interior de las galerías rehabilitadas no se identificó ningún plano de deslizamiento que armonice con la orientación del supuesto plano de deslizamiento.

Tamaño promedio de 20 – 40 cm, excepcionalmente mayores de 1.5 m. Se observa también algunos bloques de arenisca, travertino y caliza gris clara (10 – 20%). Los fragmentos rocosos con relleno de finos arcillo limosos de tonalidades rojizas a marrón claros, de propiedades plásticas en estado húmedo. El depósito en conjunto presenta estructura masiva, densa. En superficie presentan escarpas de falla con saltos de 5 a 10 m. los planos de escarpa tienen los siguientes elementos de orientación: N 30º O – 70º SO.

En el cuerpo central del deslizamiento aproximadamente en la cota 3560 msnm ocurre un afloramiento con Q= 2.5 l/min. El nivel freático se estima aproximadamente entre las cotas 3410 a 3420 msnm.

Los estudios geofísicos practicados mediante el empleo de sísmica de refracción y reflexión, así como los sondajes eléctricos verticales, han identificado hasta tres (03) zonas diferentes por su composición litológica y compacidad; las zonas más superficiales presentan mayor contenido de finos y son menos compactos; mientras que las zonas más profundas están constituidas principalmente por bloques rocosos y son más compactos; mientras que las zonas más profundas están constituidas principalmente por bloques rocosos y son más compactos.

El basamento rocoso está conformado principalmente por roca caliza de la Formación Condorsinga (Ji-c) y parcialmente por una intercalación de areniscas, argilitas, conglomerados y calizas de la Formación Casapalca (ksTi-c).

El mecanismo de movimiento o generación de la masa inestable se identifica como de tipo complejo correspondiendo a derrumbe de rocas y deslizamiento al mismo tiempo, coincidiendo con la interpretación de Megard (1980)34.

Dicho deslizamiento habría ocurrido con una antigüedad mayor a los 10,000 años, probablemente en varios episodios secuenciales, pero que en la actualidad se muestra estable, así lo demuestra la ausencia de rajaduras y/o falta de movimientos al interior de las galerías excavadas hace más de 25 años.

Las grietas o aberturas observadas al interior de las galerías y que ocupan una posición generalmente en contra pendiente con ángulos entre 55 a 80º y transversal al eje de las galerías, tal característica refuerza el mecanismo de deslizamiento por volteo por o menos en las cercanías del macizo rocoso, mientras que los agrietamientos en la misma masa, que generan movimientos horizontales y esfuerzos principales de extensión, por lo tanto tales grietas, en contra pendiente al talud, son de tracción.

Las condiciones de estabilidad del área en cuestión, fueron analizadas considerando las

siguientes condiciones para :

Talud con desembalse rápido sin sismo, el factor de seguridad estático es de Fs= 0.81. Las superficies de falla ocurren por el pie de talud y son de tipo superficial – local.

Talud con obras de estabilización con desembalse rápido sin sismo, previamente se propone trabajos de estabilización mediante trabajos de corte en la parte superior de la masa deslizada y preparación de una berma. La berma de estabilización de pie del talud, necesario para estabilizar y anular una falla por el pie del talud corresponde a un dique de material de enrocamiento de 20 m de ancho de corona en el nivel 3510 msnm, es decir tendrá aproximadamente 62 m de altura con una pendiente tendida de H: 3 y V: 1.

El corte del talud con pendiente de 60º permitirá el retiro del material deslizado las que será trasladado a los prismas de apoyo de la presa.

El factor de seguridad de talud estabilizado sin sismo y desembalse rápido resulta igual a Fs= 1.63.

Talud con obras de estabilización con reservorio lleno y con sismo severo equivalente a un coeficiente sísmico de C= 0.20g y que representa una aceleración máxima entre 0.30 y 0.35 g es de Fs= 1.04.

CAPITULO V: EVALUACION DE LAS CONDICIONES GEOLOGICO-GEOTECNICAS DE LAS ALTERNATIVAS DE REGULACION AREA DE LAS LAGUNAS

5.1 GENERALIDADES

La mayoría de las lagunas se encuentran sobre los 4,000 msnm en el flanco oriental de la Cordillera Occidental, cerca de la divisoria de las aguas.

El acceso a la mayoría de las lagunas se realizó aprovechando trochas carrozables que se hallan en regular estado de conservación, permitiendo el acceso hasta las cercanías de cada una de ellas, en casos excepcionales se utilizó acémilas.

Con oportunidad del tratamiento de cada una de las lagunas se detallan las facilidades en condiciones de accesos existentes, los estudios geológicos fueron realizados en las lagunas Chicchicocha, Incacocha y Quiullacocha, siendo postergadas las investigaciones geotécnicas, consignándose para ellas información geológica cualitativa.

5.2 LAGUNA CHICCHICOCHA

5.2.1 Ubicación

Esta laguna actualmente está regulada mediante una presa de materiales de construcción locales.

La laguna se identifica mediante las siguientes coordenadas UTM N= 8`654,151, E= 435,524 (acorde a la hoja Nº 25-I-SE, Cachi, 1:25,000) siendo la cota promedio de 4,500 msnm.

La laguna es de forma alargada, que se ensancha hacia el dique y se adelgaza hacia la cola, tiene un área del espejo de agua de 25,8 km2.

La ladera ubicada en el extremo Noreste de la laguna es agreste, con pendientes variables de 5º hasta 10º, caracterizado por un relieve de suave a moderado.

5.2.2 Vía de acceso

La accesibilidad desde la ciudad de Huancayo es la siguiente:

Huancayo – Chupaca – San José de Quero – Laguna Cuncancocha – Laguna Incacocha, que están unidos por una carretera afirmada siendo la distancia de 73 km, de esta última laguna parte hacia el dique de la laguna una trocha carrozable de unos 4 km; totalizando una distancia de 77 km.

5.2.3 Condiciones geológicas generales del área de embalse

Las rocas basamento en la laguna Chicchicocha, están constituídos por calizas grises de estratos delgados con concreciones que alternan con margas y areniscas de color gris blanquecino de la formación Celendín (Ks – ce).

La laguna esta emplazada geológicamente, en eje de un sinclinal, su rumbo promedio es de N50º a 60º, constituído por calizas de formación Celendín (Ks – ce), que suprayace a la formación Jumasha que aflora en el lado Noreste de la laguna.

Los afloramientos rocosos de la formación Celendín, Jumasha y Chulec Pariatambo) ubicados en el lado Noreste tienen un rumbo promedio N 50º W y buzamientos variable de 20º a 25º, con un fuerte fracturamiento, las calizas de estas formaciones, presentan en superficie ligera descomposición en las fisuras, por lo que se puede considerar como roca moderadamente alterada.

Los afloramientos rocosos de las capas rojas, ubicados en el lado Suroccidental de la laguna están constituídos por horizontes de conglomerados, limolitas y areniscas, que corresponden a la formación Casapalca (Ksti-c), las cuales se presentan estructuralmente proyectados hacia la base de la laguna, geotécnicamente se pueden considerar como rocas moderadamente resistentes, estando su producto de meteorización en proceso de transformación a suelos especialmente de los horizontes de areniscas y limolitas, que tienen una coloración rojiza en superficie, constituyendo suelos limo-arcilloso.

En toda el área de la laguna y especialmente hacia la zona del dique los depósitos morrénicos tienen espesores que superan los 10 metros.

5.2.4 Estanqueidad y estabilidad del vaso

La posición estructural de las calizas de la formación Celendín y capas rojas de la formación Casapalca (sinclinal), son apropiados para el entrampamiento de la masa de agua de la laguna.

Las calizas de la formación Celendín no presentan carstificación, característica apropiado para evitar la infiltración, estas presentan meteorización moderada, se asume que en profundidad se encuentra mejor conservados; que favorece la impermeabilidad.

La formación Casapalca (Ksti-c), que está constituído por horizontes de limolitas y areniscas de grano fino, hacen que esta unidad estratigráfica también sea favorable para evitar la infiltración.

Los depósitos morrénicos conformados por arcillas y limos hacen que las fracturas en las rocas calcáreas y areniscas se encuentren rellenadas por el material fino situación que limitará posibles infiltraciones a mayores profundidades.

Los procesos geodinámicos como deslizamientos de suelos y/o desprendimiento de bloques de roca en los alrededores de la laguna, no existen.

