

## 5.8 Evaluación Ambiental Inicial

El estudio de la Evaluación Inicial del Impacto Ambiental (EIIA, Ficha Ambiental) fue conducido durante la quinta investigación de campo en mayo de 2001. De acuerdo con los resultados de la investigación, no se anticipa ningún impacto serio por la implementación de este proyecto de micro central hidroeléctrica. Los impactos ambientales esperados del proyecto son resumidos en la tabla a continuación. La gente del lugar recibirá no solamente electrificación rural sino también los siguientes beneficios socio-económicos en el área meta.

- promover la agricultura irrigada con sistemas de bombeo de agua y la industria quesera de modo de generar ingresos efectivos,
- proporcionar a la gente del lugar servicios públicos mas convenientes incluyendo educación y salud publica en instalaciones publicas, y
- mejorar la seguridad y el orden nocturno para la vida rural.

Se prevé un cambio en la situación hidrológica como impacto moderado debido a la disminución del volumen de agua del Río Machariapu, Apolo así como ligeros impactos en la flora en el área limitada a la orilla del río. La organización de la implementación del proyecto y la operación y mantenimiento deben monitorear la condición natural alrededor del lugar del proyecto durante la etapa de construcción y la operación.

Matriz IMA para el Proyecto de la Pequeña Central Hidroeléctrica, La Paz

	Item	Evaluación	Observaciones
Social Environment	1 Nivel poblacion	-	
	2 Actividades Economicas	?	Se promovera la agricultura irrigada con sistemas de bombeo de agua y la industria lechera
	3 Servicios Publicos y Transporte	?	Servicios publicos incluyendo escuelas y hospitales seran conectados al servicio electrico.
	4 Division de comunidades	-	
	5 Preservacion cultural	-	
	6 Desastres de agua/Desastres publicos	-	
	7 Condicion de la salud publica	?	Abastecimiento de agua limpia mediante sistemas de bombeo.
	8 Pesca	-	
	9 Ruido	?	La iluminacion mejorara la seguridad nocturna para la vida en el campo.
Natural Environment	10 Topografia y erosion	?	La Topografia cambiara minimamente en el lugar del proyecto.
	11 Erosion del suelo	-	
	12 Agua subteranea	-	
	13 Situacion hidrologica	?	El volumen del agua del rio descendera.
	14 Zona costera	-	
	15 Flora y fauna	?	Algunas plantas seran influenciadas en el area limitada a la orilla del rio.
	16 Clima	-	
	17 Paisaje	-	
Pollution	18 Contaminacion del aire	-	
	19 Contaminacion del Agua	-	
	20 Contaminacion del Suelo	-	
	21 Ruido y vibracion	?	Habra ruido durante la etapa de construccion.
	22 Asentamiento del terreno	-	
	23 Otros desastres	-	

Nota: ? = Impacto positivo, - = Impacto insignificante, ? = Impacto Menor, ? = Impacto Moderado, ? = Impacto Serio, ? = No es claro  
 Este estudio EIIA fue implementado por un consultor en medio ambiente registrado en el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación en Mayo, 2001.  
 El informe del estudio de esta matriz de impacto del medio ambiente fue enviado al Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación a través del VMEH

Source: BCA Study Team



## CAPÍTULO 6 ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD PROYECTO DE MICRO CENTRAL HIDROELECTRICA EN ORURO

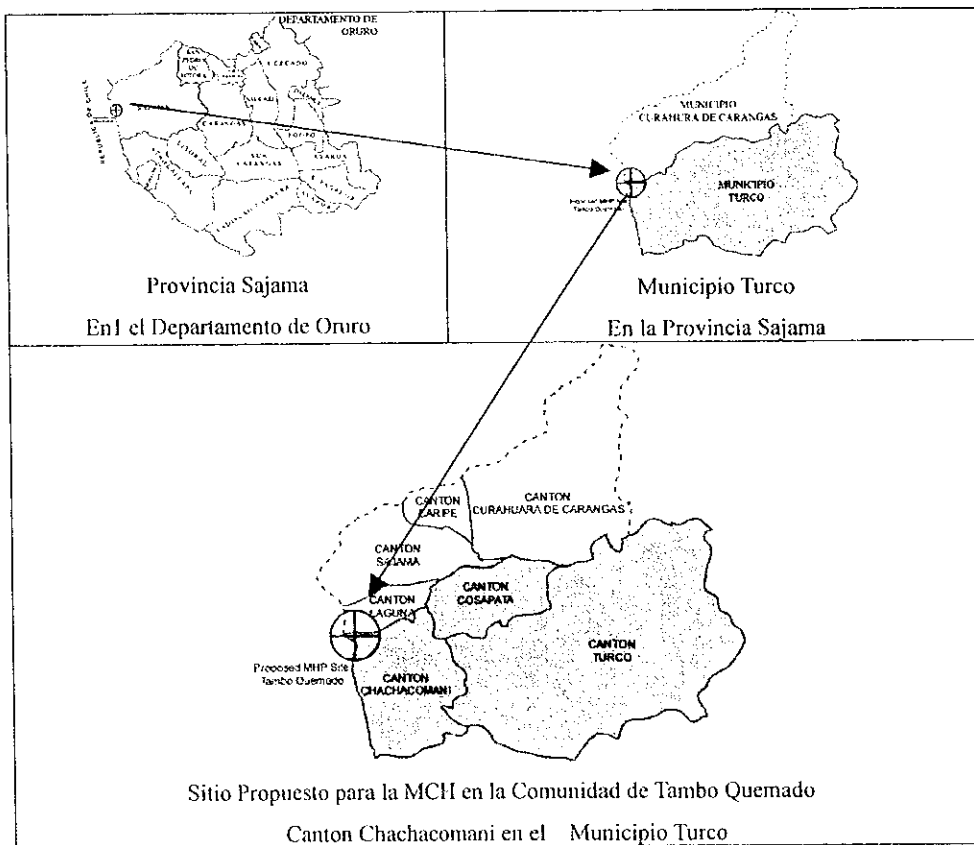
### 6.1 Ubicación, Topografía, Geología e Hidrología

#### 6.1.1 Ubicación y Topografía

##### (1) Ubicación

El sitio propuesto, Tambo Quemado se encuentra a 200 Km. al oeste de la ciudad de Oruro, y alrededor de 5 horas de distancia por vehículo.

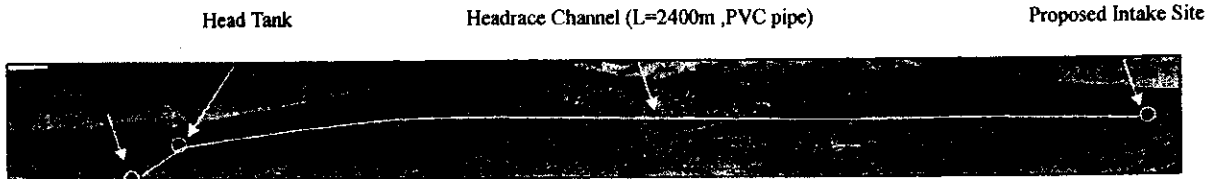
Tambo Quemado se encuentra en la municipalidad de Turco, provincia Sajama del Departamento de Oruro. La municipalidad de Turco tiene tres (3) cantones, Turco, Cosapata y Chachacomani. El poblado de Tambo Quemado es el área objetivo para la recepción de electricidad con la MCH propuesta. El mapa administrativo de Tambo Quemado, incluyendo la ubicación del proyecto se presenta a continuación.



Mapa de ubicación del Proyecto de MCH en Tambo Quemado

## (2) Topografía

El sitio propuesto, Tambo Quemado se encuentra a una latitud de 18° 17' Sur, y una longitud de 69° 02' Oeste, en la zona del Parque Nacional Sajama. El Parque Nacional Sajama incluye la montaña nevada Sajama (elevación 6,542 m.s.n.m.) La elevación de la toma propuesta es de cerca de 4,500 m.s.n.m.



Vista del sitio Propuesto para la Micro Central Hidroeléctrica en el Río Tambo Quemado  
(Chachacomani/Turco/Sajama/Oruro)

### 6.1.2 Geología

El estudio de campo fue llevado a cabo en Septiembre, 2000 y Enero 2001. La geología del sitio propuesto para la toma consiste de arena aluvial volcánica y turba. El mapa geológico se presenta en la Figura 6.1



Sitio de Toma Propuesto para la Micro Central Hidroeléctrica (Sajama/Oruro)

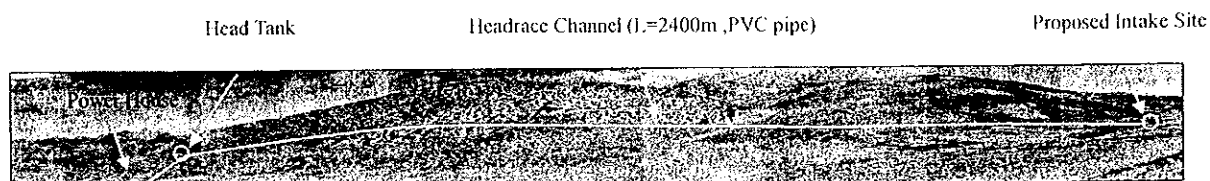
### 6.1.3 Hidrología

#### (1) Temperatura

De acuerdo a información meteorológica registrada en Sajama desde 1960 a 1990, el promedio más alto de temperatura fue registrado a 6.8 °C en noviembre, mientras que la temperatura más baja fue de 1.9 °C en junio.

## (2) Topografía

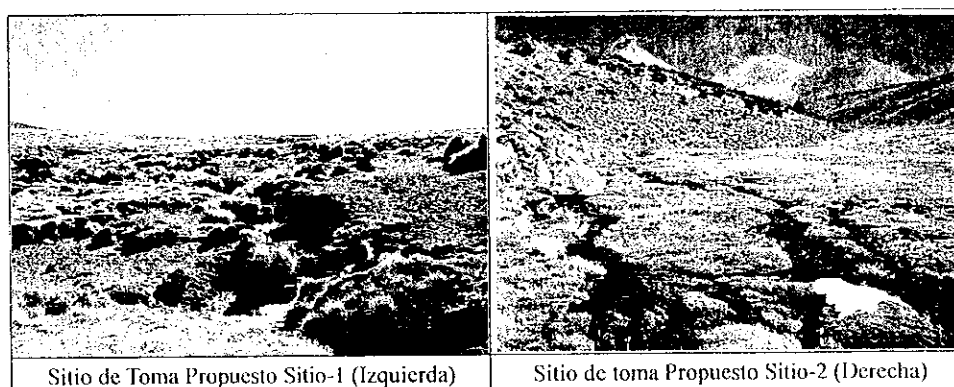
El sitio propuesto, Tambo Quemado se encuentra a una latitud de 18° 17' Sur, y una longitud de 69° 02' Oeste, en la zona del Parque Nacional Sajama. El Parque Nacional Sajama incluye la montaña nevada Sajama (elevación 6,542 m.s.n.m.) La elevación de la toma propuesta es de cerca de 4,500 m.s.n.m.



Vista del sitio Propuesto para la Micro Central Hidroeléctrica en el Río Tambo Quemado  
(Chachacomani/Turco/Sajama/Oruro)

### 6.1.2 Geología

El estudio de campo fue llevado a cabo en Septiembre, 2000 y Enero 2001. La geología del sitio propuesto para la toma consiste de arena aluvial volcánica y turba. El mapa geológico se presenta en la Figura 6.1



Sitio de Toma Propuesto para la Micro Central Hidroeléctrica (Sajama/Oruro)

### 6.1.3 Hidrología

#### (1) Temperatura

De acuerdo a información meteorológica registrada en Sajama desde 1960 a 1990, el promedio más alto de temperatura fue registrado a 6.8 °C en noviembre, mientras que la temperatura más baja fue de 1.9 °C en junio.

## (2) Precipitación

De acuerdo a información del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), el promedio de precipitación anual es de 327 mm. Cerca del 97% de la precipitación anual se concentra en el periodo de octubre a marzo, mientras que el restante 3% en el periodo abril-septiembre. El récord más alto de precipitación es de 108 mm. que se observaron en enero, mientras que no hubo precipitación de junio a agosto. La estación meteorológica en Sajama dejó de funcionar después de 1990.

### Promedio Mensual de Precipitación en Sajama (30 años)

Estación : Sajama      Altitud : 4,220 m      Periodo : 1960 - 90  
 Latitud : 18 08 S      Longitud : 68 59 W

	Unidad	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
<b>Precipitación</b>	mm	108	80	49	2	1	0	0	0	1	9	20	57	327
<b>T (mean)</b>	°C	5.3	5.3	4.9	3.7	2.5	1.9	2.7	3.0	4.6	5.4	6.8	6.0	4.3
<b>Hum. Rel</b>	%	53	53	52	50	50	47	43	43	43	43	47	48	47.7
<b>V viento</b>	m/s	2.8	2.8	2.8	2.8	3.2	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.2	3.2	3.2

Fuente: SENAMHI and "Plan de Manejo del Parque Nacional Sajama", Estudio de Hidrología, Informe Final, Jorge Molina Carpio, La Paz, 17 Junio 1996.

## (3) Flujo del Río

Se instaló una regla de medición en el Río Jaruma durante el primer estudio de campo en noviembre de 1999. El nivel del agua fue medido hasta octubre del 2000.

Los resultados de la medida de caudal del Río Jaruma y del Río Tambo Quemado se resumen en la siguiente tabla.

Departamento	Provincia	Municipalidad	Cantón
Oruro	Sajama	Turco	Chachacomani

Nombre del Río	Fecha (Día/Mes/Año)	Obs. Q (m <sup>3</sup> /s)	Nivel del Río (m)
Río Jaruma Estación de Medición (C.A. = 19.5 km <sup>2</sup> )	1999/9/9	0.04	N.D.
	1999/11/6	0.06	0.08
	2000/1/30	0.07	0.10
	2000/6/10	0.03	0.08
	2000/9/9	0.01	0.05
	2001/1/20	0.07	0.09
Río Tambo Quemado Sitio Propuesto MCH (C.A. = 15.2 km <sup>2</sup> )	2000/6/9	0.07	N.D.
	2000/9/9	0.06	N.D.
	2001/1/20	0.09	0.23

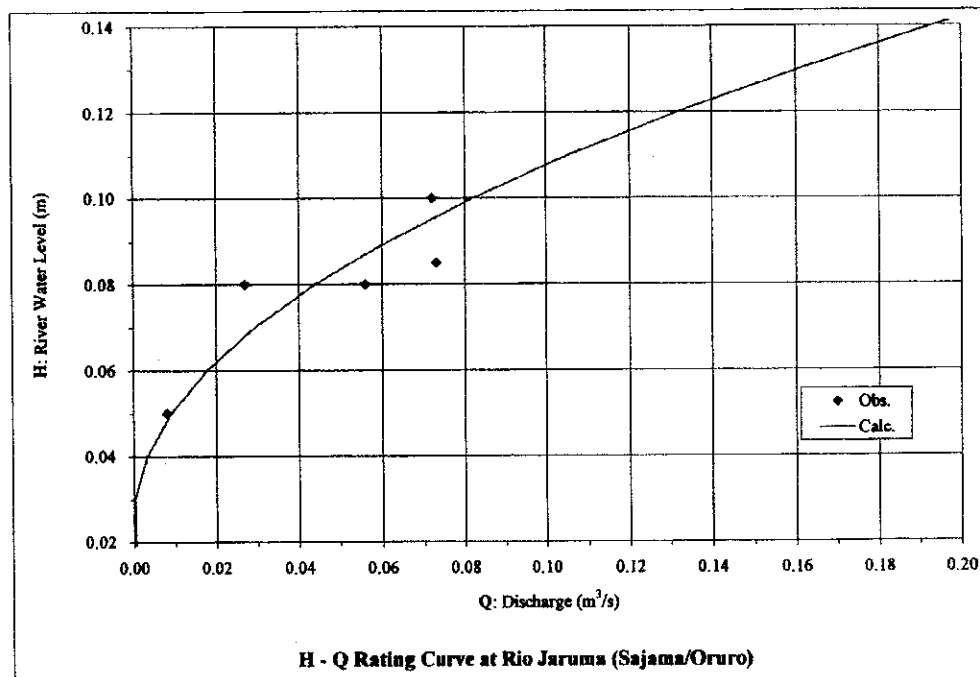
Fuente: JICA Study Team

Nota: "N.D." no disponible debido a que la regla de medición no estaba instalada.

