

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**  
**ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**  
**MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS**



**“IMPLICACIONES FINANCIERAS, SOCIOECONÓMICAS Y AMBIENTALES EN LA  
OPERACIÓN DE LA MICROCENTRAL, HIDROELÉCTRICA LAS CONCHAS, EN EL USO DE LA  
ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL MUNICIPIO DE CHAHAL, DEPARTAMENTO DE ALTA  
VERAPAZ, GUATEMALA”**

**ING. AGR. RNR WALTER VINICIO OSWALDO ALVARADO JERÓNIMO**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**  
**ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**  
**MAESTRÍA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS**



**"IMPLICACIONES FINANCIERAS, SOCIOECONÓMICAS Y AMBIENTALES EN LA OPERACIÓN DE LA MICROCENTRAL, HIDROELÉCTRICA LAS CONCHAS, EN EL USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL MUNICIPIO DE CHAHAL, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ, GUATEMALA"**

Informe final de tesis para la obtención del Grado de Maestro en Ciencias, con base en el Normativo de Tesis, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, en el punto séptimo inciso 7.2 del acta 5-2005 de la sesión celebrada el veintidós de febrero de 2005, actualizado y aprobado por Junta Directiva en el numeral 6.1 punto SEXTO del acta 15-2009 de la sesión celebrada 14 de julio de 2009.

**ASESOR**

**Dr. Caryl Alonso Jiménez, Ph. D.**

**AUTOR**

**Ing. Agr. RNR Walter Vinicio Oswaldo Alvarado Jerónimo**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS**  
**HONORABLE JUNTA DIRECTIVA**

Decano:	Lic. Luis Antonio Suárez Roldán
Secretario:	Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
Vocal I:	Lic. Carlos Alberto Hernández Gálvez
Vocal II:	MSc. Byron Giovanni Mejía Victorio
Vocal III:	Vacante
Vocal IV:	P.C. Marlon Geovani Aquino Abdalla
Vocal V:	P.C. Carlos Roberto Turcios Pérez

**JURADO EXAMINADOR QUE PRACTICÓ**  
**EL EXAMEN GENERAL DE TESIS SEGÚN**  
**EL ACTA CORRESPONDIENTE**

Presidente:	MSc. Carlos Humberto Valladares Gálvez
Secretario:	MSc. José Ramón Lam Ortíz
Vocal I:	MSc. Anibal Rogelio Sandoval Fabián





## ACTA No. 48-2016

En la Sala de Reuniones del Edificio S-11 de la Escuela de Estudios de Postgrado, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de San Carlos de Guatemala, nos reunimos los infrascritos miembros del Jurado Examinador, el 12 de noviembre de 2016, a las 8:00 horas para practicar el **EXAMEN GENERAL DE TESIS** del Ingeniero Agrónomo **Walter Vinicio Oswaldo Alvarado Jerónimo**, carné No. 100014129, estudiante de la Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos de la Escuela de Estudios de Postgrado, como requisito para optar al grado de Maestro en Formulación y Evaluación de Proyectos. El examen se realizó de acuerdo con el normativo de Tesis, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas en el numeral 6.1, Punto SEXTO del Acta 15-2009 de la sesión celebrada el 14 de julio de 2009.-----  
Cada examinador evaluó de manera oral los elementos técnico-formales y de contenido científico profesional del informe final presentado por el sustentante, denominado **"IMPLICACIONES FINANCIERAS, SOCIOECONÓMICAS Y AMBIENTALES EN LA OPERACIÓN DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA LAS CONCHAS, EN EL USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL MUNICIPIO DE CHAHAL, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ, GUATEMALA"**, dejando constancia de lo actuado en las hojas de factores de evaluación proporcionadas por la Escuela. El examen fue **APROBADO** con una nota promedio de 70 puntos, obtenida de las calificaciones asignadas por cada integrante del jurado examinador. El Tribunal hace las siguientes recomendaciones: Que el sustentante incorpore las enmiendas señaladas dentro de los 30 días calendario.

En fe de lo cual firmamos la presente acta en la Ciudad de Guatemala, a los doce días del mes de noviembre del año dos mil dieciséis.

MSc. Carlos Humberto Valladares Gálvez  
Presidente

MSc. José Ramón Lam Ortiz  
Secretario



MSc. Anibal Rogelio Sandoval Fabián  
Vocal I

Ing. Walter Vinicio Oswaldo Alvarado Jerónimo  
Postulante



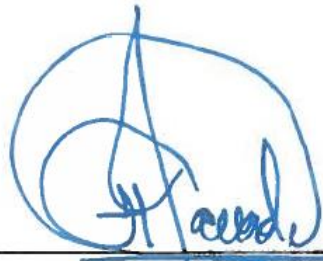
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**  
**ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

## ADENDUM

El infrascrito Presidente del Jurado Examinador CERTIFICA que el estudiante Walter Vinicio Oswaldo Alvarado Jerónimo, incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro examinador del Jurado.

Guatemala, 10 de enero de 2017.



(f)   
MSc. Carlos Humberto Valladares Gálvez  
Presidente



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE  
GUATEMALA



FACULTAD DE CIENCIAS  
ECONOMICAS

EDIFICIO S-8  
Ciudad Universitaria zona 12  
GUATEMALA, CENTROAMERICA

**DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
GUATEMALA, ONCE DE SEPTIEMBRE DE DOS MIL DIECISIETE.**

Con base en el Punto QUINTO, inciso 5.1., subinciso 5.1.2 del Acta 15-2017 de la sesión celebrada por la Junta Directiva de la Facultad el 30 de agosto de 2017, se conoció el Acta Escuela de Estudios de Postgrado No. 48-2016 de aprobación del Examen Privado de Tesis, de fecha 12 de noviembre de 2016 y el trabajo de Tesis de Maestría en Formulación y Evaluación de Proyectos: “IMPLICACIONES FINANCIERAS, SOCIOECONÓMICAS Y AMBIENTALES EN LA OPERACIÓN DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA LAS CONCHAS, EN EL USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL MUNICIPIO DE CHAHAL, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ, GUATEMALA”, que para su graduación profesional presentó el Ingeniero Agrónomo **WALTER VINICIO OSWALDO ALVARADO JERÓNIMO**, autorizándose su impresión.

Atentamente,

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**



LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES  
SECRETARIO

LIC. LUIS ANTONIO SUÁREZ ROLDÁN  
DECANO

M.CH



## ACTO QUE DEDICO

A DIOS:	Por sobre todo, y ser la fuente de Sabiduría
A LA MEMORIA DE:	Mi abuela Juana Manuel Román, Raymundo y Anabela Alvarado, Carmen Itzep y Mariano González.
A MI MADRE:	Por su sacrificio, humildad y ternura
A MIS HERMANOS, HERMANAS, CUÑADAS	Por el apoyo constante
A MIS SOBRINOS Y SOBRINAS:	Con mucho cariño y como una muestra de perseverancia
A MI FAMILIA:	Angelina y especialmente a mi pequeña Nathalie (mi chiquilina), por ser la motivación en mi vida
A MI FAMILIA EN GENERAL:	Especialmente a mis tíos, Felipe y Cruz Jerónimo, que pregonan con el ejemplo, fuentes de inspiración y humildad.
AL VARÓN RABINAL ACHÍ	Y sus descendientes que lucharon y luchan, por construir un mejor país, más humano (Oj K'aslik)
A MIS AMIGOS	Con mucho aprecio

## AGRADECIMIENTOS

- A Guatemala: Como una manera de poder retribuir mi formación, y materializarla en esta investigación, hacia las comunidades rurales.
- A la Universidad de San Carlos de Guatemala: Por mi formación Universitaria
- A mi asesor externo: Lic. Flavio Ortíz, por sus conocimientos y enseñanzas, en el diseño de la investigación.
- A las familias de Chahal: Especialmente a don Alberto Tejc Caal y familia, por el apoyo en el trabajo de campo.
- A la ASOCALCO: Junta Directiva 2012-2016, por permitirme realizar la investigación en las comunidades beneficiarias, especialmente a don Noel Contreras.
- A las comunidades beneficiarias, con la microcentral hidroeléctrica comunitaria: Así como a los hogares que abrieron sus puertas, para que esta investigación se llevara a cabo
- Al facilitador comunitario: Víctor Tzalam Paquiul, por el trabajo de traducción y acompañamiento, en la recopilación de datos de campo.
- A JICA: Por creer e invertir en las zonas aisladas, con proyectos que ayudan al buen vivir -Utz K'aslemal-



## INDICE GENERAL

<b>RESUMEN.....</b>	<b>i</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>iii</b>
<b>1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>1</b>
1.1 Electrificación nacional .....	1
1.2 Cobertura nacional .....	1
1.3 Cobertura departamental.....	2
1.4 Cobertura municipal .....	2
1.5 Cobertura eléctrica de Chahal.....	3
1.6 Zonas rurales aisladas en Guatemala.....	3
1.7 Caracterización de las zonas rurales aisladas en Guatemala .....	4
1.8 Acciones implementadas por el Estado hacia las zonas rurales aisladas .....	4
1.8.1 Planes de Electrificación Rural -PER-.....	5
1.8.2 Planes de Expansión Territorial -PET-.....	5
1.8.3 Plan de Expansión del Transporte Nacional -PETNAC-.....	6
1.8.4 Plan de Expansión del Sistema de Generación -PEG-.....	6
1.9 Estudio realizados en las zonas rurales aisladas de Guatemala.....	6
1.10 Diagnóstico del sector energético en el área rural de Guatemala .....	7
1.11 Diagnóstico de la electrificación rural en Guatemala .....	7
1.12 Franja Transversal del Norte .....	8
1.13 Marco contextual .....	8
1.13.1 Contexto histórico.....	8
1.13.2 Evolución del sector eléctrico a nivel nacional.....	12
1.13.3 Estrategias de planificación.....	17
1.13.4 Políticas impulsadas en el sector de energía.....	17
1.14 Contexto monográfico .....	20
1.15 Proyectos ejecutados en zonas rurales aisladas de Guatemala .....	25

1.16	Proyectos comunitarios impulsados en sitios aislados .....	26
1.17	Antecedentes de la microcentral hidroeléctrica comunitaria .....	28
1.18	Estudio de preinversión a nivel de factibilidad de la microcentral hidroeléctrica .....	30
<b>2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL .....</b>	<b>33</b>
2.1	Información acerca de energía y microcentrales .....	33
2.1.1.	¿Qué es energía renovable?.....	33
2.1.2.	¿Qué es la energía hidráulica y cómo se genera? .....	33
2.1.3.	Tipos de centrales hidroeléctricas de pequeña escala .....	34
2.1.4.	Características de las pequeñas centrales hidroeléctricas .....	34
2.1.5.	Componentes de una microcentral hidroeléctrica .....	34
2.2	La evaluación como herramienta, disciplina y proceso.....	36
2.2.1	Enfoques de evaluación .....	36
2.2.2	La evaluación a lo largo del ciclo de vida del proyecto .....	37
2.2.3	Instrumentos para evaluación de proyectos .....	38
2.3	Beneficios de la evaluación de proyectos .....	38
2.3.1	Requisitos del proceso de evaluación.....	38
2.3.2	Preguntas acerca de evaluación de proyectos .....	39
2.4	La situación con proyecto y sin proyecto .....	40
2.5	Enfoques para determinar resultados económicos y financieros.....	40
2.6	Indicadores de costo eficiencia .....	41
2.7	Definición de evaluación financiera y económica.....	42
2.7.1	La evaluación financiera o evaluación privada .....	42
2.7.2	La evaluación económica.....	42
2.8.	Contexto teórico .....	42
<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>46</b>
3.1	Definición del problema .....	46
3.1.1	Contexto del área de la investigación .....	46

3.1.2	La organización social de la unidad análisis .....	47
3.2	Objetivos.....	48
3.2.1	Objetivo general .....	48
3.2.2	Objetivos específicos: .....	48
3.2.3	Hipótesis de trabajo.....	49
3.3	Especificación de variables .....	49
3.4	Método científico .....	50
3.5	Instrumentos de medición aplicados .....	51
3.5.1	Análisis documental.....	52
3.5.2	Investigación de campo.....	52
3.6	Técnicas de investigación aplicadas .....	52
3.6.1	Técnicas de investigación cualitativas .....	52
3.6.2	Técnicas de investigación cuantitativas .....	53
3.7	Análisis de datos .....	55
<b>4.</b>	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>56</b>
4.1	Presentación y análisis de resultados .....	56
4.1.1	Implicaciones económicas y financieras del proyecto .....	56
4.1.2	Implicaciones sociales del proyecto .....	66
4.1.3	Implicaciones ambientales del proyecto .....	78
4.1.4	Situación sin proyecto y con proyecto de variables seleccionadas. ....	83
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>85</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>87</b>
	<b>FUENTE BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>90</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>96</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>102</b>
	<b>ANEXO 1. Mapa de localización, de la microcentral.....</b>	<b>103</b>
	<b>ANEXO 2. Lista de "Jefes de hogar", encuestados .....</b>	<b>104</b>
	<b>ANEXO 3. Lista de emprendedores encuestados.....</b>	<b>105</b>
	<b>ANEXO 4. Lista de directores de escuela, entrevistados .....</b>	<b>106</b>

<b>ANEXO 5. Lista del Grupo Focal.....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXO 6. Carta de respaldo, para el trabajo de campo .....</b>	<b>108</b>
<b>ANEXO 7. Encuesta dirigida a "Jefes de hogar".....</b>	<b>109</b>
<b>ANEXO 8. Encuesta dirigida a emprendedores .....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXO 9. Guía de entrevista, dirigida al Grupo Focal.....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXO 10. Guía de entrevista, dirigida a directores de escuela .....</b>	<b>114</b>

## ACRÓNIMOS

ACDI	Agencia Internacional para el Desarrollo Internacional
AEA/UE	Alianza en Energía y Ambiente/Unión Europea
AMM	Administrador del Mercado Mayorista
ASHDINQUI	Asociación Hidroeléctrica de Desarrollo Integral del Norte de Quiché
ASOCALCO	Asociación Campesina Las Conchas
ASOCHEL	Asociación Hidroeléctrica Chelense
B/C	Razón Beneficio Costo
B/CE	Razón Beneficio Costo Económica
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
CAD	Comité de Asistencia para el Desarrollo
CNEE	Comisión Nacional de Energía Eléctrica
COCODES	Consejos Comunitarios de Desarrollo
DEOCSA	Distribuidora de Electricidad de Occidente S.A.
DEORSA	Distribuidora de Electricidad de Oriente S.A.
DGE	Dirección General de Energía
DMP	Dirección Municipal de Planificación
EAI	Evaluación Ambiental Inicial
EBASCO	Compañía Electric Bond & Share Co.
ENCOVI	Encuesta de Condiciones de Vida
ENEI	Encuesta Nacional de Empleo e Ingresos
ENSMI	Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil
FTN	Franja Transversal del Norte
GEF	Global Environment Facility
GEI	Gases de Efecto de Invernadero
IARNA	Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Nacional y Sociedad
ICEFI	Instituto Centroamericano de Estudios Fiscales
ILPES	Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social.
INAB	Instituto Nacional de Bosques
INDE	Instituto Nacional de Electrificación
INE	Instituto Nacional de Estadística
INTA	Instituto Nacional de Transformación Agraria
IPCC	Climatic Intergovernmental Panel on Climate Chance
JICA	Agencia de Cooperación Internacional de Japón



MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MEM	Ministerio de Energía y Minas
MER	Mercado Eléctrico Regional
NRECA	National Rural Electric Cooperatives Association
OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo Económico
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OIM	Organización Internacional para las Migraciones.
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
ONG	Organización No Gubernamental
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PEG	Planes de Expansión de Generación
PER	Planes de Electrificación Rural
PET	Planes de Expansión Territorial
PET	Planes de Expansión de Transmisión
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
PRI	Período de Recuperación de la Inversión
PURE	Usos Productivos de la Energía Renovable en Guatemala
REE	Reserva Estratégica Energética
SEGEPLAN	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia
SICA	Sistema de la Integración Centroamericana
SIGAP	Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas
SNI	Sistema Nacional Interconectado
SIPECIF	Sistema de Prevención y Control de Incendios Forestales
TERs	Tecnologías de Energía Renovable
TIR	Tasa Interna de Retorno
TIRE	Tasa Interna de Retorno Económica
UAE	Unidad Administradora de Energía
URL	Universidad Rafael Landívar
USAC	Universidad de San Carlos
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
VAN	Valor Actual Neto
VANE	Valor Actual Neto Económico
ZRA	Zonas Rurales Aisladas

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción de las generalidades del proyecto.....	29
Cuadro 2. Preguntas claves del proyecto de investigación .....	40
Cuadro 3. Junta Directiva Asociación Campesina Las Conchas .....	48
Cuadro 4. Especificación de las variables de investigación .....	49
Cuadro 5. Número de personas encuestadas como jefe de hogar .....	54
Cuadro 6. Listado de emprendedores encuestados. ....	54
Cuadro 7. Aparatos adquiridos por jefes de hogar .....	60
Cuadro 8. Situación sin proyecto y con proyecto.....	84

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Rango de ingresos familiares .....	57
Gráfica 2. Considera que ha mejorado su economía con el proyecto? .....	58
Gráfica 3. Uso de la energía en el hogar .....	59
Gráfica 4. Considera que sus gastos de iluminación se redujeron? .....	60
Gráfica 5. Considera que la tarifa que paga actualmente es adecuada? .....	62
Gráfica 6. Con la energía eléctrica su negocio se amplió o diversificó? .....	64
Gráfica 7. ¿Existe mejor comercialización de sus productos en su comunidad? .....	65
Gráfica 8. El uso de la electricidad ha facilitado las tareas familiares? .....	67
Gráfica 9. El servicio de la energía está a nombre de una mujer? .....	69
Gráfica 10. Existe mayor participación de la mujer en la comunidad? .....	69
Gráfica 11. Ahorro en tiempo para dedicarse a otras actividades? .....	70
Gráfica 12. Con la energía eléctrica ha mejorado el servicio de educación? .....	72
Gráfica 13. Ampliación de horario en el servicio? .....	73
Gráfica 14. Ampliación de días de servicio? .....	74
Gráfica 15. Disminución de analfabetismo? .....	75
Gráfica 16. Con la energía eléctrica ha mejorado el servicio de salud? .....	78
Gráfica 17. Sabe que al destruir el bosque, la cantidad de agua disminuye y también la generación de electricidad? .....	79
Gráfica 18. Con el uso de la electricidad, ha disminuido el uso de la leña, carbón, ramas, ocote, otros? .....	80
Gráfica 19. La energía eléctrica ha disminuido la presión de los bosques? .....	82

## RESUMEN

La energía se ha convertido hoy en día, en una necesidad impostergable, y ningún aspecto de los programas de modernización, podría hacerse al margen de ella, según opinión del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD 2016).

Atendiendo las estadísticas del sector eléctrico de Guatemala, 8 de cada 100 guatemaltecos, aún carecen de acceso a energía eléctrica, denominándose así, a estas áreas como zonas aisladas. Son justamente estas áreas, las que han sido excluidas del modelo de desarrollo tradicional, con consecuencias, en la exclusión y pobreza, en donde los diversos índices de desarrollo humano presentan indicadores lamentables. No obstante, el tránsito de la oscuridad a la claridad, acceso a medios de comunicación y producción, son algunos elementos que representan el mejoramiento de las condiciones de vida para las diversas comunidades rurales, beneficiarias del proyecto de la microcentral, hidroeléctrica comunitaria Las Conchas; el desarrollo comienza a ser una realidad.

A pesar que el proyecto se encuentra en funcionamiento, desde el año 2012, a la fecha, no se cuenta con una investigación, que permita conocer las implicaciones económicas y financieras de la operacionalización de la microcentral hidroeléctrica; lo cual, representa una debilidad, en cuanto a la toma de medidas correctivas, de ser necesario con ello, hacer un uso eficiente de los recursos utilizados (humanos, físicos, financieros y tecnológicos).

Dentro de los resultados más relevantes, se determinó que el uso de la energía eléctrica es fundamental para el desarrollo de las comunidades, tanto, a nivel de hogar, comunitario y reflejado también en las diferentes actividades productivas, culturales, deportivas, educativas y religiosas. Los beneficiarios perciben, que sus gastos de iluminación han disminuido considerablemente. Así mismo, el acceso a la energía eléctrica, implicó para la mayor parte de los hogares, la adquisición de otro tipo de tecnología complementaria (refrigeradoras, radios, computadoras, equipos industriales y fotocopiadores, entre otros).

Solamente, un grupo reducido de la población considera que sus ingresos monetarios mejoraron, el apoyo que han tenido en la complementariedad del proyecto, a través de actividades productivas ha sido fundamental para consolidar la cohesionalidad de las comunidades, especialmente en grupos de mujeres.

A pesar que el proyecto se ubica dentro del parque municipal Las Conchas, el cambio de uso del suelo para actividades extensivas, es evidente fuera de dicha área; lo que conlleva a una

degradación ambiental de forma considerable, que puede afectar el futuro funcionamiento de la microcentral hidroeléctrica; sumándose a ello, los efectos del cambio climático, especialmente en la reducción de caudales.

Las conclusiones de la presente investigación, reflejan ampliamente que el acceso a la energía eléctrica, tiene impactos positivos en las comunidades beneficiarias; sin embargo, solo es el primer paso, debiéndose continuar con la promoción gradual de proyectos productivos, orientados a satisfacer necesidades de la región, por las ventajas comparativas y competitivas que presentan las comunidades. Así mismo, quedó demostrado, que, a mayor acceso a fuentes de energía eléctrica, se incrementa el uso de la misma, en actividades residenciales, comerciales y productivas.



## INTRODUCCIÓN

Según la Encuesta de Condiciones de Vida -ENCOVI- 2014, citado por (PNUD 2016), alrededor de 3.2 millones y medio de personas, no tienen servicio de energía eléctrica en su vivienda. El escaso acceso a este recurso, incide en la calidad de vida de la gente, de diversas maneras; aunque, esta limitante, no siempre sea percibida por quienes la padecen, debido a las formas de vida que se manifiesta en el área rural.

Gracias a las potencialidades locales, en cuanto a la disponibilidad del recurso hídrico, así, como a la anuencia e interés de las comunidades, se logró impulsar el proyecto de la microcentral hidroeléctrica comunitaria Las Conchas, la cual, es administrada por la Asociación Campesina Las Conchas -ASOCALCO-, y fue posible por el apoyo económico y técnico por parte de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón -JICA-, que, a la fecha, brinda acompañamiento a diversas actividades productivas a grupos de mujeres.

La energía eléctrica, es un servicio fundamental para la economía y el desarrollo de las sociedades. En función al impulso de la Política Energética del país, a partir de fuentes renovables, una de las prioridades contempladas por las autoridades, es la promoción de hidroeléctricas, se estima, que dicho potencial a nivel nacional es de aproximadamente 6,000 Megavatios -MW-; pero, en la actualidad, solamente se aprovecha menos del 20%. A diciembre del 2015, se estimaba un índice de cobertura eléctrica de 91.96% a nivel nacional, no obstante, las brechas de electrificación entre las distintas regiones del país eran evidentes, a pesar de los esfuerzos del Estado en los diferentes programas de electrificación rural; tal es el caso, del departamento de Alta Verapaz, en donde se contaba para ese año, con un índice del 44.09%, siendo el departamento con menos cobertura eléctrica.

De acuerdo al mismo tema, (PNUD 2016), considera que: Alta Verapaz es el departamento con mayor número de hidroeléctricas y el segundo en potencia instalada. A ello, debe agregársele que es el departamento más pobre de Guatemala (en varios de sus municipios más de la mitad de la población rural vive en pobreza extrema).

En el caso del municipio de Chahal, en el año 2015, contaba con un índice de cobertura eléctrica, de tan solo 24.98%. Son justamente, estas áreas las que han sido excluidas del modelo de desarrollo tradicional, con consecuencias que promueven la exclusión y pobreza.

Según (PNUD 2016), hace mención de la última medición de la pobreza realizada en el país en el 2014, en donde se evidencia que, 6 de cada 10 guatemaltecos, se encontraban en condiciones de pobreza general, por lo que, 3 de cada 10 guatemaltecos, viven en condición de pobreza extrema; es decir, que no son capaces de cubrir el costo del consumo mínimo de alimentos necesarios para tener una adecuada nutrición.

No obstante, la electrificación rural es prioritaria para el Estado en esas áreas, fundamentalmente para ampliar el suministro de servicio eléctrico a la población de los municipios y comunidades rurales; a pesar de ello, a la fecha, existen varias poblaciones principalmente indígenas rurales que no cuentan con este servicio fundamental para su desarrollo.

Las causas que generan el escaso suministro eléctrico, están orientadas por las distancias, en donde se ubican las comunidades mencionadas a las diferentes subestaciones y líneas de transmisión, con ello, se suma las condiciones topográficas del lugar, condiciones de pobreza, los altos costos de transmisión; así mismo, las características propias de la población, en cuanto a la baja densidad poblacional y distanciamiento de hogares entre comunidades, lo cual, ha permitido que a la fecha sea un mercado no rentable para las empresas de transporte y distribución de energía, permitiendo que a la fecha existan comunidades que no cuenten con dicho servicio básico, denominándose a dichas áreas “zonas aisladas”.

Este tipo de condiciones, ha permitido impulsar diversos proyectos de electrificación rural en estas áreas, principalmente a través del aprovechamiento de los recursos naturales disponibles en la zona; como lo es, la generación de energía eléctrica a través de pequeñas microcentrales, administradas por la misma comunidad. Para el caso del proyecto en particular, la puesta en operación, contó con el apoyo de diferentes instancias de cooperación nacional, internacional y principalmente de la comunidad beneficiaria, así, como de autoridades municipales.

Para la información, que sirvió de base, con ello fundamentar y sustentar la presente investigación, se hizo necesario auxiliarse de los siguientes recursos: observación directa, análisis documental e investigación de campo, a través de encuestas y entrevistas individuales, grupales e informantes locales claves.

El objetivo fundamental de la investigación, se centró en contribuir a la comprensión, alcances y beneficios de la puesta en funcionamiento y operación de la microcentral hidroeléctrica comunitaria, respecto a mejorar las condiciones de vida, aumento en las fuentes de trabajo e incremento en el ingreso monetario de las familias en las comunidades beneficiadas.

En tanto, que los objetivos específicos se focalizaron en identificar las implicaciones sociales y comunitarias, respecto a educación y salud; así como, establecer la incidencia en las relaciones de género y participación comunitaria; conocer las implicaciones ambientales del proyecto, respecto a la disminución del consumo de leña, ocote, carbón y otros.

La hipótesis de investigación, giró en torno al siguiente planteamiento “A mayor despliegue de servicios eléctricos, mayor acceso a fuentes de energía, para la actividad residencial, comercial y productiva; lográndose mejoras en la creación de nuevos empleos y emprendimientos; incremento en el ingreso de las familias, diversificación de la producción agrícola, pecuaria, forestal, agroindustrial y mejoras en la calidad de vida, respecto a salud, educación, recreación y equidad de género”.

La justificación de la presente investigación, se basó en que la evaluación de proyectos, es una parte medular en la ejecución de las diferentes actividades que se desarrollan, en la vida útil de la microcentral hidroeléctrica; por lo que la evaluación, está presente en la pre inversión, inversión, operación y liquidación, misma que se utiliza para reorientar las actividades que se desarrollan o se desarrollaran próximamente.

El contenido de la presente tesis, consta de los siguientes capítulos: el capítulo uno, se centra en los antecedentes de la electrificación, la importancia de su cobertura en el territorio nacional, especialmente en las zonas rurales aisladas, para dinamizar el desarrollo, así como las diversas acciones implementadas y estudios impulsados. También, se hace una referencia histórica de la microcentral, además, se describen temas relacionados con la generación de energía.

El capítulo dos, contiene información relevante respecto al marco teórico y conceptual. El mismo, ubica la situación investigada, dentro de un conjunto de conocimientos teóricos y empíricos, orientando con ello el propósito del proyecto; tomando en cuenta, la conceptualización de temas y subtemas que se emplearon en el proceso de la investigación.

El capítulo tres, hace referencia al marco metodológico, contiene la explicación en detalle del proceso realizado para comprender el problema de investigación, que incluye, el método por el que se rige este estudio, técnicas, instrumentos y estrategias de abordaje.

El capítulo cuatro, análisis y discusión de resultados, se presentan las implicaciones económicas, financieras, sociales y ambientales de la operación de la microcentral hidroeléctrica, que han sido relevantes para la población beneficiaria.

En la última parte se abordan las conclusiones, se comprueba la hipótesis de investigación, así, como el cumplimiento de los objetivos, quedando demostrado, que la disponibilidad y uso de la energía eléctrica, mejora las condiciones de vida y bienestar de los usuarios.

En las recomendaciones, destaca la importancia de las políticas públicas que fomenten el desarrollo integral de las comunidades beneficiarias, así, como el fortalecimiento de capacidades locales por medio de la implementación de proyectos productivos y de adaptación al cambio climático que minimizan la degradación de los recursos naturales.

La bibliografía y egrafía, contienen una serie de documentos que sirvieron de base para la elaboración de la investigación, siendo su contenido económico, financiero, social, ambiental y de evaluación de proyectos.

En los anexos, se incluye información que fortalece la investigación realizada, como los instrumentos utilizados y mapas de localización de las comunidades, listado de personas encuestadas, entre otros.

## **1. ANTECEDENTES**

La electrificación rural en Guatemala, tiene sus orígenes a finales del siglo diecinueve, con las reformas liberales que intentaron colocar al país dentro del ámbito capitalista de producción, orientando las acciones a la producción de café, algodón y banano. Esta acción gubernamental, promovió a gran escala la comunicación de áreas productivas y centros de acopio, por medio de carreteras, puertos y ferrocarriles; infraestructura que necesitaba, tanto, de iluminación, como de energía para movilizar maquinaria y medios de transporte, lo que permitiría insertar al país en el comercio internacional (importaciones y exportaciones).

De todos, es conocido, que la energía eléctrica es básica para el desarrollo de cualquier país, su disposición genera una serie de oportunidades que están orientadas a promover emprendimientos, crear empleo, generar oferta de nuevos productos y servicios, pero, la función fundamental es mejorar la calidad de vida y bienestar de la población. Afortunadamente, Guatemala tiene grandes fuentes de recursos naturales para generar energías limpias, como: agua, viento, sol y geotermia.

### **1.1 Electrificación nacional**

El sistema de electrificación nacional, tiene como objetivo proporcionar energía eléctrica de calidad, para satisfacer la creciente demanda económica y social de los guatemaltecos, ampliando la cobertura. Con las políticas actuales de electrificación, se pretende incrementar el consumo doméstico rural e impulsar el apareamiento de nuevas industrias productivas y eficientes para atender mercados globalizados y competitivos.

El servicio energético, debe ser continuo y confiable, en el que su generación y transporte sea limpio, que promueva la competitividad en el mercado eléctrico regional, que incluye México y Centroamérica, con la utilización del recurso humano capacitado, a nivel local, incluyendo el cuidado del ambiente.

### **1.2 Cobertura nacional**

Según, Perfil Energético (URL 2015), Guatemala alcanzó a mediados de la década de los 90, una cobertura de servicios de electricidad, del 50%. Esto mismo, lo confirman las diversas estadísticas reportadas, que dan cuenta, que para 1992 el índice de electrificación era de 49.1%; sin embargo, con la apertura del mercado eléctrico, esta creció aceleradamente y para el 2006 la misma, fue del 85.1%. Al 31 de diciembre del 2015 la cobertura eléctrica a nivel nacional fue de 91.96% según el índice de cobertura eléctrica (MEM, DGE 2016).



En la actualidad, alrededor del 51% del consumo energético se genera a través de hidroeléctricas, aprovechando un 15% del potencial estimado que es de 6,000 MW. El avance en la implementación de la Matriz Energética 2013-2027, busca contar con una energía más amigable al medio ambiente (siendo esta la energía hidroeléctrica) y que pueda sustituir sustancialmente el uso del búnker para dicha generación. Una parte del servicio de electricidad en el país, es suministrado por el Sistema Nacional Interconectado -SNI-, mientras, que otro porcentaje, es través de sistemas aislados, según el Ministerio de Energía y Minas -MEM-, a través del documento de Condición Sectorial (MEM 2016).

### **1.3 Cobertura departamental**

Para diciembre del 2015, el índice de cobertura eléctrica para el departamento de Guatemala reportaba un 99.95% de electrificación. En el mismo informe estadístico, se observa las diferencias de cobertura entre las distintas regiones del país, en las cuales, sobresale el departamento de Petén con una cobertura del 66.63%; mientras, que el departamento de Alta Verapaz, a nivel nacional es el que posee una menor cobertura, pues, la misma corresponde al 44.09% (MEM DGE 2016).

Con base a dichas estadísticas, tal y como lo menciona el Instituto Centroamericano de Estudios Fiscales (ICEFI 2016), las regiones en donde se registra menor cobertura, coinciden con aquellas que concentran mayores tasas de pobreza, lo cual, permite evidenciar el carácter estratégico que tiene la energía en el desarrollo de las condiciones de vida de la población.

### **1.4 Cobertura municipal**

Si bien es cierto, a diciembre de 2015, el índice de cobertura eléctrica superaba más del 90%, existen algunos municipios del país, que su cobertura a esa fecha estaba por debajo del mismo, tal, es el caso de municipios como: Pueblo Nuevo Viñas, del departamento de Santa Rosa, con 81.78%, a pesar que dicho departamento reportaba un índice de cobertura eléctrica a nivel departamental del 97.13%; San José La Máquina, con un índice de 69.28%, cuyo departamento, Suchitepéquez, reportaba una cobertura de 90.73%. El Departamento de Quiché, su índice de cobertura eléctrica era de 87.14%, algunos municipios, como: Chicamán tenía una cobertura eléctrica de 44.02%; Chajul 38.95%; San Juan Cotzal 52.39%, con base a las estadísticas del índice de cobertura eléctrica (MEM DGE 2016).

A fines del 2015, el municipio de Chahal, en base a los índices de cobertura eléctrica del MEM, poseía únicamente una cobertura eléctrica de 24.98%; siendo así, el tercer municipio del departamento de Alta Verapaz con menor servicio energético a nivel departamental, los otros municipios son Tukurú (19.16%) y Senahú (23.03%) (MEM DGE 2016).

Los datos estadísticos ponen de manifiesto que, en el área rural, el acceso a los servicios de energía eléctrica es aún limitado, hecho significativo, pues, al considerar que Guatemala, pese a haber sido alcanzado por la corriente latinoamericana de urbanización, sigue siendo mayoritariamente rural (51.5%), según el Perfil Energético del país (URL 2015).

### **1.5 Cobertura eléctrica de Chahal**

El Plan de Desarrollo Municipal de Chahal 2011-2025 (SEGEPLAN 2010), hace mención que de acuerdo al Libro de Actas de sesiones ordinarias del Concejo Municipal, en el que aparece el punto tercero del acta no. 27-2,009, donde acuerda, la organización del municipio en 105 lugares poblados; constituidos por la cabecera municipal, aldeas, fincas y caseríos agrupados en 7 microregiones<sup>1</sup>. Así mismo, según el listado e información básica de lugares poblados del municipio de Chahal (INE 2015), del total de los lugares poblados, solamente 13<sup>2</sup> cuentan con servicio de energía, a través del sistema de electrificación nacional; el resto carece del servicio de energía eléctrica, a excepción de las 11 comunidades beneficiarias con el proyecto en mención<sup>3</sup>, sumando un total, solamente de 24 comunidades que cuentan con acceso a energía eléctrica.

### **1.6 Zonas rurales aisladas en Guatemala**

Se denominan así, a las comunidades rurales dispersas, de difícil acceso y alejadas de las líneas de transmisión de energía. Una de las características de dichas zonas, según investigaciones de la Fundación Semillas del Sol, es que la mayoría de comunidades que no han sido electrificadas, tienden a ser las de menor densidad de población, por lo que, los costos de inversión y gastos per cápita son más altos. Para Ávila (2015), la energía de alta tensión que se transmite por medio de cables, ha demostrado sus limitaciones para llegar a comunidades alejadas en países del Tercer Mundo, debido a los costos de transmisión.

En ese mismo contexto, es necesario hacer mención a que Arriaza (2005) describe otra característica de dichas áreas, que es el difícil acceso, así mismo, hace referencia a que, son justamente estas áreas en donde impera la pobreza y pobreza extrema; uno de los resultados de la Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil -ENSMI- 2014-2015 (MSPAS *et al* 2017), hace referencia a que la prevalencia de la desnutrición crónica es mayor en el área rural con un 45%. Esto se traduce en que dichas zonas, sean poco atractivas para las empresas, en construir líneas y

---

<sup>1</sup>Microrregión: unidad territorial del municipio organizada en función de características comunes de las comunidades, el cual incluye accesos, producción y servicios.

<sup>2</sup>Incluyendo la cabecera municipal.

<sup>3</sup>Información proporcionada a través de la entrevista realizada al Director Municipal de Planificación -DMP- de la municipalidad de Chahal.

redes eléctricas en esos lugares; aparte de ello, el consumo de energía es muy bajo. Por tal razón, es evidente que el bajo consumo de dicha energía, no compensa la inversión.

En tanto, Arriaza (2005), manifiesta que el usuario potencial de dichas áreas marginadas, no cuenta con los recursos económicos para poder costear la construcción de este tipo de obras, que por lo disperso de la infraestructura de distribución, el costo se eleva en comparación con un usuario del área urbana.

### **1.7 Caracterización de las zonas rurales aisladas en Guatemala**

Vallvé y Juan, citado por Gil *et al* (2008), describen las características de la electrificación de zonas rurales aisladas en Guatemala, en función de la densidad de carga baja; el número de conexiones por kilómetro -km- de línea de mediana tensión, es relativamente bajo, debido a que la electrificación rural es llevada a cabo en grandes extensiones de territorio con hábitat disperso.

La carga por conexión y de cada consumidor, en el área rural, tienden a ser pequeños, respecto a los de las áreas urbanas. Esto, debido a que las demandas individuales de energías son bajas, ya que los ingresos medios de una familia en estas áreas son generalmente más bajos que la media, además, de la influencia en el consumo del estilo de vida.

Costos altos por conexión y por kilovatios hora -kWh- suministrado

- i. Los costos de instalación son crecientes con el aumento del aislamiento de los puntos a conectar.
- ii. Los costos de operación y mantenimiento, son mayores por la misma razón anterior. La densidad de carga, los costos de instalación y la normativa sobre mantenimiento, conducen a períodos de retorno de la inversión en electrificación rural, imposibles para la compañía eléctrica. Esta situación, da lugar a que no sea interesante para las compañías eléctricas, el suministro rural, que, además, por razones sociales, debe tener una calidad de servicio similar al de zonas urbanas.

### **1.8 Acciones implementadas por el Estado hacia las zonas rurales aisladas**

Según, el Perfil Energético (URL 2015) desde la década de 1970, el gobierno central, a través del Instituto Nacional de Electrificación -INDE- implementó los denominados Planes de Electrificación Rural -PER-, con el propósito de ampliar el suministro de servicio eléctrico para elevar el nivel socioeconómico de la población rural. El esfuerzo, no ha sido suficiente para cubrir las

necesidades en las áreas aisladas, donde tanto los costos de electrificación por conexión, como los de operación y mantenimiento de infraestructura eléctrica, son altos.

Según, análisis de condición sectorial del 2015 del Ministerio de Energía y Minas (MEM 2016), la cobertura del servicio de energía eléctrica en el área rural, aún, es muy escasa, debido a varios factores estructurales que limitan el desarrollo, como, el constante crecimiento poblacional; el INDE, no invierte en líneas de transmisión y redes de distribución, dado a que ese dinero lo eroga para subsidios de la tarifa social. Aunado a esta situación, está la distancia en las que se encuentran los grupos poblados, pues, incide en los costos para la implementación de líneas de transmisión, accesos inadecuados o falta de caminos rurales, de esa cuenta, llegar a algunas poblaciones del área rural; además, los altos niveles de pobreza en los que viven las comunidades rurales del país, hacen, que no tengan los recursos necesarios para aceptar el servicio, el cual, tiene un costo mensual que probablemente no puedan pagar.

#### 1.8.1 Planes de Electrificación Rural -PER-

Según, NRECA International Ltd. (2012), el INDE desde su creación, ha sido la principal institución responsable de la expansión del sistema eléctrico y de la provisión de energía eléctrica a las poblaciones rurales en Guatemala. Financiado e implementando varios proyectos aislados de electrificación rural, y ha implementado, en el pasado, varios programas de expansión del sistema nacional interconectado, entre ellos el PER I-II-III, que sirvieron de base para la estructura del sistema eléctrico actual del país. En tanto, en 1999, el INDE inició la ejecución del Programa de Electrificación Rural PER/Fideicomiso, en donde, la Distribuidora de Electricidad de Oriente S.A. -DEORSA- y Distribuidora de Electricidad de Occidente S.A. -DEOCSA- participan con el fin de utilizar los fondos de inversión de este programa para la expansión del servicio eléctrico rural.

#### 1.8.2 Planes de Expansión Territorial -PET-

Para Koberle (2012) los Planes de Expansión de Transmisión -PET-, buscan conectar a todo el país con un sistema interconectado moderno y continuo que pueda ser utilizado para llevar electricidad eficientemente a diferentes regiones del país, de las cuales, muchas todavía no cuentan con electricidad centralizada. Existe un reconocimiento creciente de que, para lugares más remotos, podría ser mejor, tanto, ambientalmente, como en cuanto a costos, invertir en mini redes alimentadas con energía renovable u otros sistemas de generación independientes, tales, como los sistemas solares domésticos, en vez de conectar a todos al SNI.

El objetivo del Plan de Expansión del Sistema de Transporte PET-1-2009, es la construcción de 850 kms de líneas de transmisión eléctrica, 12 subestaciones nuevas y la ampliación de 12

subestaciones ya existentes, esta cobertura alcanzará a 15 departamentos, 47 municipios y más de 300 comunidades (MEM 2016).

#### 1.8.3 Plan de Expansión del Transporte Nacional -PETNAC-

En enero de 2014 se creó el Acuerdo Ministerial 0008-2014 del Ministerio de Energía y Minas, con éste se acordó aprobar los Planes de Expansión del Sistema de Transporte 2014-2023 (PETNAC) y el Plan de Expansión Indicativo del Sistema de Generación 2014-2028, según informe presidencial (MEM 2016).

Este plan plantea una serie de necesidades y objetivos a cumplir en función de los requerimientos energéticos de la población según criterios económicos, sociales, técnicos, ambientales, eficiencia y de aprovechamiento de los recursos. Este plan toma en cuenta los planes de expansión previos y la actualización de la Política Energética que el Ministerio de Energía y Minas ha establecido (MEM 2014).

#### 1.8.4 Plan de Expansión del Sistema de Generación -PEG-

El Ministerio de Energía y Minas como ente rector del sector eléctrico, continúa impulsando los Planes de Expansión del Sistema de Generación PEG-1, PEG -2, PEG- 3, debido a la creciente demanda de energía eléctrica en el país, lo que requiere aumentar la capacidad instalada del sistema y adicionar nuevas contrataciones de suministro de potencia y energía, según informe presidencial (MEM 2016).

### 1.9 Estudio realizados en las zonas rurales aisladas de Guatemala

Un dato relevante que cita la ENSMI 2014-2015 es lo referente a que, durante la primera década de este siglo, el país ha pasado de ser predominantemente rural a predominantemente urbano, como lo muestra el gran aumento en el porcentaje de la población urbana del país que pasó de 35% en 1994 a 55% en 2014 (MSPAS *et al* 2017).

Mientras que Arriaza (2005) hace referencia a que el área rural de Guatemala se caracteriza esencialmente por una gran diversidad en recursos naturales, por ser pluricultural y multilingüe. Su población se caracteriza por su alta dispersión, poca densidad y tendencia al aumento. Por tal razón, se han impulsado en el país algunas investigaciones, desde la perspectiva de las áreas rurales que carecen de energía eléctrica; los cuales se describen a continuación.

### **1.10 Diagnóstico del sector energético en el área rural de Guatemala**

A través de la Organización Latinoamericana de Energía -OLADE-, Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional -ACDI- y Universidad de Calgary, se auspició un estudio del sector energético en el área rural del país. Uno de los aportes de dicho diagnóstico, es en cuanto a la introducción de los proyectos de electrificación a las comunidades, los cuales, deben ir acompañados con programas de apoyo, apropiados; con ello, incidir en el desarrollo de estos sectores. Estos programas han sido orientados, en: educación de las familias, la orientación sobre los riesgos y los beneficios, que puede tener la electricidad, las formas como puede mejorarse el ingreso, con el uso de la electricidad, facilitar los medios financieros para que puedan adquirirse los equipos productivos y los insumos necesarios para producir.

Dada la relevancia del estudio, Arriaza (2005) manifiesta, que el reto de energizar Guatemala, debe ser abordado considerando los grados de dificultad que tiene el área rural, como por ejemplo: bajos ingresos, bajo consumo energético y con muy pocas oportunidades en general. Para electrificar a todas las comunidades, se necesita una visión integradora y una estrategia consistente e incluyente de los entes responsables y de sus líderes, así, como de un sistema solidario y equitativo, que genere confianza para atraer recursos económicos. Según los datos de la última ENCOVI 2014, los niveles de pobreza muestran un incremento, especialmente en el área rural (INE 2016).

Para el anterior planteamiento, entonces, se necesita romper los paradigmas actuales, basados únicamente en el SNI y en un subsector eléctrico con normas y leyes propias para una sociedad urbana, alfabetizada, así como, la universalización del castellano.

### **1.11 Diagnóstico de la electrificación rural en Guatemala**

Dentro de los diferentes ejes de la investigación (NRECA International Ltd.2012) realizó varias encuestas en cuatro regiones del país (Norte, Occidente, Oriente y Sur) en donde, se determinó el tipo, la cantidad y el valor del gasto en productos energéticos alternativos (velas, kerosén, recarga de celular, etc.) a fin, de determinar el monto del gasto promedio de las viviendas sin energía eléctrica, en este tipo de productos.

Según el estudio, se determinó que el promedio del gasto mensual de los hogares en el área rural por los energéticos alternativos, para las cuatro regiones del país, alcanza Q.80.53. En cuanto a iluminación solamente, los gastos en promedio llegan a Q.61.49, se destina un aproximado de Q.19.04 a otros usos, fuera de la iluminación.

### **1.12 Franja Transversal del Norte**

En Guatemala, Fundación Solar impulsó a través de un equipo consultor, un estudio de caracterización de la demanda de energía en zonas rurales aisladas de Guatemala, enfocándose en los departamentos que presentan la mayor cantidad de Zonas Rurales Aisladas -ZRA- (Franja Transversal del Norte (FTN) - Huehuetenango, Quiché y Alta Verapaz).

Con base, al proyecto Caracterización de la Demanda de Energía en Zonas Rurales Aisladas de Guatemala en la FTN una de las tecnologías propuestas para responder a las demandas energéticas de las comunidades, era justamente la implementación de microcentrales hidroeléctricas, a filo de agua. Desafortunadamente, dicho estudio hace referencia a que la mayoría de los municipios de la FTN y del país son alimentados por ríos con caídas, poco aprovechables energéticamente. Una de las comunidades propuestas es “Las Conchas” en el municipio de Chahal, Alta Verapaz, según el estudio indica que contaba con recurso hídrico ideal para su explotación hidroeléctrica, así, como otras comunidades en el Sur del departamento de Alta Verapaz (URL *et al* 2008).

### **1.13 Marco contextual**

El presente apartado se enfoca en la evolución que ha tenido la energía, sus implicaciones a nivel global, regional y nacional; así mismo, su importancia como estrategia de planificación y de políticas que se han implementado en torno al tema.

#### **1.13.1 Contexto histórico**

Es importante, poder comprender la importancia que tiene la energía en el desarrollo de la humanidad, así mismo, la evolución que ha tenido en el tiempo, para lo cual se realiza un análisis y se describe a continuación.

##### **a) Importancia de la energía**

El dominio del fuego, permitió a las civilizaciones antiguas, extraer energía útil de la materia orgánica, mediante reacciones de combustión, desencadenando con ello transformaciones sociales y culturales profundas. La leña fue el primer combustible; hace 400,000 años, y aún hoy en día, se utiliza para cocinar y proveer calor a las viviendas, según Perfil Energético (URL 2015).

El abastecimiento de energía es una condición previa y necesaria para la satisfacción de necesidades básicas de la población. Estas necesidades son esencialmente domésticas como la cocción de alimentos, la refrigeración y calefacción, la iluminación y el acceso a la información, necesidades colectivas como alumbrado público, iluminación y acceso a Tecnologías de la

Información y Comunicación -TICs- en escuelas, funcionamiento óptimo de los centros de salud y hospitales, funcionamiento de servicios de agua potable y saneamiento y necesidades productivas que generen ingresos y empleo, según describe (INAB *et al* 2012).

La energía utilizada puede clasificarse según la fuente de la cual proviene, como: primaria, que es provista por la naturaleza de forma directa, ya que no requiere de ningún proceso de transformación, como la leña; y secundaria, la cual se genera a partir del proceso de transformación de un energético primario (IARNA-URL 2012).

La energía eléctrica, a partir de su aplicación comercial, ha sido un factor determinante para la economía y el desarrollo social; que si bien, inicialmente fue utilizada para los sistemas de alumbrado público, posteriormente, se convirtió en la fuerza motriz que necesitaba la industria y el comercio, también, se constituyó como una herramienta necesaria para la comodidad de los hogares según, Ortiz (2011).

#### b) Energía y cambio climático, en el contexto global

En la actualidad, la energía destinada a nivel mundial para transporte, manufactura y vivienda, proviene en su mayoría de combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón vegetal). Con el avance tecnológico, las fuentes de energías renovables y nucleares han ido ganando espacio en la matriz de aprovechamiento energético, hoy constituyen 16.7 y 2.7% respectivamente, del consumo mundial. Estados Unidos, es el principal consumidor mundial de combustibles fósiles. Europa a su vez, es el principal consumidor de energía renovable según, Perfil Energético (URL 2015). Esto demuestra, que la demanda de energía está aumentando a nivel mundial, provocando que las emisiones de Gases de Efecto Invernadero -GEI- del sector energético, también aumenten. Lamentablemente, la tendencia va a continuar, impulsada principalmente por el crecimiento económico y el aumento de la población, según *University of Cambridge, World Energy Council* (2014).

Desde 1850, aproximadamente, la utilización de combustibles de origen fósil (carbón, petróleo y gas) en todo el mundo ha aumentado hasta convertirse en el suministro de energía predominante, situación que ha dado lugar a un rápido aumento de las emisiones del dióxido de carbono -CO<sub>2</sub>-. Aunque, las emisiones de GEI, que genera la prestación de servicios energéticos, han contribuido considerablemente al aumento histórico de las concentraciones de esos gases en la atmósfera, según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio<sup>4</sup> (IPCC 2011).

---

<sup>4</sup>Climatic Intergovernmental Panel on Climate Change



El desafío, consiste en seguir adelante con las prioridades nacionales de desarrollo, teniendo siempre en cuenta las exigencias globales para el logro del objetivo de los 2°C. Se plantea así, la necesidad de implementar, a largo plazo, políticas y estrategias nacionales de desarrollo sostenible, y al mismo tiempo, ir reduciendo las emisiones de GEI, aprovechando, así, las oportunidades para un crecimiento ecológico según Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

En septiembre del 2015, se celebró en París la XXI Conferencia Internacional sobre Cambio Climático, previo a ello el Papa Francisco, jerarca de la iglesia Católica, publicó una encíclica llamada *Laudato si'* destinada, en parte, a influir en la celebrada conferencia; la encíclica llama a la acción contra el cambio climático, Papa Francisco (2016).

Se pueden lograr recortes significativos en las emisiones de GEI, mediante diversas medidas desde el sector energético. Éstas incluyen, la reducción de las emisiones provenientes de la extracción y conversión de combustibles fósiles, el cambio a combustibles con menos carbono (por ejemplo, del carbón al gas), mejorar la eficiencia energética en la transmisión y la distribución, el uso creciente de energías renovables (hidroeléctricas, entre otras) según *University of Cambridge, World Energy Council* (2014).

c) Energía y cambio climático, en el contexto nacional

Según el (IARNA-URL 2012), a nivel nacional, se estima un significativo desbalance entre la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera<sup>5</sup> -el principal gas que provoca el calentamiento global- y la capacidad para absorberlo. Esto se debe al incremento de actividades contaminantes, a la manera en la que se desarrollan actividades productivas con alto potencial de emisión de CO<sub>2</sub> (generación, captación y distribución de electricidad).

En el país se han elaborado inventarios de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero -INVGEI-, utilizando como base los años 1990, 2000 y 2005, contando con estimaciones de las emisiones y absorciones de GEI. Estos resultados, permiten identificar las principales fuentes de emisión y absorción de GEI y, al mismo tiempo, establecer la participación de los diferentes sectores nacionales en la evolución de las respectivas emisiones. Aunque, las emisiones totales de Guatemala y en particular las provenientes del sector energía, contribuyen en

---

<sup>5</sup>Estas cifras evidencian que Guatemala emite más CO<sub>2</sub> del que tiene la capacidad de remover y, si bien las contribuciones a nivel global son mínimas, seguirán acrecentando en la medida en que no se logre revertir esta tendencia, según (IARNA-URL 2012).

mínima parte a ese fenómeno mundial, el incremento de las mismas en el período considerado (1990-2005) presentan una tasa de crecimiento considerable, según (MARN 2015).

Muchos de los recursos naturales, se han visto amenazados o reducidos, prueba de ello, es que la cobertura forestal decrece con el tiempo<sup>6</sup>. En este contexto, no pueden soslayarse los embates del cambio climático. En el mismo contexto, el Índice de Riesgo Climático 2011, colocó a Guatemala en el puesto 11º entre 177 países, lo que denota la vulnerabilidad del país frente a los fenómenos naturales según, Sveen Harmeling and David Eckstein (2013).

Para el año 2005, el análisis de las emisiones de gases de efecto de invernadero indican, que el sector energético, fue el principal emisor, representando el 52.9% de las emisiones de dióxido de carbono (MARN 2015).

Para el 2012, según la Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE- consultado por (PNUD 2016), la energía consumida por el país, procedía en un 54.4% de fuentes renovables: 51.4% hidroeléctricas y 3% geotérmica; y un 45.6% de fuentes no renovables: 10.7% biomasa; 10.4% carbón y 24.3% búnker, este último impacta de forma negativa en los precios de electricidad.

En el 2014 la generación de electricidad en Guatemala, dependía de recursos fósiles para generación, 32.57%, mientras, que la producción mediante energías renovables, fue 67.43%, según (CNEE 2014).

Según el Balance Energético del 2016 (MEM, DGE, 2016), la oferta total de energía para el consumo a nivel nacional, un 71.34% provenía de fuentes de energía primaria. En Guatemala, los insumos más significativos de este tipo de energía proceden de la leña, el bagazo de caña de azúcar, la energía potencial del agua aprovechada por las hidroeléctricas, el carbón mineral, la energía térmica generada por la actividad volcánica y el petróleo crudo. En este rubro también se encuentran la energía solar y la eólica, aunque aún se encontraban en una etapa incipiente de desarrollo, y la información sobre su utilización era muy limitada hasta esa fecha. En cuanto a las energías secundarias, aportaron el 28.66% de la oferta total energética para el consumo interno. Las fuentes energéticas en este caso fueron mayoritariamente los combustibles líquidos derivados del petróleo, todos ellos importados.

Guatemala, ha venido realizando importantes progresos orientados a la diversificación de su matriz energética, en la que se ha priorizado la generación de energías renovables; lo cual, le permitirá

---

<sup>6</sup>De acuerdo a (IARNA-URL 2012), la deforestación anual es de 132,000 hectáreas para el bosque natural.

reducir la dependencia de combustibles fósiles importados y a su vez, reducir las emisiones de GEI. Como resultado de las políticas energéticas, que se han propuesto e impulsado en el país, la matriz energética ya muestra cambios sustanciales, los cuáles, contribuyen a la mitigación de las emisiones de GEI, según lo indica la segunda comunicación nacional sobre cambio climático Guatemala (MARN 2015).

Se espera, que las inversiones en la ampliación y diversificación de la matriz energética, empleando energías renovables, continúen en aumento en Guatemala. Durante el 2015, se han incorporado al SNI, nuevas plantas fotovoltaicas y eólicas, las cuales, se encuentran en operación plena, según lo indica la segunda comunicación nacional sobre cambio climático (MARN 2015).

Como medida de mitigación de generación de GEI proveniente de la combustión de derivados fósiles y a su vez como parte de una Estrategia de Desarrollo en Bajas Emisiones se promovió la generación a partir de energías renovables, como lo son la hidroeléctrica, solar, eólica y biomasa entre otras. De enero a octubre de 2016, han entrado en operación 163.59 MW de potencia adicionales, provenientes de diez centrales hidroeléctricas, así como 66 MW provenientes de biomasa, según Informe Presidencial (MEM 2016).

Por último la integración de la temática del cambio climático, en los procesos de planificación nacional y sectorial de la matriz energética de Guatemala, consiste en la reducción de GEI en la generación de electricidad, según la propuesta de integración del cambio climático en las estrategias y planes nacionales de desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe, según (ONU 2012).

#### 1.13.2 Evolución del sector eléctrico a nivel nacional

El sector eléctrico a través de los acontecimientos históricos suscitados en el país, ha venido evolucionando paulatinamente; hasta convertirse en un medio fundamental para el desarrollo, por tal razón, se describen algunas etapas fundamentales, hasta su transformación, hoy en día.

##### a) Primer modelo de servicio eléctrico comercial en Guatemala.

La producción de energía eléctrica con recursos hídricos en Guatemala, data de fines del siglo XIX y primeras décadas del XX, responden a las políticas de modernización de la economía de agro-exportación y la formación de la gran plantación cafetera, según (PNUD 2016). Esto permitió un sistema eléctrico no regulado, pero, sujeto al control del gobierno, a partir de 1886. El mismo, se basó en concesiones dadas por la Presidencia de la República a inversionistas privados o a las municipalidades, para producir, transmitir y distribuir energía eléctrica. Naciendo así, la operación

de la primera hidroeléctrica en Guatemala, en el interior de la finca El Zapote según Calderón (2016), la hidroeléctrica de la finca El Porvenir ubicada en San Pablo, San Marcos y la hidroeléctrica en la finca El Zapote, al norte de la capital fueron implementadas en grandes fincas y las mismas eran privadas, según (PNUD 2016).

Con capital alemán, se funda la Empresa Eléctrica del Sur al año siguiente (1887), la cual, instala la Hidroeléctrica Palín, según (URL 2014).

En 1940, se crea el Departamento de Electrificación Nacional, dependiente del Ministerio de Comunicaciones y Obras públicas. La Empresa Eléctrica del Sur se consolida de capital estadounidense y se transforma en la Compañía Electric Bond & Share Co. -EBASCO-, según (URL 2014).

#### b) La nacionalización como segundo modelo del sector eléctrico

Este período, se enmarcó en la recuperación del sector eléctrico, por medio de la modernización y nacionalización del sistema; creando para ello, el INDE, del cual, el Gobierno de la República controla las inversiones públicas y privadas en el sector eléctrico, así, como los precios de la electricidad según, Calderón (2016).

#### i. Revolución de octubre

Durante el gobierno de la revolución de octubre (1944-1954), hubo cambios en la política energética. En principio, se creó la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, su principal objetivo era el de estudiar la situación de la producción, distribución, venta y consumo de energía eléctrica en Guatemala. Uno de los aspectos más relevantes de esa política, fue el estudio y planificación de pequeñas hidroeléctricas municipales para cubrir la demanda de los usuarios del mismo municipio y/o departamento en donde estas se construyesen, según (PNUD 2016).

Fue justamente la nacionalización del servicio de la energía eléctrica, una estrategia para la industrialización de Guatemala, la cual, fue impulsada por el gobierno revolucionario de Jacobo Árbenz Guzmán, según Batres (2014). Así mismo, una de las políticas, era justamente la recuperación de la generación de la energía eléctrica (especialmente a la EBASCO), para esto se planteó la construcción de la Hidroeléctrica Jurún-Marinalá, según (URL 2014).

## ii. Período de la contrarrevolución

Muchos de los planes y obras planteadas por Jacobo Árbenz, se materializaron en la década de los 1960, según Calderón (2016). En 1959 se creó el INDE<sup>7</sup> por medio del decreto 1287, esta institución gubernamental, se hizo responsable de todos los aspectos de la generación, transmisión y distribución de electricidad, según, deGaute.com 2008 consultado por Koberle (2012). En este período contra-revolucionario, se inauguraron proyectos hidroeléctricos grandes, como Jurún-Marinalá en 1970, Aguacapa en 1982 y Chixoy en 1983, naciendo así el SNI, según (URL 2014).

Según, (PNUD 2016), a fines de los años 70's, dio inicio a una de las más agudas crisis en el sector energético, en tanto, que las hidroeléctricas no tenían la capacidad de cubrir la demanda de abastecimiento de la naciente industria, ni de la población (urbana) que, para ese entonces, gozaba de dicho servicio. Esta crisis, se agravó con la crisis mundial de los precios del petróleo.

## iii. Estancamiento del sector eléctrico nacionalizado

Según, Koberle (2012), el Congreso trató de generar el interés en inversiones privadas a través de la Ley de Energía Renovable de 1986; en 1990, el 92% de la electricidad en Guatemala todavía era generada por empresas de servicio público estatal.

En tanto, antes de la década de 1990, la capacidad instalada del sector energético de Guatemala descansaba principalmente en fuentes renovables de energía. Para 1990, el 60% de la capacidad instalada dependía de las hidroeléctricas, según (ICEFI 2016). Así mismo, de 1966 a 1989 se impulsaron varios proyectos hidroeléctricos, con una capacidad de generación de 466.98 MW y 177 MW de generación térmica. En la década de 1980 comenzó un estancamiento del sector eléctrico nacionalizado, según Calderón (2016).

El estancamiento se debió, según (PNUD 2016), a que el proceso de construcción de nuevas hidroeléctricas estatales quedó en suspenso durante los años más cruentos del conflicto armado, particularmente a raíz de la construcción de Chixoy y las masacres de las comunidades de Río Negro del municipio de Rabinal del departamento de Baja Verapaz, que se opusieron a la construcción de la hidroeléctrica en mención.

---

<sup>7</sup> Empresa de servicio público estatal de Guatemala.

c) Transición (1992-1996)

Con el pasar del tiempo el monopolio del Estado, dio lugar a ineficiencias técnicas, económicas entre otras. Conjunto con el endeudamiento, colocaron las finanzas del sector eléctrico en condiciones precarias. Razón por la cual, el Estado dejó de ser el monopolio y cambió a un esquema de un mercado regulado, según, Ortiz (2011).

El proceso de transformación del sector eléctrico en el país inicia a partir de 1993, en donde el Estado, aún mantenía la mayoría de participación en los distintos mercados, según Batres (2014).

En el primer quinquenio de los años 90's el sector privado, principalmente el sector azucarero, se insertó en el mercado generador de energía e instaló varias plantas a base de biomasa y carbón. Además, en 1992 la Empresa Hidro-Norte construyó la hidroeléctrica del Río Bobos, en Izabal, según (PNUD 2016).

d) Competencia regulada (1996-2016)

En el contexto de las discusiones del Tratado Marco del Mercado Eléctrico Regional -MER- suscrito por los seis países centroamericanos, en diciembre de 1996, se obtiene frutos, considerado éxito, por los empresarios que participaban en el mercado de la generación, por lo que, el gobierno de turno, decide privatizar el sector eléctrico, según PNUD (2016).

En 1996, se aprueba la Ley General de Electricidad, para desmonopolizar el sector eléctrico, bajo el modelo de la apertura total de redes, separando cada mercado: generador, transmisor y distribuidor según Batres (2014).

De acuerdo al análisis realizado por el (PNUD 2016), el modelo energético de Guatemala desde entonces se basa en la libre generación de energía eléctrica, el libre transporte de electricidad y la libre distribución. Por consiguiente, el alza en el precio de la tarifa eléctrica, puede obedecer a la fluctuación de los precios en el mercado eléctrico en cualquiera de estos campos.

Con la aprobación de la Ley General de Electricidad, se crearon dos instituciones públicas vinculadas con el sector: la CNEE, como organismo regulador específico del sector, y el Administrador del Mercado Mayorista -AMM-, como el encargado de organizar las operaciones de compra-venta de energía y potencia entre los participantes del subsector, según (ICEFI 2016).

Posterior al proceso de privatización del sector energético, se evidencia una mayor preponderancia de la generación de energía a partir de fuentes térmicas, principalmente mediante el consumo de

combustibles líquidos, lo que a su vez, significó que Guatemala se convirtiera en un importador neto de combustibles fósiles y productos derivados, según el (BID 2013), consultado por (ICEFI 2016).

En el año 2004, durante el gobierno de turno, se procedió a iniciar la transformación de la matriz energética, hasta en ese entonces, altamente dependiente del petróleo y sus derivados, por otra, basada principalmente en la construcción de plantas hidroeléctricas y a base de carbón mineral, según Batres (2014).

i. Política de expansión del mercado eléctrico:

Según, (PNUD 2016), uno de los objetivos de dicha política en mención, era promover el cambio de la matriz energética, para ello organiza su estrategia de operación en los siguientes ejes:

- Planes de Expansión de Generación -PEG-.
- Planes de Expansión de Transmisión -PET-.
- Plan de Electrificación Rural -PER-.
- Estrategias de Participación en el Mercado Eléctrico Regional -MER-.y otras interconexiones.
- Desarrollo de metodologías para tener una «Reserva Estratégica Energética» -REE-.

ii. Política energética y minera (2008-2015)

Durante el gobierno de turno en el 2007 y en seguimiento al Decreto 52-2003, Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable (establece incentivos fiscales para la ejecución de proyectos de energía, con base en recursos renovables) y con la aprobación de su reglamento Acuerdo Gubernativo 211-2005; nace la Política energética y minera. Uno de los objetivos de la Política, se centra justamente en la diversificación de la matriz energética, priorizando las energías renovables, según Calderón (2016).

iii. Política energética y minera (2013-2027)

Como parte de la diversificación de la matriz energética, hacia energías renovables, se da seguimiento a través de la Política Energética y Minera 2013-2027. El objetivo general, es el de contribuir al desarrollo energético sostenible del país, con equidad social y respeto al medio ambiente, siendo los ejes:

- Seguridad del abastecimiento de electricidad a precios competitivos.
- Seguridad del abastecimiento de combustibles a precios competitivos.
- Exploración y explotación de reservas petroleras con miras al autoabastecimiento nacional.

- Ahorro y uso eficiente de la energía.
- Producción del uso de leña en el país.

### 1.13.3 Estrategias de planificación

En el país, se han impulsado varios programas que ponen de manifiesto la potencialización de los recursos naturales, desde lo local, hasta políticas a nivel nacional, las cuales, se describen a continuación.

#### a) K'atun 2032

Dentro de los lineamientos que contempla el (K'ATUN 2032), como parte de la participación de energía renovable en la matriz energética eléctrica está: la implementación de pequeños proyectos hidroeléctricos, gestionados en el nivel comunitario; así, como la construcción de capacidades comunitarias, para la administración de los mismos, según (SEGEPLAN 2015).

#### b) Diagnóstico gestión e inclusión social en proyectos hidroeléctricos

En la parte de conclusiones de la investigación, impulsada por la Universidad Rafael Landívar -URL- sobre las circunstancias, asociadas a los conflictos sociales que se manifiestan alrededor de proyectos hidroeléctricos en Guatemala, plantean, en uno de los tres componentes de proyectos socio ambiental comunitario, el fomento de la pre-inversión de proyectos para micro y pequeñas centrales hidroeléctricas comunitarias y/o municipales, según (URL 2014).

#### c) Plan de desarrollo municipal de Chahal

Uno de los proyectos que plantea el plan 2011-2025, es justamente la ampliación de red eléctrica, mediante la red nacional y microcentrales hidroeléctricas comunitarias; esto para dar respuesta al eje de la promoción al acceso a la vivienda, la recreación y cultura, a la población de Chahal, como elementos integrales del desarrollo social de la población (SEGEPLAN 2010).

### 1.13.4 Políticas impulsadas en el sector de energía

Se han impulsado a nivel internacional, regional y nacional, diversas políticas, en cuanto a la temática de energías renovables; las cuales se describen a continuación.

#### a) Políticas internacionales

En el plano internacional, dado a los efectos del cambio climático, asociado a la emisión de gases de efecto de invernadero por combustibles fósiles, se han impulsado diversas políticas, que conlleva, la reducción de dichos gases y con ello, garantizar el acceso de energía eléctrica, a través de fuentes renovables; para ello se enlistan algunas iniciativas puntuales.



i Iniciativa mundial de energía sostenible para todos, o *Sustainable Energy for All (SE4ALL)*

Esta, es una iniciativa que respalda la generación de energía, a partir de fuentes renovables, la misma, fue creada por el secretario general de las Naciones Unidas en 2011, y su propósito, es lograr tres objetivos globales, para el año 2030, siendo estos: a) asegurar el acceso universal a servicios de energía modernos; b) duplicar la cuota de las energías renovables en la matriz energética global; c) duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética (ICEFI 2016).

ii Objetivos de Desarrollo Sostenible -ODS-

En la Cumbre para el Desarrollo Sostenible, que se llevó a cabo en septiembre de 2015, los Estados Miembros de la Organización de Naciones Unidas -ONU- aprobaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que incluye un conjunto de 17 ODS, para poner fin a la pobreza, luchar contra la desigualdad y la injusticia, además, hacer frente al cambio climático. Uno de los objetivos, gira en torno a garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos, según (PNUD 2016).

b) Políticas regionales

En Centroamérica, los órganos que conforman el Sistema de la Integración Centroamericana -SICA-, han suscrito acuerdos para promover las energías renovables. Un primer referente a considerar es el Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central y sus protocolos, según (ICEFI 2016).

El Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central, Decreto 25-98, fue suscrito por los seis países de la región, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá, denominados países miembros, con el objeto de la formación y crecimiento gradual del Mercado Eléctrico Regional (MER), basado en el trato recíproco y no discriminatorio, que contribuya al desarrollo sostenible de la región dentro de un marco de respeto y protección al medio ambiente. Guatemala es el principal exportador de la región, exporta aproximadamente un 7.7% de la generación eléctrica según informe presidencial (MEM 2016).

En el mismo contexto, (PNUD 2016), establece que, Guatemala inicia su operación con la interconexión eléctrica entre Centroamérica y México en el año 2009.

Entre Guatemala y México hay también una interconexión eléctrica. Existen dos contratos de importación desde México, por 120 MW cada uno, ambos para el suministro de la demanda de los usuarios de las Distribuidoras, principalmente la demanda de usuarios de Tarifa Social, según informe presidencial (MEM 2016).

c) Políticas a nivel nacional

En el 2012, se formuló el Plan de Expansión del Sistema de Generación (2012-2026), cuya meta es que en año 2026, el 78% de la energía consumida en el país, proceda de fuentes renovables, mediante un mayor aprovechamiento de energía hidráulica y geotérmica, según (PNUD 2016).

A nivel nacional, el marco de políticas energéticas vigentes en Guatemala, tiene un objetivo dirigido a diversificar la matriz de generación de energía eléctrica, mediante la promoción y priorización de las energías renovables, según (ICEFI 2016), describiendo a continuación algunas de mayor relevancia.

- i Ley General de Electricidad (Decreto No. 93-96 del Congreso de la República) y su reglamento:

En materia institucional, establece al Ministerio de Energía y Minas -MEM- como el órgano del Estado responsable de formular y coordinar las políticas, planes y programas indicativos relativos al subsector eléctrico, así como de aplicar las disposiciones contenidas en este decreto (ICEFI 2016, MEM 1997).

- ii Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista (Acuerdo Gubernativo 299-98 y sus reformas):

Define los principios generales del Mercado Mayorista, así como la organización, funciones, obligaciones y mecanismos de financiamiento del Administrador del Mercado Mayorista (ICEFI 2016).

- iii Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable (Decreto No. 52-2003 del Congreso de la República) y su reglamento:

Tiene por objeto promover el desarrollo de proyectos de energía renovable y establecer los incentivos fiscales, económicos y administrativos para esta finalidad según (ICEFI 2016).

- iv Norma técnica de generación distribuida renovable y usuarios auto productores con excedentes de energía (Resolución número 227-2014 de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica)

- v Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto No. 68-86 del Congreso de la República) y Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental (Acuerdo Gubernativo No. 60- 2015):

Las anteriores leyes, establecen la normativa ambiental que obligatoriamente deben cumplir los proyectos, obras, industrias o actividades que alteren los recursos naturales, en ese sentido, los proyectos de generación de energía deben contar con instrumentos de evaluación ambiental, aprobados por el MARN y el instrumento de evaluación varía según las dimensiones específicas del proyecto según (ICEFI 2016).

- vi Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (Decreto No. 7-2013 del Congreso de la República):

Dicha ley fue emitida en 2013 con el objeto de establecer las disposiciones necesarias para prevenir, planificar y responder de manera urgente, adecuada, coordinada y sostenida a los impactos del cambio climático en el país según (ICEFI 2016).

- vii Código Municipal (Decreto No. 12-2002 del Congreso de la República): Estipula las competencias que corresponden a los municipios referidas a las materias que ellos regulan. El artículo 35 establece que una de las principales competencias del concejo municipal, a quien corresponde el ejercicio del gobierno en el municipio, es la «promoción y protección de los recursos renovables y no renovables del municipio» según (ICEFI 2016).

#### **1.14 Contexto monográfico**

El presente apartado monográfico, trata de establecer el panorama de las condiciones externas al proyecto, es decir, el contexto del municipio de Chahal, Alta Verapaz; así como las condiciones de las comunidades beneficiarias por el proyecto.

- a) Contexto monográfico municipal

En este apartado, se describen las características sociales, económicas, ambientales; así, como aspectos de infraestructura y servicios, que caracterizan al municipio de Chahal.

- i Características sociales

Según (SEGEPLAN 2010) la población del municipio en mención, es predominantemente rural, en un 77% y la urbana con el restante 23%, la mayoría es de descendencia Q'eqchi', representando el 94% de la población. Según (INE 2015), para el 2014, casi cuatro de cada cinco personas indígenas se encontraba en pobreza. Del área urbana, en su mayoría es bilingüe, hablando el Q'eqchi' como idioma materno y el español como un segundo, no así, en el área rural en donde predomina el idioma materno. Dada a la carencia de fuentes de empleo, existe una fuerte migración, fuera de las fronteras del país, así mismo, se da una migración temporal interna,

especialmente hacia las estaciones de bombeo de petróleo propiedad de la empresa petrolera PERENCO, las cuales se ubican en Raxruhá y Chaquiroquija (Chahal) y Semox (Izabal), como parte del compromiso que esta entidad tiene con el Estado de proveer empleo a los poblados por donde atraviesa el oleoducto.

#### ii Aspecto de infraestructura y servicio

El municipio de Chahal se encuentra localizado, al noreste del departamento de Alta Verapaz, en la región denominada FTN, con una extensión territorial de 672 km<sup>2</sup>, una altura de 240 metros sobre el nivel del mar -msnm-, por lo que su clima es cálido, el mismo, dista a 154 kilómetros de la cabecera departamental y 373 kilómetros de la ciudad capital.

Según el (INE 2015)<sup>8</sup> a la fecha 16 comunidades del municipio poseen un puesto de salud, lo cual se traduce en un 25% de la población beneficiaria en general. Del total de las comunidades en el municipio, 27 Comunidades carecen de escuela de nivel primario, representando un 10% de la población. Así mismo, el 50% de los centros poblados, cuentan con agua entuba, representando un 77% de la población, con dicho vital líquido. En cuanto al drenaje, cabe destacar, que solamente la aldea San Agustín cuenta con este servicio.

En base a la fuente informativa de población, CAP en el 2014<sup>9</sup>, 24 comunidades de Chahal, contaban con servicio de energía eléctrica, de las cuales, el proyecto en mención, presta servicio a 11 comunidades, según el listado e información básica de lugares poblados del municipio de Chahal (INE 2015).

#### iii Aspecto económico

La población, en su mayoría se dedica a la actividad pecuaria y agrícola, de subsistencia (maíz, frijol y chile con semillas criollas), mientras, que las actividades productivas desarrolladas en forma extensiva en grandes fincas, no logran consolidarse como motores económicos, que impacten positivamente a la población local, debido a que generan poco empleo y de forma estacional. Así mismo, la palma africana está desplazando paulatinamente la actividad ganadera y las actividades agrícolas a pequeña escala (SEGEPLAN 2010). Hasta agosto de 2016, según el Sistema de Información Forestal de Guatemala -SIFGUA-, del año 2010 a la fecha se han autorizado 2 licencias de manejo forestal que suman un total de 40.48 Has. Según el reglamento para la fiscalización de Empresas Forestales, estas se clasifican en tres categorías: Depósito Forestal (DP), Industria Forestal (IF) y Empresa de Exportación e Importación de Madera (EXIM), con base

---

<sup>8</sup> Base de datos, en hoja Excel, proporcionada por la municipalidad de Chahal (INE 2015).

<sup>9</sup> Base de datos, en hoja Excel, proporcionada por la municipalidad de Chahal (INE 2015).

a información de la Subregión II-5, se contaba en el municipio con una empresa en la categoría DP (esta se ubicaba en la cabecera municipal y fue cancelada, por el no cumplimiento al reglamento de fiscalización de Empresas Forestales), a la fecha solamente se cuenta con una Industria Forestal, operando dentro de una finca de Teca.

Según la ENCOVI 2014, el índice de pobreza total para Guatemala para el 2014, era de 59.3% es decir, más de la mitad de la población tenía un consumo por debajo de Q.10,218 al año y el nivel de pobreza extrema fue de 23.4%. En tanto, que para el departamento de Alta Verapaz, la pobreza total, es de 83.1% (INE 2015), mientras, que para el municipio de Chahal, ese índice oscilaba en 48%, para pobreza general y 12% para pobreza extrema (SEGEPLAN 2013), constituyéndose Alta Verapaz en uno de los departamentos más poblados, pobres y marginados del país.

#### iv Aspecto ambiental

En la visita de campo, se pudo corroborar plantaciones de palma africana sobre la ruta al proyecto; según (CABI 2016), la expansión de las plantaciones de palma africana dentro del departamento de Alta Verapaz se concentran principalmente en algunos municipios que forman parte de la FTN (Chisec, Fray Bartolomé de Las Casas y Chahal), en el 2015 Chahal tenía una superficie cultivada de 1,702 hectáreas -Has-.

El creciente cultivo de la palma africana, está ocasionando el cambio de uso del suelo, además, de una acelerada pérdida de la biodiversidad por la tala de grandes extensiones de bosque, lo que ocasiona, no solo la pérdida de especies forestales, sino también, la extinción de la vida silvestre que habita en ellos, según (SEGEPLAN 2010). De acuerdo a la base de datos de incendios forestales del Sistema de Prevención y Control de Incendios Forestales del Instituto Nacional de Bosques (SIPECIF, INAB 2016) en los últimos tres años, se tiene registrada la ocurrencia de 11 incendios forestales con un total de 315 hectáreas -Has- afectadas.

El mapa de cobertura forestal para el municipio en el 2012, reportaba un 50.73% del área, sin cobertura forestal (23,306.42 Has), con relación a un 45.33% de área con cobertura de bosque latifoliado (bosque primario), que representaba 20,825.70 Has. Hasta agosto de 2016 se tenía registrada en el Registro Nacional Forestal, 2,094.26 Has de plantaciones de Teca, 604.54 Has de teca, asociada con otras especies y 865.87 Has de plantaciones de otras especies<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Información proporcionada por la Unidad de Información Pública del Instituto Nacional de Bosques, según Resolución Número 55.UIP.2016.

Por lo que (SEGEPLAN 2010) afirma que, a pesar del potencial forestal en el municipio, no se han desarrollado actividades que permitan conformar encadenamientos productivos y de valor para constituir este potencial, como un motor económico, así mismo, muchas iniciativas de aprovechamiento forestal son comunitarias y se realizan de forma artesanal.

#### b) Contexto monográfico local

Este tema, toma en consideración las comunidades beneficiadas con el proyecto, es decir, que están dentro del área de influencia directa de la microcentral hidroeléctrica comunitaria; describiendo en base a información bibliográfica y de campo, aspectos relevantes, asociados a las características sociales, económicas, ambientales y aspecto de infraestructura y servicios.

##### i Características sociales

El Plan de Gestión Ambiental de la microcentral hidroeléctrica (MEM 2009, MEM 2012), hacen referencia a que las comunidades asentadas dentro del área de influencia de la microcentral, se conformaron a través del otorgamiento de tierras que realizara el extinto Instituto Nacional de Transformación Agraria -INTA-. La estructura organizativa, está dada por los diferentes representantes de Consejos Comunitarios de Desarrollo -COCODES- a nivel de cada comunidad, así también, de las personas que conforman la ASOCALCO, quienes integran la Junta Directiva de las comunidades beneficiarias, así mismo, se cuenta con grupo de mujeres organizadas en los diversos proyectos productivos, que impulsa JICA, como parte de las actividades vinculadas a la microcentral hidroeléctrica comunitaria.

##### ii Aspecto de infraestructura y servicio

Según entrevista con el coordinador de la Dirección Municipal de Planificación -DMP- y en base a lo observado en algunos hogares en la visita de campo, la mayoría de los hogares emplean letrina para el desecho de excretas. Los hogares encuestados no cuentan con un sistema de recolección, manejo y tratamiento de la basura. Según el grupo focal, todas las comunidades cuentan con servicio de agua entubada, el abastecimiento es por medio de un depósito municipal que utiliza a la fecha motor a base de diesel, no obstante, están en gestiones con la municipalidad para que se haga por medio del uso de la energía eléctrica.

A pesar de contar con el vital líquido, las comunidades beneficiarias, no escapan a lo que hace mención (PNUD 2016), en donde cita al Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Nacional y Sociedad -IARNA-, en cuanto, a que el balance hídrico del país, evidencia en términos generales, que el territorio guatemalteco posee recursos hídricos suficientes para atender la demanda potencial de agua; sin embargo, muchos guatemaltecos no disponen del recurso en

términos de potabilidad y saneamiento, como sucede actualmente en las comunidades beneficiarias con el proyecto. A nivel mundial se ha reconocido la importancia del acceso al agua y el saneamiento en el desarrollo de las comunidades, impactando en la mejora de los estándares de vida de las personas de manera cotidiana.

Las comunidades beneficiarias, cuentan con el servicio de microbuses que conectan con la cabecera municipal, que dista a un tiempo de 30 minutos de la comunidad más lejana. Algunas comunidades del proyecto, se ubican sobre la ruta principal, que está totalmente asfaltada, mientras, que otras comunidades distan de la ruta principal y el camino que las conduce es de terracería. Gran parte de las casas, tienen calidad de rancho dentro de sus características, según (SEGEPLAN 2010) adolecen de condiciones para que sus habitantes preserven la salud y la seguridad integral.

La vía más conveniente para llegar a las comunidades beneficiarias por el proyecto, es por la ruta Guatemala-Río Dulce, hasta el kilómetro 316, posteriormente se vira hacia la izquierda, justamente en el lugar conocido como Modesto Méndez, siguiendo la FTN. Todo el camino está asfaltado y puede ser transitado durante todo el año, según el estudio de evaluación ambiental inicial del proyecto y en base a las observaciones durante la visita de campo.

Es de hacer notar, que la actividad turística que se desarrolla en el área de influencia del proyecto está dada principalmente por el Parque Recreativo Natural Municipal Las Conchas, el cual, es un área protegida; registrada en el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas -SIGAP- desde el año 2005 y con una extensión territorial de 38.28 Has.

### iii Aspecto económico

El carácter de la economía, de la población de la microregión de las Conchas, es de semisubsistencia, ya que la mayor parte de sus alimentos, provienen de producción de autoconsumo, además, generan excedentes monetarios a través de la producción y comercialización de cardamomo, arroz y pequeña ganadería, según el estudio de preinversión del proyecto (Fundación Solar, BID 2009).

Cabe resaltar, que la agricultura es afectada por plagas y enfermedades (tanto para el maíz y cardamomo)<sup>11</sup>, altos precios de insumos agrícolas, bajos precios en el mercado internacional de productos de exportación (cardamomo principalmente) y lo más alarmante, efectos del cambio climático como incendios, sequías. Aunado a lo anterior, existen problemas de desempleo abierto y

---

<sup>11</sup>Información proporcionada por el técnico municipal del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-.

subempleo, bajos ingresos, migraciones internas y externas, inseguridad ciudadana, insatisfacción alimentaria y nutricional, entre otros.

#### iv Aspecto ambiental

De acuerdo con la clasificación de la zona de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento, De la Cruz, (1982), citado por el estudio del Plan de Reforestación (MEM 2009), hace referencia a que la población, se encuentra ubicada en un bosque muy Húmedo Subtropical (cálido).

Según, el plan de reforestación de la microcentral (MEM 2009) y de acuerdo a la clasificación de *Thornthwaite*, el proyecto se ubica en la zona climática del país denominada "Planicies del Norte", los registros de temperatura oscilan entre los 20°C y 30°C. La precipitación en la estación seca (febrero y marzo) oscila en 74.99 milímetros -mm-, en la época lluviosa (mayo a septiembre) oscila en 244.34 mm. La vegetación característica varía entre selva y bosque.

En ese mismo contexto, según la clasificación de suelos de Charles S. Simmons (1959), el proyecto se encuentra emplazado en la serie de suelos Chacalté (Cha) y Sarstún (Sr). La profundidad de los suelos es menor a 20 centímetros -cms-, según lo observado en campo..

El Plan de Gestión Ambiental de bajo impacto (MEM 2012), hace referencia a que el área se ubica en una zona caracterizada por el desarrollo de un karst maduro, producto de la disolución de las rocas carbonatadas dominantes. En tanto, la orografía está dominada por grandes planicies donde irrumpen pequeñas montañas aisladas, de grandes pendientes, pero, poca elevación. Son frecuentes las formas típicas kársticas como sumideros o dolinas, cuevas y ríos surgentes.

#### **1.15 Proyectos ejecutados en zonas rurales aisladas de Guatemala**

Según (NRECA International Ltd. 2012), existe una importante iniciativa creciente en sistemas aislados, en áreas rurales en el país, como microcentrales hidroeléctricas y proyectos con sistemas fotovoltaicos, para usos residenciales, sociales y productivos. Estos proyectos, han sido desarrollados a través de distintas organizaciones, como la Fundación Solar, NRECA, Semilla de Sol, IDG, así como, la cooperación de organismos internacionales, entre ellos: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-, Global Environment Facility -GEF<sup>12</sup>-, JICA, Alianza en Energía y Ambiente -AEA/UE-, Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional -USAID-.

---

<sup>12</sup>Fondo Mundial para el Medio Ambiente -GEF-, por sus siglas en inglés.



Para atender las demandas de las zonas rurales, que carecen de energía eléctrica, se han impulsado varios proyectos fotovoltaicos y de pequeñas microcentrales hidroeléctricas; las cuáles, son administrados por las mismas comunidades.

Se pueden mencionar los siguientes proyectos fotovoltaicos:

- a) Iluminación solar fotovoltaica domiciliar en Cahabón, Alta Verapaz, proyecto post Mitch USAID/CARE- Fundación Solar.
- b) EUROSOLAR (Conectividad, usos educativos y de salud).
- c) Dirección General de Energía -DGE- del MEM, Proyecto de iluminación con paneles fotovoltaicos.

#### **1.16 Proyectos comunitarios impulsados en sitios aislados**

A continuación, se presentan algunos proyectos que se han impulsado en el territorio nacional, hasta la fecha, sobresalen los proyectos de microcentrales hidroeléctricas comunitarias.

- a) En los años 70, el INDE tuvo experiencia con sitios aislados, con plantas térmicas que eran administradas por la institución, pero, a escalas grandes y en áreas principalmente urbanas según, Arriaza (2005).
- b) El Grupo Secacao, está compuesto por las empresas hidroeléctricas Secacao, hidroeléctrica Candelaria, hidroeléctrica Choloma y Reforestadora Polochic. Estos, impulsaron el proyecto denominado “Iluminando el Progreso de Nuestras Comunidades”, un proyecto de electrificación rural para nueve comunidades vecinas, conectando a más de 400 hogares (3,000 habitantes), en el municipio de Senahú, Alta Verapaz, dicho proyecto se inauguró en enero de 2009. Este proyecto se ejecutó conjuntamente con el INDE. Para ello, se construyeron 24 kilómetros -kms-, de línea de distribución de energía eléctrica, así, como la instalación respectiva de todas las acometidas eléctricas para servir con electricidad a las viviendas, escuelas e iglesias de las nueve comunidades Grupo Secacao (2016).
- b) El ejemplo más emblemático, que precede al proyecto de las Conchas, es la microcentral gestionada por la Asociación Hidroeléctrica Chelense -ASOCHEL-, conformada inicialmente por tres comunidades, con el acompañamiento inicial de Fundación Solar, luego, Semilla de Sol. El proyecto se ubica en la comunidad Chel del municipio de Chajul,

Departamento de El Quiché y fue inaugurada en 2007; en la actualidad, son once comunidades beneficiadas, que integran ASOCHEL, según Palma (2005) y Fundación Solar (2011).

- d) La microcentral hidroeléctrica comunitaria Batzchocolá, se ubica en la comunidad Batzchocolá y abastece también a otras dos comunidades, Laguna de Batzchocolá, también, de Nebaj y Visiquichum del municipio de San Gaspar Chajul, departamento de Quiché. Este proyecto, inició operaciones en julio del 2014, con una capacidad de generación de 90 Kilovatios -kW<sup>13</sup>- según, (ASHDINQUI 2014), Fundación Solar, Fondo Mundial para el Ambiente (2015), RijatzulQ'ij Semilla de Sol *et al* (2015), (OLADE 2014).
- e) XelaTeco, es una organización sin fines de lucro, cuya principal actividad, es proporcionar soluciones energéticas accesibles para la población rural pobre de la región sur-occidente del país. Dicha organización, instaló un sistema microhidroeléctrico de 16 kW para la distante Comunidad Nueva Alianza. El sistema terminado, suministra a 40 familias (aprox. 200 personas) electricidad limpia y renovable. El mismo grupo, ayudó a construir un sistema hidroeléctrico de 75 kW en La Fe y Chantel, que propulsa la maquinaria agrícola, con planes de extender su mini red a los hogares de las 100 familias de la comunidad, según Koberle (2012).
- f) Entre otros proyectos microhidroeléctricos, según (NRECA International Ltd. 2012) menciona: El Porvenir, Corazón del Bosque<sup>14</sup>, y Unión 31 de Mayo. Así mismo, se hace del conocimiento de un total de 124 fincas, que han sido evaluadas y en las cuales, se han identificado pequeñas y microcentrales hidroeléctricas en operación, que llegan a sumar un total de 42.2 MW. Algunas de ellas, están conectadas a la red nacional, aportando potencia y energía al SNI Cabria (2016), hace referencia a otras microcentrales hidroeléctricas como la central comunitaria de la aldea 31 de Mayo, inaugurada a finales de 2012, así como otras dos microcentrales, ubicadas en las comunidades Lirio Putul y la Taña. Para el 2017 se espera que entre en funcionamiento otra central comunitaria, en la aldea La Gloria, todas ellas ubicadas en el municipio de Uspantán, Quiché.

---

<sup>13</sup>Es una unidad de medida de potencia (URL 2015).

<sup>14</sup>Según consultas realizadas por el proponente de esta investigación a beneficiarios de la microhidroeléctrica Corazón del Bosque ubicada en la Aldea el Novillero del municipio de Santa Lucía Utatlán, Sololá, en la actualidad dejó de operar dado a que en la última tormenta reportada en el país 2012 (Stan); el equipo fue arrastrado por la corriente.

### **1.17 Antecedentes de la microcentral hidroeléctrica comunitaria**

La microcentral hidroeléctrica, nace gracias a un estudio de preinversión a nivel de factibilidad, realizado por Fundación Solar, con el apoyo económico del Banco Interamericano de Desarrollo -BID-. Posteriormente, dicha Organización No Gubernamental -ONG- ejecuta el proyecto *Full Size* "Usos Productivos de la Energía Renovable en Guatemala -PURE-" financiado por el GEF y administrado por el Programa de las Naciones Unidas -PNUD-, el mismo, se basa en eliminar las barreras para la adopción de Tecnologías de Energía Renovable -TERs-, principalmente mini/microhidroeléctricas -MHP-, mediante, la promoción de usos productivos de la energía en áreas con mayor pobreza en Guatemala (Fundación Solar 2012). En dicho proyecto, se realizaron los estudios necesarios requeridos para la obra civil<sup>15</sup>.

Por los altos costos para la puesta en operación, el gobierno de Guatemala, solicitó a su homólogo de Japón una Cooperación Financiera No Reembolsable para impulsar el proyecto; esta ayuda se materializó por medio de la JICA.

Dicho apoyo, consistió en el financiamiento necesario para la puesta en operación de la microcentral (obra civil, equipo y maquinaria), así, como la capacitación necesaria para que a través de una asociación conformada por las comunidades beneficiarias pueda hacerse cargo de la pequeña empresa comunitaria de generación y distribución de energía eléctrica, también, el financiamiento contempló el acompañamiento de JICA, para impulsar talleres de sensibilización, así como, diversos proyectos productivos, en función de la meta del proyecto; tal y como se muestra en el Cuadro 1.

---

<sup>15</sup> Información proporcionada por el doctor en Ingeniería Civil y Ambiental Manuel Bastarrechea Díaz, consultor responsable en la elaboración de los instrumentos ambientales del proyecto (Plan de Gestión Ambiental, Plan de Reforestación y Evaluación Ambiental Inicial del proyecto).

### Cuadro 1. Descripción de las generalidades del proyecto<sup>16</sup>

<b>Meta global:</b> se mejora el nivel de vida y se logra una mejor subsistencia de las familias con escasos recursos, en la región más necesitada al norte del país.
<b>Objetivo del proyecto:</b> Los pobladores de las comunidades pilotos manejan, mantienen y administran las instalaciones de la central hidroeléctrica bajo su propia iniciativa, y así se logra una gestión sostenible de la empresa eléctrica.
<b>Resultados:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Se crea y se consolida un correcto sistema de operación, mantenimiento y administración, de las instalaciones de las centrales y redes de distribución.</li><li>2. Se crea y se consolida un apropiado sistema de gestión y administración financiera de la empresa eléctrica.</li><li>3. A través de la introducción sobre el Mejoramiento de la vida “Kaizen” (mejoramiento de la vida de forma continua), se acumulan los conocimientos necesarios para la subsistencia en las organizaciones comunitarias y municipios.</li><li>4. Se acumulan los conocimientos útiles en las organizaciones comunitarias, para las actividades productivas con la energía eléctrica.</li></ol>

Fuente: Elaboración propia, tomando como base la matriz de diseño del proyecto.

En función a las diversas actividades ejecutadas, las mismas, han permitido consolidar la asociación comunitaria hasta la fecha, y con ello, garantizar la operación continua del proyecto.

La microcentral hidroeléctrica, se ubica en la comunidad “Las Conchas” del municipio de Chahal, Alta Verapaz, al Noreste de Guatemala y la Franja Transversal del Norte, es parte de la Vertiente del Caribe, la cual abarca la Cuenca<sup>17</sup> del Río Polochic y la subcuenca<sup>18</sup> del Río Sarstún. Según el Plan de Gestión Ambiental (MEM 2009), el mismo, genera 95 Kilovatios -kW- con un voltaje de transmisión de 7,600 Voltios -V-, la línea de transmisión es de 17.555 kms.

Así mismo, el estudio de Evaluación Ambiental Inicial (MEM 2009), hace referencia también, a que la microcentral hidroeléctrica consta de: una planta de derivación, la cual, tiene una longitud aproximada de 35 metros y se aprovecha el caudal del río Chiyú, de manera constante y sin

<sup>16</sup> Según minuta de reunión entre las autoridades relevantes del Gobierno de la República de Guatemala y el equipo de evaluación final de JICA, sobre el proyecto para promoción de actividades productivas con el uso de energía limpia en aldeas del Norte 2014.

<sup>17</sup> La cuenca hidrográfica, también conocida como cuenca de captación o colectora, es una unidad geográfica conformada por un río principal y por todos los territorios comprendidos entre la naciente y la desembocadura, según Fundación Solar (2013) serie técnica No 4.

<sup>18</sup> Territorio que drena hacia el cauce principal de una cuenca, el cual está conformado por un grupo de microcuencas según Fundación Solar (2013) serie técnica No 4.

restringirlo. El estudio hace mención a que la microcentral, consta de las siguientes obras: "Bocatoma u obra de derivación, tubería de baja presión, anclajes y apoyos, casa de máquinas (en donde se ubica la turbina tipo tornillo hidrométrico, un generador de energía eléctrica y un sistema computarizado), un área de desfogue, una subestación, la red de transporte y distribución eléctrica, por último las acometidas domiciliarias"<sup>19</sup>.

### **1.18 Estudio de preinversión a nivel de factibilidad de la microcentral hidroeléctrica Las Conchas**

El proyecto de la microcentral hidroeléctrica, surge ante la necesidad de las comunidades pobres y aisladas de tener acceso a energía eléctrica para lograr el bienestar, como una mejor calidad de vida de la población, así mismo, poder desarrollar proyectos productivos y comerciales como tiendas, librerías, carpinterías, carnicerías, molinos de nixtamal, fotocopiadoras, internet, pinchazos, crianza de pollos de engorde, cerdos, gallinas ponedoras, uso de electrodomésticos, actividades pecuarias y agroindustria orientadas a aprovechar los recursos económicos disponibles en la región.

Por lo anterior, Fundación Solar en el año 2009, realizó un estudio de preinversión a nivel de factibilidad de la microcentral hidroeléctrica Las Conchas, (Fundación Solar, BID 2009), para plasmar el desarrollo autosostenible de la población, atendiendo el manejo adecuado y responsable del ambiente, ya que, se dejaría de utilizar carbón, leña y ocote para iluminar las viviendas; además, de recurrir a energía eléctrica para bombeo y purificación de agua, refrigeración de vacunas, de esa cuenta, mejorar la educación de adultos en horarios nocturnos.

Según el estudio de preinversión del proyecto, la demanda potencial se estimó en 365 familias para el año 2006, conformada por demanda residencial, actividades productivas, servicios públicos para apoyar actividades comunitarias, salubridad, educativas y para alumbrado público. Para cuantificar la demanda se utilizaron censos, encuestas a informantes clave y grupos focales realizados por personal técnico de la Fundación Solar. El estudio, hace mención a que el número de miembros por familia promedio en Las Conchas es de 5.52, el cual, excede al nivel nacional (5.20). El proyecto, fue diseñado con una vida útil de 20 años, Fundación Solar estimó el crecimiento poblacional durante los primeros 10 años con una tasa de 3.14 anual y para los últimos 10 años, con una tasa del 2.0%.

---

<sup>19</sup>Durante la visita de campo se pudo constatar que el proyecto es operado y controlado por una unidad administradora de energía, capacitada para dicho fin.

En lo que respecta a ingresos familiares, se estimó que el 86% de las familias beneficiarias viven en condiciones de extrema pobreza, al no alcanzar los ingresos requeridos para satisfacer sus necesidades diarias de alimentación, hidratación y vestido.

En promedio, la disponibilidad de gastos de iluminación de las familias era de Q.45.27 para el año 2006, monto que era utilizado en candelas, gas, ocote u otra fuente que producen iluminación; lo que implica que estas familias, estarían gastando el 24.1% de sus ingresos en este rubro.

Según los resultados del censo socioeconómico realizado para el estudio de preinversión, tomando en cuenta el nivel de ingresos, se estratificaron las familias beneficiarias, llegando a los siguientes niveles:

- a). A<sub>1</sub>, población en extrema pobreza con ingresos menores de Q.500.00 por mes, con un consumo promedio de 24 kWh<sup>20</sup>/mes/usuario;
- b). B<sub>1</sub>, población en pobreza con ingresos mayores de Q.500.00 hasta Q.1,700.00 por mes con un consumo promedio de 53 kWh/mes/usuario.
- c). C<sub>1</sub>, población con ingresos mayores a Q.1,700.00 por mes con un consumo promedio de 115 kWh/mes/usuario.

Con los anteriores resultados se pudo mostrar que el 86.6% de las familias se encuentra en el estrato A<sub>1</sub>, el 12.4% en B<sub>2</sub> y el 1.0% en C<sub>1</sub>. Según (INDE 2015), los usuarios de 1-60 kWh/mes tienen 1 a 3 focos, 1 televisor, 1 radio. Los usuarios de 61-88 kWh/mes tienen en promedio de 2 a 3 focos, 1 televisor, 1 radio, 1 microondas. Los usuarios entre 89 y 100 kWh/mes tienen en casa 3 a 4 focos, 1 televisor, 1 radio, 1 plancha, 1 calentador de agua, 1 computadora, 1 microondas, 1 refrigeradora. En base a la clasificación anterior se observa que el consumo de energía es bajo, en función de la presente clasificación; tomando como referencia el ingreso promedio mensual.

En lo que respecta a la oferta de la energía eléctrica, en tales comunidades, no existen beneficios estatales o empresariales. Aunque, de todos es sabido que la empresa DEORSA, es la que tiene cobertura geográfica en el área, pero, carece de redes de distribución cercanas al lugar, el último lugar electrificado se encuentra a 14 kms de distancia, aun cuando por el volumen de kWh

---

<sup>20</sup> kWh = Kilovatio hora, es la unidad más común para medir el consumo de energía eléctrica residencial, comercial o industrial. Cuando las cantidades de electricidad son mucho mayores, se utilizan prefijos mayores para el vatio-hora, dando como resultado, por ejemplo: el megavatio-hora, o el teravatio-hora, según (URL 2015).

requerido se tiene que introducir cables trifásicos, desde las estaciones más cercanas, lo que hace oneroso para esta empresa la introducción de energía eléctrica a dichas comunidades.

DEORSA, para el período comprendido en la elaboración del estudio, tenía la tarifa social de Q.1.39946 por kW/h, mientras que para calcular los ingresos del proyecto, se utilizó una tarifa de Q.1.26 por kW/h, además se incluyó un cargo fijo de Q.12.00 y Q.8.00 para alumbrado público.

## **2. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

El presente capítulo contiene información relevante respecto al marco teórico y conceptual. El mismo responde al planteamiento del problema, preguntas de investigación, objetivos e hipótesis de trabajo que posteriormente se verificaron por medio de la presentación de resultados del estudio.

El conocimiento de la teoría relacionada al tema es fundamental, debido a que orienta, dirige y ayuda a interpretar los principales resultados de la investigación, producción de nuevos conocimientos. Además, ayuda a mantener el enfoque descriptivo que se proporciona al inicio de este estudio.

Las fuentes de información fueron detectadas, obtenidas y revisadas en libros, publicaciones, documentos del proyecto, revistas, periódicos, páginas de internet, además, entrevistas a informantes locales, lo que ayudó a comprender el tema de investigación.

Para determinar las implicaciones económicas y financieras del montaje y ejecución la microcentral hidroeléctrica comunitaria, se exponen los siguientes enfoques teóricos y conceptuales relacionados con la problemática planteada, así como, el objetivo de la investigación.

### **2.1 Información acerca de energía y microcentrales**

El presente subcapítulo, hace referencia a conceptos relacionados con energía y de operación de microcentrales hidroeléctricas, considerando las características propias que las componen.

#### **2.1.1. ¿Qué es energía renovable?**

Es la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas, por la inmensa cantidad de energía que contienen y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales, ejemplo de estas fuentes: energía geotérmica, solar, eólica, biomasa y energía hidráulica o hídrica, según Fundación Solar (2013) serie técnica No. 1.

#### **2.1.2. ¿Qué es la energía hidráulica y cómo se genera?**

Según, Fundación Solar (2013) serie técnica No. 5, describe que la energía hidráulica se refiere al aprovechamiento de la fuerza que tiene el agua, se obtiene buscando una caída de agua desde cierta altura a un nivel inferior, la que luego se transforma en energía mecánica (a través de rotación de un eje), con el uso de una rueda hidráulica o turbina. Para el caso del proyecto en particular, la turbina -tornillo hidrodinámico de metal- se conecta a un generador eléctrico, de esta



manera transforma la energía mecánica, en eléctrica, según la Evaluación Ambiental Inicial -EAI- de la microcentral (MEM 2009),

#### 2.1.3. Tipos de centrales hidroeléctricas de pequeña escala

Según, Fundación Solar (2013) Serie técnica No. 6, estas varían, según su concepción arquitectónica, su régimen y su altura de caída de agua. Las principales en Guatemala son las centrales a filo de agua, como la microcentral referida, en este estudio y las centrales de embalse (ejemplo planta hidroeléctrica Chixoy, entre otras); con mayor capacidad de producción de energía.

#### 2.1.4. Características de las pequeñas centrales hidroeléctricas

Para Fundación Solar (2013), serie técnica No. 1 existen algunas características de las pequeñas centrales hidroeléctricas; las cuales se describen a continuación:

- a) Producen de 5 kW a 100 kW.
- b) No contaminan ni crean daños ambientales cuando se construyen, tratando de minimizar el impacto ambiental.
- c) No usan combustibles fósiles.
- d) Son a filo de agua, es decir, que toman el agua directamente del río y la devuelven sin contaminantes ni cambio de temperatura.

#### 2.1.5. Componentes de una microcentral hidroeléctrica

Para Fundación Solar (2013) Serie técnica No 6; Ortiz, R. (2011) y la EAI (MEM 2009), algunas de las características más relevantes de los elementos que componen una microcentral hidroeléctrica, son:

- a) Bocatoma u obra de derivación: es una obra civil que se construye a la orilla del río para recolectar agua, permitiendo el desvío de ésta hasta el canal de conducción. Para ello se evita el ingreso de troncos de árboles, hojas, piedras, animales muertos u otro agente externo, que pueda obstruir o bloquear el paso del agua por el canal de conducción.
- b) Canal de conducción: es una obra civil utilizada para conducir el agua desde la bocatoma hacia la cámara de carga. Posee una pequeña pendiente, en la mayoría de los casos suele ser un canal, aunque también puede ser un túnel y/o tubería.
- c) Aliviadero: con esta obra se vierte el caudal de exceso que se presentan en la bocatoma y en la cámara de carga, para el caso de la microcentral, se regresa al cauce del aprovechamiento al río Chiyú.

- d) Cámara de carga: es una obra civil en forma de caja que sirve para almacenar el agua en alto, para luego ser lanzada, por medio de tubería de acero, metros más abajo hacia la casa de máquinas donde se encuentra la turbina.
- e) Tubería de presión: tiene por objeto conducir el agua desde la cámara de carga hacia la turbina -tornillo hidrodinámico-, que se encuentra dentro de la casa de máquinas. El agua en su recorrido, va transformando su energía potencial en cinética (pierde su fuerza y adquiere velocidad).
- f) Casa de máquinas: es la obra civil que resguarda la turbina hidráulica, el generador y otros dispositivos necesarios para crear la electricidad -sistema de control computarizado-; entre las características de ubicación de la misma está:
  - i. Cercanía con el afluente al que regresará el caudal turbinado.
  - ii. Terreno estable y fuera del alcance de crecidas.
  - iii. Posibilidad de ampliación al contar con suficiente área disponible.
  - iv. Facilidad de acceso.
- g) Máquina hidráulica: es una máquina que produce movimiento para accionar algún dispositivo. Cuando la máquina es accionada por la fuerza del agua se dice que es una máquina hidráulica.
- h) Turbinas: son máquinas que al ser accionadas por la energía del agua que se conduce desde la cámara de carga, produce energía mecánica de rotación la cual mueve el eje de la turbina hidráulica produciendo energía eléctrica al transmitir su movimiento a un dispositivo llamado generador; el cual es controlado por un sistema de cómputo. Para el caso del proyecto según EAI (MEM 2009), funciona un tornillo metálico hidrodinámico tipo turbina, en donde el agua atraviesa en una caída de 6 metros la cual transforma la energía cinética, mecánica en eléctrica.
- i) Canal de desfogue: desemboca al río Chiyú, en donde se restituye el agua utilizada de forma inmediata.
- j) Generador: es la máquina encargada de producir energía eléctrica. Está compuesta por un rotor y un estartor<sup>21</sup>.

---

<sup>21</sup> Las características del generador del proyecto son: 208Y, Tipo Asíncrono, 101.85 kW, trifásicos 400V, 60 Hz, 1000 RPM; según el Estudio Ambiental Inicial (MEM 2009).

- k) Subestación: en este ambiente la energía es transformada, transportada y distribuida hacia las comunidades beneficiarias -usuarios finales- según la EAI (MEM 2009), el voltaje de transmisión es de 208/13,800 voltios -V-.
- l) Red de transmisión y distribución eléctrica: según la EAI, (MEM 2009) indica que la red de cableado es de aproximadamente 17,555 metros, los postes que se emplearon son de la especie de pino de 30 a 40 pies de largo.

## **2.2 La evaluación como herramienta, disciplina y proceso**

La evaluación como disciplina, implica la aplicación de métodos rigurosos para determinar el progreso de un proyecto, con el propósito de alcanzar objetivos, logros, resultados e impactos. El proceso de evaluación, combina diferentes tipos de información, criterios y puntos de vista de las personas participantes o bien afectadas. En este proceso, se utilizan herramientas de estadística, economía, antropología, metodología de la investigación científica y matemáticas, entre otras ciencias.

### **2.2.1 Enfoques de evaluación**

En evaluación de proyectos, existen diferentes enfoques, atendiendo las instituciones que los promueven. A continuación, se presentan algunos de los más representativos.

Según, Ortiz (2012), citando a la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico y el Comité de Asistencia para el Desarrollo (OCDE/CAD 1991), define el proceso de evaluación como “un escrutinio, lo más sistemático y objetivo posible, de un proyecto, programa o política en ejecución o terminado y sus dimensiones de diseño, ejecución y resultados. El propósito es determinar la pertinencia y logro de objetivos, eficiencia, efectividad, impacto y sustentabilidad del desarrollo.

Según, Ortiz (2012), citando a la Organización de Naciones Unidas (ONU 2007), define la evaluación de impacto como el proceso que determina de manera sistemática y objetiva, la pertinencia, eficiencia, eficacia e impacto de las actividades en relación con los objetivos planteados. La finalidad es la mejora de las actividades en su desarrollo, para contribuir en la planificación, programación y la toma de decisiones.

Según, Ortiz (2012), citando al Banco Mundial (BM 2005) define la evaluación de impacto, como la medición de los cambios en el bienestar de los individuos que pueden ser atribuidos a un programa o a una política específica. Su propósito general, es determinar la efectividad de las políticas, programas o proyectos ejecutados, pudiéndose determinar hasta qué punto los resultados

planificados fueron alcanzados, así, como para mejorar otros proyectos o programas en ejecución o futuros.

Según, Fontaine (2002), evaluar, implica identificar, medir, cuantificar y valorar los costos y beneficios de diferentes alternativas pertinentes, con el objeto de ejecutar la opción más eficiente y viable.

Según, Navarro (2005), la evaluación de impacto, es una poderosa herramienta para la administración pública y privada. Por medio de ella, se logra incrementar la productividad de los recursos y la administración por resultados de los presupuestos organizacionales.

Por lo anterior, el proceso de evaluación, debe proporcionar información que sea creíble y útil, para permitir la incorporación de la experiencia adquirida en el proceso de adopción de decisiones, tanto del propietario, donantes y beneficiarios.

#### 2.2.2 La evaluación a lo largo del ciclo de vida del proyecto

En atención a lo citado anteriormente, según lo propuesto por el (BID 2000), el proyecto debe ser evaluado desde su concepción y preparación, en esta etapa, se deben definir variables y construir indicadores para el futuro monitoreo, supervisión y evaluación de desempeño del proyecto.

En la etapa de ejecución u operación del proyecto, la evaluación, supervisión y monitoreo deben ser continuas, por los diferentes actores que intervinieron en la preparación y gestión, además, por personal externo.

En la etapa de terminación del proyecto, la evaluación reexamina la identificación y diseño original e indaga coherentemente sobre la ejecución, desempeño y desarrollo.

Por lo anterior, la evaluación no tendrá los impactos esperados en el mejoramiento del desempeño de los proyectos a menos que se planifique, administre, gestione y acompañe a lo largo de todas las etapas.

### 2.2.3 Instrumentos para evaluación de proyectos

Atendiendo la metodología utilizada por el (BID 2000), se recurre a los siguientes instrumentos:

- a) Análisis de involucrados y de partes interesadas (actores sociales), para tener una visión integral del proyecto que se evalúa.
- b) Preparación para la producción del marco lógico, que incluye el árbol de problemas y árbol de objetivos. Esto parte del problema que se pretende resolver, con sus causas efectos y posible tendencia.
- c) Matriz de marco lógico, con su lógica vertical y horizontal para contar con una herramienta, que ayude a tener una radiografía de lo que se evalúa.
- d) Construcción de indicadores de gestión. Los indicadores deben elaborarse en función de los objetivos e hipótesis de investigación, tienen que ser fáciles de construir y evaluar.
- e) Planificación, programación y presupuesto del proceso de evaluación. Esta parte es de vital importancia para contar con los instrumentos y recursos necesarios, para realizar el proceso de evaluación.

### 2.3 Beneficios de la evaluación de proyectos

Según el (BID 2000), la evaluación de proyectos genera productos que ayudan a los tomadores de decisiones a:

- a) Mejorar el desempeño de proyectos nuevos y en ejecución. Con lo anterior se logra productividad en el uso de los recursos económicos y financieros
- b) Escoger entre varias alternativas de desarrollo, es decir priorizar proyectos con eficiencia para tomar la decisión más adecuada en función de criterios de evaluación.
- c) Conocer prácticas óptimas en actividades productivas determinadas, es decir, aprender haciendo y sistematizando la experiencia.
- d) Mejorar la sostenibilidad y sustentabilidad de los proyectos, como requisitos necesarios para promover el desarrollo de las comunidades e involucrados.

#### 2.3.1 Requisitos del proceso de evaluación

Así mismo, siguiendo las orientaciones del (BID 2000), los requisitos de un adecuado proceso de evaluación son:

- a) Imparcialidad para tomar decisiones fuera de presiones políticas o de cualquier otro tipo.
- b) Credibilidad en función del trabajo realizado, atendiendo normas científicas, morales y éticas.
- c) Utilidad para tomar decisiones acertadas.
- d) Participación social que garantiza un proceso de evaluación integral, atendiendo diferentes puntos de vistas.
- e) Retroalimentación para mejorar y sistematizar la experiencia.
- f) Costo eficiencia para realizar el uso óptimo de los recursos utilizados, en las etapas de pre inversión, inversión, operación y liquidación.

### 2.3.2 Preguntas acerca de evaluación de proyectos

Las preguntas que se resuelven en el proceso de evaluación de proyectos son las siguientes:

¿Qué se evalúa?, indicadores de gestión del proyecto. Muchos proyectos, no tienen información adecuada para evaluarlos. Se propone, que en un mismo instrumento, se incluyan preguntas a la población beneficiaria y a informantes claves, sobre la situación de que cómo estaban antes de la ejecución del proyecto y como están en la actualidad.

Según, Ortiz (2012), los impactos positivos o negativos de los proyectos se pueden determinar preguntando a los beneficiarios directos e indirectos por medio de preguntas cuantitativas y cualitativas ¿si hubo cambios en sus condiciones de vida, aumentos de fuentes de trabajo e incrementos en los ingresos monetarios familiares?, como resultado de la implementación del proyecto. Cada respuesta se cuantifica y analiza para establecer si existieron cambios.

La decisión se toma al observar, si existe o no diferencia en la situación con proyecto y sin proyecto, es decir, que hubo diferencia en el ingreso de las familias con la implementación del proyecto. En el siguiente cuadro, se hace una breve descripción de las preguntas claves que dan respuesta al proyecto de investigación.

**Cuadro 2. Preguntas claves del proyecto de investigación**

Preguntas	Descripción
¿Cómo se realiza?	Por medio de una metodología adecuada.
¿Cuándo?	Por medio del plan de trabajo. Se tuvieron limitaciones de tiempo y de acceso a las comunidades.
¿Con qué recursos?	Utilización del presupuesto disponible. Se tuvieron limitaciones financieras.
¿Para qué?	Para estimar, apreciar, comparar, identificar, valorar, mejorar y eficientar las implicaciones financieras, socioeconómicas y ambientales de los servicios de la microcentral hidroeléctrica

Fuente: Elaboración propia, con base a la metodología de evaluación de proyectos.

El cuadro anteriormente presentado, sirvió de base para poder tomar en consideración aspectos relevantes para la presente investigación.

#### **2.4 La situación con proyecto y sin proyecto**

Según, Castro y Mokate (1994), el análisis sin proyecto, consiste en realizar una proyección de lo que ocurrirá en el caso de no realizar el proyecto, debiéndose evaluar el horizonte de vida útil del proyecto, es por tanto un análisis dinámico.

El análisis con proyecto, consiste en proyectar los beneficios y costos del proyecto, demostrando ¿cómo? con la puesta en marcha del proyecto, se mejorarán las condiciones de vida y bienestar de los beneficiarios, directos e indirectos de la intervención.

#### **2.5 Enfoques para determinar resultados económicos y financieros**

Según, (ILPES 2001), existen dos enfoques para determinar los resultados e impactos económicos y financieros de proyectos y programas de inversión, siendo estos:

##### **a) Costo beneficio**

Se aplica en situaciones en que los costos y beneficios que incurren los proyectos, pueden expresarse en términos monetarios y están identificados los mercados que se atienden. Los indicadores que pueden calcularse, son: a) Valor Actual Neto (VAN); Tasa Interna de Retorno (TIR); Razón Beneficio Costo (B/C) y Período de Recuperación de la Inversión (PRI), entre otros.

Esta metodología puede utilizarse, también, en evaluación de proyectos sociales, utilizando precios de cuenta o sombra para eliminar las distorsiones que presenta el mercado. Los indicadores son

los siguientes: a) Valor Actual Neto Económico -VANE-; Tasa Interna de Retorno Económica -TIRE-; Razón Beneficio Costo Económica -B/CE-, entre otros.

b) Costo eficiencia

En aquellos casos, donde es imposible expresar los beneficios de un proyecto en términos monetarios, o bien el esfuerzo es demasiado grande, como para poder justificarse, se recomienda la utilización de métodos de costo-eficiencia. Siendo su objetivo determinar la alternativa de solución a la problemática que logra los mayores efectos e impactos con el menor costo, es decir, con mayor eficiencia.

## **2.6 Indicadores de costo eficiencia**

Según, Sanín (2000), cuando se trata de proyectos sociales de agua y saneamiento, construcción de escuelas, hospitales, centros y puestos de salud, caminos vecinales y electrificación rural; los beneficiarios, muchas veces no pueden pagar una tarifa de mercado, por limitaciones en sus ingresos familiares financieros, lo que muchas veces no permite la sostenibilidad de dichos proyectos. Ante tal situación, se utilizan los siguientes indicadores de costo eficiencia:

a) Costo mínimo

Este método, se utiliza para comparar alternativas de proyectos que generan idénticos objetivos, efectos e impactos (beneficios). De esta manera, si los beneficios son iguales, las alternativas de solución solamente se diferencian por los costos, debiéndose escoger la alternativa de solución que tenga el menor costo.

b) Costo por beneficiario

Este método, se utiliza cuando los beneficios de las alternativas que se evalúan generan diferentes volúmenes o medidas, lo que las hace un tanto desiguales. En este caso se puede utilizar como criterio de selección de alternativas el costo por beneficiario, es decir, el costo por unidad de beneficio producida. Se priorizan las alternativas que beneficien a la mayor cantidad de personas.

c) Costo anual equivalente

Es una alternativa para evaluar proyectos que generan idénticos beneficios. Consiste, en expresar todos los costos del proyecto en términos de una cuota anual, cuyo valor actualizado es igual al Valor Actual de los Costos (VAC) del proyecto.



## **2.7 Definición de evaluación financiera y económica**

Atendiendo la sugerencia de Castro y Mokate (1994), los proyectos de inversión se pueden evaluar desde el punto de vista financiero y económico. A continuación, se presentan las definiciones de cada punto de vista.

### **2.7.1 La evaluación financiera o evaluación privada**

Consiste en analizar la rentabilidad financiera del proyecto. Se realiza con precios de mercado y el objetivo es determinar la utilidad del proyecto. Los indicadores para demostrar la factibilidad del proyecto son los mismos, del enfoque costo beneficio. Para Castro y Mokate (1994), definen que la evaluación financiera o evaluación privada de proyectos, consiste en analizar la rentabilidad financiera desde el punto de vista del ejecutor y consumidor, es decir, en las ganancias monetarias o ahorros de dicha entidad por participar en el proyecto.

### **2.7.2 La evaluación económica**

Es el instrumento diseñado para el análisis de la contribución que un proyecto realiza al bienestar nacional, es decir, a la colectividad. Los objetivos de desarrollo del proyecto pueden incluir: disminuir tasas de desempleo, control de la inflación, mejorar el ingreso, aumentar la producción nacional y el consumo, generar exportaciones, disminuir importaciones, equidad en la distribución del ingreso, disminuir las tasas de morbilidad y mortalidad, mejorar la calidad de vida y bienestar, entre otros, en el corto, mediano y largo plazo. Así mismo Castro y Mokate (1994), indican que la evaluación económica permite el análisis de la contribución del proyecto al bienestar de la comunidad, por ejemplo generación de empleo y mejoras en los ingresos, captación o ahorro de divisas, estimular sectores específicos de la economía, diversificación de la producción, mejorar la calidad de vida y bienestar, utilización racional de los recursos económicos disponibles, entre otros.

## **2.8. Contexto teórico**

Según Squire y Van der Tak (1980), el problema económico básico de los países en vías de desarrollo como Guatemala, es el de asignar recursos económicos limitados (capital, divisas, mano de obra calificada y no calificada, tecnología, recursos naturales, presupuesto público y privado entre otros), a una diversidad de actividades productivas para atender demandas de producción de bienes y servicios, consumo, infraestructura, industria, agroindustria, agricultura, forestería, entre otros.

Mientras, que los objetivos de la política económica del país del 2015, se orientaron a obtener un crecimiento económico con equidad, mantener estables los precios, es decir, control de la inflación, apertura comercial con otras economías, promocionando las exportaciones de productos

tradicionales y no tradicionales; así mismo, utilizar eficientemente los recursos disponibles, principalmente la mano de obra, para que no exista desempleo, subempleo y existan recursos financieros en las familias de más bajos recursos económicos; además, promover la competitividad del país por medio de construcción de infraestructura productiva, como vías de acceso, electrificación rural, comunicaciones, promover la estabilidad social y gobernabilidad.

Los anteriores objetivos de política económica nacional y constitucional, son tomados en cuenta por instancias públicas y privadas para atender racionalmente las necesidades más urgentes de la población, porque para eso se organiza el Estado. De aquí surgen iniciativas como el Plan K'atun de la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN- y la Política Energética del MEM, entre otras políticas de salud, educación, ambiente, seguridad ciudadana y alimentaria, etc.

Los objetivos de política económica, se materializan por medio de proyectos de desarrollo comunitario públicos y privados, tal es el caso, de la operación y puesta en marcha de la microcentral hidroeléctrica, de aquí, la importancia de evaluar su desempeño.

En el mismo contexto, Villacorta (1991) manifiesta, los recursos naturales son parte del medio físico y de los cuales, depende el ser humano para vivir, satisfaciendo sus necesidades materiales de manera eficiente y racional. Están constituidos por tierra, aguas continentales y marítimas, aire, bosques, fauna terrestre y acuática y minerales. Dichos recursos se dividen en renovables y no renovables.

Las microcentrales hidroeléctricas, son sistemas que producen electricidad, mediante la energía cinética del agua y la devuelven a su cauce en las mismas condiciones en que fue tomada. No consumen ningún combustible, por lo que, no contaminan el ambiente y su mantenimiento es mínimo. Este tipo de proyectos, no contaminan el paisaje, debido a que las instalaciones no requieren grandes obras civiles, ni producen ruidos significativos, solo el zumbido del funcionamiento de las microturbinas.

Las inversiones en microcentrales hidroeléctricas, son importantes para satisfacer demandas y necesidades humanas concretas. Si no existe demanda insatisfecha, si no existe problema por resolver, u oportunidad de negocio por aprovechar, no se debe dar la asignación de los escasos recursos económicos.

La inversión puede ser pública o privada. La pública la realiza el sector público (gobierno) y la privada el sector privado (empresas y familias). El sector público, según la Constitución Política de la República de Guatemala (1985) busca garantizar la calidad de vida, bienestar y seguridad de la población, mientras, que el sector privado, pretende obtener rentabilidad económica y financiera, es decir, maximizar las utilidades.

Muchas veces se cree, que para impulsar el desarrollo de determinada región, es imprescindible la inversión externa o de soluciones y acciones alejadas del marco local. Con base a lo anterior, existe un nuevo enfoque basado en el aprovechamiento de los potenciales recursos endógenos, como punto de partida del desarrollo centrado en lo local (ILPES 1998).

Tomando en cuenta lo anterior, la economía en sus diferentes ramas (micro y macro) se convierte en la ciencia que administra la escasez; en un mundo globalizado, competitivo y en constante cambio, por lo que cada recurso económico, tiene costo de oportunidad<sup>22</sup>, por lo tanto, se debe invertir en alternativas de inversión, que sean viables y factibles, desde puntos de vista económicos, financieros, sociales, políticos y ambientales, que permitan atender eficientemente las necesidades de una población en constante crecimiento y que cada día exige más al sector privado y público. En la jerga de los economistas, se menciona: “los proyectos se hacen para evaluarse, no para ejecutarse”.

Según, Gitman (1997) las inversiones se pueden clasificar de acuerdo a la relación con los flujos de efectivo, siendo estas:

- a) Inversiones complementarias, para proyectos que están en operación.
- b) Inversiones sustitutas.
- c) Inversiones mutuamente excluyentes.

Todo proyecto de inversión, debe responder a políticas, planes y programas de desarrollo, tal es el caso, de la microcentral hidroeléctrica que se evalúa, que responde claramente a la política energética del MEM. Por ende, el proyecto es la unidad mínima de planificación orientada a resolver problemas concretos de la sociedad, no importando, si la unidad ejecutora es pública o privada, según la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia de la República (SEGEPLAN 2000).

---

<sup>22</sup> Es el valor o beneficio que genera un recurso económico, en su mejor uso alternativo. Es decir lo que se deja de realizar por invertir en la opción elegida. El proyecto se convierte en una alternativa de inversión que presenta la mayor rentabilidad financiera, económica y social que minimiza el riesgo.

Las inversiones deben estar sostenidas, en indicadores económicos, financieros, sociales y ambientales. Según Mokate (1994), existen tres tipos de evaluación para proyectos productivos y sociales, siendo los que se mencionan en los siguientes apartados:

a) Evaluación Ex - ante

Esta, se realiza en la fase de preinversión. Dicha fase, demuestra la factibilidad del proyecto por medio de indicadores financieros, económicos, técnicos, ambientales y sociales. Se utilizan las metodologías de costo beneficio y costo eficiencia. En esta etapa se decide invertir o no hacerlo.

b) Evaluación Durante

Esta, se realiza en la etapa de operación del proyecto, es decir, el tiempo en que el proyecto produce los bienes y servicios para lo que fue creado. Por ello, la evaluación consiste en determinar si están cumpliendo los objetivos, metas, resultados, efectos e impactos previstos en la fase de preinversión. De no ser así, se aplican las medidas correctivas correspondientes<sup>23</sup>

c) Evaluación Ex - post

Esta, examina el proyecto después de su vida útil. Descubre razones de éxito o fracaso para replicar acciones positivas y desechar las negativas. En ella, se utiliza comúnmente la metodología de sistematización de experiencias.

Según, Castro y Mokate (1994), la evaluación financiera o evaluación privada de proyectos, consiste en analizar la rentabilidad financiera, desde el punto de vista del ejecutor y consumidor; es decir, en las ganancias monetarias o ahorros de dicha entidad, por participar en el proyecto. Mientras, que la evaluación económica, permite el análisis de la contribución del proyecto al bienestar de la comunidad, por ejemplo: generación de empleo y mejoras en los ingresos, captación o ahorro de divisas, estimular sectores específicos de la economía, diversificación de la producción, mejorar la calidad de vida y bienestar, utilización racional de los recursos económicos disponibles, entre otros.

---

<sup>23</sup> Este tipo de evaluación es el que se utiliza para determinar las implicaciones económicas y sociales, de la operación de la microcentral hidroeléctrica.

### **3. MARCO METODOLÓGICO**

La metodología de investigación, comprende la definición del problema; objetivo general y objetivos específicos; hipótesis de trabajo y especificación de variables; método científico; instrumentos de medición aplicados, que incluye análisis documental, investigación de campo para obtener datos; técnicas de investigación aplicadas, que contienen aspectos cualitativos y cuantitativos; y para concluir análisis de los datos recopilados.

#### **3.1 Definición del problema**

La definición del problema, es la estrategia que se desarrolla para incrementar el conocimiento de las implicaciones económicas y financieras de la puesta en marcha y operación de la microcentral hidroeléctrica Las Conchas, que atiende a las once comunidades beneficiarias: Las Conchas, Setal, El Porvenir, El Rosario, San José Chiyú, Santa Rita, Chaquiroquija, Sejux, Serraxic, Sechina y San Marcos del municipio de Chahal, del departamento de Alta Verapaz.

El desconocimiento de la comparación, entre lo planificado y alcanzado, con la puesta en marcha de la microcentral hidroeléctrica, no ha permitido determinar con certeza los logros alcanzados, lo que representa una debilidad y amenaza, en cuanto a los mecanismos de evaluación durante la operación del proyecto.

Para determinar los resultados obtenidos por el proyecto, se investigaron diferentes aspectos y se realizaron consultas a fuentes precisas, entre las que se mencionan: beneficiarios directos, miembros de la unidad ejecutora e informantes clave como educación; entre otros actores. En evaluación de proyectos, los efectos e impactos que se generan, sirven para tomar medidas correctivas de ser necesario para el uso eficiente de los recursos utilizados (humanos, físicos, financieros y tecnológicos).

##### **3.1.1 Contexto del área de la investigación**

La microcentral, del cual trata este estudio, se ubica en la cuenca del Río Chiyú, dentro del área protegida Parque Natural Municipal Las Conchas.

El proyecto, persigue el mejoramiento del nivel de vida de las comunidades beneficiarias y el objetivo central, gira en que ellas mismas, puedan manejar, mantener y administrar las instalaciones de la central hidroeléctrica, con ello, lograr una gestión sostenible de la empresa eléctrica. Durante julio de 2016, 11 comunidades han logrado ese aporte social, lo que representan un total de 385 beneficiarios, según representantes de la Junta Directiva.

A finales del 2015, el municipio de Chahal, poseía uno de los índices de cobertura eléctrica más bajos a nivel nacional, en donde, la mayor parte de las comunidades, se encuentran sumidas en pobreza general y extrema, a ello, se debe agregar la falta de acceso de energía eléctrica por los altos costos de inversión, que esto conlleva, al conectarlos al SNI y las características sociales, de poca densidad poblacional, hogares dispersos; han hecho que dichas comunidades se cataloguen como zonas aisladas, cerradas.

Así mismo, es importante considerar que los proyectos de electrificación en zonas rurales, deben considerar los recursos renovables disponibles en dichas zonas, tal, y como ocurre en las comunidades beneficiadas, que captan agua proveniente del río Chiyú; como también el involucramiento y empoderamiento de la población, entidades públicas y privadas, para la sostenibilidad en el tiempo.

No obstante, la evaluación de los impactos socioeconómicos y financieros en la etapa de operación del proyecto, deben considerarse como herramientas fundamentales, que permiten conocer la dinámica del proyecto en función del tiempo, uso de recursos, con relación a los beneficiarios y del entorno ambiental; para que con ello, se puedan tomar decisiones a corto, mediano y largo plazo a nivel local, municipal y nacional.

### 3.1.2 La organización social de la unidad análisis<sup>24</sup>

Durante el proceso de construcción del proyecto ya mencionado, JICA manifestó el interés de que la microcentral fuera manejada por una entidad de gobierno, de no ser así, por medio de una asociación integrada por los beneficiarios de las comunidades<sup>25</sup>. Ante tal situación, las comunidades interesadas optaron por legalizarse, constituyéndose así, la ASOCALCO en la que fue nombrado como representante legal el señor Noel Contreras, actual presidente de dicha asociación. El cuadro siguiente presenta la actual junta directiva.

---

<sup>24</sup>La unidad de análisis fueron quienes habitan las viviendas y que fueron objeto de la entrevista.

<sup>25</sup>Según entrevista realizada al coordinador de la DMP, de la municipalidad de Chahal.

**Cuadro 3. Junta Directiva Asociación Campesina Las Conchas**

No	Nombre	Cargo
1	Noel Isaac Contreras Monzón	Presidente
2	Domingo Paquiul	Vicepresidente
3	David Asig	Secretario
4	Carlos Cuc Canti	Tesorero
5	Santiago Batz Bol	Vocal I
6	Cesáreo Tzalam Xaq	Vocal II
7	Genaro Asig	Vocal III

Fuente: elaboración propia, recopilada con la entrevista al grupo focal -Junta Directiva-

### **3.2 Objetivos**

Las variables e indicadores contenidos en los objetivos e hipótesis de trabajo, orientaron las técnicas de investigación y se utilizaron para elaborar los instrumentos de medición que permitieron recopilar información relevante para determinar las implicaciones económicas y financieras de la operación de la microcentral hidroeléctrica.

#### **3.2.1 Objetivo general**

Describir los alcances y beneficios de la puesta en funcionamiento y operación de la microcentral hidroeléctrica comunitaria, respecto a mejorar las condiciones de vida, aumento en las fuentes de trabajo e incremento en el ingreso monetario de las familias en las comunidades beneficiadas.

#### **3.2.2 Objetivos específicos:**

- a) Identificar las implicaciones financieras relevantes, en la población beneficiaria del proyecto.
- b) Determinar las implicaciones socio económicas del proyecto en las comunidades, respecto a generación de empleo, mejoras en el ingreso, educación y salud.
- c) Establecer la incidencia en las relaciones de género y participación comunitaria.
- d) Conocer las implicaciones ambientales del proyecto, respecto a la disminución de consumo de leña, ocote, carbón, otro.

### 3.2.3 Hipótesis de trabajo

Atendiendo el normativo de la Escuela de Estudios de Postgrado, para la elaboración de tesis, se presenta la siguiente hipótesis de trabajo, misma, que orienta la investigación realizada y complementa los objetivos. La suposición o conjetura está orientada a lo siguiente: “Se considera que, al disponer la población, de servicio de energía eléctrica, la misma tendrá acceso a electricidad para la actividad residencial, comercial y productiva; lográndose mejoras en la creación de nuevos empleos y emprendimientos; incremento en el ingreso de las familias; diversificación de la producción agrícola, pecuaria, forestal, agroindustrial; y mejoras en la calidad de vida respecto a salud, educación, recreación y equidad de género.

### 3.3 Especificación de variables

Los objetivos e hipótesis de trabajo están contruidos por diferentes variables, la especificación está sustentada con el nombre de la variable, definición e indicadores utilizados; como se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 4. Especificación de las variables de investigación**

Nombre variable	Definición	Indicadores
Acceso a energía eléctrica	Disponibilidad de energía y poder económico para adquirirla por parte de los usuarios	<ul style="list-style-type: none"><li>• Uso residencial</li><li>• Uso comercial</li><li>• Uso productivo</li><li>• Otro</li></ul>
Creación de empleo	Promover nuevos empleos para disminuir los niveles de pobreza y migraciones	Número empleos nuevos
Incremento o decremento en el ingreso familiar	Aumento o decremento de ingresos económicos y financieros para satisfacer necesidades	Unidades monetarias, en quetzales
Nuevos emprendimientos	Actividades económicas orientadas a satisfacer necesidades de mercado	Número de nuevos emprendimientos
Diversificación de la producción	Nuevas acciones para atender deseos y necesidades de consumidores locales y de fuera de la comunidad	<ul style="list-style-type: none"><li>• Agrícola</li><li>• Pecuaria</li><li>• Forestal</li><li>• Agroindustrial</li><li>• Otro</li></ul>



.....Continuación

Nombre variable	Definición	Indicadores
Cambios en el nivel de vida	Mejoras en la calidad de vida por medio de satisfactores económicos y sociales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora salud</li> <li>• Mejora educación</li> <li>• Recreación</li> <li>• Ahorro de tiempo en elaborar actividades del hogar</li> <li>• Iluminación</li> <li>• Uso de electrodomésticos, computadora, refrigeradora, molino nixtamal</li> <li>• Otro</li> </ul>
Equidad de género	Igual de acceso a oportunidades para hombres, mujeres, jóvenes, niños y niñas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número hombres</li> <li>• Número mujeres</li> </ul>
Reducción en la presión de productos del bosque	Disminuir el uso de productos forestales, lo que trae beneficio al ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Madera</li> <li>• Chiriviscos</li> <li>• Leña</li> <li>• Ocote</li> <li>• Semillas</li> <li>• Hojas</li> <li>• Otros</li> </ul>

Fuente: elaboración propia, con base a la metodología de investigación.

Se muestra en el cuadro anterior las diferentes variables, que fueron parte de la investigación del proyecto, en cuanto a su división económica, financiera, social y ambiental e indicadores de gestión.

### 3.4 Método científico

Atendiendo el normativo de la Escuela de Estudios de Postgrado, se utilizó el método científico aplicado a las ciencias sociales, como camino ordenado y sistemático para determinar las implicaciones financieras, socioeconómicas y ambientales del funcionamiento de la microcentral hidroeléctrica, dentro de los beneficiarios del proyecto. Se partió de una realidad concreta, es decir, se identificó la situación a investigar, con estos insumos se plantearon el objetivo general, los objetivos específicos y la hipótesis de trabajo.

La investigación es eminentemente descriptiva<sup>26</sup>, el área de influencia se circunscribe a las once comunidades beneficiarias, buscando así conocer una situación de la cual, no se cuenta con mayor

<sup>26</sup>Según Hernández, R; *et al* (2014), los estudios descriptivos tienen el objetivo de medir y narrar situaciones de personas o comunidades. Para la presente investigación se miden y se narran las variables e indicadores contenidos en los objetivos e hipótesis de trabajo, por medio de la presentación de resultados, ver anexos 7, 8, 9 y 10.

información y que ha sido poco investigada. En todo momento, se buscó recopilar información relevante, para medir y narrar las implicaciones financieras, socioeconómicas y ambientales, alcanzadas con la operación y mantenimiento de la microcentral hidroeléctrica.

### **3.5 Instrumentos de medición aplicados**

Se recopiló información, por medio de análisis documental e investigación de campo, a través de entrevistas individuales, grupales e informantes locales claves; así, como observación participante. Los instrumentos utilizados fueron los siguientes:

- a) Encuesta a jefes de hogar.
- b) Encuesta a dueños de negocios o emprendedores.
- c) Guías de entrevista para informantes clave y grupo focal.
- d) Encuesta dirigida a directores de escuela.
- e) Fichas bibliográficas y de trabajo.
- f) Libreta de campo.
- g) Listas de asistencia.
- h) Mapas de localización.
- i) Base de datos en Excel para vaciar la información y elaboración de cuadros y gráficas.

Los instrumentos, fueron diseñados con preguntas cerradas y abiertas con respuesta libre. Los mismos, contenían el logotipo de la universidad, nombre y objetivo de la investigación, instrucciones, nombre del investigador y lugar y fecha de la encuesta.

En tanto, el proponente informó a la municipalidad de la investigación que estaba realizando, así mismo se hizo una presentación a los miembros de los COCODES de las comunidades beneficiarias y Junta Directiva de la unidad ejecutora, se solicitó a dichas autoridades comunitarias, autorización para visitar algunas escuelas, familias beneficiarias, dueños de negocios, directores de escuela. El formato de cada una de las encuestas, están adjuntas en los anexos, 7, 8, 9 y 10; las mismas, tuvieron una duración de 45 minutos para directores de escuelas, jefes de hogar y dueños de negocio, con relación al grupo focal y junta directiva, la misma duró un aproximado de dos horas. En todo momento, se propició la más amplia participación, pidiendo contestar las preguntas con la verdad y sin temor.

### 3.5.1 Análisis documental

Se realizó un análisis documental, de la temática vinculada al proyecto, respecto a aspectos financieros, socioeconómicos y ambientales, en los ámbitos nacional y local.

### 3.5.2 Investigación de campo

El trabajo de campo, se desarrolló durante cuatro días del mes de julio, del año dos mil dieciséis, contando para ello, con una carta firmada por el director de la Escuela de Estudios de Postgrado; como medio de prueba para las autoridades y comunidades beneficiarias del proyecto.

## 3.6 Técnicas de investigación aplicadas

Se utilizaron técnicas cualitativas y cuantitativas de investigación económica y social, estas técnicas permitieron alcanzar los objetivos del estudio, así como, la comprobación de la hipótesis de trabajo, lo que quedará demostrado en la presentación de resultados, conclusiones y recomendaciones de la investigación; siendo su nivel de certeza alto e imparcial, respecto a la recopilación y análisis de la información.

### 3.6.1 Técnicas de investigación cualitativas

Las técnicas de investigación cualitativas, se orientaron a recopilar información de diferentes fuentes, siendo estas:

- a) Observación participante: el investigador estuvo en las comunidades y recopiló información por medio de una libreta de campo, apuntando lo que observaba, involucrándose y participando en algunas actividades de la localidad.
- b) Revisión de documentos relacionados con el tema de investigación para construir antecedentes, marco teórico y conceptual. Se tomaron en cuenta aspectos históricos, demográficos, económicos, sociales, situacionales, organizaciones, institucionales y de opinión pública y privada entre otros. Primeramente se localizaron, seleccionaron, analizaron y se utilizaron para la presentación de resultados.
- c) Encuesta a informantes claves del sector educación, por medio de una guía de entrevista estructurada, cuatro directores en total.
- d) Grupo focal, donde participaron miembros de la junta directiva de la unidad ejecutora, socios fundadores de ASOCALCO y otros actores, utilizando una guía de entrevista estructurada.

### 3.6.2 Técnicas de investigación cuantitativas

Según Levin (1979), explica que, para poder conocer la situación de una población, respecto a determinados objetivos de investigación, es necesario aplicar muestreo probabilístico<sup>27</sup> y no probabilístico. Para conocer el tamaño de la población, se utilizó muestreo probabilístico, considerando el número total de familias beneficiarias por el proyecto, mismas que ascienden a 385, tal y como lo describe William (1975), se usó para este caso una muestra por proporciones; esto debido a que no se cuenta con desviación estándar ni varianza del universo, por lo que se procedió a determinar el número de la muestra en función del tamaño de la población. Esta metodología estadística es utilizada en investigación social, por lo que es una fórmula ampliamente aceptada, la misma que se describe a continuación:

$$n = \frac{Z^2 pq N}{Ne^2 + Z^2 pq}$$

Datos:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población (385 hogares beneficiados, repartidos en 11 comunidades)

z = Nivel de confianza del 95%, el valor de z es 1.96

p = probabilidad de éxito, se asume en 50% (0.50)

q = probabilidad de fracaso (1-p) (1-0.50) = 50% (0.50)

e = error aceptable, máximo 10%

$$n = \frac{(1.96)^2 \times (0.50) (0.50) 385}{385 (0.10)^2 + (1.96)^2 (0.50) (0.50)}$$

$$n = \frac{369.60}{4.81}$$

n = 76.84 hogares encuestados. El tamaño de la muestra se aproximó a 80 hogares, mismos que fueron repartidos uniformemente dentro de las comunidades a encuestar.

El cuadro siguiente muestra el total de jefes de hogar encuestados en función del número total de familias beneficiarias.

---

<sup>27</sup> En este tipo de muestreo todos los miembros de la población tienen la misma oportunidad de salir seleccionados, para formar parte de la muestra, por lo regular para la selección se usa una tabla de números aleatorios.

**Cuadro 5. Número de personas encuestadas como jefe de hogar**

No	Comunidad	No familias beneficiarias	No encuesta a jefe de hogar
1	Chaquiroyujija	40	6
2	Sejux	37	5
3	Serraxic	32	5
4	Sechina	17	4
5	Las Conchas	35	6
6	Setal	65	17
7	El Porvenir	39	8
8	Santa Rita	27	5
9	San José Chiyú	39	5
10	El Rosario	37	7
11	San Marcos	17	6
	<b>Total</b>	<b>385</b>	<b>74 + 6 encuestas a la JD<sup>28</sup> = 80</b>

Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por la Junta Directiva.

El cuadro siguiente, muestra el número de encuestas realizadas a dueños/as de tiendas y farmacia, es decir, el grupo de emprendedores, dado a que es sector importante dentro de las comunidades beneficiarias y con ello ampliar la información recogida en los hogares beneficiarios y de esta manera determinar los impactos financieros y económicos de la microcentral hidroeléctrica, en este grupo de la población.

**Cuadro 6. Listado de emprendedores encuestados.**

Comunidad	Tiendas actuales	Farmacia actual	Tiendas encuestadas	Farmacia encuestada
Chaquiroyujija	2		2	
Sejux	4		2	
Serraxic	3		3	
Sechina	2		2	
Las Conchas	3		2	
Setal	5	1	3	1
El Porvenir	3		3	
Santa Rita	2			
San José Chiyú	2			
El Rosario	2			
San Marcos	1			
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>1</b>	<b>17</b>	<b>1</b>

Fuente: elaboración propia, con información de la investigación de campo julio de 2016.

<sup>28</sup> Se realizaron también 6 encuestas a los integrantes de la Junta Directiva de la ASOCALCO, dado a que cada uno de ellos representa, un hogar beneficiario dentro de las comunidades a que representan.

Para el caso de tiendas, se tiene una participación del 58.62% de dueños o encargados de estos negocios encuestados y para el caso de farmacias del 100%; es decir, que se pudo encuestar al dependiente de la única farmacia establecida formalmente en la comunidad Setal.

En resumen, se encuestaron a 80 jefes de hogar y 18 emprendedores (dueños o encargados de tiendas y farmacia, a la hora de la visita a cada local). Del mismo modo, se encuestaron a cuatro directores de escuelas, de algunas comunidades beneficiarias del proyecto, con el propósito de determinar el impacto social en el tema de educación.

### **3.7 Análisis de datos**

La información cuantitativa y cualitativa recolectada por medio de los instrumentos establecidos, fue vaciada en una hoja de Excel para su tabulación, procesamiento, graficación y posterior análisis. La interpretación de la información, estuvo orientada por juicios ajustados a la realidad de las respuestas y reflejan palpablemente, lo que está sucediendo en las comunidades beneficiarias por el proyecto: Las Conchas, Setal, El Porvenir, El Rosario, San José Chiyú, Santa Rita, Chaquiroquija, Sejux, Serraxic, Sechina y San Marcos del municipio de Chahal, del departamento de Alta Verapaz, situación que se verá mostrada en el siguiente capítulo de presentación de resultados.

## 4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente capítulo, presenta los resultados de la investigación, relacionados con la determinación de las implicaciones financieras, socioeconómicas y ambientales de la operación de la microcentral hidroeléctrica comunitaria Las Conchas, del municipio de Chahal, departamento de Alta Verapaz.

### 4.1 Presentación y análisis de resultados

A continuación, se detallan los hallazgos obtenidos en la investigación de campo, producto de la tabulación de las opiniones y comentarios de los actores involucrados.

#### 4.1.1 Implicaciones económicas y financieras del proyecto

En los siguientes apartados, se presenta y describe los resultados y análisis de las implicaciones alcanzadas con la operación de la microcentral hidroeléctrica.

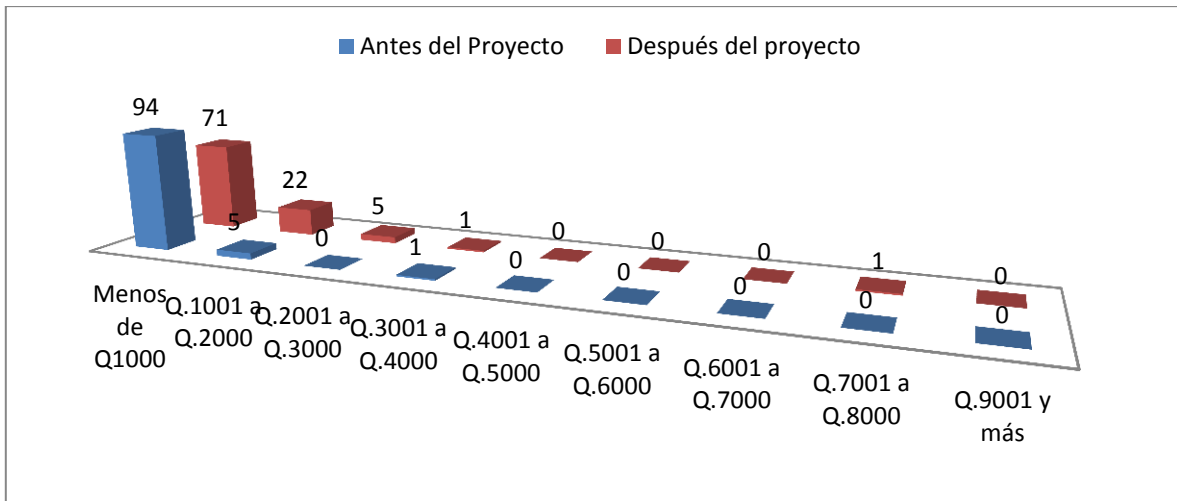
##### a) Implicaciones económicas

Los siguientes resultados, muestran las implicaciones económicas que a criterio de la población beneficiaria, han incidido en su entorno.

##### i. Rango de ingresos familiares, previo y post proyecto

Previo a la implementación del proyecto, los ingresos mensuales no superaban los Q.1,000.00 para la gran mayoría de la población, es decir un 94%, sin embargo, con la implementación de la microcentral, los ingresos para gran parte de los beneficiarios fueron mayores a Q.1,000.00, por consiguiente, hubo una mejoría en cuanto a los ingresos familiares. En el rango de ingresos Q.1,001.00 a Q.2,000.00; sin proyecto, existía solamente un 5% de las familias, mientras, que con la ejecución y puesta en operación la microcentral, ese porcentaje aumentó a un 22%; indicando con claridad una mejoría de ingresos para la población beneficiaria, tal y como se muestra en la siguiente gráfica.

Gráfica 1. Rango de ingresos familiares



Fuente: elaboración propia, con datos del estudio de campo, julio 2016.

Se observa también en la gráfica anterior, que el rango de ingresos entre Q.2,001.00 a Q.3,000.00, no existían familias con ese ingreso previo al proyecto; no obstante, con la ejecución de la obra se incrementó en un 5% el número de familias. En el rango de Q.7,001.00 a Q.8,000.00 sin proyecto no existían familias con ese nivel de ingreso, con el proyecto en operación existe un 1% de las familias que se encuentra en esta categoría.

Según la Encuesta Nacional de Empleo e Ingresos -ENEI- (INE 2016), indica que el ingreso promedio mensual en el área rural a nivel nacional es de Q.1,480.00, lo que representa menos de la mitad del registrado en el área urbana metropolitana Q.3,215.00. Para el caso de la microcentral hidroeléctrica que se encuentra en operación, se estima que el nivel de ingreso familiar mensual, antes del proyecto era de Q.2,333.00<sup>29</sup>, mientras, que el ingreso familiar mensual después del proyecto, se incrementó a Q.3,600.00<sup>30</sup>.

Los resultados presentados en la gráfica anterior respaldan lo descrito por (INAB *et al* 2012), en donde hace referencia a que la provisión y acceso universal a la energía contribuye de un modo significativo al aumento de las oportunidades a la hora de generar ingresos y mejorar la calidad de vida de la población.

<sup>29</sup>Esta cifra se obtuvo sumando los rangos de ingresos familiares sin proyecto que eran de Q.1,000.00; Q.2,000.00 y Q.4,000.00. Al sumarlos dan un total de Q. 7,000.00, al dividir esta cantidad entre 3 categorías, proporciona la cantidad de ingreso estimada.

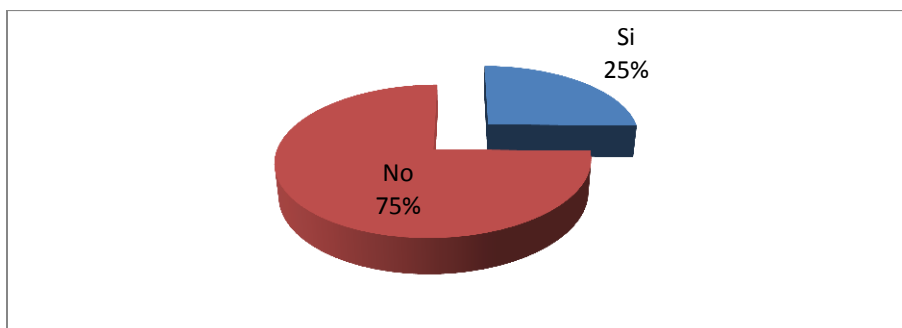
<sup>30</sup>Esta cifra se obtuvo sumando los rangos de ingresos familiares con proyecto que eran de Q.1, 000.00; Q.2,000.00, Q.3,000.00, Q.4,000.00 y Q.8,000.00. Al sumarlos dan un total de Q.18,000.00, al dividir esta cantidad entre 5 categorías, proporciona la cantidad de ingreso estimada.



ii. Mejoramiento de la economía

A pesar que las once comunidades beneficiadas poseen energía eléctrica, los resultados del trabajo de campo, dan muestra que la economía ha mejorado solamente para un 25% de los jefes de hogares encuestados, según se muestra en la siguiente gráfica:

Gráfica 2. Considera que ha mejorado su economía con el proyecto?



Fuente: elaboración propia, con datos del estudio de campo, julio 2016.

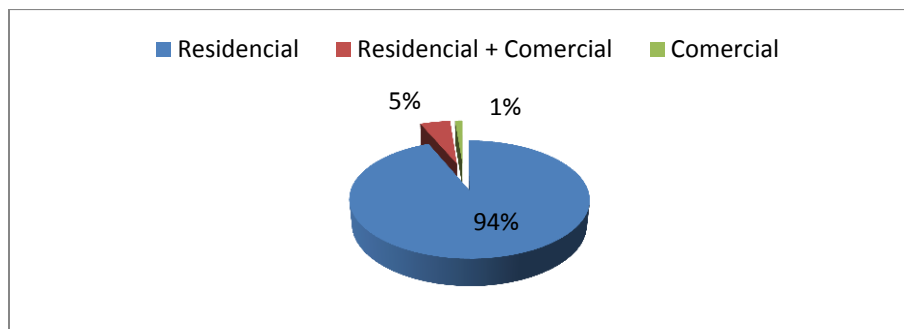
Con base a los resultados que se presentan en la gráfica anterior y a la observación de campo, se describe que el mejoramiento de la economía en un cuarto de los jefes de hogar encuestados, se debe a que los mismos, cuentan con refrigeradora y se dedican a la venta de chocobananos u otros productos perecederos (pollo congelado, salchichas, etc.); no obstante, la mayoría de población, sigue sumida en la pobreza, tal, y como lo demuestra la ENCOVI 2014 (INE 2015), en donde describe que para 2014, casi cuatro de cada cinco personas indígenas se encontraba en pobreza. Así mismo, Itzep (2016), afirma que existen diversos estudios que han evidenciado que los habitantes de las comunidades rurales de Guatemala a pesar de la disponibilidad de energía eléctrica, presentan los más bajos indicadores de desarrollo humano.

Por lo tanto, es importante tomar en consideración que la introducción de la energía eléctrica y la puesta en operación de este tipo de proyectos debe tener, no solamente, el apoyo de la cooperación internacional y el respaldo de las instancias responsables; sino, debe enmarcarse con presencia estatal interinstitucional y privada, contenida en un plan integral de desarrollo a largo plazo, con el apoyo de las diferentes organizaciones no gubernamentales -ONG's-, gobierno local y de la sociedad civil, que puedan fortalecer las capacidades locales. A esta iniciativa la academia, debe tener presencia a través de los programas de Ejercicio Profesional Supervisado -EPS-, Ejercicio Profesional Supervisado Multidisciplinario -EPSUM-, que impulsa la Universidad de San Carlos -USAC-, a favor de la población más vulnerable y como parte de la retribución a su mandato filosófico "Id y enseñad a todos".

iii. Uso de la energía eléctrica en el hogar

Para (INAB *et al* 2012), los servicios energéticos representan medios de vida y de producción, indispensables para la reproducción y producción de los sujetos en sociedad. Por lo que el uso de la energía eléctrica es fundamental para las familias, especialmente para las actividades dentro del hogar, como se muestra en la siguiente gráfica.

Gráfica 3. Uso de la energía en el hogar



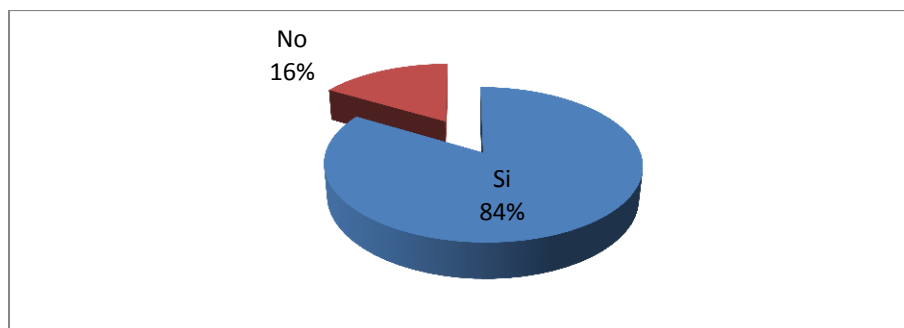
Fuente: elaboración propia, con datos del estudio de campo, julio 2016.

Del trabajo de campo, se pudo determinar que del total de las personas encuestadas, tal y como se muestra en la gráfica anterior, el 94% afirma, que el uso de la energía eléctrica es netamente residencial, el 5% la emplea para actividades comerciales dentro del mismo hogar y solamente el 1% (un establecimiento) emplea la energía para actividades netamente comerciales. Es importante hacer notar que la línea de tensión para este tipo de servicio según el Coordinador de la Unidad Administradora de Energía -UAE- está en 110 kilovoltios -KV- y están constituidos en ese rango, las tiendas de la comunidad y hogares.

iv. Reducción de los gastos de iluminación

De las encuestas realizadas en la siguiente gráfica, se determinó que los jefes de hogar; perciben que sus gastos en iluminación han disminuido. En tanto, el 84% de los encuestados manifestó que sus gastos de iluminación se redujo en un 25%, partiendo que el uso de la energía, es netamente residencial y está ligada a iluminación principalmente; con un promedio de 3 focos de bombillas incandescentes.

Gráfica 4. Considera que sus gastos de iluminación se redujeron?



Fuente: elaboración propia, con datos del estudio de campo, julio 2016.

Con base a los resultados de la gráfica anterior, se observa que el 16% restante de la población, considera que sus gastos no se redujeron; posiblemente se deba a que con el acceso a la energía eléctrica adquirieron otro tipo de tecnología, como se muestra en el siguiente apartado.

v. Adquisición de aparatos eléctricos

Según (INAB *et al* 2012), más de 2,000 millones de personas en el mundo no tienen acceso a la electricidad y los servicios que esta provee, incluyendo iluminación, refrigeración, telecomunicaciones y energía mecánica. Estos servicios son esenciales para la provisión de educación y salud y la creación de oportunidades productivas de empleo.

En base a lo anteriormente descrito, se observa que con la puesta en funcionamiento de la microcentral hidroeléctrica, los hogares beneficiados adquirieron nueva tecnología; facilitando con ello la comodidad en el hogar, según opinión de jefes de hogar encuestados, se muestran los resultados en el siguiente cuadro.

**Cuadro 7. Aparatos adquiridos por jefes de hogar**

Descripción	Cantidad (Unidades)	Total de Hogares	Descripción	Cantidad (Unidades)	Total de Hogares
Refrigeradora	18	17	Celular	75	55
Equipo de sonido	4	4	Radio	14	13
Televisión	25	25	Computadora	6	4
Plancha	5	5	DVD	11	11
Congelador	2	2	Licuada	4	4
Cepillo Eléctrico	1	1	Sierra eléctrica	1	1

Fuente: encuestas realizadas, a jefes de hogar y miembros de la Junta Directiva de la ASOCALCO, julio 2016.

Llama la atención, que la mayor parte de hogares, cuentan con teléfono celular, el acceso de la televisión, radio y refrigeradora es exclusivamente para cierto porcentaje de la población (particularmente para emprendedores); es decir, que tienen una tienda dentro de su hogar. Según reporta la Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil -ENSMI- 2014-2015, el teléfono móvil, seguido de la radio, la televisión y refrigeradora son de los bienes más comunes dentro de un hogar rural (MSPAS *et al* 2017). Para ambos casos, es indiscutible la influencia que tienen los medios de comunicación en todas las sociedades, según (MSPAS *et al* 2017) para el caso de salud, es una herramienta que utilizada de manera correcta, puede influir en la creación de estilos de vida saludables o en pautas diferentes relacionadas con salud reproductiva e infantil.

Así mismo en el cuadro anterior se observa que, las computadoras solamente las poseen cuatro hogares de las comunidades beneficiarias. En cuanto a equipo útil para transformación de materia prima (madera) y que utiliza energía eléctrica, solamente dos hogares manifestaron poseer una sierra eléctrica y cepillo eléctrico; los cuales son de utilidad para la venta de madera (tabla), con un valor agregado para la comercialización. Por lo anterior, la adquisición de equipo eléctrico, supone efectivamente un aumento en cuanto al consumo de energía eléctrica y por consiguiente a los gastos mensuales; no obstante, los beneficios económicos se ven reflejados en la venta de productos de mejor calidad.

vi. El servicio de la energía es constante

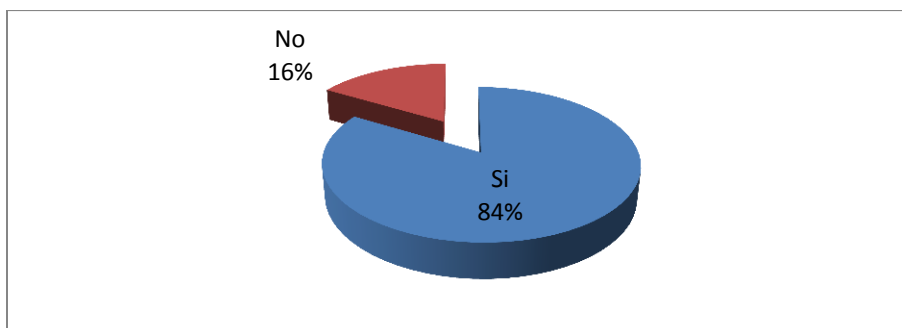
La calidad del servicio eléctrico, es un factor determinante a evaluar, dado a que es un parámetro de satisfacción de los beneficiarios. Los resultados de las encuestas mostraron que el 97% de usuarios indicó, que el servicio de energía eléctrica, es constante y adecuado.

Solamente el 3% de la población considera que el servicio de la energía eléctrica, no ha sido constante, se desconocen las causas dado a que los encuestados no dieron respuesta. Es importante aclarar, que según el coordinador de la UAE, el proceso de corte de energía eléctrica, se aplica a los usuarios morosos, (según ASOCALCO en base al reglamento interno, el proceso de corte de energía eléctrica ocurre, cuando un usuario deja de pagar tres meses dicho servicio, para la reconexión los usuarios deben pagar dicho costo, más los meses adeudados), a la fecha son casos aislados a los cuales se les han aplicado tal medida, así mismo, se hace mención a que aproximadamente un 10% de los beneficiarios, no pagan puntualmente la luz, poniéndose al día antes de aplicar el proceso de corte.

vii. La tarifa actual es adecuada

La información recolectada a través de las encuestas realizadas, mostró que el 84% de beneficiarios considera que el pago por el uso de energía eléctrica es adecuado, en función de sus limitados ingresos; lo cual, representa un importante indicador de satisfacción.

Gráfica 5. Considera que la tarifa que paga actualmente es adecuada?



Fuente: elaboración propia, con datos del estudio de campo, julio 2016.

Para (NRECA International Ltd. 2012) en su estudio correspondiente, describe que los consumidores rurales de energía eléctrica, pagan alrededor de US\$9.52, por consumos de 36 kWh/mes en promedio por hogar, este pago incluye el cargo por consumidor, los impuestos y el cargo por alumbrado público. Para el caso de los hogares beneficiados con la puesta en operación de la microcentral, el gasto promedio mensual, para el pago del servicio de la energía eléctrica, oscila en un rango de Q.22.00 a Q.26.00, según datos proporcionados por el coordinador de la UAE. En función de los resultados de campo obtenidos, la tarifa que pagan los beneficiarios, es baja, en comparación con los usuarios conectados al SNI. Esto, se debe a las características de ruralidad de la población, así, como el bajo consumo de energía eléctrica; dado a que la emplean especialmente para actividades domésticas.

Según lo expresado por el grupo focal, el rango de kilovatios al mes (kWh/mes) consumidos por la mayoría de hogares oscila entre 4 a 6 kWh, cobrando la ASOCALCO Q.2.00 por kWh/mes. En cuanto a la cuota de alumbrado público, solamente algunas comunidades cuentan con servicio de alumbrado público (Chaquiroyujija, Sechina, Sejux, Serraxic, Las Conchas, San José Chiyú y Setal<sup>31</sup>).

<sup>31</sup>Esta última comunidad solicitó su servicio de alumbrado público días antes a la visita de campo y fue a mediados de julio donde obtuvo este servicio. Es importante anotar que según lo manifestado por el grupo focal (Junta Directiva), son las mismas comunidades que deben de decidir en Asamblea, si quieren estar conectadas al servicio público.

Según (NRECA International Ltd. 2012), el cargo por alumbrado público, es variable en cada municipio, y es un cargo significativo en la factura de los clientes del área rural; estos cargos varían desde Q.22.00 hasta Q.75.00 (US\$.2.85 - US\$.9.75). Este análisis se realizó en base al servicio que presta el SNI. Así mismo, describe que el consumo de energía eléctrica para las poblaciones del área rural, en promedio, están alrededor de 30 kW para todo uso de electricidad, y de 22 kWh solamente para iluminación.

Por último, es importante hacer mención al Informe Nacional de Desarrollo Humano 2015/2016 (PNUD 2016), en donde hace referencia a que, en muchos departamentos y municipios, el costo del alumbrado público incluso es mucho más alto que el consumo propio. Hay usuarios que pueden estar pagando por consumo Q.20.00, pero, por alumbrado público pagan Q.80.00 ó Q.95.00. Para el caso de las comunidades beneficiarias con la microcentral, la tarifa de la energía eléctrica se divide en tres rubros mensualmente, el primer rubro es una cuota fija de Q.15.00, se esté consumiendo energía o no (esta cuota es para cubrir los gastos administrativos), el segundo rubro es de Q.3.00 por alumbrado público y el tercer rubro es el consumo de energía mensual por hogar, expresado en kWh/mes.

#### b) Implicaciones financieras

Para la obtención de resultados de las implicaciones financieras, se encuestaron a grupos de emprendedores; una de las características que se tomó en consideración para dicho segmento de población, es que, los negocios debieron de estar plenamente establecidos, identificados y reconocidos por la población. La mayor parte de los emprendimientos son tiendas que se dedican a la venta de artículos varios de la canasta familiar, incluyendo medicamentos generales.

##### i. El tipo de negocio es familiar

Según los datos obtenidos en el estudio de campo, se logró identificar que, del total de negocios, el 95% es de tipo familiar; mientras, que el restante 5% es de tipo individual particular, en donde la familia no interviene directamente.

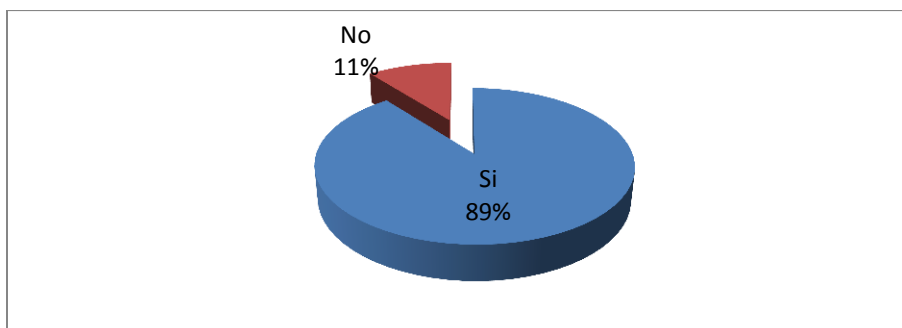
##### ii. ¿Fue necesaria la introducción de la energía eléctrica para que el negocio empezara?

Se determinó que el 32% de los emprendedores encuestados fueron motivados a iniciar su negocio, producto de la introducción de la energía eléctrica en sus comunidades; mientras, que el 68% manifestó que contaban con su negocio previo a la introducción de la energía eléctrica.

iii. Existió una ampliación o diversificación del negocio, con la energía eléctrica

Si bien es cierto, gran parte de los negocios en las comunidades beneficiarias existía con anterioridad, la introducción de la energía eléctrica, vino a ampliar o a diversificar los mismos; como se muestra en la gráfica siguiente.

Gráfica 6. Con la energía eléctrica su negocio se amplió o diversificó?



Fuente: elaboración propia, con datos del estudio de campo, julio 2016.

De los emprendedores encuestados, el 89% manifestó que su negocio se amplió y diversificó; por lo que, es importante describir que como mínimo, este tipo de negocios (tiendas) poseían a la hora de la visita de campo al menos una refrigeradora o en su defecto un congelador; en algunas otras tiendas con mayor capacidad económica, se evidenció, más de un aparato electrodoméstico (refrigeradora y congelador). La diversificación hace referencia a que con el uso del congelador o refrigeradora, se pueden ofrecer productos fríos como gaseosas, pollo congelado, jamón, salchichas, carne, leche, entre otros.

iv. El negocio ha generado nuevos empleos?

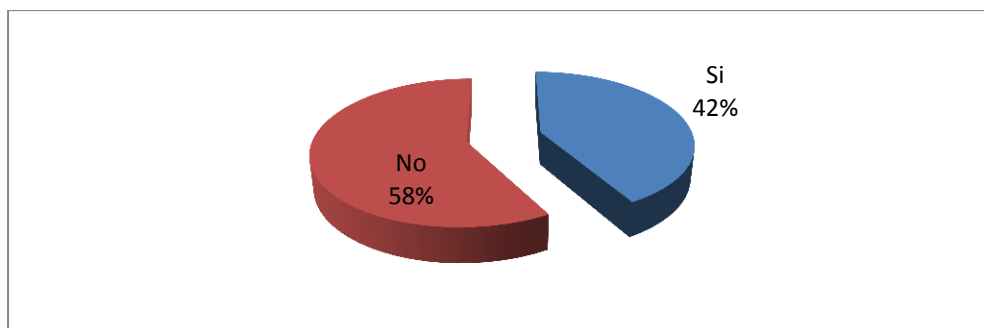
Dado a que la mayor parte de los negocios son de carácter familiar, en donde intervienen los miembros del hogar, para la venta de los productos (especialmente padre y madre), la generación de empleo, no es una característica de este tipo de negocios.

Del total de los encuestados el 21% manifestó que se han generado nuevos empleos alrededor de sus negocios, son básicamente aquellas tiendas que por lo regular cuentan con más de un congelador y una refrigeradora. El pago por lo regular es por día y de forma no continua. La ENEI, hace referencia a que la tasa global de participación de la Población Económicamente Activa -PEA- a nivel nacional fue 61.5, es decir que por cada 10 personas 6 están en edad de trabajar, realizaron alguna actividad económica o hicieron gestiones para encontrar trabajo. Para el área rural nacional dicha tasa era de 59.3 según (INE 2016), ENCOVI Tomo I.

v. Existe una mejor comercialización de sus productos en su comunidad?

El proyecto de introducción de energía eléctrica, ha traído consigo, la apertura de nuevos negocios de tiendas, principalmente; con lo cual, se genera mayor competencia con los negocios ya establecidos, esto se demuestra por medio de la siguiente gráfica.

Gráfica 7. ¿Existe mejor comercialización de sus productos en su comunidad?



Fuente: elaboración propia, con datos del estudio de campo, julio 2016.

El 58% de los encuestados, manifestaron que no existe una mejor comercialización de sus productos, esto posiblemente, se deba a que gran parte de la economía local, es de subsistencia. No obstante, el 42% de la población manifestó, que existe una mejor comercialización de los productos, enfocando sus respuestas a que en la actualidad, existe una mayor disponibilidad de productos necesarios de la canasta básica, en las tiendas, lo que representa no ir hasta la cabecera municipal para las compras respectivas, representando un mayor gasto en cuanto a la movilización y disponibilidad de tiempo para dichas actividades.

En el trabajo de campo, se observó que en una casa particular se cuenta con el servicio de fotocopiado. Para el caso de la ASOCALCO el contar con el proyecto de la microcentral hidroeléctrica, ha representado también, una oportunidad de ofrecer sus servicios de electrificación a no asociados, como, por ejemplo, a la empresa de telefonía Tigo<sup>32</sup>, en una línea de tensión de 220 kV<sup>33</sup> y a una finca privada que elabora su propio concentrado, debido a que se dedica a la crianza de ganado y cerdos. Así mismo, el servicio también es prestado a la municipalidad de Chahal en una línea de 110 kV para su abastecimiento propio, para la administración y servicio dentro del parque municipal Las Conchas.

<sup>32</sup>Millicom International Cellular, S.A. es un operador de telefonía móvil que opera en el país, comercialmente bajo la marca Tigo.

<sup>33</sup>El pago por Kilovatio -KW- consumido por una línea de 220 Kilovoltios -kV-, mensualmente tiene una cuota de Q.4.00, según lo manifestado, por la Junta Directiva.



#### 4.1.2 Implicaciones sociales del proyecto

La información presentada en cuanto a las implicaciones sociales del proyecto con respecto a salud y educación, se obtuvo a través de las encuestas realizadas a jefes de hogar, directores de escuela y grupo focal.

##### a) Relaciones comunitarias y de género

En lo que respecta a aspectos sociales relacionados con equidad de género y participación comunitaria, la población encuestada manifestó, que la introducción de energía eléctrica en las comunidades, ha traído beneficios en la organización comunitaria y desarrollo familiar, dentro del grupo de mujeres.

##### i. Beneficios de la energía eléctrica hacia la comunidad

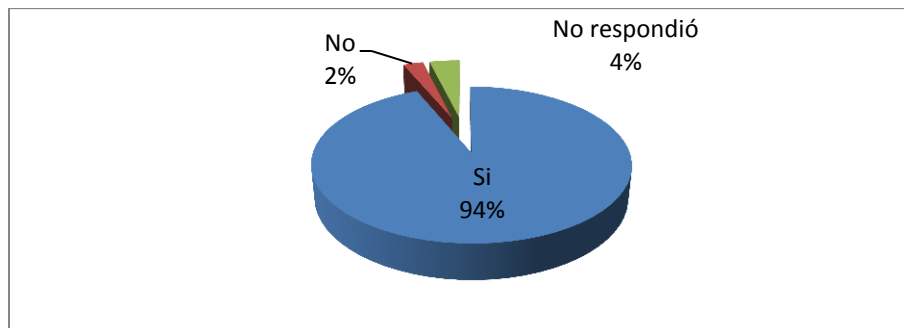
Es evidente, que la energía eléctrica, no solamente ha representado beneficios económicos y financieros, sino, a la vez, los usuarios manifestaron, que han obtenido beneficios sociales en la comunidad.

El 99% de los encuestados manifestaron, que antes de la introducción de la energía eléctrica en las comunidades, la visita a vecinos había sido limitada a excepción de casos de emergencia en horas de la noche, ahora, con el proyecto en marcha, se han fortalecido aún más, los lazos de comunicación a nivel comunitario. Manifiestan también, que las comunidades beneficiarias, se sienten fortalecidas, por contar con la ASOCALCO, que vela por el sostenimiento del proyecto de energía eléctrica.

##### ii. La energía eléctrica ha facilitado las tareas familiares?

Si bien es cierto, el acceso a la energía eléctrica no es el fin, sino el medio, tal y como lo expresa Arriaza (2005), existen algunos beneficios implícitos que son trascendentales en cuanto al acceso de la misma, como se observa en la siguiente gráfica.

Gráfica 8. El uso de la electricidad ha facilitado las tareas familiares?



Fuente: elaboración propia, con datos del estudio de campo, julio 2016.

El 94% de la población encuestada manifestó, que se han facilitado las tareas del hogar, no solamente en la distribución de actividades por la noche, tanto, para la mujer como para el hombre, sino también, hay una mejor comunicación con toda la familia a la hora de la cena, los hijos ahora realizan sus tareas de la escuela por la noche; al no alcanzarles la tarde.

iii. ¿La energía eléctrica es un beneficio social para la comunidad?

La electricidad, representó beneficios sociales para las comunidades, ya que los resultados de las encuestas realizadas en el estudio de campo, mostraron que la mayor parte de los encuestados (99%) consideró, que existieron beneficios sociales con la introducción del proyecto de la energía eléctrica, dentro de los cuales sobresalen: se cuenta con alumbrado público (en la mayoría de las comunidades beneficiarias), así mismo los encuestados manifestaron que pueden caminar tranquilamente por las calles, ir a visitar a vecinos o familiares por la noche, asistir a las actividades de la iglesia, a nivel de hogar, se pueden dormir tranquilos; dado a que si pasa alguna eventualidad fuera del hogar se sienten seguros al encender la luz eléctrica.

iv. ¿Cuál es la relación de la energía eléctrica y la participación comunitaria?

El acceso a la energía eléctrica, ha permitido que las comunidades puedan realizar actividades nocturnas. El 95% de los encuestados manifestaron, que realizan actividades en beneficio de la comunidad como reunión de COCODES y con la ASOCALCO, así como actividades culturales. Solamente 5% de los encuestados manifestaron, que con la energía eléctrica no participan en actividades en beneficio de la comunidad, esto posiblemente se deba a que son personas de mayor edad o que no manifiestan ningún interés en ese tipo de actividades.

El grupo focal, manifestó que a mediados del 2014 dado al bajo nivel del caudal del río, tuvieron que emplear mano de obra de las comunidades beneficiarias, para realizar los trabajos necesarios en la obra de toma y la limpieza del canal. Lo anteriormente confirma que existe una vinculación

intrínseca entre la energía eléctrica (microcentral hidroeléctrica comunitaria) y la participación comunitaria, a través de trabajos comunitarios en conjunto, en beneficio de toda la población.

v. ¿Se siente con mayor comodidad en su hogar, con energía eléctrica?

La energía eléctrica, ha implicado en los hogares encuestados una mayor comodidad. Dentro de las comodidades que manifestaron el 99% de los encuestados, están: información, formación y diversión por medio de la radio y televisión, nuevos negocios, incremento en la diversidad de productos, identificar a visitantes en horas de la noche, emprender un viaje en horas de la madrugada.

vi. ¿La energía eléctrica representa mayor seguridad ciudadana?

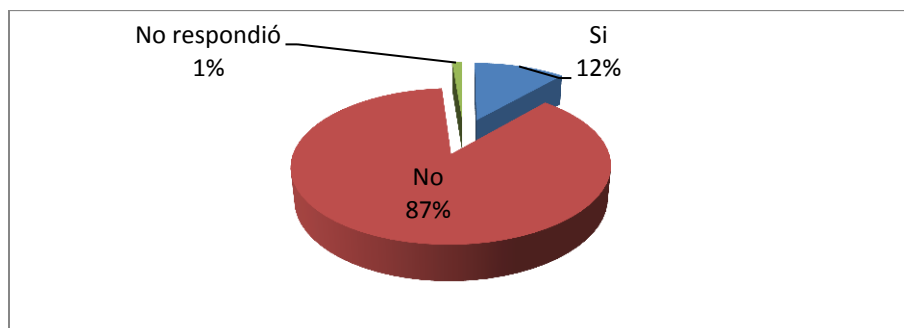
A pesar de que las comunidades cuentan con energía eléctrica en sus hogares y alumbrado público, en algunas vías de acceso, el tema de seguridad ciudadana no ha mejorado ostensiblemente como se supone y según lo manifestado por el 51% de los encuestados, mientras que un 49% de la población, considera que sí ha habido mayor seguridad ciudadana, con la energía eléctrica.

Es importante dar a conocer, que las comunidades que manifestaron que la energía eléctrica no ha mejorado la seguridad ciudadana, son aquellas que no cuentan con alumbrado público a la fecha de realizar el trabajo de campo, tal es el caso de los vecinos de Setal, que alberga a una gran cantidad de beneficiarios. En cuanto a los encuestados que manifestaron, que la seguridad ha mejorado, se basan en que pueden estar más tranquilos en sus hogares, dado a que saben que cualquier eventualidad pueden hacer uso de la energía a cualquier hora.

vii. ¿El servicio de energía eléctrica está a nombre de una mujer?

Si bien es cierto, existe una responsabilidad enorme en el cuidado del hogar por parte de la mujer, es también evidente, que en algunos temas trascendentales, como, que el servicio de energía eléctrica, esté a nombre del señor de la casa, apreciándose los resultados en la siguiente gráfica.

Gráfica 9. El servicio de la energía está a nombre de una mujer?



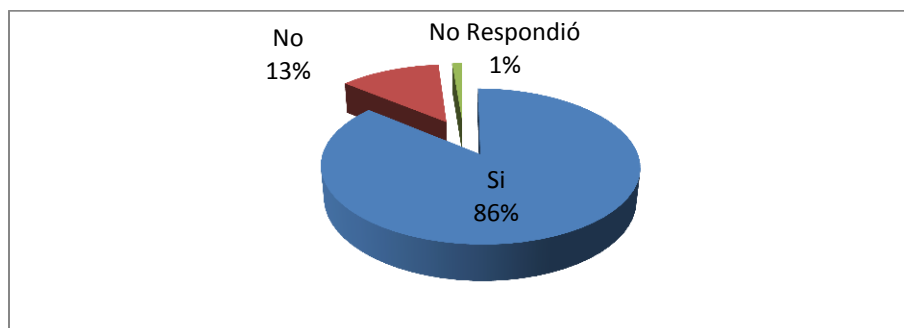
Fuente: elaboración propia, con datos del estudio de campo, julio 2016.

El 87% de los encuestados, manifestaron que el servicio de energía eléctrica está a nombre de un hombre, solamente 12% está a nombre de una mujer. Es evidente, que el machismo en el área rural está presente en este tipo de procesos, por lo que, la participación de la mujer queda rezagada a los oficios del hogar y del cuidado de la familia. Se demuestra que la propiedad de la energía eléctrica, está a nombre del género masculino, lo cual, debería tener una mayor equidad en la tenencia de los medios de producción, que se generan en las familias, según (PNUD 2016) describe que únicamente el 20% de las mujeres, se considerada «jefe de hogar», y estas, se consideran como tales, cuando no hay hombre que reportar, como jefe.

viii. ¿Existe mayor participación de la mujer en la comunidad, con el acceso de la energía?

La posición de las mujeres no puede explicarse sin tomar en cuenta el aspecto de su participación en la toma de decisiones que afectan a la sociedad, tanto en el ámbito del hogar como en el espacio público; sin embargo, debido a múltiples factores, las mujeres continúan con escasas posibilidades de participar y acceder a posiciones de toma de decisiones (MSPAS *et al* 2017). Por lo anterior la participación de la mujer en los diferentes procesos, tanto, productivos como de carácter social es fundamental en la comunidad, como se muestra en la gráfica siguiente.

Gráfica 10. Existe mayor participación de la mujer en la comunidad?



Fuente: elaboración propia, con datos del estudio de campo, julio 2016.

El 86% de los encuestados manifestaron, que efectivamente la mujer ha logrado tener un papel protagónico, no solamente, en las diversas actividades comunitarias, sino, a nivel del seno de la familia. En tanto, el 14% de los encuestados manifestaron su rechazo, debido a que hacen referencia a que existen mujeres, que no les gusta participar en actividades comunitarias. Según (MSPAS *et al* 2017), la importancia que la mujer participe activamente en el mercado de trabajo es indiscutible en cuanto a los beneficios que le proporciona a ella y a su entorno familiar. Para el caso particular de la microcentral, dicha participación está asociada también, a los diversos programas impulsados por JICA como parte del mejoramiento de la vida “*Kaizen*”, que fueron apoyados paralelamente en su momento, tales como proyectos productivos con carácter de género.

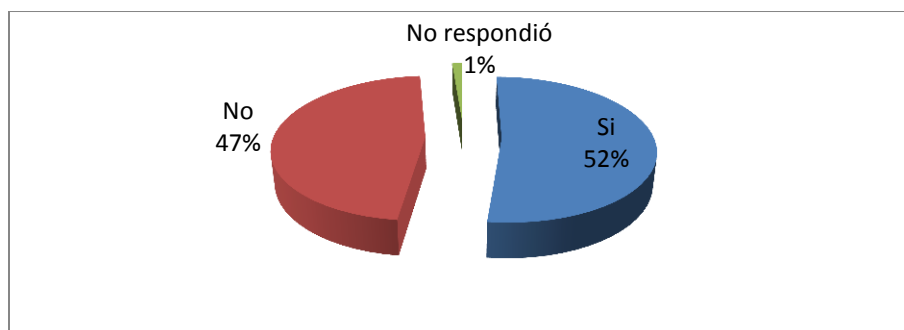
ix. ¿Hay mayor productividad de las mujeres en sus actividades diarias?

Según la información recabada en el estudio de campo, se pudo determinar que, la energía eléctrica ha mejorado la productividad de los horarios de trabajo de las mujeres, representando un aumento de la productividad del 77% de la población, según lo manifestado por los encuestados. Esto podría significar mayor carga laboral, hacia las mujeres, los jefes de hogar manifestaron, que es de gran ayuda, contar con energía eléctrica, dado a que, las mujeres se levantan más temprano para cocinar, atender a los niños, antes que vayan a la escuela y aseo de la casa; anteriormente debían esperar los primeros rayos del sol para levantarse y ahorrarse, así recursos económicos para la compra de velas u ocote, entre otras fuentes alternas de iluminación.

x. ¿Ahorro en tiempo de las mujeres para dedicarse a otras actividades?

La energía ha significado que las mujeres puedan organizar su tiempo en función de sus prioridades, lo que se pone de manifiesto en la Gráfica No.11.

Gráfica 11. Ahorro en tiempo para dedicarse a otras actividades?



Fuente: elaboración propia, con datos del estudio de campo, julio 2016

El 47% de la población encuestada manifestó, que el acceso a energía eléctrica, no ha representado ahorro en tiempo para las mujeres, para otras actividades y 1% no respondió la pregunta. Así mismo, algunas mujeres emplean su tiempo en actividades productivas, como por ejemplo, en la elaboración de chocobananos para la venta; tener una mayor comunicación con la familia y desgranado de maíz, entre otras actividades, según lo manifestado por el 52% de los encuestados.

El (PNUD 2016) describe que las mujeres se emplean de manera más precaria, debido, a que sus ocupaciones usualmente son consideradas como «ayuda» y por lo mismo, sus responsabilidades como «amas de casa» no disminuyen; lo cual, es consistente con lo observado en las comunidades, dado, a que en función de las prioridades del hogar, el 52% de las mujeres emplean la energía en horas de la noche para culminar las actividades, que quedaron pendientes a lo largo del día, como lavado de ropa y en algunos de los casos planchado. Según la ENEI, hace referencia a que la participación de la mujer de la Población Económicamente Activa -PEA-, aún es menor que la de los hombres, principalmente para el área rural nacional, reportando una tasa de 32.7% de participación (INE 2016).

#### b) Educación

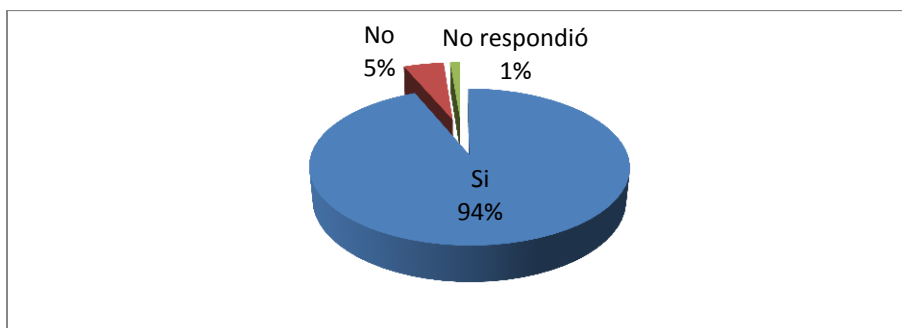
El nivel de escolaridad de mujeres y hombres, especialmente el acceso de la mujer a la educación, se ha considerado que es uno de los principales determinantes en el desarrollo de un país y en el cambio de actitudes y prácticas relacionadas con la salud reproductiva, en especial la salud infantil según (MSPAS *et al* 2017).

Por lo tanto, la educación, como un aspecto fundamental dentro de la sociedad, cobra relevancia en la operación del proyecto dentro de la comunidad; los resultados correspondientes fueron producto de encuestas realizadas a 4 directores de escuelas de las comunidades beneficiarias, así como a jefes de hogar, para conocer la relación de la energía eléctrica y educación.

#### i. Ha mejorado el servicio de educación con la energía eléctrica?

La educación es fundamental para el desarrollo de las comunidades, a criterio de los jefes de hogar encuestados consideraron, que efectivamente han observado mejoría en la educación de sus hijos; como lo demuestra la siguiente gráfica.

Gráfica 12. Con la energía eléctrica ha mejorado el servicio de educación?



Fuente: elaboración propia, con datos del estudio de campo, julio 2016.

El 94% de los encuestados manifestaron, que ahora sus hijos pueden hacer sus tareas de la escuela con mayor comodidad por la noche, gracias a que cuentan con energía eléctrica; el resto de las personas que mencionaron desconocer la mejoría del servicio de educación, se debe, posiblemente a que sus hijos ya no viven en el hogar y que el núcleo familiar es constituido por la esposa y esposo. En otros casos, los hijos están muy pequeños para asistir a la escuela.

#### ii. Aumento de promoción

Los directores de escuela manifestaron en un 50%, que la energía eléctrica, no es garantía para que se dé el aumento de promoción en los centros escolares, mientras, que el otro 50% manifestó que el acceso de energía eléctrica en las escuelas, sí ayuda a mejorar los niveles de promoción escolar.

Algunos directores manifestaron que llevan sus computadoras portátiles a las escuelas, en donde a través de videos, motivan a los niños, a interesarse en la educación. Manifestaron también que existen otros factores asociados al tema que deben visualizarse, como la falta de empleos, pobreza y falta de inversión que promuevan el desarrollo, aunado a la escasa inversión social del Estado, convierten la variable económica como principal causa de la emigración. A esto es importante tomar en consideración el promedio de años de escolaridad de la población indígena para el 2014 era de 4 años según (INE 2016).

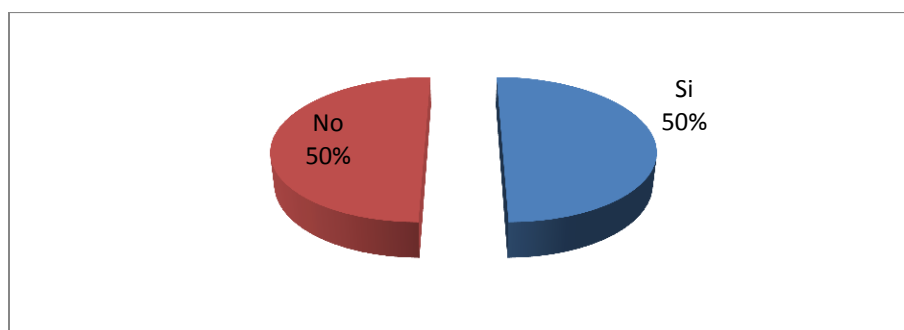
Algunas personas manifestaron, que principalmente los jóvenes migran a la cabecera departamental (Cobán), en búsqueda de fuentes de empleo, a la Costa Sur para la época de la zafra u otras áreas del país que requieran mano de obra; dado a las pocas oportunidades de trabajo estable en sus comunidades. Ampliando los hallazgos, la ENSMI 2014-2015, en los resultados de asistencia escolar, describe que las tasas suben con la edad y se mantienen en valores cercanos o superiores a 95% entre los 8 y los 12 años de edad, a partir de la cual la

asistencia escolar desciende de forma continuada. Así mismo hace referencia dicha encuesta a que las tasas son superiores en mujeres que en hombres en los primeros años de primaria, pero esta tendencia se invierte a partir de los diez años. A partir de esta edad, la asistencia escolar masculina supera a la femenina; por otra parte Alta Verapaz es uno de los departamentos, en donde casi tres de cada diez mujeres no tienen educación según (MSPAS *et al* 2017).

iii. Ampliación en el horario de servicio

La ampliación de horario en el servicio educativo está dividido, como se muestra en la gráfica siguiente.

Gráfica 13. Ampliación de horario en el servicio?



Fuente: elaboración propia, con datos del estudio de campo, julio 2016.

A decir de los encuestados, no existe ampliación en el horario de servicio en las escuelas o institutos, dado a la poca densidad de población educativa en la mayor parte de las comunidades; lo que se amplió fueron básicamente actividades culturales o deportivas. En algunos establecimientos se cuenta con una computadora y aparato de sonido, para la animación de dichos eventos.

iv. Instalación de nuevos centros educativos

Dada la poca densidad poblacional, abrir nuevos centros educativos, no es viable en la mayoría de las comunidades, según lo manifestado por los directores de escuela.

El 75% de los entrevistados manifestaron, que la instalación de nuevos centros educativos es un factor que está asociado a la densidad poblacional. Según el director de la escuela de la comunidad de Chaquiroquija, en la actualidad se atiende a un total de 49 niños y niñas distribuidos en los diferentes grados de nivel primario; mientras, en el nivel pre primario, se atiende a un total de 7 niños y niñas en las etapas 5 y 6 años. Con la introducción de la energía eléctrica según lo manifestado por el grupo focal (Junta Directiva) se inauguraron tres institutos de telesecundaria,

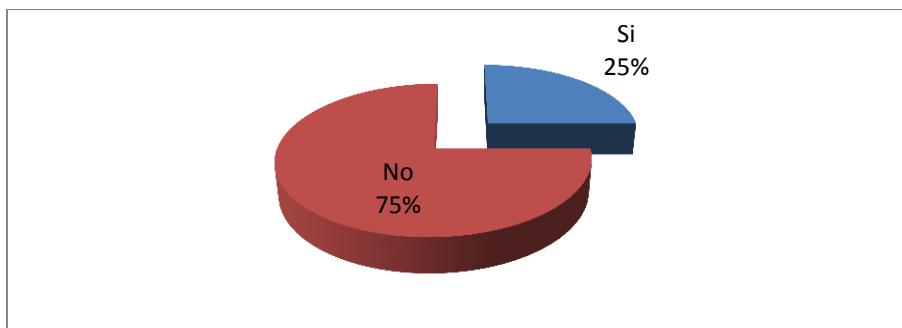


uno en Las Conchas y otro en Setal, que atienden en la mañana; el otro instituto ubicado en la comunidad de San José Chiyú, el cual, hace uso de la electricidad, dado a que los horarios de clases en la jornada vespertina culminan a las 18:00 horas.

v. Ampliación de días de servicio

La ampliación de los días de servicio educativo, no es una característica con relación a los establecimientos de las comunidades beneficiarias con energía eléctrica, como se muestra en la siguiente gráfica.

Gráfica 14. Ampliación de días de servicio?



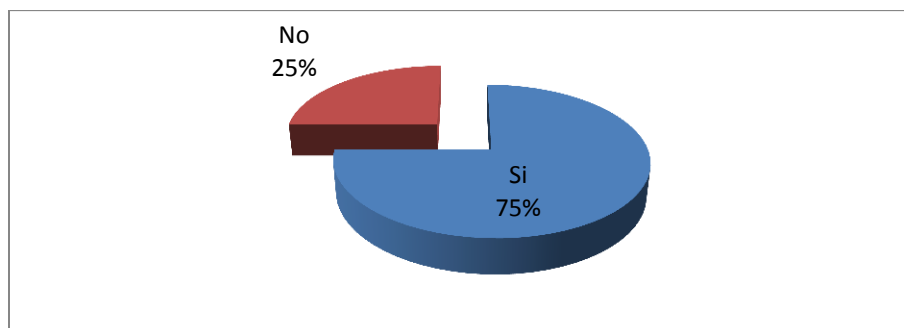
Fuente: elaboración propia, con datos del estudio de campo, julio 2016.

A pesar de ello los directores de las escuelas, recalcaron que realizan actividades lúdicas en horarios de clases, no obstante, el director de la escuela de la comunidad El Rosario manifestó, que al haber eventos culturales en la comunidad participan en las mismas, en algunos casos, fuera de horario de clases; como la celebración de las fiestas patrias, con algunos aparatos eléctricos (bocinas, micrófono, etc.).

vi. Disminución de analfabetismo

A criterio de los directores, la energía eléctrica ha ayudado en gran medida a que los niveles de analfabetismo disminuyan considerablemente, según se muestra en la siguiente gráfica.

Gráfica 15. Disminución de analfabetismo?



Fuente: elaboración propia, con datos del estudio de campo, julio 2016.

No obstante, de los cuatro directores, tal y como se aprecia en la boleta de encuesta (ver anexo 9), un director manifestó, que a pesar de hacer los esfuerzos dentro de la escuela con actividades lúdicas y con ello incentivar para que los niños y niñas continúen con el ciclo escolar, existen otros factores externos, que se deben considerar y que han influido en que algunos estudiantes jóvenes se junten a temprana edad a formar un hogar.

A esto, se suma lo manifestado por el grupo focal de la Junta Directiva, en donde en la actualidad existen varias comunidades cercanas al proyecto, que están interesadas en ser parte de los beneficiarios de la microcentral hidroeléctrica; no obstante, a la fecha previo a tomar en consideración dicha solicitud, deben priorizar varios matrimonios jóvenes, que ya han formado su hogar y que no cuentan con energía eléctrica. A la fecha, existe un total de 186 casos dentro de las once comunidades beneficiarias. Según (MSPAS *et al* 2017), hace referencia a que un embarazo temprano puede tener un impacto en la salud de la madre y de la niña o el niño. Además, un comienzo temprano de la maternidad a menudo reduce las oportunidades educativas y laborales de las mujeres y se asocia con mayores niveles de fecundidad. La maternidad en la adolescencia también se asocia directamente con el nivel de pobreza y la educación.

vii. Aumento de inscripción en horarios nocturnos

La mayor parte de escuelas e institutos prestan sus servicios en la mañana. El 75% de los encuestados (directores) manifestaron, que los horarios nocturnos no se han ampliado, posiblemente se deba a la poca densidad poblacional estudiantil.

Un instituto de jornada vespertina, cuyas clases culminan a las 18:00, utiliza la energía eléctrica para realizar algunas otras actividades docentes y lúdicas de enseñanza aprendizaje; según lo manifestado por uno de los directores encuestados.

viii. Diversificación de carreras educativas

Solamente, tres comunidades cuentan con institutos de telesecundaria; quienes otorgan un diploma del ciclo básico. Con la introducción de energía eléctrica, no se han diversificado las carreras educativas.

Dada la falta de carreras a nivel diversificado en las comunidades, los jóvenes que así lo desean y que poseen los recursos económicos, deben trasladarse a la cabecera municipal de Chahal todos los días; a pesar de que no se pudo definir la cantidad de jóvenes, que optan por continuar estudios a nivel diversificado, se estiman que son muy pocos.

El recorrido en tiempo, desde la comunidad Las Conchas como punto de referencia hacia la cabecera municipal de Chahal, oscila en aproximadamente 20 minutos en microbús, parte de la carretera es de terracería, mientras que el tramo sobre la ruta principal, es asfaltada en su totalidad. En entrevista sostenida con el grupo focal, manifestaron el interés, que los jóvenes puedan ser capacitados por alguna instancia pública o privada en carreras técnicas aplicables al entorno.

ix. Incremento de oportunidades

Los directores de escuela manifestaron, que dado a que el servicio de educación es gratuito, con la llegada de la energía eléctrica las oportunidades para las mujeres especialmente niñas ha sido positivo; con un incremento de oportunidades del 75%.

Para el caso de mujeres jóvenes y adultas manifestaron que se han impulsado proyectos productivos financiados por JICA en varias comunidades, con la crianza de pollos, gallinas y cerdos y molinos de nixtamal, a base de energía eléctrica.

c) Actividades deportivas y culturales

La introducción de energía eléctrica en las diferentes comunidades cobra relevancia en actividades deportivas y culturales, asociadas al tema de educación; para lo cual se describen los siguientes resultados.

i. Mejora en actividades deportivas

Con la introducción de la energía eléctrica, las escuelas e institutos hacen uso de equipo de sonido para animar las actividades deportivas, por lo que se identificó una mejoría del 100% en este aspecto.

Desde el punto de vista de los entrevistados, efectivamente, a través de la energía eléctrica se han visto beneficiados con las actividades deportivas en los diferentes centros educativos.

ii. Mejora en actividades culturales

Las actividades culturales, han tenido un impacto positivo dentro de los centros educativos, con la introducción de la energía eléctrica, como se manifestó el 100% de los entrevistados.

Dentro de las actividades culturales, es importante hacer mención el involucramiento de la comunidad para participar en dichos eventos, haciendo uso de aparatos de sonido propiedad del centro educativo. Es importante hacer notar, que son los padres de familia, quienes pagan la energía eléctrica, dentro del centro educativo, según lo manifestado por el director de la escuela de la comunidad de Chaquiroquiya.

d) Salud

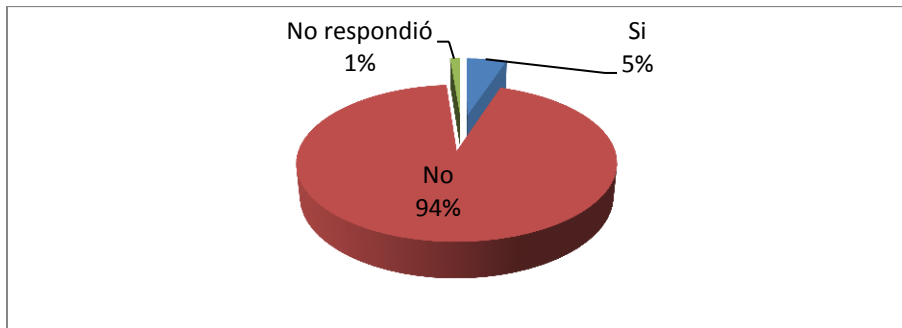
Los problemas en el acceso a los servicios de salud, según el lugar de residencia proporcionan una visión general en cuanto a la red de servicios de salud y la facilidad o los obstáculos que tienen que superar las personas que les demandan según (MSPAS *et al* 2017).

En lo que respecta a aspectos de salud, en reunión sostenida con el grupo focal y la Junta Directiva de la ASOCALCO, manifestaron que solamente cuentan con tres centros de convergencia distribuidos en las siguientes comunidades: San José Chiyú, El Porvenir y Sejux, mientras que la DMP, reporta un centro de convergencia también en la Aldea Las Conchas.

Así mismo, manifestaron que dichos centros de convergencia carecen de energía eléctrica, solamente el de la comunidad de San José Chiyú, cuenta con un panel solar. Según lo descrito por el grupo focal, las enfermeras manifiestan, que no necesitan del servicio eléctrico, debido a que el servicio, se presta en el día y no almacenan medicamentos que necesiten refrigeración, los miembros de la asociación consideran que es necesario que deben conectarse al servicio eléctrico, para que se brinde un mejor servicio a la población.

La siguiente gráfica, muestra el sentir de la población encuestada, en relación al servicio de salud, es importante aclarar que la mayor parte de encuestados, no consideró los beneficios que representa la energía eléctrica, con respecto al uso de fuentes tradicionales de iluminación y combustión, como ocote, candelas, gas, etc.; lo cual, provoca enfermedades respiratorias al estar expuestas constantemente al humo.

Gráfica 16. Con la energía eléctrica ha mejorado el servicio de salud?



Fuente: elaboración propia, con datos del estudio de campo, julio 2016.

Del total de encuestados, el 5% manifestó que ha existido un mejoramiento en la salud, como consecuencia de la llegada de la energía eléctrica, debido a que ya no tienen que usar velas, velas, gas, etc., que provocan problemas en los ojos y de respiración. Así mismo, a la hora de enfermarse algún miembro de la familia, solamente encienden el foco para la búsqueda de medicina dentro del hogar, con los vecinos o en la tienda.

Según la ENSMI 2014-2015, uno de los problemas serios que reporta la población indígena en cuanto al acceso a los servicios de salud es justamente la distancia al establecimiento de salud. Esto hace que en el área rural, una población más dispersa, dificulta el acceso, para la prestación de los servicios de salud según (MSPAS *et al* 2017).

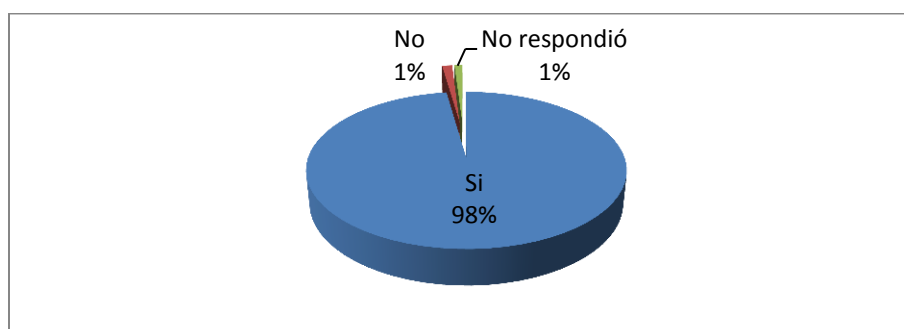
#### 4.1.3 Implicaciones ambientales del proyecto

Los resultados obtenidos respecto a las implicaciones ambientales de la operación de la microcentral hidroeléctrica, están orientados a la sostenibilidad de los recursos, mismos, que se presentan a continuación.

- a) La destrucción del bosque conlleva la disminución del caudal de agua y con ello la afectación de generación de energía eléctrica.

Los encuestados en un 98% están conscientes de que el bosque es un recurso que sirve para mantener el agua y que se debe proteger, como se muestra en la siguiente gráfica, la base de esa aseveración se encuentra en que el proyecto se ubica dentro de parque municipal Las Conchas.

Gráfica 17. Sabe que al destruir el bosque, la cantidad de agua disminuye y también la generación de electricidad?



Fuente: elaboración propia, con datos del estudio de campo, julio 2016.

El grupo focal manifestó, que en época seca el caudal disminuye considerablemente a 0.1 m<sup>3</sup>/s aproximadamente, mientras, que, en la época de lluvia, el mismo llega a medir 11 m<sup>3</sup>/s. En relación a la disminución del caudal, hacen referencia a diversos factores como: incendios forestales en la parte alta de la cuenca, deforestación y proyectos de monocultivos establecidos en los alrededores del proyecto. También manifestaron que al existir una mayor sedimentación en los canales (especialmente en la época de lluvia), desprendimiento de tierra y otros trabajos relacionados al mantenimiento de la obra de toma, cuentan con el apoyo de las comunidades beneficiadas. A pesar de esas inconveniencias, han podido mantener el servicio de energía eléctrica de forma constante. Esto se contrasta con el descontento manifestado por algunos vecinos del municipio de Chahal, por el servicio irregular del SNI, dado a que los constantes cortes de energía eléctrica<sup>34</sup>, repercuten en la economía, así mismo la falta de electricidad los hace más vulnerables ante la delincuencia, según manifestaron.

La OIM (2013), cita en el informe del estado de la región, en relación a que el cambio climático tendrá severas repercusiones en la seguridad alimentaria, disponibilidad de agua -incluyendo su potencial uso energético-, alteración y pérdida de biodiversidad en los ecosistemas con énfasis en los bosques y los recursos marino costeros, todo ello, junto a una mayor propensión o desastres, daños a la salud humana y afección de los medios de vida, en particular de los pueblos indígenas y las comunidades rurales. En lo que respecta a la pérdida de biodiversidad en ecosistemas con énfasis en los bosques, en base a la fotografías aéreas y las observaciones de campo, se determinó que fuera del área protegida, el área se encuentra totalmente intervenida, con diversas actividades antropogénicas (cultivos anuales de maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus spp*), así,

<sup>34</sup> Durante el trabajo de campo, se pernoctó en la cabecera municipal y se pudo corroborar , un corte de energía eléctrica, en horas de la noche.

como cultivos permanentes, tal es el caso del cardamomo (*Elettaria cardamomun*) y plantaciones de palma africana (*Elaeis guineensis*).

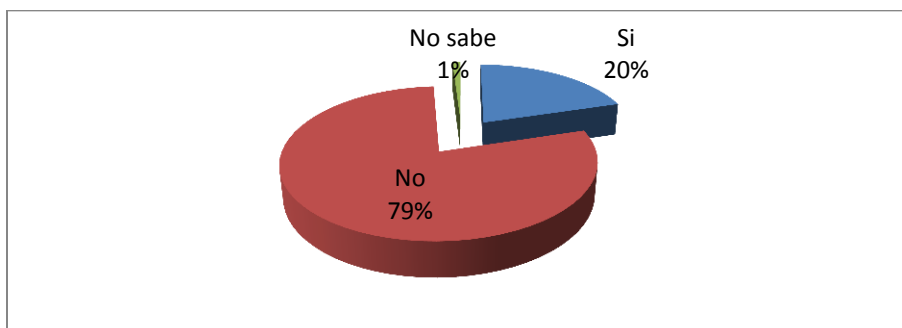
La Encuesta Nacional Agropecuaria Superficie Cultivada y Producción 2015, hace referencia a que el uso de la tierra a nivel nacional 2013-2015, en cuanto a la superficie cultivada con cultivos permanentes, se había incrementado, mientras que la de cultivos anuales se había disminuido, como un probable efecto del cambio climático según (INE 2016).

b) El uso de la electricidad ha disminuido el uso de leña, carbón, ramas, etc.

Según (MEM 2013), cita un estudio realizado por CEPAL en donde indica que cerca de 2.1 millones de hogares en Guatemala, consumen leña para cocinar, ubicados en áreas no electrificadas del país y municipios más pobres; lo cual, es una de las características del municipio de Chahal, especialmente de las comunidades beneficiarias del proyecto, según lo observado en la visita de campo.

El historial de consumo de leña en Guatemala entre los años 1964 y 2006, indica que el porcentaje de población que utiliza leña ha disminuido, sin embargo, la magnitud del consumo (metros cúbicos utilizados) se incrementa debido al crecimiento poblacional y a la agudización de las condiciones de pobreza en el país. Actualmente, el 64% de la población depende de la leña como fuente de energía, el 67% de ella se encuentra en el área rural y el 33% en el área urbana. BANGUAT-URL, IARNA. 2009, citado por (INAB 2015). En base a lo anterior, la siguiente gráfica muestra los resultados de las encuestas.

Gráfica 18. Con el uso de la electricidad, ha disminuido el uso de la leña, carbón, ramas, ocote, otros?



Fuente: elaboración propia, con datos del estudio de campo, julio 2016.

La anterior gráfica, da cuenta que el 79% de los encuestados manifestó, que a pesar de contar con energía eléctrica, el uso de la leña, ocote entre otros, no ha disminuido considerablemente. El (PNUD 2016) describe también que la leña tiene un alto costo ambiental y exige un enorme esfuerzo físico -casi a diario- para recogerla. El 20% de la población encuestada, considera que sí, ha disminuido el uso de leña, carbón y ocote en sus hogares; a pesar que no se pudo corroborar dada las características de la presente investigación exploratoria, posiblemente estos hogares cuenten con algún tipo de estufa ahorradora de leña.

Es importante hacer referencia a lo manifestado por SEGEPLAN 2010, citado por INAB (2015), en donde describe que la mayoría de los hogares guatemaltecos están expuestos a la contaminación intradomiciliaria causada por el humo de combustión de la leña. La relación entre consumo de leña y enfermedades respiratorias es positiva y altamente significativa, pues los hogares que la utilizan aumentan en un 31% la probabilidad de contraer enfermedades respiratorias agudas o crónicas. Por otra parte (MEM 2013), menciona que, entre el 60% y 70% de hogares donde se cocina con leña no cuenta con una chimenea adecuada para la extracción del humo y entre un 5% y 20% de las familias en extrema pobreza cocinan en el mismo lugar donde duermen.

Una de las particularidades de la matriz energética de Guatemala radica en el consumo masivo de leña, para el 2016 se reportó una oferta de 46,104.55 kBEP -Unidades miles de Barriles Equivalentes de Petróleo-, los cuales equivalen al 43.52%, de la oferta total energética nacional para ese año. De esa cuenta, la leña es un recurso básico para satisfacer las demandas energéticas de la población guatemalteca, especialmente la que radica en las áreas rurales, según el Balance Energético del 2016 (MEM, DGE, 2016).

Según, (INAB 2015), la demanda anual de leña es de 27.98 millones de metros cúbicos (85% demanda residencial rural, 13% demanda residencial urbana y 2% de la demanda industrial). Por otro lado, se extraen 10.02 millones de metros cúbicos de leña más de lo que crece el bosque, esto hace el balance insostenible. Este estudio, confirma la fuerte dependencia de la sociedad guatemalteca respecto al uso de leña. En lo que respecta a las comunidades beneficiarias con el proyecto, se observó, que gran parte de los hogares encuestados, cocinan a fogones abiertos, lo que ocasiona pérdida de leña y de calor, abundante humo, que es nocivo para el ambiente y salud principalmente.



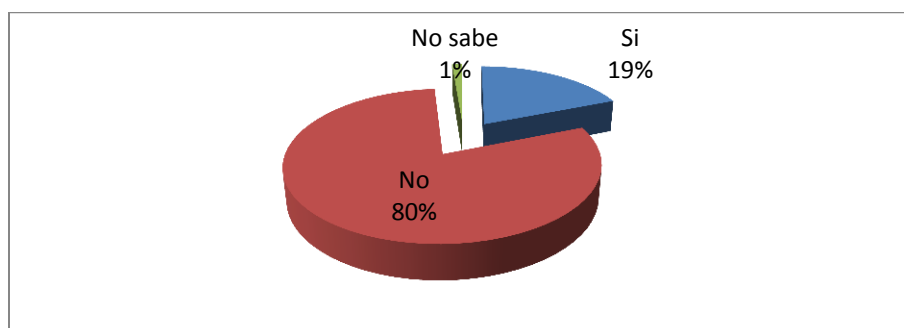
c) La energía eléctrica ha disminuido la presión de los bosques.

Según (IARNA-URL 2012), hace referencia a que los bosques, que son la principal fuente de leña, siguen disminuyendo a ritmos dramáticos, ya que los últimos análisis reportan una pérdida de 132,137 ha/año (INAB, CONAP, UVG y URL, 2012). De lo anterior, se infiere que el uso de la leña es insostenible, ya que es de esperar una significativa escasez de este recurso energético en el mediano plazo. La disponibilidad de leña, como suministro de la naturaleza hacia el desarrollo del país, está llegando a sus límites y, en consecuencia, se generarán situaciones críticas en el área rural. En donde el 95.3% de la población rural utiliza leña como recurso energético, estimándose un consumo de 2.7 m<sup>3</sup>/persona/año. En base a lo informado por el grupo focal y las observaciones campo, principalmente en algunas áreas fuera del parque municipal, la degradación de bosque es alarmante.

La situación de pobreza de las áreas rurales genera amenazas a los bienes naturales, pues el ambiente se degrada al no existir condiciones adecuadas de producción. La pobreza crea círculos viciosos de degradación ambiental, aumento de la vulnerabilidad a desastres naturales y mayor pobreza. IARNA/URL, 2009 según (INAB 2015).

Como confirmación de la gráfica anterior, el 80% de los encuestados manifestó, que existe presión de los bosques, pese a contar con energía eléctrica, como se muestra en la siguiente gráfica.

Gráfica 19. La energía eléctrica ha disminuido la presión de los bosques?



Fuente: elaboración propia, con datos del estudio de campo, julio 2016.

Según INAB *et al* (2012), describe que en los países más pobres más del 80% de la energía consumida proviene de combustibles tradicionales, leña y residuos agropecuarios. Sumado a ello, los dispositivos de cocción y calentamiento de agua utilizados por gran parte de la población que consume leña son ineficientes desde el punto de vista energético y generalmente fuerzan a la

población local a extraer leña a tasas que exceden la regeneración natural de estos recursos, degradando las masas forestales y los suelos que la contienen.

Por aparte (Loening y Markusen 2003) citados por el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA 2010), indican que existe una relación entre la pobreza y el deterioro ambiental, a través de una estructura de generación de ingreso. La inexistencia de alternativas de trabajo no-agrícola con frecuencia obliga a la población a ejercer actividades de ingresos bajos, como la transformación de áreas forestales en agrícolas, incluso cuando éstas no son aptas para este tipo de uso. Esta condición se ve agravada por bajos niveles de escolaridad y elevada inequidad social. Por último es oportuno hacer énfasis a lo citado por la (FIDA 2010) en donde hace referencia a que a pesar que las poblaciones rurales más pobres ejercen una fuerte presión sobre los bosques, la deforestación también está influenciada por otras actividades como la ganadería de gran escala, los cultivos agroindustriales, la expansión urbana e incendios forestales y el maderero ilegal con fines industriales, algunos de estos factores fueron identificados también por el grupo focal, durante el trabajo de campo.

Tal y como lo manifiesta (OIM 2013), expresa que la explotación indebida de los recursos naturales, está teniendo fuertes impactos en la movilidad humana. Así mismo es necesario hacer énfasis a que el deterioro acelerado del cuerpo boscoso, incrementa el riesgo climático del país, que incide a su vez en la extensión del manto freático, las toneladas disponibles de aire puro que contrarrestan la generación de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), y la variedad de flora y fauna, según (MEM 2013).

#### 4.1.4 Situación sin proyecto y con proyecto de variables seleccionadas.

Atendiendo la línea base del proyecto que contiene información muy limitada acerca de las implicaciones financieras, socioeconómicas y ambientales del proyecto, se presenta en el siguiente cuadro la situación, sin proyecto y con proyecto, con el objetivo de determinar algunas implicaciones alcanzadas con la puesta en marcha de la microcentral hidroeléctrica.

**Cuadro 8. Situación sin proyecto y con proyecto**

Indicadores sin proyecto		Indicadores con proyecto	
Familias con electricidad	00	Familias con electricidad	385
Ingreso familiar mensual promedio	Q. 2,333.00	Ingreso familiar mensual promedio	Q. 3,600.00
Costo en iluminación mensual que incluye (candelas, ocote, gas)	Q. 45.27	Costo en iluminación mensual promedio que incluye (candelas, ocote, gas)	Q. 22.00

Fuente: elaboración propia, con datos de la encuesta.

Con la implementación del proyecto se beneficiaron a 385 familias de 11 comunidades, que no tenían acceso al servicio de energía eléctrica, los ingresos familiares se incrementaron y el costo de iluminación disminuyó ostensiblemente.

## CONCLUSIONES

Es importante destacar que la investigación realizada, permitió demostrar las implicaciones financieras, socioeconómicas y ambientales de la operación de la microcentral hidroeléctrica, por lo que la hipótesis de investigación se comprobó, llegando a las siguientes conclusiones:

1. De acuerdo a las condiciones que pueden interpretarse en los resultados de las encuestas, el porcentaje de familias beneficiarias con el proyecto de la microcentral hidroeléctrica Las Conchas, evidencia, no solamente, una mejora en sus condiciones de vida y bienestar, respecto al incremento de fuentes de empleo e ingreso; a la vez, promueve un cambio en cuanto a la mejora de sus ingresos, esto se ve reflejado en la adquisición de bienes, como en los activos, utensilios domésticos, así como en alguna liquidez financiera.

En la visita de campo fue evidente que el uso de la energía en los hogares, provee otra manera de vida comunitaria que, finalmente, incide de manera gradual en la calidad de vida de los habitantes de la comunidad. Es importante afirmar, que el modelo de organización, sentó un precedente donde eventualmente, no existe punto de retorno, sino, una ruta de mediano y largo plazo para el desarrollo comunitario.

2. El proyecto de la microcentral hidroeléctrica comunitaria, ha demostrado tener resultados positivos hacia la población beneficiaria, en cuanto a la calidad del servicio y su disponibilidad, así mismo, se ve reflejado en la no producción de conflicto social entre las comunidades y la minimización de impactos ambientales.

Es importante mencionar que la creación de la Asociación Campesina Las Conchas -ASOCALCO- como unidad comunitaria que administra y ejecuta el proyecto, ha fortalecido los lazos de confianza entre los beneficiarios, trabajo comunitario, así como, las nuevas oportunidades de negocios, del cual, los ingresos que generan son propiedad de las comunidades, por ende, el beneficio de los asociados en general, como, el impulso de proyectos comunitarios por parte de JICA, han sido fundamentales en la dinamización y fortalecimiento comunitario, principalmente en la apropiación de dichos proyectos.

3. La calidad de vida de las comunidades beneficiarias ha mejorado, comprobándose justamente en la diversificación, tanto, en la comercialización, como en la disponibilidad en la comunidad de productos de consumo diario, principalmente los perecederos como pollo, embutidos, entre otros. En tanto, el suministro de energía eléctrica es de calidad y con un costo bajo, en

comparación con los gastos de compra de combustibles alternos, previo a la instalación del proyecto. Esto hace que las familias puedan acceder a este servicio, a pesar de los bajos ingresos reportados por los beneficiarios.

4. La introducción de energía eléctrica por medio de la microcentral hidroeléctrica comunitaria impacta positivamente, así, como en el cumplimiento de la mayor parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, dado a que representa para la mayor parte de hogares una disminución de los gastos en iluminación, lo cual, se refleja en una mayor disponibilidad de equipos eléctricos; así mismo, para un segmento pequeño de la población de emprendedores, ha constituido una mejora en cuanto a sus ingresos y mayor disponibilidad de productos refrigerados para su comercialización. No obstante, la mayor parte de la población sigue sumida en la pobreza, por lo que la ruta está trazada para poder superar los enormes retos y con ello lograr alcanzar el pleno desarrollo humano a nivel local y nacional.
5. Incrementó el uso de la energía eléctrica en actividades residenciales, comerciales y productivas, con lo cual, indicadores sociales y económicos mejoraron. Ello, permitió reconocer que el proyecto de energía eléctrica ha fortalecido los lazos de comunicación, confianza y seguridad ciudadana a nivel comunitario, además, es notorio el incremento de actividades culturales, educativas, deportivas y religiosas en las localidades beneficiarias.
6. La participación de la mujer sigue siendo marginal, sin embargo, se comienzan a dar situaciones positivas respecto a su participación en actividades productivas, principalmente comerciales y de desarrollo comunitario. Por otro lado, con la implementación del proyecto, se inicia la formación de conciencia ambiental, respecto a la importancia del uso adecuado de los recursos naturales; además, las comunidades inician a relacionar conscientemente el incremento y mantenimiento de los bosques y la vida útil de la microcentral.
7. Finalmente, el proyecto responde a políticas energéticas de carácter nacional, que generan impactos positivos al entorno económico y social a las comunidades beneficiarias; en cuanto a la repercusión ambiental dentro de la fase de operación, las mismas no son significativas, dado a que se emplea solamente un mínimo caudal para la generación de la energía eléctrica; que posteriormente es devuelto río abajo. No obstante, la degradación ambiental, es evidente fuera del parque municipal Las Conchas, los cuales, no tienen ninguna vinculación con el proyecto; especialmente por el consumo de leña, ocote y carbón para las diversas actividades diarias dentro del hogar, cambio del uso de suelo, expansión de la frontera agrícola, talas, incendios, plagas y enfermedades agrícolas.

## RECOMENDACIONES

El impulso de políticas energéticas, que busquen el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales locales, con la aplicabilidad de soluciones tecnológicas adecuadas al entorno, traslado de conocimientos, como, el empoderamiento de las comunidades, que es, la piedra angular y el involucramiento de diversos sectores en el fortalecimiento de capacidades locales; pues, permiten visualizar un fortalecimiento de la economía local, solidaria y sustentable a largo plazo. Tal es el caso de la existencia de energía eléctrica en comunidades, que por décadas han permanecido en la oscuridad, pobreza y abandono por parte del Estado de Guatemala.

En ese contexto, se presentan algunas recomendaciones orientadas a mejorar la calidad de vida y bienestar de los hogares beneficiarios, además, de incentivar la cultura de evaluación para hacer eficientes los servicios que proporciona la microcentral hidroeléctrica.

1. Fortalecer las capacidades locales de la población beneficiaria, con el involucramiento de las distintas instancias, tanto, públicas como privadas, sociedad civil y organismos internacionales; por medio de programas que promuevan el desarrollo, orientados al fortalecimiento de la economía campesina, para disminuir los alarmantes niveles de pobreza, que se ven reflejados en desnutrición, mortalidad infantil, migraciones, analfabetismo y destrucción acelerada de los recursos naturales; garantizando así, a las comunidades rurales sus medios de subsistencia.
2. La presencia de la Universidad de San Carlos en el fortalecimiento de las capacidades locales es fundamental, en función de los diferentes programas de investigación, desarrollo, extensión y acompañamiento que puede desarrollar en el área.
3. Incentivar la creación de micro y pequeñas empresas comunitarias, apoyándolas con banca de desarrollo, capacitación en diferentes temas, así, como apertura de nuevos mercados, vigorizando cadenas, tanto, productivas como de comercialización.
4. Impulsar políticas de Estado que involucren el desarrollo rural integral, donde la superación del ser humano sea el eje principal, como parte de la complementariedad a este tipo de iniciativas, considerando a la vez el manejo integrado de cuencas para un uso sostenible de los recursos principalmente el agua.

5. Conectar las actividades recreativas del parque municipal, conjuntamente con las actividades educativas sobre la importancia de la microcentral hidroeléctrica comunitaria, a los visitantes, como parte del fortalecimiento comunitario y organizacional.
6. Para la ampliación del proyecto de energía eléctrica, es importante tomar en consideración la capacidad instalada de la microcentral hidroeléctrica; así, como el comportamiento de caudales hidrológicos; especialmente en la época seca para garantizar un servicio de calidad y de forma continua.
7. Implementar políticas concernientes a la conservación de los recursos naturales de la región, especialmente en las zonas de recarga hídrica, a través de proyectos de restauración forestal, mecanismos de pago por servicios ambientales y un aprovechamiento sostenible de los mismos, garantizando así, la operación de la central hidroeléctrica a largo plazo.
8. Promover la participación de la mujer, así como de los grupos de jóvenes, por medio de iniciativas orientadas a su formación y promoción.
9. Garantizar el funcionamiento de la microcentral, por medio de un adecuado mantenimiento y gestión integral de los recursos financieros disponibles, estableciendo controles e indicadores de gestión.
10. Seguir con procesos de evaluación para conocer los comentarios, así como, las expectativas de los beneficiarios y miembros de la unidad ejecutora respecto a los resultados alcanzados, planteando lecciones aprendidas para optimizar el uso de los recursos.
11. Dar a conocer los resultados de la presente investigación, que a pesar de ser exploratoria y descriptiva, proporciona importante información para toma de decisiones por parte de la unidad ejecutora para beneficio de los comunitarios; así como, un referente para otros proyectos en operación en algunas zonas aisladas del país.
12. El Estado de Guatemala, tiene la responsabilidad de garantizar los medios de vida de la población promoviendo el desarrollo a través de la puesta en marcha de políticas, como la de Desarrollo Rural Integral, Energética, Forestal, de Cambio Climático, de Seguridad Alimentaria y Agropecuaria.

13. Promover la implementación de plantaciones energéticas con especies nativas en los alrededores del parque municipal Las Conchas, para reducir la presión de los bosques naturales en la región, con ello abastecer a las comunidades de leña; aunado con la implementación de estufas ahorradoras.
  
14. Utilizar la metodología y resultados de la presente investigación para guiar futuras evaluaciones de proyectos de microcentrales hidroeléctricas.



## FUENTE BIBLIOGRÁFICA

1. **Asociación Hidroeléctrica de Desarrollo Integral Norte del Quiché (ASHDINQUI)** (2014). Plan de Gestión Ambiental, Categoría B2. *“Microcentral Hidroeléctrica Comunidad Batzchocolá, Nebaj, Quiché, Guatemala.* Documento de proyecto.
2. **Ávila, R.** (2015). *Agua y energía las guerras de hoy.* Primera edición. Editorial Tinta y Papel, S.A. Guatemala.
3. **Banco Interamericano de Desarrollo** (BID 2000). *Evaluación, una herramienta de gestión para mejorar el desempeño de los proyectos. Manual de enseñanza aprendizaje.* Oficina de Evaluación (EVO). Washington D.C.
4. **Batres, R.** (2014). *La generación, distribución y comercialización de la energía eléctrica en Guatemala: una historia de nacionalizaciones y privatizaciones.* Revista El Observador. Año 9 Nos 44-45 Abril-Noviembre.
5. **Calderón, J.** (2016). *Breve historia de la electricidad en Guatemala 1886-2015.* Guatemala. Editorial Tritón imagen & comunicaciones.
6. **Castro, R. y K, Mokate** (1994). *Evaluación económica de proyectos de inversión.* Facultad de Economía. Universidad de los Andes. Bogotá. D.C.
7. **Central American Business Intelligence** (CABI 2016). *Impactos socio económicos de palma de aceite en Guatemala.* Presentación.
8. **Fontaine, E.** (2002). *Evaluación social de proyectos. Undécima edición. Instituto de Economía.* Ediciones Universidad Católica de Chile.
9. **Fundación Solar, Banco Interamericano de Desarrollo** (Fundación Solar, BID 2009). *Estudio de pre inversión a nivel de factibilidad de la microcentral hidroeléctrica: Las Conchas, Municipio de Chahal, Departamento de Alta Verapaz.* Documento de proyecto.

10. **Fundación Solar** (2011). *Lecciones aprendidas, impacto y sostenibilidad: Proyecto de microcentral hidroeléctrica comunitaria Asociación Hidroeléctrica Chelense*. Editorial Manguito Producciones. Segunda edición.
11. **Fundación Solar** (2012). *Presentación proyectos de generación de energía renovable en Guatemala*.
12. **Fundación Solar** (2013). *Centrales hidroeléctricas de pequeña escala, la experiencia de la Fundación Solar en Guatemala*. Serie técnica No. 6. Tritón imagen & comunicaciones.
13. **Fundación Solar** (2013). *Las energías renovables y sus usos productivos en Guatemala*. Serie técnica No. 1. Editorial Tritón imagen & comunicaciones.
14. **Fundación Solar** (2013). *Manejo de cuencas para la generación de energía hidroeléctrica, la experiencia de la Fundación Solar en Guatemala*. Serie técnica No. 4. Editorial Tritón imagen & comunicaciones.
15. **Fundación Solar** (2013). *Medición del potencial hidrológico para generación de energía renovable, la experiencia de la Fundación Solar en Guatemala*. Serie técnica No. 5. Editorial Tritón imagen & comunicaciones.
16. **Fundación Solar. Fondo Mundial para el Ambiente** (2015). *Perfil de mini central Hidroeléctrica Batzchocolá, Santa María Nebaj, Quiché*. Documento de proyecto.
17. **Gitman, J.** (1997). *Fundamentos de Administración Financiera*. México. Séptima edición. Harla. Oxford University.
18. **Hernández, R.; Fernández, C.; y, Baptista, P.** (2014). *Metodología de la Investigación*. México. Sexta edición. McGraw-Hill Interamericana.
19. **IICA/CATIE**. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (1999). *Redacción de Referencias Bibliográficas: Normas Técnicas del IICA y CATIE*. Turrialba, Costa Rica. Biblioteca Conmemorativa Orton. Cuarta edición.

20. **Instituto Centroamericano de Estudios Fiscales** (ICEFI 2016). *Brechas y puentes entre la política fiscal y las energías renovables*: Guatemala.
21. **Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social** (ILPES 1998). *Manual de Desarrollo Local*. Dirección de Desarrollo Local y Gestión Local. Santiago de Chile.
22. **Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social** (ILPES 2001). *Guía para la identificación de proyectos de agua potable y saneamiento*. Santiago de Chile.
23. **Instituto Nacional de Bosques** (INAB 2015). *Estrategia Nacional de Producción Sostenible y Uso Eficiente de Leña 2013 - 2024*. Serie Institucional ES-002 (2015). Guatemala.
24. **INAB, IARNA-URL, FAO/GFP** (2012). *Oferta y demanda de leña en la República de Guatemala / Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping*. Guatemala, FAO/GFP/Facility.
25. **Instituto Nacional de Estadística** (INE 2015). *Listado e información básica de lugares poblados del municipio de Chahal*. Base de datos en hoja Excel.
26. **International Electrification America's Electric Cooperatives** (NRECA International Ltd. 2012). *Diagnóstico de la Electrificación Rural en Guatemala*.
27. **Itzep, A.** (2016). *Propuesta de un modelo de desarrollo rural nacional, desde la visión de las organizaciones Mayas campesinas en Guatemala*. Tesis de graduación de maestría. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas. Escuela de Estudios de Postgrado.
28. **Koberle, A.** (2012). *Energizar a Guatemala: Propuesta de un plan de electricidad sostenible*.
29. **Levin, J.** (1979). *Fundamentos de estadística en la investigación social*. México. Editorial Harla. 2da. Edición.

30. **Ministerio de Energía y Minas** (MEM 1997). *Ley General de Electricidad y su Reglamento*. Acuerdo Gubernativo 256-1997, Presidencia de la República.
31. **Ministerio de Energía y Minas** (MEM 2009). *Evaluación Ambiental Inicial Microcentral Hidroeléctrica Las Conchas, Chahal, Alta Verapaz*. Documento de proyecto.
32. **Ministerio de Energía y Minas** (MEM 2009). *Plan de Gestión Ambiental Hidroeléctrica Comunidad Las Conchas*. Documento de proyecto.
33. **Ministerio de Energía y Minas** (MEM 2009). *Plan de reforestación microcentral hidroeléctrica Las Conchas, Chahal, Alta Verapaz*. Documento de proyecto.
34. **Ministerio de Energía y Minas** (MEM 2012). *Plan de Gestión Ambiental de Bajo Impacto Hidroeléctrica Comunidad Las Conchas*. Documento de proyecto.
35. **Ministerio de Energía y Minas** (MEM 2013). *Plan Estratégico Nacional para el uso sostenible de la Leña*.
36. **Ministerio de Energía y Minas**. *Política Energética y Minera 2013-2027*.
37. **Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Energía República de Guatemala** (MEM, DGE, 2016). *Balance Energético 2016*.
38. **Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Energía República de Guatemala** (MEM, DGE, 2016). *Índice de cobertura eléctrica 2015*.
39. **Ministerio de Energía y Minas** (MEM 2016). *Informe Presidencial 2016*.
40. **Mokate, K.** (1994). *Evaluación Financiera de Proyectos*. Santa Fe de Bogotá. Facultad de Economía. Universidad de los Andes.
41. **Navarro, H.** (2005). *Manual para la evaluación de impacto de proyectos y programas de lucha contra la pobreza*. CEPAL/ILPES. Serie-Manuales (41). Santiago de Chile. Naciones Unidas.

42. **Ortiz, F.** (2001). *Guía metodológica para evaluación financiera, económica y social de proyectos*. Tesis de graduación de maestría. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas. Escuela de Estudios de Postgrado.
43. **Ortiz, R.** (2011). *Pequeñas centrales hidroeléctricas*. Ediciones de la U. Bogotá, Colombia.
44. **Ortiz, F.** (2012). *Guía metodológica de apoyo a la evaluación de impacto financiero, económico y social, de las inversiones públicas en respuesta a eventos naturales pasados y por venir*. Informe de consultoría. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN-. Subsecretaría de Inversión Pública.
45. **Palma, C.** (2005). *Estudio de factibilidad del proyecto de micro hidroeléctrica para la Comunidad de Chel, San Gaspar Chajul, El Quiché*. Tesis de graduación. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Escuela de Mecánica Industrial.
46. **Papa Francisco** (2016). *Encíclica Laudato Si'*. Ediciones San Pablo. Guatemala.
47. **Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD 2016)**. *Informe Nacional de Desarrollo Humano 2015/2016. Más allá del conflicto, luchas por el bienestar*. Guatemala. Primera edición.
48. **Rijatzul Q'ij Semilla de Sol, Red Internacional sobre Género y Energía Sostenible (ENERGIA), Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)**. (2015). *Experiencia de inclusión de género en la implementación de la microcentral hidroeléctrica comunitaria Batzchocolá, Nebaj, Quiché, Guatemala*. Estudio de caso.
49. **Rosales, R.** (1999). *Formulación y evaluación de proyectos*. Instituto Centroamericano de Administración Pública (ICAP). San José de Costa Rica.
50. **Sanín, H.** (2000). *Guía Metodológica General para la Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión Social*. ILPES, Santiago de Chile.
51. **Sapag, N.** (1990). *Preparación y Evaluación de Proyectos*. México. McGraw-Hill.

52. **Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia** (SEGEPLAN 2000). *Formulación y Evaluación de Proyectos a nivel de Perfil*. Guatemala.
53. **Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia** (SEGEPLAN 2015). *Plan Nacional de Desarrollo K'atun: nuestra Guatemala 2032*. Resumen ejecutivo.
54. **Sistema de Prevención y Control de Incendios Forestales del Instituto Nacional de Bosques** (SIPECIF, INAB 2016). *Base de datos*.
55. **Squire L. G. y Van der Tak** (1980). *Análisis Económico de Proyectos*. Banco Mundial. Madrid. Editorial Tecno.
56. **Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas. Centro de Documentación Vitalino Girón Corado** (2001). *Normas para la Elaboración de Bibliografías en Trabajos de Investigación*. Licda. Dina Jiménez de Chang. 2ª. Edición.
57. **Universidad Rafael Landívar** (URL 2014). *Gestión e inclusión social en proyectos hidroeléctricos: Cinco propuestas integrales*
58. **Universidad Rafael Landívar** (URL 2015). *Perfil Energético de Guatemala Introducción al sector eléctrico*. Editorial Cara Parens.
59. **Villacorta, M.** (1991). *Recursos Económicos de Guatemala*. Colección de Textos Económicos. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2da. Edición.
60. **William G.** (1975). *Técnicas de muestreo*. Editorial Cecsca. México D.F. Quinta Edición.

## EGRAFIA

1. **Arriaza, H.** (2005). *Diagnóstico del sector energético en el área rural de Guatemala Proyecto: electrificación rural*. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (ACDI) y Universidad de Calgary).

[http://biblioteca.olade.org/iah/fulltext/Bjnbr/v32\\_2/old0007.pdf](http://biblioteca.olade.org/iah/fulltext/Bjnbr/v32_2/old0007.pdf)

(Recuperado 15.07.16).

2. **Cabria, R.** (2016). *Helados a la venta junto al río Satán*. Nómada.

<https://nomada.gt/helados-a-la-venta-junto-al-rio-satan-historia-de-una-micro-hidroelectrica/>

(Recuperado 10.10.16).

3. **Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE 2014)**. *Informe estadístico de mercado*.

<http://www.cnee.gob.gt/xhtml/memo/Informe%20estadistico%202015.pdf>

(Recuperado 07.07.16).

4. **Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)**. *Versión preliminar 5.2. Estrategias de desarrollo con bajo nivel de emisiones. Guía para el establecer un marco a largo plazo, que permita una cooperación para el desarrollo sostenible y continua*.

[https://www.transparency-partnership.net/sites/default/files/u19/leds-tool\\_5\\_2-es\\_final.pdf](https://www.transparency-partnership.net/sites/default/files/u19/leds-tool_5_2-es_final.pdf)

(Recuperado 10.06.16).

5. **Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola** (FIDA 2010). *Evaluación Ambiental y del Cambio Climático*. Guatemala.

<https://operations.ifad.org/documents/654016/0/Guatemala+-+Environment+and+climate+change+assessment/40f2b8f3-20fd-4b42-940d-2c191b57de51>

(Recuperado 15.15.16).

6. **Gil, Morataya, Bordatto, Hernández, Gil** (2008). *Caracterización de la Demanda de Energía en Zonas Rurales Aisladas de Guatemala*. Informe Final. Universidad Rafael Landívar.

<http://www.cnee.gob.gt/xhtml/informacion/Regezra/Caracterizacion%20de%20demanda%20en%20ZRA.pdf>

(Recuperado 18.07.16).

7. **Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático** (IPCC 2011). *Informe especial sobre fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático*. Resumen para responsables de políticas y resumen técnico.

[https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren\\_report\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren_report_es.pdf)

(Recuperado 31.07.16).

8. **Grupo Secacao** (2016). Portal oficial.

<http://www.gruposecacao.com/despliegaproyectos.php?codigo=13>

(Recuperado 13.07.16).

9. **Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar** (IARNA-URL 2012). *Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012. Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo*.

<https://www.url.edu.gt/publicacionesurl/FileCS.ashx?id=40177>

(Recuperado 06.06.16)



10. **Instituto Nacional de Electrificación** (INDE 2015). *Comunicado de prensa “Más beneficiados por el aporte a tarifa social por más tiempo; situación financiera a salvo.*

<http://www.mem.gob.gt/2015/12/inde-presenta-reforma-a-tarifa-social/>

(Recuperado 15.11.16).

11. **Instituto Nacional de Estadística** (INE 2015). *Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2014. Principales resultados.*

<https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2015/12/11/vjNVdb4lZswOj0ZtuivPlcaAXet8LZqZ.pdf>

(Recuperado 01.07.16).

12. **Instituto Nacional de Estadística** (INE 2016). *Encuesta Nacional Agropecuaria Superficie cultivada y producción 2015.*

<https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2016/10/04/PqrbKvoTCXA0f3A1TR7rlwL7R545pAZ4.pdf>

(Recuperado 08.08.16).

13. **Instituto Nacional de Estadística** (INE 2016). *Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2014. Tomo I.*

<https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2016/02/03/bWC7f6t7aSbEI4wmuExoNR0oScpSHKyB.pdf>

(Recuperado 02.07.16).

14. **Instituto Nacional de Estadística** (INE 2016). *Encuesta Nacional de Empleo e Ingresos. ENEI 1-2016.*

<https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2016/09/22/PKdhtXMmr18n2L9K88eMIGn7CcctT9Rw.pdf>

(Recuperado 10.11.16).

15. **Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales** (MARN 2015). *Segunda comunicación nacional sobre cambio climático Guatemala.*

<http://www.marn.gob.gt/Multimedios/2562.pdf>

(Recuperado 10.10.2016).

16. **Ministerio de Energía y Minas** (MEM 2014). *Plan de Expansión del Transporte Nacional 2014. PETNAC*

<http://petnac.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2014/07/1.-PETNAC-2014.pdf>

(Recuperado 17.09.2016)

17. **Ministerio de Energía y Minas** (MEM 2016). *Condición sectorial 2015.*

<http://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2016/01/CONDICI%C3%93N-SECTORIAL-2015.pdf&hl=es>

(Recuperado 19.08.16).

18. **Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Instituto Nacional de Estadística, ICF International** (MSPAS, INE, ICF International 2017). *Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil -ENSMI- 2014-2015. Informe Final. Guatemala.*

[https://www.ine.gob.gt/images/2017/encuestas/ensmi2014\\_2015.pdf](https://www.ine.gob.gt/images/2017/encuestas/ensmi2014_2015.pdf)

(Recuperado 15.01.17)

19. **Organización de las Naciones Unidas** (ONU 2012). *Informe Final: Análisis del proceso de desarrollo sostenible y sus principales relaciones con el cambio climático.*

<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1631guatemala.pdf>

(Recuperado 25.07.16).

20. **Organización Internacional para las Migraciones** (OIM 2013). *Perfil Migratorio de Guatemala 2012.*

[https://publications.iom.int/es/system/files/pdf/mpguatemala\\_11july2013.pdf](https://publications.iom.int/es/system/files/pdf/mpguatemala_11july2013.pdf)

(Recuperado 15.08.16).

21. **Organización Latinoamericana de Energía (OLADE 2014).** *Informe final consultoría aplicación de responsabilidad social corporativa en sistemas de energía rural en zonas aisladas de Guatemala. Fase II – Parte II.*

<http://www.olade.org/wp-content/uploads/2015/08/FINAL-FASE-2-parte-2.pdf>

(Recuperado 28.06.16).

22. **Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Guatemala (PNUD 2016).** *Objetivos de desarrollo sostenible.*

<http://www.gt.undp.org/content/guatemala/es/home/post-2015/sdg-overview/goal-7.html>

(Recuperado 31.07.16).

23. **Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia.** (SEGEPLAN 2010). *Plan de Desarrollo Chahal, Alta Verapaz 2011-2025.*

[http://munichahal.gob.gt/pdf/plan\\_de\\_desarrollo\\_municipal\\_2011\\_2025.pdf](http://munichahal.gob.gt/pdf/plan_de_desarrollo_municipal_2011_2025.pdf)

(Recuperado 11.07.16).

24. **Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN 2013).** *Mapas de pobreza rural en Guatemala 2011*

<https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2015/09/28/V3KUhMhfgLJ81djtDdf6H2d7eNm0sWDD.pdf>

(Recuperado 29.06.16).

25. **Sven Harmeling and David Eckstein (2013).** *Global Climate Risk Index Germanwatch.*

<http://germanwatch.org/fr/download/7170.pdf>

(Recuperado 20.07.16).

26. **Universidad Rafael Landívar, Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, Energía sin Fronteras, Fundación Solar** (2008). *Informe final. Caracterización de la Demanda de Energía en Zonas Rurales Aisladas de Guatemala.*

<http://www.cnee.gob.gt/xhtml/informacion/Regezra/Caracterizacion%20de%20demanda%20en%20ZRA.pdf>

(Recuperado 19.07.16).

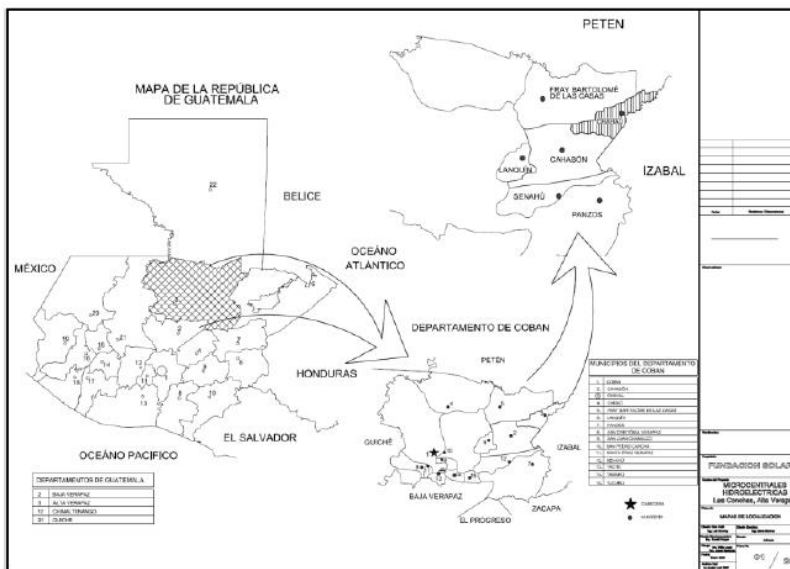
27. **University of Cambridge, World Energy Council** (2014). *Cambio Climático: Implicaciones para el Sector Energético.*

<https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2014/06/Publicacion-Cambio-Climatico-implicaciones-para-el-sector-energetico-IPCCC-AR5.pdf>

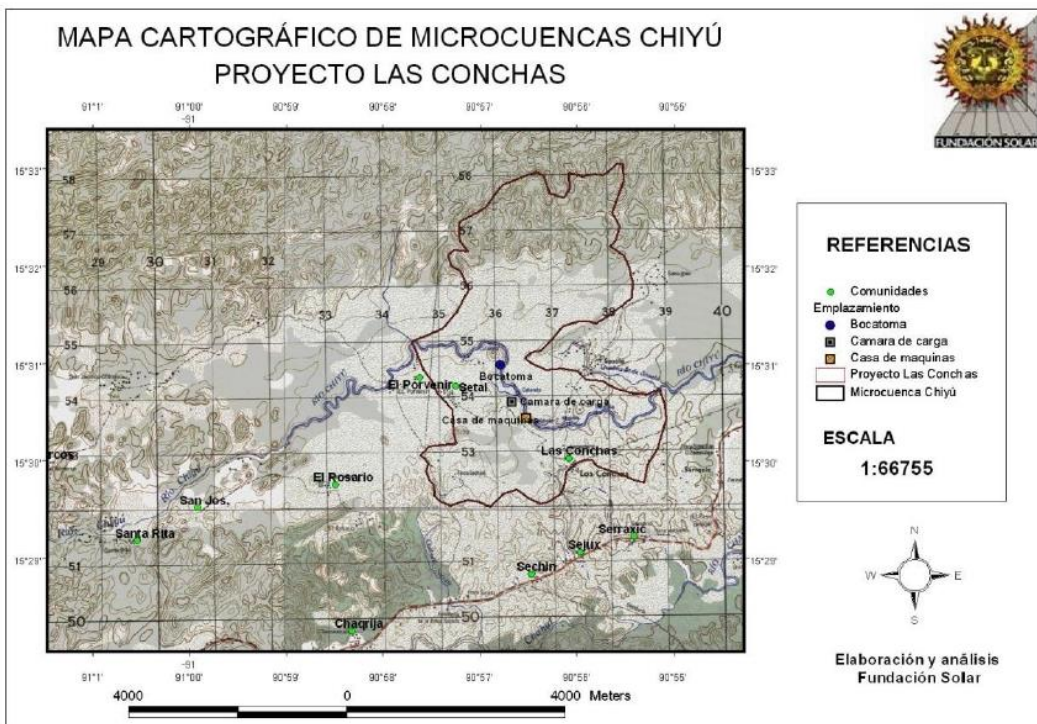
(Recuperado 20.07.16).

# **ANEXOS**

### ANEXO 1. Mapa de localización, de la microcentral



Fuente: Estudio de pre inversión a nivel de factibilidad de la microcentral



Fuente: Estudio de pre inversión a nivel de factibilidad de la microcentral

## ANEXO 2. Lista de "Jefes de hogar", encuestados

No	Nombre	Comunidad	No	Nombre	Comunidad
1	Nicolás Pop	Aldea Setal	41	Domingo Cho	Sejux
2	Camilo Ical Cucul	Aldea Setal	42	Marta Sacul Caal	Sejux
3	Raúl Macz Pop	Aldea Setal	43	Candelaria Choc Caal	Sejux
4	Carlos Enrique Choc Mo	Aldea Setal	44	Reyna Florida Coc	Sejux
5	Carlos Bol Coy	Aldea Setal	45	Aura Marina Guzmán	Las Conchas
6	Enrique Bol Cucul	Aldea Setal	46	Wendy Contreras Guzmán	Las Conchas
7	Miguel Angel Rivera	Aldea Setal	47	Juan Coc Ich	Las Conchas
8	Mateo Pop Cuc	Aldea Setal	48	Mateo Maquin Cuc	Las Conchas
9	Pedro Bol Pop	Aldea Setal	49	Carmen Xol Cuc	Las Conchas
10	Martín Pop Ché	Aldea Setal	50	Domingo Bo Tzalam	Las Conchas
11	Tomasa Ical Cuc	Aldea Setal	51	Noel Contreras Monzón	Las Conchas
12	Juan Xol Ical	Aldea Setal	52	Blanca Estela Mejía	Serraxic
13	Manuel Choc Chocoj	Aldea Setal	53	Santos Tut Pop	Serraxic
14	Roberto Pop Caal	Aldea Setal	54	Manuel Mo	Serraxic
15	Domingo Pop Cuc	Aldea Setal	55	María Cacao Choc	Serraxic
16	Alfredo Caal Macz	Aldea Setal	56	Marcos Teqe Zuig	Serraxic
17	Valeriano Xi Ché	Aldea Setal	57	Santiago Batz Bol	Serraxic
18	Mariano Choc Caal	Aldea Setal	58	Manuel Pop Pom	Chaquiروquiija
19	Adan Tzir	San Marcos	59	Marcos Tzalam Xac	Chaquiروquiija
20	Nicolás Tiul	San Marcos	60	Guillermo Batz	Chaquiروquiija
21	Santiago Tzalam Pan	San Marcos	61	Juan Xi	Chaquiروquiija
22	Manuel Coc Tiul	San Marcos	62	Cristina Can	Chaquiروquiija
23	Abelino Cucul Tzalam	San Marcos	63	Guillermo Hun Caal	Chaquiروquiija
24	Macario Tzir	San Marcos	64	Carlos Cuc Canti	Sechina
25	Guillermo Cac Tiul	San Marcos	65	Juan Tzalam Caal	Sechina
26	Santiago Tzalam Bol	El Porvenir	66	Adelia Tzalam Chun	Sechina
27	Pedro Tzalam Maquin	El Porvenir	67	José Cuc	Sechina
28	Juan Caal Tzalam	El Porvenir	68	Juan Cucul Chub	Santa Rita
29	Manuel Paquiul Coc	El Porvenir	69	Juan Pacham	Santa Rita
30	Lucía Paquiul Choc	El Porvenir	70	Antonio Pacham	Santa Rita
31	Carlos Bol	El Porvenir	71	Domingo Chaneb	Santa Rita
32	Eduardo Tzalam Pop	El Porvenir	72	Emilio Bol	Santa Rita
33	Víctor Tzalam Paquiul	El Porvenir	73	Mariano Pop Bo	El Rosario
34	Francisco Choc Chub	San José Chiyú	74	Nicolás Asig	El Rosario
35	Simón Cirineo Paquiul Choc	San José Chiyú	75	Samuel Caal	El Rosario
36	Angelina Choc Chub	San José Chiyú	76	Oscar Mario Lima	El Rosario
37	Ramiro Tzalam Coc	San José Chiyú	77	Cesáreo Choc Choc	El Rosario
38	José Cucul	San José Chiyú	78	Eduardo Caal Yaxcal	El Rosario
39	Marcos Tec	San José Chiyú	79	Bolivia Asig Cuz	El Rosario
40	José Asig Caal	Sejux	80	Avelino Asig Tzalam	El Rosario

Fuente: Elaboración propia con información de la investigación de campo, julio 2016.

### ANEXO 3. Lista de emprendedores encuestados

No	Nombre	Comunidad	Tipo de negocio
1	Pablo Choc Coc	El Porvenir	Tienda
2	Martín Xol Ich	El Porvenir	Tienda
3	Oscar Tzalam Paquiul	El Porvenir	Tienda
4	Alfonso Caal Tut	Setal	Farmacia
5	Leopoldo Xi Ché	Setal	Tienda
6	Jacinto Jo Tec	Setal	Tienda
7	Roberto Asig Chocoj	Setal	Tienda
8	Daniel Tzalam Choc	Sechina	Tienda
9	Roger Yosbany Yaxcal Quinich	Sechina	Tienda
10	Lucía Tzalam Xac	Chaquiروquija	Tienda
11	Marcelino Quim	Chaquiروquija	Tienda
12	Santiago Sub Rax	Serraxic	Tienda
13	Doris Cucul	Serraxic	Tienda
14	Hermenegildo Tiul Cac	Serraxic	Tienda
15	Carmen Coc Ical	Las Conchas	Tienda
16	Inocente Chub	Las Conchas	Tienda
17	Macario Chocoj	Sejux	Tienda
18	Byron Alfonso Cucul	Sejux	Tienda
19	Juan Gilberto López	San Marcos	Tienda

Fuente: Elaboración propia con información de la investigación de campo, julio 2016.



#### **ANEXO 4. Lista de directores de escuela, entrevistados**

No	Nombre	Cargo	Escuela
1	Edgar Tecj	Director	Chaquiroquija
2	Benjamín Pan Bolom	Director	El Rosario
3	Juan Macz Coy	Director	Setal
4	Daniel Tzalam Tut	Director	San José Chiyú

Fuente: Elaboración propia con información de la investigación de campo, julio 2016

**ANEXO 5. Lista del Grupo Focal.**

No	Nombre	Comunidad
1	Eduardo Tzalam Pop	El Porvenir
2	Víctor Tzalam Paquiul	El Porvenir
3	Noel Contreras Monzón	Las Conchas
4	Avelino Asig Tzalam	El Rosario
5	Cesáreo Tzalam Xaq	Chaquiroquija
6	Domingo Paquiul	San José Chiyú
7	Mariano Choc Caal	Setal
8	Macario Chocoj Tzalam	Sejux
9	Marcos Tec	Serraxic
10	Santiago Batz Bol	Serraxic
11	Guillermo Coc Tiul	San Marcos
12	Víctor Manuel Tejc Miz	Cabecera municipal, Chahal
13	María Josefina Ax Can	Cabecera municipal, Chahal
14	Alberto Tejc Caal	Cabecera municipal, Chahal

Fuente: elaboración propia, con información de la información de campo, julio 2016

## ANEXO 6. Carta de respaldo, para el trabajo de campo

Universidad San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ciencias  
Económicas  
Edificio S-11  
Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 29 de junio de 2016.

A Quien Intere:

Por este medio hago del conocimiento que la Escuela de Estudios de Postgrado ha recibido el plan de investigación denominado **"IMPLICACIONES FINANCIERAS, SOCIOECONÓMICAS Y AMBIENTALES EN LA OPERACIÓN DE LA MICROCENTRAL HIDROELÉCTRICA LAS CONCHAS, EN EL USO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL MUNICIPIO DE CHAHAL, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ, GUATEMALA"** el mismo se encuentra en revisión previo a su aprobación como tema de tesis.

El presente plan de investigación es propuesto por el Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables Walter Vinicio Oswaldo Alvarado Jerónimo, quien se identifica con DPI CUI 1803520161501, como parte de los requisitos previo a optar al grado de maestro (a) en la Maestría en: Formulación y evaluación de Proyectos.

Suscribiendo la presente:

F.

Lic. Carlos Humberto Valladares, MSc.

Director de Escuela

SELLO



## ANEXO 7. Encuesta dirigida a "Jefes de hogar"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS  
 ESCUELA DE ESTUDIOS DE POST-GRADO  
 MAESTRIA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS  
 EVALUACIÓN MICROCENTRAL LAS CONCHAS



### Encuesta a Jefe de hogar

**I. Identificación y solicitud de la información**

Comunidad  Fecha

Nombre entrevistador

**II. Objetivo del cuestionario:** Recopilar información para determinar las implicaciones económicas y financieras de la operación de la microcentral hidroeléctrica Las Conchas.

**III. Instrucciones:** Favor responda las siguientes preguntas, de acuerdo a su criterio; la información recolectada, es confidencial y con fines académicos.

**1 Datos familiares**

1.1. Entrevistado:

1.2. Jefe de familia  Padre  Madre

1.3. No miembros que viven en el hogar

Rangos de edad miembros hogar	Edad (años)	Cantidad	Edad (años)	Cantidad
	0 - 10	<input style="width: 40px;" type="text"/>	41 - 50	<input style="width: 40px;" type="text"/>
	11 - 20	<input style="width: 40px;" type="text"/>	41 - 50	<input style="width: 40px;" type="text"/>
	21 - 30	<input style="width: 40px;" type="text"/>	51 - 60	<input style="width: 40px;" type="text"/>
	31 - 40	<input style="width: 40px;" type="text"/>	60 - más	<input style="width: 40px;" type="text"/>

**2 Acceso a la energía eléctrica**

2.1. El servicio de energía eléctrica ha sido constante?  Si  No

2.2. Uso de la energía en el hogar

Residencial <input style="width: 30px;" type="text"/>	Medio de información y comunicación <input style="width: 30px;" type="text"/>	Recreacional <input style="width: 30px;" type="text"/>
Comercial <input style="width: 30px;" type="text"/>	Productivo <input style="width: 30px;" type="text"/>	

2.3. Qué tipo de equipo tiene en su hogar que requieren electricidad y la cantidad?

Refrigeradora <input style="width: 30px;" type="text"/>	Tv <input style="width: 30px;" type="text"/>	Plancha <input style="width: 30px;" type="text"/>	PC <input style="width: 30px;" type="text"/>
Baterías recargables <input style="width: 30px;" type="text"/>	Lámparas LED <input style="width: 30px;" type="text"/>	Teléfonos celulares <input style="width: 30px;" type="text"/>	DVD <input style="width: 30px;" type="text"/>
Equipo de sonido <input style="width: 30px;" type="text"/>	Lámparas tradicionales <input style="width: 30px;" type="text"/>	Radio <input style="width: 30px;" type="text"/>	Otro <input style="width: 100px;" type="text"/>

**3 Economía**

3.1. Considera que ha mejorado su economía con la implementación del proyecto?  Si  No

3.2. Cuál es su rango de ingreso antes y después del proyecto?

Antes del Proyecto	Después del proyecto
Menos de Q1000 <input style="width: 40px;" type="text"/>	Menos de Q1000 <input style="width: 40px;" type="text"/>
Q.1001 a Q.2000 <input style="width: 40px;" type="text"/>	Q.1001 a Q.2000 <input style="width: 40px;" type="text"/>
Q.2001 a Q.3000 <input style="width: 40px;" type="text"/>	Q.2001 a Q.3000 <input style="width: 40px;" type="text"/>
Q.3001 a Q.4000 <input style="width: 40px;" type="text"/>	Q.3001 a Q.4000 <input style="width: 40px;" type="text"/>
Q.4001 a Q.5000 <input style="width: 40px;" type="text"/>	Q.4001 a Q.5000 <input style="width: 40px;" type="text"/>
Q.5001 a Q.6000 <input style="width: 40px;" type="text"/>	Q.5001 a Q.6000 <input style="width: 40px;" type="text"/>
Q.6001 a Q.7000 <input style="width: 40px;" type="text"/>	Q.6001 a Q.7000 <input style="width: 40px;" type="text"/>
Q.7001 a Q.8000 <input style="width: 40px;" type="text"/>	Q.7001 a Q.8000 <input style="width: 40px;" type="text"/>
Q.9001 y más <input style="width: 40px;" type="text"/>	Q.9001 y más <input style="width: 40px;" type="text"/>

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS  
 ESCUELA DE ESTUDIOS DE POST-GRADO  
 MAESTRIA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS



- |  |    |    |
|--|----|----|
| 3.3. Considera que sus gastos en iluminación se redujeron?                             | Si | No |
| 3.4. Considera que la tarifa que paga actualmente es adecuada?                         | Si | No |
| 3.5. Considera que existe una mejor comercialización de sus productos en su comunidad? | Si | No |
| 3.6. Con el uso de la electricidad aumentó el número de empleos en su familia?         | Si | No |
| 3.7. Considera que ha mejorado los niveles de bienestar en su comunidad?               | Si | No |

Especificar: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**4 Beneficios sociales**

- |   |    |    |
|---|----|----|
| 4.1. Con la energía eléctrica ha mejorado el servicio de salud?                 | Si | No |
| 4.2. Con la energía eléctrica ha mejorado el servicio de educación?             | Si | No |
| 4.3. Con la energía eléctrica ha mejorado el servicio de seguridad?             | Si | No |
| 4.4. Se siente con mayor comodidad en su hogar con energía eléctrica?           | Si | No |
| 4.5. Realiza actividades en beneficio de la comunidad, reuniones COCODES, etc.? | Si | No |
| 4.6. Considera que la electricidad es un beneficio social para la comunidad?    | Si | No |
| 4.7. Ahorro en tiempo para dedicarse a otras actividades?                       | Si | No |

Especificar \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**5 Equidad de género**

- |  |    |    |
|--|----|----|
| 5.1. El servicio de la energía está a nombre de una mujer?                         | Si | No |
| 5.2. El uso de la electricidad ha facilitado las tareas familiares? (especificar): | Si | No |

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

- |  |    |    |
|--|----|----|
| 5.3. Con la energía las mujeres se levantan más temprano o más tarde en el hogar?              | Si | No |
| 5.4. Con el acceso a la energía, se ha tenido mayor participación de la mujer en la comunidad? | Si | No |

5.5. En qué tipo de actividades? especificar:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**6 Beneficios Ambientales**

- |   |    |    |
|---|----|----|
| 6.1. Sabe que al destruir el bosque, la cantidad de agua disminuye y también la electricidad?     | Si | No |
| 6.2. Con el uso de la electricidad, ha disminuido el uso de la leña, carbón, ramas, ocote, otros? | Si | No |
| 6.3. La energía eléctrica ha disminuido la presión de los bosques?                                | Si | No |

## ANEXO 8. Encuesta dirigida a emprendedores

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS  
 ESCUELA DE ESTUDIOS DE POST-GRADO  
 MAESTRIA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS  
 EVALUACIÓN MICROCENTRAL LAS CONCHAS



### Encuesta para emprendedores

**I. Identificación y solicitud de la información**

Comunidad  Fecha

Nombre entrevistador:

**II Objetivo del cuestionario:** Recopilar información para determinar las implicaciones económicas y financieras de la operación de la microcentral hidroeléctrica Las Conchas

**III Instrucciones:** Favor responda las siguientes preguntas, de acuerdo a su criterio; la información recolectada, es confidencial y con fines académicos.

**1 Datos familiares**

1.1. Entrevistado:

1.2. Jefe de familia 

Padre	
Madre	

1.3. No miembros que viven en el hogar

	Años	Cantidad	Años	Cantidad
1.4. Rangos de edad miembros hogar	0 - 10		41 - 50	
	11 - 20		51 - 60	
	21 - 30		60 - más	
	31 - 40			

**2 Industria o comercio**

2.1. Qué tipo de negocio tiene?

2.1.1 Industrial (panadería, carpintería, etc.)

2.1.2 Comercial (Tienda, farmacia, etc.)

2.1.3 Servicio (peluquería, sastrería, café internet)

2.1.4 Otros (especificar)

2.2. Cuál es la cantidad de equipos eléctricos que utiliza para que su negocio funcione?

3. Tuvo que existir energía eléctrica para que comenzara su negocio? SI No

Por qué?

4. Contaba con el negocio antes de la introducción de la energía. SI No

5. Con la energía eléctrica su negocio se amplió o diversificó? SI No

6. Es importante la energía eléctrica para su negocio? SI No

7. El servicio es continuo? SI No

8. La calidad del servicio es buena? SI No

9. Su negocio es familiar? SI No

10. En cuánto se incrementaron sus ingresos en su negocio con la electricidad (Q)?

0-500	501-1000	1001-1500	1500-3000	3000 a más	
-------	----------	-----------	-----------	------------	--

10. Su negocio ha generado nuevos empleos? SI No

11. Cuántas personas trabajan en su negocio y que devengan un salario?

12. Considera que el proyecto de la energía aporta bienestar a las familias? SI No

Especificar en qué actividades:



## ANEXO 9. Guía de entrevista, dirigida al Grupo Focal

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS  
 ESCUELA DE ESTUDIOS DE POST-GRADO  
 MAESTRIA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS  
 EVALUACIÓN MICROCENTRAL LAS CONCHAS



### GUÍA GRUPO FOCAL

**I. Identificación y solicitud de la información**

<b>Comunidad</b>		<b>Fecha</b>	
<b>Nombre entrevistador</b>			

**II Objetivo del cuestionario:** Recopilar información, para determinar las implicaciones económicas y financieras de la operación de la microcentral hidroeléctrica Las Conchas

**III Instrucciones:** Favor responda las siguientes preguntas, de acuerdo a su criterio; la información recolectada, es confidencial y con fines académicos.

**1 Datos grupo focal**

1.1. Cuántos personas conforman el grupo?

Puestos:	Nombre	Puesto	Comunidad
Puesto 1			
Puesto 2			
Puesto 3			
Puesto 4			
Puesto 5			
Puesto 6			
Puesto 7			

**2 Cuáles consideran han sido los beneficios de la microcentral hidroeléctrica?**

<b>2.1. Positivos</b>			
<b>2.2. Negativos</b>			
<b>2.3. Neutros</b>			

<b>3 Consideran que se han diversificado las actividades económicas?</b>				SI	No	
<b>3.1. Cuáles?</b>	Agricultura		Industria		Agroindustria	
	Forestal		Servicios		Otro	
<b>4 Consideran que se han incrementado los ingresos financieros de las familias?</b>				SI	No	
<b>4.1. Por qué?</b>						
<b>4.2. En cuánto?</b>						
Q 0 - 1000	Q 1001 - 3,000	Q 3001 - 5,000	Q 5001 a más			



5	Todas la personas que solicitan el servicio son atendidas?	SI	No
	Por qué?		
6	Existen familias morosas?	SI	No
	Cuántas?		
7	La tarifa de energía es adecuada?	SI	No
7.1.	Por qué y cómo se integra?		
8	El proyecto es sostenible financieramente?	SI	No
	Por qué?		
9	Consideran que han disminuido la presión sobre los productos del bosque?	SI	No
	Cuáles?		
10	Se impulsan proyectos de conservación de los recursos naturales?	SI	No
	Cuáles?		
11	Qué problemas han tenido desde que se inició la operación de la microcentral? Enumeren los tres principales:		
	a.		
	b.		
	c.		
12	Quisieran agregar algo más?		



## ANEXO 10. Guía de entrevista, dirigida a directores de escuela

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS  
 ESCUELA DE ESTUDIOS DE POST-GRADO  
 MAESTRIA EN FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS  
 EVALUACIÓN MICROCENTRAL LAS CONCHAS



### Escuela / instituto, otro

**I. Identificación y solicitud de la información**

Comunidad  Fecha   
 Nombre entrevistador

**II Objetivo del cuestionario:** Recopilar información para determinar las implicaciones económicas y financieras de la operación de la micro central hidroeléctrica Las Conchas

**III Instrucciones:** Favor responda las siguientes preguntas, de acuerdo a su criterio; la información recolectada, es confidencial y con fines académicos.

**1 Datos entrevistado**

1.1. Nombre   
 1.2. Puesto   
 1.3. Cuántas personas trabajan en este centro?

**2 Importancia de la energía eléctrica**

2.1. Considera que el acceso a la energía eléctrica ha tenido un beneficio para el servicio que presta?	Si	No
2.2. Ampliación de horario en el servicio?	Si	No
2.3. Ampliación de días de servicio?	Si	No
2.4. Mejora en actividades deportivas?	Si	No
2.5. Mejora en actividades culturales?	Si	No
2.6. Instalación de nuevos centros educativos?	Si	No
2.7. Diversificación de carreras educativas?	Si	No
2.8. Disminución de deserción?	Si	No
2.9. Aumento de promoción?	Si	No
2.10. Disminución de analfabetismo?	Si	No
2.11. Aumento de inscripción en horarios nocturnos?	Si	No
2.12. Incremento de oportunidades, para niñas, mujeres jóvenes, mujeres adultas?	Si	No

2.13. Especificar otras consideraciones:


2.14. Cuáles son los servicios que presta a la población?  
 Especificar:


2.15. Posee instrumentos eléctricos, para una mejor atención a los alumnos? Especificar:
