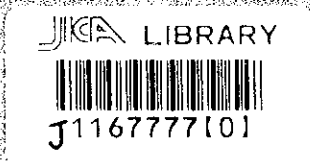


AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON
VICE MINISTERIO DE ENERGIA E HIDROCARBUROS
REPUBLICA DE BOLIVIA

**ESTUDIO SOBRE EL PLAN DE
IMPLEMENTACION
DE LA ELECTRIFICACION RURAL
CON
ENERGIA RENOVABLE
EN
LA REPUBLICA DE BOLIVIA**

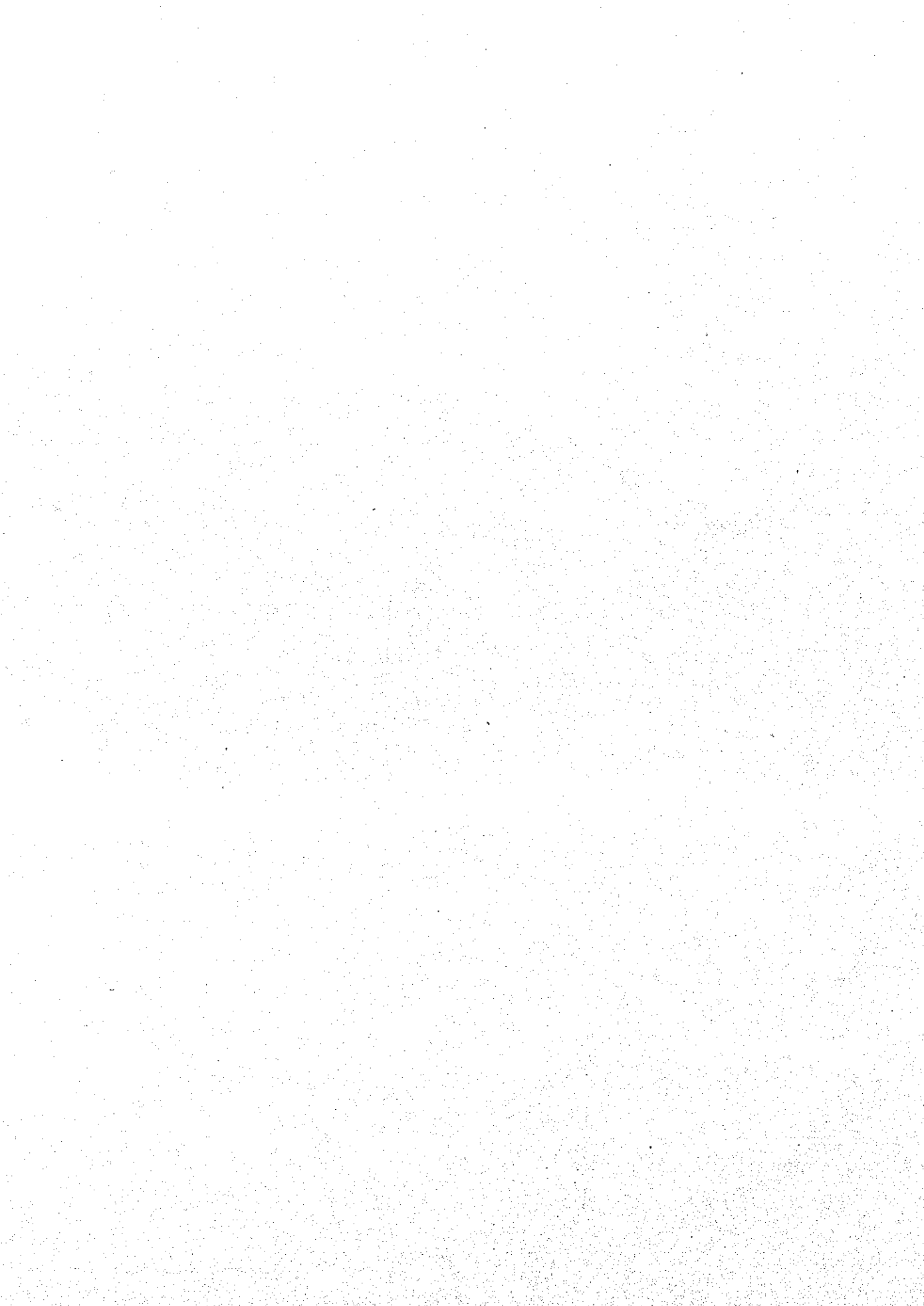
APÉNDICE I Y II



SEPTIEMBRE 2001

**KRI INTERNATIONAL CORP.
NIPPON KOEI CO., LTD.**

MPN
JR
01-106



**AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON
VICE MINISTERIO DE ENERGIA E HIDROCARBUROS
REPUBLICA DE BOLIVIA**

**ESTUDIO SOBRE EL PLAN DE
IMPLEMENTACION
DE LA ELECTRIFICACION RURAL
CON
ENERGIA RENOVABLE
EN
LA REPUBLICA DE BOLIVIA**

**INFORME FINAL
APENDICE I Y II**

Septiembre 2001

**KRI INTERNATIONAL CORP.
NIPPON KOEI CO., LTD**

Tasa de Cambio

(mayo de 2001)

US\$1 = ¥120.5

US\$1 = Bs 6.53

Bs 1 = ¥18.5



1167777(0)

**ESTUDIO
SOBRE
EL PLAN DE IMPLEMENTACION DE LA ELECTRIFICACION RURAL
CON
ENERGIA RENOVABLE
EN
LA REPUBLICA DE BOLIVIA**

**INFORME FINAL
APÉNDICE I Y II**

CONTENIDO

Apéndice I

Proyecto Piloto FV y Monitoreo

	<u>Página</u>
CAPÍTULO 1 INTRODUCCION	I-1
1.1 Objetivos	I-1
1.2 Realización del estudio	I-1
CAPÍTULO 2 INVENTARIO Y SITUACIÓN DE MERCADO DEL SISTEMA FV	I-3
2.1 Inventario delos sistemas FV instalados en La Paz y Oruro	I-3
2.1.1 Gobierno de EUA.....	I-3
2.1.2 Gobierno de España	I-5
2.2 Situación del Mercado de sistemas FV	I-6
CAPÍTULO 3 SELECCIÓN DEL LUGAR PARA UN PROYECTO PILOTO DE SISTEMA FV	I-7
3.1 Esquema del Proyecto Piloto del sistema FV	I-7
3.2 Selección de Lugares de Proyectos Piloto	I-7
3.2.1 Criterios para la Selección del Lugar	I-8
3.2.2 Lugares seleccionados.....	I-8
CAPÍTULO 4 INVESTIGACIÓN RURAL SOCIO-ECONÓMICA.....	I-16
4.1 Ubicación y Tamaño de muestra	I-16
4.2 Condición Socio-económica	I-17

4.3	Situación de la energía eléctrica para la familia.....	I-19
4.4	Fuente de financiamiento para la carga del Sistema FV por el usuario	I-20
4.5	Necesidades y expectativas para la Electrificación Rural.....	I-20
CAPÍTULO 5 SISTEMA FV APLICADO E INSTALACION.....		I-22
5.1	Componentes del Sistema	I-22
5.2	Instalación del Sistema FV.....	I-23
5.2.1	Reinstalación	I-24
5.2.2	Inspección Final	I-25
5.2.3	Repuestos para los Sistemas FV	I-26
5.2.4	Instalación para el Uso Público.....	I-27
CAPÍTULO 6 OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA FV		I-30
6.1	Sistema de operación y mantenimiento	I-30
6.1.1	Organización para la Operación y Mantenimiento	I-30
6.1.2	Guía del Usuario y Capacitación.....	I-31
6.1.3	Manual de Mantenimiento y Capacitación	I-34
6.2	Sistema de Tarifas de Energía.....	I-36
6.2.1	Esquema Original.....	I-36
6.2.2	Programa de Pagos Modificado	I-38
6.2.3	Contrato individual.....	I-38
CAPÍTULO 7 MONITOREO Y ANALISIS.....		I-39
7.1	Operación y Mantenimiento del Sistema	I-39
7.1.2	Monitoreo de la OM.....	I-41
7.1.3	Monitoreo del Pago.....	I-43
7.2	Monitoreo de los usuarios	I-45
7.2.1	Encuesta de Usuarios	I-45
7.2.2	Uso del Sistema FV.....	I-48
7.3	Evaluación Técnica del Sistema FV	I-54
7.3.1	Problemas Técnicos y Soluciones.....	I-54
7.3.2	Comentario acerca de la capacidad del sistema	I-57
7.4	Evaluación del Sistema OM.....	I-58
7.4.1	Evaluación del desempeño.....	I-58
7.4.2	Mejora propuesta.....	I-59

CAPÍTULO 8 POTENCIAL DEL FV Y SELECCIONES DE LOS LUGARES PRIORITARIOS PARA EL FV		I-61
8.1	Potencial de la Energía FV.....	I-61
8.1.1	Análisis de la Radiación en los departamentos de La Paz y Oruro	I-61
8.1.2	Mapa potencial de FV	I-65
8.2	Selección de los lugares prioritarios de FV.....	I-67
8.2.1	Criterio de Selección	I-67
8.2.2	Lugares Prioritarios Seleccionados e Implementación del Plan FV.....	I-68
 CAPÍTULO 9 ESTRUCTURA DE IMPLEMENTACION Y DISPOSICION DE LA BATERIA		I-69
9.1	Estructura de implementación para Sistema FV	I-69
9.2	Recomendación de la Sistema de Operación y Mantenimiento en La Paz y Oruro	I-71
9.3	Disposición de la batería usada	I-73

Lista de Tabla

Tabla 4.1	Antecedentes de los Entrevistados	I-75
Tabla 4.2	Economía Familiar	I-76
Tabla 4.3	Agricultura y Ganado propio	I-77
Tabla 4.4	Aparatos Electricos	I-78
Tabla 4.5	Situacion de Lampara a Kerosene.....	I-79
Tabla 4.6	Fuente para el Pago Inicial.....	I-80
Tabla 4.7	Fuente de Honorarios Mensuales.....	I-81
Tabla 7.1	Situacion de Pago en La Paz (as of May End 2000).....	I-82
Tabla 7.2	Situacion de Pago en La Paz (as of July End 2000).....	I-83
Tabla 7.3	Situacion de Pago en La Paz (as of December End 2000).....	I-84
Tabla 7.4	Situacion de Pago en La Paz (as of April End 2001).....	I-85
Tabla 7.5	Situacion de Pago en Oruro (as of May End 2000)	I-86
Tabla 7.6	Situacion de Pago en Oruro (as of July End 2000).....	I-87
Tabla 7.7	Situacion de Pago en Oruro (as of December End 2000)	I-88
Tabla 7.8	Situacion de Pago en Oruro (as of April End 2001).....	I-89
Tabla 7.9	Promedio de Tiempo de Uso de las Lamparas Fluorescentes por Dia	I-90
Tabla 7.10	Fuente del Pago Inicial y Cargo Fijo Mensual.....	I-91
Tabla 7.11	Cambio de Vida de los Usuarios	I-92

Lista de Figura

Figura 8.1	Mapa de Sistema FV Potencial (La Paz).....	I-93
Figura 8.2	Mapa de Sistema FV Potencial (Oruro).....	I-94
Figura 9.1	Implementación del Proyecto para Sistema FV	I-95

Lista de Anexo

Anexo 1	User's Guide for Solar Home System.....	I-96
Anexo 2	Maintenance Manual for Solar Home System	I-107
Anexo 3	PV System Service Contract – Initial Payment.....	I-123
Anexo 4	PV System Service Contract – Power Tariff	I-125
Anexo 5	Monitoreo para O./Mantenimiento.....	I-127
Anexo 6	Monitoreo para O./Mantenimiento.....	I-128
Anexo 7	Monitoreo para O./Mantenimiento.....	I-129
Anexo 8	Monitoreo para O./Mantenimiento.....	I-130

Apéndice II

Estudio de Pre Factibilidad del Proyecto de Micro Centrales Hidroeléctricas

	<u>Página</u>
CAPÍTULO 1 INTRODUCCION	II-1
1.1 Objetivos del Estudio	II-1
1.2 Investigación y Estudio de Campo.....	II-1
CAPÍTULO 2 INVESTIGACION DE CAMPO, OBSERVACIÓN DEL CAUDAL Y MAPEO TOPOGRAFICO	II-3
2.1 Recolección de Información	II-3
2.1.1 Mapa Topográfico	II-3
2.1.2 Información Meteorológica.....	II-4
2.1.3 Información Hidrológica.....	II-5
2.1.4 Mapa Geológico	II-6
2.1.5 Otra Información relacionada	II-6
2.2 Investigación de Campo	II-7
2.2.1 Selección de Sitios de Observación del Caudal	II-7
2.2.2 Observación del Caudal	II-8
2.2.3 Instalación de la Regla de Medición y Observación del Nivel de Agua.....	II-13
2.2.4 Levantamiento Topográfico y Mapeo	II-20
CAPÍTULO 3 INVENTARIO DE MICRO CENTRALES HIDROELÉCTRICAS Y DE LINEAS DE TRANSMISION EXISTENTES	II-21
3.1 Inventario de los Proyectos de Micros Centrales Hidroeléctricas	II-21
3.2 Línea de Transmisión.....	II-21
CAPÍTULO 4 POTENCIAL HIDROELECTRICO Y SELECCION DE PROYECTOS PRIORITARIOS DE MICRO CENTRALES HIDROELÉCTRICAS	II-23
4.1 Potencial de Centrales Hidroeléctricas.....	II-23
4.2 Selección de los Proyectos Prioritarios.....	II-24
4.2.1 Formulación de los Proyectos Candidatos	II-24
4.2.2 Criterios para la Selección de los Proyectos Prioritarios..	II-24
4.2.3 Etapas de Implementación de los Proyectos Prioritarios Seleccionados.....	II-26
4.2.4 Selección de Proyectos para el Estudio de	

Pre-factibilidad II-27

CAPÍTULO 5 ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD DEL PROYECTO DE MICRO CENTRAL HIDROELECTRICA DE APOLO DEPARTAMENTO DE LA PAZ II-28

5.1 Ubicación y Topografía, Geología e Hidrología II-28

5.1.1 Ubicación y Topografía II-28

5.1.2 Geología II-29

5.1.3 Hidrología II-31

5.2 Condiciones Socio-económicas y Demanda de Electricidad II-37

5.2.1 Condiciones Socio-económicas II-37

5.2.2 Demanda de Electricidad II-39

5.3 Formulación del Esquema Optimo de Desarrollo II-43

5.3.1 Enfoque del Esquema Optimo de Desarrollo II-43

5.3.2 Selección de la Alternativa Optima II-45

5.4 Diseño preliminar y Estimación de Costo II-48

5.4.1 Diseño Preliminar II-48

5.4.2 Estimación del Costo II-53

5.5 Programa de Construcción II-54

5.6 Propuesta de Implementación de la Organización y O&M II-54

5.6.1 Implementación de la Organización II-54

5.6.2 Sistema de operación y mantenimiento II-56

5.7 Evaluación Económica y Financiera II-63

5.7.1 Evaluación Económica II-63

5.7.2 Evaluación Financiera II-66

5.8 Evaluación Ambiental Inicial II-69

CAPÍTULO 6 ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD PROYECTO DE MICRO CENTRAL HIDROELECTRICA EN ORURO II-70

6.1 Ubicación, Topografía, Geología e Hidrología II-70

6.1.1 Ubicación y Topografía II-70

6.1.2 Geología II-71

6.1.3 Hidrología II-71

6.2 Condiciones Socioeconómicas y Demanda de Electricidad II-76

6.2.1 Condiciones Socioeconómicas II-76

6.2.2 Demanda de Electricidad II-77

6.3 Formulación del Esquema Optimo de Desarrollo II-78

6.3.1 Enfoque del Esquema Optimo de Desarrollo II-78

6.3.2 Selección de la Alternativa Optima II-79

6.4	Diseño Preliminar y Estimación de Costo	II-82
6.4.1	Diseño Preliminar.....	II-82
6.4.2	Estimación de Costo.....	II-85
6.5	Calendario de Construcción.....	II-86
6.6	Propuesta de Implementación y O&M.....	II-87
6.6.1	Organización	II-87
6.6.2	Sistema de Operación y Mantenimiento	II-88
6.7	Evaluación Económica y Financiera.....	II-90
6.7.1	Evaluación Económica.....	II-90
6.7.2	Evaluación Financiera.....	II-93
6.8	Evaluación Ambiental Inicial.....	II-96

Lista de Tabla

Tabla 2.1	Observación Meteorológica de la Estación de La Paz (SENAMHI).....	II-97
Tabla 2.2	Observación Meteorológica de la Estación de Oruro (SENAMHI).....	II-99
Tabla 2.3	Observaciones Hidrológicas de las Estaciones en La Paz y Oruro (SENAMHI).....	II-100
Tabla 2.4	Información Hirdrológica Disponible en La Paz (SENAMHI).....	II-102
Tabla 2.5	Información Hirdrológica Disponible en Oruro (SENAMHI).....	II-104
Tabla 2.6	Resultados de la Observacion del caudal de Septiembre, 1999 hasta Abril, 2001.....	II-105
Tabla 3.1	Inventario de Proyectos de Micro Centrales Hidroeléctricas en La Paz y Oruro (Completed and Under Construction).....	II-106
Tabla 3.2	Inventario de Proyectos de Micro Centrales Hidroeléctricas en Planificación.....	II-107
Tabla 4.1	Selección de Proyectos de Micro Centrales Hidroeléctricas en La Paz (Plan 2002-2011).....	II-109
Tabla 4.2	Selección de Proyectos de Micro Centrales Hidroeléctricas en Oruro (Plan 2002-2011).....	II-110
Tabla 4.3	Proyectos Prioritarios de Micro Centrales Hidroeléctricas en La Paz y Oruro (Plan 2002-2011).....	II-111
Tabla 5.1	Temperatura Media Mensual y Humedad en Apolo.....	II-112
Tabla 5.2	Precipitación Mensual en Apolo (1996-2000).....	II-113
Tabla 5.3	Población Comunitaria & Familias del Área Meta en 1999 ...	II-114
Tabla 5.4	Proyección de Familias en la Comunidad de Apolo (1999 y 2005).....	II-115
Tabla 5.5	Tasa Unitaria de Consumo de Energía por Familia en Apolo.	II-116
Tabla 5.6	Tasa Unitaria de Consumo de Electricidad para Usos No-Domésticos en Apolo.....	II-117
Tabla 5.7	Estimación de la Demanda Total de Energía en Apolo.....	II-119
Tabla 5.8	Costo Preliminar de Construcción de la MCH de Apolo para Casos Alternativos.....	II-120
Tabla 5.9	Costo Preliminar del Proyecto y Beneficio para Cosos Alternativos.....	II-121
Tabla 5.10	Evaluación Económica de Casos Alternativos.....	II-122

Tabla 5.11	Costo de Construcción de Obras Civiles, Eléctricas y Mecánicas de la MCH de Apolo (Detalles para Pre-F/S)	II-126
Tabla 5.12	Costo de Construcción de la MCH de Apolo (Pre-F/S).....	II-129
Tabla 5.13	Costo del Proyecto de la MCH de Apolo (Pre-F/S).....	II-130
Tabla 5.14	Costo del Beneficio de la MCH de Apolo (Pre-F/S).....	II-131
Tabla 5.15	TIR (Tasa Economica Interna de Retorno) para Proyecto del Project MCH en Apolo (La Paz)	II-132
Tabla 6.1	Consumo de electricidad por usuario en Tambo Quemado (Actual).....	II-133
Tabla 6.2	Demanda de Energía en Tambo Quemado (Actual).....	II-134
Tabla 6.3	Estimación del Consumo de Electricidad en Tambo Quemado (Futuro).....	II-135
Tabla 6.4	Estimación de la Demanda Pico en Tambo Quemado (Futuro)	II-136
Tabla 6.5	Costo Preliminar de Construcción para Casos Alternativos en la MCH de Tambo Quemado.....	II-137
Tabla 6.6	Costo Preliminar del Proyecto para Casos Alternativos de la MCH de Tambo Quemado.....	II-138
Tabla 6.7	Proyecto de Beneficio Preliminar para Casos Alternativos de la MCH de Tambo Quemado.....	II-139
Tabla 6.8	Evaluación Económica de la MCH de Tambo Quemado.....	II-140
Tabla 6.9	Costo de Construcción de Obras Civiles, Eléctricas y Mecánicas de la MCH de Tambo Quemado (Pre-F/S).....	II-143
Tabla 6.10	Costo de Construcción de la MCH de Tambo Quemado (Pre-F/S)	II-146
Tabla 6.11	Costo del Proyecto y Beneficio de la MCH de Tambo Quemado (Pre-F/S)	II-147
Tabla 6.12	TIR (Tasa Economica Interna de Retorno) para Proyecto del Project MCH en Tambo Quemado (Oruro).....	II-148

Lista de Figura

Figura 2.1	Cuenca Hidrografica de Bolivia.....	II-149
Figura 2.2	Imagen Satelital de Bolivia.....	II-150
Figura 2.3	Mapa Isohyetal (Precipitacion Pluvial Annual) de Bolivia (1961-1990)	II-151
Figura 2.4	Temperatura Annual de Bolivia (1961-1990)	II-152
Figura 2.5	Geologia de Bolivia.....	II-153
Figura 2.6	Ubicación de la Estación W.L. Rio Turiapu (Apolo/F.Tamayo/La Paz)	II-154
Figura 2.7	Corte Transversal en la Estación W.L. del Río Turiapu (Apolo/F.Tamayo/La Paz)[14 Oct.1999].....	II-155
Figura 2.8	Ubicación de la Estación W.L. del Rio Tequeje (Ixiamas/Iturralde/La Paz)	II-156
Figura 2.9	Corte Transversal de la Estación W.L. del Río Tequeje (Ixiamas/Iturralde/La Paz)[23 Oct.1999].....	II-157
Figura 2.10	Ubicación de la Estación W.L. del Río Jaruma (Chachacomani/Turco/Sajama/Oruro)	II-158
Figura 2.11	Corte Transversal de la Estación W.L. del Río Jaruma (Chachacomani/Turco/Sajama/Oruro)[6 Nov.1999].....	II-159
Figura 3.1	Mapa de Ubicación del Proyecto de la Pequena Central Hidroelectica (La Paz).....	II-160
Figura 3.2	Mapa de Ubicación del Proyecto de la Pequena Central Hidroelectrica (Oruro).....	II-161
Figura 3.3	Linea de Transmision Existente (La Paz) (A principios de 2001).....	II-162
Figura 3.4	Linea de Transmision Existente (Oruro) (A principios de 2001).....	II-163
Figura 4.1	Mapa Isohyetal de la Precipitación Pluvial con Potencial de Cabecera (La Paz).....	II-164
Figura 4.2	Mapa Isohyetal de la Precipitación Pluvial con Potencial de Cabecera (Oruro).....	II-165
Figura 4.3	Mapa Potencial de Centrales Hidroelectricas (La Paz).....	II-166
Figura 4.4	Mapa Potencial de Centrales Hidroelectricas (Oruro)	II-167
Figura 4.5	Proyecto de Selección Prioritaria de Micro Centrales Hidroelectricas (2002-2006, 2007-2011) (La Paz)	II-168
Figura 4.6	Proyecto de Selección Prioritaria de Micro Centrales Hidroelectricas (2002-2006, 2007-2011) (Oruro).....	II-169

Figura 5.1	Mapa Geológico de Apolo	II-170
Figura 5.2	Área de captación de la Estación W.L. del Río Turiapu y Propuesta de Lugar de Toma de la MCH en el Río Machariapu en Apolo	II-171
Figura 5.3	Mapa de Ubicación de la Comunidad y Bloque del Área Meta	II-172
Figura 5.4	Flujo de Trabajo de la Formulación del Esquema Optimo de Desarrollo de la Pequeña Central Hidroeléctrica	II-173
Figura 5.5	Estimación de la Curva Diaria de Carga para el Proyecto de la MCH de Apolo	II-174
Figura 5.6	Plano de la MCH de Apolo (Río Machariapu).....	II-175
Figura 5.7	Programa de Implementación Propuesto para el Proyecto de la MCH de Apolo	II-178
Figura 5.8	Propuesta de Implementación para el Proyecto de la MCH en Apolo	II-179
Figura 6.1	Mapa Geológico de Tambo Quemado.....	II-180
Figura 6.2	Área de Captación de la Estación W.L. del Río Jaruma y Propuesta del Lugar de Toma de la MCH en Tambo Quemado	II-181
Figura 6.3	Estimación de la Curva Diaria de Carga para el Proyecto de la MCH de Tambo Quemado.....	II-182
Figura 6.4	Plano de la MCH de Tambo Quemado.....	II-183
Figura 6.5	Programa de Implementación Propuesto para el Proyecto de la MCH de Tambo Quemado.....	II-184
Figura 6.6	Propuesta de Implementación del Proyecto de la MCH en Tambo Quemado	II-185

Abbreviations and Acronyms

(1) Domestic Organization

CINER	Centro de Información en Energías Renovables
CNDC	National Committee of Electricity Supply
COSUDE	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
CRE	Cooperativa Rural de Electrificación, Santa Cruz
DUF	Directorio Unico de Fondos
ECOTEC	Ecotecnologías Energéticas y Productivas
EDU	Energy Development Unit, VMEH
EDESER	Empresa de Servicios
EFP	Facilitator Team of PRONER Program
ELECTROPAZ	Electricidad de La Paz S.A.
ELFA	Empresa de Luz y Fuerza Aroma
ELFEC	Empresa de Luz y Fuerza de Cochabamba
ELFEO	Empresa de Luz y Fuerza Electrica de Oruro, S.A.
ENDE	National Electric Company
ENERGÉTICA	Energía para el Desarrollo
ESAND	Energía Solar Andina S.R.L.
FNDR	National Fund of Regional Development
FPS	National Fund of Productive and Social Investment
IGM	Instituto Geográfico Militar
IHH	Instituto de Hidraulica e Hidrologia, UMSA
INE	National Statistics Institute
MDE	Ministry of Economic Development
MDSP	Ministry of Sustainable Development and Planning
NOGUB	Programa de Apoyo a Organizaciones no gubernamentales
PRONER	National Program of Rural Electrification
SE	Superintendencia de Electricidad
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorologia e Hidrologia
SERGEOMIN	Servicio Nacional de Geologia y Minería
SERNAP	Servicio Nacional de Areas Protegidas, MDSP
SIN	National Interconnected System
STI	Interconnected Trunk System
TDE	Transportadora de Electricidad
UMSA	Universidad Mayor de San Andres

VIPFE	Vice Ministry of Public Investment and External Financing
VMARNDF	Vice Ministry of Environmental Natural Resources and Forestry Development
VMEH	Vice Ministry of Energy and Hydrocarbons

(2) International or Foreign Organization

AECI	Spanish International Cooperation Agency
ESMAP	Energy Sector Management Program, World Bank
GEF	Global Environmental Facility, World Bank
GTZ	German Technical Cooperation
IDB	Inter-American Development Bank
JICA	Japan International Cooperation Agency
KfW	German Financial Cooperation
NRECA	National Rural Electric Cooperative Association
UNDP	United Nations Development Program
UNEP	United Nations Environmental Program
UNDCP	United Nations Drug Control Program
USAID	The US Agency for International Development, USA
WB	World Bank

(3) Others

GDP	Gross Domestic Product
NGO	Non Governmental Organization
O&M,O/M	Operation and Maintenance
VAT	Value Added Tax

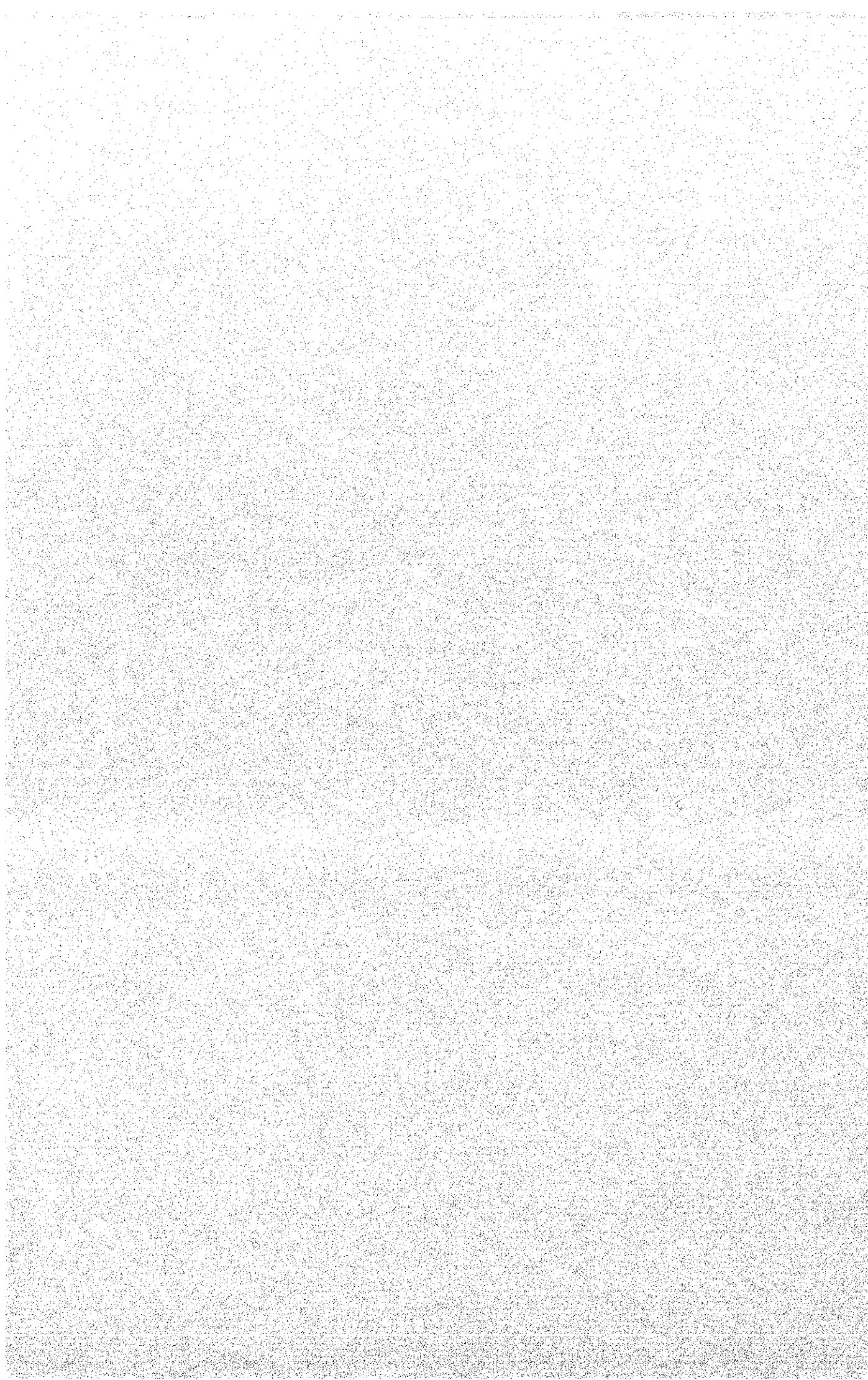
(4) Technical Term

AC	Alternative Current
CO2	Carbon Dioxide
DC	Direct Current
FC	Fuel Cell
Grid	Transmission Line
H	Head (m)
Hyd	Hydraulic Generator
LDC	Load Dispatching Center
MHP	Micro Hydro Power

PV	Solar Photovoltaic Cell
Q	River Flow Discharge
WG	Wind Generator
(5) Unit	
mm	millimeter
m	meter
km	kilometer
El.m	Elevation in meter
l/s	liter per second
m/s	meter per second
m ³ /s	cubic meter per second
mm ²	square millimeter
km ²	square kilometer
mg	milligram
ton, t	metric ton
V	Volt
W	Watt
kW	kilowatt
MW	Megawatt
Wp	Watt peak
kWp	kilowatt peak
GWh	Gigawatt hour
kWh	Kilowatt hour
MVA	Megavolt ampere
KVA	Kilovolt ampere
Ah	ampere hour
Hz	Hertz
RPM	Revolution (revs) per minute
%	percentage
(6) Currency	
Bs	Boliviano, Bolivian Currency
US\$	US Dollar
M.US\$	Million US Dollar
US ¢	US cent

APENDICE I

**PROYECTO PILOTO FV
Y MONITOREO**



CAPÍTULO 1 INTRODUCCION

1.1 Objetivos

El objetivo del estudio es formular un plan de Implementación de Electrificación Rural mediante Energía Renovable en La Paz y Oruro. El estudio sobre el sistema FV se enfoca en los siguientes objetivos:

- 1) Identificar los lugares adecuados e instalar trescientos sistemas FV como proyecto piloto en La Paz y Oruro;
Existen 200 Sistemas Solares Domésticos instalados en La Paz y 100 Sistemas Solares Domésticos en Oruro con el fin de alcanzar un esquema sostenible para la electrificación rural.
- 2) Evaluar el sistema FV y el sistema de operación y mantenimiento aplicados; y
- 3) Identificar lugares prioritarios para el sistema FV e incorporar un plan de desarrollo de sistemas FV en el plan de electrificación rural.

1.2 Realización del estudio

La investigación de campo empezó el 7 de agosto de 1999, y continuo hasta el 7 de septiembre de 2001 en forma intermitente con las siguientes etapas de investigación.

- 1) Primera investigación de campo: 7 de agosto de 1999 – 20 de septiembre de 1999
- 2) Segunda investigación de campo: 5 de enero de 2000 – 12 de febrero de 2000
- 3) Tercera investigación de campo: 15 de mayo de 2000 – 14 de julio de 2000
- 4) Cuarta investigación de campo: 5 de enero de 2001 – 15 de febrero de 2001
- 5) Quinta investigación de campo: 10 de mayo de 2001 – 8 de junio de 2001
- 6) Sexta investigación de campo: 27 de agosto de 2001– 7 de septiembre de 2001

La investigación y el estudio realizados durante periodo anterior son como sigue:

- **Recolección de los datos e información existentes de sistemas FV**
- **Selección de lugar para la ubicación del proyecto piloto FV**
- **Inspección para la instalación de sistemas FV**
- **Organizar el sistema de operación y mantenimiento y guiar la OM**
- **Monitorear el proyecto piloto / recolección de información y análisis de los datos de sistemas FV**
- **Preparación del mapa potencial FV e identificación de lugares prioritarios para sistemas FV para el plan de electrificación rural.**

CAPÍTULO 2 INVENTARIO Y SITUACIÓN DE MERCADO DEL SISTEMA FV

2.1 Inventario de los sistemas FV instalados en La Paz y Oruro

El sistema mas grande instalado en La Paz y Oruro es el sistema solar domestico (SSD) que es el único sistema para iluminación domestica. Ningún otro tipo de iluminación FV ha sido identificado a excepción del sistema solar de bombeo en La Paz y Oruro. En general, la población de las comunidades del Altiplano no son lo suficientemente ricas como para comprar sistemas solares domésticos por cuenta propia.

Los organismos internacionales han proporcionada asistencia. USAID instalo 480 sistemas solares domésticos en Oruro desde 1998. La ayuda española ha instalado 246 sistema solares domésticos en La Paz y 500 sistemas en Oruro de 2000 a 2001.

Adicionalmente 200 sistemas solares domésticos en La Paz y 100 sistemas en Oruro fueron instalados a través de este proyecto piloto. El inventario del sistema FV en La Paz y Oruro es resumido en la siguiente tabla.

Inventario del Sistema FV (a Junio de 2001)

(Unidad: Familias)

Ubicación	Departamento de La Paz				Departamento de Oruro			
	1998	1999	2000	2001	1998	1999	2000	2001
EUA					200	150	3	127
ESPAÑA	80	80	86				430	70
JAPÓN			200				100	
Total	80	80	286	0	200	150	533	197

* Capacidad del Sistema: 50Wp-55Wp

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

2.1.1 Gobierno de EUA

El Gobierno de EUA ha proporcionado muchos sistemas FV en toda Bolivia a través de USAID. Uno de ellos fue desarrollado en Oruro cuyos detalles son explicados a continuación:

- Ubicación: Oruro
- Operador: NRECA (ONG Americana)

- Sistema: 53W Sistema SHS / Tres lámparas de 7W / Batería 100 Ah
- Forma de Adquisición: Compra
- Precio: @US\$720
 - 50% = US\$ 360 : Subsidio de la Prefectura de Oruro
 - 25% = US\$ 180 : Usuarios (NRECA Financiamiento sin intereses)
 - 25% = US\$ 180 : Usuarios (NRECA Financiamiento sin intereses)
 - Primer Pago : US\$90 = Registro para instalación
- Instalación

1998: 200 sistemas (Fase 1)

Ubicación	Familias Beneficiarias
Salinas	61
Lakaza	27
Pitca & Circuta	18
Ayllu Thnupa	80
Papel Pampa	14
Total	200

1999: 150 sistemas (Fase 2)

Ubicación	Familias Beneficiarias
Sajama	16
Papel Pampa	10
Lagunas	4
Urmiri	23
Pazña	18
Cuh Avicaya	19
La Quebrada Antequera	60
Total	150

2000/2001: 130 sistemas (Fase 3)

Ubicación	Familias Beneficiarias
Salinas	130

- OM
NRECA realizo un seminario de capacitación de 3 días en las comunidades y en los cursos de capacitación para el personal técnico de la Municipalidad. No se recolecta un honorario mensual de los usuarios.

2.1.2 Gobierno de España

El Gobierno de España ha proporcionado sistemas de FV a toda Bolivia. Algunos de ellos fueron implementados en La Paz y Oruro, cuyos detalles son proporcionados a continuación:

- Ubicación: La Paz y Oruro
- Operador: BOLHISPANIA (ONG española)
- Sistema: Sistema 50W SHS / Tres Lámparas 15W / Batería 100Ah
- Forma de Adquisición: Licitación (Sistema de propiedad es municipal)
- Precio: @US\$700
 - US\$ 450: Gobierno de España
 - US\$ 50: Municipalidad (fondo rotatorio para proyectos locales)
 - US\$ 200: Usuarios
- Instalación

1996~2000: 246 sistemas

Ubicación	Familias Beneficiarias
Quelka Berenguela	246
JunutaLakaza	
Taracollo	
Sique	
Pahaza	
Copacati	
Total	246

- OM
La OM es llevada a cabo por una ONG local a requerimiento de los usuarios (50 usuarios de 246)

Honorarios mensuales: US\$2 por usuario pagado a la ONG local cubriendo el costo del agua para la batería, reparación (panel, control, lámparas, reemplazo de fusibles) y reemplazo del control, batería, panel del sistema FV a ser pagado por cada usuario.

2.2 Situación del Mercado de sistemas FV

Muchas compañías privadas están gestionando paneles y equipos de FVs internacionales para sistemas FV en Bolivia.

Representantes o agentes de paneles de FVs internacionales son los siguientes.

- 1) HANSA: Siemens (Alemania, EUA)
- 2) ESAND: Atersa (España)
- 3) SERCOIN: Isofoton (España)
- 4) ENERSOL: Kyocera (Japón, EUA)
- 5) ALKE: Shell (Gran Bretaña, Holanda)

Al presente, existen cinco grandes compañías privadas que proveen equipo y servicios relacionados para sistemas FV en Bolivia tal como se indica en la lista anterior. Ninguna de estas compañías fabrica equipos. Ellas son responsables de la adquisición de todo el equipo para su instalación, la capacitación de técnicos y usuarios así como de la operación y mantenimiento.

No existe un fabricante de paneles FV en Bolivia. Además de paneles FV estas compañías importan o compran del mercado local en Bolivia dependiendo de la modalidad del proyecto. Existe un fabricante, BATEBOL, de la batería de tipo solar que tiene un convenio técnico con una compañía europea. Únicamente un fabricante, TEC, produce equipos eléctricos y de control tales como balastas, lámpara y conversores DC-DC. La compañía tiene también un convenio técnico con una compañía europea.

CAPÍTULO 3 SELECCIÓN DEL LUGAR PARA UN PROYECTO PILOTO DE SISTEMA FV

3.1 Esquema del Proyecto Piloto del sistema FV

Bolivia tiene condiciones naturales favorables para la energía FV. Es por esta razón que la potencia FV ha sido introducida en Bolivia. Sin embargo los sistemas FV no son considerados como fuentes de energía sostenible para la generación de energía aun, no solamente por el alto costo del equipo pero también la operación débil y el sistema de mantenimiento.

En vista de esa situación, el Equipo de Estudio de JICA ha implementado el proyecto piloto con los siguientes objetivos.

- Instalar 300 sistemas FV en La Paz y Oruro como proyecto piloto.
- Monitorear el uso del sistema, la operación y el mantenimiento y la administración financiera.
- Establecer la operación y mantenimiento para el sistema FV.

A través de este proyecto piloto, se planifico la formulación del esquema mas apropiado para el sistema FV

3.2 Selección de Lugares de Proyectos Piloto

Se planifico que los 300 sistemas FV serian instalados por las Prefecturas de La Paz y Oruro. Los lugares candidatos fueron inicialmente seleccionado durante la primera investigación conducida en enero de 1999. Después del inicio de este estudio, el Equipo de Estudio de JICA sostuvo una seria de discusiones con el VMEH sobre los lugares candidatos para el sistema FV y encontró que algunos de los lugares seleccionado serán conectados a la extensión de la red en un futuro muy próximo. En vista de la situación, el Equipo de Estudio reconoció la necesidad de reconfirmar los lugares candidatos mediante el establecimiento de criterios para la selección y mediante la conducción de una investigación de campo en los lugares candidatos. El proceso de la selección final de los lugares para sistemas FV es presentado a continuación.

3.2.1 Criterios para la Selección del Lugar

Para la selección y la confirmación de los lugares candidatos, los siguientes criterios fueron establecidos y aplicados antes de la presente investigación de campo.

La primera investigación de campo fue llevada a cabo enfocando los lugares candidatos del pre-estudio del equipo, aplicando los siguientes criterios.

- 1) Lugares fuera del plan de la futura extensión de la red
En vista de que el programa de monitoreo continuara un año después de febrero 2000, los lugares deben estar fuera del plan de la futura extensión de la red mínimo por tres años.
- 2) Los lugares dentro una distancia menor a dos horas de transporte de la ciudad principal
La distancia desde la ciudad principal como Patacamaya y Oruro deben estar dentro las dos horas de transporte para su conveniencia.
- 3) Los lugares con un mínimo de 50 familias
Los números de familias en un lugar deben estar alrededor de 50 para una eficiente instalación y monitoreo. (Esto no fue estrictamente aplicado debido a que los lugares candidatos están muy escasamente poblados).
- 4) Lugares dentro los territorios de las Operadoras
Para una operación y mantenimiento sostenibles del sistema FV, es necesaria la cooperación de Operadoras tales como una compañía de distribución.
- 5) Lugares donde la comunidades tienen capacidad de pago
La capacidad de pago de los residentes es un aspecto importante para la sostenibilidad del sistema FV.

3.2.2 Lugares seleccionados

Sobre la base de los criterios antes explicados y la discusiones con el VMEH, los lugares candidatos fueron preliminarmente seleccionados, donde se llevaron a cabo investigaciones de campo durante agosto y septiembre de 1999. Durante la primera investigación de campo, las características del esquema piloto incluyendo el requisitos de pago fueron explicadas, y la voluntad de participar de los residentes fue igualmente investigada.

A través de la investigación de campo y las discusiones con el VMEH y las Prefecturas de La Paz y Oruro, los lugares para los sistemas FV fueron finalmente seleccionados de acuerdo al siguiente detalle:

Departamento de La Paz

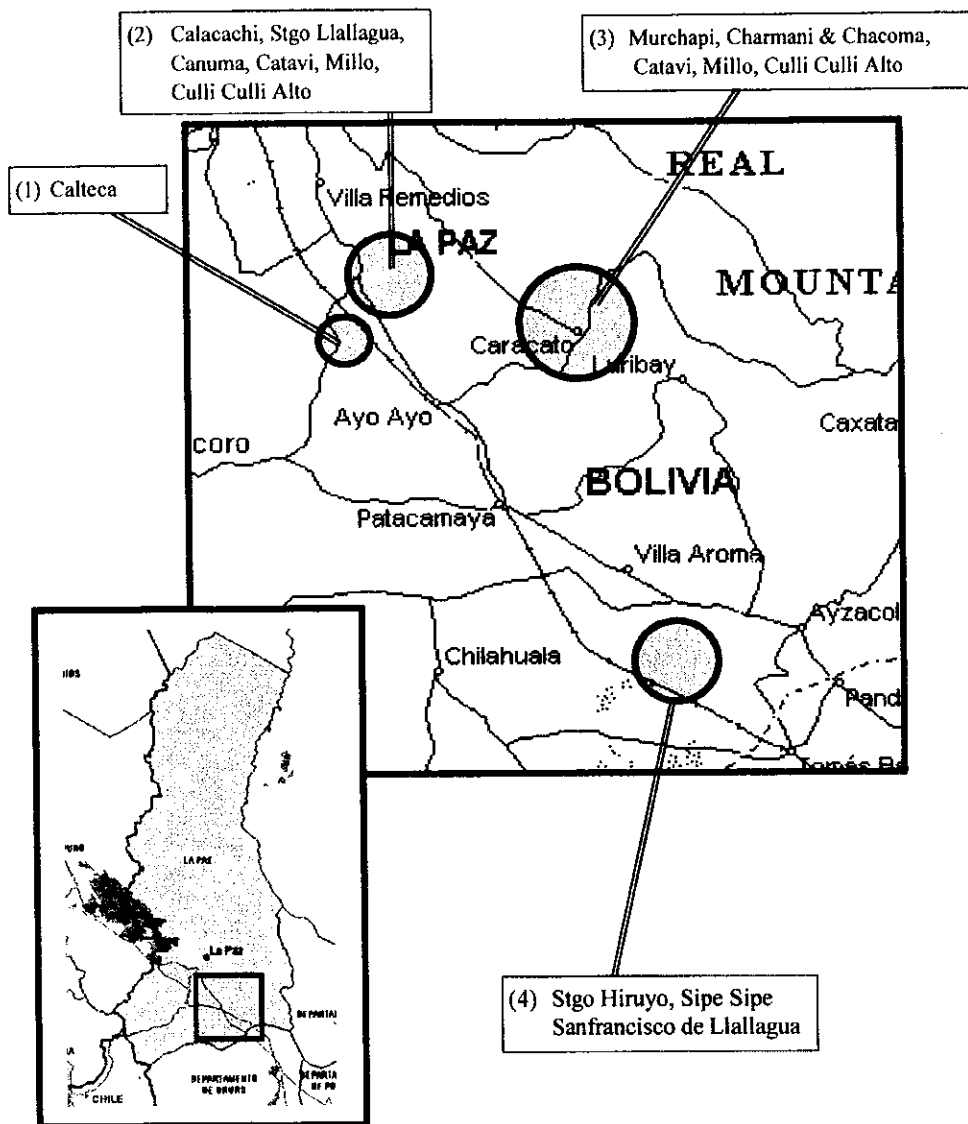
- 1) Calteca
- 2) Calacachi, Stgo. Llallagua, Canuma
- 3) Murchapi, Chiarumani & Chacoma, Catavi, Millo y Culli Culli Alto
- 4) Stgo. Hiruyo, San Francisco Llallagua, Sipe Sipe

Departamento de Oruro

- 1) Paria Pampita
- 2) Laguna Ancocota
- 3) Milluni

La ubicación y descripción de los lugares seleccionados se resumen a continuación.

Departamento de La Paz



(1) Calteca

- Ubicación : 35km al Oeste de Patacamaya
: A lo largo de la ruta principal a Chile
: 20 Km. fuera del final de la línea de la red mas cercana
- Familias instaladas : 12
- Actual fuente de energía y costo
 - : Lámpara a Gas (inicial) Bs 60~70
 - : Garrafa de Gas (inicial) Bs 130

:	Lámpara a Kerosene (inicial)	Bs 1~2
:	Gas (1 garrafa)	Bs18 / mes
:	Kerosene (3 litros)	Bs 6~10 /mes



Vista de Calteca



Entrevista al jefe de familia

(2) Muruchapi

- Ubicación : 24km (camino de tierra) al Este de Patacamaya
: Detrás de las montañas (lado opuesto de las montañas de Patacamaya)
: 12 Km. fuera del final de la línea de la red mas cercana
- Familias instaladas : 23
- Actual fuente de energía y costo
 - : Lámpara a Gas (inicial) Bs 90
 - : Garrafa de Gas (inicial) Bs 120
 - : Lámpara a Kerosene (inicial) Bs 1~2
 - : Gas (1 garrafa) Bs15 / mes
 - : Kerosene (5 litros) Bs10 /mes

(3) -1 Santiago de Hiruyo

- Ubicación : 18.5Km. (camino de tierra) al Oeste de Lawanchaca
(30Km. al Sur de Patacamaya)
: Detrás de los cerros
: 9km fuera del final de la línea de la red mas cercana
- Familias instaladas : 27

- Actual fuente de energía y costo de energía
 - : Lámpara a Gas (inicial) Bs 85
 - : Garrafa de Gas (inicial) Bs 130
 - : Lámpara a Kerosene (inicial) Bs 1~2
 - : Gas (1 garrafa) Bs15 / mes
 - : Kerosene (4 litros) Bs 8 /mes

(3) -2 San Francisco de Llalagua

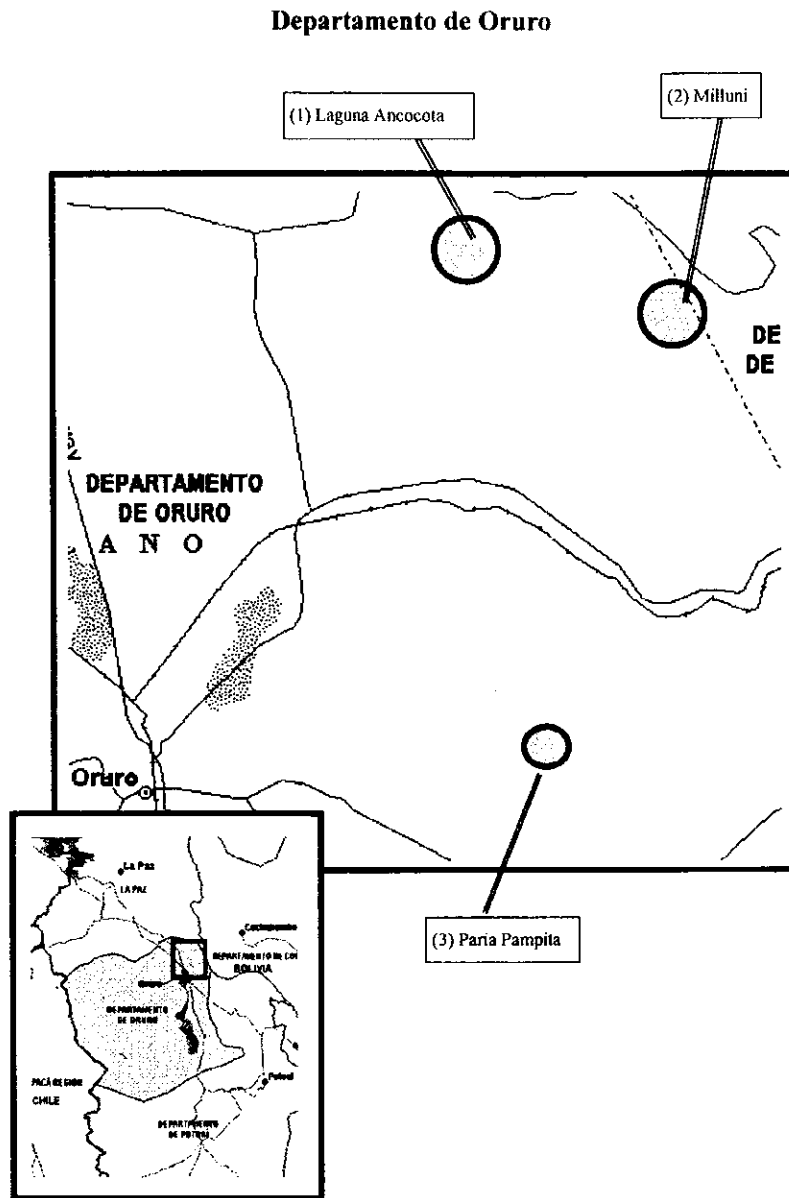
- Ubicación : 17 Km. (camino de tierra) al Oeste de Lawanchaca (20 Km. al Sur de Patacamaya)
 - : Detrás de los cerros
 - : 8 Km. fuera del final de la línea de la red mas cercana
- Familias instaladas: 15
- Actual fuente de energía y costo de energía
 - : Lámpara a Gas (inicial) Bs 90
 - : Garrafa de Gas (inicial) Bs 130
 - : Lámpara a Kerosene (inicial) Bs 1~2
 - : Gas (1 garrafa) Bs15 / mes
 - : Kerosene (4 litros) Bs10 / mes



Casa del Jefe en San Francisco



La lámpara instalada



(1) Laguna Ancocota

- Ubicación : 55km al Nor-este de la ciudad de Oruro
: 30 Km. (camino de tierra) al Nor Este de Obrajes
(25 Km. al Nor-este de la ciudad de Oruro)
: 20km fuera del final de la línea de la red mas cercana
- Familias instaladas: 44
- Fuente actual de energía y costo de energía
: Lámpara a Gas (inicial) Bs 120

:	Garrafa de Gas (inicial)	Bs 150
:	Lámpara a Kerosene (inicial)	Bs 1~2
:	Gas (1 garrafa)	Bs15 / mes
:	Kerosene (4 litros)	Bs10 / mes



Vista de la Laguna Ancocota



La casa con sistema FV

(2) Mulluni

- Ubicación : 52km al Nor-este de la ciudad de Oruro
: 27 Km. (camino de tierra) al Nor-este de Oblahis
(25 Km. al Nor-este de la ciudad de Oruro)
: 17 Km. fuera del final de la línea de la red mas cercana
- Familias instaladas: 23
- Fuente actual de energía y costo de la energía
 - : Lámpara a Gas (inicial) Bs 90
 - : Garrafa de Gas (inicial) Bs 180
 - : Lámpara a Kerosene (inicial) Bs 1~2
 - : Gas (1 garrafa) Bs19 / mes
 - : Kerosene (4 litros) Bs 8 /mes

(3) Paria Pampita

- Ubicación : 34 Km. al Este de la ciudad de Oruro
: 16 Km. (camino de tierra) al Este del lugar
(18 Km. al Este de la ciudad de Oruro)
: 9 Km. fuera del final de la línea de la red mas cercana
- Familias instaladas: 23
- Fuente actual de energía y costo de la energía

:	Lámpara a Gas (inicial)	Bs 100
:	Garrafa de Gas (inicial)	Bs 130
:	Lámpara a Kerosene (inicial)	Bs 1~2
:	Gas (1 garrafa)	Bs15 / mes
:	Kerosene (4 litros)	Bs10 / mes

CAPÍTULO 4 INVESTIGACIÓN RURAL SOCIO-ECONÓMICA

La investigación rural socio-económica fue conducida usando los métodos de los informes clave de la investigación y de la investigación de familias durante la primera investigación de campo de agosto a septiembre de 1999. Los principales objetivos de la investigación fueron recolectar la siguiente información.

- conseguir perfiles socio económicos de la gente del lugar y de las comunidades,
- confirmar las necesidades y aceptación de la gente del lugar y de las comunidades para la electrificación rural, y
- chequear la participación local en el proceso de la electrificación rural.

4.1 Ubicación y Tamaño de muestra

La ubicación meta y el tamaño de la investigación fueron determinados tal como se presenta en la tabla a continuación. El numero total de lugares seleccionados fue siete: tres lugares en cada departamento, en La Paz y en Oruro, y el lugar de un proyecto FV existente en Oruro. En total se seleccionaron 110 muestras para el estudio de familias.

Ubicación y Tamaño de la Investigación Socio-Económica

Prefectura	Organización operadora	Lugares seleccionados para FV	Numero de entrevistados	Distancia a la población mas cercana
La Paz	ELFA, S.A.	Calteca	40	35km (Patacamaya)
		San Francisco de Llallagua	10	18.5km (Huachaca)
		Santiago de Hiruyo	10	17km (Huachaca)
Oruro	COSEP	Iruma	20	24km (Ciudad de Oruro)
		Paria Pampita	10	30km (Ciudad de Oruro)
		Ancocota	10	30km (Ciudad de Oruro)
Proyecto FV existente en un lugar de Oruro	Municipio de Pazña / ENRECA	Pazña	10	45km (Ciudad de Oruro)
Total		7 lugares	110	

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

La altura de los lugares seleccionados esta alrededor de 3.800 a 5.000 metros sobre el nivel del mar. El área el llamada Altiplano. No existe planificación para la extensión de la línea de distribución en dichos lugares dentro de por lo menos tres años.

Los lugares seleccionados en La Paz situados en la planicie y sus familias estaban relativamente concentrados, mientras que las familias en los lugares seleccionados en Oruro estaban dispersas en el área montañosa.

4.2 Condición Socio-económica

(1) Antecedentes de los entrevistados

Los antecedentes de los entrevistados son brevemente resumidos en la Tabla 4.1. El numero mas grande fue comprendido en el grupo etáreo de 30-39 años seguido por los de 40-49 y 50-59. Los entrevistados de Calteca y de Santiago de Hiruyo tenían relativamente una educación superior comparados con los de las otras comunidades. Todos ellos en San Francisco de Llallagua, 80% en Ancocota y 70% en Paria Pampita habían tomado únicamente la educación básica o no eran educados.

La principal ocupación de los entrevistados era la agricultura con excepción de tres entrevistados. Únicamente ocho entrevistados dedicados a tiempo completo a la agricultura. Los otros tenían también otros trabajos debido al limitado ingreso por la agricultura. Crianza de ganado fue otra ocupación clave por su ciclo agrícola y los pastizales disponibles. El 57% del total de los entrevistados (especialmente todos los de Ancocota y 80% en Paria Pampita) trabajan como agricultores y pastores para mantener su vida diaria.

Otras oportunidades de trabajo eran muy limitadas dentro y alrededor de los lugares seleccionados. Algunos de los pobladores buscaban trabajos temporales en las áreas urbanas como ser las ciudades de La Paz, El Alto y Oruro. Siete de diez entrevistados en San Francisco de Llallagua y cuatro de diez en Santiago de Hiruyo obtienen ingresos de la agricultura y de trabajos temporales como sus principales ocupaciones.

(2) Economía familiar

La condición actual de la economía familiar es mostrada en la Tabla 4.2.

El ingreso promedio mensual fluctuaba entre Bs277,40 en Calteca a Bs348,50 en Santiago en La Paz (un promedio de Bs 310,30) y de Bs110,40 en Ancocota a Bs 289,60 en Pazña en Oruro (un promedio de Bs269,40).

El consumo mensual promedio de energía fue de Bs24,90 en las comunidades seleccionadas de La Paz y Bs 21,40 en Oruro. Aproximadamente 9,8% del consumo mensual total era gastado en energía en La Paz y 10,2% en Oruro. En Pazña donde el sistema FV ya había sido instalado, los beneficiarios no gastaban energía excepto para cocinar. Para la instalación del sistema FV se requirió que los beneficiarios paguen US\$180 pero sin ningún gasto mensual.

(3) Agricultura y Ganado propio

Los agricultores cultivan varios tipos de productos agrícolas como ser papa, quinua, cebolla y pasto bajo la agricultura alimentada por la lluvia. La mayor parte de la tierra de cultivo es árida y adolece de infraestructura agrícola incluyendo la irrigación. El promedio del tamaño de las tierras de cultivo estaba entre 4,7 Ha. en La Paz y 4,0 Ha. en Oruro tal como se presenta en la Tabla 4.3. El total de familias sin tierras en condiciones de trabajadores agrícolas temporales era nueve (8.1% del total de entrevistados).

Los pastizales para las ovejas eran la principal actividad para criar el ganado. 88.3% de los entrevistados en La Paz y 70.0% en Oruro crían ovejas. A pesar de que el ganado fue vendido a precios mas altos, era difícil para los agricultores incrementar a un numero mayor la cantidad de cabezas debido a la limitada tierra de pastizales con forraje y capital. La gente del lugar no vendía ganado periódicamente, pero lo hacían cuando necesitaban tener ingreso efectivo. El ganado es visto como la propiedad más valiosa de la familia.

4.3 Situación de la energía eléctrica para la familia

(1) Aparatos eléctricos

Cerca del 87% de las familias usaba aparatos eléctricos tales como radio, radio-cassette grabadora y/o TV tal como se puede ver en la Tabla 4.4. Todas las familias en Santiago de Hiruyo y Paria Pampita usaban radio con pilas. Dos familias tenían un televisor en blanco y negro a batería. Cerca del 7.5% del total de entrevistados en Calteca, 15% en Iruma y 20% en San Francisco de Llallagua, no tenían ningún aparato. Mientras que, la mitad de los entrevistados en Ancocota tenían aparatos eléctricos.

Después de la instalación FV, el 85% de los entrevistados decidió comprar un aparato eléctrico nuevo. En vista de que el 87% de ellos ya usaban una radio y una radio-cassette grabadora, el 59% de ellos prefirió comprar un televisor. El 32.5% de los entrevistados en Calteca y el 10% en Santiago de Hiruyo y Paria Pampita no tenían idea o no deseaban comprar ningún otro aparato.

(2) Situación de la iluminación

Las lámparas a kerosene son principalmente usadas para la iluminación en lugares seleccionados. La lámpara es usualmente usada luego de la puesta del sol para la cena, el trabajo en casa, el estudio y otros. El promedio de horas de uso de la lámpara varía de 1.7 horas por día en San Francisco de Llallagua a 4 horas en Paria Pampita (2.2 horas en promedio en La Paz y 3.2 horas en Oruro).

El consumo mensual de kerosene para la iluminación varía del consumo más bajo de 1,1 litro en Calteca al más alto de 4,2 litros en Iruma (2,2 litros en promedio de La Paz y 3,4 litros en Oruro). El precio del kerosene por litro fue de Bs2,2 a Bs2,5 cerca de los lugares seleccionados de La Paz y Bs1,5 a Bs1,8 en Oruro. El consumo promedio de kerosene es de Bs5,1 en La Paz y Bs5,6 en Oruro.

La gente del lugar sabía que una lámpara a kerosene es más oscura que una vela, una lámpara a gas u otras iluminación y que no era buena para la salud, especialmente para los ojos de los niños. El uso de otra iluminación era, sin embargo, más caro para la gente del lugar comparado con la lámpara a kerosene. La gente del lugar usa la lámpara a kerosene con una mecha de fuego cuyo costo es

de Bs 1,4 a Bs 3 con una vida de 1 a 1,6 años. (El uso de la lámpara a kerosene es resumido en la Tabla 4.5).

4.4 Fuente de financiamiento para la carga del Sistema FV por el usuario

(1) Fuente para el pago inicial

Los beneficiarios tenían que hacer el pago inicial para la instalación del sistema FV. Nueve del total de los entrevistados tenía los ahorros suficientes para cubrir el pago, mientras que 64 de ellos tenían la intención de vender ganado para el pago. La venta de productos agrícolas y el ingreso de trabajos temporales son los medios suplementarios para el pago. La fuente de carga para el sistema FV se resumen en la Tabla 4.6.

(2) Fuente de honorarios mensuales

Los beneficiarios tienen que pagar como honorario mensual para la operación y mantenimiento del sistema FV. Los agricultores no podían tener un ingreso regular cada mes debido a la cosecha estacional. Ellos querían pagar mediante la venta de ganado (45 entrevistados), haciendo trabajos temporales (35), y/o vendiendo productos agrícolas (13) en caso de que no pudieran alcanzar a preparar el honorario de sus ahorros y/o otros ingresos. La fuente esperada para el honorario mensual es resumida en la Tabla 4.7.

4.5 Necesidades y expectativas para la Electrificación Rural

La gente de los lugares seleccionados estaba ansiosa por mejorar su vida diaria y de desarrollar su comunidad a través de la electrificación rural. Sus necesidades y expectativas son explicadas mas adelante.

(1) Generación de Ingresos

- Para desarrollar la agricultura irrigada con bombeo de agua ya que el desarrollo agrícola esta rezagada debido al limitado abastecimiento de agua, y
- Para promover la industria quesera en el área rural para generar ingresos efectivos.

(2) Necesidades humanas básicas

- Para desarrollar un pozo profundo de agua potable en vista de que el agua potable esta siendo proporcionada por la cantidad limitada de agua de manantial o de pozos con poca profundidad, y
- Para mejorar la condición educativa no solamente de los niños sino también de los adultos con la electrificación y ayudas de educación audiovisuales.

(3) Bienestar Social

- Para estar mejor informados usando la radio, radio-cassette grabadora, TV porque información nueva y apropiada para el conocimiento agrícola, la salud y la higiene es esencial para mejorar su vida diaria, y
- Para disfrutar de actividades sociales con el apoyo de aparatos eléctricos.

La capacidad del sistema FV no es suficiente para alcanzar las expectativas anteriormente mencionadas. Un sistema de mayor potencia seria requerido para implementar un desarrollo rural integrado.

CAPÍTULO 5 SISTEMA FV APLICADO E INSTALACION

5.1 Componentes del Sistema

El sistema FV propuesto consiste de un modulo FV, control, batería y tres lámparas fluorescentes con las siguientes especificaciones:

(1) Modulo FV

Importado de EUA

- Configuración : 12V
- Numero de celdas en serie : 36
- Potencia estimada : 55W
- Potencia minima : 50W
- Voltaje de carga : 17.4V
- Corriente de carga : 3.15A

(2) Cargas

Disponible en el mercado local

- Lámpara Fluorescente : 15W x 3

(3) Control

Importado de EUA

- Protección de sobre carga
 - Finalización de carga : 14.3V +/- 0.2
 - Reanudación de carga : 13.5V +/- 0.3
- Protección de descarga
 - Desconexión de carga : 11.5V +/- 0.2
 - Reconexión de carga : 13.0V +/- 0.3
- Protección contra pérdida con diodo bloqueador

(4) Batería

Fabricada e Bolivia, disponible en el mercado local

- Tipo solar
- Capacidad Nominal : 99.12Ah
- Voltaje Nominal : 12V

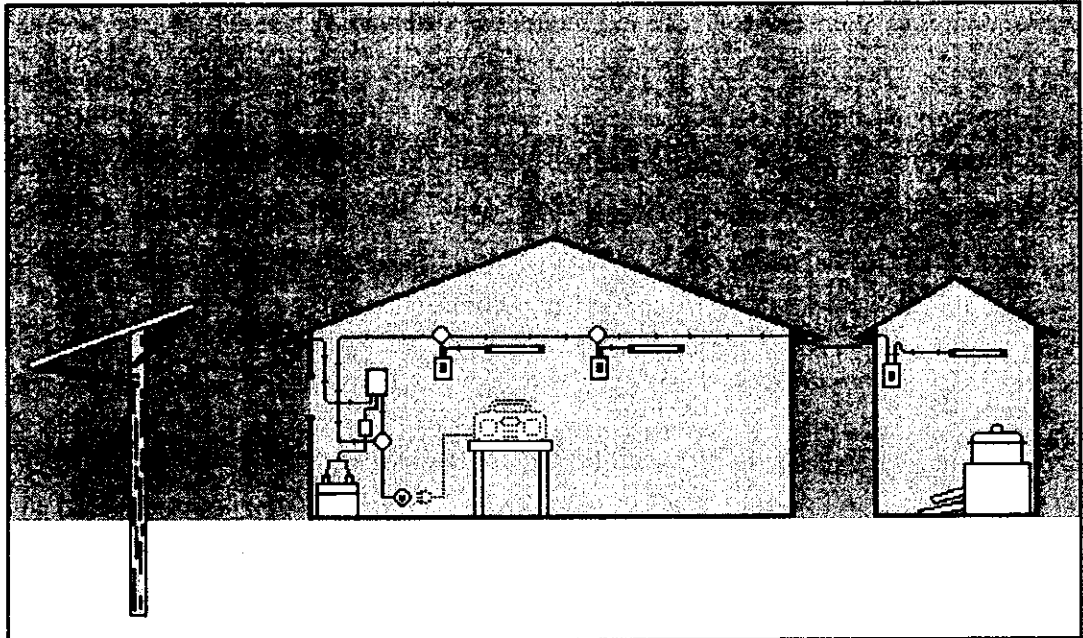
- Voltaje de carga final : 14.8V

(5) Descargador de Voltaje

Disponible en el mercado local

- 12V → 3, 4.5, 6, 9 V

Una imagen del sistema solar doméstico se presenta a continuación.



Formato recomendado de uso de la carga

- Lámparas fluorescentes : 15W
- Radio : 15W
- TV B/N : 20W

5.2 Instalación del Sistema FV

Durante la primera investigación de campo en agosto y septiembre de 1999, el primer pago para el trabajo de instalación fue tomado para chequear los materiales y componentes del sistema FV proporcionado por la oficina de JICA en Bolivia. El Equipo de Estudio de JICA recomendó el cambio de algunos materiales y equipos como se indica a continuación:

- Baterías : de 150Ah a 100Ah

- Controles : de uno con protección simple de sobrecarga a uno con protección para ambos sobre carga / sobre descarga.
- Lámparas Fluorescentes : de 20W a 15W

Luego de la inspección y reemplazos necesarios, los primeros cuatros sistemas fueron instalados en las casas de los jefes de las comunidades en La Paz en septiembre de 1999 para demostración y chequeo de la función del sistema FV.

Un programa de inspección fue preparado por el proveedor local en consulta con el experto de JICA, sobre cuya base el presente trabajo de instalación continuo en el periodo de octubre a diciembre de 1999. En la segunda investigación de campo, en enero de 2000, los sistemas FV instalados en La Paz y Oruro fueron inspeccionados por el Equipo de Estudio de JICA con la Operadoras.

5.2.1 Reinstalación

El equipo de estudio de JICA y el VMEH reunieron al proveedor de los FV y a las Unidades de Gestión de La Paz y de Oruro el 9 de febrero de 2000 una vez recibido el informe del resultado de la inspección. Las soluciones a los problemas, procedimientos y programa de reinstalación y finalización de toda la instalación fueron analizadas. El Equipo de Estudio de JICA sugirió los siguientes puntos a ser mejorados en la reinstalación por parte del proveedor local.

1. Fijación de algunos polos FV a la sombra de la casa
2. Algunos polos FV no colocados con vista al Norte
3. Longitud insuficiente de cables
4. No-caja de empalme
5. Lámparas instaladas afuera
6. Conexiones fijadas en lugares inadecuados
7. Descargador de voltaje fijado en lugares inadecuados
8. Controles fijados en lugares inadecuados
9. Baterías fijadas en lugares inadecuados
10. Baterías con gravedad especifica insuficiente
11. Baterías que tengan bajo voltaje
12. Polo FV instalado sobre el techo de la oficina del VMEH sea galvanizado

13. Ruido de radio

El proveedor local empezó el mejoramiento de los sistemas FV desde febrero de 2000 en respuesta a la resolución del Grupo Coordinador y de la Unidad de Gestión. El proveedor local completo la reinstalación en Abril de 2000.

En cuanto al ruido de radio, el Equipo de Estudio de JICA propuso instalar un filtro a fines de marzo de 2001.

5.2.2 Inspección Final

Durante la tercera investigación de campo en mayo y junio de 2001, el Equipo de Estudio de JICA escogió 27 familias (10% del total de las 270 familias) al azar de siete comunidades en La Paz y dos comunidades en Oruro para la inspección final la que fue completada según programa como sigue:

Inspección Final en La Paz

23 de mayo de 2000

- 1) Sipe Sipe 3 familias (de 25 instalaciones familiares)
- 2) Santiago de Hiruyo 3 familias (de 27 instalaciones familiares)
- 3) San Francisco de Lallagua 3 familias (de 14 instalaciones familiares)

25 de mayo de 2000

- 4) Catavi 3 familias (de 12 instalaciones familiares)
- 5) Millo 3 familias (de 37 instalaciones familiares)

30 de Mayo de 2000

- 6) Muruchapi 3 familias (de 23 instalaciones familiares)
- 7) Calteca 3 familias (de 12 instalaciones familiares)

23 de junio de 2000

- 8) Techo del VMEH 1 rooftop (una instalación sobre el techo de la oficina)

Inspección Final en Oruro

26 de mayo de 2000

- 9) Paria Pampita 3 familias (de 18 instalaciones familiares)

2 de junio de 2000

10) Laguna Ancocota 3 familias (de 44 instalaciones familiares)

El resultado de la inspección fue presentado durante la reunión en el VMEH como sigue:

1. La ubicación de la batería no había sido ajustada. (tres familias: Calteca, Murchapi, Laguna Ancocota)
2. El sujetador del FV en el techo de la oficina del VMEH no había sido galvanizado.
3. Cuatro tubos de lámparas fueron encontrados con el terminal ennegrecido (dos tubos en Muruchapi, uno en Catavi, uno en Paria Pampita)

Mas allá de lo indicado, la instalación es satisfactoria.

El propósito de la inspección final fue chequear la función del sistema FV. El resultado de la inspección fue básicamente satisfactorio excepto por algunos problemas que se indican en la sección previa.

En cuanto al lugar de la batería, se recomendó su instalación con espacio suficiente para su operación y mantenimiento.

Se confirmó que el sujetador del sistema FV en el techo de la oficina del VMEH fue reemplazado por uno galvanizado el 23 de junio de 2000.

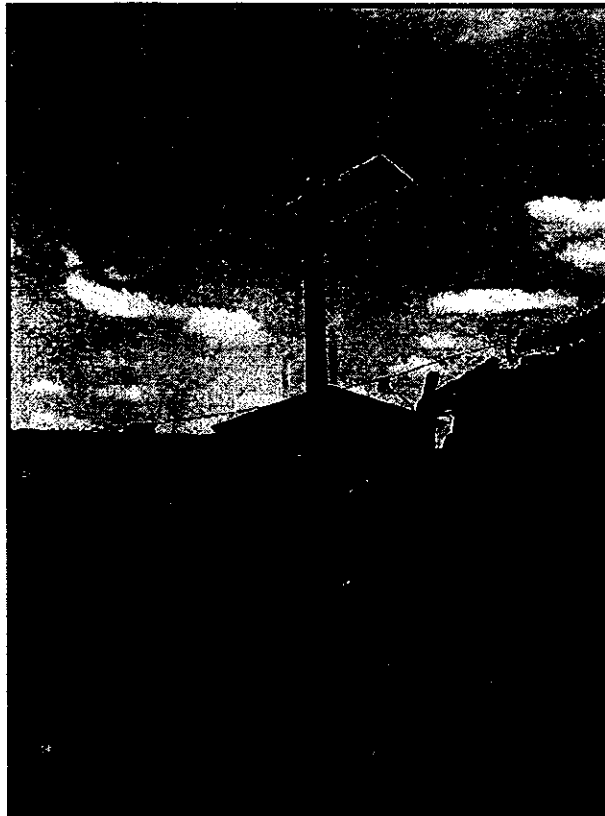
El proveedor local reemplazó los tubos de las lámparas ennegrecidas a requerimiento de las Operadoras.

5.2.3 Repuestos para los Sistemas FV

Los 300 sistemas FV fueron comprados en septiembre de 1999. Luego de analizar con el VMEH y las dos prefectura, el Equipo de Estudio de JICA instaló 270 sistemas FV y para mantener los 30 sistemas FV (10% del total de los sistemas FV) como partes de repuesto. La Prefectura de La Paz tiene 20 sistemas FV y la Prefectura de Oruro tiene 10 sistemas de FV para repuestos.

Durante la quinta investigación de campo, el numero requerido de repuestos fue modificado y reducido de 20 a 5 en La Paz y de 10 a 2 en Oruro.

El numero necesario de repuestos fue ajustado sobre la base de la experiencia a través del proyecto piloto.



5.2.4 Instalación para el Uso Público

(1) Efectos Esperados

Durante el cuarto estudio del campo, el alcalde de Sica Sica Municipalidad pidió instalar los sistemas FV para los medios públicos que usan los sistemas FV alejados del área dónde la línea de la reja extendió. Los efectos esperados de la propuesta son como siguientes:

- Como allí es ninguna línea de la reja se extendida a los medios publicos en el área, la instalación del sistema FV beneficiará la vida social de las comunidades.

- La instalación del sistema FV por el municipalidad construir es promover e iluminar a las personas de la comunidad para la electrificación rural por SHS.

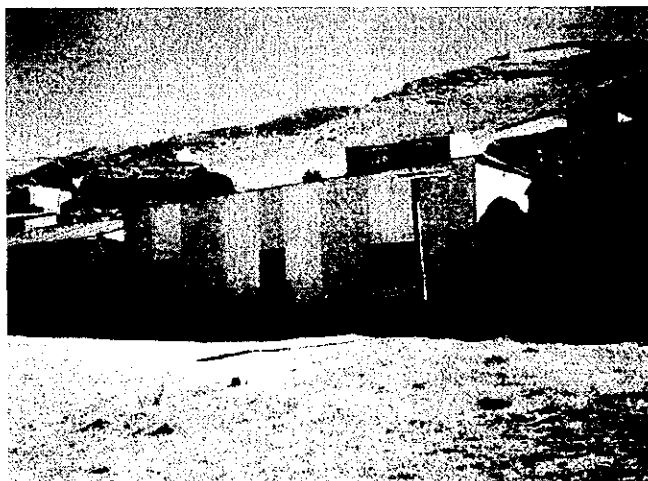
En la aprobación por la Oficina JICA, la instalación para el uso público se llevó a cabo.

(2) La instalación y O&M

La instalación ambos para la facilidad publica (la escuela) y el municipalidad construyendo se completo en el 2001 de junio. Se otorgo prioridad alta de la instalación a las escuelas entre los medios públicos. Porque era el problema serio que maestros en Sica Sica dejaron a menudo escuelas que se quejan la molestia de la vida sin las necesidades del humano básicas como electricidad.

Los sistemas FV se instalaron en diez escuelas en las comunidades de Sica Sica. Las lámparas estaban fijas en la casa del maestro y aula en cada escuela. Maestros están disfrutando la vida de la tarde con la luz y la radio y pueden quedarse más mucho tiempo para el deber distante en las áreas rurales. También se celebraron reuniones para las actividades de la comunidad en el aula por la tarde.

La Sica Sica Municipalidad paga ambos al arancel de poder por el Pago Inicial y Cuota de la Publicación mensual para 10 escuelas. El alcalde de Sica Sica Municipalidad fijó a tres personales de la municipalidad como los ayudantes técnicos estar al cargo de funcionamiento y mantenimiento. Tres ayudantes tecnicos visitan las escuelas y son responsable para el funcionamiento y mantenimiento.



PV system at school in Achaya community

Un sistema FV se instaló en la terraza de la municipalidad que construye en Sica Sica. El entrenamiento ambos para los ayudantes técnicos de la municipalidad y se dirigieron comunidades y los usuarios en la oficina que construye de Sica Sica Municipalidad.

Para el sistema FV instalado, la Sica Sica Municipalidad paga la Cuota Mensual por el funcionamiento y mantenimiento y reemplazo de materiales. Tres ayudantes técnicos fijados de los personales de la municipalidad están directamente al cargo del funcionamiento y mantenimiento para el sistema FV.



Office building of Sica Sica Municipality



Training the PV system installed at the office of the municipality



Training for technical assistants

CAPÍTULO 6 OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA FV

6.1 Sistema de operación y mantenimiento

6.1.1 Organización para la Operación y Mantenimiento

Como una organización para la operación y mantenimiento sostenibles del proyecto piloto FV, una unidad de gestión fue formulada, que consiste en el Comité Rural de Electrificación (CER) representando a los usuarios, un operador y la prefectura. El CER fue organizado por los usuarios en cada comunidad. Como operadores del proyecto piloto FV, una compañía local de distribución, ELFA y una cooperativa de electricidad, COSEP fueron seleccionadas en La Paz y en Oruro, respectivamente. La prefectura de La Paz participó en todo lo referente a la Unidad de Gestión de La Paz, mientras que la prefectura de Oruro en todo lo referido a las Unidades de Gestión para Oruro.

El Equipo de Estudio JICA VMEH-prefectura-JICA conformaron un Organismo de Coordinación y fueron responsables de la gestión global de operación y mantenimiento del proyecto piloto. Las organizaciones referidas y sus funciones respectivas se describen brevemente a continuación:

(1) Unidad de Gestión

- Prefecturas (La Paz, Oruro)
 - Supervisión global de la Unidad de Gestión
 - Monitoreo de la operación del sistema FV
- Operador (ELFA, COSEP)
 - Recolección del Pago Inicial y de la Cuota Mensual
 - Administración del Pago Mensual
- CER (Electrificación Rural)
 - Registro de miembros
 - Capacitación de los miembros de la CER
 - Responsabilidad sobre el sistema FV
- Miembros de la CER (Usuario)
 - Hacer el Pago Inicial y la Cuota Mensual al Operador
 - OM diario del Sistema FV

(2) Organización de la Coordinación

- VMEH
 - Administración global del proyecto piloto
 - Auditoría de los aspectos financieros
 - Informe sobre los asuntos financieros a JICA, Equipo de Estudio JICA
- Prefecturas (La Paz, Oruro)
 - Administración del Pago Inicial
- JICA Equipo de Estudio JICA
 - Administración Global
 - Auditoría de los aspectos financieros

6.1.2 Guía del Usuario y Capacitación

El Equipo de Estudio JICA de JICA preparó la Guía del Usuario para el sistema FV y la distribuyó a los usuarios con el propósito de introducir la idea básica y el conocimiento del sistema FV para su uso diario (ver el Anexo1).

La orientación para la Guía del Usuario fue realizada el 23 de Enero de 2000 en Patacamaya con 70 asistentes de las CERs de la Paz y Oruro, 35 usuarios de las tres comunidades asistieron a la orientación el 30 de Enero de 2000. Muchos funcionarios a cargo del Proyecto incluyendo Personal de las Prefecturas y Operadoras asistieron a las sesiones de orientación en La Paz y Oruro.



Patacamaya (ciudad principal cercana a los lugares) en La Paz



Demostración del Sistema FV en La Paz



Guía del Usuario en Patacamaya



Los asistentes de la sesión de orientación para la guía del usuario en la CER de Paria en Oruro

La actitud de los usuarios con respecto al sistema FV es el factor más importante para la sostenibilidad del sistema FV. Considerando la importancia de la batería, el Equipo de Estudio JICA de JICA se concentró en el uso de la misma, solicitando su consumo cuidadoso.

Los siguientes puntos, son los más importantes de la guía del usuario para dar la información en cuanto al uso seguro y prolongar la vida útil del sistema.

- Mantener el uso del sistema FV en el mismo nivel de consumo todo el año
- Observar el nivel de agua de la batería
- Informar a los Operadores sobre los problemas de inmediato
- No tocar ni mover ninguna pieza excepto las luces e interruptores en cualquier caso
- No dejar que los niños se acerquen a la batería
- No acercarse a ninguna parte del sistema en caso de tormenta con descarga eléctrica

Los usuarios deben mantener las horas de uso según lo indicado en los modelos de carga siguientes.

Modelos de carga para el Proyecto Piloto

Modelo de Carga	Sólo Lámpara			Lámpara & Radio			Lámpara & TV		
	1 lámpara	2 lámparas	3 lámparas	1 lámpara	2 lámparas	3 lámparas	1 lámpara	2 lámparas	3 lámparas
Numero de Lámparas	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Capacidad (W)	15	30	45	15+15	30+15	45+15	15+20	30+20	45+20
Uso (horas)	7	4+3	3+2+2	4+3	3+2+2	2+2+2+1	4+2	3+2+1	3+1+1+1
Uso Total (Wh/día)	105	105	105	105	105	105	100	95	95

Fuente: Equipo de Estudio JICA de JICA

La capacitación de los usuarios fue conducida en las comunidades tanto en la Paz como en Oruro de acuerdo al siguiente detalle:

(1) Septiembre de 1999 : cuatro veces

- Calteca (La Paz): 43 asistentes
- Hiruyo (La Paz) : 25
- Llallagua (La Paz) : 23
- Paria Pampita (Oruro) : 17

(2) Enero de 2000 : tres veces

- Calteca, Hiruyo, Murchapi (La Paz): 70 asistentes
- Millo, Catavi (La Paz): 18
- Laguna Ancocota (Oruro): 35

(3) Mayo de 2000: cuatro veces

- Sipe Sipe, Hiruyo (La Paz): 21 asistentes
- Catavi Millo (La Paz) : 23
- Charmani, Chakoma (La Paz) : 18
- Milluni (Oruro) : 15

(4) Junio de 2000: cuatro veces

- Catavi, Millo (La Paz): 15 asistentes
- Hiruyo, Sipe Sipe (La Paz): 14
- Calteca (La Paz) : 4
- Paria Pampita (Oruro): 3

Además de la capacitación antes descrita en las comunidades, la capacitación fue llevada a cabo en los seminarios de Enero de 2000 y Mayo de 2000.

6.1.3 Manual de Mantenimiento y Capacitación

Los operadores, ELFA en La Paz y COSEP en Oruro, son responsables por la operación y mantenimiento del sistema FV. El Equipo de Estudio JICA preparó el Manual de Mantenimiento para los Operadores tal como se presenta en el Anexo 2.

El Equipo de Estudio JICA organizó varios cursos de capacitación para explicar e instruir al personal técnico de las Operadoras y al personal de las Unidades de Administración. Los siguientes aspectos fueron enfatizados para la Operación y Mantenimiento, los mismos que se presentaron en el Seminario de Capacitación para las Operadoras.

Programa de mantenimiento

- Semanal:
 - Observar el nivel de agua de la batería
- Mensual:
 - Inspeccionar la serie de paneles para encontrar paneles rotos.
 - Limpiar la superficie del panel
 - Revisar y agregar agua a los electrolitos de la batería
 - Limpiar la superficie de la batería
 - Ecuilibrar las baterías en caso que se observe diferente gravedad en las celdas.
- Anual:
 - Revisar el cableado para detectar daños físicos y verificar la exactitud del montaje del equipo
 - Inspeccionar el cableado para detectar malas conexiones

- Inspeccionar las terminales de la batería para detectar la corrosión
- Limpiar y engrasar según requerido

Mantenimiento cuidadoso requerido para las baterías

- Asegurar que el recinto de la batería esté bien ventilado
- Observar el agua en cada celda
- Rellenar con agua destilada hasta el nivel indicado
- Medir la gravedad específica de todas las celdas usando el hidrómetro
- Usa guantes y protección ocular
- Inspeccionar todas las terminales para detectar corrosión y cables sueltos
- Limpiar, ajustar y cubrir las terminales con grasa
- Revisar la presencia de todas las tapas de las celdas

Mantenimiento del panel

- Revisar que los vidrios del panel FV no estén rotos
- Lavar la superficie del modulo como sea necesario usando una tela suave y agua
- Limpiar temprano por la mañana o por la noche, cuando el sol esté por debajo del horizonte
- Revisar que todos los pernos estén seguros, que la estructura esté bien encajada en el polo
- Examinar todas las conexiones de cables para detectar corrosión o cables sueltos
- Limpiar y ajustar como sea necesario
- Revisar que las cajas de junta estén cubiertas
- Inspeccionar la condición de las celdas del módulo

Mantenimiento del cableado, accesorios y cargas

<u>Puntos de revisión</u>	<u>A hacer en caso de problemas</u>
• Todos los items permanecen como originalmente	Remover
• Corrosión en las conexiones del cableado	Limpiar
• Conexión de cables bien ajustada	Ajustar
• Cobertura de cables en normal	Derivar
• Focos a ser limpiados	Reemplazar
• Función de los Circuitos de Interrupción	Reparar o reemplazar

La capacitación de las Operadoras fue conducida tanto en La Paz como en Oruro tal como se indica a continuación:

(1) Septiembre de 1999 : dos veces

- ICM (proveedor e instalador), ELFA (operadora en La Paz)
- ICM (proveedor e instalador), COSEP (operadora en Oruro)

(2) Enero de 2000 : dos veces

- ELFA (La Paz)
- COSEP (Oruro)

(3) Mayo de 2000: dos veces

- ELFA (La Paz)
- COSEP (Oruro)

Además de la capacitación antes descrita en las comunidades, la capacitación fue llevada a cabo en los seminarios de Enero de 2000 y Mayo de 2000.

6.2 Sistema de Tarifas de Energía

6.2.1 Esquema Original

Esta planificado que los beneficiarios harían un pago inicial para la instalación del sistema FV y un cargo mensual de energía para cubrir los costos de operación y mantenimiento. Para determinar los cargos, se revisaron y chequearon los cargos de energía por el uso de la red de líneas con la debida consideración de la capacidad de pago de los residentes.

(1) Pago Inicial

Para compartir los costos de instalación del sistema FV, se requirió el pago de Bs. 700 por parte de los usuarios como pago inicial. El pago inicial es equivalente al 13% del costo total del sistema de Bs. 5.300 (US\$ 886) y cobren los siguientes items.

- 3 lámparas fluorescentes
- Cajas de junta
- Interruptores
- Cables interiores & accesorios

El pago inicial debía hacerse en la instalación según lo presentado a continuación.

- Antes de la instalación Bs. 50 (primer pago como tarifa de registro)
- Fin de Ene. 2000 Bs. 100
- Fin de Mar. 2000 Bs. 100
- Fin de May 2000 Bs. 100
- Fin de Jul. 2000 Bs. 100
- Fin de Sep.2000 Bs. 100
- Fin de Nov. 2000 Bs. 100
- Fin de Ene. 2001 Bs. 50

Se planificó que el pago inicial recolectado sería utilizado para la electrificación rural en el futuro usando FV como un fondo rotario.

(2) Pago Mensual

Para la operación y mantenimiento del sistema FV, debía recolectarse una cuota mensual de Bs. 30 de los beneficiarios, estimada sobre la base de las siguientes condiciones:

- Costo total del sistema FV : US\$ 886 por hogar
- Costo de mano de obra de la OM: US\$ 200 / mes
- Costo de mantenimiento anual : 2.5% del total del equipo
- Batería : a ser reemplazada cada 5 años
- Control : a ser reemplazada cada 7 años
- Operación & mantenimiento incluyendo reemplazo de la batería y control

6.2.2 Programa de Pagos Modificado

El programa de pagos original fue modificado más tarde en consideración de la situación de pago de los usuarios y su capacidad de pago.

(1) Tarifa mensual

La Tarifa Mensual fue reducida de Bs. 30 a Bs. 22 para los usuarios. Sin embargo, la Tarifa Mensual (Bs30) se mantuvo para los usuarios en tres comunidades con extensión de red quienes fueron exentos del Pago Inicial.

(2) Pago Inicial

Se ofrecieron dos opciones de pago del Pago inicial a los usuarios.

Cuando ocurrió el problema social a fines de 2000 en Bolivia, el pago Inicial había sido reducido de Bs. 700 a Bs. 600.

6.2.3 Contrato individual

Para promover el sentido de propiedad de los usuarios y mejorar la situación de pago, se introdujo un sistema individual de contrato.

Existen dos contratos; uno para el arrendamiento financiero del sistema entre cada usuario y la prefectura y otro para el sistema de mantenimiento entre cada usuario y la Operadora encargada de la operación y mantenimiento del sistema FV.

De acuerdo con el contrato, la propiedad del sistema FV es como sigue.

- **Parte principal del sistema:**
Panel FV, agarrador y polo FV, control, batería, cables externos y accesorios son de propiedad de la prefectura
- **Parte interna del sistema:**
Tres lámparas fluorescentes, interruptores, cables internos y accesorios son de propiedad del usuario después de la conclusión del Pago Inicial.

Los formularios del contrato individual son presentados en los Anexos 3 y 4.

CAPÍTULO 7 MONITOREO Y ANALISIS

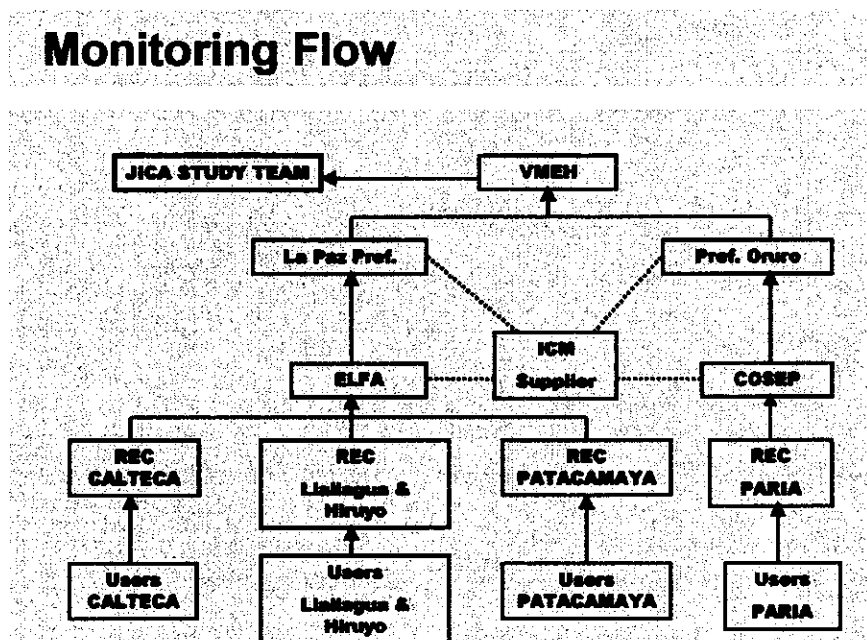
7.1 Operación y Mantenimiento del Sistema

El monitoreo fue conducido para dar seguimiento a la operación y mantenimiento del sistema FV y el pago de los usuarios. El monitoreo conducido durante el período de estudio consiste de lo siguiente:

- 1) Monitoreo del uso del sistema por cargadores de datos
- 2) Monitoreo de la operación y mantenimiento del sistema por la Operadora
- 3) Monitoreo del pago

Para recolectar los datos del funcionamiento del FV y la información meteorológica relacionada, se instalaron recolectores de datos en tres lugares: dos en La Paz y uno en Oruro. El análisis del uso del sistema fue igualmente llevado a cabo sobre la base de los datos recibidos de los recolectores de datos. Para el monitoreo de la operación y mantenimiento por parte de la Operadoras, se prepararon hojas de monitoreo (Ver los Anexos 5-8) sobre las cuales se monitorearon los resultados registrados.

El monitoreo del flujo de la operación y mantenimiento se presenta a continuación.



Fuente: Equipo de Estudio JICA de JICA

7.1.1 Traspaso de los Sistemas FV Instalado

Antes del inicio del monitoreo, se instalaron 270 sistemas entre La Paz y Oruro. Después de la instalación, se proporcionaron servicios de operación y mantenimiento por parte de las Operadoras. Los sistemas de los usuarios del sistema FV que no pagaron la tarifa de energía por dos meses consecutivos debían ser removidos y traspasados a nuevos usuarios de acuerdo con el convenio.

La siguiente tabla indica el numero de sistemas FV instalados y traspasados a nuevos usuarios después de la instalación inicial.

Ubicación del Sistema FV Instalado

(unidad: hogar)

Comunidad	Fin de Marzo 2000	Fin de Mayo 2000	Fin de Julio 2000	Fin de Dic. 2000	Fin de Abril 2001
La Paz					
Calteca	12	12	12	10	10
Chairumani	26	26	26	6	5
Muruchapi	23	23	23	22	22
Millo	37	37	37	30	30
Catavi	12	12	12	12	12
C.C. Alto	3	3	3	3	3
Hiruyo	27	27	27	19	7
Llallagua	14	14	14	14	4
Sipe Sipe	25	25	25	1	1
Calacachi	-	-	-	32	41
St. de Llallagua	-	-	-	-	7
Canuma	-	-	-	-	13
Ecuelas/Iglesia	-	-	-	-	5
Removed	-	-	-	30	18
Plaza Sica Sica	-	-	-	-	1
VMEH	1	1	1	1	1
Repuesto	20	20	20	20	20
La Paz Total	200	200	200	200	200
Oruro					
P.Pampita	18	18	18	16	18
Milluni	23	23	23	23	23
L.Ancocota	44	44	44	44	44
Minas	5	5	5	5	5
Removed	-	-	-	2	-
Repuesto	10	10	10	10	10
Oruro Total	100	100	100	100	100

Fuente: Equipo de Estudio JICA de JICA

Los sistemas FV removidos están siendo traspasados a los nuevos usuarios a través del contrato con las Operadoras. Las siguientes fotos muestran casos de traspasos.



Remoción del Sistema FV Instalado



Equipos removidos en Sipe Sipe



El usuario paga cuotas atrasadas para mantener el sistema FV instalado

7.1.2 Monitoreo de la OM

Los resultados del monitoreo sobre el uso del sistema se explica en mayor detalle en la siguiente sección y los resultados del monitoreo de la operación y mantenimiento se explican a continuación.

A pesar de que la visita de las Operadoras estuvo programada una vez cada dos meses, la inspección real fue conducida una vez cada tres o cuatro meses. Esto debido al

problema social de 2000 y al largo período de precipitación pluvial de Diciembre de 2000 a Febrero de 2001.

Los resultados del monitoreo son presentados en la siguiente tabla.

Resultados del Monitoreo de la OM

(Agosto – Octubre de 2000)

(unidad:hogar)

Comunidad	Hogar	Equipos				Numero de cargas adicionales	
		Numero de Lámparas Defectuosas (1)	Foco ennegrecido (2)	Ruido en la Radio (3)	Agua de batería (4)	Radio Cassette (5)	TV (6)
La Paz							
Calteca	10	1	2	3	3	8	-
Chiarumani	6	1	3	2	2	5	-
Muruchapi	22	2	5	20	8	20	-
Millo	30	4	8	25	12	27	-
Catavi	12	1	3	10	5	10	-
C.C. Alto	3	-	1	3	1	3	1
Hiruyo	19	2	2	15	6	18	-
Llallagua	14	1	4	13	9	14	-
Calacachi	32	-	-	2	-	32	3
VMEH	1	-	1	-	-	-	-
Oruro							
P.Pampita	16	3	2	13	5	15	1
Milluni	23	5	8	22	16	23	-
L.Ancocota	44	9	12	38	39	40	-
Minas	5	1	2	1	2	5	-
Total			53	167	108	220	5

Fuente: Equipo de Estudio JICA de JICA

(1) Lámpara defectuosa

35 lámparas, que representan el 4,9% del total de 714 lámparas instaladas tuvieron un desempeño defectuoso. El equipo de Estudio JICA requirió a las Operadoras su reemplazo dentro la garantía del proveedor. A pesar de que el origen de las lámparas defectuosas no ha sido explicado aún, muchas lámparas sobre la hornilla en las cocinas han sido arregladas. Las Operadoras cambiaron la ubicación de las lámparas.

(2) Focos ennegrecidos

53 lámparas, 7,4% del total de lámparas instaladas, fueron encontradas con las terminales ennegrecidas. El Equipo de Estudio JICA de JICA decidió reemplazar las balastas.

(3) Ruidos en la Radio

167 usuarios se quejaron de problemas de ruidos en la radio cuando la usaban cerca de la lámpara fluorescente. El Equipo de Estudio JICA de JICA evaluó la solución y decidió colocar filtros en las lámparas.

(4) Agua de Batería

El intervalo de relleno de agua a la batería fue originalmente establecido en una vez cada dos meses. Sin embargo, el intervalo de cada tres veces fue prácticamente satisfactorio.

(5) Radio Cassette y (6) TV

Como se muestra en la tabla anterior, el 92% del total de los usuarios usa radios o radio cassettes, Dado que los posibles lugares para la TV son limitados en el Altiplano, hasta ahora solo 5 usuarios tiene TV.

A pesar de que existen algunos problemas tal como se explicó previamente, el sistema FV funciona a satisfacción de los usuarios. El desempeño de las Operadoras en cuanto a la operación y mantenimiento es satisfactorio en general.

7.1.3 Monitoreo del Pago

Después de la conclusión de la instalación, el monitoreo comenzó a partir de Abril de 2000. El resultado del pago a Mayo de 2000 no era satisfactorio. Las tasas de recolección del pago inicial y de la cuota mensual eran 8,0% y 5,5% respectivamente en La Paz, mientras que las mismas eran de 11,0% y 8,6% respectivamente en Oruro.

Para dar seguimiento a los resultados, se hizo un análisis del retraso de pagos y se tomó las siguientes acciones para mejorar la situación.

(1) Re-Orientación para el Usuario

Durante la cuarta investigación de campo, el Equipo de Estudio JICA de JICA y las Operadoras visitaron tres comunidades y condujeron una re-orientación a los usuarios para aclarar los malos entendidos y explicar el actual sistema FV así como su operación y mantenimiento.

(2) Programa Modificado de Pagos

La Tarifa Mensual y el Pago Inicial fueron reducidos tal como se explica en el Capítulo 6.

(3) OM del Usuario Modificada

Para complementar la función de las Operadoras, se propuso seleccionar un Asistente Técnico Local en cada comunidad que lleve a cabo las siguientes tareas:

- coordinar con la Operadora
- Inspeccionar los cables y sus conexiones y ajustar y re-conectar los cables
- Llenar el agua destilada a las baterías
- Efectuar un informe periódico para la Operadora

A pesar de la implementación de la re-orientación y del programa de pagos modificado, la situación mejorará tal como se presenta a continuación:

Ratio de Recolección (Monto pagado / monto total a cobrar)

(unidad: %)

Mes	La Paz		Oruro	
	Pago Inicial	Cargo Mensual	Pago Inicial	Cargo Mensual
Mayo 2000	8.0	5.5	11.0	8.6
Julio 2000	16.9	28.5	19.6	25.9
Dic. 2000	38.7	56.2	47.7	46.3
Abril 2001	42.4	67.2	51.1	41.4

Fuente: Equipo de Estudio JICA de JICA

Los detalles de los pagos se presentan en las Tablas 7.1 – 7.8.

7.2 Monitoreo de los usuarios

7.2.1 Encuesta de Usuarios

Después de la instalación del proyecto piloto FV, se condujo una encuesta de monitoreo de acuerdo al siguiente programa:

- primera encuesta: Junio de 2000
- Segunda encuesta: Enero de 2001
- tercera encuesta: Mayo de 2001

Los principales objetivos de la encuesta fueron monitorear el seguimiento de los aspectos para formular la implementación sustentable del plan de electrificación rural mediante el sistema FV a través de este proyecto piloto.

- Cambio en la vida de los usuarios por la introducción del sistema FV,
- Situación de pago para el pago inicial y el cargo mensual, y
- Situación de l operación y mantenimiento.

Las metodologías del informante clave y de la encuesta de hogares fueron aplicadas en la encuesta. Las entrevistas de la encuesta usando el método de Evaluación Rápida Rural (ERR) fueron llevadas a cabo por los usuarios del piloto proyecto FV en los lugares de La Paz y Oruro.

(1) Ubicación y Tamaño de la Muestra

La ubicación y tamaño de muestra para la encuesta de hogares se presenta a continuación. El numero total de los sitios seleccionados fue de cuatro comunidades: dos en La Paz y dos en Oruro. Las muestras seleccionadas para la encuesta de hogares fueron 42 para la primera encuesta, 25 para la segunda y 33 para la tercera.

Ubicación y Tamaño de la Encuesta a los Usuarios

	Operador	Comunidad del sitio Seleccionado de FV	* Numero de Entrevistados			Emisión de TV
			1 ^a	2 ^a	3 ^a	
La Paz	ELFA	Calteca	5	6	6	No
		Muruchapi	15	7	9	No
Oruro	COSEP	Paria Pampita	14	12	12	Si
		Laguna Ancocota	8	-	6	No
Total		4 lugares	42	25	33	

Fuente: Equipo de Estudio JICA de JICA

(2) Cambio en la Situación Energética en los Hogares

El promedio de tiempo de uso de las lámparas fluorescentes fluctúa entre 2,5 horas en Calteca a 3,2 horas en Paria Pampita en la tercera investigación (Tabla 7.9). El tiempo de uso no fue diferente entre la primera encuesta y la tercera. Además, aún se estaba utilizando una lámpara a kerosene, aprox. 1 o 2 litros por mes inclusive después de la instalación del FV.

El tiempo promedio de audición radial fluctuó desde 1,6 horas en Calteca a 2,5 horas en Paria Pampita en la tercera investigación. El tiempo promedio en esta encuesta no fue tan diferente que el de las anteriores dos encuestas. Sin embargo, los usuarios usarían la radio más después de resolver el problema del ruido. Una grabadora de cassette fue usada rara vez. El tiempo promedio de observación de TV de tres usuarios de Paria Pampita fue de 2.4 horas por día.

Las siguientes quejas surgieron por parte de los usuarios principalmente debido a la falta de entendimiento acerca de la capacidad del sistema FV:

- Los usuarios se quejaron de que la capacidad del sistema no era satisfactoria en comparación con el cargo mensual y al del sistema de línea de red,
- Los usuarios parecían descontentos con los problemas de ruido en la radio que no fue causado por el sistema FV, sino por ondas radiales débiles, y
- Los usuarios en áreas remotas y/o montañosas estaban satisfechos con el hecho que la señal de TV no esté disponible debido a las débiles ondas en sus comunidades.

(3) Cambio en la Fuente Financiera para el Pago del Cargo por el Usuario

La principal fuente del pago inicial y del cargo fijo era la venta de productos agrícolas y/o Ganado, tal como se indicó en la encuesta inicial de puntos de referencia (Tabla 7.10). Cerca del 42% de los usuarios en Muruchapi, 25% en Paria Pampita, y 16% en Calteca venden productos agrícolas como papa, chuño, zanahoria y cebolla. Cerca del 58% de los usuarios en Paria Pampita, 42% en Muruchapi y 33% en Calteca vendían Ganado como ovejas, llamas y reses.

Algunos de los usuarios eran agricultores de pequeña escala quienes no podían alcanzar a vender productos agrícolas y ganado. Para el pago, el 25% de los usuarios de Paria Pampita, 16% en Calteca y 14% en Muruchapi trabajaron temporalmente en el sector informal en comunidades o ciudades vecinas.

Las siguientes preocupaciones y comentarios surgieron durante la investigación de monitoreo.

- El cargo mensual es recolectado cada mes independiente que los usuarios tengan ingresos o no.
- La prefectura sigue teniendo la propiedad del sistema FV incluso si los usuarios efectúan el pago inicial.
- A los usuarios no les gustaría vender su valioso Ganado en el inicio de la estación lluviosa o de la estación seca porque el precio de venta del ganado famélico es bajo.
- El ingreso monetario de la producción agrícola se da normalmente una vez al año debido al cultivo alimentado por la lluvia.
- Las oportunidades laborales de trabajos temporales son bastante limitadas.

(4) Cambio de vida

El 91% de los usuarios entrevistados en Paria Pampita, 87% en Muruchapi, 85% en Laguna Ancocota y 83% en Calteca, reconocieron que la situación de sus vidas cotidianas había mejorado después de haber usado el sistema FV (Tabla 7.11). La principal razón de la mejor vida fue dada por las mejores condiciones nocturnas, mientras que el 18% del total de las entrevistas consideraban que su situación no había cambiado.