Obs.Q: Caudal observado, Q: caudal, Nivel del Río: Nivel del agua del río

Los datos de descarga observados en el Río Jaruma y Río Tambo Quemado no son suficientes en la evaluación por las condiciones hidrológicas. Por consiguiente, era necesario llevar a cabo mediciones continuas del nivel de agua y del caudal para las dos estaciones de medición.

Basados en la información recogida, la curva H-Q (Curva de la relación del Nivel del Agua y Caudal) fue estimada en la estación de medición del Río Jaruma como se puede ver a continuación.



Durante el tercer estudio de campo fue finalmente seleccionado el sitio para la micro central hidroeléctrica en el Río Tambo Quemado. Siendo que la medición diaria del nivel de agua para Tambo Quemado no estaba disponible, el caudal del río fue estimado usando la información recopilada para el Río Jaruma.

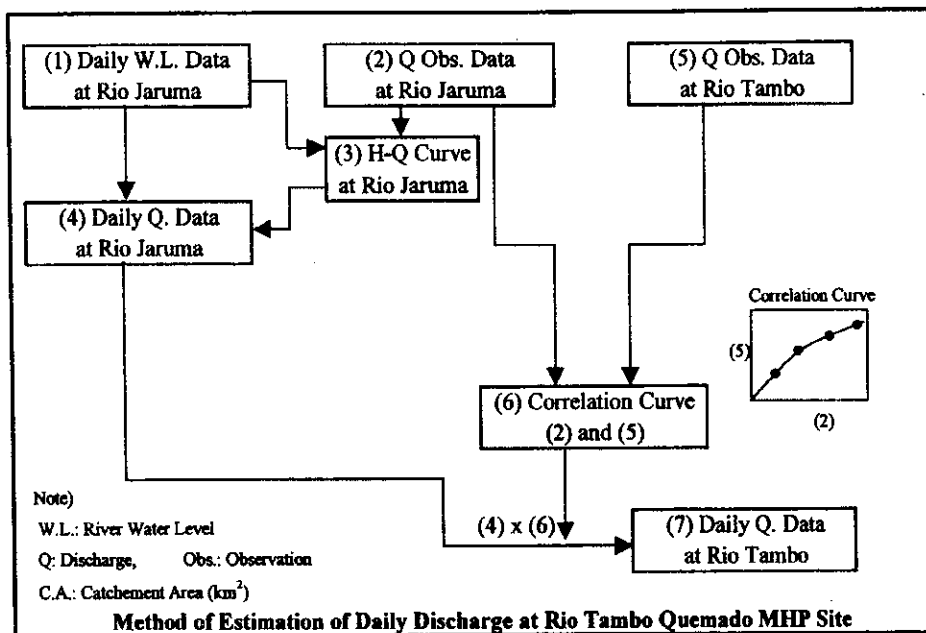
La áreas de cuenca de los dos ríos fue medida con los siguientes resultados.

A.C. Estación de Medición del Río Jaruma : 19.5 km<sup>2</sup>

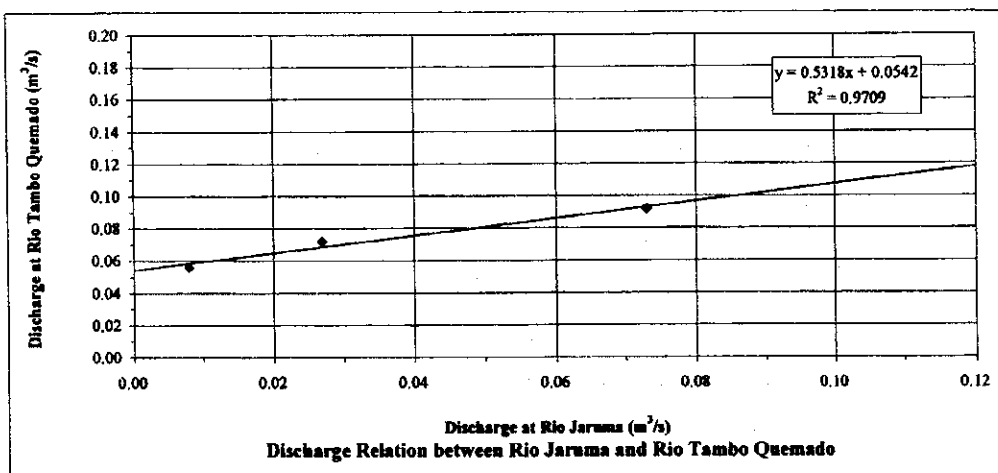
A.C. Sitio de Toma para la MCH del Río Tambo Quemado : 15.2 km<sup>2</sup>

La ubicación de las cuencas de captación se muestra en la Figura 6.2.

El caudal del Río Jaruma es menor que el del Río Tambo Quemado a pesar que el área de captación del Río Jaruma es mayor que del Río Tambo Quemado. Por lo tanto, la valoración de la caudal diaria del Río Tambo Quemado se hizo usando la siguiente correlación.

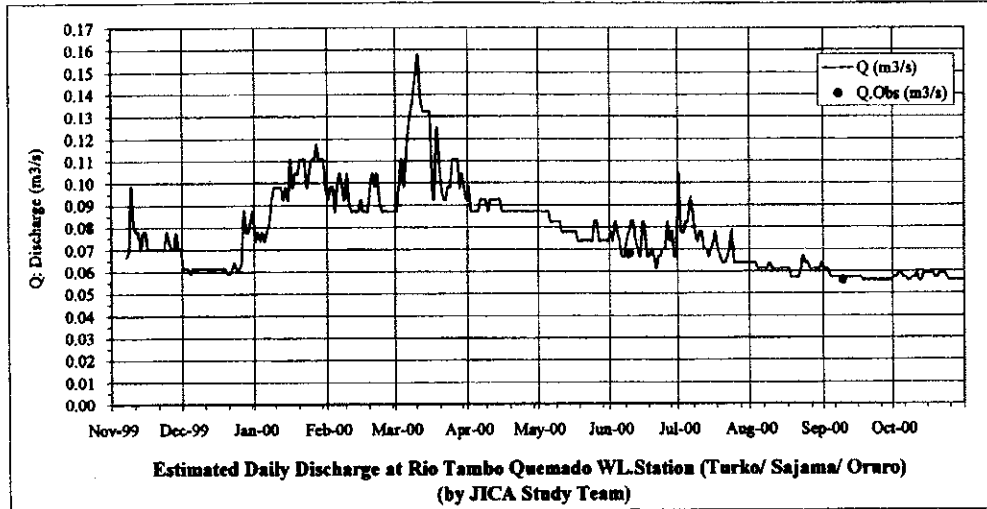


La correlación entre el caudal observado en el Río Jaruma y el Río Tambo Quemado se muestra a continuación.

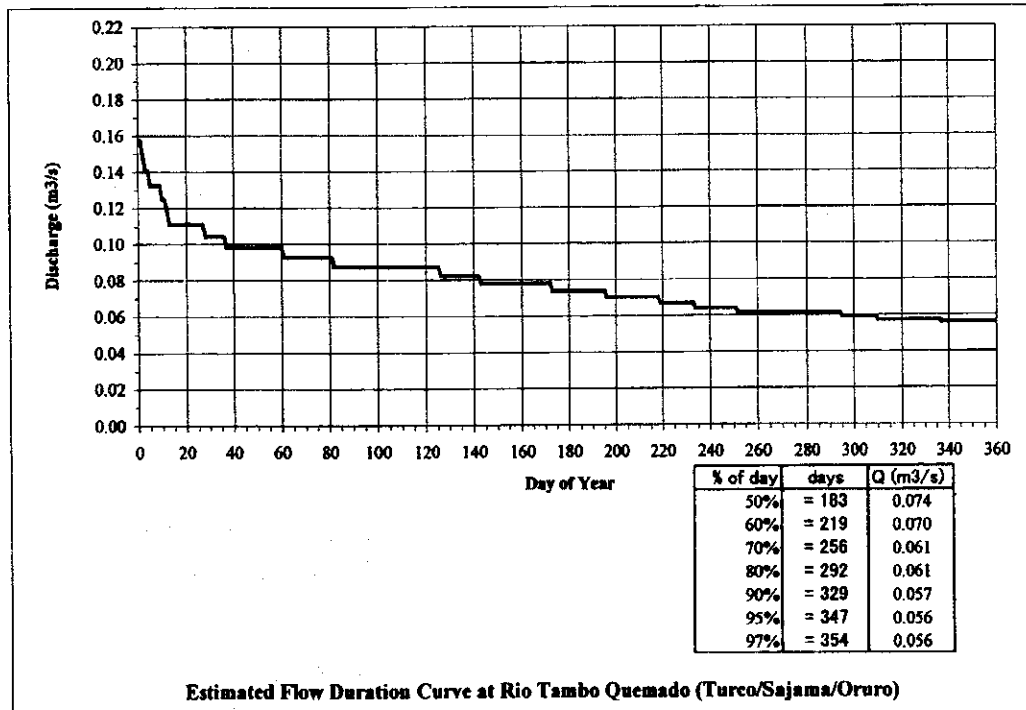




Usando esta correlación, se estimó el caudal diario del Río Tambo Quemado como se muestra a continuación.



La curva de duración de caudal del Río Tambo Quemado fue preparada como se puede ver más abajo.



## **6.2 Condiciones Socioeconómicas y Demanda de Electricidad**

### **6.2.1 Condiciones Socioeconómicas**

La información básica de las condiciones socio económicas se recolectó entre junio – septiembre del 2000. Los temas considerados en el estudio socio económico fueron los siguientes.

- Ubicación y acceso
- Número de viviendas y población
- Fuentes económicas importantes
- Infraestructura económica
- Infraestructura social

#### **(1) Población**

De acuerdo al Censo Nacional del año 1992, la población y el número de viviendas en la municipalidad de Turco fue de 3,799 y 1,159 respectivamente. La población de Turco para el año 2000, se estimó en 3,716 habitantes por el INE.

Tambo Quemado, es una pequeña comunidad ubicada en la municipalidad de Turco. Existen cerca de 55 viviendas en el pueblo (45 viviendas + 10 oficinas/viviendas). Suponiendo que el tamaño de una familia por vivienda es de 3.3 habitantes se estimó una población de cerca de 235 habitantes (150 + 90 en viviendas/oficinas) en el año 2000.

#### **(2) Economía local**

El servicio de aduana es la actividad económica mas importante en Tambo Quemado, que se encuentra ubicada en la frontera con Chile.

La crianza de ganado en los extensos pastizales es otra actividad económica. El promedio de ingreso por vivienda se estipula en Bs. 600 (cerca de US\$100).

Tambo Quemado actualmente recibe el suministro de agua potable de un arroyo que se encuentra a dos (2) kilómetros del pueblo. La comunidad opera y administra el sistema de provisión de agua.

### **(3) Electricidad**

Existe la provisión de electricidad mediante un generador a diesel con una capacidad instalada de 112 kW. La línea de distribución se extiende a lo largo de las calles principales del pueblo, suministrando electricidad de 17-18 horas al día de 7:30 AM a 1:30 AM. La Compañía "FRONTERA" inició el suministro eléctrico el año 1997. Los principales usuarios del servicio eléctrico son compañías privadas y oficinas gubernamentales.

La tarifa alcanza un promedio mensual de Bs. 25 por vivienda.

#### **6.2.2 Demanda de Electricidad**

##### **(1) Area objetivo y método de estimación**

Puesto que el potencial hidráulico de Tambo Quemado es muy limitado, el área objetivo de recibir electricidad queda limitado al pueblo de Tambo Quemado. La metodología y proceso para estimar la demanda de electricidad es como sigue.

- 1) estimación de la demanda de electricidad actual en Tambo Quemado
- 2) proyección futura de población/vivienda y negocios para el año 2005
- 3) proyección futura de la demanda de electricidad para el año 2005

##### **(2) Demanda de electricidad**

Basados en la información socio económica recopilada en Tambo Quemado, el consumo de electricidad por usuario se estimó considerando la estructura de demanda por hora. Para la estimación de la demanda, los usuarios fueron clasificados en dos grupos, es decir demanda doméstica y demanda no doméstica. Siendo la demanda doméstica la que corresponde al uso residencial.

Tomando el número de viviendas y negocios establecidos actualmente, la demanda diaria de electricidad fue estimada en 135 kWh, con una demanda pico de energía de 42 kW. Los detalles de este cálculo se presentan en las Tablas 6.1 a 6.2.

Para estimar la demanda futura de electricidad se hizo una proyección de viviendas, el establecimiento de nuevos negocios y establecimientos públicos, tomando en

cuenta la tendencia de desarrollo actual de Tambo Quemado. El año 2005, el número de viviendas suponemos se incrementará de 55 a 69, mientras que los negocios, industria y establecimientos públicos tendrá un incremento de 21 a 37.

Basados en estos datos, la demanda futura de electricidad se proyecta como se puede ver en las Tablas 6.3 y 6.4. La demanda estimada de energía el año 2005 es 276 kWh por día con una demanda pico de 62 kW como se puede ver en la tabla siguiente.

Categoría	Presente (02001)		Futuro (2005)	
	Número de VV o establecimientos	Demanda Pico (kW)	Número de VV o establecimientos	Demanda Pico (kW)
Doméstica	55	40.2	69	58.8
Comercial	20	1.6	34	2.8
Industrial	0	0.0	2	0.0
Servicios Públicos	2	0.0	1	0.0
Total	77	41.8	106	61.6

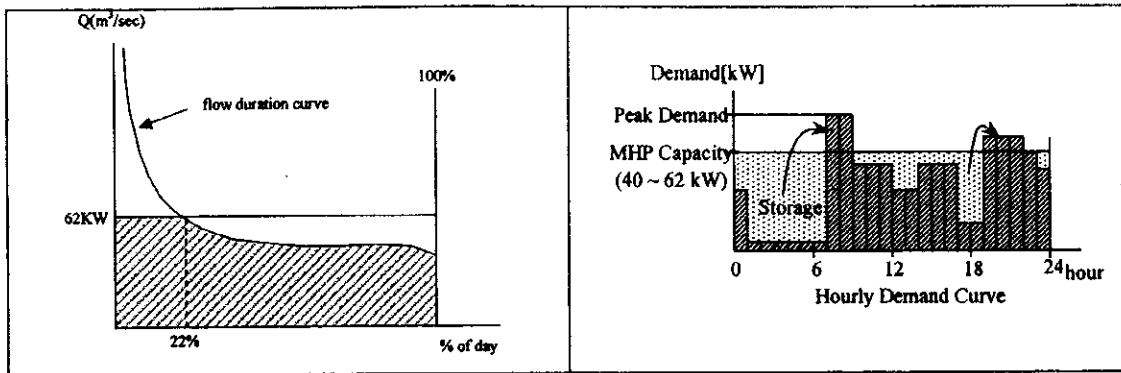
### (3) Curva de Carga Diaria

Basados en la curva de carga diaria actual, la demanda futura de potencia (kW) y energía (kWh) (año 2005) fue estimada como se puede ver en la Figura 6.3.

## 6.3 Formulación del Esquema Optimo de Desarrollo

### 6.3.1 Enfoque del Esquema Optimo de Desarrollo

Como se ha explicado anteriormente, la disponibilidad de agua es limitada en el Río Tambo Quemado. Del análisis hidrológico, la MCH a ser construida garantiza únicamente una cobertura del 22% del día de la demanda pico como se muestra más abajo. Para poder abastecer el restante 78% del día, se requeriría energía adicional ya sea diesel y/o la construcción de una presa de almacenamiento para la MCH.



En este estudio, el desarrollo de planes alternativos fue formulado con el objetivo de alcanzar la demanda requerida, con la restricción de una limitada disponibilidad de agua.

Tomando esto en consideración, los siguientes plantas alternativas fueron formulados para su comparación.

- Caso 1: MCH 40kW ( $Q_{100\%}$ ) mas Diesel (22kW)
- Caso 2: MCH 50kW ( $Q_{54\%}$ ) mas Diesel (22kW)
- Caso 3: MCH 50kW ( $Q_{54\%}$ ) con presa de almacenaje mas Diesel (12kW)
- Caso 4: MCH 62kW ( $Q_{22\%}$ ) mas Diesel (25kW)
- Caso 5: MCH 62kW ( $Q_{22\%}$ ) con presa de almacenaje (No Diesel)

### 6.3.2 Selección de la Alternativa Optima

Para la selección del esquema óptimo del proyecto, se estimó costo y beneficio para los cinco planes alternativos. Valores de Tasa Interna de Retorno y Valores Actuales fueron calculados para los cinco planes.

#### (1) Estimación de costo preliminar

El costo del proyecto incluye 1) costo de inversión en generación, 2) costo de líneas de distribución y transmisión y 3) costos de operación y mantenimiento.

##### a) Costo de inversión en generación

El costo de la construcción incluye las obras civiles, obras electro-mecánicas y los costos correspondientes a su instalación. Estos costos se estimaron preliminarmente

sobre la base de trabajos usando los nomógrafos de optimización en Japoneses<sup>\*1</sup> y costos de Bolivia al presente.

b) Costo de líneas de distribución y transmisión

La longitud de las líneas de transmisión fue determinada basada en el mapa de ruta de las líneas de transmisión. La línea de distribución no se consideró, puesto que ya existe en Tambo quemado. Los detalles de los costos estimados de construcción se presentan en la Tabla 6.5.

c) Costo por O&M

Los costos de operación y mantenimiento fueron estimados sobre la base de los costos de construcción.

Detalles del costo estimado del proyecto, incluyendo los costos de construcción y operación y mantenimiento se presentan en la Tabla 6.6 y como se resume a continuación.

**Costo del Proyecto para Alternativas de la MCH de Tambo Quemado**

	(US\$)				
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
Obras Civiles / Mecánicas / Eléctricas (MCH)	142,900	151,100	158,700	171,400	185,600
Obras Civiles / Mecánicas / Eléctricas (Diesel)	20,827	20,827	13,327	23,077	0
Línea de Transmisión	21,800	21,800	21,800	21,800	21,800
<b>Inversión Total</b>	<b>185,527</b>	<b>193,727</b>	<b>193,827</b>	<b>216,277</b>	<b>207,400</b>
O&M anual	<b>18,583</b>	<b>18,051</b>	<b>17,523</b>	<b>18,002</b>	<b>1,703</b>

**(2) Beneficio**

El beneficio fue estimado del ahorro del costo de generación por diesel e incluye los siguientes componentes.

- a) Costo de Inversión
- b) Costo del combustible para generación (kWh)

\*1: Standard for Cost Estimation of Hydro Electric Power Development Plan and Optimization Study, Agency of Natural Resources and Energy, Ministry of International Trade and Industry Japan (1994)

c) Costos de operación y mantenimiento.

Los beneficios fueron estimados para los diferentes casos como se resume a continuación. Los detalles se presentan en la Tabla 6.7.

**Beneficio del Proyecto (en base a los costos de generación a Diesel)  
de las Alternativas para la MCH de Tambo Quemado**

(US\$)

	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
Obras Civiles / mecánicas / Eléctricas (Diesel)	50,827	50,827	50,827	50,827	50,827
Costo de Construcción (Diesel)	50,827	50,827	50,827	50,827	50,827
O&M por año (Diesel)	35,185	35,185	35,185	35,185	35,185

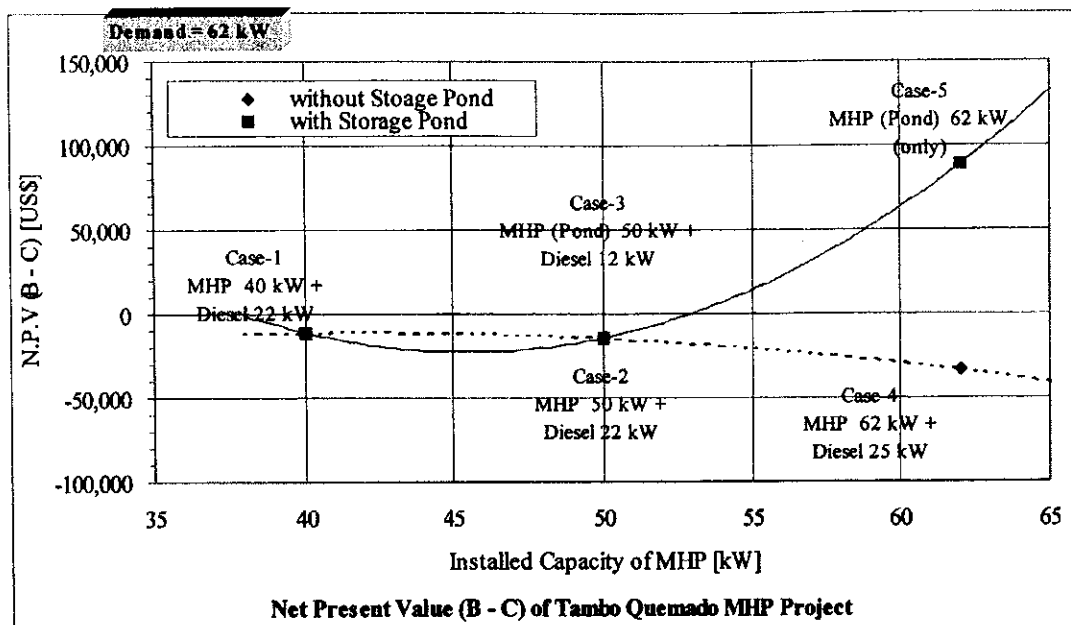
**(3) Selección de la alternativa optima**

Los resultados de la valoración económica del Proyecto MCH para Tambo Quemado se muestran en la Tabla 6.8 y se resumen a continuación. Para la estimación del Valor Actual Neto (B-C) se aplicó una tasa de descuento del 10%.

Caso No.	Caso 1	Caso 2	Caso 3 Con presa de almacenaje	Caso 4	Caso 5 Con presa de almacenaje
P (kW) MCH	40 kW	50 kW	50 kW	62 kW	62 kW
P (kW) Diesel	22 kW	22 kW	12 kW	25 kW	0 kW
TIR (%)	9.0%	8.7%	8.7%	7.2%	16.2%
B-C (US\$) *	-10,721	-14,062	-14,250	-32,927	88,408
B/C *	0.964	0.954	0.953	0.898	1.438

\* : con tasa de descuento de 10% por año

La comparación del Valor Actual Neto (B-C) se presenta a continuación.



Los resultados de la comparación indican que una capacidad instalada de 62 kW con una presa de almacenaje (caso 5) sería el óptimo. Considerando el efecto medioambiental negativo del generador a diesel, y teniendo en cuenta un futuro aumento de la demanda, el Caso 5 fue finalmente seleccionado como el plan óptimo a ser desarrollado.

#### 6.4 Diseño Preliminar y Estimación de Costo

El diseño preliminar propuesto para la MCH de Tambo Quemado que preparó el Equipo de Estudio de JICA es como sigue:

##### 6.4.1 Diseño Preliminar

El esquema propuesto y el diseño preliminar del Proyecto MCH de Tambo Quemado es presentado en la Figura 6.4. Los items principales del diseño preliminar son explicados a continuación.

##### (1) Diseño General

El diseño general del Proyecto MCH de Tambo Quemado fue determinada teniendo debida consideración de los siguientes aspectos:

- Area de la Cuenca de captación



- Condición topográfica y geológica de la toma
- Altura de caída
- Longitud de la aducción
- Volumen de excavación y condición de la aducción (canal abierto, trabajando a presión, o tubería de presión o tubería a tirante parcial)

## (2) Características Principales

Las características principales del proyecto se muestran a continuación.

### Características Principales de la Proyecto MCH de Tambo Quemado

Item	Simbología Marca	Unidad	Cantidad	Nota
Area de la Cuenca de captación	C.A.	Km <sup>2</sup>	15.2	
Caudal				
Caudal máximo de la planta	Q <sub>max</sub>	m <sup>3</sup> /s	0.0879	100% confiabilidad del caudal durante de 2hr-duración
Caudal firme de la planta	Q <sub>firm</sub>	m <sup>3</sup> /s	0.0879	
Caudal firme	Q <sub>firm</sub>	m <sup>3</sup> /s	0.056	
Nivel de agua				
Nivel de la Toma de agua	N.W.L	msnm	4,500.80	
Nivel del canal de derivacion de agua	T.W.L	msnm	4,395.00	
Altura				
Altura de caída bruta	H <sub>g</sub>	m	105.80	N.W.L - T.W.L
Altura de caída neta	H <sub>e</sub>	m	99.18	
Capacidad instalada (Potencia)	P	kW	62	Pelton
Generación anual de energía	E	MWh	451	

## (3) Plan del Proyecto

### 1) Canal de Aducción

Tubería de PVC fue planificada para el canal de alimentación. A pesar que el costo de la tubería PVC (Rib-lok) es más alto que un canal de concreto, la tubería PVC fue seleccionada considerando los daños por heladas y por caída de rocas. La tubería PVC es también de fácil instalación y mantenimiento.

- Tipo : tipo empotrado

- Material : tubería PVC (Rib-lok)
- Diámetro interno : 0.4 m (profundidad de agua / altura del tubo < 0.8)
- Longitud : 2,400 m

## 2) Cámara de Carga

El volumen de agua de la cámara de carga fue diseñado para tener la función de regulación además de la provisión del volumen de agua para el funcionamiento de la turbina. El área de la superficie del agua en la cámara de carga se calculó a más de cuarenta veces el caudal de diseño de la planta con el fin de estabilizar el nivel y considerando el efecto de golpe de ariete.

- Tiempo de duración máximo : dos horas
- Volumen de diseño : > 230 m<sup>3</sup>

(porción del estanque regulando)

$$V = (\text{caudal máximo} - \text{caudal firme}) \times 2 \text{ horas} \times 60 \text{ minuto} \times 60 \text{ segundo}$$
$$= (0.0879 - 0.056) \times 2 \times 60 \times 60 = 230 \text{ m}^3$$

- Area de diseño : > 4 m<sup>2</sup> (> 0.0879 x 40, porción del Cámara de Carga)

## 3) Tubería de Presión

Tubería PVC y cañería de acero se seleccionó para el material de la tubería de presión considerado la cantidad de la caudal de la planta y altura neta.

- Tipo : tipo empotrado
- Material : tubería PVC (parte superior) y cañería de acero (parte bajo)
- Diámetro interno : 0.36 m (aplicando el nomógrafo Japonés)  
$$D_m = 0.888 \times Q_{pmax}^{0.370} = 0.36 \text{ m}$$
- Longitud de la tubería : 300 m

#### 4) Casa de Máquinas

El área interna del suelo del generador se diseñó considerando el tamaño de la turbina y del generador y el de algunas instalaciones eléctricas. La altura de la estructura del techo superior para la casa de máquinas se diseñó considerando la posibilidad del reemplazo y mantenimiento de la turbina y del generador. La altura de la sub-estructura de la casa de máquinas fue diseñada considerando los cimientos y la capacidad del canal de restitución.

##### a. Estructura Superior

- Tipo estructural : estructura de marcos de acero
- Tamaño : 5.5 m (ancho) x 6.5 m (longitud) x 4.5 m (alto)

##### b. Estructura Subalterna

- Tipo estructural : masa de concreto
- Tamaño : 5.5 m (ancho) x 6 m (longitud) x 2.2 m (alto)

#### 5) Canal de Derivación

Debido a que la cantidad de volumen de agua que sería eliminada de la turbina es muy pequeña, el cauce del canal de derivación se diseñó como el tipo de sin-protección.

#### (4) Turbina y Generador

Se seleccionó una turbina Pelton tomando en cuenta el caudal máximo de la planta y su altura neta. Puesto que este proyecto no se encuentra integrado a la red nacional, se ha seleccionado un generador sincrónico trifásico de corriente alterna.

#### 6.4.2 Estimación de Costo

##### (1) Condiciones para la Estimación

La estimación del costo se realizó en base a las siguientes suposiciones y condiciones:

- 1) todos los costos fueron estimados al nivel de precios de junio, 2001.

- 2) el equipo y los materiales importados incluyen los impuestos.
- 3) costo de servicios de ingeniería y administración fueron estimados cerca al 10% del costo directo de construcción;
- 4) Tasa de cambio aplicada es de 1US\$ = Bs.6.53.

## (2) Costo total de la Construcción

El costo de construcción estimado del proyecto es de 239,700US\$ como se resume a continuación.

