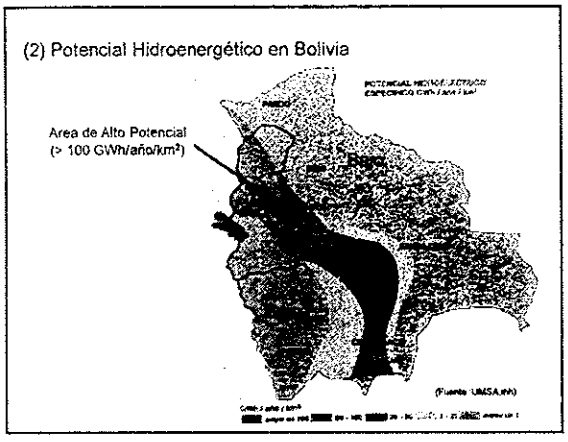
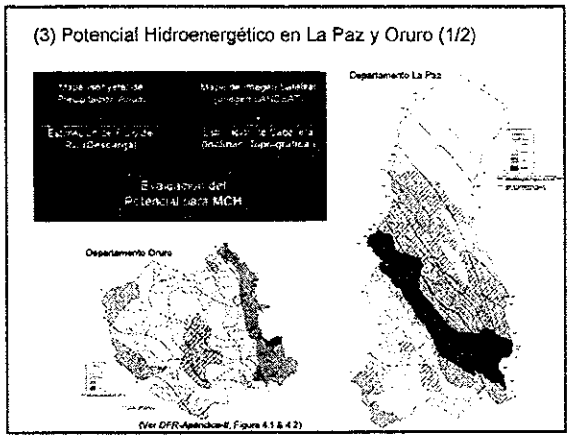
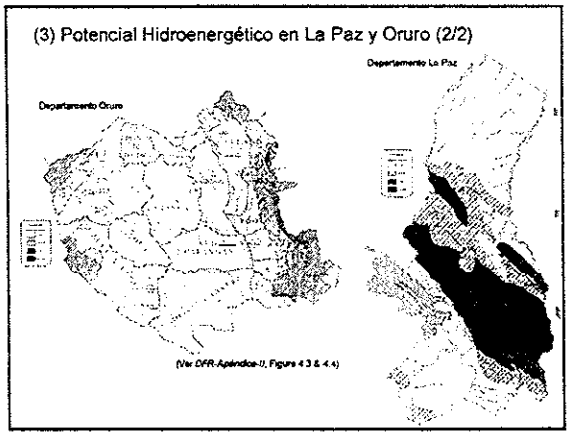
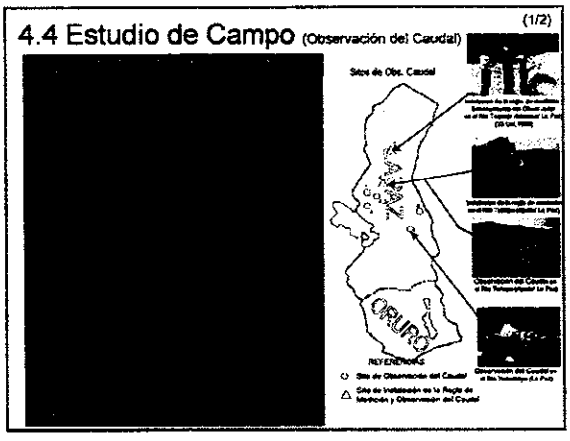
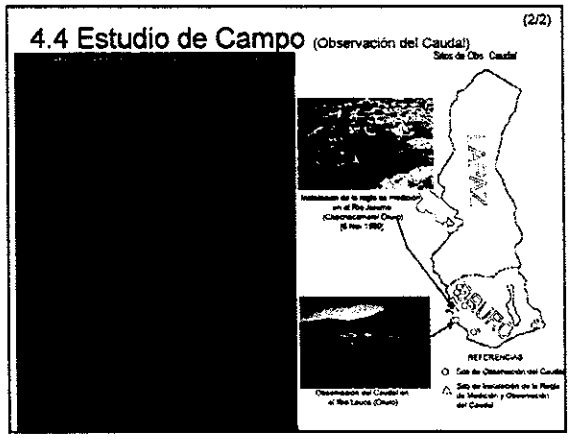








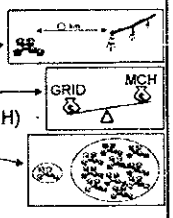


4.5 Selección de Sitios Propuestos para Estudio de Pre-factibilidad para MCH

(1) Criterio de Selección

- Distancia de la linea Existente
- Costo de Inversión Comparativo
  (Costo de extensión linea/Costo de la MCH)
- Dimensión de Viviendas Beneficiadas
- Madurez del Proyecto
  (Estado del Estudio del Proyecto)

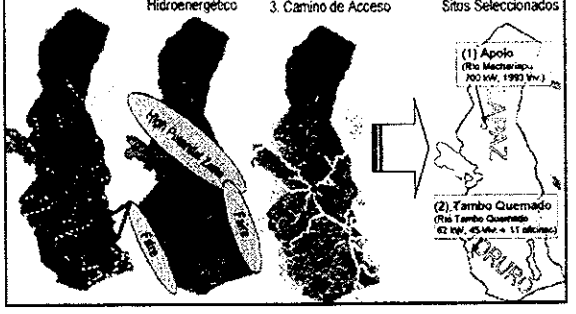
- Potencial Hidroenergético
- Buen Acceso al Sitio



(2) Sitos Seleccionados

1. Extensión de linea
2. Potencial Hidroenergético
3. Camino de Acceso

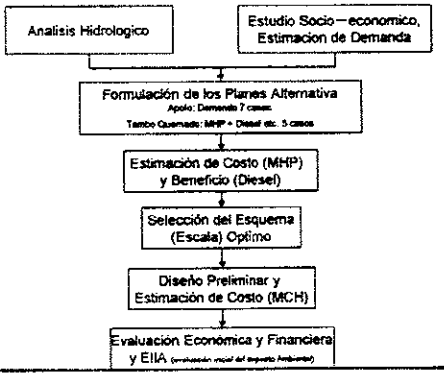
Sitos Seleccionados



4.6 Proceso del Estudio de Pre-Factibilidad y Resultados

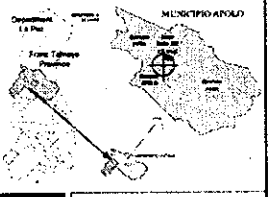
(MCH Proyectos de Apolo y Tambo Quemado)

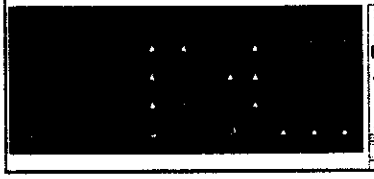
(1) Flujo de Trabajo del Estudio de Pre-Factibilidad

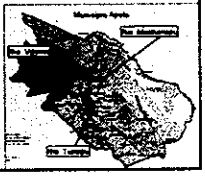


(2) Ubicación (Proyecto MCH de Apolo)

Sitio Propuesto	: Río Machariapu
Departamento	: La Paz
Provincia	: Franz Tamayo
Municipio	: Apolo
Cantón	: St.Cruz del V. Ameno, Apolo, Aten, Pata





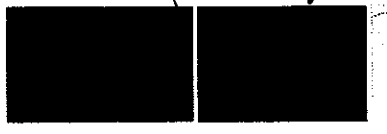


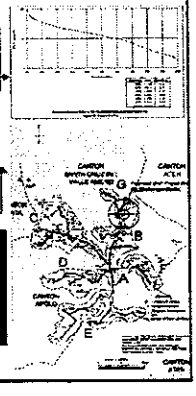
(3) Estudio de Optimización (Proyecto MCH de Apolo)

1) Los Recursos de Agua Abundantes:
Alto Potencial Hidrico en Río Machariapu
(Caudal $Q_{95\%}$ = 2.47 m³/s : Potencia => 950 kW)

2) Planes Alternativos:
Diferente escala en la demanda Bloque A ~ F, 7 Casos
(Area Objetivo de Suministro Energético)

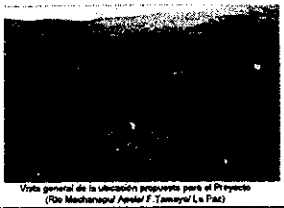
3) Caso-7 (700 kW) fue seleccionada como la escala optima para el proyecto de la MCH de Apolo.

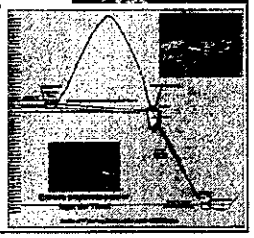




(4) Esquemas Formulados (Proyecto MCH de Apolo)

1) Obra de Toma: Tipo de Fondo (Tipo de Tyrolean) para reducir el costo y seguridad para el dáuvio
2) Desarenador. no fue planificado para reducir el costo
3) Canal: Tunel (L=143m, H=1.8m, W=1.1m, Pendiente I=1/60)
4) Cámara de Carga: fue diseñado para tener la función de Desarenador.
5) Tubería de Presión: (Q=1.815 m³/s, H= 51.7m, D= 1.1m, L=74m)
6) Turbina: 2 turbinas (350 kW + 350 kW, Turbina tipo Francis)

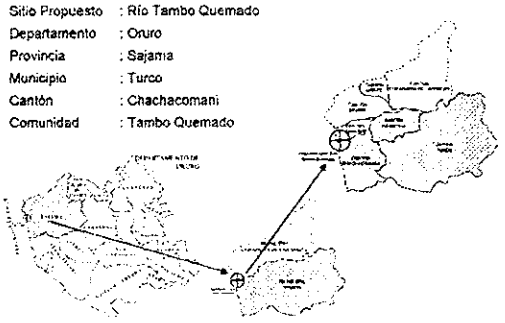




Vista general de la ubicación propuesta para el Proyecto (Río Machanapu/ Apolo/ F.Tamayo/ La Paz)

(5) Ubicación (Proyecto MCH de Tambo Quemado)

Sitio Propuesto	: Río Tambo Quemado
Departamento	: Oruro
Provincia	: Sajama
Municipio	: Turco
Cantón	: Chachacomani
Comunidad	: Tambo Quemado



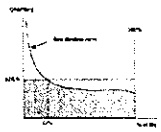
(6) Estudio de Optimización (Proyecto MCH de Tambo Quemado)

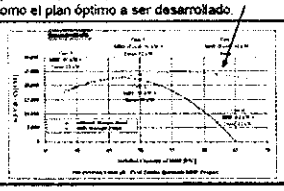
1) Descarga del río Limitada en el Río T.Quemado
($Q_{13\%}$ = 0.088 m³/s : P = 62 kW) <=> Demanda Máximo = 62 kW
($Q_{50\%}$ = 0.053 m³/s : P = 40 kW)

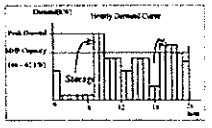
2) Alternative casos: Metodos de suministro de energía

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

3) Caso-5 (62 kW con presa de almacenaje) fue seleccionado como el plan óptimo a ser desarrollado.

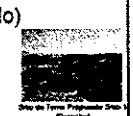






(7) Esquemas Formulados (Proyecto MCH de Tambo Quemado)

1) Obra de Toma: 2 sitios se planeó a 2 flujos del arroyo.
2) Desarenador: no fue planificado para reducir el costo.
3) Canal: Tubería de Aducción de PVC (Río-Rec, L=2,310m, Pendiente =2%)
4) Cámara de Carga: con presa de almacenaje (V>225 m³)
(W=5m, L=30m, H=1~3.5m, with sand settling basin effect)
5) Tubería de Presión: PVC (Q=0.0813 m³/s, He= 98.1m, D= 0.38m, L=300m)
6) Turbina: 1 turbina (62 kW, Turbina tipo Pelton)

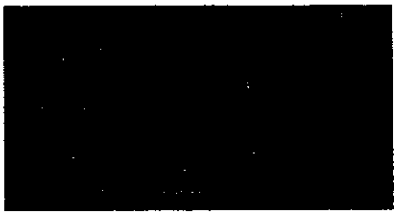


Sitio de Toma Propuesto Sitio-1 (Derecha)

Sitio de Toma Propuesto Sitio-2 (Izquierda)

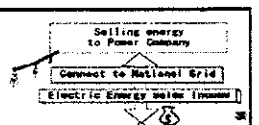
Vista del sitio Propuesto para la MCH en el Río Tambo Quemado (Chachacomani/Turco/Sajama/Oruro)

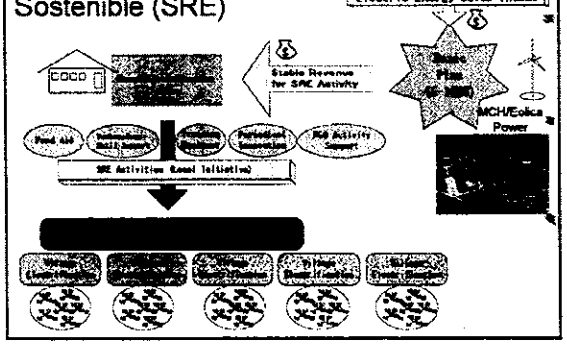
(8) Resultados de Evaluación (Proyecto MCH de Apolo y Tambo Quemado)



Resultados de la EIIA (Evaluación Inicial del Impacto Ambiental):
no habrá un serio impacto en/alrededor en los sitios de los proyectos

Propuesta para Electrificación Rural Sostenible (SRE)





5. SISTEMA DE MONITOREO EÓLICO Y ESTUDIO DE ENERGÍA EÓLICA

5.1 Estudios e Investigaciones Conducidos

- Selección de Sitio para monitoreo eólico
- Supervisión de la instalación del sistema de monitoreo eólico
- Analisis de la información recopilada
- Plan de Desarrollo de Energía Eólica
- Estudio de P/F para 3 proyectos seleccionados

5.2 Instalación del Sistema de Monitoreo Eólico

Listado de Sitios Monitoreados

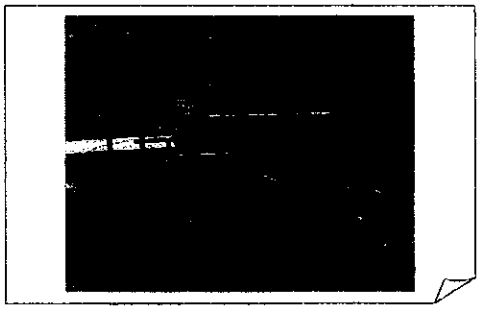
La Paz

1.Achiri 2. General Gonzales
3.Is. Taquiri 4. Charaña
5.Santiago de Llallagua

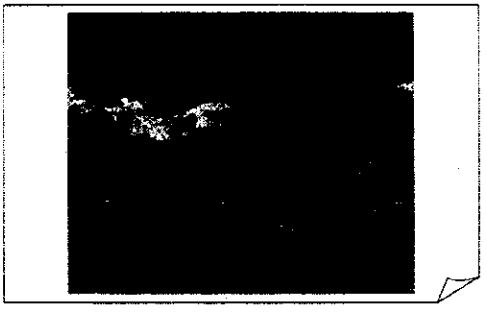
Oruro

1.Caripe 2. Chachacomani
3.Comujo / Coipasa 4.Sevaruyo
5.Salinas de Garci Mendosa

Anemometro y Varilla de Viento



Instalación de la Torre



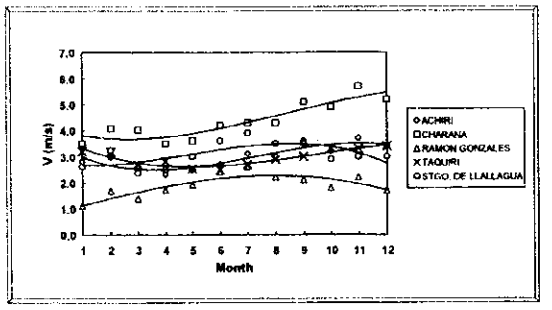
Trabajo de Cableado

Instalación del Data Logger

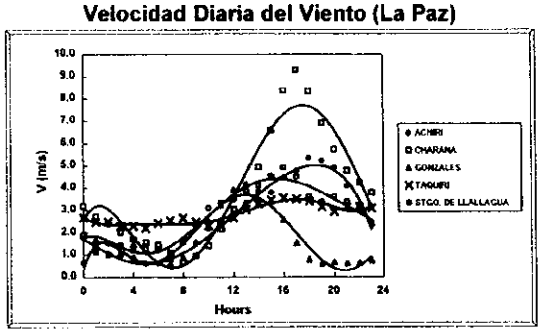
5.3 Monitoreo y Recolección de Información

1) Información Recolectada y Analisis

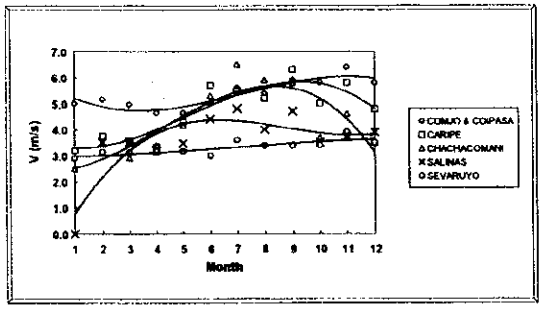
Velocidad Mensual del Viento (La Paz)

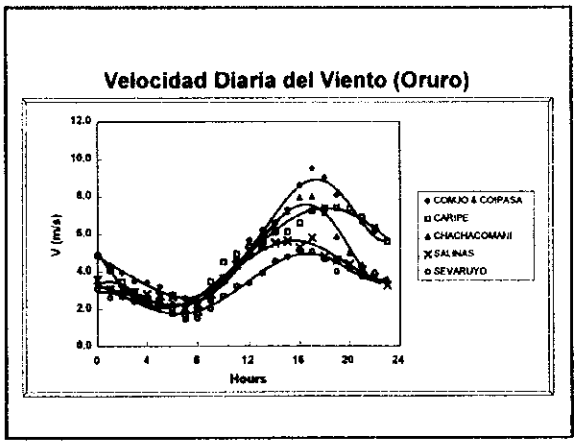


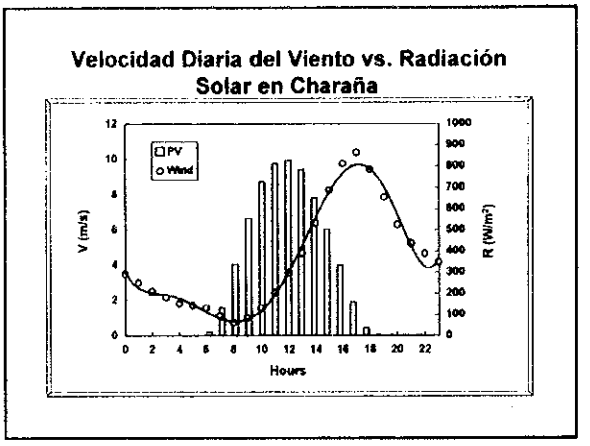
Velocidad Diaria del Viento (La Paz)



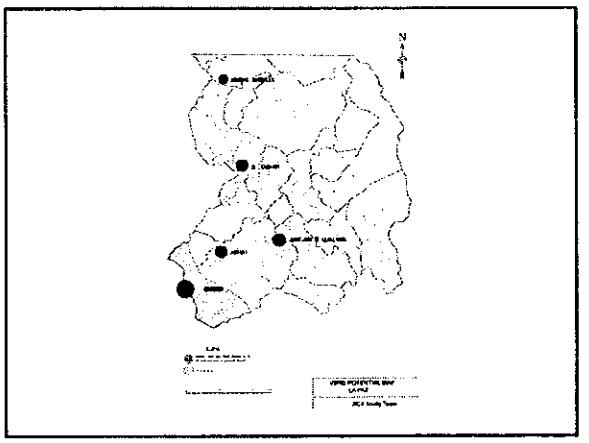
Velocidad Mensual del Viento (Oruro)

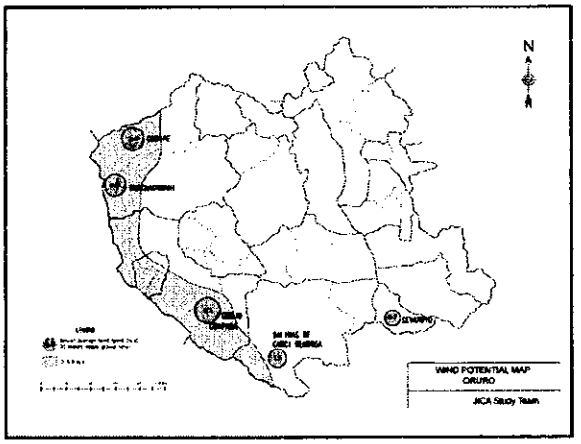






2) Potencial de Energía Eólica





5.4 Selección de sitios para estudio de Prefactibilidad

Criterio de Selección

- Potencial de Energía Eólica
- Población del Cantón
- Sitios Prioritarios de Desarrollo de la Prefectura

Sitios Seleccionados para Estudio de P/F

La Paz	Charaña
Oruro	Chachacomani
	Caripe

5.5 Proceso del Estudio de P/F y Resultados

1) Flujo de Trabajo del Estudio de Prefactibilidad

Análisis Socioeconómico
⇩
Planes Alternativos
⇩
Estimación de la Demanda Energética
⇩
Selección del Esquema Optimo
⇩
Diseño Preliminar & estimación de costo
⇩
Evaluación Financiera y Económica

1) Estudio de Optimización

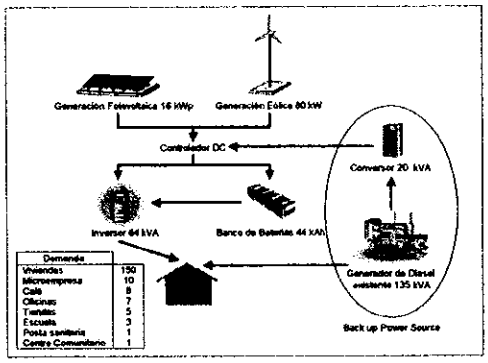
Planes alternativos con sistemas híbridos
⇩ Eólico-FV, Eólico-MCH, Eólico-diesel
Estimación de costo/beneficio del Proyecto
⇩
Selección del esquema óptimo

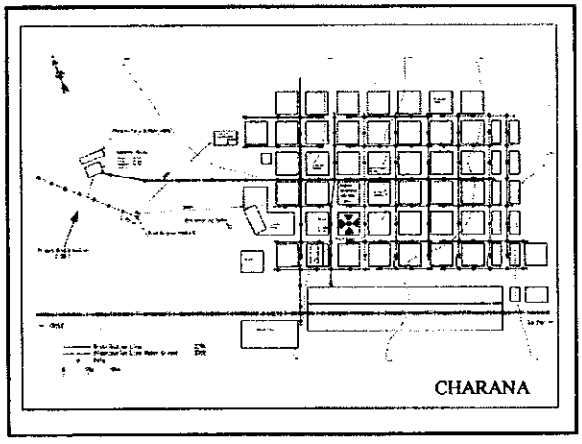
3) Esquemas Formulados

Especificación de Sistemas de Generación

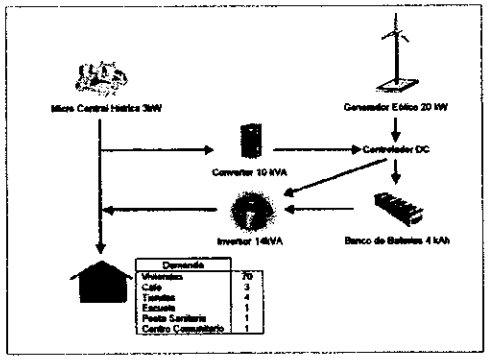
		Charaña	Caripe	Chachacomani
Turbina Viento	(kw)	80	10	20
FV	(kWp)	16	4	-
MCH	(kW)	-	-	3
Inversor	(kVA)	64	8	14
Conversor	(kVA)	20	-	10
Batería	(kAh)	44	8	4

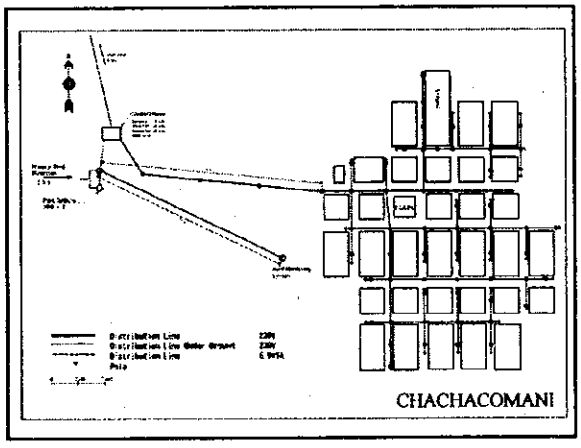
Charaña



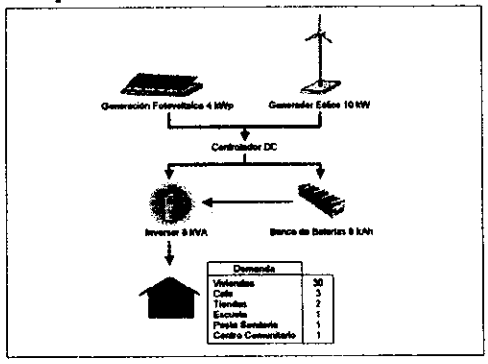


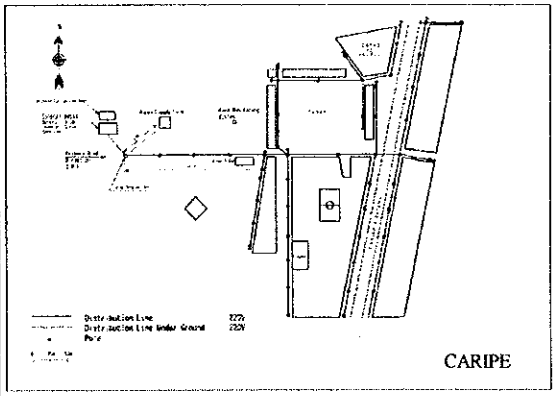
Chachacomani





Caripe





4) Resultados de la Evaluación

Estimación del Costo del Proyecto

(Unidad: US dollar)

	Charaña	Caripe	Chachacomani
1. Generador Eólico, sistema FV, etc.	478,822	88,405	209,242
2. Linea de distribución	35,885	11,040	15,000
3. Trabajos de instalación	144,000	21,000	30,000
4. Transporte	92,946	14,936	16,598
5. Costo Total Directo	751,653	135,382	270,840
6. Ingeniería y Servicios Administrativos	66,145	11,914	23,834
Costo Total de la Construcción	817,798	147,296	294,674

TIR y Evaluación Financiera del Estudio de P/F Desarrollo de Proyectos de Energía Eólica

Charaña	Caripe	Chachacomani
-2.9%	-1.8%	-3.1%

Tarifa Minima para cubrir el Costo de O&M

	Charaña	Caripe	Chachacomani
Residencial por kWh	0.12	0.15	0.22
Residencial por Mes	2.65	3.15	4.73

6. Plan de Electrificación Rural con Energías Renovables

6.1 Energìa Renovables y Metodologìa de Planificaciòn

1) Energía Renovable Objetivo

Micro Energía Hidráulica (MCH)
Energía Eólica
Energía Fotovoltaica (FV)

2) Comparación de Costos

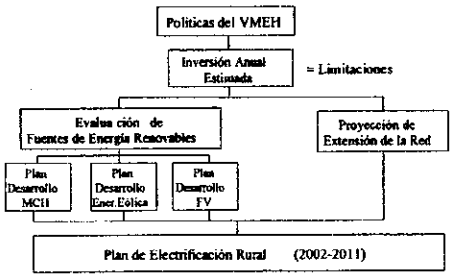
Capacidàd Instalada Y Genraciòn/Consumo Anual de Electricidàd

	Red	FV	MCH	Eólica	Diesel
Capacidàd Instalada	-	55 Wx 100 Vxdas	20kW	20kW(15kW Eólica y 5kWFV)	20kW
Generaciòn/Consumo Anual de Electricidad (kWh/Año)	58,400	52,560	55,480	51,120	52,560

Costo de laEnergía por Fuente (US$/kWh)

	Grid		PV	MHP	Wind	Diesel
	Small	Large				
Economic Cost	0.29	0.31	1.60	0.31	0.47	0.40
Financial Cost	0.32	0.35	1.90	0.36	0.56	0.47

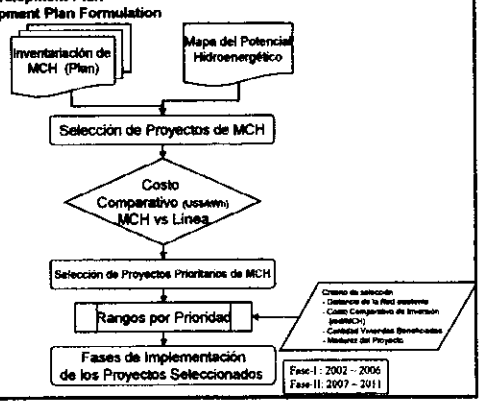
3) Metodologìa del Plan de Electrificaciòn Rural



6.2 Plan de Electrificación Rural

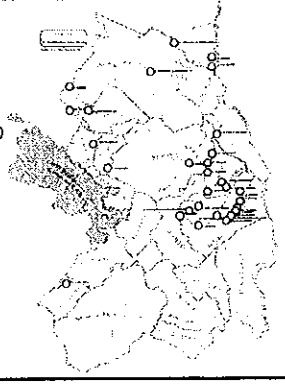
(1) Plan de Desarrollo de MHP

1) MHP Development Plan
a) Development Plan Formulation



1) Plan de Desarrollo MCH
b) Proyectos de MCH Seleccionados como Prioritarios

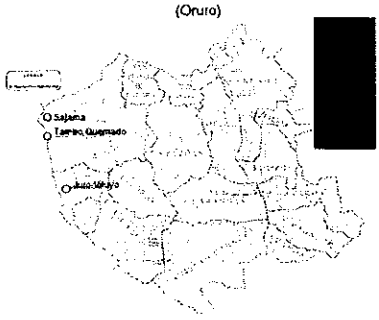
Plan propuesto para La Paz
Fase-I (2002~2006)
: 13 Proyectos (1,096 kW)
Fase-II (2007~2011)
: 17 Proyectos (1,220 kW)
(Total 30 Proyectos, 2,316 kW)



[redacted]

1) Plan de Desarrollo de MCH
b) Proyectos de MCH seleccionados como Prioritarios

Plan propuesto para Oruro
Fase-I (2002~2006)
: 1 Proyecto (62 kW)
Fase-II (2007~2011)
: 2 Proyectos (40 kW)
(Total 3 Proyectos, 102 kW)



[redacted]

1) Plan de Desarrollo de MCH

[redacted]

(2) Plan de Desarrollo de Energía Eólica

Criterio de Selección

- Ubicado en un area de alto potencial eólico
- Mas de cien habitantates
- No existe un plan de electrificación
- Costo estimado del proyecto es menor que el de la extensión de la red

Selección del Sitio para desarrollo de Proyecto de Energia Eólica

La Paz

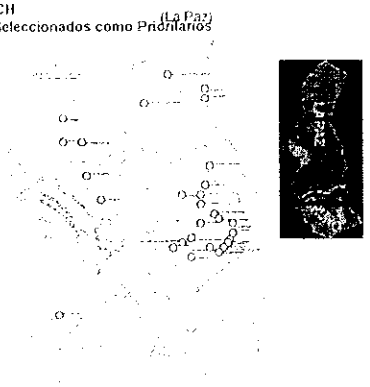
Cantones en area de alto potencial de viento	Producción	Población para el Proyecto	Red Existente o Planes	Resultado
1. Okeruro	339	apropiado	no	Seleccionado
2. Chinocabi	264	apropiado	no	Seleccionado
3. E. Abaroa	116	apropiado	no	Seleccionado
4. Gral. Perez	159	apropiado	no	Seleccionado
5. Ladislao Cabrera	237	apropiado	no	Seleccionado
6. Rio Blanco	287	apropiado	no	Seleccionado
7. Cat Acora	278	apropiado	no	Seleccionado
8. Pairumani Grande	124	apropiado	no	Seleccionado
9. Pojo Pajchiri	221	apropiado	no	Seleccionado
10. Charana	1,018	apropiado	no	Seleccionado
11. Caracollo	61	No apropiado	no	No seleccionado
12. Thele Collo	87	No apropiado	no	No seleccionado

Oruro

Cantones en area de alto Potencial de viento	Producción	Población para el Proyecto	Red Existente o planes	Resultado
1. Sajama	449	apropiado	existente	No seleccionado
2. Lagunas	235	apropiado	no	Seleccionado
3. Copasa	665	apropiado	no	Seleccionado
4. Carangas	152	apropiado	existente	No seleccionado
5. Caripu	206	apropiado	no	Seleccionado
6. Chachacomani	476	apropiado	no	Seleccionado
7. Villa Rosario	96	No apropiado	no	No seleccionado

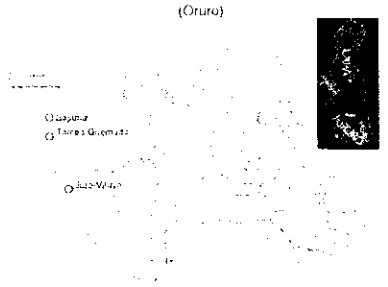
1) Plan de Desarrollo MCH
b) Proyectos de MCH Seleccionados como Prioritarios

Plan propuesto para La Paz
Fase I (2002~2006)
13 Proyectos (1,096 kW)
Fase II (2007~2011)
17 Proyectos (1,220 kW)
(Total 30 Proyectos, 2,316 kW)

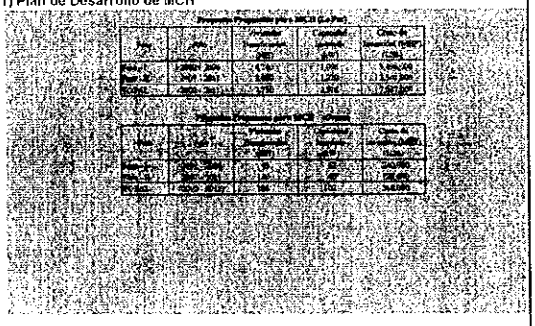


1) Plan de Desarrollo de MCH
b) Proyectos de MCH seleccionados como Prioritarios

Plan propuesto para Oruro
Fase-I (2002~2006)
1 Proyecto (62 kW)
Fase-II (2007~2011)
2 Proyectos (40 kW)
(Total 3 Proyectos 102 kW)



1) Plan de Desarrollo de MCH



(2) Plan de Desarrollo de Energía Eólica

Criterio de Selección

- Ubicado en un area de alto potencial eólico
- Mas de cien habitantates
- No existe un plan de electrificación
- Costo estimado del proyecto es menor que el de la extensión de la red

Selección del Sitio para desarrollo de Proyecto de Energía Eólica

La Paz

	Cantones en area de alto potencial de viento	Produccion	Poblacion para el Proyecto	Red Existente o Planes	Resultado
1	Oxoruro	339	apropiado	no	Seleccionado
2	Chinocobi	264	apropiado	no	Seleccionado
3	E. Abaroa	116	apropiado	no	Seleccionado
4	Great. Perez	159	apropiado	no	Seleccionado
5	Ladislao Cabrera	237	apropiado	no	Seleccionado
6	Rio Blanco	287	apropiado	no	Seleccionado
7	Cat Acora	278	apropiado	no	Seleccionado
8	Pairumani Grande	124	apropiado	no	Seleccionado
9	Pojo Pachin	221	apropiado	no	Seleccionado
10	Charana	1,016	apropiado	no	Seleccionado
11	Caracollo	61	No apropiado	no	No seleccionado
12	Tiola Collu	87	No apropiado	no	No seleccionado

Oruro

	Cantones en area de alto Potencial de viento	Produccion	Población para el Proyecto	Red Existente o planes	Resultado
1	Sajama	449	apropiado	existente	No seleccionado
2	Lagunas	235	apropiado	no	Seleccionado
3	Copaca	665	apropiado	no	Seleccionado
4	Carangas	152	apropiado	existente	No seleccionado
5	Carpe	263	apropiado	no	Seleccionado
6	Chachacomani	476	apropiado	no	Seleccionado
7	Villa Rosario	36	No apropiado	no	No seleccionado

Desarrollo de Proyectos de Energía Eólica

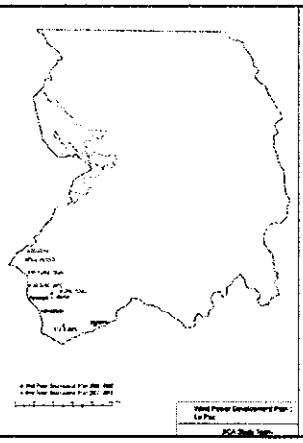
La Paz

Cantones	Capacidad del Sistema (kW)	No.Viviendas Objetivo	Distancia a la línea más cercana (km)	Costo Económico (US$)	Costo Financiero (US$)	Plan Seleccionado
Okoruro	36	48	100	259,386	305,293	Eólico/FV
Charana	96	150	80	699,138	817,799	Eólico/FV
Chinocabi	26	42	96	203,646	240,892	Eólico/FV
E.Abaroa	22	32	60	154,883	182,051	Eólico/FV
Gral Perez	22	28	44	153,805	180,746	Eólico/FV
Ladislao Cabrera	22	32	74	154,883	182,051	Eólico/FV
Rio Blanco	24	34	84	177,639	208,219	Eólico/FV
Catacora	56	72	46	375,214	440,494	Eólico/FV
Pairumani Grande	36	46	50	256,289	304,031	Eólico/FV
Pojo Pojchiri	46	52	46	312,948	367,181	Eólico/MCH

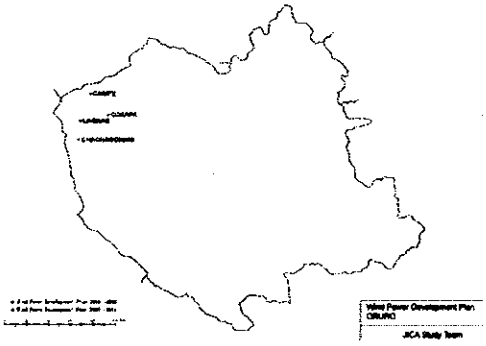
Oruro

Cantones	Capacidad del Sistema (kW)	No.Viviendas Objetivo	Distancia a la línea más cercana (km)	Costo Económico (US$)	Costo Financiero (US$)	Plan Seleccionado
Caripe	23	30	64	125,382	147,298	Eólico/FV
Lagunas	521	60	86	282,132	332,462	Eólico/FV
Cepasa	0	140	72	445,512	525,313	Eólico/FV
Chachacomani	0	70	100	271,738	294,874	Eólico/MCH

MAP



MAP



Prioridad en la Implementación de Proyectos

- Distancia de la red
- Cantidad de Viviendas
- Costo de Inversión por vivienda
- Avance del Proyecto

Puntajes establecidos para Selección Prioritaria

Distancia			Puntaje
	A	80 km y mas	1
	B	60 km y mas, menos de 80 km	2
	C	Menos de 80 km	3
Cantidad de Viviendas Objetivo			**Puntaje**
	A	60 y mas	1
	B	40 y mas, menos de 80 80	2
	C	Menos de 40	3
Costo de Inversión (US$/Vivienda)			**Puntaje**
	A	Menos de 5,000	1
	B	5,000 y más, menos de 6,000	2
	C	6,000 y mas	3
Preparación del Proyecto (Información eólica, P/F)			**Puntaje**
	A	Estudio de P/F existente	1
	B	Limitada información disponible	2
	C	No existe estudio de P/F	3

Plan de Desarrollo de Energía Eólica (Fase 1: 2002 al 2006)

	Cantones	No.Viviendas Objetivo	Capacidad (kW)	Costo de Inversión (US$)
La Paz	Okoruro	48	36	251,624
	Charana	150	96	676,437
	Chinocabi	44	26	198,042
	Rio Blanco	36	24	172,464
Oruro	Caripe	30	14	122,364
	Cepasa	146	60	432,575
	Chachacomai	70	23	267,426
Total		524	279	2,122,931

Desarrollo de Proyectos de Energía Eólica

La Paz

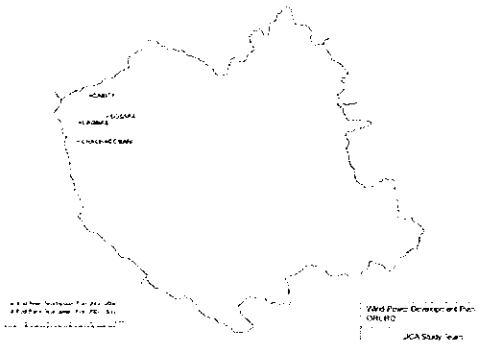
Cantones	Capacidad del Sistema (kW)	No Viviendas Objetivo	Distancia a la línea mas cercana (km)	Costo Económico (US$)	Costo Financiero (US$)	Plan Seleccionado
Okoruro	36	48	100	259,386	305,293	Eólico-FV
Charana	96	150	80	699,136	817,798	Eólico-FV
Chinocabi	26	47	96	203,648	240,882	Eólico-FV
E.Abaroa	22	32	60	154,693	182,051	Eólico-FV
Gral.Perez	22	28	44	153,805	180,746	Eólico-FV
Ladislao Cabrera	22	32	74	154,893	182,051	Eólico-FV
Rio Blanco	24	34	94	177,639	209,219	Eólico-FV
Caracota	56	72	46	375,214	440,494	Eólico-FV
Pariumani Grande	36	46	50	258,298	304,031	Eólico-FV
Pojo Pachin	46	52	46	312,948	367,181	Eólico-MCH

Oruro

Cantones	Capacidad del Sistema (kW)	No Viviendas Objetivo	Distancia a la línea más cercana (km)	Costo Económico (US$)	Costo Financiero (US$)	Plan Seleccionado
Carape	23	30	64	125,387	147,206	Eólico-FV
Lagunas	521	60	88	282,132	332,462	Eólico-FV
Cosapa	0	140	72	445,512	525,313	Eólico-FV
Chachacomani	0	70	100	221,738	264,674	Eólico-MCH

MAP

MAP



Prioridad en la Implementación de Proyectos

- Distancia de la red
- Cantidad de Viviendas
- Costo de Inversión por vivienda
- Avance del Proyecto

Puntajes establecidos para Selección Prioritaria

Distancia			Puntaje
	A	80 km y mas	1
	B	60 km y mas, menos de 80 km	2
	C	Menos de 80 km	3
Cantidad de Viviendas Objetivo			**Puntaje**
	A	80 y mas	1
	B	40 y mas, menos de 80 80	2
	C	Menos de 40	3
Costo de Inversión (US$/Vivienda)			**Puntaje**
	A	Menos de 5,000	1
	B	5,000 y más, menos de 6,000	2
	C	6,000 y mas	3
Preparación del Proyecto (Información eólica, P/F)			**Puntaje**
	A	Estudio de P/F existente	1
	B	Limitada información disponible	2
	C	No existe estudio de P/F	3

Plan de Desarrollo de Energía Eólica (Fase 1: 2002 al 2006)

	Cantones	No.Viviendas Objetivo	Capacidad (kW)	Costo de Inversión (US$)
La Paz	Okoruro	48	36	251,624
	Charana	150	96	678,437
	Chinocabi	44	26	198,042
	Rio Blanco	36	24	172,464
Oruro	Carape	30	14	122,364
	Copasa	146	60	432,575
	Chachacomai	70	23	267,426
Total		524	279	2,122,931

Wind Power Development Plan (Phase 2: 2007 to 2011)

	Cantons	Objective HHs (A)	Capacity (kW)	Investment Cost (US$)
La Paz	E Abaroa	32	22	150,150
	Gral Perez	30	22	149,062
	Ladislao Cabrera	34	22	150,150
	Catacora	74	56	363,140
	Pairumani Grande	46	36	250,536
	Pojo Pajchiri	60	46	303,030
Oruro	Lagunas	62	38	273,938
Total		338	242	1,640,006

3) Desarrollo del Sistema FV

Identificación de sitios

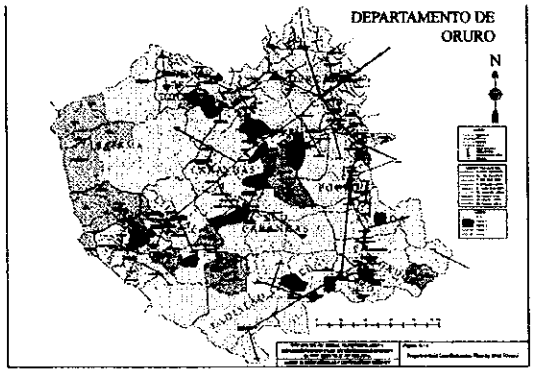
- Evaluación del potencial FV
- Sistema FV despues de
  - Extensión de la Red
  - Micro Energía Hidraulica
  - Energía Eólica

Criterio de Selección

- Fuera del alcance del Plan de Extensión de la Red
- Población con baja densidad
- Necesidades Humanas Básicas

Posibles sitios para proyectos FV en La Paz

Posibles sitios para Proyectos FV en Oruro



Plan de Implementación FV

(Unidad: sistema F)

Fase / Departamento	Fase 1 (2002 - 2006)	Fase 2 (2007 - 2011)	Total
La Paz	177	3,361	3,538
Oruro	2,235	4,637	6,872
Total	2,412	7,998	10,410

4) Plan de Extensión de la Red

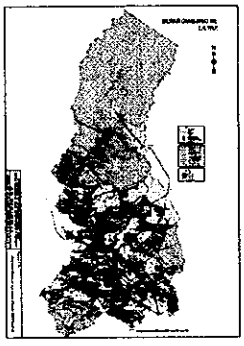
4) Plan de Extensión de la Red

Plan de Extensión de la Red para los años
2002-2006
Proyección basada en la red del 2001

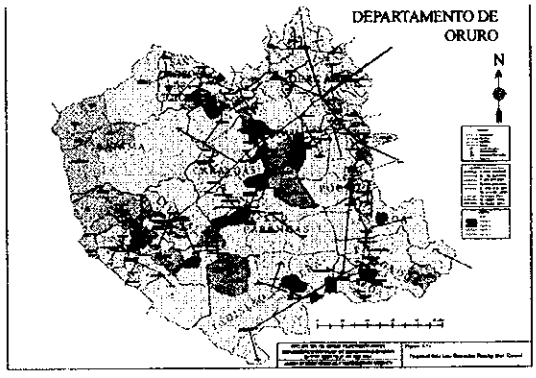
Plan de Extensión de la Red para los años
2007-2011
Proyección bajo criterio de priorización de cantones sin electrificación.
- Criterios
Densidad Poblacional
Distancia de la red existente
Necesidades Básicas

Plan de Extensión de la Red (2011)
Cantones con prioridad A y B

La Paz



Oruro



(5) Projeccion General de Electrificacion Rural

5) Projecciòn General de Electrificaciòn Rural

Numero de Nuevos Beneficiarios

La Paz

	Phase I (2002-2006)	Phase II (2007-2011)
Grid	9,517	10,484
PV	177	3,361
MHP	4,240	3,490
Wind	278	276
Total	14,212	17,611

Oruro

	Phase I (2002-2006)	Phase II (2007-2011)
Grid	6,084	6,221
PV	2,235	4,637
MHP	45	140
Wind	246	62
Total	8,610	11,060

Estimaciòn de Tasa de Electrificaciòn Rural

La Paz

	2000	2002	2006	2011
Total No. of Rural Households	233,703	233,035	231,879	233,669
Existing No. of HHs with Electricity	54,986	70,673	81,436	97,916
New Beneficiary HHs with Electricity	4,223	3,724	2,060	3,771
Decrease in No. of Electrified HHs by Diesel	-196	-165	-63	-43
Total No. of Rural HHs with Electricity	59,039	73,252	84,321	101,643
Rural Electrification Rate (%)	15.3%	31.3%	38.4%	43.9%

Oruro

	2000	2002	2006	2011
Total No. of Rural Household	62,566	61,981	68,846	59,473
Existing No. of HHs with Electricity	7,908	10,268	16,955	27,303
New Beneficiary HHs with Electricity	1,023	1,139	1,810	2,445
Decrease in No. of Electrified HHs by Diesel	-44	-34	-20	-10
Total No. of Rural HHs with Electricity	8,887	11,973	18,746	29,739
Rural Electrification Rate (%)	14.2%	19.3%	30.8%	50.0%

Total de Beneficiarios y Desglose por Fuente de Energía

La Paz

		2000	2002	2006	2011
PV	Total	693	916	1,070	4,431
	Share	1.2%	1.2%	1.3%	4.4%
Micro-hydro	Total	516	2,195	5,535	9,025
	Share	0.9%	3.0%	6.6%	8.9%
Wind	Total	0	30	278	554
	Share	0.0%	0.0%	0.3%	0.5%
Total Renewable Energy	Total	1,209	3,141	6,883	14,010
	Share	2.0%	4.3%	8.2%	13.8%
Grid Extension	Total	56,510	69,102	76,848	87,332
	Share	95.7%	94.3%	91.1%	85.9%
Diesel	Total	1,320	1,010	591	302
	Share	2.2%	1.4%	0.7%	0.3%
Total	Total	59,039	73,252	84,321	101,643
	Share	100%	100%	100%	100%

Oruro

		2000	2002	2006	2011
PV	Total	1,352	2,355	3,984	8,621
	Share	15.2%	19.7%	21.3%	29.0%
Micro-hydro	Total	365	365	410	550
	Share	4.1%	3.0%	2.2%	1.8%
Wind	Total	0	0	246	308
	Share	0.0%	0.0%	1.3%	1.0%
Total Renewable Energy	Total	1,717	2,720	4,640	9,479
	Share	19.3%	22.7%	24.8%	31.9%
Grid Extension	Total	6,860	9,016	13,968	20,189
	Share	77.2%	75.3%	74.5%	67.9%
Diesel	Total	310	237	138	71
	Share	3.5%	2.0%	0.7%	0.2%
Total	Total	8,887	11,973	18,746	29,739
	Share	100%	100%	100%	100%

(6) Impacto Medioambiental

6) Impacto Medioambiental

Emisión de Dióxido de Carbóno (ton) =
Calorias Necesarias para la Generación Eléctrica (2,646 kcal/kWh x Electricidad Generada x $1/10^9$) x Factor Común de Conversión Common Energy Unit Conversion Factor (4.1868TJ/Tcal) x Factor de Emisión de Carbón (17.2tC/TJ) x Fraction of Carbon Oxide (0.995) x 44/12

Estimación de la Reducción del CO_2 (ton)

La Paz

	Phase I (2002-2006)	Phase II (2007-2011)
PV	232	781
Micro-hydro	3,739	8,631
Wind	132	488
Total	4,104	9,900

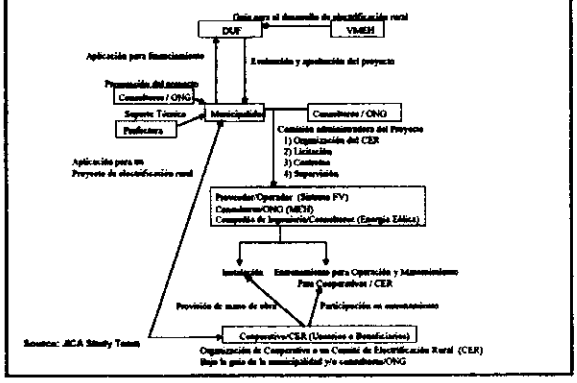
Oruro

	Phase I (2002-2006)	Phase II (2007-2011)
PV	743	1,692
Micro-hydro	431	598
Wind	95	347
Total	1,269	2,637

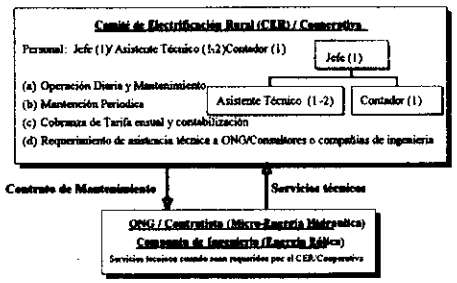
7. Plan Financiero e Institucional

7.1 Estructura de Implementación

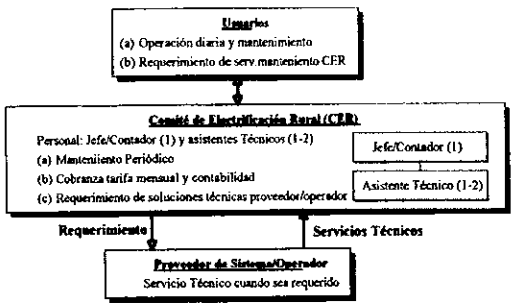
Estructura Propuesta para la Implementación



Sistema Propuesto para Operación y Mantenimiento para Proyectos de MCH y Energía Eólica



Proposed Operation and Maintenance System for PV System Project



7.2 Plan de Disposición de Fondos

1) Fondos Requeridos para Electrificación Rural (Fase I)

(US1,000)

	Phase I (2002-2006)	Share
Public Investment	14,594	62.5%
External Source	7,297	(50%)
Internal Source	7,297	(50%)
Private Investment	8,739	37.5%
Total	23,333	100%

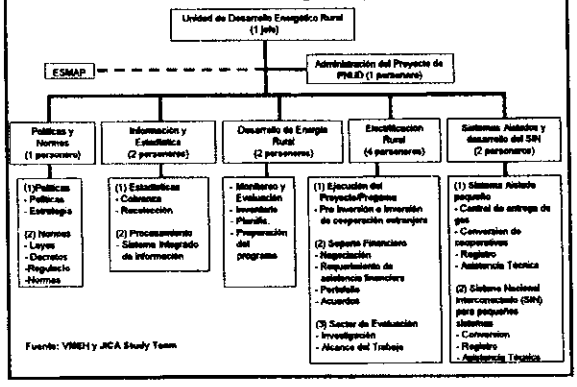
2) Posibles Fuentes de Financiamiento (Fase I)

- Fuentes Externas
  US$3.2 millones (agencias internacionales)
  US$ 4.3 millones (IBRD)
  = US$7.5 millones
- Fuentas Internas
  US$ 7.4 millones

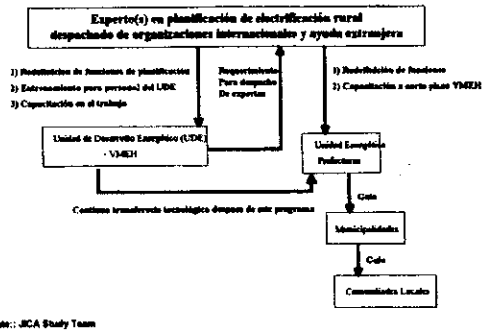
7.3 Soporte Institucional

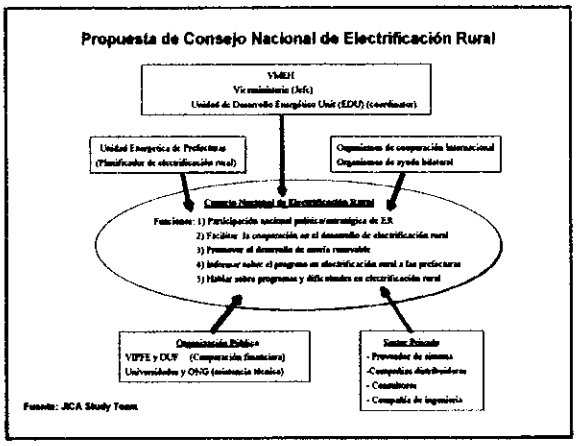
- **Mejorar Capacidad de Planeamiento**
- **Mejorar Coordinación**
- **Investigación y Entrenamiento**

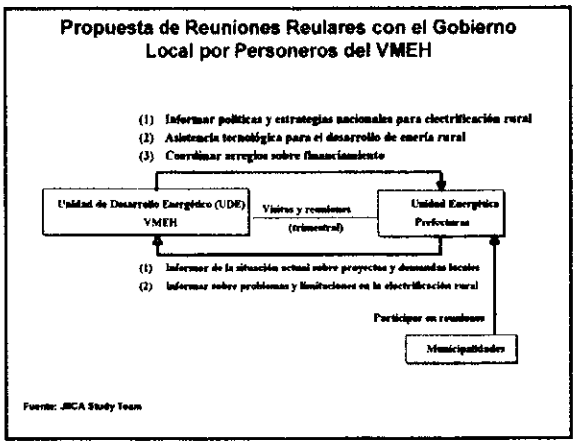
Proposición de Re Organización de la Unidad de Desarrollo Energético (UDE)



Flujo de Fortalecimiento de Personeros del UDE







Establecimiento de un Centro de Investigación y Capacitación para el Desarrollo de Energía Renovable

- **Llevar a cabo investigaciones interadas en energía renovable**
- **Demostrar resultados al público**
- **Capacitar en operación y mantenimiento a los usuarios locales y comites de electrificación rural/cooperativas asi como al sector privado**

8. Recommendaciones

Recomendaciones en Asuntos Técnicos

- **Sistemas FV**

1. **Seguimiento sobre O&M de los sistemas FV instalados como proyectos pilotos en La Paz y Oruro por el VMEH y las Prefecturas de La Paz / Oruro**

- **Microcentrales hidroeléctricas**

1. **Llevar a cabo una continua medición de los niveles de agua y caudal de los proyectos prioritarios por las Prefecturas de La Paz / Oruro**

Recomendaciones en Asuntos Técnicos

- **Energía Eólica**

1. **Seguimiento del monitoreo y recolección de información por las Prefecturas de La Paz / Oruro**
2. **Cooperar al sector privado en el desarrollo y promoción tecnológico de energía eólica por el VMEH**

Recomendaciones sobre Fortalecimiento Institucional

1. Funciones del UDE en el VMEH
2. Coordinación entre el VMEH y prefecturas /municipalidades
3. Funciones de investigación y capacitación
4. Funciones de soporte financiero del VMEH
5. DUF y Municipalidades deben coordinar y dar soporte continuo a las municipalidades bajo el EBRP

Agencia de Cooperación Internacional del Japón
Vice Ministerio de Energía e Hidrocarburos
REPUBLICA DE BOLIVIA

- Tercer Seminario -

La Paz, Septiembre 3, 2001

Estudio
Sobre
Plan de Implementación de Electrificación Rural con Energías Renovales en la República de BOLIVIA

JICA