5.2.5 Condiciones geológicas de la zona del dique

Los estribos están apoyados en depósitos morrénicos con espesores de 10 m, las morrenas en el área del dique están constituidas por suelos de grava-arcillosa con algunos bolones de hasta 5 pulgadas de diámetro, ambas laderas donde se ubican tienen pendientes bajos de 2º a 4º. El basamento rocoso debe encontrarse a profundidad considerable.

No se ha observado en los alrededores del dique y en las laderas donde se encuentran los estribos procesos erosivos, que pueden afectar su estabilidad.

El estribo derecho de la presa tiene una longitud de aproximadamente 350 m. y en está se encuentra el vertedero con una longitud de 60 m. en épocas de lluvia; esta estructura vierte agua con sedimentos acarreados de la laguna, y son depositados parcialmente

aguas abajo sin alterar ni erosionar la superficie del suelo.

5.3 LAGUNA INCACOCHA

5.3.1 Ubicación

El dique de la laguna tiene coordenadas UTM, N= 8`654,692, E= 431,834 (acorde a la hoja Nº 25 L – J – SE – Cachi; escala 1: 25,000), siendo la cota promedio del espejo de agua de 4,525 msnm.

La laguna es de forma aproximadamente circular, con un área promedio de 4.3 km2.

Transversalmente y longitudinalmente las laderas de la laguna se caracterizan por presentar relieves suaves a moderados que varían aproximadamente de 5º a 10º.

En el extremo Oeste de la laguna existe un promontorio que forma una topografía elevada con pendientes subverticales.

5.3.2 Vía de acceso

La accesibilidad desde la ciudad de Huancayo es la siguiente:

Huancayo Chupaca – San José de Quero – Laguna Cuncancocha y laguna Incacocha, cuenta con una carretera afirmada, siendo la distancia de 73 km.

5.3.3 Condiciones geológicas generales del área del embalse

En la base de la laguna Incacocha, el basamento rocoso está constituido por horizontes conglomerados, limolitas y areniscas de la formación Casapalca (Ksti-c).

Las rocas de la formación Casapalca geotécnicamente se pueden considerar moderadamente resistentes, sus horizontes de limolitas, areniscas se alteran fácilmente.

En el extremo Oeste de la laguna afloran rocas dioritas color verde claro, de textura granular s halla poco fracturada, esta intrusión ha deformado ligeramente los estratos de la formación Casapalca.

La laguna está emplazada en un sinclinal cuyo eje se extiende con rumbo promedio de N50º. La roca basamento está constituida por las capas rojas de la formación Casapalca.

5.3.4 Estanqueidad y estabilidad del vaso

La posición de las capas rojas de la formación Casapalca, favorecen la estanqueidad del vaso.

Los horizontes de las capas rojas, como limolitas, areniscas de gano fino se caracterizan como un basamento rocoso impermeable y favorable para la estanqueidad.

Los sedimentos finos, por efecto de erosión y meteorización de las capas rojas, conforman cobertura de suelos, se encuentran rellenando los espacios vacíos o fracturas de la roca.

Alrededor de la laguna no existe indicios de ocurrencias de posibles procesos geodinámicos que puedan amenazar la seguridad y estabilidad de la laguna.

5.3.5 Condiciones geológicas de la zona del dique

El dique natural de la laguna, tiene un ancho de 4 a 5 metros y una altura de 2 metros; está emplazada en material morrénico.

Los depósitos están constituidos por gravas arcillosas, en ambos flancos del dique.

Actualmente en el dique existe una alcantarilla, de una longitud de 4 a 5 metros y aproximadamente 2m de altura.

Los estribos, presentan relieve suave a moderado, cubierto por vegetación.

5.4 LAGUNA QUIULLACOCHA

5.4.1 Ubicación

La boquilla de la laguna tiene coordenadas UTM aproximadas N= 8`639,770, E= 445,029 (acorde a la hoja Nº 25 – L – II – NE, Ruspacuru, escala 1: 25,000) siendo la cota promedio del nivel de agua de 4,500 msnm.

Tomando como referencia el plano geológico a una escala 1/100000 del cuadrángulo de Yauyos y las características del relieve circundantes a este lugar la laguna es de forma alargada con un área de 10.5 km2.

5.4.2 Vía de acceso

A esta laguna no se accedió por la obstrucción de la trocha carrozable en las cercanías del poblado de Santo Domingo de Cachi. Sin embargo; la accesibilidad y la distancia se ha tomado por información de los lugareños y de la carta topográfica a escala 1:25,000 teniendo el acceso se sigue:

De Huancayo vía Chupaca – Yanacancha – Santo Domingo de Cachi una distancia de 81 km y de este poblado existe una trocha carrozable de unos 8 km, totalizando una distancia de 89 km aproximadamente.

5.4.3 Condiciones geológica generales

Se ha tomado como referencia la información geológica del cuadrángulo de Yauyos, realizado por el INGEMMET, para la descripción e interpretación de las condiciones geológicas del área de la laguna de Quiullacocha. Además se hizo uso de fotografías aéreas para la interpretación de las condiciones geológicas.

En la base de la laguna Quiullacocha, el basamento rocoso está conformado por dos formaciones geológicas.

Una tercera parte de la laguna, ubicada en la parte sur, está constituida de calizas con intercalación de margas y areniscas calcáreas de la formación Chulec – Pariatambo (Ki-chp).

La parte Norte de la laguna está constituida por areniscas cuarzosas de color blanco con intercalación de lutitas grises y horizonte volcánico de tipo andesítico, denominado grupo Goyllarisquizga (Ki-g).

Las calizas de la formación Chulec – Pariatambo, superficialmente presenta ligera

desintegración en los horizontes de margas y areniscas.

Las areniscas cuarzosas del grupo goyllarisquizga, están fracturadas.

En el plano geológico, en los alrededores de la laguna, especialmente en las cercanías de la boquilla, están constituidos por bofedales.

5.4.4 Estanqueidad y Estabilidad del Vaso

La probabilidad de filtración puede ocurrir en la formación Chulec – Pariatambo porque la posición estructural de los estratos es de N30º - 40ºD, con buzamientos variables de 25º a 30º. Las fugas o infiltraciones que pueden ocurrir es por el contacto entre los estratos o posibles conductos cársticos que puede presentar la caliza.

El grupo Goyllarisquizga, que tiene la misma posición estructural de las calizas, tiene menor posibilidad de favorecer a procesos de infiltración en la base de la laguna, porque esta secuencia tiene horizontes de lutitas de características impermeables y es favorable para la estanqueidad del vaso.

Las laderas del vaso no presentan indicios de procesos geodinámicos externos de significado para el proyecto, los taludes que contienen material cuaternario son estables.

5.4.5 Condiciones Geológicas de la zona del dique

La zona del dique está constituida por depósitos morrénicos compuesto por gravas arcillosas, con presencia de bofedales.

El basamento rocoso debe encontrarse a profundidad mayor de 10 metros.

Los taludes de los estribos y áreas circundantes son estables.

CAPITULO VI: MATERIALES DE CONSTRUCCION

6.1 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN LA ALTERNATIVA ACHIPAMPA

En áreas adyacentes al eje de presa existen áreas de préstamo de materiales de construcción locales.

De las proximidades de las localidades de Cachi y Yanacancha, distantes aproximadamente 10 km, se puede obtener material arcillo-limoso para núcleo impermeable.

De los depósitos aluviales del fondo del valle, adyacentes al eje de presa, se puede obtener materiales para agregados de concreto, filtro y rip-rap.

La granulometría, predominantemente gruesa, de cantos mayores a las 3" (60%), obligará al uso de una planta chancadora.

Para la obtención de materiales para enrocado se recomienda explotar mediante voladura los macizos rocosos volcánicos ampliamente expuestos en ambos flancos del valle, cercanos al área de embalse.

Para la explotación de las áreas de préstamo de finos y cantera de enrocado se debe prever la construcción de vías de acceso auxiliares (algunos kilómetros) a partir de la vía de acceso principal.

6.2 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN LA ALTERNATIVA YANACOCHA

6.2.1 Material Impermeable

Para esta alternativa se ha considerado la cantera La Colpa, por su cercanía al eje de presa (2km); el suelo que predomina en estas canteras es arcilla (CL) plásticas, con 16 a 25 % de arena, descartando las áreas de arcillas muy plásticas, (LL= 30 – 45%, IP= 10 – 30%).

El material impermeable de esta cantera es regular, para ser usado como núcleo e la presa por tener baja resistencia al corte en estado compacto y saturado, es impermeable en estado compactado.

Se debe bajar la plasticidad para no tener problemas de dispersividad, haciendo una mezcla con material gravoso (cantera Yanacocha), 70% de material arcilloso y 30% de material gravoso, con la cual se mejora la resistencia al corte y se baja la plasticidad.

Tiene una sección probada de 1 km por 300m y una potencia de 4m.; una sección probable de 1 km por 350 m y una potencia de 6 m, teniendo un volumen disponible de 2`100,000m3.

6.2.2 Materiales de agregados para concreto

Para esta alternativa se ha considerado la cantera Yanacocha por su cercanía del eje de la presa. Tiene una sección promedio de 63 ha con una altura probada de 3.0m y

probable de 5 – 6 m, obteniendo un volumen total probado de 1`890,000 m3 y probable de 3`150,000 m3.

La disponibilidad de estos materiales en la Cantera de Yanacocha es:

Material para volumen probado	
Grava	328,500 m3
Arena	604,800 m3
Material para chancar de 4" a 1"	774,900 m3
Material para volumen probable	
Grava	547,500 m3
Arena	1`008,000 m3
Material para chancar de 4" a 1"	1`291,500 m3

En cuanto al agregado fino de esta cantera, la gradación indica que es una arena gruesa y en consecuencia se debe efectuar un trabajo complementario para obtener arena arena de menor diámetro, esto por medio de una chancadora.

6.2.3 Material para enrocado

Para esta alternativa se han ubicado dos canteras:

6.2.3.1 Cantera de Roca CR-Y-01

Se encuentra en la ladera derecha del valle del río Cunas y aguas abajo del área de represamiento; tiene las siguientes coordenadas:

N = 8674900

E = 450390

Encontrándose a una altitud máxima de 3700 msnm y mínima de 3600 msnm, de pendientes moderadas que van de 25 a 35º, se encuentra distante 1 a 1.5 km del eje de presa, constituidos por rocas calizas areniscosas que presenta características físico-mecánicas aceptables y con reservas ilimitadas, dichas características se hallan detalladas en el cuadro Nº 10.

6.2.3.2 Cantera de Roca CR-Y-02

Se ubica en el flanco derecho del valle Cunas, cerca de la hacienda Colpa, distante aproximadamente a 3.0 km del eje de presa, encontrándosele en las siguientes coordenadas UTM:

N = 8673200

E = 449.250

Se presenta a una altitud máxima de 3600 msnm y altitud mínima de 3550 msnm, y de pendientes moderadas que están entre 20 – 25º , esta ladera esta constituida principalmente por rocas volcánicas (intercalación de andesitas y brechas tobáceas), las características físico-mecánicas de las andesitas son apropiadas para este tipo de obras, mientras que las brechas tobáceas son inapropiadas por su fuerte alteración, esta cantera tiene un volumen mayor a 281,250 m3 con reservas ilimitadas, las

características físico – mecánicas se resumen en el cuadro Nº 11.

6.3 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN EL ÁREA DE LAS LAGUNAS

6.3.1 Materiales de construcción en la laguna Chicchicocha

Anteriormente (1982) los materiales de construcción para cuerpo de presa y los diques laterales, fueron utilizados de los depósitos morrénicos (grava-arcillosa-limosa). Estos materiales se encuentran en las inmediaciones dl estribo izquierdo y derecho.

Materiales para el enrocado, se encuentran aproximadamente a 5km. , de la laguna, en el lado oeste de la laguna Incacocha, están constituidos por rocas dioritas de textura granular, se hallan duras, poco fracturadas, ligeramente meteorizadas. Estos materiales en los años anteriores fueron utilizados en la construcción de la presa de Chichicocha.

Para materiales de agregados no se ubicó posibles áreas de préstamo en las inmediaciones de presa, es necesario explorar en las quebradas más próximas o aguas debajo de la presa.

6.3.2 Materiales de construcción en la laguna Incacocha

Por la pequeña dimensión del dique es recomendable construir una presa de concreto, los materiales rocosos requeridos se encuentran en la cantera ubicada a un kilómetro de la laguna Incacocha. Esta corteza está constituida por dioritas de textura granular; se halla poco fracturado y ligeramente meteorizado. Material para agregados no se encuentran cerca al dique, sin embargo el material morrénico, por el contenido de gravas se puede utilizar previo lavado de los finos.

6.3.3 Materiales de construcción en la laguna Quiullacocha

En la zona no se ha podido ubicar/identificar los materiales de construcción, sin embargo, de acuerdo al plano geológico hay abundante material de construcción en las morrenas ubicadas cerca de dique.

CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 LITOESTRATIGRAFIA

En el ámbito del área del proyecto afloran preponderantemente calizas con intercalaciones de margas, lutitas y areniscas correspondientes a las formaciones Condorsinga, Goyllarisquizga, Chulec – Pariatambo, entre otras, cuyas edades abarcan del Mesozoico al Terciario. En las laderas y fondo de los valles se tiene depósitos cuaternarios, propagados irregularmente, de diferente edad y génesis.

7.2 ESTRUCUTURAS GEOLÓGICAS

Las formaciones sedimentarias están plegadas formando anticlinales y sinclinales cuya dirección de eje de plegamiento es NO – SE, es decir; los estratos generalmente, tienen rumbo transversal a los principales valles.

Estructuras tectónicas tales como fallas son escasa. Las principales fallas tienen orientación aproximadamente NO – SE, mientras las secundarias son transversales a las primeras. Las fallas son estables y no se encuentra evidencias de fallas activas.

7.3 CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS

En el ámbito de las subcuencas estudiadas, existe un régimen hidrogeológico complejo, debido a que al interior de las subcuencas existe una redistribución de la escorrentía.

El valle de Cunas presenta un régimen hidrogeológico colgado, por lo que para el análisis de las condiciones hidrogeológicas de las alternativas Yanacocha y Achipampa, además de las investigaciones básicas se requiere de la elaboración de un modelo hidrogeológico numérico.

7.4 RIESGOS GEOLÓGICOS

En el ámbito del área del proyecto, no fueron identificados riesgos inminentes de ocurrencia de fenómenos geodinámicos de significado catastrófico. En algunos casos puntuales, fueron identificadas áreas inestables cuyo impacto alcanza sólo determinadas alternativas.

7.5 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Fueron identificadas áreas de préstamo para agregados de concreto en sitios adyacentes a las alternativas, en volúmenes suficientes, pero que requerirán su procesamiento en una planta chancadora. También existen materiales fino, pero de alta plasticidad que es necesario mezclar con agregados del área para obtener los materiales más adecuados.

7.6 CONCLUSIONES ACHIPAMPA

A priori las condiciones geologico-geotécnicas, y especialmente las hidrogeológicas de la alternativa Achipampa, parecen muy semejantes a los de la alternativa Yanacocha;

sin embargo, los estudios realizados al presente fueron suficientes para encontrar las diferencias entre ellas y resaltar las bondades de la alternativa achipampa.

En principio la cubeta del área de embalse, de la alternativa bajo evaluación, está íntegramente labrada en macizos rocosos volcánicos de propiedades permeables.

Los macizos rocosos de ambos estribos del eje de presa se muestran muy estables sin perturbación de deslizamientos.

Las condiciones hidrogeológicas se evalúan como favorables debido a que las filtraciones subterráneas desde el embalse serán impedidas por las buenas características de las rocas volcánicas, y porque cercana al eje de pera aflora una franja de areniscas lutáceas del grupo Goyllarisquizga (Ki-g) que actuarán como barrera impermeable

Por las razones antes señaladas, las condiciones geológico-geotécnicas de la alternativa Achipampa se evalúan satisfactoriamente.

7.7 CONCLUSIONES YANACOCHA

Las condiciones geológicas de la alternativa Yanacocha, especialmente referidas a la zona de presa, se presentan bastante complejas y poco favorables, debido a la presencia de la masa deslizada ubicada en el flanco izquierdo adyacente al eje de presa, y por el gran espesor de los depósitos cuaternarios que ocupan el fondo del valle, que consiste de una sucesión de horizontes gravosos y capas limo-arcillosas-orgánicas de hasta 80 m de espesor.

Las condiciones hidrogeológicas en eje de presa son anómalas. Existe un nivel freático colgado coincidente con el nivel de las aguas del río y el nivel freático base situado a 35-40 m por debajo de la superficie del fondo del valle, cuya gradiente resulta negativa hacia los flancos del valle.

Las condiciones geológico-geotécnicas identificadas por los estudios previos, resultaron marcadamente disímiles con los identificados con las investigaciones verificatorias del presente estudio, donde los estudios previos (1975-1980) habían interpretado que la máxima profundidad de la superficie del basamento rocoso se encontraba a los 35 – 40 m, cuando en realidad se encontró cerca de los 80 m. Las características del suelo de fundación tales como la sucesión de capas gravosas, intercaladas con capas de suelo limo-arcilloso ligeramente orgánico, tampoco habían sido detallados.

Para el área del embalse fueron identificados dos problemas principales, las condiciones de estanqueidad o peligro de filtración de aguas desde el embalse y el problema de estabilidad de los materiales detríticos correspondientes a un antiguo deslizamiento ubicado en el flanco derecho del embalse, adyacente al eje de la presa.

El aspecto de estanqueidad del embalse fue analizado siguiendo el método de modelación numérica hidrogeológica cuyos resultados concluyen que la alternativa Yanacocha es factible si se consideran estructuras de regulación no mayores a los 70 m; sin embargo, aún en tales casos sería inevitable la filtración de las aguas, especialmente por el flanco izquierdo del valle, pero que dichos caudales no superarían el 2% del volumen de las aguas reguladas, cantidad que se considera tolerable.

Para la alternativa Yanacocha se dispone de áreas de préstamo y canteras con volúmenes suficientes de materiales impermeables, agregados para concreto, relleno, enrocado, etc.

En relación al cuerpo deslizado, las observaciones geológicas, los resultados de las investigaciones geognósticas y los resultados de los análisis de estabilidad identifican que el cuerpo detrítico identificado como deslizamiento Auquilluyo, en condiciones naturales actuales, resulta estable; sin embargo para las condiciones de operación resultan inestables.

Para atenuar el impacto de las condiciones inestables antes referidas, hacia las obras de regulación, se recomienda estabilizar el talud natural mediante obras de corte y remoción de gran parte de la masa deslizada, especialmente de los depósitos ubicados en niveles superiores.

La morfología del valle bastante extendido en la base y taludes, y la necesidad de efectuar considerables excavaciones en cimentación de la presa y talud izquierdo, orientan a la adopción del diseño de la presa de tierra, cuya distribución de las obras conexas debe ser asumida teniendo en cuenta las características geológico-geotécnicas identificadas.

La morfología y condiciones geológicas que caracterizan el sector de la presa favorecen la ubicación de las estructuras de desvío, descarga de fondo y aliviadero por el margen o estribo derecho del valle.

PROYECTO DE IRRIGACION CUNAS

INDICE

CAPITULO I: INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES
1.2 ANTECEDENTES
1.3 OBJETIVOS Y ALCANCES
1.4 METODOLOGIA DEL ESTUDIO

CAPITULO II: ASPECTOS GEOLÓGICOS

2.1 MARCO GEOLÓGICO REGIONAL
2.2 GEOMORFOLOGÍA
2.3 GEODINÁMICA EXTERNA - RIESGOS GEOLOGICOS
2.4 ESTRATIGRAFIA
2.4.1 Formación Chambara (Trs-ch)
2.4.2 Formación Condorsinga (Ji-c)
2.4.3 Grupo Goyllarisquizga (Ki-g)
2.4.4 Formación Chulec – Pariatambo (Ki – chp)
2.4.5 Formación Casapalca (Ksp – c)
2.4.6 Depósitos Cuaternarios
2.4.6.1 Depósitos aluviales (Q – al)
2.4.6.2 Depósitos deluviales (QIV-dl)
2.4.6.3 Depósitos Proluviales (QIV-pl)
2.4.6.4 Depósitos coluviales (Qiv-cl)
2.4.6.5 Depósitos glaciares (QIII-gl)
2.4.6.6 Depósitos fluvio glaciares (QIII-fgl)
2.4.6.7 Depósitos de deslizamiento (QIII-ds)
2.5 ASPECTOS ESTRUCTURALES
2.5.1 Pliegues
2.5.2 Fallas
2.6 HIDROGEOLOGÍA