### Costo Estimado de Construcción MCH de Tambo Quemado

Costo Financiero (con impuestos)	(62kW)	Unidad : US\$.
Item	Costo	Nota
<b>1. Trabajos de preparación y Acceso, etc.</b>	<b>2,224</b>	
1.1 Trabajos Preparatorios	1,112	2.*0.01
1.2 Camino de Acceso	0	
1.3 Mitigación del Medio Ambiente	1,112	2.*0.01
<b>2. Obra Civil</b>	<b>111,195</b>	
2.1 Azud (Obra de Toma)	133	
2.2 Boca Toma	113	
2.3 Desarenador	0	
2.4 Canal de Aducción	77,873	PVC
2.5 Cámara de Carga	29,717	
2.6 Tubería de Presión	943	
2.7 Canal del Vertedero	450	
2.8 Casa de Máquinas	1,904	
2.9 Canal de Restitucion	62	
2.10 Salida	0	
<b>3. Trabajos Electricos y Mecánicos</b>	<b>94,626</b>	
3.1 Turbina y Generador	38,700	
3.2 Línea de Transmisión/Distribución	26,056	
3.3 Obras Mecánicos	29,870	
<b>4. Transporte</b>	<b>10,291</b>	(2.+3.)*5%
<b>5.Costo Total Directo</b>	<b>218,356</b>	1.+2.+3.+4.
<b>6. Servicios de Ingeniería y Administración</b>	<b>21,366</b>	6.*9.8%
<b>Costo Total de Construcción</b>	<b>239,700</b>	4.+5.

Los detalles de la estimación se presentan en la Tabla 6.9.

## 6.5 Calendario de Construcción

Asumiendo que el tiempo requerido para el diseño incluyendo el diseño básico es de 4 meses, el periodo requerido para completar el proyecto es cerca de 10 meses, como se puede apreciar en la Figura 6.5.

## **6.6 Propuesta de Implementación y O&M**

Luego de analizar las organizaciones existentes y con el objeto de desarrollar la electrificación rural sostenible para el proyecto de MCH en Tambo Quemado, a siguiente estructura de implementación y sistema de operación y mantenimiento fueron propuestos:

### **6.6.1 Organización**

La Figura 6.6 presenta la organización propuesta para la implementación del proyecto MCH en Tambo Quemado. La Municipalidad de Tambo Quemado esta a cargo de la implementación de la totalidad del proyecto, se contrata a consultores/ONG locales para la instalación del sistema MCH y el entrenamiento de operación y mantenimiento. Se propone el siguiente procedimiento para la implementación:

FPS o FNDR (fuente del financiamiento)

- Evaluar, aprobar y financiar un proyecto presentado por una municipalidad

VMEH (Soporte técnico)

- Guiar al DUF en lo que se refiere al criterio sectorial en el desarrollo de electrificación rural

Municipalidad (Implementación)

- Dar una guía esquemática del proyecto y de las responsabilidades del usuario incluso el pago inicial y cuota mensual para los usuarios locales
- Hacer un acuerdo con el CER/Cooperativa después de recibir el requerimiento del proyecto de electrificación rural
- Preparar el proyecto con el soporte técnico de la prefectura y/o consultores/ONG, y solicitar financiamiento de los fondos
- Seleccionar una empresa que maneje y dirija la implementación completa del proyecto.

Consultore/ONG (supervision de la instalación y capacitacion para operación y mantenimiento)

- Supervisar la instalación del sistema y llevar a cabo capacitación para operación y mantenimiento para los beneficiarios y los asistentes técnicos de CER/cooperativa

#### CER/Cooperativa (beneficiarios)

- Organizar un Comité de Electrificación Rural (CER) o la cooperativa después de recibir la guía esquemática del proyecto y las responsabilidades de los beneficiarios incluso en lo referente al pago inicial y tarifa mensual a través de la municipalidad y/o consultores/ONG
- Solicitar el proyecto de electrificación rural y hacer un acuerdo con la municipalidad
- Proporcionar mano de obra y algunos materiales locales si corresponden en caso de proyectos MCH y de energía eólica
- Recibir el entrenamiento para operación y mantenimiento para los beneficiarios y los asistentes técnicos del CER

#### Prefectura (soporte técnico o implementación)

- Apoyar a las municipalidades en la preparación del proyecto cuando la municipalidad aplica al DUF
- En caso de que un proyecto no sea llevado a cabo a través del DUF, la prefectura será responsable en la aplicación del proyecto con la cooperación del VMEH

### 6.6.2 Sistema de Operación y Mantenimiento

Puesto que ya fue establecido un sistema organizado para la operación y mantenimiento con la cooperación de consultores/ONGs experimentados, se propone un sistema de operación y mantenimiento similar al que ya existe en Tambo Quemado.

Un comité de electrificación (CER)/cooperativa entrenado por una ONG o consultores administrarán el mantenimiento y operación diaria. Los consultores/ONGs llevarán a cabo servicios especiales de mantenimiento a requerimiento del CER/cooperativa. El siguiente sistema fue propuesto para llevar a cabo la operación y mantenimiento por el CER/cooperativa o NGO/consultores.

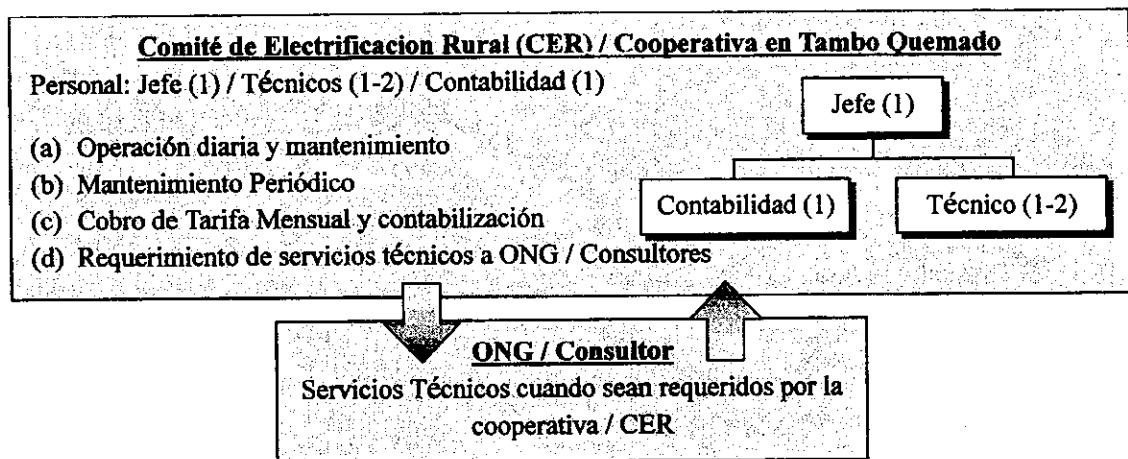
#### a) CER / cooperativa

- ser responsable de la operación diaria y mantenimiento.
- llevar a cabo mantenimiento periódico.

- recolectar tarifa mensual y contabilizarla.
- requerir servicios técnicos de los consultores/ONG

b) ONG / consultores

- Dar servicios técnicos cuando sean requeridos por el CER/cooperativa (bajo un contrato de servicio de mantenimiento)



## **6.7 Evaluación Económica y Financiera**

### **6.7.1 Evaluación Económica**

La viabilidad económica del proyecto de micro central hidroeléctrica de Tambo Quemado es examinada computando la Tasa Interna de Retorno (TIR), la que es calculada sobre la base de los siguientes supuestos.

#### **(1) Supuestos Básicos**

##### **1) Vida útil del Proyecto**

Se asume que la vida útil del proyecto propuesto es de 20 años después del periodo de construcción, tomando en cuenta la vida económica de la turbina/generador y las principales instalaciones del proyecto.

##### **2) Nivel de precios y Escalada de precios**

Todos los costos y beneficios son estimados al nivel de precios de junio 2001. La escalada de precios no es incluida en la evaluación con el fin de derivar el impacto neto de la escalada de la TIR neta.

##### **3) Tasa de Cambio**

Las tasas de cambio aplicadas, son:

$$\text{US\$1} = 120.5 \text{ Yen} = 6.53 \text{ Bolivianos}$$

El análisis es realizado y mostrado en US dólares.

##### **4) Costo Económico**

Los costos económicos son derivados tomando los impuestos domesticos y los subsidios de los costos financieros (Tabla 6.10).

#### **Costo Económico del Proyecto**

Los costos económicos del proyecto son resumidos en la siguiente tabla.



**Costos Económicos del Proyecto de la MCH Tambo Quemado (US\$)**

Trabajos preparatorios & Acceso, etc.	2,000
Obras Civiles	95,800
Turbina/Generador	33,100
Líneas Transmisión / Distribución	21,700
Obras Eléctricas y Mecánicas	25,800
Transporte	8,900
Servicios de Ingeniería y Administración	18,400
Costo Total Construcción	205,700

Fuente: Equipo de Estudio JICA

**Vida Económica del sistema MCH**

La vida económica de las principales instalaciones se estima de la siguiente forma.

**Vida Económica de Equipo Principal**

Turbina/Generador	20 Años
Líneas Transmision/Distribucion	20 Años

Se asume que el valor residual de todo el equipo sea cero dado que será usado hasta el final de su capacidad.

**Costo Económico de la O&M**

Los costos anuales de operación y mantenimiento de las instalaciones del proyecto son estimados de acuerdo al siguiente detalle.

Turbina/Generador:	2% del costo de inversión
Obras Civiles:	0.5% del costo
Líneas Transmision/Distribucion:	2.5% del costo de inversión

**5) Beneficio Económico**

Los beneficios son derivados tomando los impuestos domestico y los subsidios de los costos financieros.

Los costos del sistema alternativo de menor costo, es decir, sistema de generación a potencia de motor a diesel con la capacidad de general la misma cantidad de electricidad como la de la micro central hidroeléctrica, son considerados como el beneficio económico.

### Costos de inversión del Sistema de generación a Diesel

El costo de inversión del sistema alternativo de generación a diesel es estimado de la siguiente forma.

#### **Costo de Inversión del Sistema de Generación a Diesel \***

	Unidad	Costo Unidad (US\$)	Cantidad	Total (US\$)
Capacidad de Generador a Diesel	kW	750	62	46,500
Interruptor automático de transferencia	-	1,910	1	1,910
Caja de Protección	-	917	1	917
Construcción	-	1,500	1	1,500
<b>Total</b>				<b>50,827</b>

Fuente: Equipo de Estudio JICA

\* Dado que el Nuevo generador a diesel, las líneas de distribución y de transmisión fueron instaladas justamente el 2000, los costos iniciales de inversión de estos equipo son excluidos del calculo del beneficio. Únicamente los costos de reemplazo de estos equipos han sido incluidos en el calculo.

### Costo O&M

Los costos anuales de operación y mantenimiento del sistema alternativo de generación a diesel son estimados de la siguiente forma.

Sistema de generación a Diesel: 5% de la inversión  
 Líneas de Transmision/Distribucion: 2.5% de la inversión

### Costo del Diesel Oil

El costo económico del diesel oil en Tambo Quemado es Bs3,28 por litro. Los costos anuales del diesel oil son calculados sobre la base de la generación de energía asumido.

#### **Generación anual de energía y Costo del Diesel Oil**

Generación Energía (kWh / Año)	181,147
Consumo (litro / Año)	65,137
Costo Diesel Oil (US\$ / Año)	32,718

### Vida Económica del equipo del sistema de generación a Diesel

La vida económica de las instalaciones principales es estimada de la siguiente forma.

### Vida Económica del Equipo Principal

Generador a Diesel	10 Años
Interruptor automático de transferencia	10 Años
Caja de protección	10 Años
Construcción	10 Años
Líneas Transmision/Distribucion	20 Años

Se asume espera que el valor residual es cero dado que el equipo será usado hasta el final de su vida económica respectivamente.

## (2) Resultados del análisis Económico

### 1) TIR

La TIR del proyecto de micro central hidroeléctrica de Tambo Quemado sobre las bases de los anteriores supuestos es computada al 16.4% como se ve en la Tablas 6.11 y 6.12, usando el costo económico y la corriente de beneficio que se muestra anteriormente. La tasa indica que el proyecto propuesto es económicamente viable.

### 2) análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad examina la flexibilidad del propuesto proyecto en su viabilidad económica, que se hace bajo supuestos adversos de factores clave. El proyecto de la micro central hidroeléctrica demuestra viabilidad económica aun bajo las condiciones adversas, como sigue.

Caso I	+10% del costo de inversión y -10% costos del combustible diesel	14.6%
Caso II	+20% del costo de inversión y -20% costo del combustible diesel	13.1%

## 6.7.2 Evaluación Financiera

La viabilidad financiera del proyecto de micro central hidroeléctrica de Tambo Quemado es examinada computando la tarifa mínima de energía del sector residencia para cubrir los costos del proyecto.

### (1) Supuestos Básicos

La evaluación financiera de los proyectos propuestos es examinada sobre la base siguiente: Supuestos tales como la vida del proyecto, nivel de precio y escalada,

tasa de cambio, vida económica del equipo y costos de O&M que son los mismos como para el caso de la evaluación económica.

### 1) Costo Financiero del Proyecto

Los costos financieros del proyecto son estimados como se muestra a continuación.

#### Costos Financieros del Proyecto de la MCH de Tambo Quemado (US\$)

Trabajos preparatorios & Acceso, etc.	2,224
Obras Civiles	111,194
Turbina/Generador	38,700
Líneas Transmisión / distribución	26,056
Obras Eléctricas y Mecánicas	29,870
Transporte	10,291
Servicios de Ingeniería y Administración	21,366
<b>Costo Total Construcción</b>	<b>239,700</b>

Fuente: Equipo de Estudio JICA

#### Impuestos a los Productos Locales

IVA (Impuesto al valor agregado): 13% para todas las categorías de productos  
 Impuestos a las transacciones: 3% para todas las categorías de productos

#### Impuestos a los Productos Importados

IVA efectivo: 14.94% para todas las categorías de productos  
 Impuestos s/Importación: 5% (turbina/generador)  
 20%\* (líneas de transmisión/distribución)

\* Tasa ajustada en consideración a los diferentes productos usados para instalar las líneas de distribución

### 2) Demanda de energía

La demanda de energía por sector es resumida en la siguiente tabla.

#### Demanda de Energía (kWh/Año)

	Residencial	No-Residencial	Total
<b>Demanda Total</b>	<b>66,609</b>	<b>114,538</b>	<b>181,147</b>

## (2) Calculo de la Tarifa de energía para cubrir los costos

La tarifa mínima de energía para cubrir los costos es calculada de la siguiente forma. La tarifa de energía del sector no residencial es asumido al 50% mas que la residencial y de uso de oficina.

La tarifa mínima para cubrir todos los costos de inversión y los costos de la O&M es calculada como sigue. La tarifa mínima de energía es calculada analizando la inversión multiplicando el FRC (Factor de Recuperación de Capital) por las respectivas tasas de descuento, agregando el costo anual de O&M, y luego dividiéndola entre la demanda anual de energía..

**Tarifa mínima de energía para cubrir los Costos de inversión y de la O&M (US\$)**

Tasa de Descuento	10%
Residencial por kWh	0.13
Residencial por Mes	3.2

## (3) Resultados del análisis Financiero

La presente, los usuarios residenciales usan del sistema de generación a diesel pagan un promedio de Bs 25, o US\$ 3.83 por el servicio al mes. Dado que se estima que cada usuario residencia del proyecto de la micro central hidroeléctrica de Tambo Quemado usa 300 kWh por año, el pago mensual con la tasa de descuento del 10% para cubrir del costo de inversión y del costo de la O&M seria de US\$ 3.2 (0.13 US\$/kWh x 300 kWh / 12 meses), que es mas baja de la suma que ellos pagan al presente. El proyecto de micro central hidroeléctrica de Tambo Quemado seria financieramente sostenible.

## 6.8 Evaluación Ambiental Inicial

El estudio de la Evaluación Inicial del Impacto Ambiental (EIIA, Ficha Ambiental) fue conducido durante la quinta investigación de campo en mayo de 2001. El proyecto de MCH no hará un serio impacto en/alrededor del sitio del proyecto de acuerdo a los resultados de la investigación. Los impactos medioambientales anticipados se presentan en la siguiente tabla. El proyecto contribuirá con beneficios socio económicos así como con electrificación rural a las comunidades:

- Desarrollo comercial de industria en el área fronteriza entre Bolivia y Chile y la promoción de alojamientos en área rural
- Dar una mejor calidad de servicios públicos para mejorar el ambiente social y bienestar social, y
- Mantener la paz y orden público durante la noche.

Las consideraciones medioambientales, son sin embargo, necesarias para medir o disminuir el impacto al medioambiente natural. Se toma en cuenta el medioambiente natural, especialmente la flora en el área del proyecto debido a que el Río Tambo Quemado tiene el peligro de disminuir el volumen del agua una vez finalizado el proyecto.

Matriz IEE para el proyecto de la MCH en Tambo Quemado, Oruro

	Ítem	Evaluación	Observaciones	
Medioambiente social	1	Repoblación	-	
	2	Actividades Económicas	○	Serán promovidas viviendas comerciales e industriales
	3	Facilidades públicas y tráfico	○	Establecimientos públicos recibirán electricidad incluyendo escuelas y hospitales
	4	División de comunidades	-	
	5	Propiedad cultural	-	
	6	Derechos de agua/derechos con	-	
	7	Condiciones salud pública	○	Se proveera de agua limpia con un sistema de bombeo
	8	Desechos	-	
	9	Peligros	○	La iluminación proveera de mayor seguridad por la noche
M.A. Natural	10	Topografía y geología	-	
	11	Erosión de suelos	-	
	12	Aguas subterráneas	-	
	13	Situación Hidrológica	□	El volumen de agua del río disminuirá
	14	Zona ribereña	-	
	15	Flora y Fauna	△	Musgos influenciarán en un area limitada de la ribera
	16	Clima	-	
Polución	17	Paisaje	△	La línea de transmisión será un obstaculo en la visión del Monte Sajama
	18	Polución del Aire	-	
	19	Polución del Agua	-	
	20	Contaminación de tierras	-	
	21	Ruido y vibración	△	Habrà ruido durante la fase de la construcción
	22	Hundimiento de tierras	-	
	23	Olores desagradables	-	

Notas: ○= Impacto positivo, - = Impacto insignificante, △= Impacto Menor, □= Impacto Moderado, ×= Impacto serio, ?= No esta Not clear

Este estudio de IEE fue implementado por un consultor medioambiental registrado por el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación en mayo, 2001  
Los resultados de este estudio fueron entregados al Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación a través del Vice Ministerio de Energía e Hidrocarburos

Fuente: JICA Study Team

## ***TABLAS***





Tabla 2.1 Observación Meteorológica de la Estación de La Paz (SENAMID)

(1/2)

Code No.	DEPARTMENT LA PAZ								Record
	Station Name	Province	Type	Install	Altitude	Latitude	Longitude	State	
300	Achachicala	Murillo	Pluviometrica	1975	3,700	16 ° 28 '	68 ° 09 '	Bueno	17
301	Achiri	Pacajes	Pluviometrica	1975	3,940	17 ° 13 '	69 ° 00 '	Bueno	17
303	Achumani	Murillo	Pluviometrica	1991	3,200	16 ° 33 '	68 ° 09 '	Bueno	2
305	Alto Seguencoma	Murillo	Pluviometrica	1979	3,640	16 ° 31 '	68 ° 07 '	Bueno	13
306	Alto Lima	Murillo	Pluviometrica	1987	4,070	16 ° 29 '	68 ° 29 '	Bueno	6
308	Alto Achachicala	Murillo	Pluviometrica	1991	3,700	16 ° 28 '	68 ° 09 '	Bueno	2
309	Ancorairmes	Omasayos	Pluviometrica	1975	3,870	15 ° 54 '	68 ° 54 '	Bueno	17
310	Ancoma	Larecaja	Pluviometrica	1969	3,000	15 ° 44 '	68 ° 30 '	Bueno	13
311	Antaquilla	Franz Tamayo	Pluviometrica	1975	4,500	14 ° 52 '	69 ° 18 '	Bueno	17
312	Apolo	Franz Tamayo	Termopluviometrica	1943	1,383	14 ° 43 '	68 ° 31 '	Bueno	47
313	Apolo (AASANA)	Franz Tamayo	Sinoptica	1973	1,383	14 ° 43 '	68 ° 34 '	Bueno	48
314	Araca	Loayza	Pluviometrica	1975	3,580	16 ° 49 '	67 ° 33 '	Bueno	17
315	Asunta	Sud Yungas	Termopluviometrica	1973	600	16 ° 02 '	67 ° 13 '	Bueno	19
318	Ayo Ayo	Aroma	Termopluviometrica	1953	3,880	17 ° 05 '	68 ° 00 '	Bueno	39
319	Batallas	Los Andes	Pluviometrica	1985	3,825	16 ° 25 '	68 ° 29 '	Bueno	7
321	Belen	Omasayos	Climatologica Ordinaria	1949	3,820	16 ° 01 '	68 ° 42 '	Bueno	42
322	Berenguela	Pacajes	Pluviometrica	1976	4,100	17 ° 08 '	69 ° 13 '	Regular	16
323	Bolsa Negra	Sud Yungas	Pluviometrica	1975	3,800	16 ° 33 '	67 ° 48 '	Bueno	17
324	Calamarca	Aroma	Pluviometrica	1958	4,030	16 ° 54 '	68 ° 07 '	Bueno	16
325	Calacoto	Pacajes	Termopluviometrica	1943	3,805	17 ° 17 '	68 ° 38 '	Bueno	39
326	Camata	Munecas	Termopluviometrica	1977	2,250	15 ° 10 '	68 ° 46 '	Bueno	15
327	Carabuco	Camacho	Climatologica Principal	1991	3,815	15 ° 45 '	69 ° 10 '	Bueno	2
329	Caracato	Loayza	Pluviometrica	1975	2,580	17 ° 00 '	67 ° 48 '	Bueno	17
330	Capinata	Inquisivi	Pluviometrica	1976	2,976	17 ° 10 '	66 ° 58 '	Bueno	16
331	Caquiaviri	Pacajes	Termopluviometrica	1976	3,940	17 ° 01 '	68 ° 36 '	Bueno	16
334	Circuata	Inquisivi	Termopluviometrica	1968	2,012	16 ° 38 '	67 ° 15 '	Bueno	23
335	Collana	Aroma	Termopluviometrica	1973	3,940	16 ° 54 '	68 ° 17 '	Bueno	19
338	Conchamarca	Aroma	Pluviometrica	1969	3,950	17 ° 23 '	67 ° 28 '	Bueno	23
340	Copacabana	Manco Kapac	Termopluviometrica	1943	3,850	16 ° 10 '	69 ° 05 '	Bueno	47
340	Copacabana	Manco Kapac	Sinoptica Automatica	1991	3,850	16 ° 10 '	69 ° 05 '	Bueno	1
344	Coromata	Omasayos	Termopluviometrica	1968	1,760	18 ° 19 '	67 ° 36 '	Bueno	9
345	Corpaputo	Omasayos	Pluviometrica	1973	4,080	16 ° 04 '	68 ° 32 '	Bueno	19
350	Chicani	Murillo	Pluviometrica	1977	3,500	16 ° 29 '	68 ° 05 '	Bueno	9
352	Chorocona	Ingavi	Termopluviometrica	1972	2,800	16 ° 58 '	67 ° 12 '	Bueno	20
353	Chuma	Munecas	Pluviometrica	1969	3,000	15 ° 24 '	68 ° 56 '	Bueno	19
354	Chunavi Alto	Los Andes	Pluviometrica	1976	4,000	16 ° 19 '	68 ° 20 '	Bueno	16
355	Chulumani	Sud Yungas	Termopluviometrica	1943	1,740	16 ° 24 '	67 ° 32 '	Bueno	40
356	Chuquiaguillo	Murillo	Pluviometrica	1997	4,000	16 ° 27 '	68 ° 06 '	Bueno	17
358	El Alto (AASANA)	Murillo	Sinoptica	1943	4,071	16 ° 31 '	68 ° 13 '	Bueno	48
358	El Alto	Murillo	Sinoptica Automatica	1975	4,071	16 ° 31 '	68 ° 13 '	Bueno	10
359	El Tejar	Murillo	Pluviometrica	1982	3,700	16 ° 29 '	68 ° 09 '	Bueno	10
361	Guanay	Larecaja	Termopluviometrica	1969	420	15 ° 27 '	67 ° 51 '	Bueno	21
363	Huatajata	Omasayos	Pluviometrica	1946	3,824	16 ° 13 '	68 ° 42 '	Bueno	21
364	Huarina	Omasayos	Termopluviometrica	1991	3,825	16 ° 11 '	68 ° 38 '	Bueno	2
365	Huarina Cota Cota	Omasayos	Climatologica Principal	1973	3,825	16 ° 12 '	68 ° 38 '	Bueno	19
365	Huarina Cota Cota	Omasayos	Sinoptica Automatica	1991	3,825	16 ° 12 '	68 ° 38 '	Bueno	2
368	Huayrocondo	Los Andes	Climatologica Ordinaria	1991	3,840	16 ° 21 '	68 ° 39 '	Bueno	2
369	Hichuota	Los Andes	Termopluviometrica	1974	4,460	16 ° 10 '	68 ° 22 '	Bueno	
370	Italaque	Camacho	Pluviometrica	1967	3,500	15 ° 28 '	69 ° 03 '	Bueno	18
371	Isla del Sol	Manco Kapac	Termopluviometrica	1975	4,000	16 ° 02 '	69 ° 09 '	Bueno	13
372	Inapana	Sud Yungas	Termopluviometrica	1945	1,848	16 ° 26 '	67 ° 29 '	Bueno	35
373	Irpa Chico	Ingavi	Pluviometrica	1975	3,880	16 ° 44 '	68 ° 13 '	Bueno	18
374	Inquisivi	Inquisivi	Pluviometrica	1968	2,900	16 ° 58 '	67 ° 10 '	Bueno	24
382	Luribay	Loayza	Termopluviometrica	1943	2,580	17 ° 04 '	67 ° 40 '	Bueno	24
384	Mecapaca	Murillo	Pluviometrica	1976	2,840	16 ° 40 '	68 ° 01 '	Bueno	19
385	Miguillas	Inquisivi	Pluviometrica	1975	1,100	16 ° 27 '	68 ° 10 '	Bueno	17
386	Mulluni	Murillo	Pluviometrica	1976	4,580	16 ° 19 '	68 ° 09 '	Bueno	13
387	Minachi	Nor Yungas	Termopluviometrica	1983	1,600	16 ° 12 '	67 ° 42 '	Bueno	9
389	Ovejuyo	Murillo	Termopluviometrica	1959	3,580	16 ° 32 '	68 ° 03 '	Bueno	12
391	Panpawasi	Murillo	Pluviometrica	1975	3,600	16 ° 35 '	68 ° 08 '	Bueno	3
393	Patacamaya	Aroma	Climatologica Ordinaria	1973	3,789	17 ° 15 '	67 ° 57 '	Bueno	48
394	Penas	Los Andes	Pluviometrica	1948	3,986	16 ° 14 '	68 ° 30 '	Bueno	44
396	Pimaya	Murillo	Pluviometrica	1975	3,840	16 ° 38 '	67 ° 52 '	Bueno	17
398	Poroma	Loayza	Pluviometrica	1976	3,100	17 ° 10 '	67 ° 32 '	Bueno	16
399	Pucarani	Los Andes	Pluviometrica	1984	4,120	16 ° 24 '	68 ° 29 '	Bueno	8
400	Puchimi	Loayza	Pluviometrica	1969	4,112	17 ° 16 '	67 ° 20 '	Bueno	23
402	Puente Negro	Murillo	Pluviometrica	1975	3,680	16 ° 30 '	68 ° 08 '	Bueno	17

Tabla 2.1 Observación Meteorológica de la Estación de La Paz (SENAMHI)

(2/2)

Code No.	DEPARTMENT LA PAZ								Record
	Station Name	Province	Type	Install	Altitude	Latitude	Longitude	State	
403	Puerto Acosta	Camacho	Pluviometrica	1945	3,835	15 ° 32 '	69 ° 15 '	Bueno	23
405	Quiabaya	Larecaja	Pluviometrica	1969	3,470	15 ° 39 '	68 ° 46 '	Bueno	18
406	Quime	Inquisivi	Pluviometrica	1969	3,190	16 ° 59 '	67 ° 13 '	Bueno	20
409	Rio seco	Murillo	Pluviometrica	1986	4,070	18 ° 29 '	68 ° 09 '	Bueno	6
411	Sapahaqui	Loayza	Pluviometrica	1973	3,140	16 ° 53 '	67 ° 57 '	Bueno	17
412	Sapecho	Sud Yungas	Pluviometrica	1964	395	15 ° 32 '	67 ° 23 '	Bueno	28
413	San A. de Machaca	Ingavi	Pluviometrica	1976	3,913	16 ° 58 '	68 ° 58 '	Bueno	16
414	San Jose Alto	G. Villarroel	Pluviometrica	1974	3,823	17 ° 43 '	67 ° 45 '	Bueno	18
416	San P. de la Loma	Nor Yungas	Termopluviometrica		1,640	16 ° 15 '	67 ° 43 '	Bueno	
417	Santiago de Huata	Omasuyos	Termopluviometrica	1974	3,840	16 ° 03 '	68 ° 49 '	Bueno	15
418	Santiago de Machaca	Pacajes	Termopluviometrica	1976	3,871	17 ° 04 '	69 ° 12 '	Bueno	16
420	Sica Sica	Aroma	Pluviometrica	1943	3,917	17 ° 20 '	67 ° 44 '	Bueno	48
421	Suchez	Franz Tarmayo	Pluviometrica	1975	4,540	14 ° 47 '	69 ° 21 '	Bueno	17
422	Suri	Inquisivi	Pluviometrica	1975	2,500	16 ° 51 '	67 ° 14 '	Bueno	17
423	Taraco	Ingavi	Pluviometrica	1975	3,870	16 ° 27 '	68 ° 51 '	Bueno	17
424	Tiahuanacu	Ingavi	Pluviometrica	1973	3,838	16 ° 33 '	68 ° 41 '	Bueno	19
425	Viacha	Ingavi	Climatologica Ordinaria	1962	3,850	16 ° 39 '	68 ° 18 '	Bueno	30
427	Viloco	Loayza	Pluviometrica	1982	3,900	16 ° 53 '	67 ° 28 '	Bueno	10
428	Villa Adela	Murillo	Pluviometrica	1982	3,800	16 ° 29 '	68 ° 09 '	Bueno	10
429	Villa Copacabana	Murillo	Pluviometrica	1977	3,640	16 ° 29 '	68 ° 07 '	Bueno	15
431	Vino Tinto	Murillo	Pluviometrica	1975	3,840	16 ° 29 '	68 ° 03 '	Bueno	17
433	Yanamuyo	Ingavi	Pluviometrica	1973	3,940	16 ° 38 '	68 ° 29 '	Bueno	19
434	Aleoche	Nor Yungas	Sinoptioca Automatica	1991	660	15 ° 44 '	67 ° 40 '	Bueno	1
435	Laykakota	Murillo	Sinoptioca Automatica	1991		16 ° 30 '	68 ° 10 '	Bueno	2
436	Ixiamas	Iturralde	Climatologica Ordinaria	1977	254	13 ° 46 '	68 ° 08 '	Bueno	6
436	Ixiamas	Iturralde	Sinoptioca Automatica	1991	254	13 ° 46 '	68 ° 08 '	Bueno	2
437	Turnupasa	Iturralde	Termopluviometrica	1991	2,540	14 ° 07 '	67 ° 48 '	Bueno	2
438	Charana (AASANA)	Pacajes	Sinoptica	1945	4,057	17 ° 35 '	69 ° 27 '	Bueno	46
439	Puente Villa	Sud Yungas	Pluviometrica	1970	1,282	16 ° 23 '	67 ° 38 '	Bueno	18
440	Sorata	Larecaja	Termopluviometrica	1943	2,697	15 ° 45 '	68 ° 41 '	Bueno	34

Source: "Mejoramiento y Ampliación de La Red Hidrometeorológica Nacional, Inventario de las Estaciones Existentes", SENAMHI, Aug. 1993

**Tabla 2.2 Observación Meteorológica de la Estación de Oruro (SENAMHI)**

Code No.	DEPARTMENT ORURO								
	Station Name	Province	Type	Install	Altitude	Latitude	Longitude	State	Record
500	Andamarca	Carangas	Climatologica	1975	3,740	18 ° 46 '	67 ° 30 '	Bueno	12
501	Caracollo	Cercado	Climatologica	1973	3,770	17 ° 39 '	67 ° 12 '	Fieglular	11
502	Challapata	Avaroa	Climatologica	1987	3,715	18 ° 43 '	66 ° 45 '	Bueno	2
503	Chilca	Cercado	Termopluviometrica	1987	4,000	17 ° 50 '	66 ° 48 '	Fieglular	2
504	Choquekota	Carangas	Climatologica	1991	4,586	18 ° 10 '	68 ° 43 '	Bueno	
505	Chuquina	Cercado	Climatologica	1943	3,710	17 ° 51 '	67 ° 25 '	Fieglular	36
506	Coipasa	Atahualpa	Climatologica	1975	3,680	19 ° 17 '	68 ° 16 '	Fieglular	13
507	Corque	Carangas	Climatologica	1976	3,929	18 ° 20 '	67 ° 41 '	Malo	10
508	Cosapa	Sajama	Climatologica	1975	3,890	18 ° 10 '	68 ° 43 '	Bueno	14
510	Eucalip tus		Pluviometrica	1975	3,728	17 ° 30 '	67 ° 31 '	Fieglular	32
511	Huacbacalla	Litoral	Termopluviometrica	1975	3,740	18 ° 46 '	68 ° 16 '	Fieglular	15
512	Huayllamarca	Carangas	Termopluviometrica	1990	3,880	17 ° 50 '	67 ° 56 '	Bueno	1
515	Orinoca	Carangas	Sinoptica Automatica	1975	3,780	18 ° 58 '	67 ° 15 '	Bueno	
515	Orinoca	Carangas	Sinoptica	1991	3,780	18 ° 58 '	67 ° 15 '	Bueno	2
516	Oruro (AASANA)	Cercado	Climatologica	1943	3,702	17 ° 58 '	67 ° 07 '	Fieglular	
517	Cabana Forestal	Cercado	Climatologica	1988	3,710	17 ° 58 '	67 ° 40 '	Malo	5
518	Pazna	Poopo	Climatologica	1949	3,740	18 ° 36 '	66 ° 56 '	Fieglular	27
519	Quillacas	Avaroa	Climatologica	1975	3,749	19 ° 14 '	66 ° 56 '	Bueno	11
520	Sacabaya	Atahualpa	Climatologica	1975	3,829	18 ° 34 '	68 ° 47 '	Fieglular	13
521	Sajama	Sajama	Termopluviometrica	1975	4,220	18 ° 07 '	68 ° 58 '	Bueno	
522	Salinas de G. Mendoza	L. Cabrera	Climatologica	1947	3,680	19 ° 38 '	67 ° 41 '	Malo	38
523	San Jose de Kala	Carangas	Pluviometrica	1975	3,850	19 ° 36 '	67 ° 53 '	Fieglular	11
524	San Maitin	L. Cabrera	Climatologica	1975	3,747	19 ° 16 '	67 ° 35 '	Fieglular	11
526	Todos Santos	Atahualpa	Climatologica	1975	3,920	19 ° 01 '	68 ° 44 '	Malo	14
527	Puente Toledo	Saucari	Pluviometrica	1975	3,711	18 ° 11 '	67 ° 21 '	Cambiada	14
528	Turco	Sajama	Climatologica	1975	3,860	18 ° 10 '	68 ° 12 '	Fieglular	10
529	Ucumasi	L. Cabrera	Pluviometrica	1975	3,768	19 ° 09 '	67 ° 25 '	Fieglular	14

Source : "Mejoramiento y Ampliación de La Red Hidrometeorologica Nacional, Inventario de las Estaciones Existentes", SENAMHI, Aug.1993

Tabla 2.3 Observaciones Hidrológicas de las Estaciones en La Paz y Oruro (SENAMHI)

(1/2)

DEPARTMENT LA PAZ								
Code No.	Station Name	Province	River	RIVER BASIN	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Period of Data
300	ABAROA	PACAJES	MAURI	CERRADA	17° 31' 13"	69° 14' 53"	3,930	1972/1993
301	ABAROA	PACAJES	CAQUENA	CERRADA	17° 31' 28"	69° 14' 53"	3,950	1972/1993
302	ACHACACHI	OMASUYOS	KEKA	CERRADA	16° 02' 28"	68° 40' 00"	3,820	1972/1993
303	ACHACHICALA	MURILLO	KALUYO	AMAZONICA	16° 27' 47"	68° 10' 40"	3,960	1977/1992
304	ACHUMANI	MURILLO	JILLUSAYA	AMAZONICA	16° 31' 53"	68° 04' 31"	3,325	1977/1980
305	ACHUMANI ALTO	MURILLO	JILLUSAYA	AMAZONICA	16° 31' 53"	68° 04' 31"	3,325	1982/1983
306	ACHUMANI VIBERO	MURILLO	ACHUMANI	AMAZONICA	16° 31' 47"	68° 04' 36"	3,340	1977/1981
307	ACHUMANI VIBERO	MURILLO	ACHUMANI	AMAZONICA	16° 31' 47"	68° 04' 36"	3,440	1977/1981
308	AGUALLAMAYA	INGAVI	DESAGUADERO	CERRADA	16° 40' 54"	68° 54' 00"	3,805	1973/1984
309	ALIRCAYA	LOS ANDES	CATARI	CERRADA	16° 33' 27"	68° 27' 40"	3,825	1973
310	ANGOSTO ESPERANZA	LARECAJA	ATEN	AMAZONICA	15° 18' 00"	68° 31' 00"	610	1974/1982
311	ANGOSTO INICUA	SUD YUNGAS	ALTO BENI	AMAZONICA	15° 18' 00"	67° 33' 00"	4,000	
312	ANGOSTO INICUA	SUD YUNGAS	ALTO BENI	AMAZONICA	15° 18' 00"	68° 31' 00"	420	1974/1984/1988/1993
313	ANGOSTO QUERCANO	LARECAJA	MAPIRI	AMAZONICA	15° 23' 00"	27° 58' 00"	600	1975/1985/1989/1993
314	ARANJUEZ	MURILLO	LA PAZ	AMAZONICA	16° 33' 18"	68° 05' 29"	3,170	1974/1992
315	BAROMPAMPA	LARECAJA	CHALLANA	AMAZONICA	15° 28' 00"	67° 20' 00"	4,200	1973/1981
316	BELEN	OMASUYOS	KEKA	CERRADA	16° 00' 36"	68° 42' 53"	3,812	1973/1981
317	CAHUA	MURILLO	ZONGO	AMAZONICA	16° 03' 01"	68° 00' 35"	1,230	1977/1992
318	CAJETILLAS	SUD YUNGAS	LA PAZ	AMAZONICA	15° 26' 00"	67° 17' 00"	762	1974/1984/1990
319	CALACHACA	INQUISIVI	CALACHACA	AMAZONICA	16° 48' 25"	67° 23' 05"	3,420	1971/1983/1986
320	CALACOTO	PACAJES	MAURI	CERRADA	17° 17' 43"	68° 38' 52"	3,792	1976/1993
321	CALACOTO	PACAJES	DESAGUADERO	CERRADA	17° 16' 51"	68° 36' 42"	3,790	1971/1983/1985/1992
322	CANAL GUAQUI	INGAVI	LAGO TITICACA	CERRADA	16° 35' 00"	68° 51' 00"	3,810	1973/1989
323	CARABUCO	INQUISIVI	MIGUILLAS	AMAZONICA	16° 48' 38"	67° 19' 25"	2,830	1972/1988
324	CARANAVI	NOR YUNGAS	YARA	AMAZONICA	15° 45' 00"	67° 36' 00"	476	1962/1973
325	CHACAJAHUIRA	INQUISIVI	CALACHACA	AMAZONICA	16° 47' 00"	67° 22' 00"	3,080	1961/1983/1987/1992
326	CHICANI	MURILLO	KALLAPA	AMAZONICA	16° 28' 38"	68° 04' 28"	3,580	1978/1985/1987/1993
327	CHILCARA	SUD CINTI	PILAYA	DEL PLATA	21° 02' 00"	61° 57' 00"	1,829	1975/1985/1992/1993
328	CHORO	NOR YUNGAS	CHORO	AMAZONICA	16° 01' 47"	67° 37' 53"	970	1971/1973/1977/1982
329	CHOROCONA	INQUISIVI	KATU	AMAZONICA	16° 53' 06"	67° 09' 06"	2,075	1973/1993
330	CIELO JAHUIRA	MURILLO	CIELO JAHUIRA	AMAZONICA	16° 00' 53"	67° 55' 13"	830	1978/1982/1984/1992
331	CONDOR KHALA	INQUISIVI	CONDOR KHALA	AMAZONICA	16° 47' 51"	67° 23' 04"	3,350	1971/1983/1986/1992
332	CONSATA	LARECAJA	LLICA	AMAZONICA	15° 18' 00"	68° 34' 00"	1,300	1974/1979/1981
333	DESAGUADERO	INGAVI	DESAGUADERO	CERRADA				1986/1991
334	ESCOMA	CAMACHO	SUCHEZ	CERRADA	15° 39' 00"	69° 07' 00"	3,817	1972/1993
335	GUANAY	LARECAJA	TIPUANI	AMAZONICA	15° 28' 00"	67° 50' 00"	418	1973/1978/1984/1992
336	HICHUCOTA	LOS ANDES	HICHUCOTA	CERRADA	16° 11' 02"	68° 23' 08"	4,335	1973/1983/1990/1992
337	HOLGUIN	MURILLO	ORKOJAHURA	AMAZONICA	16° 31' 02"	68° 06' 46"	3,380	1981/1993
338	HUAI	MURILLO	HUAI	AMAZONICA	16° 03' 09"	67° 58' 34"	1,695	1977/1984/1987/1992
339	HUATAJATA	OMASUYOS	LAGO TITICACA	CERRADA	16° 12' 00"	68° 12' 00"	3,810	1974/1992
340	HUMAPALCA	INQUISIVI	MIGUILLAS	AMAZONICA	16° 44' 05"	67° 22' 02"	1,980	1972/1984/1986
341	HUMAPALCA	INQUISIVI	MIGUILLAS	AMAZONICA	16° 44' 05"	67° 22' 02"	1,980	1972/1985/1987/1993
342	ISLA DEL SOL	MANCO KAPAC	LAGO TITICACA	CERRADA	16° 01' 00"	69° 08' 00"	3,810	1976/1993
343	JALANCHA	INQUISIVI	JALANCHA	AMAZONICA	16° 47' 02"	67° 26' 13"	3,410	1967/1993/1986/1992
344	KOLLUCACHI	LOS ANDES	KOLLUCACHI	CERRADA	16° 18' 00"	68° 23' 00"	3,902	1976/1992
345	LLIPI	LARECAJA	TIPUANI	AMAZONICA	15° 38' 00"	68° 10' 00"	1,047	1969/1972
346	NAZACARA	PACAJES	DESAGUADERO	CERRADA	16° 56' 17"	68° 46' 01"	3,805	1976/1992
347	NUBE	LARECAJA	KAKA	AMAZONICA	15° 24' 00"	67° 41' 00"	3,840	1968/1984
348	OBRAJES	MURILLO	CHOQUEYAPU	AMAZONICA	16° 31' 40"	68° 05' 50"	3,260	1983/1993
349	PUENTE CANATIA	LOS ANDES	TUNI	CERRADA	16° 16' 00"	68° 17' 00"	4,335	1973/1993
350	PUENTE UYUNENSE	NOR YUNGAS	COROICO	AMAZONICA	15° 45' 00"	67° 36' 00"	635	1976/1984/1986/1992
351	PUENTE VILLA	SUD YUNGAS	TAMAMPAYA	AMAZONICA	16° 23' 32"	67° 37' 55"	1,185	1974/1986/1987/1993
352	PUENTE VILLA	SUD YUNGAS	UNDUAVI	AMAZONICA	16° 23' 58"	67° 39' 04"	1,190	1977/1988/1991/1992
353	PUENTE VILLA	SUD YUNGAS	TAQUESI	AMAZONICA	16° 24' 03"	67° 38' 34"	1,201	1970/1992
354	PUERTO ACOSTA	CAMACHO	YANARICO	CERRADA	15° 31' 38"	69° 14' 56"	3,875	1972/1980/1983/1992
355	PUERTO LEÓN	NOR YUNGAS	QUITTA CALZON	AMAZONICA	15° 58' 00"	67° 31' 00"	800	1976/1977
356	PUERTO LINARES	NOR YUNGAS	ALTO BENI	AMAZONICA	15° 28' 00"	67° 36' 00"	420	1974/1978/1982/1989
357	QUERQUETA	INGAVI	GUAQUIRA	CERRADA	16° 36' 33"	68° 32' 16"	3,873	1973/1977/1992
358	SAN PEDRO	NOR YUNGAS	COROICO	AMAZONICA				1983
359	SANTAFE	NOR YUNGAS	BRONCINI	AMAZONICA	15° 47' 00"	67° 12' 00"	570	1966/1967/1980/1981
360	SANTARITA DE BUENOS	LARECAJA	COROICO	AMAZONICA	15° 43' 00"	67° 63' 00"	435	1973/1991
361	SARARIA	F. TAMAYO	ALTO BENI	AMAZONICA				1967/1970
362	SIPE SIPE	OMASUYOS	JAPA JAHUIRA	CERRADA	16° 08' 11"	68° 36' 53"	3,880	1973/1985
363	SIRUPAYA	SUD YUNGAS	UNDUAVI	AMAZONICA	16° 21' 20"	67° 46' 21"	1,640	1979/1993
364	SORATA	LARECAJA	CHALLASUYO	AMAZONICA	15° 44' 00"	68° 42' 00"		1980/1988
365	SORATA	LARECAJA	SAN CRISTOBAL	AMAZONICA	15° 44' 00"	68° 42' 00"		1973/1975
366	TAIPICHACA	LOS ANDES	HUAJHUATANI	CERRADA	16° 12' 38"	68° 21' 07"	4,290	1974/1985
367	TAMBILLO	LOS ANDES	CATARI	CERRADA	16° 31' 05"	68° 29' 46"	3,835	1973/1993
368	TAHUANACU	INGAVI	TAHUANACU	CERRADA	16° 32' 40"	68° 40' 53"	3,830	1973/1992
369	TORA	LARECAJA	TORA	AMAZONICA	15° 38' 00"	68° 10' 00"		1969/1974
370	TORA	LARECAJA	LLIPI	AMAZONICA	15° 38' 00"	68° 10' 00"	1,047	1972/1974
371	TORA	LARECAJA	TIPUANI	AMAZONICA	15° 38' 00"	68° 10' 00"	1,047	1969/1976

Tabla 2.3 Observaciones Hidrológicas de las Estaciones en La Paz y Oruro (SENAMHI)

(2/2)

Code No.	DEPARTMENT LA PAZ							
	Station Name	Province	River	RIVER BASIN	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Period of Data
372	ULLOMA	PACAJES	DESAGUADERO	CERRADA	17 ° 24 ' 32 "	68 ° 27 ' 24 "	3,775	1974/1992
373	ULLOMA	PACAJES	DESAGUADERO	CERRADA	17 ° 24 ' 32 "	68 ° 27 ' 24 "	3,775	1975/1992
374	VERTEDERO	INQUISIVI	CHAKAJAHUIRA	AMAZONICA	16 ° 47 ' 00 "	67 ° 22 ' 00 "	3,080	1968/1972/1974/1979
375	VILAQUE	LARECAJA	CHALLANA	AMAZONICA	17 ° 39 ' 00 "	67 ° 59 ' 00 "	600	1970/1990
376	VILLA BARRIENTOS	SUD YUNGAS	TAMAMPAYA	AMAZONICA	16 ° 18 ' 00 "	67 ° 27 ' 00 "	1,050	1974/1984/1989/1993
377	VILLA BARRIENTOS	SUD YUNGAS	SOLACAMA	AMAZONICA	16 ° 18 ' 00 "	67 ° 27 ' 00 "	1,050	1975/1983
378	VILLA FLOR	NOR YUNGAS	CHALLHUANI	AMAZONICA	15 ° 42 ' 00 "	67 ° 36 ' 00 "	636	1973/1992
379	VILLA IQUACA	LOS ANDES	SEHUENCA	CERRADA	16 ° 24 ' 05 "	68 ° 32 ' 59 "	3,850	1973/1981
380	YACO	LOAYZA	YACO	AMAZONICA	17 ° 09 ' 21 "	67 ° 24 ' 26 "	3,560	1979/1993
381	YANAPIRI	PACAJES	YANAPIRI	CERRADA				
382	YOLOSA	NOR YUNGAS	YOLOSA	AMAZONICA			1,185	1984
383	YOLOSANI	MURILLO	YOLOSANI	AMAZONICA				1982

Code No.	DEPARTMENT ORURO							
	Station Name	Province	River	RIVER BASIN	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Period of Data
500	CHUQUINA	CERCADO	DESAGUADERO	CERRADA	17 ° 41 ' 26 "	67 ° 27 ' 39 "	3,710	
501	COSAPA	SAJAMA	COSAPA	CERRADA				1983/1991
502	EUCALIPTUS	CERCADO	DESAGUADERO	CERRADA	17 ° 35 ' 49 "	67 ° 31 ' 32 "	3,715	1973/1654/1987/1993
503	HUACHACALLA	LITORAL	TURCO	CERRADA	18 ° 40 ' 13 "	68 ° 14 ' 40 "	3,713	1974/1982/1984
504	HUACHACALLA	LITORAL	LAUCA	CERRADA	18 ° 40 ' 29 "	68 ° 14 ' 55 "	3,712	1972/1984/1988/1992
505	LAGO ORURO	CERCADO	LAGO ORURO	CERRADA				1988/1989
506	PUENTE CAIHUASI	CERCADO	CAIHUASI	CERRADA	17 ° 39 ' 49 "	67 ° 03 ' 08 "	3,815	1972/1975
507	PUENTE TOLEDO	CERCADO	DESAGUADERO	CERRADA	18 ° 05 ' 35 "	67 ° 16 ' 03 "	3,698	1973/1985/1992
508	SACABAYA	ATAHUALLPA	LAUCA	CERRADA	18 ° 33 ' 56 "	68 ° 47 ' 11 "	3,825	1973/1985/1991/1992
509	SACABAYA	SAJAMA	SAJAMA	CERRADA	18 ° 31 ' 03 "	68 ° 44 ' 34 "	3,800	1973/1985/1991/1992
510	THOLA PALCA	CERCADO	THOLA PAL CHICO	CERRADA	17 ° 52 ' 00 "	66 ° 48 ' 57 "	3,950	1973/1984
511	TODOS SANTOS	ATAHUALLPA	TODOS SANTOS	CERRADA	19 ° 00 ' 28 "	68 ° 42 ' 55 "	1,239	197681984/1988/1992
512	UCUMASI	CARANGAS	LAKAJAHUIRA	CERRADA				1991/1992

Source: "Mejoramiento y Ampliación de La Red Hidrometeorológica Nacional, Inventario de las Estaciones Existentes", SENAMHI, Aug. 1993









Tabla 2.6 Resultados de la Observación del caudal de Septiembre, 1999 hasta Abril, 2001

< La Paz >										Discharge Observation	
No	Selected Site	Area (direction)	Name	Department	Province	Municipal	Canton	River (Cuenca)	Site	Obs. Discharge (m <sup>3</sup> /s)	Observed date (by JICA Study Team)
1	1	LaPaz-SE	Yanamayu Río Yanamayu	La Paz	S. Yungas	La Asunta	Yanamayu (& Chama. Charobambá, Palmar)	Río Yanamayu	10m D/S of lower road bridge	0.67	1999/8/29
2	2	LaPaz-W	Calva & Canlaya Río Opinuwaya	La Paz	B. Saavedra	Curva	Calaya	Río Opinuwaya	Canlaya	0.32	1999/9/3
3		LaPaz-W	Amarete Río Amarete	La Paz	B. Saavedra	G. J. J. Pérez	Amarete	Río Amarete	453m down from Amarete town	0.41	1999/9/3
4		LaPaz-W	Camata (A) Río Quillarwaya	La Paz	Minaacas	Ayata	Camata	Río Quillarwaya	Río Camata (300m US from confluence point with Río Charazani)	4.67	1999/9/2
5		LaPaz-W	Camata (B) Camata Canal	La Paz	Minaacas	Ayata	Camata	Camata village canal	access to Camata village road	0.03	1999/9/2
6	3	LaPaz-N	Apolo	La Paz	F. Tamayo	Apolo	Apolo	Río Turiapu	US of Road Bridge	1.99	1999/10/14
										24.16	2000/1/21
										4.97	2000/6/3
										3.32	2000/7/24
										1.75	2000/9/15
										11.20	2001/4/23
										3.59	2000/7/23
		Río Mochariapu	Proposed MHP Site	2.67	2000/9/14						
				6.67	2001/4/24						
		Río Villipiza	Road across	0.10	2000/9/12						
7	4	LaPaz-N	Idiomas	La Paz	Iturralde	San Buenaventura	Idiomas	Río Tequeje	US of Under-Construction Road Bridge	2.68	1999/10/23
										16.70	2000/1/12
										26.24	2000/6/16
							Río Tudari	Confluence point Río Tequeje	0.13	2000/6/16	
8	5	LaPaz-E	Covendo	La Paz	S. Yungas	Palos Blancos	Palos Blancos	Río Covendo	Covendo Village Church	2.42	2000/6/18
< Oruro >											
1		Oruro-NW	Tomarapi	Oruro	Sajama	Curahuara de Carangas	Sajama / Caripe	Río Tomarapi	Tomarapi village	0.10	1999/9/7
2		Oruro-NW	Sajama (A)	Oruro	Sajama	Curahuara de Carangas	Comunidades de S.P. Tomarapi y Sajama	Río Sajama	Sajama village	0.39	1999/9/6
3		Oruro-NW	Sajama (B)	Oruro	Sajama	Curahuara de Carangas	Comunidades de S.P. Tomarapi y Sajama	Río Milluni	Ecia Castilla	0.05	1999/9/6
4	1	Oruro-W	Chachacomani (A) Río Jaruma	Oruro	Sajama	Turco	Chachacomani	Río Jaruma	4.5km SW from Quimsa Jaktá town	0.040	1999/9/9
										0.066	1999/11/6
										0.072	2000/1/30
										0.027	2000/6/10
										0.008	2000/9/9
0.073	2001/1/20										
5		Oruro-W	Chachacomani (B) Río Chohojho	Oruro	Sajama	Turco	Chachacomani	Río Chohojho	4.0km SW from Chachacomani village	0.03	1999/9/9
6	2	Oruro-W	Chachacomani (C) Río Sajama	Oruro	Sajama	Turco	Ecia Centro Morgachi	Río Sajama	11 km SE from Chachacomani village	2.14	1999/9/9
										2.23	1999/11/6
										5.86	2000/1/30
										2.40	2000/6/10
7	3	Oruro-W	Tambo Quemado	Oruro	Sajama	Turco	Chachacomani (Comunidad Tambo Quemado)	Río Tambo Quemado	4 km US from Tambo Quemado village	0.072	2000/6/9
										0.056	2000/9/9
										0.092	2001/1/20
8		Oruro-W	Río Lauca	Oruro	Sajama	Sacabaya	Macaya	Río Lauca	8 km SW from Macaya village	1.62	1999/9/10
9		Oruro-SW	Juro	Oruro	Atahualpa	Co. Paquinia	Juro (Ecia Vilayo)	Río Pacokhuau	15 km SE from Juro town	0.04	1999/9/10
10		Oruro-SE	Sevarayo Río Mallka	Oruro	Avaroa	Santuario de Quillacas	Soraga Est. Torko (Sevarayo)	Río Mallka	5km from Est. Torko	0.17	2000/6/8

Source: JICA Study Team

**Tabla 3.1 Inventario de Proyectos de Micro Centrales Hidroeléctricas en La Paz y Oruro**  
(Completed and Under Construction)

**La Paz**

No.	Name of Project	Departamento	Province	Municipality	Canton	River Name	No. of Bases (HE)	No. of Bases (Cantones)	Year Completed	Plant Discharge (m <sup>3</sup> /s)	Effective Head (m)	Installed Capacity (MW)	Investment Cost (MUSD)	Annual Energy (MWh/Year)	Annual Energy Cost per MWh (MUSD)	Specialized Investment Cost per MWh (MUSD)	Investment Cost per Household (MUSD)	Conducted by
1	La Asunta	La Paz	S. Yungas	La Asunta	La Asunta		200		1996	750	34	150	385,000	2,567	394,200	0.18	1,925	Munc. La Asunta, Prefectura La Paz
2	Chamaca	La Paz	S. Yungas	La Asunta	Chamaca		385			500	26	70	147,000	2,100	183,960	0.15	414	Munc. Asunta, Comandancia, Munc. De Chulumani
3	Yarja-Chajtu	La Paz	S. Yungas	Chulumani	Yarja-Chajtu		52			180	25	20	125,000	6,250	52,560	0.45	2,404	Prefectura La Paz
4	Velo novia	La Paz	S. Yungas	Yacacachi	Villa Aspiñan		10				0.5	1,500	7,500	3,000	1,314	0.21	150	Nº. Aldea (Villa), E.L. Alcaldía, Munc. Prefectura La Paz
5	Chimpa	La Paz	S. Yungas	Chulumani			1,028				20	20	64,000	3,200	55,480	0.18	62	Munc. De Chulumani, Prefectura La Paz
6	Covendo	La Paz	S. Yungas	Palos Blancos	Covendo	Río Covendo	1		1948	16	16	2.7	8,100	3,000	7,096	0.21	8,100	Church of Covendo
7	La Cascada	La Paz	S. Yungas	Palos Blancos	La Cascada		80	400	2000	80	68.7	35	94,711	2,706	91,980	0.19	1,184	Nº. Aldea (Villa), E.L. Alcaldía, Munc. Prefectura La Paz
8	Río de Mayo	La Paz	S. Yungas	Tropana	Tropana		200		2001	40	58	15	30,000	2,000	39,420	0.14	150	UNDP, UMISA-IHH Prefectura, Alcaldía
9	Urdubavi	La Paz	Nor Yungas	Coroico	Urdubavi	Río Urdubavi	35			150	15	15	25,000	1,667	39,420	0.12	714	UMISA-IHH
10	Quechallata	La Paz	Nor Yungas	Coroico	Quechallata		15				0.3	0.3	900	3,000	788	0.21	60	UMISA-IHH Munc. De Coroico, Priv.
11	Santa Rosa de Quilo Quilo	La Paz	Nor Yungas	Coroico	Maturusa		80			80	70	40	72,600	1,815	105,120	0.13	908	Económico, UMISA-IHH Nº. Aldea (Villa), E.L. Alcaldía
12	Challa	La Paz	Nor Yungas	Coroico	Challa		119	600	2001	100	80	51	83,650	1,644	134,028	0.12	705	Munc. Prefectura Comandancia de San Pedro
13	San Pedro	La Paz	Caranavi	Caranavi	Chero	Río San Pedro	50		1998	33	150	16	43,144	2,698	42,048	0.19	863	PROPER, UMISA-IHH
14	Choro	La Paz	Caranavi	Caranavi	Choro		46			10	24	24	22,000	3,000	63,072	0.21	1,091	UMISA-IHH Munc. De Caranavi, UMISA-IHH
15	Chojas	La Paz	Caranavi	Caranavi	Chojas		60		2000	60		15	86,000	5,733	39,420	0.41	1,433	Munc. De Caranavi, UMISA-IHH
16	Colonia 18 de Mayo	La Paz	Caranavi	Caranavi	Colonia 18 de Mayo		50		2000	30		12	54,000	4,500	31,536	0.32	1,080	Munc. De Caranavi, UMISA-IHH
17	Taypiyaya	La Paz	Caranavi	Caranavi	Taypiyaya		200		2001	100	200	200	280,000	1,400	525,600	0.10	1,400	Munc. De Caranavi, Prefectura
18	San Isidro Uyumare	La Paz	Caranavi	Caranavi	Uyumare		140	720	2001	100	71	40	63,300	1,583	105,120	0.11	452	Nº. Aldea (Villa), E.L. Alcaldía, Munc. Prefectura
19	San Pablo	La Paz	Caranavi	Caranavi	San Pablo		120	750	2001	80	96	40	59,250	1,481	105,120	0.11	494	Nº. Aldea (Villa), E.L. Alcaldía, Munc. Prefectura
20	Pongo I, II, III	La Paz	Morile	La Paz	Zongo		20			8	50	10	30,000	3,000	26,280	0.21	1,500	UMISA-IHH GTZ Munc. De Charazani
21	Charazani	La Paz	B. Sajvreda	Charazani	Charazani		100		1988			70	183,000	2,514	183,960	0.19	1,800	Prefectura La Paz
22	Tipuani	La Paz	Larecaja	Tipuani	Tipuani		4000					200	420,000	2,100	525,600	0.15	103	Munc. De Charazani, Prefectura La Paz
23	Tumupasa	La Paz	Iturralde	San Buenaventura	Tumupasa	Río Tumupasa	180			80	80	37	82,427	3,228	97,236	0.16	458	Munc. De S. Buenaventura, PROPER, UMISA-IHH
							<b>7,161</b>			<b>80</b>	<b>80</b>	<b>37</b>	<b>82,427</b>	<b>3,228</b>	<b>97,236</b>	<b>0.16</b>	<b>458</b>	
<b>TOTAL</b>							<b>7,161</b>				<b>1,084</b>	<b>2,410,802</b>						

**Oruro**

No.	Name of Project	Departamento	Province	Municipality	Canton	River Name	No. of Bases (HE)	No. of Bases (Cantones)	Year Completed	Plant Discharge (m <sup>3</sup> /s)	Effective Head (m)	Installed Capacity (MW)	Investment Cost (MUSD)	Annual Energy (MWh/Year)	Annual Energy Cost per MWh (MUSD)	Specialized Investment Cost per Household (MUSD)	Investment Cost per Household (MUSD)	Conducted by	
																			a
1	Todos Santos	Oruro	Méjillones	Todos Santos	Todos Santos	Río Todos Santos	100			40	50	135	2,500,000	18,519	354,790	1.32	25,000	Prefectura de Oruro	
2	Condo	Oruro	Sebastian Pagolo	Santiago de Jhu	San Pedro de Condo		70			125	62	65	50,000	769	170,820	0.05	714	Prefectura de Oruro, PROPER	
							<b>170</b>			<b>170</b>	<b>112</b>	<b>200</b>	<b>2,550,000</b>	<b>19,288</b>	<b>525,610</b>	<b>1.37</b>	<b>26,714</b>		
<b>TOTAL</b>							<b>170</b>				<b>295</b>	<b>112</b>	<b>200</b>	<b>2,550,000</b>	<b>19,288</b>	<b>525,610</b>	<b>1.37</b>	<b>26,714</b>	

Original Source: CINER (Centro de Información de Energía Renovable, Cochabamba, NGO) & VIMEH (Updated by JICA Study Team, September 1999 & June 2000)

**Tabla 3.2 Inventario de Proyectos de Micro Centrales Hidroeléctricas en Planificación (1/2) [La Paz]**

No.	Name of Project (Name of Community)	Province	Cantón	MHP						Study Conducted by	Stage of Project (1-Profile, 2-Pre-F/S, or F/S, 3-Final)
				No. of Benef.	Installed Capacity	Investment Cost (MHP)	kW Cost (MHP)	Annual Energy	Annualized Investment + OM Cost per kWh (MHP)		
				(Hbt)	(kW)	(US\$)	(US\$/kW)	(kWh/Ycm)	(US\$/kWh)		
a	d	c	f=cd	g=(f*365*0.95)	h=(CRF + OM 1.8%) *e/g	i					
1	Padilla-Thaynaya	Nor Yungas	Coroico	220	20	39,450	1,973	55,480	0.10	EU, Prefectura, Alcalde	1
2	Huarinillas-Coroico (Rehabilitación)	Nor Yungas	Coroico	978	205	279,000	1,361	568,670	0.07	UMSA-IHH	1
3	Chairo	Nor Yungas	Pacollo	100	40	56,170	1,404	110,960	0.07	NF-Alcalde (Italo), EU, Alcalde, Muncip., Prefectura	2
4	Mocori	Nor Yungas	Milahuaya	22	8.8	29,600	3,364	24,411	0.16	UMSA-IHH	1
5	Ikiko	S. Yungas	Lambate	65	50	175,000	3,500	138,700	0.17	Munc. De Irupana, Prefectura La Paz	1
6	San Isidro	S. Yungas	Villa Asunta (Cotacuma)	67	40	87,600	2,190	110,960	0.11	Munc. Chulumani, UMSA-IHH, Proy. Ecotecnológico	1
7	Piguaya-Ilimaya	S. Yungas	Villa Aspiaya	90	24	76,027	3,168	66,376	0.15	UMSA-IHH	1
8	Villa Barrientos	S. Yungas	Villa Barrientos	100	23	80,000	2,174	63,802	0.11	ECOTEC	1
9	Colopampa-Santa Rosa	S. Yungas	Colopampa Grande	590	160	270,512	1,691	443,940	0.08	UMSA-IHH	3
10	Yanasaya	S. Yungas	Yanasaya	230	88	183,561	2,086	244,112	0.10	UMSA-IHH	3
11	Palmar	S. Yungas	Chamaca	150	40	70,000	1,750	110,960	0.09	ECOTEC	1
12	Callaya	S. Yungas	Callaya	80	25	34,300	1,372	69,350	0.07	NF-Alcalde (Italo), EU, Alcalde, Muncip., Prefectura	2
13	Charin	S. Yungas	Charin	200	50	80,000	1,600	138,700	0.08	ECOTEC	1
14	Pichari	S. Yungas	San Jose	162	48	100,000	2,083	133,152	0.18	ECOTEC	1
15	San Miguel de Huachi	S. Yungas	Palos Blancos	55	40	140,000	3,500	110,960	0.17	Munc. De Palos Blancos, Prefectura La Paz	2
16	Remoinos	S. Yungas	Palos Blancos	60	25	61,968	2,479	69,350	0.12	Khana Wayra, Energética y PROPER	1
17	Tucupí	S. Yungas	Palos Blancos	120	28	87,273	2,403	77,672	0.12	Khana Wayra, Energética y PROPER	1
18	Covcado (Rehabilitación)	S. Yungas	Palos Blancos	137	25	116,655	4,666	69,350	0.23	Khana Wayra, Energética	1
19	Inicua-Defetas	S. Yungas	Palos Blancos	84	60	141,140	2,352	166,440	0.11	VMEH/PNUD/Soltecio SRL	1
20	Centro Tococoni	S. Yungas	Villa Barrientos	828	60	174,773	3,000	166,440	0.14	UNDP	3
21	Calama	Caranavi	Calama	170	50	175,204	3,504	138,780	0.17	UMSA-IHH	3
22	Oro verde	Caranavi	Sangi Alto Beni	60	25	52,000	2,080	69,350	0.18	NF-Alcalde (Italo), EU, Alcalde, Muncip., Prefectura	2
23	Incahuara	Caranavi	Incahuara de Chimali Kach'i	70	30	150,000	5,000	83,220	0.24	Munc. De Caranavi, UMSA-IHH	1
24	Nueva Esperanza	Caranavi	Nueva Esperanza	65	30	78,000	2,600	83,220	0.13	Munc. De Caranavi, UMSA-IHH	1
25	Ilmanani	Caranavi	Alto Ilmanani	60	20	58,000	2,900	55,480	0.14	Munc. De Caranavi, UMSA-IHH	1
26	Villa el Carmen	Caranavi	Rosario Entre Rios	90	40	68,100	1,703	110,960	0.08	NF-Alcalde (Italo), EU, Alcalde, Muncip., Prefectura	2
27	Canisaya	Caranavi		33	10	25,000	2,500	27,740	0.12	EU-NF, Prefectura, Alcalde	1
28	Migollas-Circuta	Inquisivi	Circuta	978	350	759,000	2,169	970,900	0.11	UMSA-IHH	1
29	Poroma	Larecaja	Santa Rosa de Challana	350	300	300,000	1,000	832,200	0.05	ECOTEC	1
30	Camata	Munecas	Camata	200	20	140,000	7,000	55,480	0.34	UMSA-IHH	1
31	Chajjays Pocomayo	Munecas	Chajjays	100	50	150,000	3,000	138,700	0.15		1
32	(Pocomayo, Vilque, Chequepata)	Munecas	Tinasi	102	25	53,842	2,154	69,350	0.11	Comunidad de Pocomayo, UMSA-IHH	1
33	Amarite	B.Saavedra	Amarite	200	200	505,000	2,525	554,800	0.12	Munc. Charazani, Prefectura La Paz	3
34	Curva - Caahya (Rio Opinuwaya)	B.Saavedra	Curva	170	45	112,500	2,500	124,830	0.12	JICA Study Team	1
35	Ulla Ulla	F.Tamayo	Ulla Ulla	60	20	50,000	2,500	55,480	0.12		1
36	Seches	F.Tamayo	Seches	140	100	200,000	2,000	277,400	0.10		1
37	Apolo (Rio Turispu)	F. Tamayo	Apolo	600	200	628,000	3,140	554,800	0.15	CORDEPAZ	2
38	Apolo (Rio Macharapu) (Phase -	F. Tamayo	Apolo, Santa Cruz del Valle Ameno & Aten	1,100	350	2,000,000	5,714	970,900	0.28	JICA Study Team	2
39	Apolo (Rio Macharapu) (Phase -	F. Tamayo	Apolo, Santa Cruz del Valle Ameno & Aten	900	350	2,000,000	5,714	970,900	0.28	JICA Study Team	2
39	Quilhuayo y Tirajukus - Huanacani	Camacho	Huanacani	700	10	27,398	2,740	27,740	0.13	ORPA, Khana Wayra y PROPER	1
40	Cotoei - Quesal	Camacho	Mocomaoco	137	5	20,550	4,110	13,870	0.28	ORPA, Khana Wayra y PROPER	1
41	Laligua	J. Manuel Pando	Setingo de Machaca	10	8	8,485	1,061	22,192	0.05	PROPER, Misión Alacazán	1
42	25 de Mayo	Iturrubi	San Buena Ventura	350	25	65,000	2,600	69,350	0.13	EU-NF, Prefectura, Alcalde	1
43	San Miguel	Iturrubi	San Buena Ventura	80	25	66,900	2,676	69,350	0.13	NF-Alcalde (Italo), EU, Alcalde, Muncip., Prefectura	2
44	San José de Chupimaynas	Iturrubi	San José de Chupimaynas	80	40	70,200	1,755	110,960	0.09	NF-Alcalde (Italo), EU, Alcalde, Muncip., Prefectura	2
45	Itinansa	Iturrubi	Itinansa	650	400	2,000,000	6,500	1,109,600	0.32	JICA Study Team	1
<b>TOTAL</b>				<b>321 W/HH</b>	<b>11,783</b>	<b>3,788</b>	<b>-12,596,207</b>	<b>2,728</b>			

**Tabla 3.2 Inventario de Proyectos de Micro Centrales Hidroeléctricas en Planificación (2/2) [Oruro]**

No.	Name of Project	Province	Canton	MHP						Study Conducted by	STAGE of Project (1: Profile, 2: Pre-F/S, or F/S, 3: Final Design)
				No. of Benef.	Installed Capacity	Investment Cost (MHP)	kW Cost (MHP)	Annual Energy	Annualized Investment + OM Cost per kWh (MHP)		
				(EB)	(kW)	(US\$)	(US\$/kW)	(kWh/Year)	(US\$/kWh)		
a	d	e	f=g/h	g=(h*0.05)*0.05	h=(CRF+OM)*0.05	i					
1	Tomarapi - Caripe	Sajama	Sajama / Caripe	40	10	39,312	3,931	27,740	0.19	Prefectura de Oruro, JICA Study Team	1
2	Sajama (Río Jaqueta Huancollo)	Sajama	Sajama	60	25	75,000	3,000	69,358	0.15	ECOTEC, JICA Study Team	1
3	Tambo Quemado Chachacomani (Río Jaruma)	Sajama	Chachacomani	69	62	202,000	3,258	171,988	0.16	JICA Study Team, ECOTEC	2
4	MHP & WIND Hybrid System	Sajama	Chachacomani	70	14	49,000	3,500	38,836	0.17	JICA Study Team	1
5	Chachacomani (Río Sajama)	Sajama	Chachacomani	1,100	340	2,840,000	6,000	943,160	0.29	JICA Study Team	1
6	Todos Santos [Rehabilitation]	Mejillones	Todos Santos	226	53	54,000	1,019	147,022	0.05	Prefectura de Oruro, China	1
7	Cahuana	Atahualpa	Cahuana	20	10	37,100	3,710	27,740	0.18		1
8	Juro - Vilayo (Río Pacoñana, Est. Vilayo)	Atahualpa	Negrillos / Juro	80	15	52,500	3,500	41,610	0.17	JICA Study Team	1
9	Cruce Calta	Spagador	Calta	200	70	210,000	3,000	194,180	0.15	JICA Study Team	1
10	Malka (Sevaruyo)	Avaroa	Soraga	200	50	180,000	3,600	136,700	0.18	Prefectura de Oruro, PROPER	2
<b>TOTAL</b>				<b>318 W/FH</b>	<b>2,065</b>	<b>649</b>	<b>2,938,912</b>				

Source: JICA Study Team

Note: \*1) Column 'e', 'f', 'g': Italic numbers are assumed.

\*2) Column 'g' & 'h': For the estimation of annual energy of the MHP, following parameter are used.

Effective Operation Hour (Demand) per Day for Estimation of kWh (hour/day) = 8
Plant Factor for MHP = 0.95
n : Life Time of the System (Years) = 20
R: Discount Rate (%) = 10%
CRF (Capital Recovery Factor) = $(R(1+R)^n)/((1+R)^n - 1) = 0.1175$
OM Cost for MHP (% of total investment) (%) = 1.8%

