

**Estudio de Recopilación
de
Información sobre
el Sector Energético
en
El Salvador

Reporte Final**

Marzo 2014

Japan International Cooperation Agency

**Nippon Koei Co., Ltd.
KRI International Corp.**

5R
JR
14-011



Japan International Cooperation Agency

**Estudio de Recopilación
de
Información sobre
el Sector Energético
en
El Salvador

Reporte Final**

Marzo 2014

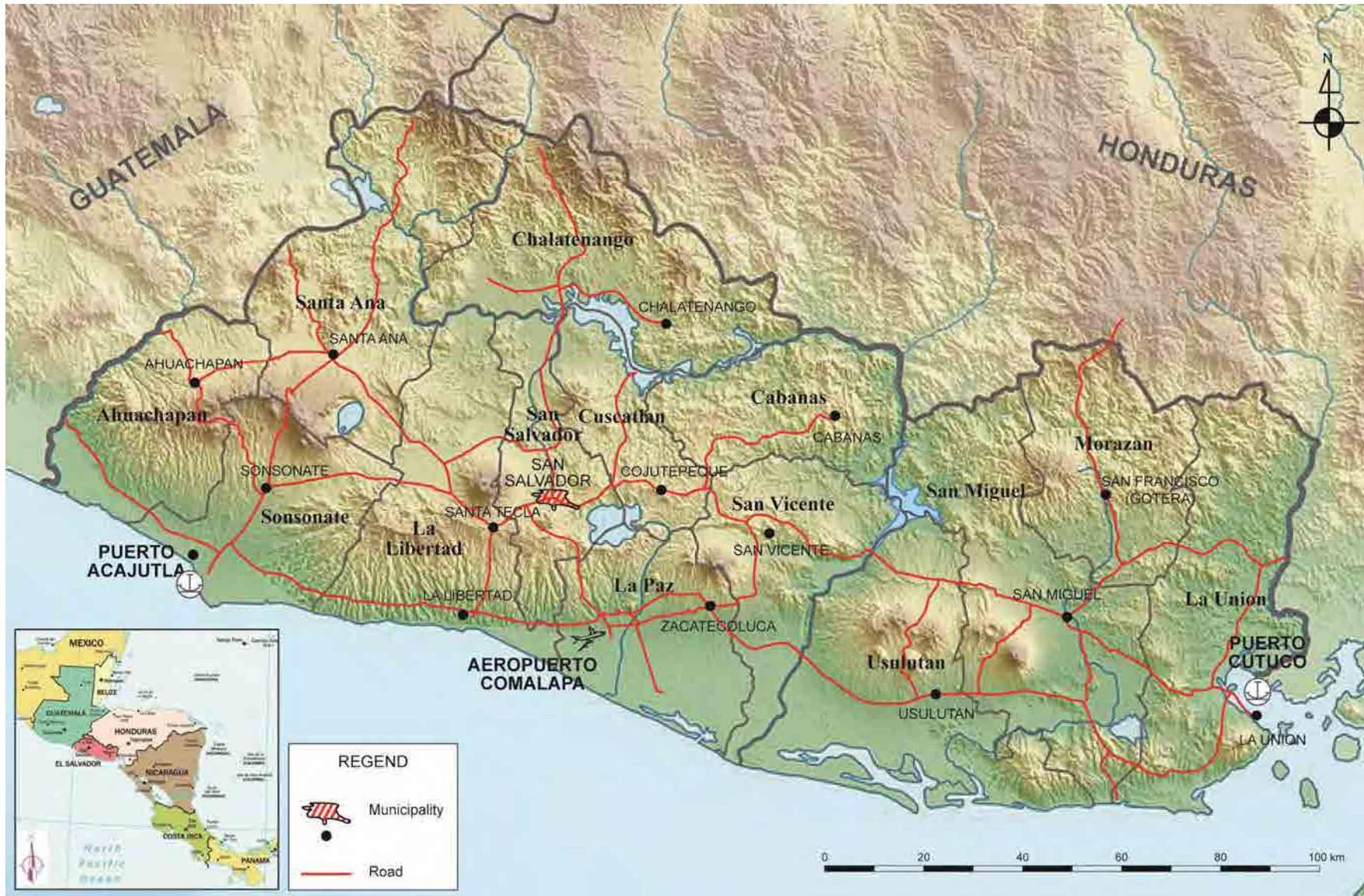
Japan International Cooperation Agency

**Nippon Koei Co., Ltd.
KRI International Corp.**

Tasa de conversion de divisas

1US\$ = 102.35 yenes

(Al 26 de febrero de 2014)



MAPA DE UBICACIÓN (EL SALVADOR)

**Estudio de Recopilación
de
Información sobre
el Sector Energético
en
El Salvador**

Reporte Final

Tabla de Contenido

Mapa de Ubicación

Abreviaturas

	Página
1. Antecedentes del Estudio	1
2. Objetivos del Estudio	2
3. Flujo de Trabajo General del Estudio	2
4. Estudio detallado de la Pequeñas Centrales Hidroeléctricas	3
4.1 Propósito del Estudio Detallado de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas	3
4.2 Situación Actual y Problemas de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas	3
4.2.1 Situación Actual de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas	3
4.2.2 Retos para el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas	5
4.3 Leyes y reglamentos relacionados con el desarrollo PCHs	7
4.4 Instituciones Relacionadas al Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.....	9
4.5 Pequeña Potencial Hidroeléctrico.....	10
4.5.1 Pequeña Potencial Hidroeléctrico indefinido en el Plan Maestro de Energías Renovables	10
4.5.2 Identificación de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en Estudio Teórico.....	10
4.6 Selección de Sitios Potenciales para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas	11
4.7 Estudio Preliminar de los sitios potenciales para las 3 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.....	15
4.7.1 Supuestos de Diseño.....	16
4.7.2 Pequeña Central Hidroeléctrica Los Hervideros I en Rio Los Hervideros	17
4.7.3 Pequeña Central Hidroeléctrica El Manzano en Rio Sucio	22
4.7.4 Pequeña Central Hidroeléctrica Los Coyotes en el Rio Viejo	27
4.8 Proyectos de CECSA.....	31
4.8.1 Proyecto San Luis III.....	32

4.10	Resultado Preliminar del Estudio de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas	40
4.11	Implementación del Plan	41
4.11.1	Prioridad de Implementación	41
4.11.2	Retos y Contramedidas en cuanto al Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas	42
4.11.3	Implementación de Proyectos para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas: Financiamiento.....	46
5.	Estudio de Recopilación de Datos Sobre Ahorro de Energía en el Sector público	49
5.1	Detalle de Auditoría Energética del Sector Público	49
5.1.1	Lineamientos de la auditoría energética detallada.....	50
5.1.2	Estación de Bombeo de ANDA - Antiguo Cuscatlán	51
5.1.3	Hospital Regional Santiago de María.....	55
5.1.4	Dirección General de Aduanas de San Bartolo	60
5.1.5	Colegio Técnico MEGATEC de Sonsonate.....	65
5.2	Alumbrado Público.....	70
5.2.1	Situación Actual	70
5.2.2	Ahorro de Energía y Costo de Inversión	70
5.3	Conclusión.....	71
5.3.1	Resumen	71
5.3.2	Recomendaciones	71
5.3.3	Plan de Implementación	72

Lista de Tablas

Tabla 4.2.1	Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en El Salvador	3
Tabla 4.2.2	Resumen del Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas del Plan Maestro (hasta 20 MW)	4
Tabla 4.3.1	Legislación relacionada al Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas	7
Tabla 4.3.2	Grupos y Categoría de Requerimientos Ambientales	8
Tabla 4.4.1	Instituciones encargadas de aspectos relevantes en el desarrollo de las Energías Renovables	9
Tabla 4.5.1	Pequeñas Centrales Hidroeléctricas Potenciales Identificadas en el Estudio	11
Tabla 4.6.1	Criterio de Evaluación	13
Tabla 4.6.2	Resultado de Clasificación de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas	14
Tabla 4.6.3	Selección de los Tres Proyectos.....	15
Tabla 4.7.1	Cuadro resumen de las características del proyecto Los Hervideros I	20
Tabla 4.7.2	Cuadro resumen de las Características del Proyecto El Manzano	25
Tabla 4.7.3	Cuadro resumen de las características del Proyecto Los Coyotes	30
Tabla 4.8.1	Cuadro resumen de las características del Proyecto San Luis III	35
Tabla 4.9.1	Ubicaciones Propuestas para Centrales Hidroeléctricas de ANDA.....	36
Tabla 4.9.2	Estimación preliminar de los Años de Amortización de los lugares Potenciales Hidroeléctrico de ANDA	37
Tabla 4.9.3	Características del proyecto: “Pequeña planta hidroeléctrica en el área metropolitana de Tegucigalpa, Honduras.....	39
Tabla 4.10.1	Resumen del Estudio de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas	40
Tabla 5.1.1	Descripción General de la Estación de Bombeo de ANDA en Antiguo Cuscatlán	51
Tabla 5.1.2	Resultado de la Auditoria Energética Detallada Energética para la “Estación de Bombeo de Antiguo Cuscatlán”	53
Tabla 5.1.3	Consumo Anual de Electricidad de ANDA	53
Tabla 5.1.4	Ahorro Energético y Costo de Inversión a Nivel Nacional	54
Tabla 5.1.5	Descripción General del “Hospital Regional de Santiago María”	55
Tabla 5.1.6	Resultado de la Auditoria Energética Detallada para el “Hospital Regional Santiago de María” (1).....	58
Tabla 5.1.7	Resultado de la Auditoria Energética Detallada para el “Hospital Regional Santiago de María” (2).....	58
Tabla 5.1.8	Número y Consumo Anual de Electricidad en los Hospitales del País.....	59
Tabla 5.1.9	Ahorro Energético y Costo de Inversión a Nivel Nacional.	59
Tabla 5.1.10	Descripción General de “Dirección General de Aduanas de San Bartolo”	60
Tabla 5.1.11	Resultado de la Auditoria Energética Detallada de la “Dirección General de Aduanas de San Bartolo”	63
Tabla 5.1.12	Número y Consumo Anual de Electricidad de los Edificios de Oficinas en el País.	63
Tabla 5.1.13	Ahorro de Energía y Costo de Inversión a Nivel Nacional	64
Tabla 5.1.14	Descripción General del “Colegio Técnico MEGATEC de Sonsonate”	65

Tabla 5.1.15	Ahorro de Energía y Costo de Inversión a Nivel Nacional	68
Tabla 5.1.16	Numero y Consumo Anual de Energía de Escuelas en el País	68
Tabla 5.1.17	Ahorro de Energía y Costo de Inversión a Nivel Nacional	69
Tabla 5.2.1	Ahorro de Energía y Costo de Inversión de Alumbrado Público a Nivel Nacional	70
Table 5.3.1	Resumen de los resultados del ahorro energético para el sector gobierno.....	71

Lista de Figuras

Figura 1.1.1	Variación Histórica de la Fuente de Energía (2010)	1
Figure 4.2.1	Mapa de ubicación de los sitios Potenciales de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas seleccionados del Plan Maestro 2012-2027.....	4
Figura 4.5.1	Pequeñas Centrales Hidroeléctricas Potenciales Identificadas en el Estudio.....	11
Figura 4.6.1	Procedimiento del Proceso de Selección.....	12
Figura 4.6.2	Ubicación de los sitios seleccionados	13
Figura 4.6.3	Proyectos Seleccionados para el Estudio Detallado.....	15
Figura 4.7.1	Cronograma de Trabajo del Estudio Preliminar de 3 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas	16
Figura 4.7.2	Diseño de Nomograma para la Selección de la Turbina	16
Figura 4.7.2	Plan General del Proyecto Los Hervideros I.....	18
Figura 4.7.3	Plano y Selección de la Bocatoma de Agua	18
Figura 4.7.4	Curva de Duración de Flujo de la Bocatoma del Sitio Los Hervideros I.....	19
Figura 4.7.5	Perfil de la Casa de Maquinas del Proyecto Los Hervideros I.....	19
Figura 4.7.6	Plano General de El Manzano.....	22
Figura 4.7.7	Plano y Selección de la Bocatoma de Agua del Proyecto El Manzano.....	23
Figura 4.7.8	Curva de Duración de Flujo de la Bocatoma del Sitio El Manzano	23
Figura 4.7.9	Perfil de la Casa de Maquinas del Proyecto El Manzano	24
Figura 4.7.10	Plano General del Proyecto Los Coyotes.....	27
Figura 4.7.11	Plano y Sección de la Bocatoma de Agua del Proyecto Los Coyotes.....	28
Figura 4.7.12	Curva de Duración de Flujo de la Bocatoma del Sitio del Proyecto Los Coyotes.....	29
Figura 4.7.13	Perfil de la Casa de Máquinas del Proyecto Los Coyotes.....	29
Figura 4.8.1	Ubicación de los proyectos recomendados por CECSA	31
Figura 4.8.2	Diseño General del Proyecto San Luis III.....	33
Figura 4.8.3	Curva de Duración de Flujo del Proyecto San Luis III.....	33
Figura 4.8.4	Perfil de la Casa de Maquinas del Proyecto San Luis III Project	34
Figura 4.8.5	Plano de la Casa de Maquinas del Proyecto San Luis III.....	34
Figura 4.9.1	Relación entre Descarga y Capacidad Hidroeléctrica Instalado en Japón	37
Figura 4.11.1	Plan para la Posible Implementación	42
Figura 4.11.2	Esquema para Préstamo Soberano a CEL.....	46
Figura 4.11.3	Esquema del proceso para Préstamo Soberano a CECSA	47
Figure 4.11.4	Concepto de Explotación Eficiente y No Eficiente del Recurso.....	48
Figura 5.1.1	Cronograma de la Auditoría Detallada Energética para cuatro (4) lugares.....	49
Figura 5.1.2	Consumo Mensual de Electricidad de la “Estación de Bombeo de Antiguo Cuscatlán”	51
Figura 5.1.3	Consumo de Electricidad mensual del “Hospital Regional Santiago de María” .	56
Figura 5.1.4	Porcentaje del Consumo de Energía del “Hospital Regional Santiago de María”	56
Figure 5.1.5	Consumo de combustible mensual del “Hospital Regional de Santiago de María”	57
Figura 5.1.6	Consumo de Electricidad Mensual de la “Dirección General de Aduanas de San	

	Bartolo”	61
Figura 5.1.7	Porcentaje del Consumo de Energía de la “Dirección General de Aduanas de San Bartolo”	61
Figura 5.1.8	Consumo de electricidad mensual del “Colegio Técnico MEGATEC de Sonsonate”	66
Figura 5.1.9	Porcentaje del Consumo de Energía del “Colegio Técnico MEGATEC de Sonsonate”	66
Figura 5.3.1	Esquema de Implementación del Proyecto para ANDA	72
Figura 5.3.2	Esquema de Implementación del Proyecto de Alumbrado Público	73
Figura 5.3.3	Esquema de Implementación del Proyecto de Ahorro de Energía de Alumbrado Público a través de ESCO	74

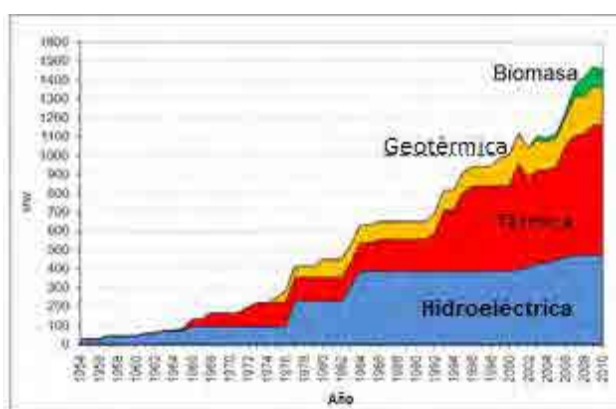
Abreviaturas

Abreviaturas	Español	Inglés
AES	Corporación AES	AES Corporation
ANDA	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados	National Administration of Aqueducts and Sewers
B/C	Costo/Beneficio	Benefit/Cost
BANDESAL	Banco de Desarrollo de El Salvador	El Salvador Development Bank
BTU	Unidad Térmica Británica	British Thermal Unit
CECSA	Compañía Eléctrica Cucumacayán S.A. de C.V.	Cucumacayán Electric Company Inc
CEL	Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa	Hydroelectric Executive Committee of the Lempa River
CFL	Lámpara Fluorescente Compacta	Compact Fluorescent Lamp
CNE	Consejo Nacional de Energía	National Energy Council
DD, D/D	Diseño Detallado	Detailed Design
DELSUR	Distribuidora de Electricidad del Sur, S.A. de C.V.,	Distributor of Electricity of South Variable Capital Company
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental	Environmental Impact Assessment
EMI	Inducción Magnética	Electromagnetic Induction
ESCO	Empresas de Servicios de Energía	Energy Services Companies
FS, F/S	Estudio de Factibilidad	Feasibility Study
GAL	Galón (3.785 litro)	Gallon (3.785 liter)
GWh	Gigawatts hora	Gigawatt hour
HP	Caballos de Fuerza	Horse Power
HPMV	Mercurio de alta presión	High Pressure Mercury Vapour
IDB (BID)	Banco Interamericano de Desarrollo	Inter-American Development Bank
IRR	Tasa Interna de Retorno	Internal Rate of Return
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón	Japan International Cooperation Agency
kV	Kilo voltios	Kilo volt
kW	Kilo watt	Kilo watt
kWh	Kilowatt hora	Kilowatt hour
LED	Diodo Emisor de Luz	Light Emitting Diode
MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales	Ministry of Environment and Natural Resources
MCDA	Análisis de Decisión Multicriterio	Multi-Criteria Decision Analysis
MEGATEC	Modelo Educativo Gradual de Aprendizaje Técnico y Tecnológico	Gradual Learning Educational Model Technical and Technological
MP, M/P	Plan Maestro	Master Plan
MW	Megawatts (=1,000 kW)	Megawatt (=1,000 kW)
MWh	Megawatts hora	Megawatt hour
NPV	Valor Presente Neto	Net Present Value
Pre-F/S	Estudio de prefactibilidad	Pre Feasibility Study

Abreviaturas	Español	Inglés
SIGET	Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones	General Superintendency of Electricity and Telecommunications
TOR	Términos de Referencia	Terms of Reference

1. Antecedentes del Estudio

La demanda de energía de El Salvador se registró en 5,650.6 GWh en el 2010, la cual se cumplió por la matriz energética compuesta por: Energía Hidroeléctrica (36.8%), Energía Térmica (34.9%), Energía Geotérmica (25.5%) y Biomasa (3.2%). De acuerdo con el pronóstico hecho por el Consejo Nacional de Energía (CNE), se espera que la demanda de energía eléctrica se incremente a una tasa de crecimiento promedio anual de 4.7% hasta el 2026. Recientemente, el aumento de la demanda de energía está cubierto por la generación de energía eléctrica de centrales eléctricas de diesel que son inversiones del sector privado de El Salvador. Sin embargo, debido a que la electricidad de las plantas de energía diesel son susceptibles a los precios del combustible, ya que éste es altamente volátil, cambiar a fuentes de energía de bajo costo e introducir las energías renovables, que son autóctonas del país son cada vez más importantes.



Fuente: Estadísticas de Energía de SIGET (Junio del 2010)

Figura 1.1.1 Variación Histórica de la Fuente de Energía (2010)

De acuerdo con la política energética de El Salvador, que se formuló en 2010, la diversificación de la matriz energética, el fomento del ahorro de energía, y la integración energética regional se toman en cuenta como agendas importantes. Junto con la diversificación de la matriz energética, el gobierno de El Salvador promueve la energía renovable y el estudio de la introducción del gas natural licuado (GNL) en el país. En tales circunstancias, JICA llevo a cabo el estudio de "El Proyecto de Plan Maestro para el Desarrollo de Energías Renovables en la República de El Salvador" (en adelante denominado como "PM Energías Renovables") en el 2012. Después del PM para el desarrollo de Energías Renovables, se espera que los proyectos de pequeñas centrales hidroeléctricas que figuran en el PM se hagan realidad.

Por otro lado, JICA y el BID han estado trabajando juntos para apoyar a la región de Centro América y el Caribe bajo un esquema de "Co-financiamiento para Energías renovables y la Eficiencia Energética" (en adelante denominado como "Esquema CORE"). El Salvador está incluido como uno de los países del Esquema CORE. Como material base para la política de apoyo al sector energía, el BID tiene la intención de preparar la "Nota del Sector de Energía para El Salvador" (en adelante denominado como Nota Sectorial) conjuntamente con JICA como socio del Esquema CORE.

Considerando las posibilidades de aplicación de la tecnología japonesa en El Salvador, las pequeñas Centrales Hidroeléctricas y el ahorro energético son las tecnologías potenciales, y el BID también está interesado en dichos temas. Bajo estas circunstancias, JICA decidió llevar a cabo este estudio en forma conjunta con el BID para recopilar información necesaria para analizar los proyectos prioritarios y potenciales a ser desarrollados.

2. Objetivos del Estudio

El propósito del estudio está compuesto por los 3 puntos siguientes:

- La preparación de la Nota Sectorial por medio del estudio de la situación actual y los problemas en el Sector Energía en El Salvador.
- La recolección de datos y análisis para la formulación de proyectos de ahorro energético y Energías Renovables (pequeñas Centrales Hidroeléctricas) con vista de futuros candidatos para préstamos en yenes. (Estudio detallado)
- Preparación de los materiales para el diálogo político sobre el Sector Energía para el nuevo gobierno en Junio del 2014.

De los tres elementos anteriores, los resultados compilados de punto a) "la situación y los problemas en el sector de la energía en El Salvador actual" no se incluyen en este informe, teniendo en cuenta la conveniencia de que el Gobierno de El Salvador y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que está estrechamente relacionada con este estudio, debido a que dichos resultados se van a utilizar para el diálogo con el nuevo Gobierno, que se celebrará en junio de 2014.

3. Flujo de Trabajo General del Estudio

El cronograma general del Estudio en el momento de la preparación del informe inicial se muestra a continuación:

Elemento de Trabajo	2013			2014		
	10	11	12	1	2	3
Trabajos preliminares	▬					
Detalles sobre el reporte inicial		▬				
Estudio de Sector		▬	▬			
Estudio detallado						
Mini-planta eléctrica			▬	▬	▬	▬
Eficiencia de energía			▬	▬	▬	▬
Talleres y reuniones			▬		▬	
Reporte	▲		▲		▲	▲

Trabajos en El Salvador
 Trabajos en Japón

Reporte Inicial Nota Sectorial Reporte Final Preliminar Reporte Final

4. Estudio detallado de la Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

4.1 Propósito del Estudio Detallado de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

En El Salvador el sector privado ha tomado la iniciativa en el desarrollo de las pequeñas centrales hidroeléctricas. Aunque se han identificado sitios potenciales ideales en el plan maestro de energías renovables del 2012, el desarrollo de las pequeñas centrales hidroeléctricas ha tenido poco progreso hasta el momento debido a la dificultad para obtener el consentimiento de las comunidades. Para promover el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas en El Salvador, es necesario que el sector público inicie varios proyectos que enfatizen la participación de las comunidades para promover un desarrollo sostenible de las pequeñas centrales hidroeléctricas. Bajo estas circunstancias, el estudio detallado busca seleccionar buenos proyectos como modelos hidroeléctricos que puedan ser implementados por el sector público y proponer la formulación de un plan para el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas.

En el estudio detallado, se pudo constatar la situación actual, leyes, regulaciones y problemas relacionados al desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas. Posteriormente, fueron seleccionados los prospectos de los sitios potenciales así como también futuros proyectos modelo a través de la detección de sitios potenciales para pequeñas centrales hidroeléctricas en El Salvador.

4.2 Situación Actual y Problemas de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

4.2.1 Situación Actual de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

(1) Pequeñas Centrales Hidroeléctricas Existentes

De acuerdo con la información proporcionada por SIGET, hay 16 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en operación desde Enero del 2014, con una capacidad total instalada de 15.4 MW que las cuales se detallan a continuación:

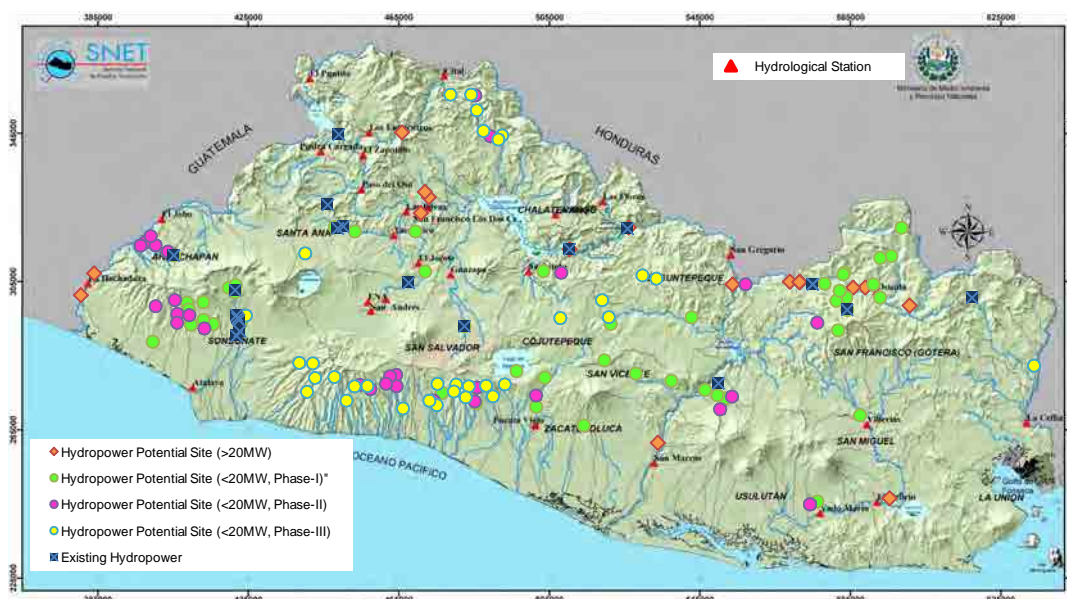
Tabla 4.2.1 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en El Salvador

No.	Central Hidroeléctrica Central Generadora	Departamento Localización	Capacidad Instalada (kW)	Propietario
1	Sensunapán Nahizalco	Sonsonate	2,797.50	Private
2	Papaloate	Sonsonate	2,000.00	Private
3	La Calera	Sonsonate	1,448.00	Private
4	Cucumacayán	Sonsonate	2,256.00	CECSA
5	Bululú	Sonsonate	680.00	CECSA
6	Sonsonate	Sonsonate	740.00	CECSA
7	San Luis I	Santa Ana	600.00	CECSA
8	San Luis II	Santa Ana	740.00	CECSA
9	Cutumay Camones	Santa Ana	298.00	CECSA
10	Río Sucio	La Libertad	2,500.00	CECSA
11	Milingo	San Salvador	640.00	CECSA
12	Atehuasías	Ahuachapán	600.00	CECSA
13	La Chacra	San Miguel	25.00	Private
14	Miracapa	San Miguel	34.00	Private
15	Junquillo	Morazán	18.00	Private
16	El Calambre	Morazán	58.00	Private
		Total	15,434.50	

Fuente: SIGET

(2) Potencial de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

De acuerdo con el Plan Maestro de Energías Renovables preparado en el 2012 por CNE-JICA, se identificaron 209 sitios para el Desarrollo Potencial. La capacidad total se estima en 180.8 MW y la energía media anual estimada es de 756 GWh. La mayoría de los sitios potenciales se encuentran en la región occidental, especialmente en el departamento de Ahuachapán, Sonsonate y La Paz. De los 209 sitios identificados, se seleccionaron 123 sitios como proyectos candidatos para el Plan Maestro que se aplicará en tres fases, como se muestra en la figura 4.2.1 y la tabla 4.2.2.



Fuente: Plan Maestro Energías Renovables, CNE-JICA, 2012

Figure 4.2.1 Mapa de ubicación de los sitios Potenciales de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas seleccionados del Plan Maestro 2012-2027

Tabla 4.2.2 Resumen del Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas del Plan Maestro (hasta 20 MW)

Fase Phase	Condiciones Conditions	Number of Projects	Potencia Potential (MW)	Energía Energy (MWh/Año)	Plant Factor	Inversión Total Investment Cost (x 1,000 US\$)	Costo/kW (US\$)	Base del Inversionista (con préstamo del Banco) Investment Base (with Bank)		
								TIR FIRR (Average)	VAN NPV (Average)	B/C (Average)
								(%)	(x1,000 US\$)	
Phase-I (2012-2017)	Under Const., with B/D, F/S & Pre-F/S	59	103.9	436,100	48%	305,100	2,937	27.7%	4,500	1.58
Phase-II (2017-2022)	B/C >=1, P>=0.25 (MW), 50% of Potential	32	33.5	146,100	50%	92,500	2,761	29.3%	3,500	1.72
Phase-III (2022-2027)	B/C >=1, P>=0.25 (MW), 50% of Potential	32	25.3	89,200	40%	85,800	3,391	17.6%	1,400	1.33
TOTAL		123	162.7	671,400	47%	483,400	2,972	24.7%	3,248	1.52

Fuente: Plan Maestro Energías Renovables, CNE-JICA, 2012

Entre las fuentes de energía renovable como la hidroeléctrica a pequeña escala (hasta 20 MW), la energía solar fotovoltaica, solar térmica, eólica, biomasa y biogás, considerando el costo de la inversión en virtud de la tecnología disponible, las pequeñas centrales hidroeléctricas pueden ser la primera opción para empezar a invertir como se indica en el Plan Maestro de Energías Renovables. En el Plan Maestro, el costo de generación se asume entre 10 y 14 centavos US/kWh y se espera que reduzca el costo actual de generación de energía térmica entre 2 y 8 centavos/kWh.

4.2.2 Retos para el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas

Como resultado de la reforma del sector eléctrico en 1996, se instauró un sistema que permitió la participación del sector privado en la generación y distribución de energía. Debido dicha reforma del sector, se esperaba que una buena cantidad de inversión se llevase a cabo y que el desarrollo de las pequeñas centrales se implementaría sin problemas.

Sin embargo, la realidad es que se han introducido una gran cantidad de proyectos de generación de energía a diesel debido a que sus costos de inversión iniciales son bajos y de la recuperación es relativamente rápida. En cambio, el desarrollo de las pequeñas centrales hidroeléctricas no se ha implementado como se esperaba.

Por ello se realizó una encuesta para conocer las razones por las que el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas no está bien implementado, a través de la revisión de los materiales existentes y de una encuesta de campo a los organismos pertinentes. Los resultados son los siguientes:

- 1) Se requiere más tiempo para los estudios sobre el desarrollo de la energía hidroeléctrica pequeña, y un mayor tiempo para la obtención de la concesión de desarrollo del gobierno, en comparación con la generación de energía térmica o la biomasa.
- 2) Debido a la insuficiencia de los datos de observación de descarga, es bastante difícil calcular la cantidad exacta de la generación de energía hidroeléctrica a pequeña escala, y es difícil juzgar la viabilidad del desarrollo.
- 3) En caso de desarrollo de la pequeña hidroeléctrica por una empresa privada, hay menos posibilidades de que realizar un diálogo con los residentes locales, lo que hace difícil comprender las expectativas y necesidades de los residentes locales para el desarrollo . En este sentido, es difícil obtener entendimientos de los residentes locales y de la cooperación el desarrollo de estos proyectos.
- 4) Hay casos de fuga de información relacionada con el desarrollo, lo que da como resultado la ocupación de tierras intencional requerido para el desarrollo de la pequeña hidroeléctrica.

En el caso de la generación de energía biomasa o térmica, los terrenos necesarios son asegurado por la compañía de electricidad para su uso exclusivo con el fin de generación de energía. Por otro lado, en caso de generación de energía por pequeñas centrales hidroeléctricas, en la mayoría de los casos, es necesario utilizar una parte de los recursos naturales que ya se han utilizado por los residentes locales como la tierra o el agua del río . Por lo tanto, es necesario tener la cooperación de los residentes locales para el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas .

Sin embargo, en el caso del desarrollo por las empresas privadas, ya que la prioridad se pone más en el beneficio del proyecto, menos esfuerzo se hacen en el diálogo con los residentes locales y en la comprensión de las necesidades de los residentes locales para que se reflejen en el desarrollo . En tales situaciones , el propio desarrollo parece que no hay un progreso notable.

Por otro lado, CECSA, que es uno de las empresas privadas representantes de El Salvador, ha comunicado los residentes locales para la correcta ejecución del desarrollo. CECSA escucha las necesidades de los residentes locales, y contrata a los residentes locales como mano de obra para las obras de construcción del desarrollo de las pequeñas centrales hidroeléctricas, o la construcción de un puente simple o caminos para los residentes locales para reflejar las necesidades locales para el desarrollo dentro de la gama posible . CECSA tiene buenos ejemplos para el desarrollo con estas actividades (se detallan en la sección 4.11) .

Para resolver los asuntos antes mencionados y para la adecuada ejecución del desarrollo de la energía de la hidroeléctrica pequeña, se espera que los sectores públicos, incluyendo el gobierno, deben participar activamente en el desarrollo . Se espera implementar un proyecto del modelo en el que puede tomar hasta las necesidades de los residentes locales para la correcta ejecución del desarrollo. Lecciones aprendidas del proyecto del modelo se deben reflejar a los futuros proyectos del desarrollo de la energía de la hidroeléctrica pequeña . Para la ejecución del proyecto de modelo, es importante hacer referencia a los buenos ejemplos de CECSA que se mencionó anteriormente u otros buenos ejemplos de los otros países .

4.3 Leyes y reglamentos relacionados con el desarrollo PCHs

(1) Lista de leyes y reglamentos relacionados con el desarrollo PCHs

Las leyes relacionadas a energías renovables que incluyen a las pequeñas centrales hidroeléctricas se enmarcan en varios aspectos tales como medio ambiente, aspectos de concesión y constitución. Las leyes y reglamentos relacionados con el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas se muestra a continuación en la Tabla 4.3.1.

Tabla 4.3.1 Legislación relacionada al Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroelectricas

Legislación	Función hacia Pequeñas Centrales Hidroeléctricas
Cuestiones Ambientales	
Constitución de la República de El Salvador	<ul style="list-style-type: none"> - Regula todo lo relacionado al medio ambiente de manera general (Art. 36, 60, 65, 69, 101, 102, 113, 117). - El artículo 105 establece el tamaño máximo del área de propiedad es de 245 Hectáreas. Esto no aplica a las cooperativas, ni asociación comunitarias campesinas.
Ley del Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> - Los Art. 16-27 y 29 se refieren a el Estudio de Impacto Ambiental, el Art. 62-65 sobre el uso de recursos naturales, el Art. 86 contempla todas aquellas acciones consideradas como infracciones ambientales, etc.
Reglamento General de la Ley del Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> - Establece que el MARN es el responsable de elaborar los términos de referencias (TDR); de acuerdo a la envergadura de las actividades obras o proyectos, el titular deberá elaborar o no el estudio de impacto ambiental (ESIA). Art. 20. Arts. 12 y 32 sobre Consulta pública, Art. 22 Categorización ambiental Art. 19 proceso de evaluación ambiental, Art. 21 contenido del Formulario ambiental, Art. 23-28 Contenido del ESIA y sus componentes. Art. 34-39 permiso ambiental, fianza y auditorias.
Categorización de proyectos conforme a la Ley del Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> - Presenta los criterios para clasificar ambientalmente proyectos nuevos. Art. 21, 22, etc.
Ley de Riego y Avenamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Regula el uso de aguas, suelos, flora y fauna, recursos minerales y energéticos, saneamiento ambiental y recursos naturales.
Código Municipal	<ul style="list-style-type: none"> - Todas las ordenanzas municipales que emita el municipio donde se desarrolle el proyecto, las cuales pueden involucrar: ordenanzas para la gestión ambiental, ordenanzas sobre impuestos específicos hacia la actividad a desarrollar, etc. - Regula el Ordenamiento territorial del municipio, cubriendo los bosques, aguas, suelos, flora y fauna, recursos minerales y energéticos y el saneamiento ambiental.
Código Penal	<ul style="list-style-type: none"> - Establece las sanciones correspondientes por violar la legislación ambiental
< Energía y Electricidad >	
Ley General de Electricidad. SIGET	<ul style="list-style-type: none"> - La Ley General de Electricidad es la ley fundamental en materia de electricidad. La Ley norma las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica. - Art. 13, para obtener las concesiones se requiere el estudio de impacto ambiental, previamente aprobado por las autoridades competentes en la materia. Art. 106.
Ley de Creación del Consejo Nacional de Energía. CNE	<ul style="list-style-type: none"> - Proponer, gestionar y coadyuvar con los organismos correspondientes, la aprobación de estrategias energéticas que contribuyan al desarrollo socio económico del país, en armonía con el medio ambiente. (Decreto Legislativo No. 404, Noviembre 2007) - Según el artículo 5, el consejo está integrado por el Ministerio de Economía, Ministerio de Vivienda, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Obras Públicas y Secretario Técnico de la Presidencia.
Decreto 460 – Ley Reguladora para el otorgamiento de concesiones de proyecto de Generación Eléctrica en Pequeña Escala.	<ul style="list-style-type: none"> - Determina el procedimiento para la obtención de una concesión en proyectos de capacidad inferior a 5 MW. Una persona física o jurídica podrá ser adjudicada con más de una concesión si la capacidad total de energía es inferior a 5 MW.
Acuerdo SIGET 30-E-2011	<ul style="list-style-type: none"> - Normativa técnica para la interconexión eléctrica y el acceso a la red para usuarios finales.
Decreto No. 462 - 2007.	<ul style="list-style-type: none"> - Exención de Impuestos para promover la generación de energías renovables.

(Fuente: Equipo de Estudio JICA)

(2) Categorización Ambiental para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

Los desarrolladores de hidroeléctricas por mandato deben realizar estudios de impacto ambiental. Acorde a MARN, los requisitos de las consideraciones ambientales difieren a la escala del proyecto. Tales requisitos se clasifican en categorías de la siguiente manera:

Table 4.3.2 Grupos y Categoría de Requerimientos Ambientales

Grupo	Categoría y Requerimientos
Grupo A	<i>Bajo impacto ambiental, lo que significa que el titular del proyecto no tiene que presentar la documentación ambiental</i>
Grupo B	<i>Categoría 1: bajo potencial en impacto ambiental, que no requiere la presentación de un EIA mas que un simple estudio ambiental</i>
	<i>Categoría 2: Impacto ambiental potencial moderado o alto, lo que requiere la presentación de EIA</i>

Fuente: MARN

Para el caso del desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas, las hidroeléctricas con una capacidad instalada de menos de 100kW se clasifica en el Grupo A. Los proyectos con una capacidad mayor a 100 kW y menos de 1MW se clasifican Categoría 1 en el Grupo B. Los proyectos con capacidad mayor a 1MW se clasifican Categoría 2 en el Grupo B. Como se muestra en la Tabla 4.3.2, los proyectos hidroeléctricos que son Categoría 1 en el Grupo B no necesitan presentar el reporte del EIA; solo requiere presentar una simple evaluación del estudio ambiental. Acorde a la audiencia de los desarrolladores hidroeléctricos en El Salvador, el tiempo requerido para la obtención del permiso ambiental para Categoría 1 es de entre dos a seis meses, mientras que los Categoría 2 en el Grupo B, tiene una duración de entre ocho y diez meses.

(3) Procedimientos de Adjudicación de Concesión

Las leyes requieren la obtención de concesión para el desarrollo de PCHs sin importar que el desarrollador se a público o privado. El procedimiento necesario se explica a continuación;

- (Procedimiento 1) La obtención del permiso ambiental
- (Procedimiento 2) La obtención del permiso de estudio de recursos hidroeléctricos y geotérmicos
- (Procedimiento 3) La obtención de concesiones para proyectos de más de 5 MW de potencia
- (Procedimiento 4) La obtención de concesión para proyecto de energía de hasta 5 MW de potencia a través de procedimientos expeditos
- (Procedimiento 5) Proceso de inscripción para participar en el mercado mayorista

La actual ley de concesiones no estipula la duración del tiempo de evaluación y la aprobación del otorgamiento de la concesión. Existen varios casos en donde toma años obtener una concesión en El Salvador.

4.4 Instituciones Relacionadas al Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

Las instituciones relacionadas y sus roles en el desarrollo de PCH's se resume en la Tabla 4.4.1. Entre las instituciones en listadas en la Tabla 4.4.1 están, SIGET y MARN las cuales son las instituciones importantes relacionadas al desarrollo de PCH's.

Tabla 4.4.1 Instituciones encargadas de aspectos relevantes en el desarrollo de las Energías Renovables

Entidad	Responsabilidades
Departamento de Control de Bienes del Estado de la Fiscalía General de la República	<ul style="list-style-type: none"> - Participación en los procesos voluntarios para la aprobación de anteproyectos de escrituración - Inscripción a favor del Estado los inmuebles adquiridos en el Registro de Propiedad respectivo
Unidad Civil de la Fiscalía General de la República	<ul style="list-style-type: none"> - Participación en los trámites de titulación de inmuebles que no poseen escrituras de propiedades debidamente inscritas - Participación en los juicios de expropiación cuando sea necesario
Juzgados con jurisdicción territorial	<ul style="list-style-type: none"> - Participación para resolver los casos de litigio o conflicto, cuando los propietarios o poseedores no llegan a acuerdos sobre los términos de indemnización del inmueble a ser ocupado - Participación en los procesos de solución de problemas legales de los inmuebles
Centro Nacional de Registros	<ul style="list-style-type: none"> - Institución responsable del registro catastral, provee documentación acerca de: Estado actualizado del inmueble, aprobación de planos de segregación simple, inscripción y desgravación de gravámenes, inscripción de traspaso de inmuebles a favor del Estado.
VMVDU	<ul style="list-style-type: none"> - Permisos de construcción y recepción de obra
Consejo Nacional de Energía	<ul style="list-style-type: none"> - Es el encargado de establecer e impulsar una política y estrategia energética, que contribuya al desarrollo sostenible de El Salvador.
Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET)	<ul style="list-style-type: none"> - Es la entidad competente para aplicar las normas sobre electricidad y telecomunicaciones. - Realizar todos los actos, contratos y operaciones que sean necesarios para cumplir con los objetivos que le impongan las leyes, reglamentos y demás disposiciones que rigen los sectores de Electricidad y de Telecomunicaciones. - Otorga permisos de concesión.
Gobiernos Municipales	<ul style="list-style-type: none"> - La regulación y el desarrollo de planes y programas destinados a la preservación, restauración, aprovechamiento racional y mejoramiento de los recursos naturales, de acuerdo a la ley. - El decreto de ordenanzas y reglamentos locales. - La elaboración de sus tarifas de impuestos y reformas a las mismas para proponerlas como ley a la Asamblea Legislativa. - Otorga permisos de construcción.
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales	<ul style="list-style-type: none"> - El artículo 22 de la Ley del Medio Ambiente establece que el MARN clasificara la actividad, obra o proyecto, de acuerdo a su magnitud y la naturaleza de las posibles consecuencias. Con eso, el tipo de documentación medioambiental que el titular deberá presentar, técnica y legalmente, será determinado. Aunque que esto facilita la evaluación del impacto ambiental, lo que se entiende como el proceso o conjunto de procedimientos que permite que el estado, basado en dicho EIA, para evaluar los impactos ambientales que la ejecución de una obra, actividad o proyecto específico puede causar al medio ambiente.
Asamblea Legislativa	<ul style="list-style-type: none"> - Adjudicación Legal de Concesiones
Municipalidades	<ul style="list-style-type: none"> - Autorizar el permiso de construcción en el municipio. Determinar los impuestos basados en activos y presupuesto de construcción.
Comunidades	<ul style="list-style-type: none"> - Participar en Consulta Publica

Fuente: Equipo de Estudio JICA

4.5 Pequeña Potencial Hidroeléctrico

4.5.1 Pequeña Potencial Hidroeléctrico indefinido en el Plan Maestro de Energías Renovables

Como se menciona en la sección 4.2.2, el plan maestro para energías renovables preparado en el 2012 por el CNE y JICA, identifica 209 sitios potenciales de desarrollo. Con una capacidad total estimada a 180.8 MW y esta estimación significa 756 GWh de energía anual.

4.5.2 Identificación de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en Estudio Teórico

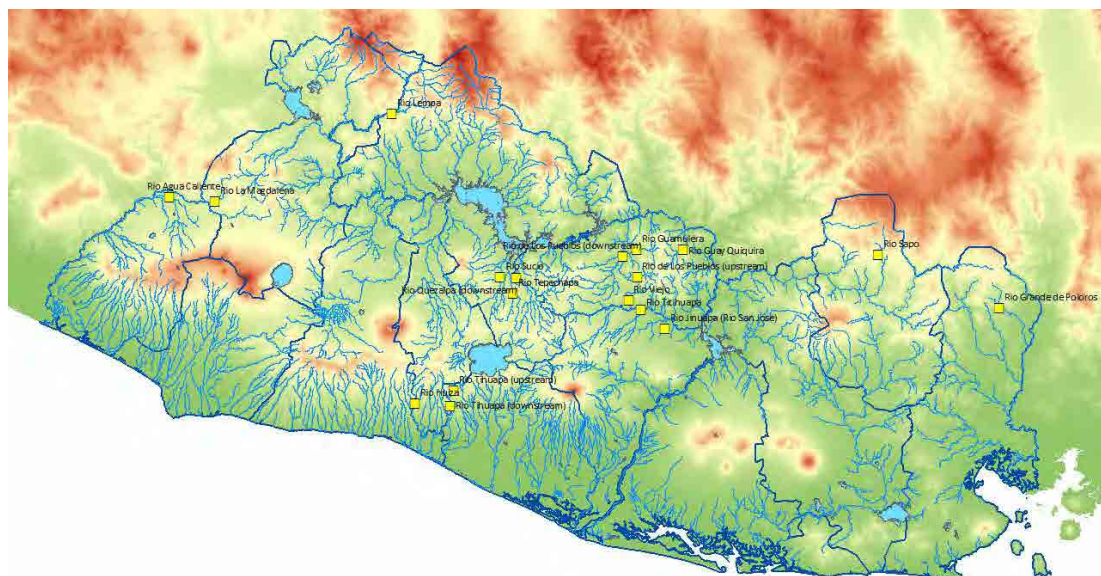
En el plan maestro de energías renovables preparado en 2012, el plan maestro de las pequeñas centrales hidroeléctricas se formuló como un plan indicativo de desarrollo, basado en la capacidad asumida de desarrollo al referirse a los resultados del estudio de pequeñas centrales hidroeléctricas existentes.

En los estudios hidroeléctricos existentes, hay muchos proyectos realizados por universidades y empresas privadas sin información sobre las zonas de captación, descarga y la altura eficaz. Para aclarar dicha información y para revisar los sitios prospectos para pequeñas centrales hidroeléctricas en todo el país desde el punto de las zonas de captación y altura eficaz, se llevó a cabo el estudio teórico. 54 mapas topográficos con escala de 1/50,000 que cubren todo el país se utilizaron para el estudio teórico.

En el estudio teórico se llevó a cabo teniendo en cuenta dos aspectos principales, a saber, (i) los sitios candidatos deben tener por lo menos alrededor de 40 km² de área de influencia con el fin de alcanzar la descarga requerida para la generación de energía, y (ii) los sitios candidatos deberían tener por lo menos alrededor de 40 m de altura eficaz en los mapas topográficos.

Como resultado del estudio teórico, se seleccionaron 18 sitios como sitios candidatos potenciales para el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas.

Los sitios potenciales hidroeléctricos que se encontraron por el Equipo de Estudio son los que se muestra en la figura 6.4.1.



Preparado por el equipo de estudio JICA

Figura 4.5.1 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas Potenciales Identificadas en el Estudio

Los nombres de los proyectos identificados en el estudio teórico se muestran la Tabla 4.5.1

Tabla 4.5.1 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas Potenciales Identificadas en el Estudio

No.	Nombre del Proyecto	Departamento	Area de Captacion (km ²)	Descarga Designada (m ³ /s)	Altura Efectiva (m)	Potencial (MW)	Energia (MWh/año)	Factor de Planta
1	Río La Magdalena	Santa Ana	41.00	1.5	20.0	0.267	698	30%
2	Río Agua Caliente	Ahuachapan	176.00	2.5	20.0	0.428	2,349	63%
3	Río Sucio	Cuscatlan	72.00	2.2	50.0	0.965	4,419	52%
4	Río Lempa	Chalatenango	1,105.00	12.3	40.0	4.264	24,376	65%
5	Río de Los Pueblos (upstream)	Cabañas	40.00	1.0	40.0	0.365	1,501	47%
6	Río de Los Pueblos (downstream)	Cabañas	112.00	3.4	10.0	0.291	1,333	52%
7	Río Tihuapa	Cabañas	297.00	5.5	30.0	1.410	9,013	73%
8	Río Jinuapa (Río San Jose)	San Vicente	49.00	0.8	60.0	0.444	2,127	55%
9	Río Viejo	Cabañas	25.00	0.5	100.0	0.472	2,745	66%
10	Río Tepechapa	Cuscatlan	38.00	1.3	30.0	0.348	1,428	47%
11	Río Quezalpa (downstream)	Cuscatlan	200.00	5.6	20.0	0.974	4,763	56%
12	Río Sapo	Morazan	46.00	3.0	120.0	3.174	9,968	36%
13	Río Grande de Poloros	La Union	45.00	3.0	110.0	2.898	6,408	25%
14	Río Tihuapa (upstream)	La Paz	18.00	1.3	110.0	1.215	2,891	27%
15	Río Tihuapa (downstream)	La Paz	35.00	1.7	50.0	0.756	2,262	34%
16	Río Huiza	La Libertad	35.00	1.7	110.0	1.667	4,987	34%
17	Río Guamulera	Cabañas	40.00	1.2	40.0	0.427	1,954	52%
18	Río Guay Quiquirá	Cabañas	45.70	1.3	40.0	0.447	2,185	56%

Fuente: Equipo de Estudio JICA

4.6 Selección de Sitios Potenciales para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

Los sitios potenciales de energía hidroeléctrica que se enumeran en el PM Energías Renovables y las Centrales Hidroeléctricas potenciales identificadas en este estudio se analizan con más profundidad para encontrar futuros proyectos candidatos de inversión para JICA y el BID. El proceso de selección es el siguiente:

(1) Procedimiento

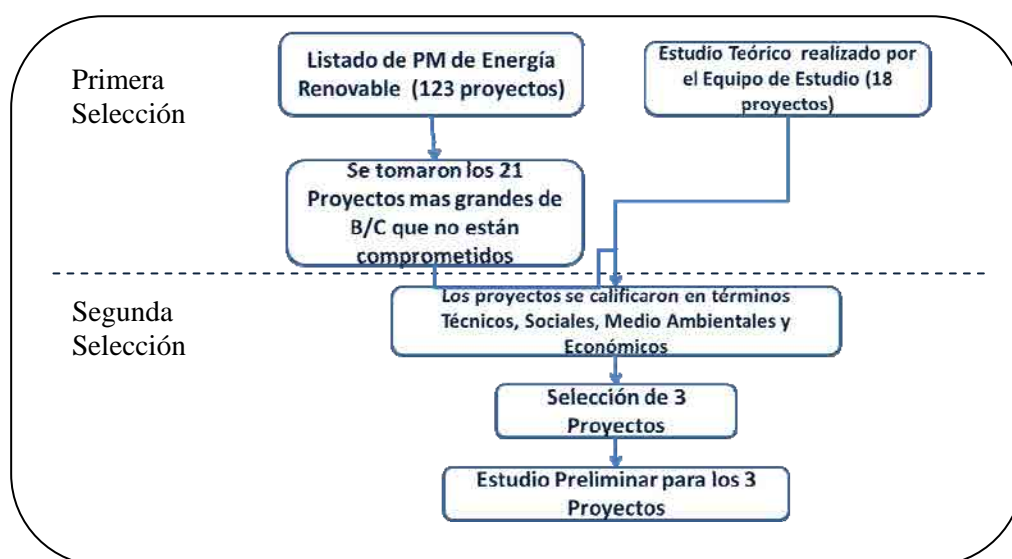
Primera Selección

En primer lugar, los 123 sitios potenciales enumerados en el PM de energías renovables 2012 se ordenaron en base a la relación costo beneficio (B/C). Los proyectos con un valor C/B de más de 2.0 fueron seleccionados. El número de proyectos seleccionados fue de 21. Para esta selección, se excluyen los situados en áreas protegidas, y aquellos en los cuales las instituciones públicas o empresas privadas se han comprometido a desarrollarlos. Mientras tanto, se identificaron 18 proyectos para PCHs en el estudio tal y como se describe en la sub-sección 4.5.2. Un total de 39 proyectos de los cuales 21 proyectos pertenecen al plan maestro para energías renovables y los 18 proyectos restantes fueron identificados en los resultados de la primera selección de este estudio.

Segunda Selección

Para la segunda selección, los 39 proyectos de la primera selección fueron evaluados profundamente utilizando varios criterios hasta que finalmente tres de ellos fueron elegidos. Estos tres proyectos fueron estudiados en detalle a nivel de estudio de pre- factibilidad como se describe en la sección 4.7.

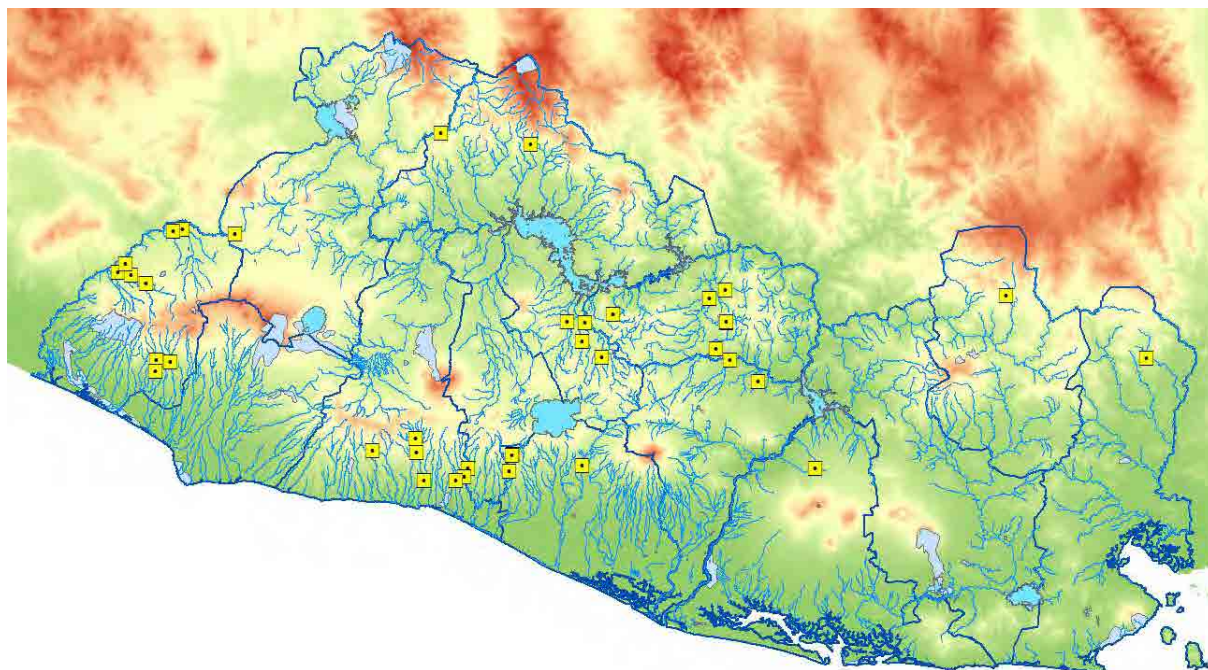
El proceso de selección de proyecto se muestra en la Figura 4.6.1.



Preparado por: Equipo de Estudio de JICA.

Figura 4.6.1 Procedimiento del Proceso de Selección

Los 39 Proyectos del primer proceso de selección se muestran en la siguiente Figura 4.6.2.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA.

Figura 4.6.2 Ubicación de los sitios seleccionados

Los 39 proyectos seleccionados fueron evaluados usando el método denominado "Análisis de Decisión Multi-Criterio" (ADMC). Esta metodología tiene como objetivo seleccionar la mejor opción entre las demás mediante el uso de diferentes criterios. En el ADMC, se establecen varios criterios y cada uno de ellos contiene sus propios sub-criterios. Las opciones se evaluaron mediante los sub-criterios, y se agregaron a la puntuación total. En este estudio, los posibles 39 sitios potenciales de Energía Hidroeléctrica seleccionados se evaluaron mediante cuatro criterios: "Entorno Social", "Técnico", "Medio Ambiental", y "Económico". Cada uno de los criterios contiene sub-criterios; por ejemplo, el criterio técnico tiene los sub-criterios: "Riesgo Hidrológico", "Riesgo Geológico" y "Dificultad de Acceso". Los criterios de evaluación empleados en el estudio se muestran en la Tabla 4.6.1.

Tabla 4.6.1 Criterio de Evaluación

Criterio	Técnico		Ambiente Social		Ambiente Natural		Económico	
	Criterios Sub	Partitura Completo	Criterios Sub	Partitura Completo	Criterios Sub	Partitura Completo	Criterios Sub	Partitura Completo
1	Riesgo Hidrológico	8.33	No. de viviendas afectadas	12.5	Distancia de camino de acceso de Bocatoma	12.5	Proporción Costo-Beneficio	12.5
2	Riesgo Geológico	8.33	Agua usada cerca del Proyecto	12.5	Distancia de camino de acceso de Casa de Máquinas	12.5	Escala del Proyecto	12.5
3	Dificultad de Acceso	8.33						
Puntuación Total	25		25		25		25	

Fuente: Equipo de Estudio de JICA.

(2) Resultado de Clasificación

El resultado de la clasificación de cada criterio se muestra en la Tabla 4.6.2.

Tabla 4.6.2 Resultado de Clasificación de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

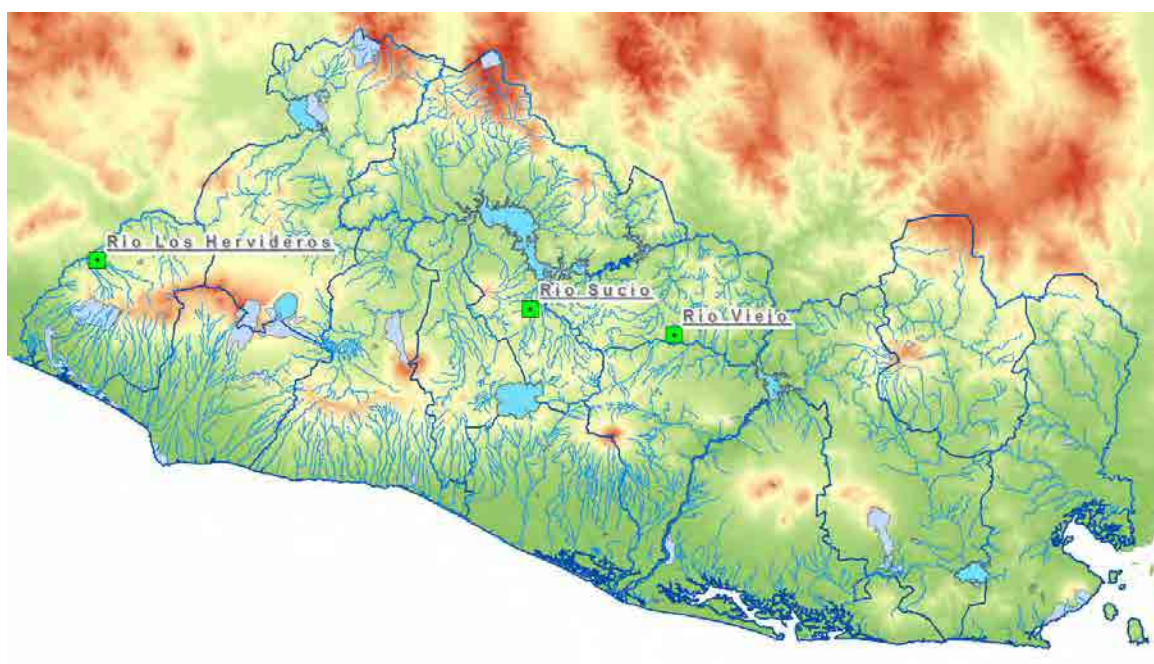
Ponderado Técnico		Ponderado Social		Ponderado Natural		Ponderado Económico		Clasificación General		
Ranking	Project Location	Ranking	Project Location	Ranking	Project Location	Ranking	Project Location	Score	Ranking	Project Location
1	Río Sucio	1	Los Hervideros I	1	Río Agua Caliente	1	Los Hervideros I	69.2	1	Los Hervideros I
2	Río Agua Caliente	2	Río Viejo	2	Río de Los Pueblos (downstream)	1	Malancola	68.3	2	Río Agua Caliente
3	Río Frío / Agua Caliente	3	Loma de San Juan	3	Río Viejo	3	Río Lempa	67.5	3	Copinula III
4	Los Hervideros I	4	Río Quezalpa (downstream)	3	Copinula III	4	Río Sapo	67.5	3	Río Sucio
4	Copinula III	5	Río Agua Caliente	5	Río Sucio	5	Río Viejo	67.5	3	Río Viejo
6	Río de Los Pueblos (downstream)	6	Río Huiza	6	Río Guay Quiquirá	5	Río Sucio	66.7	6	Malancola
7	Malancola	6	Río Guamulera	7	Los Hervideros I	5	Loma de San Juan	65.0	7	Loma de San Juan
8	Río Tepechapa	8	Copinula III	7	San Juan Buenavista	5	Copinula III	64.2	8	Río Sapo
8	Río Quezalpa (downstream)	8	Río Sucio	9	Río Tepechapa	9	Río Grande de Poloros	64.2	8	Río de Los Pueblos (downstream)
10	San Juan Buenavista	8	Chilama III	10	Malancola	10	Río Agua Caliente	64.2	8	Río Quezalpa (downstream)

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

De acuerdo al criterio general se obtuvo la clasificación de los sitios potenciales para PCHs siendo los sitios ubicados en el departamento de Ahuachapán con los de más alto rango como se muestra en la Tabla 4.6.3. La cordillera de Ahuachapán cuenta con abundante potencial hidrológico debido a la cantidad de flujo estable a través del año debido a la alta precipitación anual y de su abundante escorrentía de aguas subterráneas. Sin embargo, ya que los proyectos serán implementados como proyectos piloto para demostrar el desarrollo hidroeléctrico en El Salvador, es preferible que los proyectos sean seleccionados para todo el país y no concentrados en una sola área. Como resultado, se seleccionaron: el primer proyecto que se localiza a lo largo del Río de Los Hervideros en el departamento de Ahuachapán; el segundo proyecto se localiza a lo largo de Río Sucio en el departamento Cuscatlán y el tercer proyecto que se localiza a lo largo del Río Viejo en el departamento de Cabañas. La ubicación de los tres sitios potenciales seleccionados se muestra en la Figura 4.6.3.

Tabla 4.6.3 Selección de los Tres Proyectos

Clasificación General		Departamento	Seleccionado
Ranking	Ubicación del Proyecto		
1	Los Hervideros I	Ahuachapan	✓
2	Rio Agua Caliente	Ahuachapan	
3	Copinula III	Ahuachapan	
3	Rio Sucio	Cuscatlan	✓
3	Rio Viejo	Cabañas	✓
6	Malancola	San Salvador/La Paz	
7	Loma de San Juan	San Salvador/La Paz	
8	Rio Sapo	Morazan	
8	Rio de Los Pueblos (downstream)	Cabañas	
8	Rio Quezalpa (Rio abajo)	Cabañas/Cuscatlan	



Fuente: Preparado por el Equipo de Estudio de JICA

Figura 4.6.3 Proyectos Seleccionados para el Estudio Detallado

4.7 Estudio Preliminar de los sitios potenciales para las 3 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

El Estudio Preliminar de los tres proyectos de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas se llevó a cabo bajo la supervisión del Equipo de Estudio de JICA. La calendarización de actividades de los consultores locales se muestra en la Figura 4.7.1

Actividad	1er Semana	2da Semana	3ra Semana	4ta Semana
0 Recopilación de Datos	■			
1 Visita de Campo (Topografía, Aforo)	■	■		
2 Selección del Método de Generación de Energía Hidroeléctrica		■		
3 Diseño Preliminar		■	■	
4 Estimación de Costos			■	
5 Análisis Económico				■
6 Preparación del Informe				■

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 4.7.1 Cronograma de Trabajo del Estudio Preliminar de 3 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

El resultado del estudio preliminar se describe en las sub-secciones del 4.7.1 a la 4.7.3.

4.7.1 Supuestos de Diseño

Los supuestos utilizados para el diseño preliminar se describen a continuación.

(1) Boca Toma de la Presa

El tipo de la boca toma de la presa es de concreto. El tipo de dissipador de energía es del de tipo de salto de esquí o tipo Endsill.

(2) Descarga Máxima de Diseño

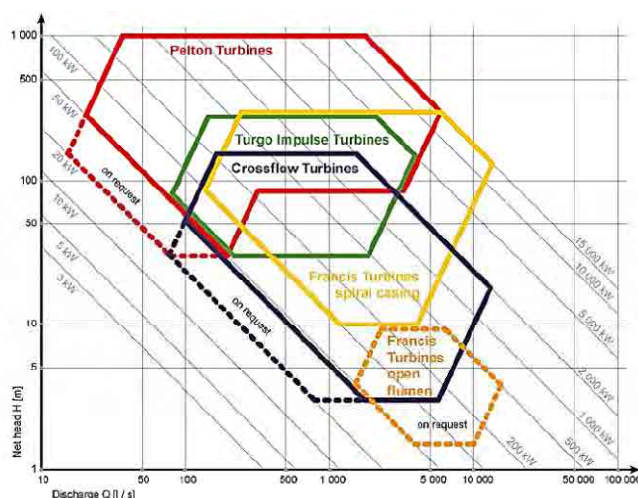
La descarga máxima de diseño de la planta se establece en 25% de la curva de duración de flujo, ya que los diseños de descarga de las plantas están general mente entre el 20% y el 30% en El Salvador.

(3) Caída

La caída se mide desde el nivel de la caída del tanque hasta el nivel del centro de la turbina. La pérdida de caída incluye: perdidas por fricción y perdidas misceláneas tal como el uso de maya en la bocatoma.

(4) Selección del Tipo de Turbina

El tipo de turbina se selecciona utilizando un nomograma con caída y la descarga máxima de diseño por unidad como se muestra en la Figura 4.7.2.



Fuente: Ingendehsa S.A. de C.V.

Figura 4.7.2 Diseño de Nomograma para la Selección de la Turbina

(5) Costo de Construcción

En América Latina el costo de construcción se calcula utilizando la relación entre el costo y el tamaño de la presa, o entre el costo y la escala del canal. El costo de la línea de distribución se estima en US\$20,000/km que incluye la adquisición de la tierra y los costos de construcción.

(6) Evaluación Economía Financiera

La evaluación financiera del proyecto se asume bajo las siguientes condiciones: un promedio de vida útil del proyecto de 50 años, intereses sobre el préstamo del 8%, periodo de gracia de 2 años, periodo de recuperación de 10 años posterior del periodo de gracia. El precio de venta de la electricidad es el precio promedio de energía que se le ha autorizado a CLESA para el período 2008-2013 otorgado por SIGET, y la deducción posterior del precio mediante la eliminación del margen de la Empresa de Distribución, el cual resulta en un valor de US\$ 0.158/kWh, con un incremento anual del 3% basados en cambios de precio del periodo anterior. El costo de operación y mantenimiento es de US\$0.35/MWh con un incremento anual del 2 %. El impuesto sobre la renta a la utilidad bruta será del 30% empezando en el onceavo año de operación el cual fue considerado (de acuerdo a la nueva Ley de Energía Renovable aprobada en Diciembre 2007). Para el cálculo del C/B, se considera una tarifa de descuento del 10%.

4.7.2 Pequeña Central Hidroeléctrica Los Hervideros I en Río Los Hervideros

(1) Ubicación

El proyecto hidroeléctrico “Los Hervideros I” está situado a lo largo del río de Los Hervideros, que fluye a lo largo de la frontera en los municipios de Tacuba y Ahuachapán. La ubicación del lugar es cerca de la frontera con Guatemala. La casa de máquinas se encuentra a 100 m aguas arriba desde el punto de confluencia entre el Río Los Hervideros y el Río La Paz que forman la frontera de Guatemala y El Salvador.

(2) Diseño general

El proyecto hidroeléctrico Los Hervideros I esta diseñado para una turbina tipo filo de agua. El agua se toma de una presa con un ancho de 9 metros y una altura de 5 m. A partir de ahí, el diseño de flujo se realiza a través de un canal de conducción con una longitud de 2.8 km al tanque de compensación, que pasa primero a través de una trampa de arena. Desde el tanque de compensación, el agua será transportada a la casa de máquinas a través de una tubería de carga de acero de diámetro 1.50 m y una longitud de 200 m. El diseño que en dicha casa de máquinas se ubicará el equipo Turbina-Generador con turbinas tipo Francis. Finalmente el caudal turbinado será conducido de nuevo al Río Los Hervideros mediante un Canal de Descarga de las turbinas con una longitud de 10 m.

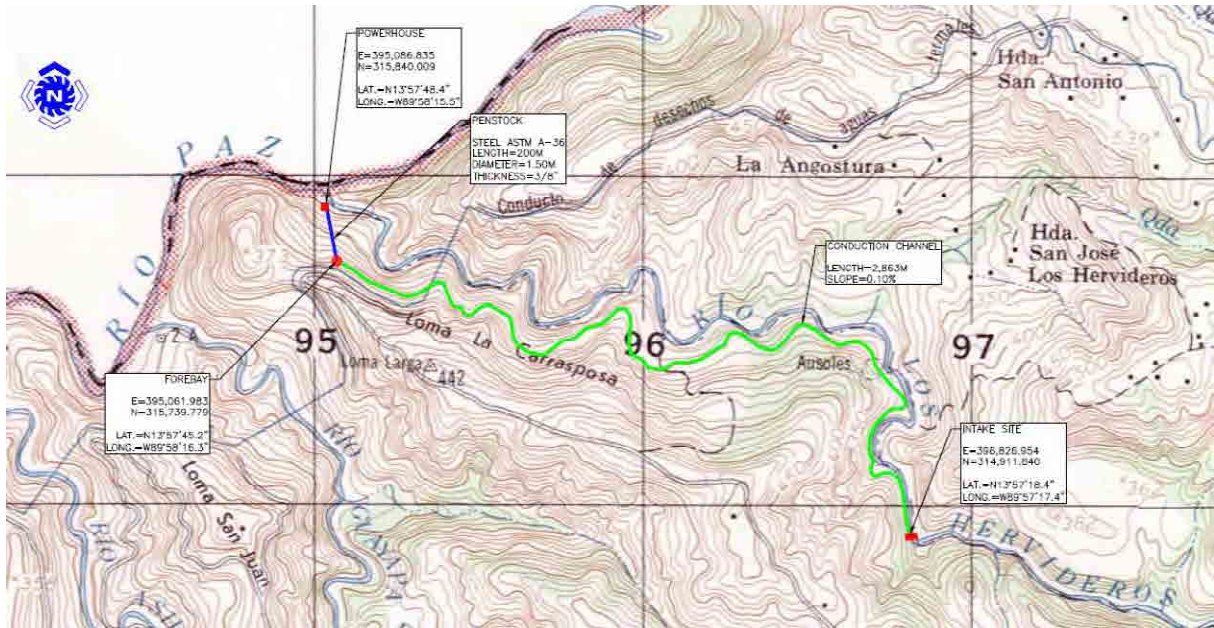


Figura 4.7.2 Plan General del Proyecto Los Hervideros I

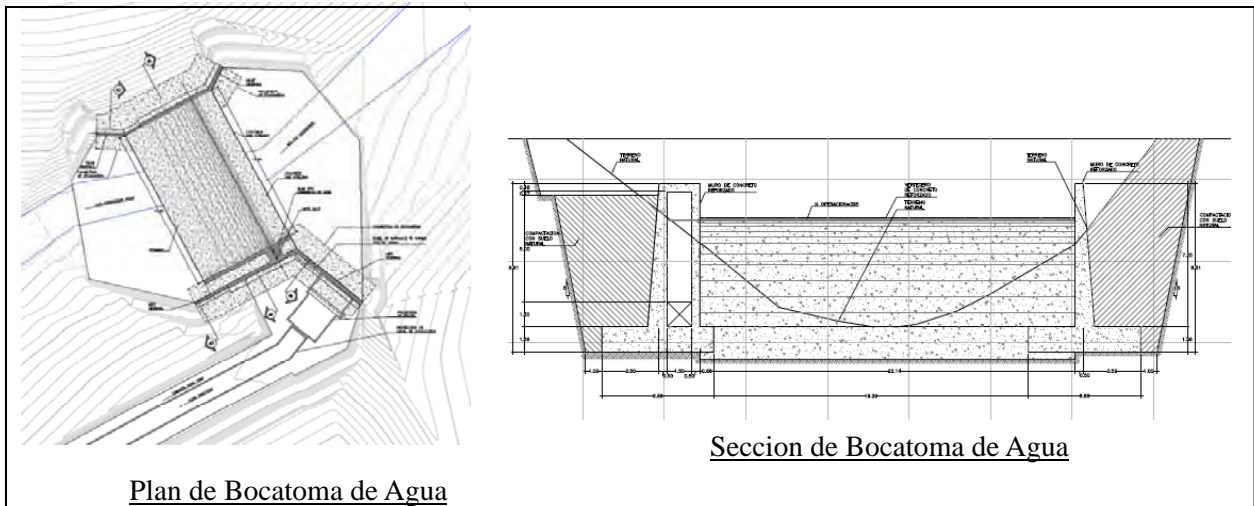


Figura 4.7.3 Plano y Selección de la Bocatoma de Agua

(3) Condición Geológica

En el sitio de la presa se observó roca volcánica aglomerada un tanto alterada con pequeñas fracturas. También hay evidencia de una falla inactiva de aguas rio arriba del sitio de la presa proyectada. En el lugar de la casa de máquinas no se observaron derrumbes recientes o evidencias de inundación que afecten la estabilidad de este sitio.

(4) Condición Hidrológica

No hay estación hidrométrica para medir caudales diarios del Río Los Hervideros, los caudales promedio diarios y la respectiva curva de duración de caudales de la central hidroeléctrica Papaloate (actualmente en funcionamiento) y un afluente del Río Grande de Sensunapan fueron utilizados para calcular el caudal de descarga de los Hervideros. La curva de caudales del río Los Hervideros se calcula multiplicando el promedio del área de cuenca entre la zona de cuenca del proyecto Papaloate

(área de cuenca: 95.94km²) y Los Hervideros I (área de cuenca: 24.04 km²). La curva de caudales estimados para el proyecto Los Hervideros I se muestra en la Figura 4.7.4.

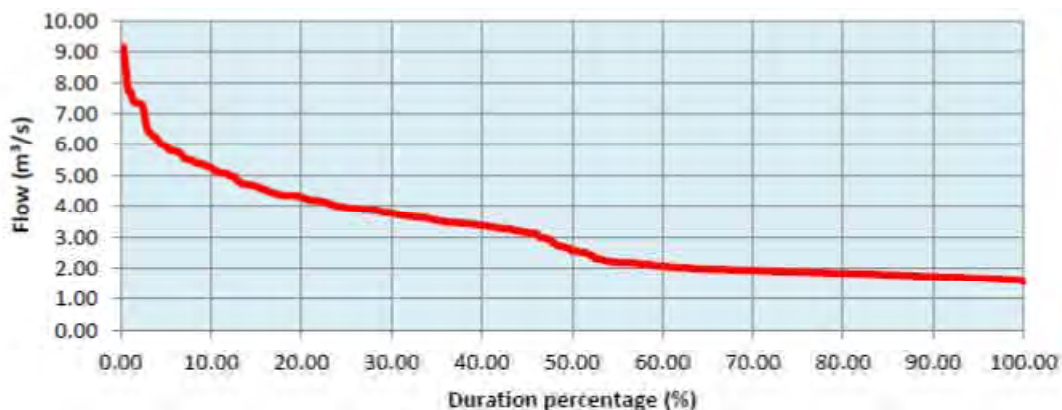
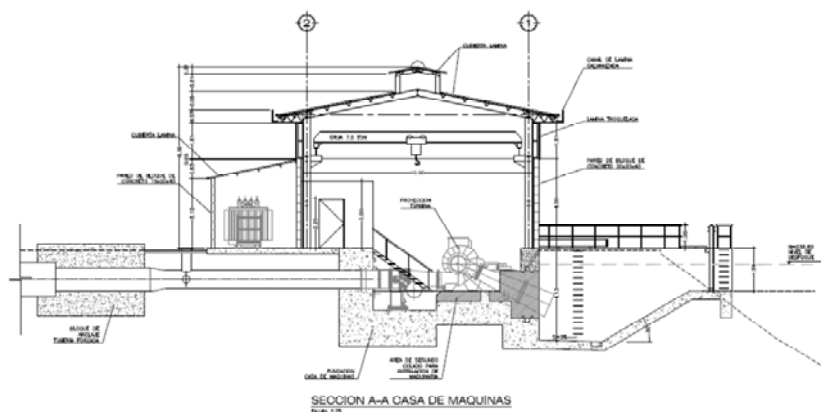


Figura 4.7.4 Curva de Duración de Flujo de la Bocatoma del Sitio Los Hervideros I

De acuerdo con la medición de la descarga realizada el 4 de febrero 2014, época considerada como estación seca, el caudal medido en el sitio fue 2,38 m³/s, y esta cantidad fue mayor que el 90% de descarga de 1,7 m³/s en la duración del flujo curva.

(5) Capacidad Instalada

La capacidad instalada de la central hidroeléctrica de Los Hervideros I se determinó en base al flujo de diseño de 4.00 m³/s, una caída neta de 54.59 metros y la eficiencia de los equipos de turbina-generador. La capacidad máxima del proyecto se ha estimado en 1,870 kW. La energía anual fue estimada en 9,177,706 kWh, correspondiente a un factor de capacidad de 0.56.



Perfil de Casa de Maquinas

Figura 4.7.5 Perfil de la Casa de Maquinas del Proyecto Los Hervideros I

(6) Evaluación Económica

El Proyecto hidroeléctrico Los Hervideros I tiene una capacidad instalada de 1,870 kW, una capacidad firme de 652 kW, la generación de energía anual de 9,177,706 kWh y un factor de capacidad de 0.56. De acuerdo con la evaluación económica preliminar, se obtuvieron los siguientes resultados:

- o La inversión total US \$ 7,900,000
- o Tasa Interna de Retorno 24.81%
- o Relación Costo-Beneficio 2.85
- o Costo por kWUS\$ 4,225

(7) Resumen

El resultado del estudio preliminar del proyecto de Los Hervideros I se resume a continuación.

Tabla 4.7.1 Cuadro resumen de las características del proyecto Los Hervideros I

Artículo	Unidad	Valor/Nombre
Nombre del Proyecto		Los Hervideros I
Nombre del Rio		Rio Los Hervideros
Área de Cuenca	Km ²	95.94
Promedio de Descarga	m ³ /s	3.10
Altura de la Presa	m	5.00
Longitud del Canal	m	2,900
Tipo de Turbina		Francis con ejes horizontales
Capacidad de la Turbina	kW	935
N° de Unidades	unidades	2.00
Capacidad Total	kW	1870
Energía Anual	kWh	9,177,706
Diseño de descarga por Unidad	m ³ /s	2.00
Caída Bruta	m	55
Línea de Transmisión	m	11.00
Tipo de Generador		Sincrónico, Trifásico
Costo del Proyecto	US\$	7,900,000
TIR del Proyecto	%	24.8
Años de Amortización	años	5.7

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

(8) Retos previstos en el Desarrollo

Los retos previstos para el desarrollo del proyecto Los Hervideros I son los siguientes:

1) Adquisición de tierras para la construcción de las líneas de distribución

La electricidad generada en Los Hervideros I necesita ser transmitida a la red a través de líneas de distribución de 13.2 kV. Sin embargo, estas líneas de distribución no están situadas cerca de la ubicación de la planta generadora. Por lo tanto, este estudio asume que se construirán 11km. de líneas de distribución para conectarse a la sub-estación en la ciudad de Tacuba desde la casa de maquinas. Se espera que la adquisición de la tierra para las nuevas líneas de distribución tome algún tiempo.

2) Uso del Agua por la comunidad

El agua del Río Los Hervideros es utilizado por la comunidad en sus vidas cotidianas para actividades como lavar ropa y aseo personal. Si el proyecto es implementado, se propone facilitar instalaciones que suministren agua para las comunidades locales.

(9) Fotografías del Sitio

La fotografía del sitio candidato para la bocatoma de agua y casa de máquinas se muestran en las siguientes fotos.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

4.7.3 Pequeña Central Hidroeléctrica El Manzano en Río Sucio

(1) Ubicación

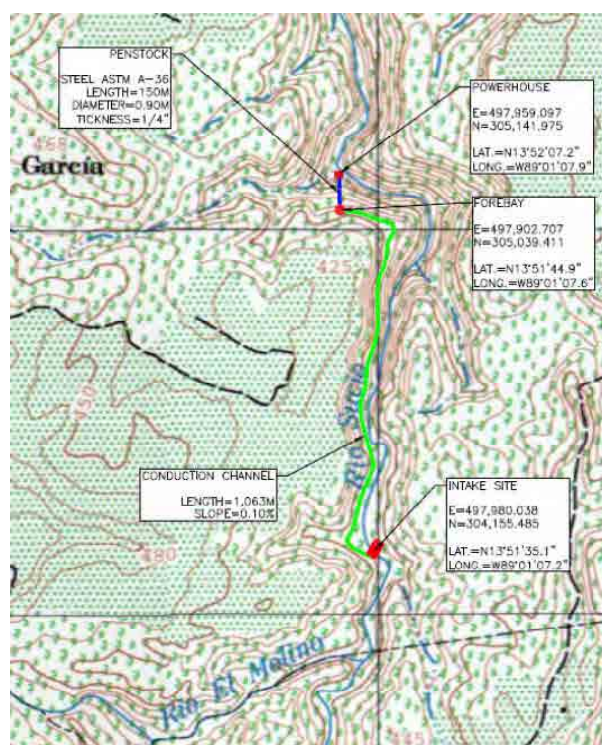
Proyecto hidroeléctrico El Manzano se encuentra situado a 8 kilómetros al sur de la Ciudad de Suchitoto, en el Municipio de Suchitoto, Departamento de Cuscatlán. El sitio se encuentra a 11 km. aguas arriba de la desembocadura del Río Sucio al embalse del Cerrón Grande.

(2) Diseño General

El proyecto hidroeléctrico El Manzano es de tipo a filo de agua. El proyecto El Manzano consiste: un vertedero de bocatoma con un ancho de 10m y una altura de 2.50 m., un canal con una longitud de 11.063 m., un tanque de presión, un desarenador, una tubería forzada de acero y una casa de máquinas. La tubería forzada de acero tiene un diámetro de 0.90 m, y una longitud de 150 m. La turbina-generador estará equipada con una turbina Francis diseñada en la casa de maquinas Finalmente el caudal turbinado será conducido de nuevo al Río Sucio mediante un Canal de Descarga de las turbinas con una longitud de 10 m. El diseño general del proyecto se muestra en la Figura 4.7.6.

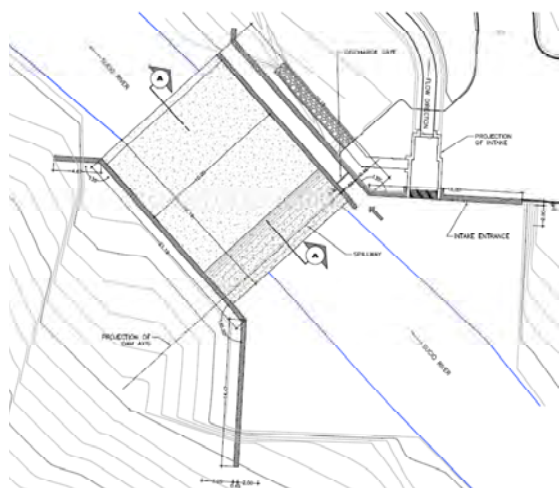
(3) Condición Geológica

Se observó en el sitio de la presa roca compacta Andesítica-Basáltica con cristales de gran tamaño con textura Porfídítica, un tanto alterado. La roca del sitio es estable. Además, se observó contacto con aglomerado volcánico y de toba. En el lugar de la casa de máquinas se observó una terraza estructural estable con una pendiente media alta que descansa sobre roca lítica tipo toba. Se observaron derrumbes pequeños cerca de la casa de máquinas, sin embargo, tales derrumbes fueron analizados y no afectaran el sitio de la casa de máquinas.

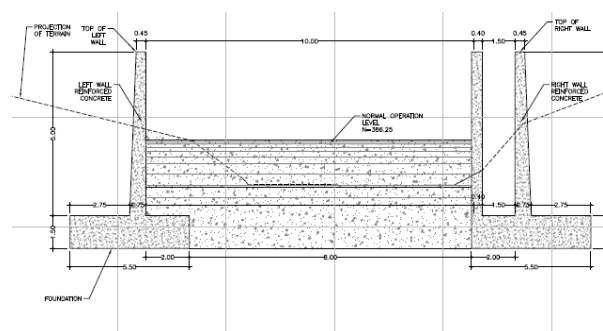


Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 4.7.6 Plano General de El Manzano



Plano de la Bocatoma de Agua



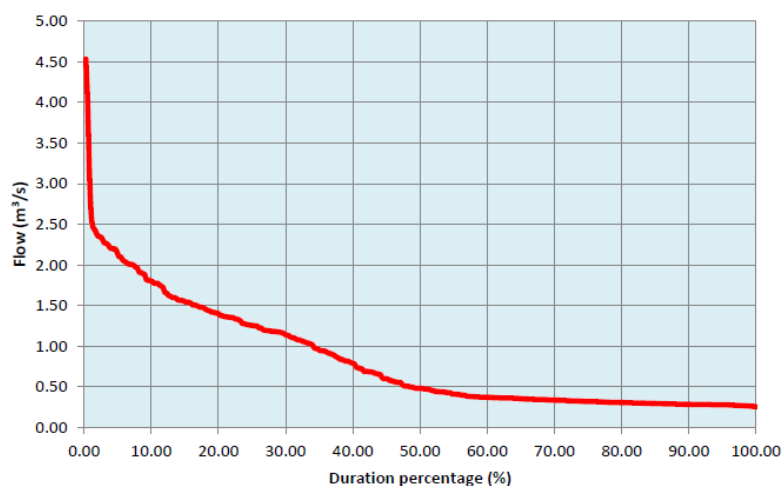
Sección de la Bocatoma de Agua

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 4.7.7 Plano y Selección de la Bocatoma de Agua del Proyecto El Manzano

(4) Condición Hidrológica

Se obtuvo una serie de la media histórica de flujo diario de 12 años de la estación de Suchitoto, ubicada en el Río Quezalapa aproximadamente 8 kilómetros río abajo de la presa hidroeléctrica del sitio del proyecto de El Manzano. Esta serie de datos de 12 años se ha adaptado al sitio de la boca toma de la presa del proyecto utilizando un factor entre el área de la cuenca del sitio de la presa del proyecto (Área de Cuenca: 73.68 km²) y el área de descarga de la estación de Suchitoto (Área de Cuenca: 407 km²).



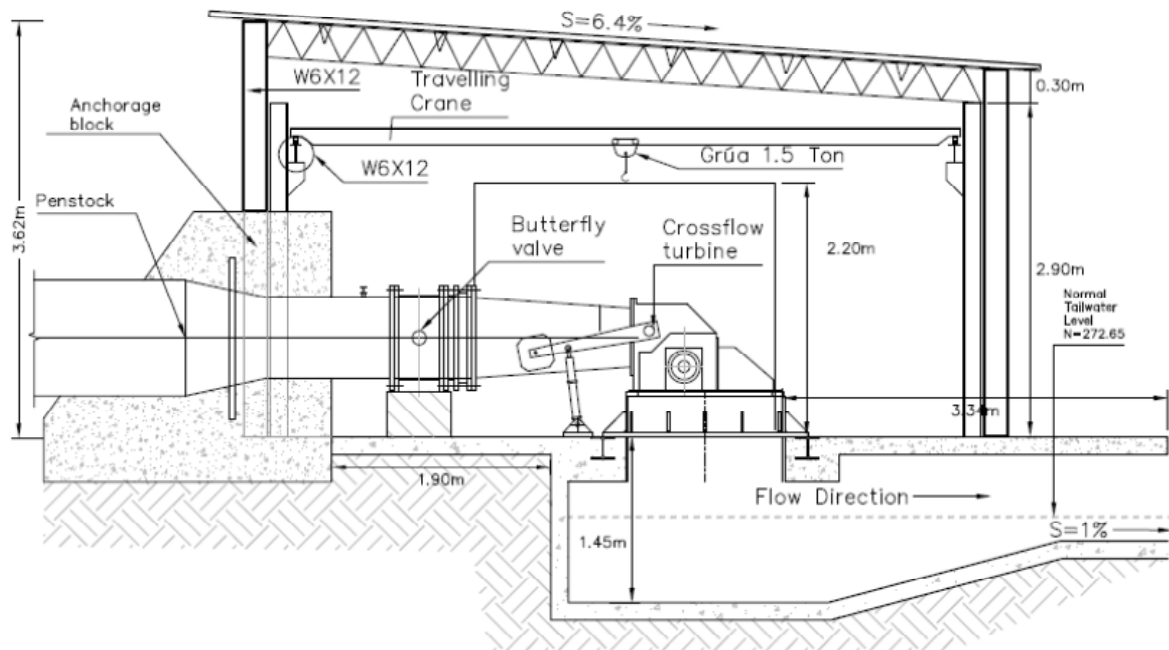
Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 4.7.8 Curva de Duración de Flujo de la Bocatoma del Sitio El Manzano

De acuerdo a la medición de descarga que se llevó a cabo el 10 de Febrero del 2014 en temporada considerada de estación seca, la descarga medida en este sitio fue de 0.3 m³/s, y esta cantidad fue casi similar al 90% de descarga de 0.28 m³/s en la curva de duración de flujo.

(5) Capacidad Instalada

La capacidad instalada del proyecto el Manzano fue determinada basando en: el diseño de descarga de $1.25\text{m}^3/\text{s}$, una caída bruta de 66.07m y la eficiencia del equipo turbina-generadora. La capacidad máxima del proyecto ha sido estimada a 664 kW . La energía anual se estima a $2,223,247\text{ kWh}$, correspondiente a un factor de planta de 0.38 .



Perfil de la Casa de Maquinas

Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 4.7.9 Perfil de la Casa de Maquinas del Proyecto El Manzano

(6) Evaluación Financiera

El proyecto el Manzano tiene una capacidad instalada de 664 kW , una generación de energía anual de $2,223,247\text{ kWh}$ y un factor de planta de 0.38 . De acuerdo a estos resultados se obtuvieron las siguientes evaluaciones financieras preliminares:

- o Inversión Total US\$ 2,400,000
- o Tasa Interna de Retorno 11.22%
- o Relación Costo-Beneficio 1.16
- o Costo por kW US\$ 3,614

(7) Resumen

Los resultados del estudio preliminar del proyecto El Manzano se resumen a continuación.

Tabla 4.7.2 Cuadro resumen de las Características del Proyecto El Manzano

Artículo	Unidad	Valor/Nombre
Nombre del Proyecto		El Manzano
Nombre del Río		Río Sucio
Área de Captación	Km ²	73.68
Promedio de Descarga	m ³ /s	0.83
Altura de la Presa	m	2.50
Longitud del Canal	m	1,100
Tipo de Turbina		Crossflow
Capacidad de la Turbina	kW	664
N°. de Unidades	unidades	1.00
Capacidad Total	kW	1870
Energía Anual	kWh	2,223,247
Diseño de descarga por Unidad	m ³ /s	1.25
Caída Bruta	m	67.00
Línea de Transmisión	m	4.00
Tipo de Generador		Sincrónico, Trifásico
Costo del Proyecto	US\$	2,400,000
TIR del Proyecto	%	10.0
Años de Amortización	años	7.2

Fuente: Equipo de Estudio JICA

(8) Retos previstos en el Desarrollo

Los retos previstos en el desarrollo del proyecto El Manzano son los siguientes:

1) Sitio de la fundación para la Bocatoma de la presa

Durante la visita al sitio, se observó la acumulación de grava en el cauce del sitio planeado para la bocatoma de la presa. El diseño de la fundación para la bocatoma de la presa requiere de un análisis geológico cuidadoso con un estudio de perforación.

2) Acceso al sitio planeado para la casa de máquinas

Ya que la casa de máquinas planificada está ubicada en el fondo de un valle muy pronunciado, la construcción de una calle de acceso podría presentar dificultades en la excavación y la estabilización de la pendiente. Se requiere de un cuidadoso análisis geológico y del tratamiento de la pendiente.

3) Obtención de la Tierra

Se encontró que la tierra cerca del sitio para la bocatoma de la presa se utilizó para cultivo, y que puede ser obtenida para la implementación del proyecto. También fue prevista la necesidad de adquirir la tierra de cultivo para la construcción de la calle de acceso a la casa de máquinas.

4) Factibilidad Financiera

La TIR de proyecto El Manzano es de 10 % y el resultado no indicó que el proyecto es financieramente Bueno. Es necesario confirmar la viabilidad del proyecto actualizando la

descarga estimada mediando la descarga y actualizando el dato de la generación de energía estimada.

(9) Fotografías del Sitio

La fotografía del sitio candidato para la bocatoma de agua y casa de máquinas se muestran en las siguientes fotos.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

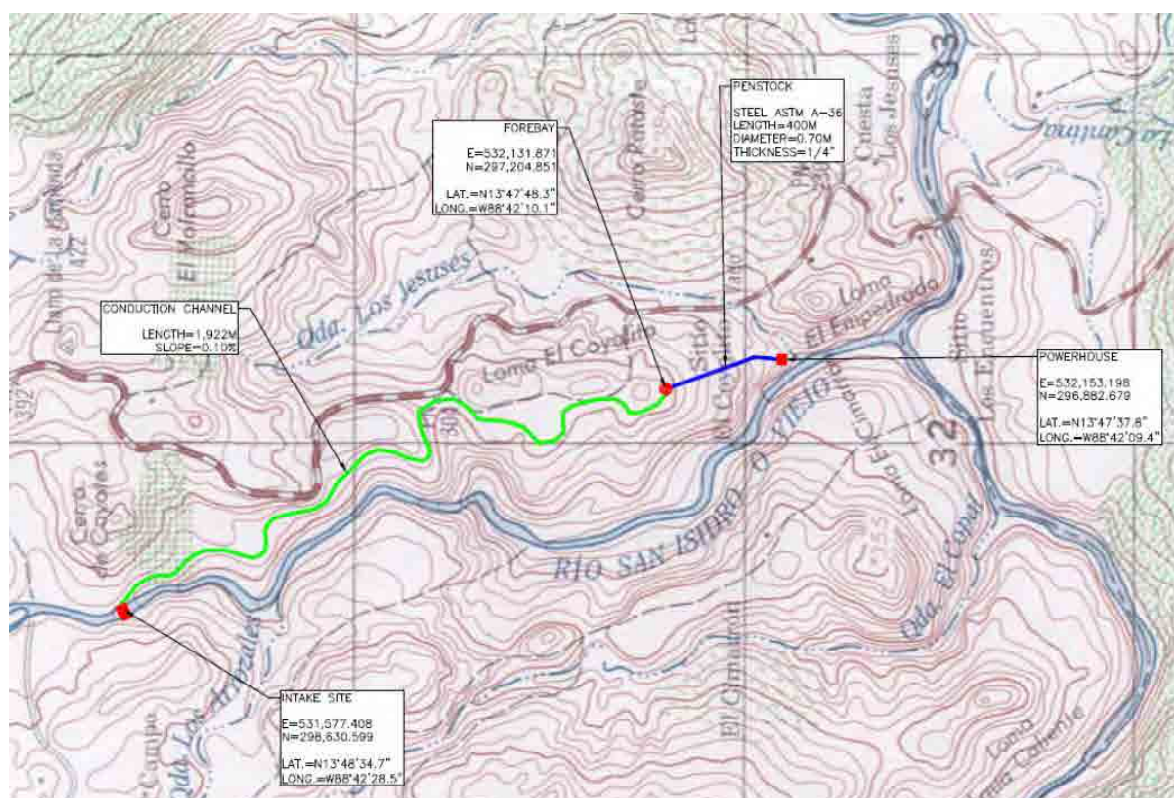
4.7.4 Pequeña Central Hidroeléctrica Los Coyotes en el Río Viejo

(1) Ubicación

El proyecto hidroeléctrico Los Coyotes está ubicado a 3 kilómetros al sur del pueblo de San Isidro Departamento de Cabañas. El sitio está ubicado 3 kilómetros río arriba de la confluencia entre el Río Viejo y el Río Titihuapa.

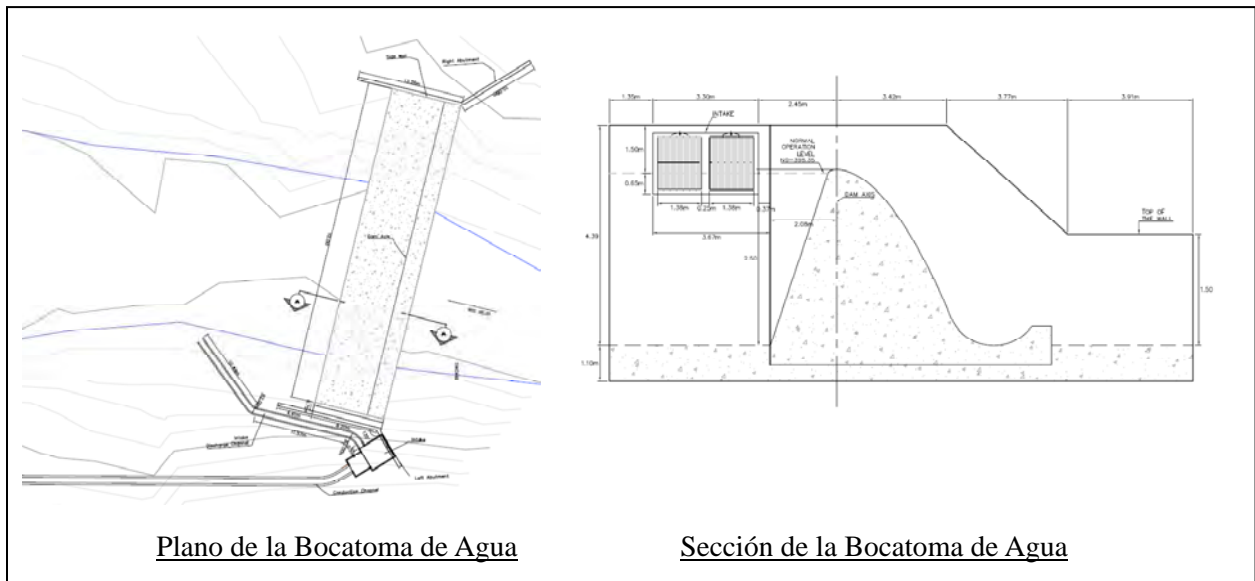
(2) Diseño General

El proyecto hidroeléctrico Los Coyotes es de tipo a filo de agua. El esquema general de las obras del proyecto hidroeléctrico Los Coyotes consiste en: una presa con un ancho de 10 metros y una altura de 2.50 m, con un canal de conducción con una longitud de 1,922 m, un tanque de presión, una tubería forzada de acero de diámetro 0.70 m y una longitud de 400 m. Se ha diseñado que la casa de máquinas para la turbina-generadora está equipada con una turbina Pelton. Finalmente el caudal turbinado será conducido de nuevo al Río Viejo mediante un Canal de Descarga de la turbina con una longitud de 10 m.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 4.7.10 Plano General del Proyecto Los Coyotes



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 4.7.11 Plano y Sección de la Bocatoma de Agua del Proyecto Los Coyotes

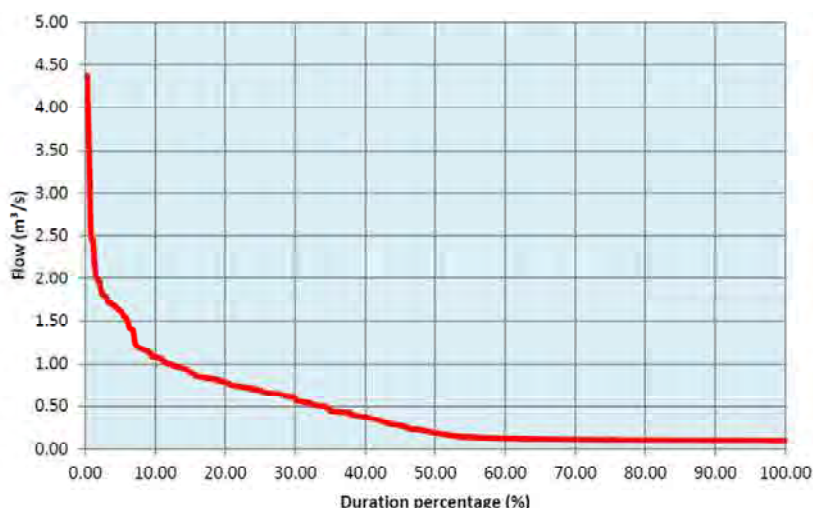
(3) Condición Geológica

En el sitio de la presa se observó roca volcánica de tipo Andesítica, esta piedra tiene fisuras rellenas de cuarzo. Su apariencia muestra vesículas que han generado los huecos en la roca, como resultado del clima y la erosión a los que han están expuestos. Esta roca es muy estable y compacta, ideal para la construcción de una bocatoma de presa.

El sector cuenta con pendientes muy estables y en esta área no se han reconocido deslizamientos de tierra a gran escala. En el lugar de la casa de máquinas existe una terraza estructural estable. No se observan derrumbes recientes, las laderas son estables. Tampoco existe evidencia de la influencia de las inundaciones del río. Fuera de esta área, se observan bloques de toba caídos, así que el lugar seleccionado se considera el más adecuado para la ubicación de la casa de máquinas.

(4) Condición Hidrológica

Se obtuvo una serie de la media histórica de flujo diario de 9 años de la estación de Vado García, ubicada en el Río Titihuapa aproximadamente a 3 kilómetros río abajo de la presa hidroeléctrica del sitio del proyecto Los Coyotes. Esta serie de datos de 9 años se ha adaptado al sitio de la boca toma de la presa del proyecto utilizando un factor entre el área de la cuenca del sitio de la presa del proyecto (Área de Cuenca: 28.79 km²) y el área de descarga de la estación de Vado García (Área de Cuenca: 559 km²).



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

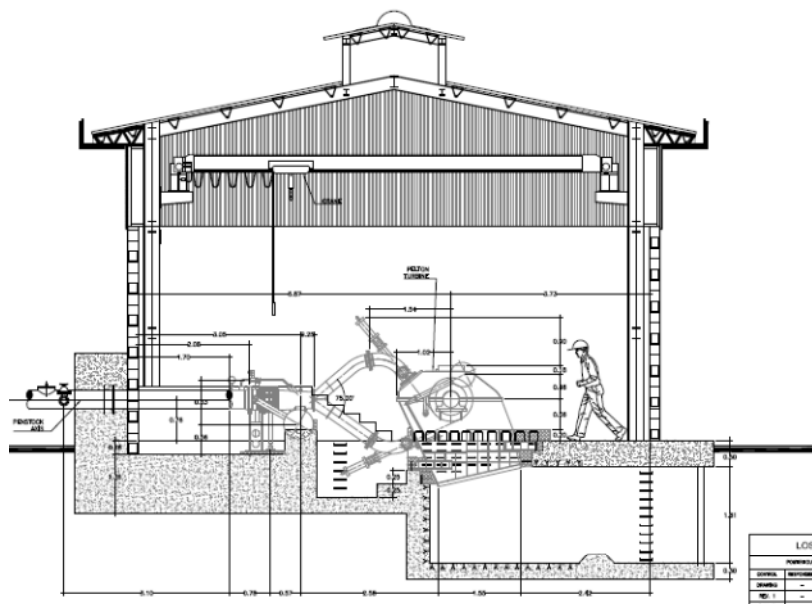
Figura 4.7.12 Curva de Duración de Flujo de la Bocatoma del Sitio del Proyecto Los Coyotes

De acuerdo con la medición de descargas realizada el 10 de febrero 2014, durante la que se considera que es la estación seca, la descarga medida en el sitio fue de 0.03 m³/s, y esta cantidad es mucho menor al 90% de la descarga de 0.1 m³/s en el flujo de la curva de duración.

(5) Capacidad Instalada

La capacidad instalada de la central hidroeléctrica de Los Coyotes se determinó en base al flujo de diseño de 0.70 m³/s, una caída bruta de 122.10 m, y la eficiencia de los equipos de turbina-generator.

La capacidad máxima del proyecto se ha estimado en 687 kW. La energía promedio anual se calculó en 1,771,104 kWh, correspondiente a un factor de planta de 0.29.



Perfil de la Casa de Máquinas

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 4.7.13 Perfil de la Casa de Máquinas del Proyecto Los Coyotes

(6) Evaluación Económica

El proyecto hidroeléctrico Los Coyotes tiene una capacidad instalada de 687 kW, una generación de energía anual de 1,771,104 kWh y un factor de planta de 0.29. De acuerdo a estos resultados se obtuvieron las siguientes evaluaciones financieras preliminares:

- o Inversión total: US\$ 2,700,000
- o Tasa Interna de Retorno: 1.20%
- o Relación Costo-Beneficio: 0.37
- o El costo por kW US\$ \$ 3,943

(7) Resumen

El resultado del estudio preliminar del proyecto de Los Coyotes se resume a continuación.

Tabla 4.7.3 Cuadro resumen de las características del Proyecto Los Coyotes

Rubro	Unidad	Valor/Nombre
Nombre del Proyecto		Los Coyotes
Nombre del río		Río Viejo
Área de captación	km ²	28.79
Promedio de descarga	M ³ /s	0.46
Altura de la presa	M	2.50
Longitud del canal	M	1,900
Tipo de turbina		Pelton
Capacidad de turbina	kW	687
N°. de unidades	Unidades	1.00
Capacidad total	kW	687
Energía anual	kWh	1,771,104
Diseño de descarga por unidad	M ³ /s	0.70
Caída Bruta	M	123.00
Línea d transmisión	M	6.00
Tipo de generador		sincrónico trifásico
Costo del proyecto	US\$	2,700,000
TIR del proyecto	%	1.2
Años de amortización	años	10.1

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

(8) Retos previstos en el Desarrollo

Los retos previstos para el desarrollo de Los Coyotes son los siguientes:

- 1) Caudal extremadamente bajo en la estación seca.

En la medición de la descarga realizada en el estudio preliminar, se encontró que la descarga en la estación seca es muy inferior a lo previsto en el estudio teórico. El estudio teórico calculó una descarga de 0.18 m³/s, mientras que la descarga real fue de sólo 0.03 m³/s. La zona está

densamente poblada y las casas están localizadas a lo largo de la arteria vial que atraviesa la cuenca de Los Coyotes. Es probable que la corriente superficial de la carretera sea captada y el agua se utiliza para uso doméstico o de riego. La baja cantidad de la descarga resultó con un TIR de 1.2% lo cual indica que el proyecto no es viable.

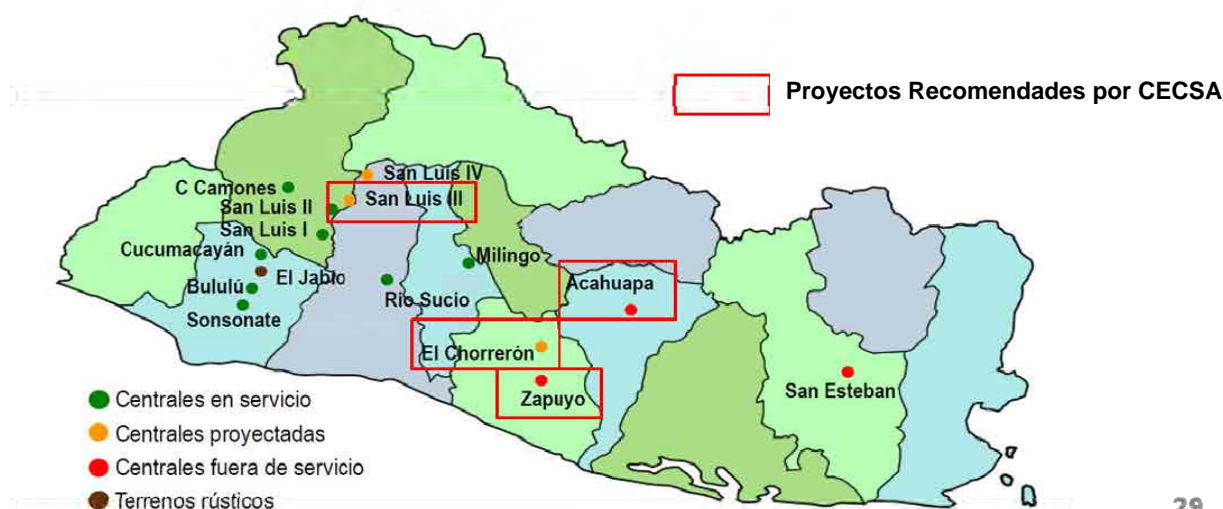
(9) Fotografías del Sitio

Las fotografías muestran el sitio propuesto para la instalación de la bocatoma y de la casa de máquinas



4.8 Proyectos de CECSA

Con el fin de estudiar las pequeñas centrales hidroeléctricas existentes, el sector público a través de CECSA desarrolló cuatro estudios preliminares. Estos informes fueron entregados al Equipo de estudio de JICA. Las ubicaciones de los proyectos proporcionadas por CECSA se muestran en la Figura 4.8.1.



Fuente: CECSA

Figura 4.8.1 Ubicación de los proyectos recomendados por CECSA

Después de revisar el contenido de los informes de los estudios de factibilidad recibidos, el equipo de estudio de JICA encontró que el estudio de factibilidad de Zapuyo y Acahuapa no han sido finalizados porque las características del proyecto de diseño final no fueron definidas a pesar de que se llevaron a cabo estudios de alternativas en el informe del estudio de factibilidad. El estudio de factibilidad del proyecto El Chorrerón muestra las características del proyecto y el diseño final. Sin embargo el plano del diseño de las instalaciones y el perfil de la estructura del proyecto todavía no están claros, y se considera que el estudio aún está incompleto.

Se encontró que el estudio de viabilidad de San Luis III está aún incompleto ya que la geología del sitio del proyecto no fue incluida en el estudio. Sin embargo, dado que la característica principal y el diseño del proyecto están claramente definidos, se espera que el estudio se pueda completar con la realización de un estudio geológico adicional así como su evaluación. Por lo tanto, el proyecto San Luis III está incluido en el estudio detallado. Sin embargo, dado que el informe del estudio fue compartido con CECSA justo antes del estudio de campo en El Salvador, el Equipo de Estudio de JICA no llevó a cabo el estudio de campo de San Luis III debido a la limitación de tiempo disponible. Por lo tanto, el contenido del estudio existente debe ser confirmado a través del estudio de campo que deberá realizar un consultor internacional en caso de que el proyecto se lleve a cabo.

Los detalles del proyecto San Luis III se describen a continuación.

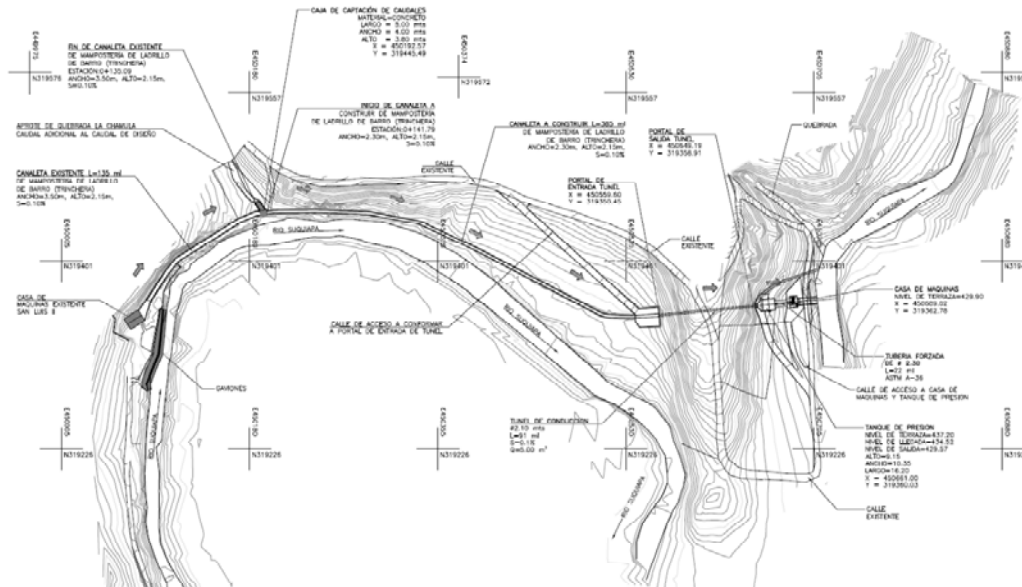
4.8.1 Proyecto San Luis III

(1) Ubicación

San Luis III es un proyecto hidroeléctrico de tipo filo de agua y está situado inmediatamente aguas abajo de la central hidroeléctrica existente de la planta de energía hidroeléctrica San Luis II en el río Suquiapa. El proyecto está ubicado en el Cantón Nancintepeque, el departamento de Santa Ana.

(2) Diseño General

El proyecto hidroeléctrico San Luis III planea utilizar la tubería de conducción de San Luis II. La bocatoma del San Luis III está diseñada para conectar con el canal de descarga existente de San Luis II. Aunque no es necesaria una estructura de bocatoma de gran escala. El agua es transportada a un tanque de presión por un canal de conducción de 91m y un canal abierto de 385m. Después del tanque de presión el agua es transportada a través de una tubería forzada de acero con un diámetro 2.30m con una longitud de 22 m. La electricidad es generada por medio de una turbina CrossFlow y el flujo turbinado de regreso al río Suquiapa a través de un canal de conducción de 16m.



Fuente: CECSA

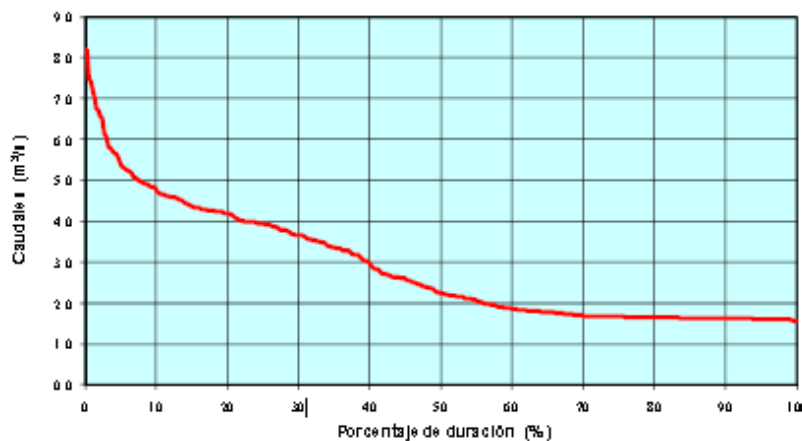
Figura 4.8.2 Diseño General del Proyecto San Luis III

(3) Condición Geológica

No hay ninguna información acerca de las condiciones geológicas en el informe del estudio de factibilidad. Es muy arriesgado diseñar un canal de conducción de tipo túnel sin una evaluación geológica adecuada. Por lo tanto en la próxima etapa del estudio, se debe hacer un examen cuidadoso en la investigación geológica para la sección de canal abierto, la sección del túnel y la ubicación de la casa de máquinas para considerar la conveniencia de la construcción del túnel.

(4) Condiciones Hidrológicas

La cuenca tiene 165.47 km² y la media anual de las precipitaciones en la cuenca se estiman en 1,646 mm. El estudio hidrológico se realizó con 20 años de duración de los datos de descargas altas para el período de 1967-1986 y el período de 2001-2007 calculados en la estación de medición Tacachico (Área de cuenca: 308 km²). El caudal medio es de 2.86 m³/s, y el diseño de descarga es de 5 m³/s. La curva de duración estimada del proyecto es la siguiente.

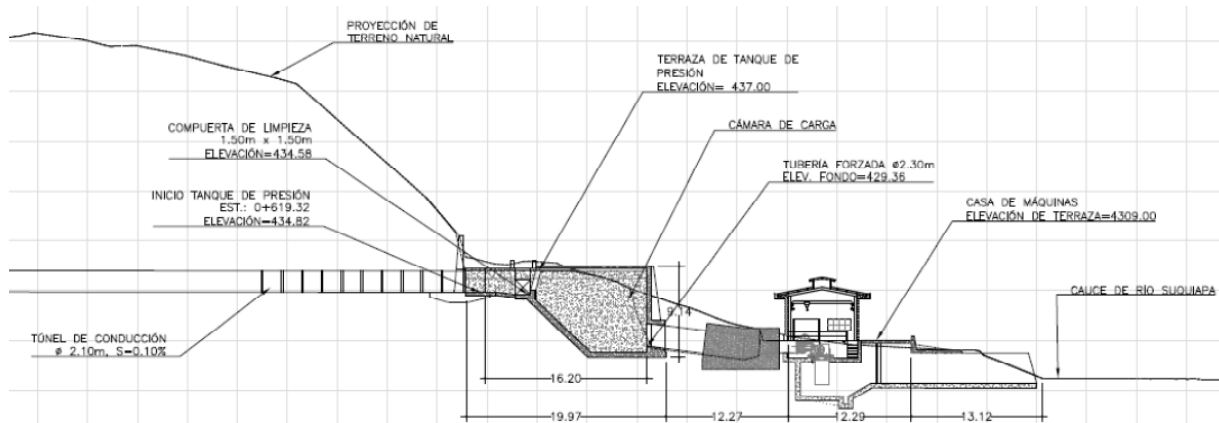


Fuente: CECSA

Figura 4.8.3 Curva de Duración de Flujo del Proyecto San Luis III

(5) Capacidad Instalada

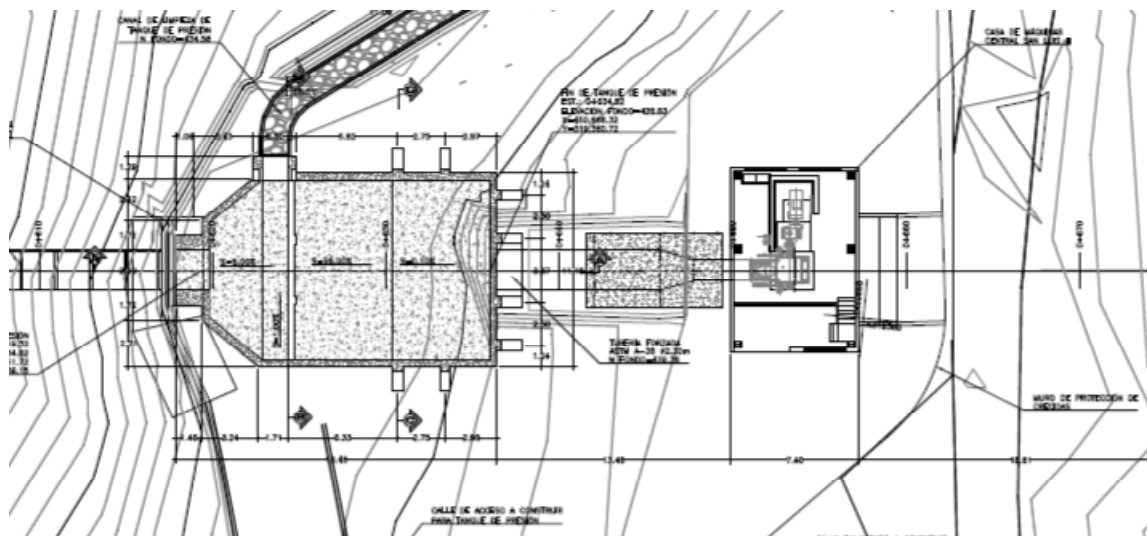
La capacidad instalada del proyecto San Luis III está diseñada en 405 kW con las condiciones de diseño de descarga de 5.0 m³/s, una caída bruta de 9.63m y la eficiencia de la turbina y el generador. El tipo de turbina es Cross Flow y el número de unidades es uno. El perfil y el plano de la casa de máquinas se muestran en la figura 4.8.4 y 4.8.5, respectivamente.



Perfil de la Casa de Maquinas

Fuente: CECSA

Figura 4.8.4 Perfil de la Casa de Maquinas del Proyecto San Luis III Project



Plano de la Casa de Maquinas

Fuente: CECSA

Figura 4.8.5 Plano de la Casa de Maquinas del Proyecto San Luis III

(6) Evaluación Financiera

El costo de construcción de San Luis III es de US\$1,400,000 y el costo de construcción por kW es de US \$3,457/kW. Se estima que el proyecto tiene un TIR de 19.99%.

(7) Resumen

El resumen, está contemplado en la Tabla 4.8.1 Resumen de Características del Proyecto San Luis III.

Tabla 4.8.1 Cuadro resumen de las características del Proyecto San Luis III

Nombre del Proyecto	Unidad	Valor/Nombre
Nombre del Proyecto		San Luis III
Nombre del río		Suquiapa
Área de cuenca	km ²	165.47
Promedio de descarga	m ³ /s	5.0
Altura de presa	M	-
Longitud del canal	M	626
Tipo de turbina		Crossflow
Capacidad de turbina	kW	405
N° de unidades	unidades	2
Energía anual	kWh	1,804,626
Diseño de descarga	m ³ /s	5
Caída bruta	m	9.63
Línea de transmisión	m	1
Tipo de generador		Sincrónico, trifásico
Costo del proyecto	US\$	1,400,000
TIR del proyecto	%	19.9
Año de amortización	años	5.2

Fuente: CECSA

(8) Retos previstos en el Desarrollo

Los retos previstos para el desarrollo de San Luis III son los siguientes:

1) Evaluación geológica.

El estudio de viabilidad existente carece de una investigación geológica del sitio del proyecto. No se conoce si la investigación geológica se llevó a cabo en realidad, pero es pertinente en el diseño de la evaluación geológica. La investigación geológica debe llevarse a cabo si el proyecto se ejecuta.

2) La alineación de canal

La alineación del canal de San Luis III incluye un canal túnel colocado mediante la excavación de un canto estrecho, y esto puede dificultar el diseño y construcción de la entrada del túnel. En lugar de un canal túnel puede ser más práctico el diseño de un canal abierto. La alineación del canal debe ser revisada junto con la evaluación geológica adecuada.

4.9 Desarrollo de la Pequeña Hidroeléctrica en las instalaciones de ANDA**(1) Pequeñas Centrales Hidroeléctricas Potenciales en ANDA**

El equipo de estudio de estudio JICA recibió la información del plan para desarrollar una pequeña central hidroeléctrica en ANDA. El lugar propuesto y su capacidad instalada se resumen en la tabla 4.9.1.

Tabla 4.9.1 Ubicaciones Propuestas para Centrales Hidroeléctricas de ANDA

No.	Ubicación	Diámetro (Pulgadas)	Diseño de Descarga (L/S)	Caída Bruta (m)	Capacidad de Planta (kW)
1	T-10 (Santa Tecla A)	36	590	30	157
2	Buenos Aires	30	350	60	185
3	T11 (Santa Tecla B)	24	80	65	45
4	Tanque Corinto	10	55	56	27
5	Planta Chilama	10	80	35	25
6	Río Yamabal		800	20	140
7	Río Apuniam		1000	30	475
8	Río Suquiapa (El Jardín)		3000	9	250
9	Río Amulunca		1000	30	400
10	Río El Rosario		1000	150	1000
11	Río Atehuasias		1500	70	825
12	Las Pavas (Río Lempa)		11000	10	1000

Fuente: ANDA

Los proyectos numerados del 1 al 5 de la tabla contemplan la construcción de pequeñas centrales hidroeléctricas dentro de las instalaciones de suministro de agua. Los proyectos numerados del 6 al 12 se refieren a la instalación de pequeñas centrales hidroeléctricas dentro de las instalaciones de las toma de agua.

Las ventajas de las pequeñas centrales hidroeléctricas dentro de las instalaciones son: 1) El impacto social y de medio ambiente es mínimo debido a que están ubicadas dentro de las instalaciones existentes. 2) No requiere de concesión alguna ya que ANDA posee los derechos legales sobre el uso del agua. Actualmente, ANDA está buscando fondos provenientes de donantes internacionales. Sin embargo, los estudios provistos por ANDA todavía se encuentran a nivel conceptual. Se necesita mayor estudios de pre-factibilidad y factibilidad para la promoción de estos proyectos. Los proyectos con alta prioridad deberían ser implementados.

(2) Potencial para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas en ANDA

Para analizar la factibilidad financiera, los años de amortización de los sitios potenciales de energía hidroeléctrica se muestran en la Tabla 4.9.2, se calcula que el costo de construcción por unidad en Japón es de \$10,000 US/kW). En general, el costo de construcción de la unidad de la pequeña hidroeléctrica en instalaciones de suministro de agua es superior a la de los proyectos hidroeléctricos pequeños ordinarios, porque el especial cuidado en el diseño y la construcción son necesarios. En esta estimación previa, en tres tipos de factores de planta en concreto se utilizaron el 60%, 70% y 80%, y el precio de venta de la electricidad se estableció en 0.15 US\$/kWh, y el interés del préstamo no fue considerado. El beneficio de la pequeña hidroeléctrica fue el ahorro del costo de la electricidad, regulados por la pequeña hidroeléctrica.

Tabla 4.9.2 Estimación preliminar de los Años de Amortización de los lugares Potenciales Hidroeléctrico de ANDA

No	Lugar	Capacidad Instalada	Costo de Inversión	Año de amortización (i=0%)		
		(kW)	(1000 US\$)	F. P. = 80%	F. P. = 70%	F. P. = 60%
1	T-10 (Santa Tecla A)	157	1,840	11.1	12.7	14.9
2	Buenos Aires	185	2,160	11.1	12.7	14.8
3	T11 (Santa Tecla B)	45	550	11.6	13.3	15.5
4	Tanque Corinto	27	340	12.0	13.7	16.0
5	Planta Chilama	25	320	12.2	13.9	16.2
6	Río Yamabal	140	1,640	11.1	12.7	14.9
7	Río Apuniam	475	5,490	11.0	12.6	14.7
8	Río Suquiapa (El Jardín)	250	2,900	11.0	12.6	14.7
9	Río Amulunca	400	4,630	11.0	12.6	14.7
10	Río El Rosario	1000	11,530	11.0	12.5	14.6
11	Río Atehuasias	825	9,520	11.0	12.5	14.6
12	Las Pavas (Río Lempa)	1000	5,770	5.5	6.3	7.3

F.P = Factor de Planta

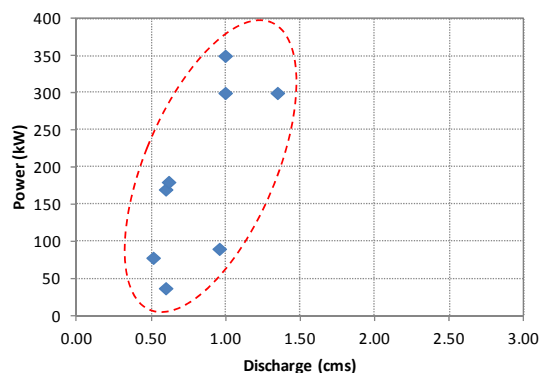
Fuente: ANDA. Modificado por el Equipo de Estudio de JICA

Como se muestra en la tabla, el año de amortización es superior a los 10 años ya que ANDA adquiere la electricidad con un bajo precio unitario que oscila entre los US\$0.15/kWh y los 0.16 \$US/kWh. Si el precio unitario de la electricidad supera los US\$0.20/kWh, entonces el año de amortización es menor a diez años. Si se lleva a cabo el estudio de pre-F/S, la viabilidad financiera del proyecto debe ser evaluada cuidadosamente.

(3) Ejemplo de Desarrollo de la Pequeña Hidroeléctrica

1) Ejemplo de Japón

En Japón, las pequeñas centrales hidroeléctricas han sido equipadas en las instalaciones de abastecimiento de agua existentes. La capacidad de las pequeñas centrales hidroeléctricas varía desde varias decenas a cientos como se muestra en la figura 4.9.1. En Japón, generalmente el costo de construcción por unidad de una planta de energía hidroeléctrica en las instalaciones de abastecimiento de agua es US\$10,000/kW.



Fuente: Tokyohatsuden Co.,Ltd. (http://www.tgn.or.jp/teg/business/case_micro.htm)

Figura 4.9.1 Relación entre Descarga y Capacidad Hidroeléctrica Instalado en Japón

	
<p>Planta de Tratamiento de Agua Equipada con una pequeña planta hidroeléctrica en la Ciudad de Toyama Caída: 2.51 m Descarga: 1.157 m³/s Potencia de salida: 20 kW</p>	<p>Planta de Tratamiento de Agua equipada con una pequeña planta hidroeléctrica en la ciudad de Kyoto. Caída: 11.76 m Descarga: 0.9 m³/s Potencia de salida: 75 kW</p>

Fuente : JETRO (http://www.jetro.go.jp/mexico/topics/20100708514-topics/09_Toshiba.pdf)

1) El ejemplo de Honduras

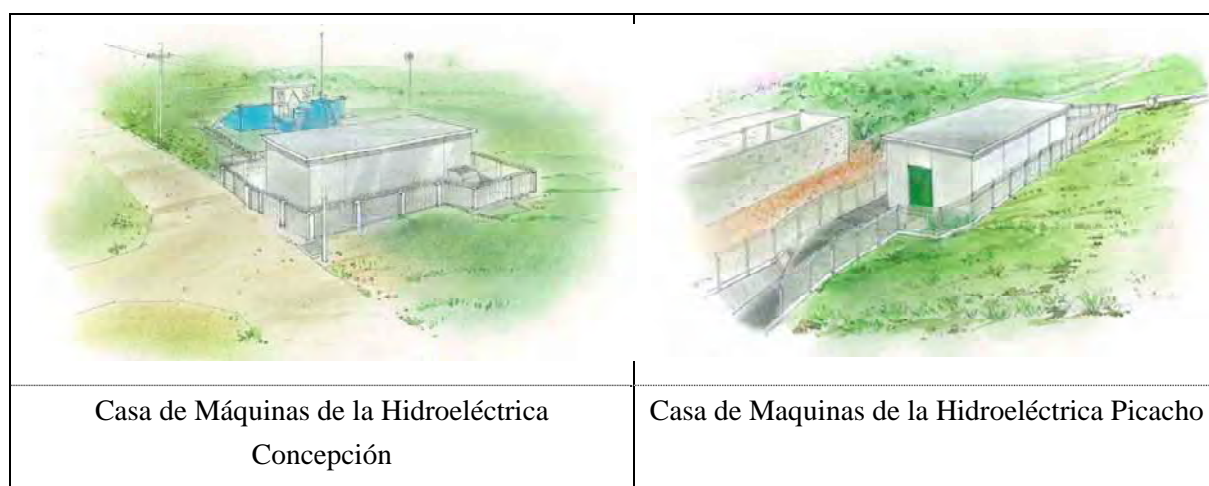
En Honduras, la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) está promoviendo la subvención de un proyecto para la generación de energía llamado: "El Proyecto de Micro-Generación de Energía Hidroeléctrica en el Área Metropolitana de Tegucigalpa en la República de Honduras." El proyecto planea el aprovechamiento de la energía potencial no utilizada mediante la instalación de una pequeña central hidroeléctrica en dos plantas de tratamiento de agua existentes en Honduras. Las características del proyecto de las dos plantas se muestran en la Tabla 4.9.3. El costo estimado del proyecto no está abierto al público.

Tabla 4.9.3 Características del proyecto: “Pequeña planta hidroeléctrica en el área metropolitana de Tegucigalpa, Honduras

Nombre de la Planta		Unidad	Hidroeléctrica Concepción Power Plant	Planta Hidroeléctrica El Picacho
Capacidad máxima de descarga		m ³ /s	1.5	0.3
Máximo de caída bruta		m	42.06	91.44
Caída de fuerza efectiva estimada		m	27.46	86.16
Capacidad instalada		kW	250	180
Generación de energía anual estimada		MWh	1,650	520
Aducción	Tipo	-	Tubería subterránea	-
	Material	-	Hierro dúctil fundido	-
	Diámetro	-	700 mm	-
	Largo	m	2,973	-
Casa de Máquinas	Tipo	-	Tipo Abierto	Tipo Abierto
	Estructura	-	Estructuras de concreto reforzadas de hormigón armado	Estructuras de concreto reforzadas de hormigón armado
	Altura	m	7.00	7.00
	Área	m ²	174 m ² (8.50 x 20.50 m)	174 m ² (8.50 x 20.50 m)

Fuente: JICA “Estudio preliminar para el Proyecto de pequeña planta hidroeléctrica en el área metropolitana de Tegucigalpa, Honduras. Marzo de 2013”.

A continuación se muestra una imagen de la planta presentada en el reporte.



Fuente : JICA “Estudio preliminar para el Proyecto de pequeña planta hidroeléctrica en el área metropolitana de Tegucigalpa, Honduras. Marzo de 2013”.

4.10 Resultado Preliminar del Estudio de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

El estudio preliminar de los tres proyectos que se desarrolló durante este estudio y los resultados del estudio obtenido por CECSA se resumen en la Tabla 4.10.1.

Tabla 4.10.1 Resumen del Estudio de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

Rubro	Unidad	Nombre del Proyecto			
		Los Hervideros I	El Manzano	Los Coyotes	San Luis III
Nombre del río		Rio Los Hervideros	Rio Sucio	Rio Viejo	Rio Suquiapa
Área de Captación	sq.km	95.94	73.68	28.79	165.47
Promedio de Descarga	cms	3.10	0.83	0.46	5.0
Altura de Presa	m	5.00	2.50	2.50	-
Ancho de vía fluvial	m	2,900	1,100	1,900	626
Tipo de Turbina		Francis	Crossflow	Pelton	Crossflow
Capacidad de la Turbina	kW	935	664	687	405
Núm. De Unidad	unit	2.00	1.00	1.00	2.0
Capacidad Total	kW	1870	1870	687	810
Energía Anual	kWh	9,177,706	2,223,247	1,771,104	1,804,626
Diseño de Descarga por Unidad	cms	2.00	1.25	0.70	5
Cabezal Efectivo	m	55	67.00	123.00	9.63
Línea de Transmisión	km	11.00	4.00	6.00	1
Tipo de Generador		Sincrónico, Trifásico	Sincrónico, Trifásico	Sincrónico, Trifásico	Sincrónico, Trifásico
Costo del Proyecto	US\$	7,900,000	2,400,000	2,700,000	1,400,000
TIR del Proyecto	%	24.8	10.0	1.2	19.9
Año de amortización	año	5.7	7.2	10.1	5.2

*Venta de electricidad estimada en 0.15US\$/kWh, con cero tasa de interés

Fuente: Equipo de Estudio de JICA, CECSA

Entre estos cuatro proyectos, se recomienda que Los Hervideros I y San Luis III procedan al estudio de factibilidad. Las razones para seleccionar estos proyectos son:

- 1) Los Hervideros I tiene un abundante flujo de agua durante la temporada seca y esto lo convierte en un proyecto factible. Su capacidad instalada está planeada para exceder 1MW, y por lo cual requiere de un estudio EIA completo. Sin embargo, se espera que este proyecto hidroeléctrico contribuya a mejorar la calidad del suministro de energía en la región porque la municipalidad de Tacuba donde esta ubicado el proyecto, tiene una baja tasa de electrificación de 49%. Si este proyecto es implementado, se espera que el proyecto mejore la tasa de electrificación así como la calidad del suministro eléctrico. Se entiende que la municipalidad de Tacuba es considerada como una de las 100 municipalidades más pobres en El Salvador. Por lo tanto, pueden haber varias opciones para el desarrollo de la comunidad y el proyecto puede ser un proyecto modelo para el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas en las comunidades más pobres si el proyecto lleva a cabo exitosamente el desarrollo de la comunidad.

2) San Luis III está localizado justamente rio abajo de una pequeña central hidroeléctrica. Por esto, el proyecto puede eliminar la instalación de una presa ahorrando así este costo. CECSA es propietario del terreno por lo cual no se presentan dificultades de adquisición de propiedad. La municipalidad de Coatepeque donde está ubicado el proyecto también es considerada como una de las 100 municipalidades más pobres en El Salvador. Y la tasa de electrificación es baja, de un 65%, la cual está muy por debajo al promedio nacional que es de un 93%. La ejecución del proyecto San Luis III puede contribuir a mejorar el suministro de electrificación rural del área y el proyecto puede servir de modelo para el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas en las comunidades más pobres si el proyecto cumple exitosamente con el desarrollo de la comunidad.

Es posible que el proyecto El Manzano pueda presentar riesgos geológicos y por lo tanto, su implementación es de baja prioridad. No es recomendable la realización del El Proyecto Los Coyotes debido a su bajo TIR.

4.11 Implementación del Plan

4.11.1 Prioridad de Implementación

Como resultado del estudio detallado que se describe en la secciones 4.7 a la 4.10, se recomienda la implementación de los proyectos en el siguiente orden:

Prioridad 1: Los Hervideros I

El resultado del estudio preliminar de Los Hervideros I, muestra que tiene una alta factibilidad económica y que el proyecto podría ayudar a mejorar la red de electrificación de la comunidad.

Prioridad 2: San Luis III

El estudio de factibilidad de San Luis III, tiene una factibilidad económica alta. Sin embargo, las condiciones geológicas y el canal de conducción deberán ser tomadas en consideración antes de implementar el proyecto.

Prioridad 3: El Manzano

El Manzano podría tener un riesgo geológico en el sitio previsto para la instalación de la bocatoma y la ubicación de la casa de máquinas; por ello, se debe evaluar adecuadamente la geología de la zona del proyecto antes de su ejecución.

Prioridad 4: Potenciales pequeñas hidroeléctricas en ANDA y pequeña planta hidroeléctrica de CECSA



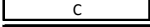
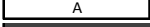


El potencial de pequeñas hidroeléctricas de ANDA (12 sitios) no tiene problemas de concesión ni la oposición de la comunidad ya que los proyectos se encuentran dentro del área que es propiedad de ANDA. Se recomienda llevar a cabo un estudio previo F/S y seleccionar buenos proyectos para la realización de F/S. Los pequeños proyectos de energía hidroeléctrica de CECSA no tienen problemas de adquisición de tierras, por lo

tanto, se recomienda revisar el contenido de F/S existentes y poner en práctica los proyectos que tienen alta viabilidad económica.

El posible plan de implementación de los proyectos mencionados se muestra en la figura 4.11.1.

Prioridad	Nombre del Proyecto	Identificado por	Año												
			2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024		
Prioridad 1	Los Hervideros I	Equipo de Estudio de JICA		F/S	D/D	C	P								
Prioridad 2	San Luis III	CECSA			Revisión F/S	D/D	C	P							
Prioridad 3	El Manzano	Equipo de Estudio de JICA				F/S	D/D	C	A						
Prioridad 4	El Chorreron	CECSA					F/S	D/D	C	A					
	Zapuyo	CECSA					F/S	D/D	C	A					
	Acahuapa	CECSA					F/S	D/D	C	A					
	PCH's de ANDA	ANDA					Pre F/S	F/S	D/D	A					

Nota:

	F/S (Estudio de Factibilidad) o Pre F/S (Estudio de Pre Factibilidad) o Revisión F/S
	D/D Desarrollo del Diseño
	Solicitud de Concesión
	Adquisición para la Construcción
	Construcción
	Adquisición de la Tierra

Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 4.11.1 Plan para la Posible Implementación

Para la formulación de la tabla anterior, se supone que los proyectos comenzarían en el año 2015. La duración de F/S y D/D se supone que es de un año cada uno. Para el proyecto San Luis III, la revisión de F/S con estudio geológico adicional se debe considerar para completar el F/S existente. La adquisición de tierras se lleva a cabo paralelamente con las solicitudes de concesión y los permisos de construcción. De acuerdo con el plan de implementación, Los Hervideros I comenzaría operaciones en el 2020 si el proyecto no tiene ningún problema en la adquisición de tierras y la adjudicación de la concesión. San Luis III podría iniciar a operar en el 2019. Para los pequeños proyectos de energía hidroeléctrica de ANDA, se recomienda llevar a cabo pre-F/S de los sitios potenciales y realizar una investigación para seleccionar buenos proyectos para la aplicación de una mayor F/S y D/D.

4.11.2 Retos y Contramedidas en cuanto al Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas

En El Salvador, muchos de los pequeños proyectos hidroeléctricos desarrollados fracasaron al encontrarse en desacuerdo de la comunidad. Esta reacción negativa de la comunidad para el desarrollo de la energía hidroeléctrica ha surgido a través del escepticismo de los beneficios que traerían a la comunidad local. Este escepticismo fue provocado por otras experiencias de desarrollo de energía hidroeléctrica en El Salvador, ya que el nivel de pobreza de las comunidades cercanas a las plantas de energía hidroeléctrica a gran escala no ha mejorado.

(1) Participación por parte de la Comunidad

Para romper con la imagen negativa del desarrollo de la energía hidroeléctrica, es necesario contar con proyectos que logren el entendimiento mutuo entre el dueño del proyecto y la comunidad.

Se cree que la clave para alcanzar la solución se puede encontrar a través del diálogo entre el dueño del proyecto y la comunidad.

Para la promoción del desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas es necesario considerar:

- ✓ El diálogo con la comunidad es importante para lograr un entendimiento mutuo.
- ✓ La participación de un tercero (consultor) resulta efectivo.
- ✓ Lograr la condición de “ganar-ganar”. Compartiendo los beneficios de la pequeña central hidroeléctrica con las comunidades locales para un desarrollo sostenible.

Se propone que se incluyan las siguientes medidas para la ejecución del proyecto.

a. Desarrollo de una estructura modelo de Diálogo

Es necesario construir una estructura de modelo de diálogo entre las partes interesadas. La estructura debe ser continua no sólo durante la fase de construcción, sino también durante la operación de la planta.

b. Proponer medidas de desarrollo de la Comunidad

A través del diálogo entre el propietario del proyecto y la comunidad local, los problemas de la comunidad local y las diferentes formas de contribución del proyecto deben definirse. A continuación, deben determinarse las medidas para el desarrollo comunitario con el consentimiento de los interesados .

c. Asignar un presupuesto para el desarrollo comunitario

A través del diálogo, el proyecto decide medir la contribución de la comunidad. Se propone incluir un costo para el desarrollo comunitario de 1 - 3% del costo de la construcción, y el 3% de las ventas anuales de electricidad.

Después de varias experiencias con los proyectos, la estructura del modelo de diálogo y la relación entre el costo de desarrollo de la comunidad y el costo del proyecto serán revisadas y corregidas.

(2) Ejemplos de Participación Por Parte de la Comunidad





A continuación se detallan ejemplos del involucramiento de la comunidad en el proyecto.

1) Caso de un proyecto hidroeléctrico en Indonesia (Capacidad de la planta: 82MW)

En el caso de desarrollo de una planta de energía eléctrica de 82 MW en Indonesia, el proyecto planeaba tomar agua del río principal, así como de once afluentes para desviar a otra cuenca y así poder generar energía hidroeléctrica. Como resultado de la desviación, el proyecto reduciría el caudal de los ríos aguas abajo de las tomas tributarias, por lo tanto, era necesario una buena coordinación

entre el propietario del proyecto (empresa estatal de electricidad) y los agricultores locales para el buen uso del agua.

Los agricultores locales, que administran los sistemas de riego y la empresa estatal de energía tuvieron varias consultas y la compañía eléctrica estatal pidió a los consultores llevar a cabo un estudio para resolver el conflicto. El consultor, que estaban encargado de la supervisión de la construcción del proyecto, recomendó mejorar la eficiencia del uso del agua mediante la mejora de las instalaciones de riego existentes y llevó a cabo el diseño de la instalación de riego. Los habitantes locales fueron contratados para la construcción de instalaciones de riego. Como resultado de estos esfuerzos, el proyecto fue capaz de generar cierta cantidad de electricidad mientras se aseguró el suministro de agua para el riego aguas abajo.





	
<p style="text-align: center;">Bocatoma de agua</p> <p>El agua del río es desviada hacia otra cuenca, por lo que se disminuye la descarga río abajo.</p>	<p style="text-align: center;">Pozo de irrigación</p> <p>Se mejora el pozo de irrigación o se construye uno nuevo para irrigación río abajo,</p>
	
<p style="text-align: center;">Diálogo con el Sindicato de Irrigadores</p> <p>Las medidas de mitigación son discutidas entre las partes interesadas.</p>	<p style="text-align: center;">Mejoramiento del Canal de Agua</p> <p>Una mujer lava platos en el canal construido para la comunidad local.</p>

Fuente: JICA (“ Ex- Post Evaluación de ODA Proyecto de Préstamo de Planta Hidroeléctrica Renun y Linea de Transmisión de Proyecto, 2009”) , Nippon Koei Co.,Ltd.

2) Caso de un proyecto hidroeléctrico en Kenia (Capacidad de la planta: 60 MW)

En el ejemplo del desarrollo hidroeléctrico de 60MW en Kenia, el propietario del proyecto (compañía eléctrica) estableció un comité técnico para recoger la opinión y las solicitudes de las comunidades locales, y para proponer una contramedida recomendada por los expertos. Los subcomités de seguridad, higiene, empleo, tenencia de la tierra y de medio ambiente, fueron subordinados de la comité técnico. El resultado de la consulta en cada uno de los sub-comités fue informado al comité técnico periódicamente, para formular las contramedidas propuestas por el dueño del proyecto. El propietario del proyecto llevó a cabo reuniones periódicas con los grupos de interés para difundir la información y escuchar las voces de la comunidad directamente.

El ejemplo de cumplimiento de la petición de la comunidad local fue la construcción de una instalación de suministro de agua y permitió a la comunidad hacer uso del mismo.

	
<p>Bocatoma de central hidroeléctrica</p>	<p>Canal para la central hidroeléctrica</p>
<p>Una hidroeléctrica de mediana escala con capacidad de 60 MW</p>	<p>El agua se transporta hacia las Centrales Hidroeléctricas a través de un Canal Abierto</p>
	
<p>Reunión de las partes interesadas</p>	<p>Pozo y cantareras</p>
<p>La opinión de la comunidad es recopilada durante la reunión de las partes interesadas.</p>	<p>Se construyó un pozo de agua para la comunidad local. Esta obra reduce el trabajo de las mujeres de transportar el agua.</p>

Fuente: Nippon Koei Co., Ltd.

3) El Ejemplo de CECSA

CECSA es un buen ejemplo de la participación de la comunidad en el desarrollo de una pequeña central hidroeléctrica. CECSA construyó un puente para una comunidad local y emplean a la población local para su construcción. Esta actividad ha cambiado la actitud de la comunidad local hacia el proyecto.

	
Puente nuevo para la comunidad Se construyó un Puente nuevo para la comunidad.	Construcción de una calle con mano de obra local Se empleó mano de obra local para los trabajos de construcción.

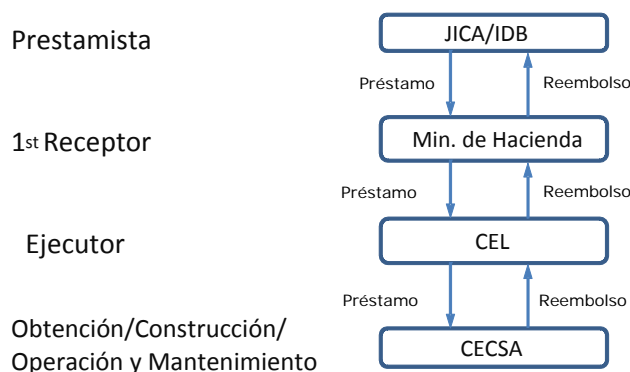
Fuente: CECSA

4.11.3 Implementación de Proyectos para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas: Financiamiento

A continuación se consideran las posibles opciones para el financiamiento de estos proyectos. Sin embargo, la idea que se presenta a continuación se encuentra aún a nivel teórico y fue desarrollado a partir de la información recopilada durante el estudio. Los detalles del plan de financiamiento deben ser revisados antes de la implementación del proyecto.

(1) Préstamo Soberano a CEL

La primera opción para el financiamiento del desarrollo de energía de pequeñas hidroeléctricas, para el sector público es la concesión de un préstamo soberano a CEL por parte de JICA-BID. CEL sería el receptor del préstamo. El diseño y la construcción de la obra sería completada por CECSA. CEL haría el pago del préstamo.

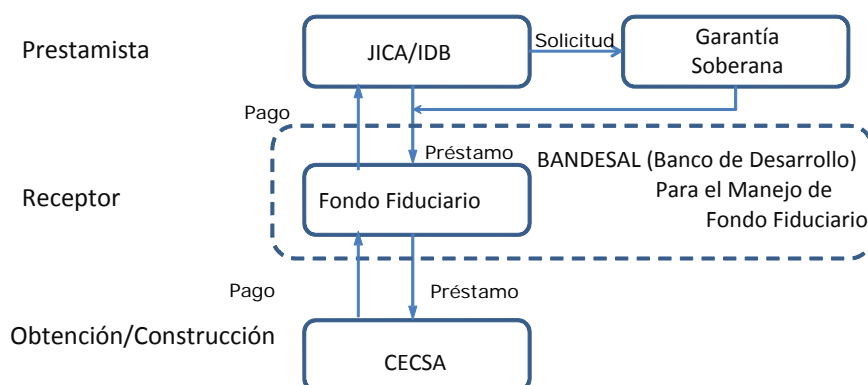


Fuente: Equipo de Estudio JICA

Figura 4.11.2 Esquema para Préstamo Soberano a CEL

(2) Préstamo soberano a CECSA

En el caso que CEL no lograra obtener un Préstamo Soberano, la segunda opción sería la de ofrecer el préstamo a CECSA directamente. Los préstamos a CECSA podrían ser considerados como Préstamos Soberanos o Préstamos No-Soberanos. En el caso de Préstamos Soberanos, CECSA podría recibir el préstamo de un fondo fiduciario que generalmente es establecido por Bandedal. El fideicomiso se establece por designación de JICA-BID. La garantía soberana puede ser aprobada para el fondo fiduciario mediante la aprobación de la Asamblea Legislativa. Si la garantía soberana no se otorga, CECSA no puede solicitar el préstamo del fondo o los bancos hasta que la actual deuda de CECSA este liquidada.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 4.11.3 Esquema del proceso para Préstamo Soberano a CECSA

4.11.4 Recomendaciones para el Futuro Desarrollo de la Pequeña Hidroeléctrica

Como se describe en la sección 4.2.2, el Equipo de Estudio de JICA encontró que el desarrollo de pequeñas hidroeléctricas en El Salvador se estancó debido a la oposición de las comunidades locales y a la larga duración del proceso de adjudicación de la concesión. Se espera que la oposición de la comunidad local se resuelva mediante buenos ejemplos de participación de la comunidad durante la implementación del proyecto. También se espera que el Gobierno de El Salvador modifique la ley de regulación del procedimiento de adjudicación de concesión para acortar así la duración del proceso.

Otro problema identificado para el desarrollo de las pequeñas hidroeléctricas es que el progreso en el marco de la iniciativa del sector privado puede llegar a resultar en un aprovechamiento al azar de los recursos hídricos, lo cual no es deseable para la explotación eficiente de los recursos.

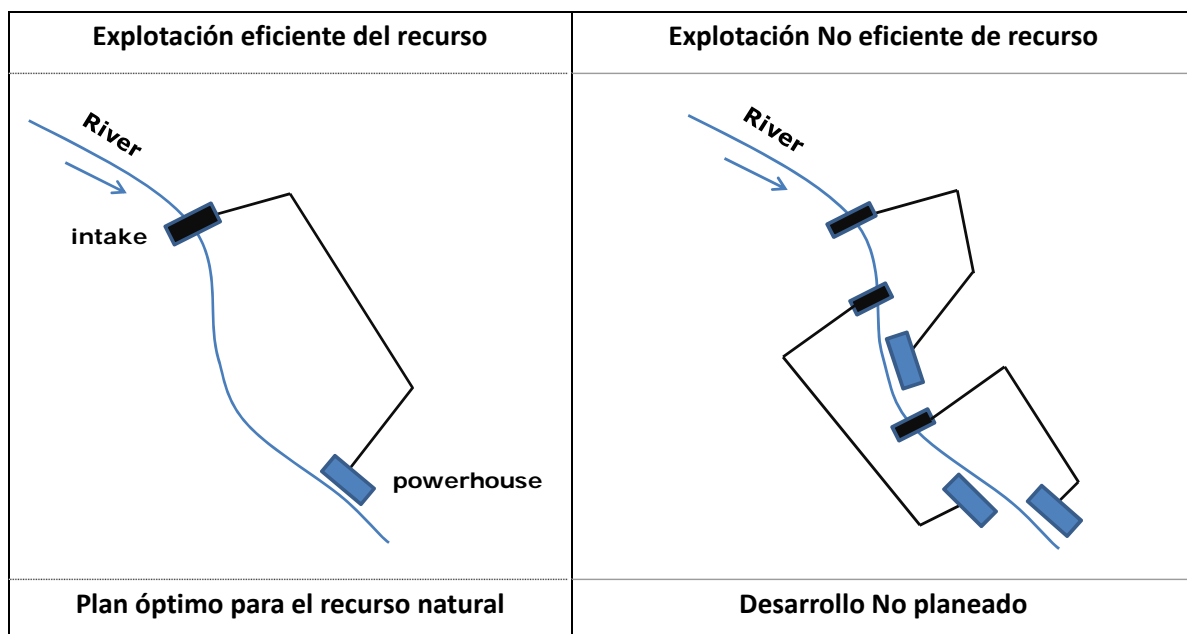
Por ejemplo, una central hidroeléctrica administrada por CECSA se descartó porque una empresa privada comenzó a implementar pequeños proyectos de energía hidroeléctrica que localizados justo aguas arriba del sitio de bocatoma previsto por CECSA. El proyecto liberaría poca agua en dirección aguas abajo, por lo tanto, el proyecto de CECSA no podría retirar la cantidad planeada de agua.

Idealmente, sólo hay un plan óptimo de desarrollo para la alineación de las plantas de energía hidroeléctrica en el río. El desarrollo al azar por el sector privado, posiblemente puede desviar del plan óptimo del río, y puede resultar en una explotación ineficiente de recursos.

Con el fin de lograr un desarrollo de las pequeñas hidroeléctricas y al mismo tiempo el desarrollo óptimo del recurso agua, se recomienda llevar a cabo un estudio del potencial por parte del sector público, para poder formular un plan óptimo de desarrollo de las pequeñas centrales hidroeléctricas que se ajustan a los potenciales hidroeléctricos de los ríos. La concesión se otorga sólo para los sitios que se enumeran en el plan óptimo de desarrollo.

En concreto, se recomienda que: 1) la lista de datos del proyecto, que se presentan en el plan maestro de energías renovables, sea actualizado, ya que muchos proyectos no tienen suficiente información o parte de la información no es confiable, 2) la explotación de los principales ríos que tienen abundantes potencial hidroeléctrico, y 3) formular un plan de desarrollo para las pequeñas centrales hidroeléctricas para cada río.

En Japón, los sitios potenciales de energía hidroeléctrica se investigan a fondo y mucha de la información se da a conocer al público. Se recomienda llevar a cabo un estudio del potencial en El Salvador y divulgar la información al público para acelerar el desarrollo eficiente del recurso.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figure 4.11.4 Concepto de Explotación Eficiente y No Eficiente del Recurso

5. Estudio de Recopilación de Datos Sobre Ahorro de Energía en el Sector público

5.1 Detalle de Auditoría Energética del Sector Público

Basado en el resultado de la discusión entre los representantes de la sede del BID en Washington, los representantes del BID en El Salvador, los representantes de la Oficina de JICA El Salvador y el Equipo de Estudio de JICA el 1ero de noviembre de 2013, se decidió llevar a cabo auditorías energéticas preliminares en 20 lugares y auditorías energéticas detalladas en 4 lugares de edificios públicos.

El Equipo de Estudio de JICA Equipo concluyó un acuerdo de contrato con S & R el 11 de noviembre de 2013. S & R inicio el trabajo a partir del 18 noviembre 2013 hasta el 29 noviembre de 2013 tras la celebración del contrato y la selección de 20 lugares (edificios públicos) en donde se desarrollaron las auditorías energéticas preliminares.

Los 20 lugares para las auditorías preliminares fueron: 5 escuelas, 6 unidades de la salud y unidades médicas, 2 hospitales, 4 edificios de oficinas y 3 estaciones de bombeo de ANDA.

Con base a los resultados de los 20 lugares de las auditorías energéticas preliminares, se seleccionaron cuatro lugares candidatos para la auditoría energética detallada de cada uno de los siguientes sectores: de las estaciones de bombeo de ANDA, de los hospitales (incluidas las unidades de salud y unidades médicas), de las escuelas y de las oficinas de gobierno.

Se llevaron a cabo Las auditorías energéticas detalladas para el seguimiento de la auditoría energética preliminar. El objetivo de la auditoría energética detallada fue identificar con más detalle el potencial de ahorro de energía y para estimar el costo de la inversión, mediante los parámetros eléctricos de medición y la encuesta de campo.

En los resultados de la auditoría energética detallada, el ahorro energético y el costo de la inversión fue estimado a nivel nacional en cada sector (estaciones de bombeo de ANDA, hospitales, escuelas y oficinas de gobierno).

El cronograma de la auditoría energética detallada de estas cuatro ubicaciones se muestra en la Figura 5.1.1.

	Diciembre 2013				Enero 2014				Febrero 2014			
	1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S	1S	2S	3S	4S
Estacion de Bombeo de ANDA			■									
Hospital							■					
Edificios Guvernamentales							■					
Escuelas							■					
Reporte									■			

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 5.1.1 Cronograma de la Auditoría Detallada Energética para cuatro (4) lugares

5.1.1 Lineamientos de la auditoría energética detallada

(1) Selección de las Instalaciones para la auditoría detallada energética

Para la Auditoría Energética Detallada se seleccionaron cuatro lugares. En consulta conjunta entre el CNE y ANDA se tomaron en consideración el potencial de ahorro energético, el tamaño de las instalaciones y las condiciones para la recolección de los datos de la siguiente manera:

1) Estación de Bombeo de ANDA en Antiguo Cuscatlán.

Esta estación de bombeo tiene el mayor potencial de ahorro de Energía estimado entre las tres estaciones de bombeo evaluadas. La estación de bombeo cuenta con medidores de flujo y manómetros adecuados para analizar el ahorro de Energía de la Auditoría Energética Detallada.

2) Hospital Regional Santiago de María

El personal mostró su compromiso e interés por el uso eficiente y racional de la Energía. Hay muchos hospitales con tamaño similar en las afueras de San Salvador.

3) Dirección General de Aduanas de San Bartolo

El edificio de oficinas de Aduanas representa el mayor potencial de Ahorro de Energía estimado entre los cuatro edificios evaluados. El edificio incluye espacio para oficinas, bodegas y lugares públicos exteriores similar a muchos otros edificios en el país.

4) Colegio Tecnológico MEGATEC de Sonsonate

El Colegio Técnico tiene el mayor potencial de Ahorro de Energía estimado entre las cinco escuelas evaluados. El Colegio Técnico MEGATEC tiene las condiciones técnicas necesarias tales como medidores y manómetros capaces de producir datos con el fin de llevar a cabo la Auditoría Energética Detallada.

(2) Análisis de la Calidad de la Energía

Los datos de consumo de Energía se han obtenido al estudiar medidas de Ahorro Energético adaptadas a las instalaciones durante la Auditoría Preliminar. En la Auditoría Detallada, algunos dispositivos de medición se instalaron en el lugar para obtener datos más precisos de la situación actual para el Análisis de Calidad de Energía. Las mediciones se llevaron a cabo en un rango entre tres y cinco días en cada uno de los lugares de acuerdo a los parámetros eléctricos siguientes:

- Voltaje
- Corriente
- Potencia Activa, Reactiva y Aparente
- Factor de potencia
- Frecuencia
- Harmónicos

Para el estudio de los indicadores de uso de la Energía también se analizaron las facturas de electricidad observando el consumo mensual de Energía. Con la información y los datos obtenidos, y por medio de la simulación de energía se consideró un modelo base. Este modelo se utilizó para identificar medidas que podrían ser implementadas para reducir el consumo de Energía

5.1.2 Estación de Bombeo de ANDA - Antiguo Cuscatlán

(1) Descripción General

La Descripción General de la Estación de Bombeo de ANDA en Antiguo Cuscatlán se muestra en la siguiente tabla:

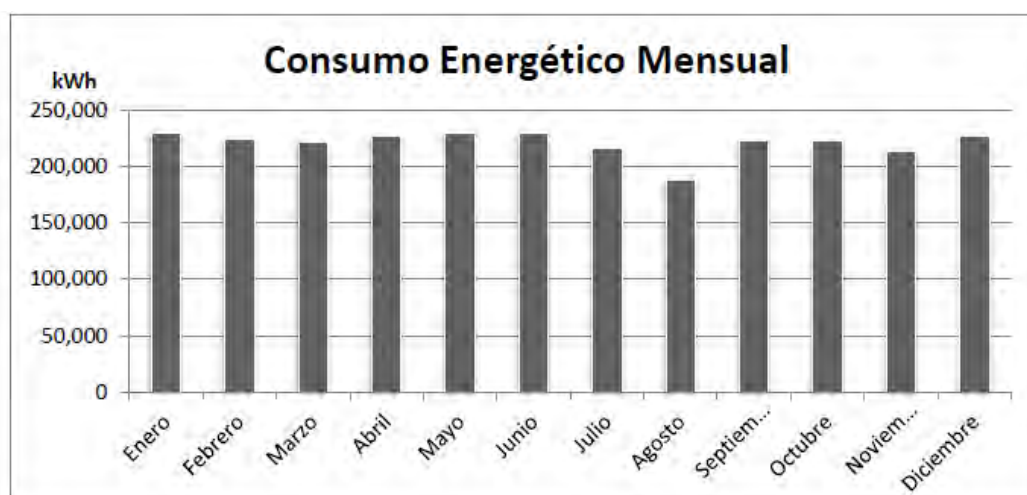
Tabla 5.1.1 Descripción General de la Estación de Bombeo de ANDA en Antiguo Cuscatlán

Nombre de la Instalación	Estación de Bombeo Antiguo Cuscatlán	
Dirección de la Instalación	Calle Mediterráneo, Avenida Antiguo Cuscatlán, Antiguo Cuscatlán, La Libertad	
Horas de Operación	22	horas/día
	8,030	horas/año
Consumo de Electricidad	2,650,752	kWh/año
Capacidad del suministro de Agua	392.50/8,635.00	m ³ /h, m ³ /día
Equipo Principal	Motor y bomba de 100HP	1
	Motor y bomba de 200HP	2
	Lámpara de Vapor de Mercurio 175W (Luz Exterior)	4
	CFL 20W (Luz Interior)	1

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

(2) Consumo Actual de Electricidad

El Consumo mensual de electricidad para el período de Septiembre del 2011 hasta Agosto del 2012 se muestra en la Figura 5.2.1 a continuación:



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 5.1.2 Consumo Mensual de Electricidad de la “Estación de Bombeo de Antiguo Cuscatlán”

El consumo mensual promedio es de 220.896 kWh y el consumo anual total es de 2.650.752 kWh. El costo anual total para el mismo período es de \$583.938. Prácticamente todo el consumo de la electricidad se debe a los tres sistemas de bombeo.

(3) Medidas recomendadas para el Ahorro Energético:

1) Medida 1: Reemplazo de motores existentes por motores de alta eficiencia

Los motores eléctricos existentes han estado operando por un período de más de diez años. Por lo tanto, su índice de eficiencia (potencia de salida (kW)/potencia de corriente (kW)) es menor a 0.930 estimados por los datos de medición y su característico que el propuesto en el último modelo el cual es de 0.960, por lo que deben ser reemplazados por equipos de mayor eficiencia.

2) Medida 2: Reemplazo de las bombas existentes para bombas de alta eficiencia

De la misma manera como en el caso de los motores eléctricos, las bombas existentes han estado operando por más de diez años. Por lo tanto, su índice de eficiencia promedio es menor a 0.620-0.780 estimado por los datos de medición y sus curvas de eficiencia que el propuesto en el último modelo el cual es de 0.830, por lo que deben ser reemplazados por equipos de alta eficiencia.

3) Medida 3: La instalación del dispositivo de velocidad variable

La demanda de agua varía durante el día. Incluso cuando la demanda es baja, el motor está funcionando a velocidad constante. Por lo tanto se necesita la instalación de un dispositivo de velocidad variable para controlar la velocidad del motor para satisfacer la demanda.

4) Medida 4: Reemplazo de las lámparas existentes por Lámparas LED

Las luces de Vapor de Mercurio de 175 vatios actuales deben ser sustituidas por luminarias LED de 60 Watts.

(4) Ahorro Energético y Costo de Inversión

La Tabla 5.1.2 destaca los resultados que se obtendrían si las cuatro medidas recomendadas fuesen implementadas.

Tabla 5.1.2 Resultado de la Auditoría Energética Detallada Energética para la “Estación de Bombeo de Antiguo Cuscatlán”

	Consumo Actual						
	2,650,752 kWh/año		Inversion	TIR	VAN	B/C	Retorno Simple año
	Ahorro Anual						
	kWh	US\$	US\$	%	US\$		
1 Sustitución de motores existentes para motores de alta eficiencia	39,001	7,021	45,892	8.6	-2,501	1.53	6.54
2 Sustitución de las bombas existentes para bombas de alta eficiencia	268,786	48,390	245,073	14.8	47,511	1.97	5.06
3 La instalación del dispositivo de velocidad variable	133,535	24,041	59,897	38.6	79,840	4.01	2.49
4 Sustitución de la lámpara existente por lámpara LED	2,015	363	2,112	11.3	108	1.72	5.82
Total	443,337	79,815	352,974	18.5	124,959	2.26	4.42

Ahorro Energía porcentual: 16.7%

Período del Proyecto: 10 años

Tasa de interés: 10%

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

(5) Ahorro Energético a Nivel Nacional

1) Consumo Actual de Electricidad

El consumo de Electricidad anual de ANDA para el período 2008-2012 se muestra en la Tabla 5.1.3.siguiente.

Tabla 5.1.3 Consumo Anual de Electricidad de ANDA

Año	Estacion de Bombeo		Planta Purificadora		Oficinas Administrativas		Otros		Total	
	Consumo (MWh)	Costo (\$)	(MWh)	(\$)	(MWh)	(\$)	(MWh)	(\$)	Consumo (MWh)	Costo (\$)
2008	508,228.78	40677,151	2.27	276,300	5.79	475,752	2.49	303,436	508,239.33	41732,640
2009	512,476.52	51637,090	2.19	376,083	5.84	604,550	2.41	413,020	512,486.96	53030,744
2010	505,560.08	52160,114	2.23	390,202	5.76	610,923	2.45	428,526	505,570.52	53589,765
2011	508,366.29	60039,266	2.23	456,530	5.80	703,386	2.45	501,368	508,376.77	61700,550
2012	509,055.44	78388,375	2.27	409,980	5.80	913,852	2.49	450,246	509,066.00	80162,454

100.00%

Promedio 508,737 56580,399

Fuente: Equipo de Estudio de JICA basado en información de ANDA

Casi toda la electricidad se utiliza para las estaciones de bombeo de ANDA. Solamente el consumo promedio anual de Electricidad de las Estaciones de Bombeo se estima en 508,737 MWh.

2) Ahorro Energético y Costo de Inversión

En el resultado de la Auditoría Energética Detallada, el potencial de ahorro de Energía para las estaciones de bombeo se puede estimar en alrededor de un quince por ciento (15%). El periodo de recuperación simple es de alrededor de 4.5 años.

El consumo promedio anual de Electricidad de las estaciones de bombeo en el país se asume de 508.737 MWh como correcto. El ahorro anual de Energía y el costo de inversión se estiman en 76.310 MWh/año y 38.2million dólares, como se muestra en la Tabla 5.1.4.

Tabla 5.1.4 Ahorro Energético y Costo de Inversión a Nivel Nacional

Consumo de Electricidad	MWh/año	508,734
Pago de Electricidad	US\$/año	56,580,399
Porcentaje de Ahorro de Energia		15.0%
Ahorro de Energia	MWh/año	76,310
Costo de Ahorro	US\$/año	8,487,060
Periodo de Recuperacion	año	4.5
Costo de inversión	US\$	38,191,769

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

5.1.3 Hospital Regional Santiago de María

(1) Descripción General

La descripción general del Hospital Regional Santiago de María se muestra en la Tabla 5.1.5.

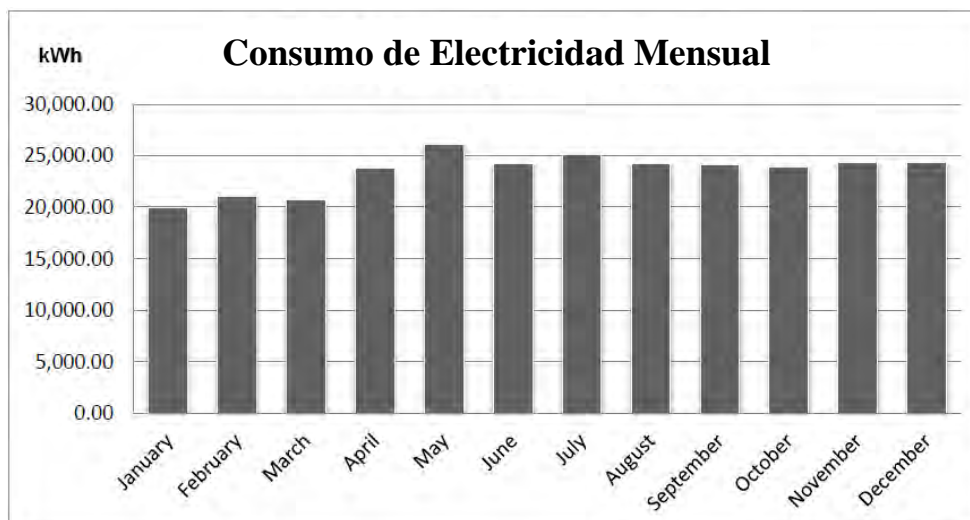
Tabla 5.1.5 Descripción General del “Hospital Regional de Santiago María”

Nombre de la instalación	Hospital Nacional “Dr. Jorge Arturo Mena”	
Dirección de la instalación	3ª. Calle poniente No. 15, Barrio Concepción, Santiago de María, Usulután	
Tipo de instalación	Servicios (para salud y cuidado)	
Horas de Operación	24	horas/día
	8,760	horas/año
Consumo de Electricidad	85,403	kWh/año
Área total	4,237.12	m ²
Número de camas	75/100	Actual/futuro
Número de Pacientes	350/55	Externos/internos
Número de Personal	205	
Equipo Principal	T12x2 difusor prismático (Luz interior)	210
	Lámpara Incandescente 60W (Luz Interior)	14
	CFL 20W (Luz Interior)	3
	CFL 75W (Luz Interior)	1
	T12x4 difusor prismático (Luz Interior)	12
	Lámpara de vapor de Mercurio de 75W (Luz Exterior)	10
	Aire acondicionado tipo Mini Split A/C 24,000 BTU/h	1
	Aire acondicionado tipo de ventana A/C 12,000 BTU/h	5
	Aire acondicionado tipo de ventana A/C 24,000 BTU/h	6
	Aire acondicionado tipo de ventana A/C 36,000 BTU/h	6
	Aire acondicionado tipo Central A/C 24,000 BTU/h	1
	Aire acondicionado tipo Central A/C 48,000 BTU/h	3
	Aire acondicionado tipo Central A/C 60,000 BTU/h	3

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

(2) Consumo actual de Electricidad

El consumo de Electricidad mensual para el período de Diciembre del 2012 a Noviembre del 2013 se muestra en la Figura 5.1.3.

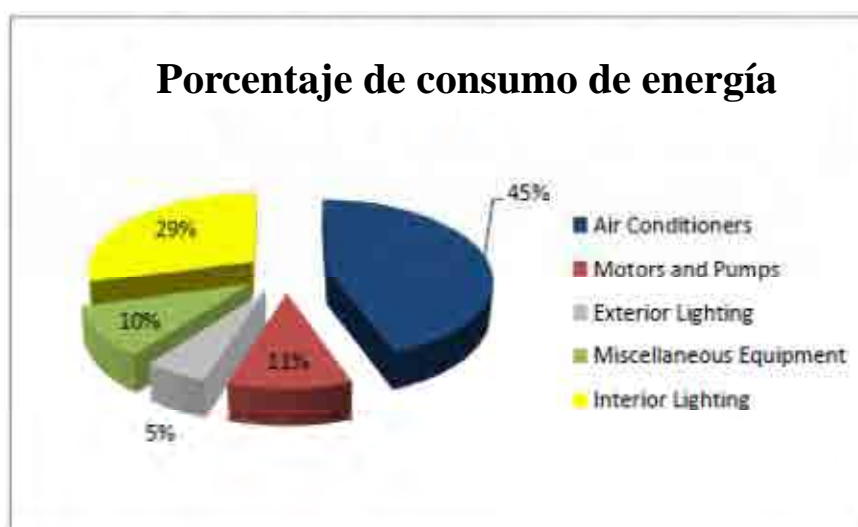


Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 5.1.3 Consumo de Electricidad mensual del “Hospital Regional Santiago de María”

El consumo mensual promedio es de 23.480 kWh y el consumo total anual es de 281.762 kWh. El costo total anual para el mismo período es de U.S. \$52.225.

El porcentaje del consumo de Electricidad se muestra en la Figura 5.1.4.

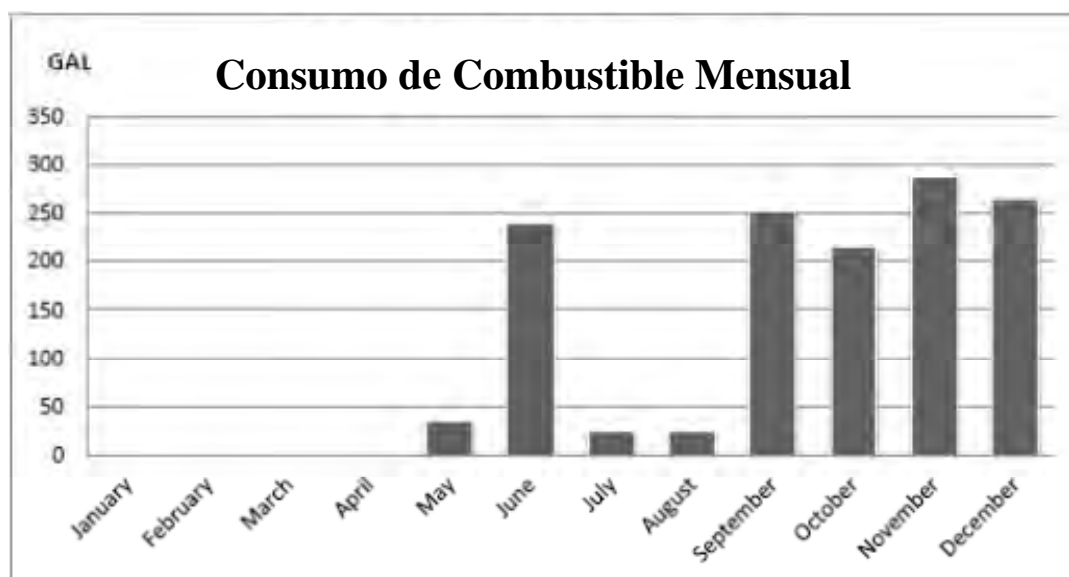


Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 5.1.4 Porcentaje del Consumo de Energía del “Hospital Regional Santiago de María”

El mayor porcentaje del consumo se debe a los aparatos de aire acondicionado los cuales representan el 45%.

Además del consumo de Energía, se utiliza combustible Diesel para la operación del sistema de generación de vapor. El consumo de combustible se muestra en la Figura 5.1.5.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figure 5.1.5 Consumo de combustible mensual del “Hospital Regional de Santiago de María”

Durante el período de Enero a Abril no hubo consumo de combustible Diesel debido a que el hospital no logro asegurar fondos suficientes para la comprar del combustible. En los meses de Mayo, Julio y Agosto, poco combustible se consumió el costo de mantenimiento de los equipos. El consumo anual total de combustible es de 3.072 galones.

(3) Medidas Recomendadas para el Ahorro Energético

- 1) Medida 1: Sustitución del sistema de iluminación existente por un sistema de lámparas LED de alta eficiencia.

Es una medida eficaz reemplazar el sistema de iluminación existente de tipo F40T12, lámparas incandescentes de 60W (internas) y lámparas de Vapor de Mercurio de 175W (externas) por modelos de lámparas LED de alta eficiencia de 18W, 6W y 60W.

- 2) Medida 2: Control de iluminación utilizando Sensores de movimiento

Los Sensores de movimiento se instalan para apagar automáticamente las respectivas lámparas cuando nadie las está utilizando en el área. Se recomienda la instalación de estos Sensores en espacios de oficinas, salas de reuniones, baños y cocinas.

- 3) Medida 3: Reemplazo de Aires Acondicionados existentes por modelos de alta eficiencia

Los aires acondicionados actuales son viejos y de tipo de bajo eficiencia. El índice de eficiencia (capacidad de refrigeración (BTU)/consumo de energía (W)) de los aires acondicionados existentes se estima entre 7.0-8.5 y la oferta propuesta del último modelo es de entre 13.0-14.0. Es una medida eficaz reemplazar los aires acondicionados existentes por modelos de alta eficiencia para asegurar su operación a largo plazo.

Medida 4: Reducción de la pérdida de calor en la Línea de Vapor

Los aisladores térmicos de las tuberías de Vapor están dañados debido a la cantidad de años que han estado en uso. Se recomienda aislar las tuberías de vapor, las válvulas y las tuberías de retorno de condensado para reducir la pérdida del calor. La implementación de esta medida dará lugar a la reducción del consumo de combustible.

(4) Ahorro de Energía y Costo de Inversión

La Tabla 5.1.6 destaca los resultados que se obtendrían si las tres recomendaciones son implementadas para el ahorro en el consumo de energía eléctrica.

Tabla 5.1.6 Resultado de la Auditoria Energética Detallada para el “Hospital Regional Santiago de María” (1)

Consumo Actual	281,762 kWh/año						
	Ahorro Anual		Inversion US\$	TIR %	VAN US\$	B/C	Retorno Simple año
	kWh	US\$					
1 Sustitución de la lámpara existente por lámpara LED	41,670	10,406	34,867	27.1	26,430	2.98	3.35
2 Control de la iluminación usando los sensores de ocupación	1,490	368	1,296	25.5	877	2.84	3.52
3 Sustitución Aires Acondicionados existentes a modelos de alta eficiencia	48,630	13,563	59,170	18.8	21,972	2.29	4.36
Total	91,790	24,337	95,333	22.1	49,279	2.55	3.92

Ahorro Energía porcentual: 32.6% (Total)

Períod del Proyecto: 10 años

Tasa de interés: 10%

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

La Tabla 5.1.7 destaca los resultados que se obtendrían si se implementasen las medidas recomendadas para el ahorro de combustible.

Tabla 5.1.7 Resultado de la Auditoria Energética Detallada para el “Hospital Regional Santiago de María” (2)

Consumo Actual	3,072 GAL						
	Ahorro Anual		Inversion US\$	TIR %	VAN US\$	B/C	Retorno Simple año
	kWh	US\$					
4 Reducción de la pérdida de calor de la tubería de vapor	345	1,413	2,079	67.6	6,003	6.80	1.47

Ahorro Energía porcentual: 11.2% (Total)

Períod del Proyecto: 10 años

Tasa de interés: 10%

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

(5) Ahorro Energético a Nivel Nacional

1) Consumo Actual de Energía

El número y el consumo total anual de Electricidad de los hospitales para el período de Noviembre del 2012 a Octubre del 2013 se muestran a continuación. Los datos se estiman en base a los datos de las empresas distribuidoras AES y DEL SUR en El Salvador.

Tabla 5.1.8 Número y Consumo Anual de Electricidad en los Hospitales del País

	AES	DELSUR	Total
Número (Servicios)	29	145	174
Consumo de Electricidad MWh/año)	1,026	7,720	8,746
Pago de Electricidad (US\$/año)	249,263	1,825,805	2,075,068

Fuente: Equipo de Estudio de JICA basado en información de AES y DELSUR

El Consumo Anual de Energía de los Hospitales se estima que es de 8.75GWh.

AES tiene el 74% de cobertura en las ventas del país, mientras que DELSUR tiene el 26%, por lo que AES y DELSUR cubren la mayor parte de las áreas de distribución del país. Las cifras mencionadas son casi representativas de todo el país.

2) Ahorro Energético y Costo de Inversión

En base al resultado de la Auditoría Energética Detallada, el potencial de ahorro de Energía para cada hospital puede estimarse en alrededor de un treinta por ciento (30%). El periodo de recuperación simple es de alrededor de cuatro años.

El consumo anual de electricidad de los hospitales en el país se asume en 8.746 MWh como correcto. El ahorro de energía y el costo de inversión se estiman en 2.624 MWh/año y 2,5 millones de dólares, tal como se muestra en la Tabla 5.1.9.

Tabla 5.1.9 Ahorro Energético y Costo de Inversión a Nivel Nacional.

Número (Servicios)		174
Consumo de Electricidad	MWh/año	8,746
Pago de Electricidad	US\$/año	2,075,068
Porcentaje de Ahorro de Energía		30.0%
Ahorro de Energía	MWh/año	2,624
Ahorro de Costos	US\$/año	622,520
Periodo de Recuperación	año	4.0
Costo de Inversión	US\$	2,490,082

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

5.1.4 Dirección General de Aduanas de San Bartolo

(1) Descripción General

La Descripción General de la Dirección General de Aduanas de San Bartolo se muestra en la Tabla 5.1.10:

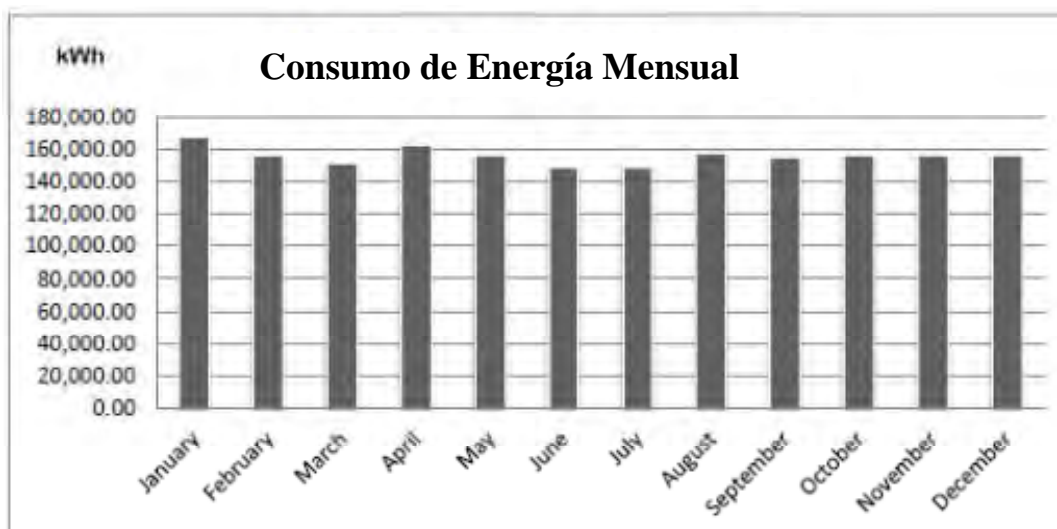
Tabla 5.1.10 Descripción General de “Dirección General de Aduanas de San Bartolo”

Nombre de la Instalación	Dirección General de Aduanas de San Bartolo	
Dirección de la Instalación	Carretera Panamericana Km 17 1/2, San Bartolo, Ilopango, San Salvador	
Tipo de Instalación	Servicio (Aduanas para exportaciones e importaciones)	
Horas de Operación	8	horas/día
	2,112	horas/año
Consumo de Electricidad	1,866,690	kWh/año
Área total	36,980	m ²
Número de pisos	3	
Número de usuarios	300	
Equipo principal	F75T12 x4 Difusor abierto	432
	F40T12 x4 Difusor Prismático	66
	F20T12 x4 Difusor Prismático	586
	F75T12 x2 Difusor Prismático	37
	F40T12 x2 Difusor Prismático	93
	F40T12 x2 Difusor Prismático	192
	F40T12 x1 Difusor Abierto	31
	F32T8 x1 Difusor Abierto	4
	F32T8 x4 Difusor Prismático	1
	175W Lámparas de vapor de Mercurio	96
	PC	264
	Dispensadores de Agua	34
	Cafeteras	24
	Aire acondicionado tipo Mini Split 24,000	29
	Aire acondicionado tipo Mini Split 60,000	41
	Aire acondicionado tipo Ventanas 12,000	12
	Aire acondicionado tipo Central 90,000	1
	Bombas (1.5 HP)	8
	Bombas (1.5 HP)	2

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

(2) Consumo Actual de Electricidad

El consumo de electricidad mensual desde Enero del 2013 a Diciembre del 2013 se muestra en la Figura 5.1.6:

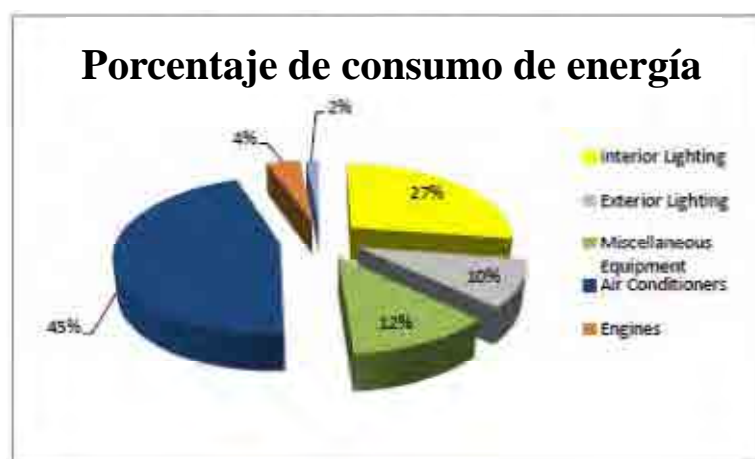


Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 5.1.6 Consumo de Electricidad Mensual de la “Dirección General de Aduanas de San Bartolo”

El consumo mensual promedio es de 155.558 kWh y el consumo anual total es de 1.866.690 kWh. El costo total anual para el mismo período es de US\$ 383,911.

El porcentaje del consumo de Electricidad se muestra en la Figura 5.1.7.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 5.1.7 Porcentaje del Consumo de Energía de la “Dirección General de Aduanas de San Bartolo”

El mayor porcentaje del consumo se debe a los aparatos de aire acondicionado los cuales representan el 45%.

(3) Medidas Recomendadas para el Ahorro de Energía

- 1) Medida 1: Reemplazo del sistema de iluminación existente por lámparas LED de alta eficiencia

Es una medida efectiva el reemplazar ambos tipos de lámparas F20T12 y F40T12 (interior) y las lámparas de vapor de mercurio de 175W (exterior) por el modelo de lámparas LED de alta eficiencia de 9W, 18W y 60W.

- 2) Medida 2: Control de Iluminación utilizando Sensores de movimiento

Los Sensores de movimiento se instalan para apagar automáticamente las respectivas lámparas cuando nadie está utilizando el área. Se recomienda la instalación de estos Sensores en los espacios de las oficinas de ambos edificios administrativos.

- 3) Medida 3: Reemplazo de Aires Acondicionados existentes por modelos de alta eficiencia

Los aires acondicionados actuales son viejos y de tipo de baja eficiencia. El índice de eficiencia de los aires acondicionados existentes se estima entre 7.0-8.5 y la oferta propuesta del último modelo es de entre 13.0-14.0. Es una medida eficaz reemplazar los aires acondicionados existentes por modelos de alta eficiencia para asegurar su operación a largo plazo.

Medida 4: Instalación de aislamiento térmico en los Cielos Falsos

Los materiales de aislamiento térmico deberían ser instalados en los cielos falsos de ambos edificios administrativos. Sus aires acondicionados están funcionando durante casi toda la jornada laboral diaria.

(4) Ahorro de Energía y Costo de Inversión

El resultado de la implementación de las cuatro medidas recomendadas se muestra en la Tabla 5.1.11.

Tabla 5.1.11 Resultado de la Auditoria Energética Detallada de la “Dirección General de Aduanas de San Bartolo”

	Consumo Actual		1,866,690 kWh/año				
	Ahorro Anual		Inversion	TIR	VAN	B/C	Retorno Simple
	kWh	US\$	US\$	%	US\$		año
1 Sustitución de la lámpara existente por lámpara LED	303,000	63,488	228,752	24.7	146,686	2.78	3.60
2 Control de la iluminación usando los sensores de ocupación	19,200	4,292	15,211	25.3	10,147	2.82	3.54
3 Sustitución Aires Acondicionados existentes a modelos de alta eficiencia	228,700	55,518	241,779	18.9	90,323	2.30	4.35
4 La instalación de aislamiento térmico en techos	45,744	10,101	22,905	42.9	35,601	4.41	2.27
Total	596,644	133,399	508,647	22.9	282,756	2.62	3.81

Ahorro Energía porcentual: 32.0%

Período del Proyecto: 10 años

Tasa de interés: 10%

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

(5) Ahorro de Energía a Nivel Nacional

1) Consumo Actual de Electricidad

El número y el consumo anual de electricidad de los edificios de las oficinas Gubernamentales de Noviembre del 2012 a Octubre del 2013 se muestran a continuación. Los datos se estiman en base a los datos de de las empresas de distribución AES y DELSUR en El Salvador.

Tabla 5.1.12 Número y Consumo Anual de Electricidad de los Edificios de Oficinas en el País.

	AES	DELSUR	Total
Número (Servicio)	9,658	1,419	11,077
Consumo de Energía (MWh/año)	45,027	52,040	95,067
Pago de Energía (US\$/año)	8,233,574	12,816,650	21,050,224

Fuente: Equipo de Estudio de JICA basado en información de AES y DELSUR

El consumo anual de Electricidad de los edificios de las Oficinas Gubernamentales se estima a 95.0GWh.

2) Ahorro de Energía y Costo de Inversión

En base a los resultados de la Auditoría Energética Detallada, el potencial de ahorro de Energía para los edificios de oficinas se puede estimar en alrededor de un treinta por ciento (30%). El periodo de recuperación simple es de alrededor de cuatro años.

El consumo Anual de Electricidad de los edificios de oficinas de todo el país se asume en 95.067 MWh como correcto. El ahorro de Energía y el costo de inversión se estiman en 28.520 MWh/año y 25.3 millones de dólares, como se muestra en la Tabla 5.1.13.

Tabla 5.1.13 Ahorro de Energía y Costo de Inversión a Nivel Nacional

Numero (Servicio)		11,077
Consumo de Electricidad	MWh/año	95,067
Pago de Electricidad	US\$/año	21,050,224
Porcentaje de Ahorro de Energia		30.0%
Ahorro de Energia	MWh/año	28,520
Ahorro de Costos	US\$/año	6,315,067
Periodo de Recuperacion	año	4.0
Costo de Inversión	US\$	25,260,269

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

5.1.5 Colegio Técnico MEGATEC de Sonsonate

(1) Descripción General

La descripción general del Colegio Técnico MEGATEC de Sonsonate se muestra en la Tabla 5.1.14.

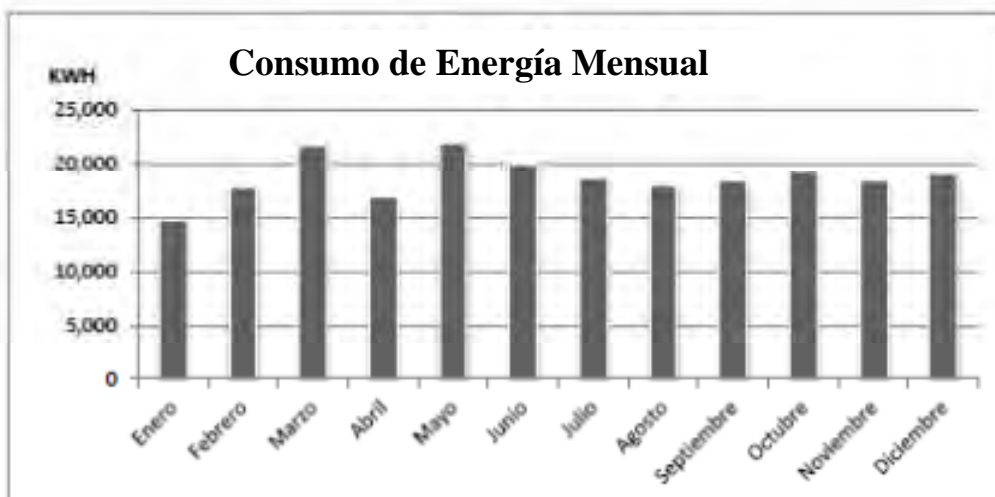
Tabla 5.1.14 Descripción General del “Colegio Técnico MEGATEC de Sonsonate”

Nombre de la Institución	Complejo Educativo ESFE/ÁGAPE, Colegio Técnico MEGATEC	
Dirección de la Institución	Km 63 Carretera de San Salvador hacia Sonsonate	
Tipo de Instalación	Educación (para nivel técnico de bachillerato)	
Horas de Operación	13.25	horas/día
	4,134	horas/año
Consumo de Energía	224,874	kWh/año
Área Total	17,809/568.64	Total/construido m ²
Número de Aulas	16	7 aulas, 3 talleres y 6 laboratorios.
Número de estudiantes	700/200/125	General/especialidad/computación
Numero de Personal	70	
Equipo Principal	F32T8 x2 Difusor Prismático	30
	F32T8 x3 Difusor Prismático	91
	F32T8 x4 Difusor Prismático	4
	15W CFL	62
	F40T12x2 Difusor Abierto	20
	175W Mercury vapor	14
	400W Halogenuros Metálicos	20
	PC	75
	Aire acondicionado tipo Mini Split 60,000 -90,000 BTU/h	27
	Aire acondicionado tipo Ventanas 36,000 BTU/h	1

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

(2) Consumo Actual de Electricidad

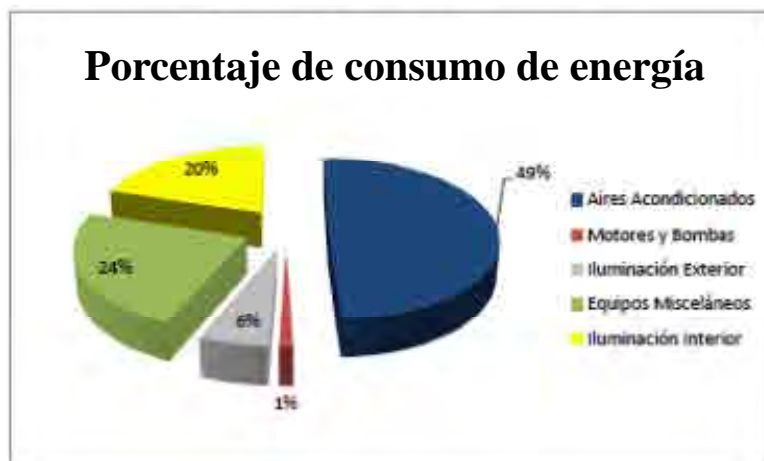
El consumo de Electricidad mensual de Diciembre del 2012 a Noviembre del 2013 se muestra en la Figura 5.1.8.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 5.1.8 Consumo de electricidad mensual del “Colegio Técnico MEGATEC de Sonsonate”

El consumo mensual promedio es de 18.740 kWh y el consumo anual total es de 224.874 kWh. El costo total anual para el mismo período es de US\$39,978.00. Debido a las largas vacaciones, el consumo de Energía en los meses de Enero y Abril son bajos en relación con los otros meses. El porcentaje del consumo de Energía se muestra en la Figura 5.1.9



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 5.1.9 Porcentaje del Consumo de Energía del “Colegio Técnico MEGATEC de Sonsonate”

(3) Medidas Recomendadas para el Ahorro Energético

- 1) Medida 1: Reemplazo del sistema de iluminación existente por lámparas LED de alta eficiencia

Es una medida eficaz remplazar ambos tipos de lámparas existentes F32T8 y F40T12 (interior) y lámparas de vapor de mercurio de 175W y lámparas metálicas de halógeno de 400W (exterior) por modelos de lámparas LED de alta eficiencia de 18W, 60W y 120W.

2) Medida 2: Control de iluminación utilizando Sensores de movimiento

Los Sensores de movimiento son instalados para apagar automáticamente las respectivas lámparas que nadie está utilizando en la zona. Se recomienda la instalación de estos sensores en espacios de oficinas, aulas, centro de cómputo y salas de reuniones.

3) Medida 3: Reemplazo de Aires Acondicionados existentes por modelos de Alta Eficiencia

Los aires acondicionados actuales son viejos y de tipo de baja eficiencia. El índice de eficiencia de los aires acondicionados existentes se estima entre 7.0-8.5 y la oferta propuesta del último modelo es de entre 13.0-14.0. Es una medida eficaz reemplazar los aires acondicionados existentes por modelos de alta eficiencia para asegurar su operación a largo plazo.

4) Medida 4: Aislamiento Térmico de Cielos Falsos

Los materiales de aislamiento térmico deberían ser instalados en los cielos falsos de ambos edificios administrativos. Sus aires acondicionados están funcionando durante casi toda la jornada laboral diaria.

(4) Ahorro de Energía y Costo de Inversión

El resultado de la implementación de las cuatro medidas recomendadas se muestra en la Tabla 5.1.15.

Tabla 5.1.15 Ahorro de Energía y Costo de Inversión a Nivel Nacional

	Consumo Actual		224,874 kWh/año				
	Ahorro Anual		Inversion	TIR	VAN	B/C	Retorno Simple año
	kWh	US\$	US\$	%	US\$		
1 Sustitución de la lámpara existente por lámpara LED	35,360	7,431	30,010	21.1	14,228	2.48	4.04
2 Control de la iluminación usando los sensores de ocupación	2,290	509	1,879	23.9	1,135	2.71	3.69
3 Sustitución Aires Acondicionados existentes a modelos de alta eficiencia	25,320	5,984	65,807	-1.7	-26,398	0.91	11.00
4 La instalación de aislamiento térmico en techos	10,037	2,330	7,946	26.5	6,368	2.93	3.41
Total-1	73,007	16,254	105,642	70	-5,244	1.54	6.50
Total-2 dela exclusión No.3	47,687	10,270	39,835	72	21,154	2.58	3.88

Ahorro Energía porcentual: 32.5% (Total)
21.2% (Total de la Exclusión No.3)

Períod del Proyecto: 10 años
Tasa de interés: 10%

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

La Medida 3 no es efectiva en los resultados de la Auditoría Energética Detallada. Se recomiendan tres medidas excluyendo la Medida 3 para la escuela.

(5) Ahorro de Energía a Nivel Nacional

1) Consumo actual de Electricidad

El número y el consumo anual de Energía de los edificios de oficinas y aulas de Noviembre del 2012 a Octubre del 2013 como se muestran en la Tabla 5.1.16. Los datos se estiman con base a los datos de AES y DELSUR - empresas de distribución en El Salvador.

Tabla 5.1.16 Numero y Consumo Anual de Energía de Escuelas en el País

	AES	DELSUR	Total
Número (Servicio)	3,614	991	4,605
Consumo de Electricidad (MWh/año)	2,516	7,200	9,716
Pago de Electricidad (US\$/año)	742,221	2,013,509	2,755,730

Fuente: Equipo de Estudio de JICA basado en información de AES y de DELSUR

El Consumo Anual de Electricidad de edificios de oficinas y aulas es estimado en 9.7GWh.

2) Ahorro de Energía y Costo de Inversión

En el resultado de la Auditoría Energética Detallada, el potencial de ahorro de Energía para la escuela puede estimarse en alrededor de un veinte por ciento (20%). El periodo de recuperación simple es de alrededor de cuatro años.

El consumo anual de Energía de las escuelas en el país se asume en 9.716 MWh como correcto. El ahorro de Energía y el Costo de Inversión se estiman a 1,943 MWh/año y 2.2 millones de dólares, como se muestra en la Tabla 5.1.17.

Tabla 5.1.17 Ahorro de Energía y Costo de Inversión a Nivel Nacional

Numero (Servicio)		4,605
Consumo de Electricidad	MWh/año	9,716
Pago de Electricidad	US\$/año	2,755,730
Porcentaje de Ahorro de Energía		20.0%
Ahorro de Energía	MWh/año	1,943
Ahorro de Costos	US\$/año	551,146
Periodo de Recuperacion	año	4.0
Costo de Inversion	US\$	2,204,584

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

5.2 Alumbrado Público

5.2.1 Situación Actual

De acuerdo a un censo realizado en el 2012 existen 262 municipios con 187.000 lámparas en uso para el alumbrado público. Casi un 80% o 150.000 de estas lámparas utilizan Vapor de Mercurio de alta presión (HPMV) de 175W.

Con la intención de determinar el potencial de Ahorro Energético, una variedad de alternativas más eficientes, se comparan para reemplazar las lámparas existentes. La lámpara de HPMV de 175W se identifica como la de uso más común en el sistema de alumbrado público en El Salvador. Además de la eficiencia, el mayor valor del ahorro técnico puede lograrse ya sea a través del uso de las lámparas LED de 60W ó por medio de las lámparas de inducción magnética (EMI) de 70W.

5.2.2 Ahorro de Energía y Costo de Inversión

El estudio para reemplazar las lámparas de vapor de mercurio HPMV por lámparas LED de 60W ó por lámparas EMI de 70W se muestra en la Tabla 5.2.1.

Tabla 5.2.1 Ahorro de Energía y Costo de Inversión de Alumbrado Público a Nivel Nacional

Tipo de Lámpara		Lámpara Actual	Lámpara Reemplazada
		Mercurio	LED
Energía	W	175	60
Numero a Reemplazar		149,578	
Consumo Mensual	kWh	9423,414	3230,885
Ahorros Mensuales	kWh		6192,529
	%		65.71%
	US\$		1238,506
Ahorro Anual	kWh		74310,350
	US\$		14862,070
Costo de la Lámpara	US\$		500
Inversión	US\$		74789,000
Horas de la vida de la lámpara	horas		50,000
Período de Recuperación	años		5.0

Fuente: Equipo de Estudio de JICA basado en información de CNE

Reemplazar aproximadamente 150,000 lámparas de mercurio por lámparas LED de 60W conllevará a un ahorro de aproximadamente de 74.3 GWh/año. El costo de la inversión sería cerca de los 75 millones de US\$.

5.3 Conclusión

5.3.1 Resumen

La Tabla 5.3.1 resume el ahorro energético, el costo de inversión y la factibilidad del reemplazo basado tanto en los resultados de la auditoria detallada energética como en el estudio de la sustitución del alumbrado público.

Table 5.3.1 Resumen de los resultados del ahorro energético para el sector gobierno

	Numero de instalaciones	Actual MWh/año	Ahorro			Inversión Mil US\$	Años de Recuperación años	TIR	VPN Mil US\$
			Potencial	MWh/año	Costo (Mil US\$)				
Estaciones de Bombeo (ANDA)	450	508,734	15%	76,310	8.487	38.2	4.5	17.96%	12.7
Hospitales	174	8,746	30%	2,624	0.623	2.5	4.0	21.31%	1.21
Oficinas Gubernamentales	11,077	95,067	30%	28,520	6.315	25.3	4.0	21.36%	12.3
Escuelas	4,605	9,716	20%	1,943	0.551	2.2	4.0	21.46%	1.08
Iluminación Publica	150,000	113,076	65%	73,499	14.862	74.5	5.0	15.03%	15.3
Total		735,339	25%	182,897	30.838	142.7	4.6	17.19%	42.5

Período del Proyecto: 10 años
Tasa de interés: 10%

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

La puesta en práctica del Ahorro Energético en los cinco sectores se traducirá en un ahorro total de electricidad de 180 GWh. Lo cual representa el tres por ciento (3.0%) del consumo total de electricidad del país.

5.3.2 Recomendaciones

Basado en los resultados de la encuesta, se recomienda el siguiente orden de implementación.

Prioridad 1: Estaciones de Bombeo de ANDA y Alumbrado Público

Estos dos sectores son grandes consumidores de electricidad. La implementación del ahorro de energía en cada sector conllevará a un ahorro substancial de electricidad. El potencial de ahorro energético en estos dos sectores es de 150GWh en tota. Lo cual representa el 2.5% del consumo total de electricidad en el país.

Prioridad 2: Oficinas Gubernamentales y Escuelas

El potencial de ahorro de energía en estos dos sectores es entre el 20-30% contra los valores actuales. Además, la implementación de programas de ahorro de energía en estas áreas conllevará a una educación general en la conservación de la energía.

En cuanto a los hospitales, existe un potencial de ahorro del 30%. Sin embargo, es importante considerar primero las necesidades de los pacientes antes de considerar los métodos de implementación.

Las prioridades antes mencionadas fueron presentadas como los resultados del estudio de pre-factibilidad por el equipo de estudio de JICA en el 2º taller que se llevó a cabo el 18 de Febrero del 2014, y no se recibió ningún tipo de objeción.

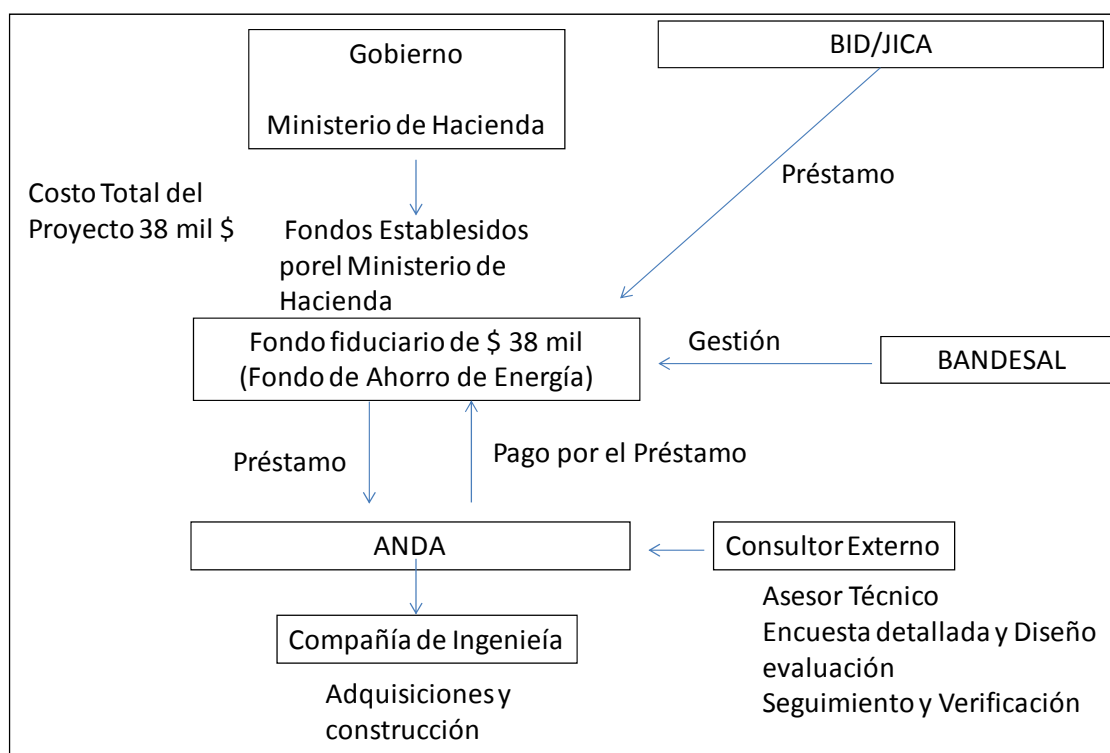
5.3.3 Plan de Implementación

Los esquemas de implementación de los tres casos para la estación de bombeo de ANDA y el alumbrado público de las municipalidades fueron considerados con el esquema CORE del BID y JICA. Los esquemas mencionados a continuación son únicamente ideas preliminares, es necesario estudiar más a fondo la factibilidad de los esquemas.

(1) ANDA

El costo máximo del proyecto se estima en 38,2 millones de dólares. Si ANDA opta por un préstamo para la ejecución del proyecto, se trata de un monto de préstamo muy grande para ANDA. Por lo tanto, es necesario apoyar a ANDA en la gestión del financiamiento y en la coordinación técnica del proyecto. El esquema tentativo de implementación se muestra en la figura 5.3.1.

- 1) El Ministerio de Hacienda establece el fondo fiduciario para el proyecto de ahorro de energía para ANDA
- 2) El BID y el JICA concesionan un préstamo de 30 millones de dólares al fondo fiduciario.
- 3) BANDESAL realiza una gestión financiera para el fondo fiduciario.
- 4) El fondo fiduciario proporciona el préstamo a ANDA.
- 5) ANDA asigna el manejo técnico a un consultor externo.
- 6) ANDA hace el pago del préstamo al fondo fiduciario.



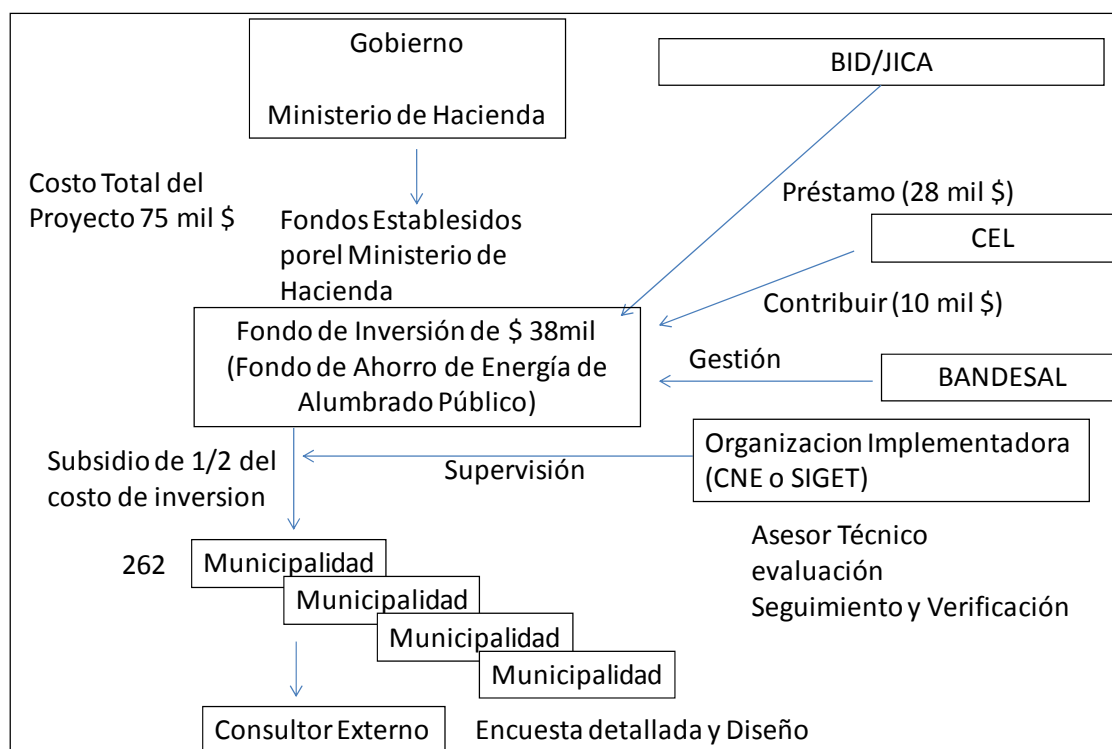
Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 5.3.1 Esquema de Implementación del Proyecto para ANDA

(2) Alumbrado Público (Esquema de subsidio)

Es necesario establecer algún sistema de apoyo para la promoción del ahorro energético en la Municipalidad. La Municipalidad no cuenta con ningún tipo de incentivo para implementar el ahorro energético haciendo uso de un préstamo. Se recomienda el sistema de apoyo mediante subvenciones a los costos de inversión del proyecto de ahorro energético. El esquema tentativo de implementación se muestra en la figura 5.3.2.

- 1) El Ministerio de Hacienda establece el fondo de inversión para el proyecto de ahorro de energético en el alumbrado público para las municipalidades.
- 2) La capacidad máxima del fondo es de 37.5 millones de dólares del 50% en el costo total del proyecto.
- 3) El BID y JICA conceden un préstamo de 28 millones de dólares al fondo fiduciario.
- 4) CEL aporta 10 millones de dólares de su subsidio.
- 5) BANDESAL realiza una gestión financiera del fondo fiduciario.
- 6) El fideicomiso ofrece a la Municipalidad un subsidio del 50 % del costo de la inversión.
- 7) CNE ó SIGET es un consultor técnico para el proyecto.
- 8) La Municipalidad nombra un consultor externo para el estudio detallado.
- 9) La Municipalidad obtiene incentivos por la sustitución de las lámparas a mitad del costo y obtiene una reducción del costo de energía actual del 50%.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

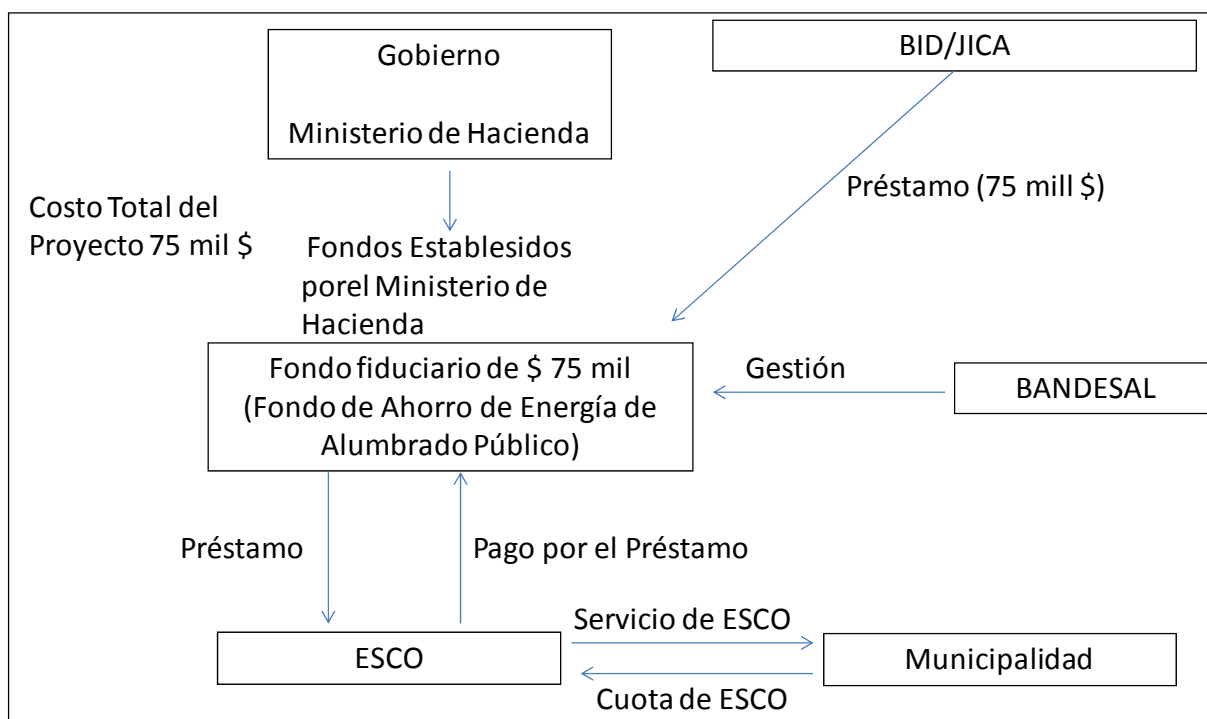
Figura 5.3.2 Esquema de Implementación del Proyecto de Alumbrado Público

(3) Alumbrado Público (Esquema ESCO)

Los negocios ESCO son herramientas efectivas para la promoción del ahorro energético. Si la tasa baja de interés de préstamo de ESCO es factible, los negocios ESCO pueden resultar exitosos para el ahorro energético del alumbrado público. Sin embargo, no existe ninguna experiencia de negocios ESCO en El Salvador. Es necesario desarrollar un ambiente de negocios en el mercado de ESCO, como es el de desarrollar empresas ESCO.

El esquema tentativo de implementación se muestra en la figura 5.3.3.

- 1) El Ministerio de Hacienda establece el fondo fiduciario para el proyecto de ahorro energético en el alumbrado público para los municipios.
- 2) La capacidad máxima del fideicomiso es de 75 millones de dólares del costo total del proyecto.
- 3) El BID y JICA concede un préstamo de 75 millones de dólares al fondo fiduciario.
- 4) BANDESAL realiza una gestión financiera del fondo fiduciario.
- 5) El fideicomiso ofrece el préstamo a la empresa ESCO para el costo de la inversión.
- 6) El Municipio pagará la cuota de servicio ESCO a la empresa ESCO con la reducción en el costo por el ahorro energético del proyecto.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 5.3.3 Esquema de Implementación del Proyecto de Ahorro de Energía de Alumbrado Público a través de ESCO