CAPITULO III: EVALUACION DE LAS CONDICIONES GEOLOGICO – GEOTECNICAS DE LA ALTERNATIVA ACHIPAMPA

3.1 UBICACIÓN Y ACCESO

3.2 CONDICIONES GEOLÓGICAS Y DE SEGURIDAD DEL ÁREA DE EMBALSE

3.3 CONDICIONES GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS DEL ÁREA DE PRESA

3.4 INTERDERENCIA CON OBRAS EXISTENTES

3.5 RECOMENDACIÓN PARA EL DISEÑO DE PRESA

CAPITULO IV: EVALUACION DE LAS CONDICIONES GEOLOGICO – GEOTECNICAS DE LA ALTERNATIVA YANACOCHA

4.1 UBICACIÓN Y ACCESO

4.2 CONDICIONES GEOLÓGICAS Y DE SEGURIDAD DEL ÁREA DE EMBALSE

4.3 DESLIZAMIENTO AUQUILLUYO

4.3.1 Condiciones geológicas

4.3.1.1 Roca basamento

4.3.1.2 Depósitos cuaternarios

4.3.1 Condiciones Hidrogeológicas

4.4 CONDICIONES GEOLÓGICAS DEL ÁREA DE PRESA

4.4.1 Generalidades

4.4.2 Condiciones Geológicas del Estribo Izquierdo

4.4.3 Condiciones Geológicas del estribo Derecho

4.4.4 Condiciones Geológicas en la base del valle

4.4.5 Aspectos Estructurales

4.4.6 Condiciones Hidrogeológicas

4.5 CONDICIONES GEOMECÁNICAS

4.5.1 Generalidades

4.5.2 Propiedades físico-mecánicas de la roca intacta

4.5.3 Propiedades físico-mecánicas del macizo rocoso

4.5.4 Propiedades físico-mecánicas de los depósitos cuaternarios

4.5.5 Análisis de estabilidad de taludes en los estribos de la presa

4.5.6 Análisis de estabilidad de taludes del área de deslizamiento

CAPITULO V: EVALUACION DE LAS CONDICIONES GEOLOGICO-GEOTECNICAS DE LAS ALTERNATIVAS DE REGULACION AREA DE LAS LAGUNAS

5.1 GENERALIDADES

5.2 LAGUNA CHICCHICOCHA

5.2.1 Ubicación

5.2.2 Vía de acceso

5.2.3 Condiciones geológicas generales del área de embalse

5.2.4 Estanqueidad y estabilidad del vaso

5.2.5 Condiciones geológicas de la zona del dique

5.3 LAGUNA INCACOCHA

5.3.1 Ubicación

5.3.2 Vía de acceso

5.3.3 Condiciones geológicas generales del área del embalse

5.3.4 Estanqueidad y estabilidad del vaso

5.3.5 Condiciones geológicas de la zona del dique

5.5 LAGUNA QUIULLACOCHA

5.5.1 Ubicación

5.5.2 Vía de acceso

5.5.3 Condiciones geológica generales

5.5.4 Estanqueidad y Estabilidad del Vaso

5.5.5 Condiciones Geológicas de la zona del dique

CAPITULO VI: MATERIALES DE CONSTRUCCION

6.1 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN LA ALTERNATIVA ACHIPAMPA

6.2 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN LA ALTERNATIVA YANACOCHA

6.2.1 Material Impermeable

6.2.2 Materiales de agregados para concreto

6.2.3 Material para enrocado

6.2.3.1 Cantera de Roca CR-Y-01

6.2.3.2 Cantera de Roca CR-Y-02

6.3 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EN EL ÁREA DE LAS LAGUNAS

6.3.1 Materiales de construcción en la laguna Chicchicocha

6.3.2 Materiales de construcción en la laguna Incacocha

6.3.3 Materiales de construcción en la laguna Quiullacocha

CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES