



FACULTAD DE POSTGRADO

TESIS DE POSTGRADO

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA MICRO CENTRAL
HIDROELÉCTRICA DE 16.07 KW, ALDEA SAN JOSÉ DEL
MUNICIPIO DE INTIBUCÁ, HONDURAS**

SUSTENTADO POR:

CLAUDIA MARISSOLA GARCIA VILLANUEVA

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE
MÁSTER EN GESTIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE
TEGUCIGALPA, FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS,
C.A.**

MAYO 2016



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
UNITEC**

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR:

LUIS ORLANDO ZELAYA MEDRANO

SECRETARIO GENERAL:

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICERRECTOR ACADÉMICO:

MARLON BREVÉ REYES

DECANO DE LA FACULTAD DE POSTGRADO:

JOSE ARNOLDO SERMEÑO

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA MICRO CENTRAL
HIDROELÉCTRICA DE 16.07 KW, ALDEA SAN JOSÉ DEL
MUNICIPIO DE INTIBUCÁ, HONDURAS**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE
MÁSTER EN:**

GESTIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE

ASESOR METODOLÓGICO

WILFREDO CESAR FLORES CASTRO

ASESOR TEMÁTICO

ROQUE ALEXANDER LÓPEZ SORIANO

MIEMBROS DE LA TERNA:

JORGE CENTENO

MOISES STARKMAN

DENNISSE CRUZ



FACULTAD DE POSTGRADO

IMPLEMENTACIÓN DE UNA MICRO CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE 16.07 KW, ALDEA SAN JOSÉ DEL MUNICIPIO DE INTIBUCÁ, HONDURAS

AUTOR:

CLAUDIA MARISSOLA GARCIA VILLANUEVA

RESUMEN

El presente estudio se realizó para determinar la viabilidad técnica, económico y Ambiental para el suministro de energía eléctrica mediante un sistema de electrificación constituida por una Micro Central Hidroeléctrica (MCH) de 16.07 kW a filo de agua aislada de la red en la electrificación de un beneficiado de café comunitario para la producción del café mediante una despulpadora comunal e iluminación comunitaria (Centro de salud y cancha de fútbol), ubicada en Aldea San José del Municipio de Intibucá, Departamento de Intibucá.

Palabras clave: Caudal , potencia , demanda eléctrica , beneficiado de café , sostenibilidad



FACULTAD DE POSTGRADO

IMPLEMENTACIÓN DE UNA MICRO CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE 16.07 KW, ALDEA SAN JOSÉ DEL MUNICIPIO DE INTIBUCÁ, HONDURAS

BY:

CLAUDIA MARISSOLA GARCIA VILLANUEVA

ABSTRACT

This study was conducted to determine the technical , economic and environmental viability for the supply of electric energy by an electrification system consisting of a Central Micro Hydropower (MCH) of 16.07 kW edge of water isolated network in electrification of a Community benefited from coffee to coffee production through a pulper communal and community lighting (health center and soccer field), located in San Jose Municipality of Intibucá, Intibucá Department

Keywords : Flow , power, electricity demand, benefited from coffee, sustainability

DEDICATORIA

PRIMORDIALMETE A DIOS POR SER EL SUSTENTO NECESARIO PARA MANTENERME CON SALUD PARA CULMINAR UNA ETAPA MÁS DE MI VIDA PROFESIONAL, POR ILUMINAR MI MENTE Y AYUDARME EN TODO MOMENTO QUE LE PEDÍ DIRECCIÓN PARA CULMINAR CON ÉXITO ESTA TESIS.

MI MADRE, POR SER UN APOYO INCONDICIONAL EN TODO MOMENTO Y A KRISTEN MI BEBE QUE LLEVO EN EL VIENTRE LA CUAL HA SIDO MI INSPIRACIÓN EN ESTOS ULTIMOS DIAS PARA PERCEVERAR HASTA EL FINAL CON ESTA TESIS.

CLAUDIA MARISSOLA GARCIA VILLANUEVA

AGRADECIMIENTO

AGRADEZCO A MI ASESOR METODOLÓGICO DR. WILFREDO CESAR FLORES CASTRO POR BRINDARME LAS DIRECTRICES NECESARIAS PARA LA ELABORACIÓN DE LA PRESENTE TESIS DE GRADUACIÓN.

AL ING.ROQUE ALEXANDER LOPEZ SORIANO, POR SU APOYO COMO CATEDRÁTICO Y ASESOR TEMÁTICO Y POR BRINDARME TODA LA INFORMACION QUE REQUERI, A TODOS LOS CATEDRÁTICOS POR COMPARTIR SUS CONOCIMIENTOS A LO LARGO DE MI CARRERA.

A LAS AUTORIDADES PROFESIONALES DE LA DIRECCION DE INFRESTRUCTURA MAYOR DEL FONDO HONDUREÑO DE INVERSION SOCIAL (FHIS) ESPECÍFICAMENTE AL PROYECTO PRODUCTIVIDAD Y OPORTUNIDADES PARA EL DESARROLLO A TRAVÉS DE ENERGÍA RENOVABLE (PODER) POR SU INMENSA COLABORACIÓN ,LA INFORMACIÓN BRINDADA Y POR COMPARTIRME DE SUS CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIAS EN EL SECTOR DE ENERGÍA RENOVABLE.

A MI MAMA POR SU APOYO INCONDICIONAL A LO LARGO DE ESTA ETAPA Y EN TODAS LAS ETAPAS DE MI VIDA.

CLAUDIA MARISSOLA GARCIA VILLANUEVA

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	7
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	7
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	7
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	9
2.2 CONCEPTUALIZACIÓN.....	15
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	20
3.1 ENFOQUE Y MÉTODO.....	20
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
3.3 POBLACIÓN.....	21
3.4. UNIDAD DE ANÁLISIS	21
3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS	21
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS	24
4.1 DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO	24

4.2 ESTUDIO DE MERCADO	25
4.2.1 ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA.....	25
4.2.2 ANÁLISIS DEL CONSUMIDOR	26
4.3 ANALISIS TECNICO.....	28
4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO	40
4.5 ANÁLISIS AMBIENTAL.....	44
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	53
5.1 CONCLUSIONES	53
5.2 RECOMENDACIONES.....	54
CAPÍTULO VI APLICABILIDAD	55
6.1 TITULO.....	55
6.2 INTRODUCCIÓN.....	55
6.3 ALCANCE DE ESTE DOCUMENTO.....	55
6.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS,	55
6.5 APLICACIÓN DE RESULTADOS	58
BIBLIOGRAFIA	¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Demanda insatisfecha de energía eléctrica de Honduras	4
Tabla 2 Resultado de los proyectos Micro Hidro eléctricos en zonas rurales ejecutados en Honduras	5
Tabla 3. Factores de corrección para cálculo de caudal	24
Tabla 4. Gastos actuales por insumos para producir energía anual	26
Tabla 5. Productores de café en mayor escala	27
Tabla 6. Parámetros de iluminación:	29
Tabla 7. Cálculo de demanda de energía y potencia en centro de salud	31
Tabla 8 . Parámetros para cálculo de caudal ecológico	33
Tabla 9. Materiales utilizados en tuberías forzadas	34
Tabla 10. Coeficiente de Hazen-Williams	35
Tabla 11. Consideraciones para el costo de inversión	41
Tabla 12. Costo de inversión	42
Tabla 13. Gastos en combustible antes y después del proyecto	42
Tabla 14. Costos de operación y mantenimiento proyecto	42
Tabla 15. Beneficios económicos	43
Tabla 16. Categorización Ambiental	46

Tabla 17. Inspección ambiental	48
Tabla 18. Control ambiental y monitoreo.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Capacidad instalada (MW) en Honduras	6
Figura 2. Diseño de la investigación	20
Figura 3. Distribución de ingresos familiares, Aldea San José.....	22
Figura 4. Distribución de áreas en las viviendas.....	22
Figura 5. Esquema para la medición de velocidad de corriente en una quebrada	23
Figura 6. Ubicación del proyecto	9
Figura 7. Distribución de áreas en centro de salud	30
Figura 8. Calculadora rápida de lúmenes a watts.....	30
Figura 9. Distribución de área de cancha de fútbol.....	31
Figura 10. Selección de tipo de turbina	37
Figura 11. Representación de pequeña presa y su carga de agua	38
Figura 12. Zona Protegida , Municipio de Intibucá	47

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo encontraremos la información para la evaluación Técnico, sostenibilidad económica del proyecto y análisis ambiental en la utilización del Recurso Hídrico para cubrir parte de la demanda de energía eléctrica en la Aldea de San José, ubicado en el Municipio de Intibucá, también se describe el objeto de estudio partiendo de la introducción y los antecedentes que lo fundamentan. Así mismo, se plantea la formulación del problema, la definición del objetivo general, los objetivos específicos y la justificación que define la necesidad de la investigación.

1.1 INTRODUCCIÓN

Una Micro Central Hidroeléctrica (MCH), es aquella en la que la energía potencial del agua almacenada en un embalse se transforma en la energía cinética necesaria para mover el rotor de un generador y posteriormente transformarse en energía eléctrica. (ESHA, 2006)

La energía eléctrica cuenta con beneficios especialmente para los habitantes que realizan el procesamiento del café el cual tiene gran importancia económica Aldea de San José, ubicado en el Municipio de Intibucá, Honduras es el segundo país productor de Centroamérica 98% del café está en manos de pequeños productores, genera más de 1 millón de empleos directos e indirectos lo que significa más del 8% de la generación de empleos del país. Significa la generación del 22% de empleos en zona rural, Representa el 8% del PIB Nacional y casi el 30% del PIB Agrícola. Genera más de 400 millones de dólares en divisas. (IHCAFE, 2013)

En la Aldea San José del Municipio de Intibucá, Departamento de Intibucá predomina el beneficiado en finca en donde los pobladores dedicados a este rubro realizan el procesamiento del café en varias etapas incurriendo en varios costos. (IHCAFE, 2015) además de la instalación de la Micro central Hidroeléctrica se propone obra de mitigación para tratar la pulpa y aguas mieles del café generados en el proceso de despulpado, removiendo y degradando los contaminantes orgánicos presentes a través de un biodigestor, logrando así la generación de subproductos con utilidad o beneficio para las familias

productoras , posterior al despulpado se podrá utilizar el secador solar el cual reducirá el tiempo de secado en comparación con el secado en patios , Las secadoras también servirá en otras épocas del año para el secado de otros granos.

Nuestro país cuenta con el recurso disponible para generación de energía eléctrica, La Aldea San José del Municipio de Intibucá, no es la excepción pues el recurso hídrico con que cuenta es capaz de cubrir parte de la demanda de energía eléctrica a través de tecnologías para transformación del recurso, es por ello que se propone una Micro Central Hidroeléctrica (MCH)(Fromm R. et al., 2009).

1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

El sector de energía eléctrica hondureño. Actualmente se encuentra monopolizado casi en su totalidad por la ENEE que suple el 83% de la demanda eléctrica del país; del 100% de la energía que distribuye la ENEE el 33% es generación pública y el 67% privada, (CEPAL, 2010).

A principios del 2010 la energía suministrada por la ENEE dependía en un 70% de las plantas termoeléctricas, las cuales son las principales generadoras de Honduras. Se ha logrado reducir la dependencia de las plantas termoeléctricas en un 8% desde el 2010 debido a las normas del programa de cambio de matriz energética dictado por el Plan de Nación y Visión de País y del Gobierno Nacional.

El Gobierno Hondureño promovió el cambio de la fuente de energía de la ENEE debido a quejas constantes de los consumidores causadas por el reajuste repetitivo de la factura a los consumidores de energía eléctrica, debido a el reajuste de los precios de los hidrocarburos, por lo que se comenzaron a buscar fuentes de energía verde, a menor costo ambiental y económico. Por lo tanto el Gobierno Nacional tomo un plan de acción en el que fomenta y apoya proyectos que permitan la generación de energía orientados a optimizar y ampliar la cobertura eléctrica nacional. (ARECA, 2012).

Las proyecciones de la ENEE contemplan para 2016 la reversión de la matriz eléctrica. En esta planificación de cambio de matriz energética se integran los proyectos de los pequeños y medianos proyectos de energía renovable, aprobados por el Congreso Nacional, estos totalizan una generación de 700 MW distribuidos en 49 proyectos a realizarse entre los años 2011-2018 (ENEE,2012).

Oferta y demanda de energía eléctrica en Honduras

Presenta un crecimiento en compas con el crecimiento de la demanda ya que el gobierno y la ENEE están conscientes que día a día la demanda incrementa y es obligación del Estado suplirla, por lo que existen proyectos que incentivan al país a producir energía eléctrica, esto causa una oferta incremental constante. El total de electricidad vendida en 2010 fue de 4.176 GW/h (4.376 kWh por conexión). Esta cantidad es mucho mayor que la de países vecinos como Guatemala (2.337 kWh por conexión), Nicaragua (2.931 kWh por conexión) y El Salvador (3.109 kWh por conexión). Sin embargo, es mucho menor que en países centroamericanos como Costa Rica (7.969 kWh) y Panamá (7.574 kWh).BCIE (2012)

Electrificación renovable rural en Honduras

Las zonas rurales dependen en gran medida de sistemas eléctricos aislados, los cuales deben ser desarrollados usando principalmente recursos naturales. La construcción de sistemas micro-hidro y la instalación de paneles solares son una realidad en el territorio hondureño, siendo los organismos de Cooperación Externa (USAID) actores principales. En el 2007 el Banco Mundial condujo estudios de mercado para la instalación de paneles solares en el sector rural de Honduras e identificó un potencial fotovoltaico viable de 51 MW (CEPAL, SICA, 2007).

Índice de cobertura urbana y rural a nivel Nacional

Se puede observar en la tabla 1. la demanda insatisfecha de energía eléctrica en Honduras, sobre todo en el área rural la cual puede ser suplida con micro centrales eléctricas sin causar un gran daño al ambiente.

Tabla 1. Demanda insatisfecha de energía eléctrica de Honduras

ÁREA	POBLACIÓN	%	VIVIENDA	%	ABONADOS	%	ÍNDICE %
TOTAL	8,725,111	100.00	1,725,489	100.00	1,581,917	100.00	91.68
URBANA	4,633,652	53.11	948,305	54.96	942,506	59.58	99.39
RURAL	4,091,459	46.89	777,184	45.04	639,411	40.42	82.27

Fuente: ENEE , Departamento de planeación energética ,2015

Asimismo, el cuadro muestra que el índice de cobertura de energía eléctrica en el área rural del país es de aproximadamente 82%. Lo cual significaría que aproximadamente un 18% de las viviendas rurales utilizan vela, ocote, candil o lámpara de gas, como fuente energética, basados en la encuesta que con asesoría de PREEICA, se realizó en el año 2000 a las comunidades de varios departamentos del país (entre estos Choluteca, El Paraíso, Valle, Comayagua, La Paz, Intibucá, Olancho) solicitantes del servicio de energía eléctrica.

Características del Potencial Energético Renovable de Honduras

Debido a su clima tropical, en Honduras abunda la precipitación pluvial, la biomasa, la radiación solar y existen sitios con buenas posibilidades para la energía eólica.

Potencial hidroeléctrico

En Honduras la fuente energética más importante para generar electricidad es la hidráulica. De acuerdo con información de la ENEE, el potencial hidroeléctrico bruto de Honduras es de 5,000 MW. La capacidad instalada actual es de 525.88 MW entre pequeñas y grandes centrales hidroeléctricas, de los cuales 464.4 MW están distribuidos entre 7 centrales hidroeléctricas propiedad de la ENEE (siendo la represa hidroeléctrica Francisco Morazán de 300 MW la más grande)

Tabla 2 Resultado de los proyectos Micro Hidro eléctricos en zonas rurales ejecutados en Honduras

Micro Hidros	Potencia (Kw/h)	Cantidad	Total (Kw/h)	Beneficiarios
El Recreo	12.5	1	12.5	543
El Salto	7.5	1	7.5	154
La Muralla	7.5	1	7.5	104
El Triunfo	7.5	1	7.5	199
Buena Vista	10	1	10	153
Guardaraya	10	1	10	4,596
San Manuel	7.5	1	7.5	660
Parque Pico Bonito	7.5	4	30	2,016
TOTAL MICRO HIDROS		11	92.5	8,425

Fuente : EnDev-Hond, 2012

Potencial eólico y solar

La Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA) con el apoyo del proyecto de Evaluación de los Recursos Energéticos de Viento y Sol (SWERA), produjo hacia el año 2004 mapas de los recursos eólico y solar de alta resolución, con el propósito de eliminar las barreras de información para promover la inversión en proyectos que tiendan a reducir las emisiones de gases contaminantes asociados al sector energía. Adicionalmente, el Proyecto SWERA produjo un sistema de información geográfico, con el propósito de aumentar la capacidad en la toma de decisiones de los planificadores energéticos.

De acuerdo a la evaluación de SWERA, el potencial disponible para estudio sería de 3,680 MW para vientos de clase 4 o superior, y de unos 1,200 MW para vientos de clase 5 o superior. Esta cifra no incluye el potencial eólico.

El potencial del recurso solar evaluado por SWERA, el potencial solar calculado es de unos 5.2 kWh/m² día o 6 horas sol. Mediante una participación activa del sector privado en Honduras desde 1993, los sistemas fotovoltaicos han sido suministrados tanto para servicio domiciliario, como para atender necesidades en el sector salud, educativo y productivo. En el sector domiciliario se estima que más de 14,000 familias han sido atendidas por sistemas fotovoltaicos, mientras que para aplicaciones sociales y productivas, se han energizado desde sistemas de bombeo de agua para consumo humano, animal o para riego; hasta aplicaciones en telecomunicaciones, refrigeración y centros de comunicaciones. Se estima que la capacidad total instalada en sistemas fotovoltaicos es de al menos 1,000 kW.

Potencial de biomasa

La biomasa representa otro recurso disponible en el país para generación de electricidad, especialmente mediante el aprovechamiento de los residuos generados por actividades de la agroindustria, incluyendo ingenios azucareros, plantas productoras de aceite de palma africana y aserraderos.

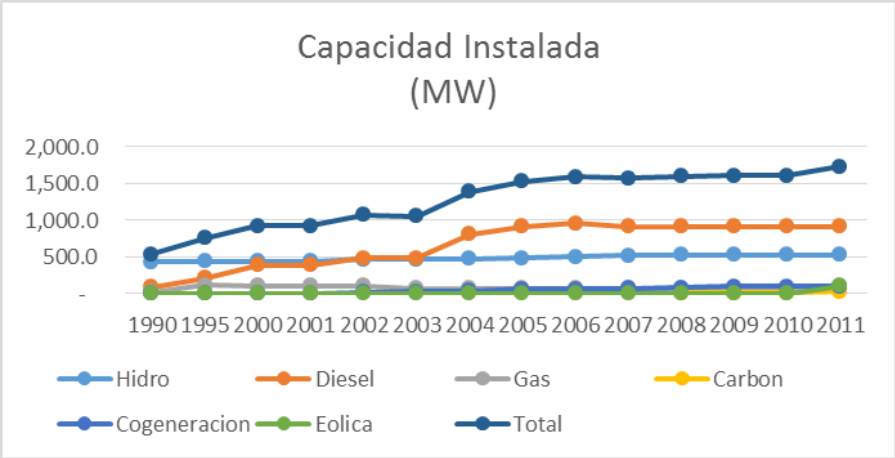


Figura 1. Capacidad instalada (MW) en Honduras
Fuente: CEPAL 2012.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

A continuación se presenta el enunciado y la formulación del problema, y las interrogantes de investigación.

1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

La Aldea San José del Municipio de Intibucá, Departamento de Intibucá, carece de acceso al servicio de energía eléctrica.

1.3.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Partiendo de la definición del problema y de la pregunta general se derivan las siguientes interrogantes de investigación.

1. ¿Existe el recurso necesario para cubrir la demanda del beneficiado de café, iluminación de cancha y centro de salud?
2. ¿Los impactos ambientales causados por la MCH son mitigables?
3. ¿El proyecto es sostenible económicamente por los pobladores de la Aldea San José?

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la viabilidad técnica, sostenibilidad económica y análisis ambiental en la implementación de una Micro Central Hidroeléctrica (MCH) a filo de agua aislado de la red.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A continuación se listan los objetivos específicos:

1. Estimar el potencial hidráulico para la generación de energía eléctrica con la finalidad de cubrir demanda de una despulpadora de café ecológica, iluminación centro de Salud , y cancha de fútbol.

2. Analizar el impacto ambiental y plantear medidas de mitigación para la implementación de la MCH y el beneficiado de café.

3. Realizar análisis del beneficio económico que hará sostenible el proyecto a implementarse.

1.5 JUSTIFICACIÓN

El estudio de viabilidad en la aldea San José del Municipio de Intibucá, Departamento de Intibucá, Honduras; A diferencia de otros proyectos de micro centrales hidroeléctricas tiene como nuevo aporte la concentración de varias despulpadoras en un solo punto eliminando así varios focos de contaminación por aguas mieles y residuos derivados del café y también la ventaja de tener un centro de acopio de café (beneficiado de café) donde se realizaran varios tratamientos al producto para vender a un mejor precio el grano y obtener así mayor ganancia en su comercialización.

Otras razones por la que se justifica la ejecución del proyecto son :

- 1) Obtener un diseño del Sistema de electrificación el cual cubrirá parte de la demanda de energía que aún no es atendida por la ENEE. Por lo cual la ejecución del proyecto “San José” permitirá aportar a la Aldea del mismo nombre a optar por energía eléctrica alterna y económica.
- 2) Este proyecto nos garantiza una inversión menor en relación al Sistema Interconectado Nacional.
Los beneficios serán mayores, una vez puesto en funcionamiento el proyecto, ya que existen solo costos de mantenimiento.

- 3) El proyecto producirá un bajo impacto ambiental en la zona pues se tiene previsto que las construcciones civiles necesarias no causaran daño en el cauce de la quebrada San José ni en la naturaleza, el agua utilizada para la generación eléctrica retornara sin cambio alguno.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Ubicación

Para llegar a Aldea San José del Municipio de Intibucá se toma el desvío de Siguatepeque que esta contiguo a la Gasolinera Texaco frente al Semáforo, se continua la Carretera Principal y se pasa por varias comunidades como ser El Porvenir, El Rincón, Germania, Jesus de Otoro hasta llegar al desvío de la Aldea San José con posición geográfica de latitud N. $14^{\circ} 26'49.55''$, Longitud W $88^{\circ} 06'18''$. Sus límites al Norte: con los municipios de San Francisco de Ojuera, San Pedro Zacapa y Santa Bárbara, Al Sur: con los Municipios de La Esperanza y Marcala, La Paz, al Este: con los municipios de Masaguara y Jesús de Otoro y al Oeste: con los Municipios de Yamaranguila y San Francisco de Opalaca.

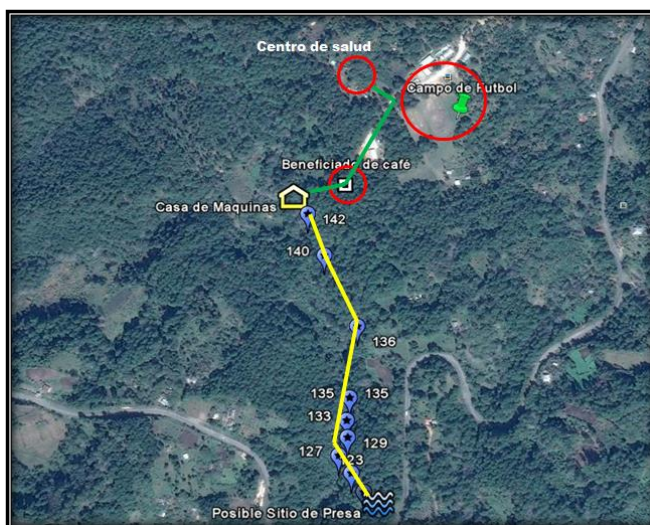


Figura 2. Ubicación del proyecto

Fuente : elaboración propia , Datos Google Earth

2.1.1 Población beneficiada

Con el potencial Proyecto de Electrificación en Aldea San José, Municipio de Intibucá, se pretende beneficiar de manera directa a 230 hogares, los cuales tienen la siguiente composición:

Tabla 3. habitantes de San José

Hombres	Mujeres	Niños	Total habitantes
371	355	435	1161

Fuente: Elaboración propia, con datos de IHCAFE 2015

Adicionalmente, la infraestructura comunitaria a la cual se pretende instalar las tecnologías a partir de fuentes renovables beneficiara a la siguiente población:

- Beneficiado de café: 150 pequeños productores y 44 productores a gran escala
- Cancha de futbol: 4 equipos de futbol (44 jóvenes)
- Centro de salud: 300 pacientes en promedio atendidos mensualmente

Dicha infraestructura tiene influencia sobre 6 caseríos de la Aldea los cuales son: Casas Viejas, San José, Cedros, Las delicias, San Antonio y Duraznito. (IHCAFE, 2015)

2.1.2 Sistemas de abastecimiento de agua, energía, escolaridad, centro de salud y desechos sólidos de las comunidades

La principal fuente de abastecimiento de agua de la población es con sistemas de tubería conectados a proyectos comunales de abastecimiento del vital líquido, los 4 caseríos cuentan con obras toma ubicados en la micro cuenca. En los caseríos en su totalidad no cuentan con sistemas de abastecimiento de energía eléctrica a través de la empresa nacional de energía

eléctrica (ENEE), esto debido a que para la ENEE es muy poco probable intervenir la zona con sistemas de electrificación, este problema dificulta la comunidad por el alumbramiento de la misma, el funcionamiento de equipos del centro de salud y el equipamiento del centro escolar ubicado en san José. (IHCAFE, 2015)

Según el censo realizado 2001 por el Instituto Nacional de estadística (INE) el 36% de la población ha alcanzado un nivel de escolaridad de secundaria, un 42% primaria y solamente el 22% no alcanzo ningún grado de escolaridad, esto se da principalmente en la población más adulta de los caseríos ya que últimamente el acceso a la educación es más fácil. (IHCAFE, 2015)

El manejo de los residuos sólidos debería ser el indicador ambiental de mayor preocupación en la zona ya que la mayoría de la población quema lo residuos como basura o los deposita en un botadero no controlado.

La comunidad de San José, cuentan con un centro de salud para brindar asistencia médica gratuita a los pobladores, a este centro asisten pobladores de las 4 comunidades vecinas y brinda asistencia principalmente en enfermedades comunes. Hace unos años el mismo fue equipado, pero para el funcionamiento del equipo de diagnóstico es necesaria la energía eléctrica por lo que dicho equipo se encuentra sin utilización alguna.

Patronato comunitario: el patronato comunitario es el encargado de coordinar todas las actividades de la aldea, el mismo lo integran miembros de las 4 comunidades que componen San José (Casas Viejas, Las Delicias, San Antonio y San José centro), para los pobladores los caseríos solo son barrios de la misma comunidad, el patronato está integrado de la siguiente manera (USAID/PRO-PARQUE, 2015) :

1. Presidente: Santos Cleto Sánchez.
2. Vicepresidente: Eulogio García
3. Secretaria: Sonia Argentina Sánchez

4. Pro-Secretario: Ramón Gonzales
5. Tesorera: Maura Domínguez
6. Fiscal: Fernando Lemus
7. Vocal I: Alba Dina Gutiérrez
8. Vocal II: Eustaquia Vásquez Vásquez
9. Vocal III: Vincent Meza

2.1.3. Actividades Económicas en el área

La principal fuente de ingresos en la zona es la actividad cafetalera, la mayor parte de los productores tienen fincas de café, en san José centro viven la mayoría de los considerados medianos y grandes productores por contar con más de 10 hectáreas de finca en producción, principalmente en casas viejas se encuentran los pequeños productores con 1 o 2 manzanas de tierra dedicadas a la actividad cafetalera y además cultivan granos básicos como frijoles y Maíz y algunos se dedican a cultivar papas y patate. Estos pequeños productores en una gran mayoría no se encuentran registrados en IHCAFE. Adicionalmente algunos productores realizan la transformación del aromático hasta llevar el grano a pergamino húmedo y posteriormente realizan secado en secadoras solares donadas por USAID.

Aproximadamente 2,220 quintales de café oro salen de la zona, es la principal fuente de ingresos un 75% de los ingresos familiares provienen de este rubro, aproximadamente 116 personas dentro de la aldea prestan sus servicios como jornaleros, este gran área cultivada con café y los dueños de esas tierras habitan en otros sitios y solo se mudan en la época de recolección del grano, los jornaleros trabajan en labores de corta y limpieza de estas parcelas productivas. Generalmente los granos básicos y las hortalizas en su mayoría se cultivan para subsistencia de las familias de bajos recursos económicos con algunas excepciones que realizan venta principalmente de papa. (USAID/PRO-PARQUE, 2012)

2.1.4. Necesidad de iluminación.

Actualmente los pobladores realizan pagos en el tema de iluminación para cargar celulares y poder comunicarse, se compra gas para candelabros y velas en los hogares de menores recursos económicos. Aproximadamente en toda la comunidad existe un gasto de 42,538.00 lempiras en toda la comunidad para bastecer las necesidades de iluminación y carga, cada persona paga un promedio de 80 lps mensual para realizar la carga de su celular, 100 lps por vivienda aproximadamente para suplir necesidades de iluminación y entre 40 y 50 lempiras para realizar compra de baterías para poder mantenerse comunicados vía radio.

Existen 941 piezas en las 230 viviendas, entre sala, comedor y dormitorios que necesitan ser abastecidas de energía eléctrica, por lo que se presume una necesidad de conexión de alrededor de 941 focos en promedio se asume un total de 4 focos por vivienda. Para labores de cocina no se necesita energía eléctrica propiamente sin embargo los productores utilizan energía eléctrica renovable con la utilización de 938 cargas de leña al mes, generalmente la leña utilizada proviene de las fincas cafetaleras siendo lo más común la utilización de guama y leña de café producto de la resepa y renovación de las fincas.

Se presume un gasto aproximado en servicios de salud de 300,000 lps. anuales de los pobladores de los alrededores, actualmente cuentan con un centro de salud comunal, sin embargo este se encuentra desabastecido por la falta de energía eléctrica, algunos aparatos de diagnóstico con los que cuenta el centro no son utilizados por la misma razón. Existe un total de 155 viviendas que están enviando sus hijos al centro básico de la zona con una matrícula de 270 en el centro básico de san José centro y 36 alumnos en la escuela PROHECO del barrio casas viejas.

2.1.5. Situación Biofísica del área.

La micro cuenca San José se encuentra con acuerdo para su declaratoria y la misma ya tiene delimitación realizada por personal de ICF y se encuentra dentro del shape nacional de micro cuencas declaradas de ICF. El área es de 1,030 hectáreas de la zona delimitada por ICF, esta micro cuenca no cuenta con un plan de manejo y abastece a 3 comunidades de las que se

encuentran asentadas dentro del perímetro con aproximadamente 600 beneficiarios directos del vital líquido.

Según el mapa forestal publicado en el 2014 utilizando imágenes satelitales del 2012 en el área se encuentran 6 categorías de uso de suelo ver anexo 3. (Mapa Forestal ICF, 2014 con verificaciones a los cafetales por IHCAFE.)

2.1.6. Flora y fauna

La fauna se desconoce en su mayoría, sin embargo, se han identificado algunas especies de avifauna y guatusas principalmente en los cafetales. La zona de bosques de pinos, mixto y latifoliado no han sido intervenidos ni investigados pero se asume que gran parte de la fauna local se encuentra en estas zonas. (USAID/PRO-PARQUE, 2012)

En la flora se han identificado que cercano al proyecto se encuentran cafetales y cultivo de granos básicos como medio de subsistencia principalmente, la gran mayoría del área se encuentra con vegetación natural de pino y roble y algunas especies exóticas introducidas por los cafetaleros de la zona como ser *Gravilea robusta* y *Acrocarpus franxinifolios*.

2.1.7. Clima

Se registra una temperatura promedio anual entre 25.6 – 32.4 °C y una precipitación promedio anual de 1109.1 mm, el verano es bastante acentuado en la zona así como también el invierno, sin embargo debido al cambio climático las lluvias se han vuelto bastante irregulares igual que el resto del país. (USAID/PRO-PARQUE, 2012)

Las áreas protegidas más cercanas al sitio son la reserva biológica de Montecillos y el parque nacional Mixcure. Ambos están declarados bajo acuerdo 87-87 pero ninguno ejerce influencia sobre la microcuena de forma directa.

2.1.8. Suelos

Se presentan dos tipos: Ojojona y Milile según la clasificación de Simmons 1969.

1. Ojojona: Suelos poco profundos, relieve escarpado, textura fina.
2. Milile: Profundos bien avenados, formados sobre cenizas volcánica, relieve ondulado o colinoso.

2.1.9. Hidrología

La reserva es la fuente abastecedora de agua a las comunidades que la rodean es la quebrada San José que posee 1030 hectáreas de declaratoria como zona abastecedora de agua y los 4 caseríos que esperan desarrollar el proyecto se encuentran dentro del perímetro de la misma. La boca toma del proyecto se encuentra aproximadamente a 1 kilómetro y medio del caserío san José que es el más poblado de la zona. La quebrada “San José” pasa por en medio del caserío y aunque no tiene caída natural debido a la diferencias de pendientes, posee un fuerte caudal.

2.2 CONCEPTUALIZACIÓN

. Energía Hidroeléctrica

Es básicamente una forma de la energía generada por la fuerza del movimiento del agua, que una máquina primaria la transforma inicialmente en energía mecánica y luego una máquina secundaria la transforma en energía eléctrica, también se la conoce como hidroenergía. (Marín J., 2010)

Clasificación de las Centrales Hidroeléctricas por su potencia:

- Grandes. Todas las plantas con capacidad mayor a 100 MW.
- Medianas. Aquellas plantas entre 15 y 100 MW de capacidad.
- Pequeñas. Todas las plantas dentro del rango de 1 a 15 MW.
- Mini. Plantas que producen más 100 kW y menos 1 MW.

- Micro. Todas las plantas con capacidad entre 5 a 100 kW. Amplio rango de adaptación en Aldeas remotas de Honduras

- Pico. Capacidad menor a 5 kW

Tipos de centrales hidroeléctricas según su régimen de flujo

Las centrales hidroeléctricas se pueden clasificar de distintas maneras según sea sus características particulares al momento de su diseño, contemplado desde su forma de utilización del recurso hídrico hasta su dimensión de la capacidad instalada. (USAID/PRO-PARQUE, 2012)

De acuerdo a su régimen de flujo estas pueden ser:

Centrales a filo de agua

También denominadas centrales de agua fluyente o de pasada, utilizan parte del caudal de un río para generar energía eléctrica. Operan en forma continua porque no tienen capacidad para almacenar agua y no disponen de embalse. Utilizan el agua disponible en el múltiple de entrada de acuerdo a su capacidad de diseño.

Centrales de embalse

Es el tipo más frecuente de central hidroeléctrica. Utilizan un embalse para acumular agua e ir graduando el agua que pasa por la turbina. Requieren una inversión mayor y reservas suficientes.

Centrales de acumulación por bombeo

Este método utiliza la energía potencial del agua bombeándola desde un reservorio de menor elevación hacia un embalse más elevado. Se usa la electricidad generada fuera de las horas de mayor demanda –más barata- para activar el bombeo y reutilizar el agua para generar electricidad mediante turbinas (usualmente tipo Francis) en los periodos de mayor demanda.

Definición de Micro central hidroeléctrica.

Las Micro Centrales hidroeléctricas pueden definirse como instalaciones mediante las que se consigue aprovechar la energía contenida en una masa de agua situada a una cierta altura, transformándola en energía eléctrica. Esto se logra conduciendo el agua desde el nivel en el que se encuentra, hasta un nivel inferior en el que se sitúan una turbinas hidráulicas que es accionada por el agua y que a su vez hace girar un generador produciendo energía eléctrica.(Sánchez, T. et al., 2010)

Arreglos Micro Centrales hidroeléctricas (MCH)

Están básicamente constituidos por:

- Pequeña Presa;
- Captación o Toma de Agua;
- Sistema de Aducción;
- Sala o Casa de Máquinas
- Canal de Restitución.

Clasificación de las turbinas.

Las características de estos tipos de turbina serán detalladas a continuación

• Turbinas Pelton. El rango de aplicación de las turbinas Pelton es para velocidades de funcionamiento bajas, además está diseñada para trabajar con saltos grandes y bajos caudales su eficiencia es del 60-85%.

• Turbinas Michel Bank tienen una eficiencia en el orden del 80% y generan hasta 1000kW, debido a su forma son fáciles de construir reduciendo así su costo en relación a otro tipo de turbinas.

- Turbinas Francis.-Esta turbina fue desarrollada para trabajar con velocidades específicas medianas trabajando con saltos medianos y caudales de las mismas características su eficiencia oscila entre 83% y 90% su fabricación es compleja subiendo su costo de fabricación

- Turbina axial.-Esta es una turbina de reacción de flujo axial la velocidad específica de funcionamiento es bastante alta puede trabajar con saltos bajos y caudales grandes alcanza hasta el 90% de eficiencia su construcción requiere herramienta especializada.

Biodigestor

La Biodigestión son procesos biológicos en un medio anaeróbico para romper cadenas de moléculas complejas en sustancias más simples. Se considera una herramienta efectiva en el manejo de desechos orgánicos y la producción de metano como fuente de energía renovable (Aguilar y Botero, 2000). Los biodigestores pueden ser una gran alternativa, constituyéndose en una de las formas más sencilla y segura de dar tratamiento a excrementos humanos y animales en zonas rurales (Brown, 1987, citado por Aguilar y Botero, 2000).

El concepto general el biodigestor es un sistema completo donde entra una mezcla de excretas, materia orgánica, desechos biodegradables y durante el proceso se dan diferentes fases hidrólisis, fermentación, acetogénesis, deshidrogenación y metanogénesis. La biodigestión, tiene dos tipos de salidas una en estado gaseoso que es una mezcla de sulfato de hidrógeno, amonio, bióxido y biogás. También, tiene otro afluyente, que es aguas descontaminadas hasta en un 80%, este producto es rico en aminoácidos, mismo que es excelente como fertilizante foliar.(SAG, FHIA y PNUD, 2014)

Existen diferentes tipos de biodigestores, donde el funcionamiento es similar en todos los casos, variando en costos y duración, por el tipo de materiales que se emplea y la mano de obra que requiere. (CODESO, 2011)

Beneficios de un Biodigestor

Tratamiento de Aguas: Un biodigestor manejado adecuadamente contribuye en un 80% a la descontaminación de las aguas servidas

Baja inversión: El costo de los materiales para su funcionamiento son excretas, residuos

Facilidad de construcción: Es muy sencillo el proceso de instalación, por lo que no requiere de grandes entrenamientos, para difundir la tecnología.

Operación, manejo y mantenimiento simples: El proceso es sumamente fácil que únicamente requiere de la voluntad y disciplina de la familia para realizarlo periódicamente.

Seguridad: No se tiene problemas con fenómenos naturales como inundaciones, sismos, etc. Por la flexibilidad que tiene. Si es necesario ponerle mucha atención a una eventual explosión por mal manejo, es peligro encender fuego cerca del biodigestor. También, es peligroso inhalar directamente el gas.(Harley A., 2000)

- Durabilidad: La vida útil es de 4 a 5 años. Dependiendo de la protección que se le brinde, aunque algunos autores manifiestan que puede ser hasta de 10 a 15 años la vida útil.
- Flexibilidad: Es muy flexible en cuanto a la cantidad y frecuencia de la alimentación, por lo que no requiere de medidas exactas que dificulten su manejo
- Efectividad: Se puede encender la estufa desde 6 hasta 24 horas de llama por día
- Facilidad de difusión: En las zonas rurales se difunde de campesino a campesino, porque atrae la producción de gas.

(Rajkumar R. y Graziosi G., 2005)

Secadoras solares

Son estructuras construidas de madera, bambú, P.V.C. o tubo metálico, las cuales son forradas con plástico transparente y que combinadas con zarandas colocadas en su interior, sirven para el secado del café.

Ventajas de la secadora solar

- Se conserva la calidad natural del grano.
- Mayor rapidez en el secado del café.
- No hay que entrar el café por las noches ni cuando está lloviendo.
- Facilidad de obtener materiales de construcción a utilizar.
- Construcción de las mismas en las zonas cafetaleras y en lugares lluviosos y helados donde se obtienen excelentes resultados.
- En temporada que no se cosecha café pueden utilizarse para secar maíz, frijoles, leña o frutas.
- Menor costo de construcción comparando con patios de concreto.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE Y MÉTODO

El presente estudio fue desarrollado sobre un enfoque cuantitativo

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

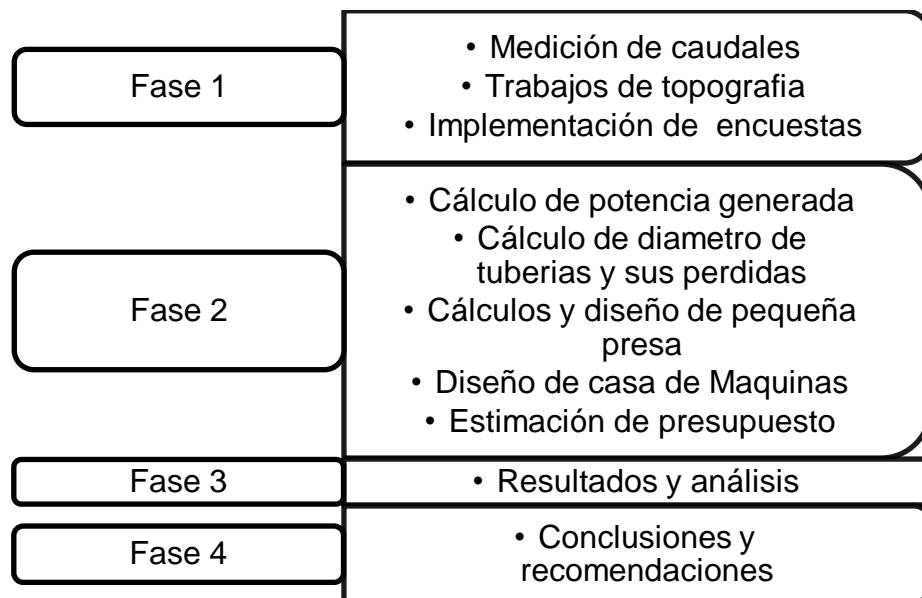


Figura 3. Diseño de la investigación

Fuente: Elaboración propia

3.3 POBLACIÓN

Se definió como parámetro de estudio el caudal de la quebrada San José, Aldea San José en el Municipio de Intibucá, esto con el propósito de conocer si el aprovechamiento hidráulico que se obtenga es suficiente para dotar de energía a una población de 230 hogares que actualmente carecen totalmente de energía eléctrica la cual será beneficiada con el beneficiado de café, iluminación de cancha de fútbol y el centro de salud. Para fines prácticos se tomó lectura de caudales en los periodos de estiaje e invierno.

3.4. UNIDAD DE ANÁLISIS

Cálculo del caudal

Con los datos obtenidos se procede a calcular el caudal de la quebrada (Q), en base a la siguiente ecuación:

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = \text{Velocidad (m/s)} \times \text{Área transversal (m}^2\text{)} \times \text{Factor de corrección}$$

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

Con el objetivo de validar los instrumentos de información, se realizó la encuesta de 230 hogares de la aldea el cual es el total de la población, esto permite que los instrumentos puedan ser probados en campo y recoger elementos que sirvan para afinar o definir con mayor precisión las necesidades de la aldea y la demanda eléctrica que se podría presentar.

Los instrumentos utilizados para recolectar la información del análisis cuantitativo son:

- Formulario de encuesta aplicada a la muestra previamente definida (230 encuestas aplicados)

Se tomó encuesta de una población de 230 hogares en la cual se tomaron los siguientes datos: Ingresos por el cultivo de Café, Ingresos por el cultivo de Granos, Ingresos por el cultivo de Hortalizas, Habitantes por hogar (Hombres, Mujeres, Niños), Gastos por el uso de Gas, Gastos por el uso Velas , carga de Leña cortada, Gastos por el cargado de Celular , Gastos por el uso Baterías, Gastos por el uso de combustible, servicios básicos (agua, luz ,tren de aseo

,alcantarillado), material de las vivienda, tipo de Piso , tipo de Techo, áreas de la vivienda(Dormitorio, Sala, Cocina, Ante Sala),asistencia al centro Básico, Gastos en salud, existencia de Iglesia, Agua potable costo por servicio de Agua ,Costo en salud

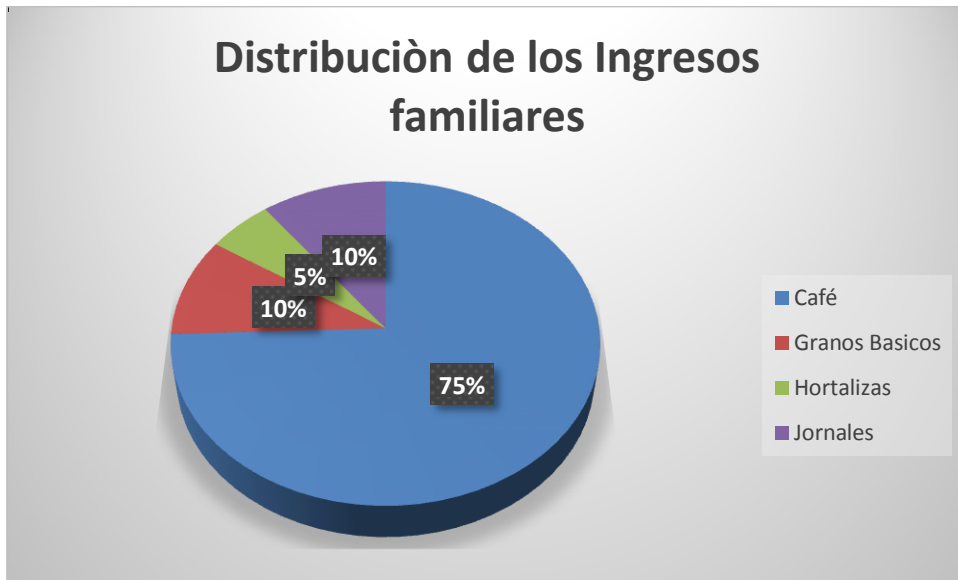


Figura 4. Distribución de ingresos familiares, Aldea San José
Fuente elaboración propia ,datos (IHCAFE 2015)

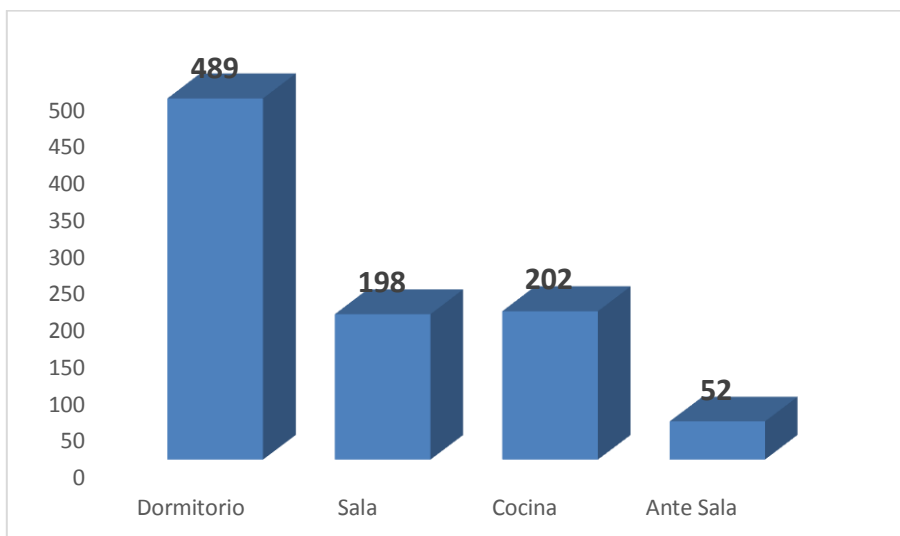


Figura 5. Distribución de áreas en las viviendas
Fuente elaboración propia ,datos (IHCAFE 2015)

- Para el cálculo de caudal se utilizó el método de “Flotador” el cual consiste en medir caudales con suficiente exactitud. Se busca un tramo de corriente recto en una distancia de 10 m o más, se marcan con estacas los puntos AA y BB y se tiende una cuerda entre las estacas. Como la sección transversal de la quebrada será distinta entre AA y BB. Se mide 5 veces o más (siempre en números impares) la profundidad del agua a distancias iguales en el punto AA y se obtiene la profundidad promedio. La sección transversal en m² es la profundidad media multiplicado por el ancho de la corriente. Se procede del mismo modo en el punto BB y se suman ambos valores para obtener la sección transversal media. Después se encuentra la velocidad media de la corriente usando un flotador. Se deja que el flotador inicie unos metros arriba del punto AA y se comienza la lectura del cronómetro cuando el flotador pasa justamente al lado de las estacas aguas arriba hasta que llega al punto BB. Se repite la prueba por lo menos 3 veces y se obtiene el tiempo promedio. Si una de las medidas difiere mucho de la anterior se hace una medida adicional y se descarta la medida inapropiada. Para calcular el caudal se multiplica \bar{A} (m²) por V (m/s) habiendo utilizado previamente los factores de corrección. El resultado será en m³/s, para estimar el caudal en l/s se multiplica el resultado por 1000. (SAG,2009)

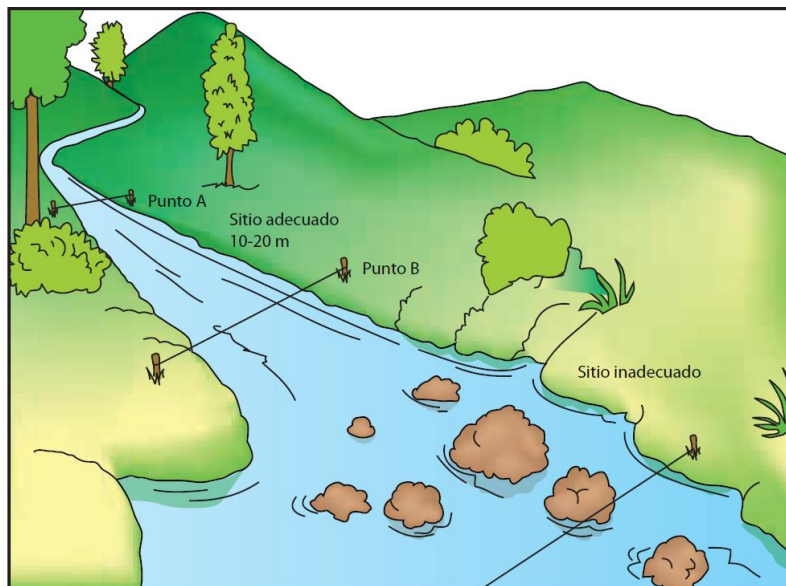


Figura 6. Esquema para la medición de velocidad de corriente en una quebrada

Fuente: Guía Metodológica para establecimiento de pequeñas micro centrales hidroeléctricas, (SAG,2009)

Tabla 3. Factores de corrección para cálculo de caudal

Condiciones del sitio	Factor	Precisión
Quebrada profunda y lenta	0.75	Razonable
Arroyo pequeño, de lecho parejo, liso	0.65	Mala
Arroyo rápido y turbulento	0.45	Muy mala
Arroyo pequeño, de lecho rocoso	0.25	Muy mala

Fuente: Guía Metodológica para establecimiento de pequeñas micro centrales hidroeléctricas, (SAG 2009)

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el presente capítulo se describe e ilustra la información obtenida y relacionada a los objetivos de estudio incluyendo texto, tablas, gráficos y otros materiales de soporte, los cuales fueron introducidos y fundamentados con su respectivo análisis.

4.1 DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO

La Micro Central Hidroeléctrica (MCH) a filo de agua con un caudal de diseño de 34.6 l/s, Caída neta de 79.18 metros tendrá una Potencia máxima instalada de 16.07 kW, se instalará una turbina Pélton, un generador de 15 KVA, línea de conducción de 755 ml y casa de máquinas con una dimensión de 6 x 8 metros, con la potencia generada se cubrirá la demanda de energía en los siguientes sitios:

- Centro de salud: Consta de la iluminación del centro ya que así por la noche se podrán atender emergencias como partos, se dotará de equipo necesario para una mejor atención en salud (nebulizadores), televisión para presentación de información y charlas de VIH y otras enfermedades, frízer con regulación para guardar medicamentos que necesitan refrigeración.
- Iluminación de cancha de fútbol: Consta en la instalación de 6 postes de concreto con reflectores de 120 W tipo led. y cercado del perímetro con malla ciclón.

- **Despulpadora de café:** Actualmente existen 22 puntos de despulpe en la aldea , con el proyecto se pretende centralizar un beneficiado de café donde se podrá tener beneficios adicionales como el secado del grano con secadoras solares y tratado de aguas mieles con un biodigestor el cual IHCAFE será el proveedor y el capacitador en el manejo de los sólidos y las aguas mieles provenientes del despulpado, con este proceso se obtendrán mayores ganancias para los productores ya que el grano secado se vende a un mejor precio que el grano en húmedo como lo hacen actualmente.

4.2 ESTUDIO DE MERCADO

La energía producida por la micro central hidroeléctrica posee un solo cliente potencial y viable que es la aldea de San José del municipio de Intibucá especialmente a los productores y comercializadores de café. Para esto se debe de instalar la red de distribución de energía eléctrica pertinente desde la casa de máquinas hacia el beneficiado de café ,centro de salud y cancha de futbol, para así aprovechar esta energía para consumo comunitario y lograr beneficios económicos y una reducción de compra de energía a la ENEE en caso de que en algún momento se brinde el servicio de la estatal eléctrica.

4.2.1 ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA

La Distancia para conexión a la Red de Distribución Eléctrica a baja Tensión de 13.8 V se encuentra a 15 kilómetros de la aldea San José lo que se traduce en altos costos para electrificación de la aldea ya que las casas se encuentran muy dispersas en los distintos caseríos.

El Gobierno Nacional hondureño promovió el cambio de la fuente de energía de la ENEE debido a quejas constantes de los consumidores causadas por el reajuste repetitivo de la factura a los consumidores de energía eléctrica, debido a el reajuste de los precios de los hidrocarburos, y también la cobertura del servicio no está en las aldeas más remotas del país debido a que no es factible llevar proyectos de electrificación a aldeas remotas, por lo que se comenzaron a buscar fuentes de energía verde, a menor costo ambiental y económico. Por lo

tanto el Gobierno Nacional tomo un plan de acción en el que fomenta y apoya proyectos que permitan la generación de energía orientados a optimizar y ampliar la cobertura eléctrica nacional.

Las proyecciones de la ENEE contemplan para 2016 la reversión de la matriz eléctrica. En esta planificación de cambio de matriz energética se integran los proyectos de los pequeños y medianos proyectos de energía renovable, aprobados por el Congreso Nacional, estos totalizan una generación de 700 MW distribuidos en 49 proyectos a realizarse entre los años 2011-2018, (ENEE,2012).

4.2.2 ANÁLISIS DEL CONSUMIDOR

La población actual incurre en ciertos gastos para producir energía en sus hogares ver tabla 4.

Tabla 4. Gastos actuales por insumos para producir energía anual

G_Gas	G_Velas	Leña_Cargas	G_Cel	G_Baterias	G_Combus.
L. 3,867.00	L. 8,084.00	L. 858.00	L. 14,910.00	L. 7,008.00	L. 2,082.00

Fuente: Elaboración propia, Datos IHCAFE 2015

Los valores de la tabla 4. es para el sector doméstico sin embargo la población recurre a otros gastos en el área de producción para transportar el café a aldeas cercanas para el secado del grano del café y así obtienen mejor precio en la venta del grano , en el caso del centro de salud no usan los nebulizadores si no hay gasolina para encender el motor de 2 caballos de fuerza para encender el nebulizador y parte de la iluminación por las noches , los pacientes también tienen gastos de transporte para dirigirse a centros de salud con mejor atención. (IHCAFE, s/f)

Las necesidad de energía en la aldea San José es total ya que no existe red de energía eléctrica suministrada por la ENEE ni de otra empresa , el punto de interconexión más cercano a la aldea está a 22 Kilómetros

Dado que la MCH no tendrá la capacidad para cubrir al 100% la demanda de la aldea se analizó las distintas demandas y la población y según la encuesta aplicada solo se cubrirá parte de la demanda , y dado que el sector cafetalero es el que produce más ingresos en la aldea se escogió el beneficiado como sitio principal para electrificación y con el excedente se cubrirá el centro de salud y cancha de futbol.

Actualmente el 75% de los ingresos en la Aldea San José es por el cultivo del café es por ello que se realizó un encuesta a la población (230 hogares) para analizar si era sostenible llevar a cabo el proyecto de la micro hidro eléctrica, en la tabla 5. se muestran los nombres de los pobladores que se dedican al sector productivo del café en mayor escala

Tabla 5. Productores de café en mayor escala

No.	Nombre	Despulpado	Secado
1	Andres Gutierrez	Vende la uva	no aplica
2	Ernesto Giron	maquina propia	secado solar
3	Ignacio Dominguez	Alquila servicio	patio de secado
4	Blaz Dominguez	Vende la uva	vende húmedo
5	Paulina Gomez	maquina propia	patios de secado
6	Santos Job Gomez Meza	Alquila servicio	patios de secado
7	Mario Dominguez Gomez	Vende la uva	no aplica
8	Manuel Giron	maquina propia	secado solar
9	Santos Isidro gomez	vende la uva	no aplica
10	Juana Sanchez Gutierrez	Vende la uva	no aplica
11	Santos Gomez	maquina propia	patios de secado
12	Maria Angela Meza	maquina propia	vende húmedo
13	Maria Apolonia Martinez	vende la uva	vende húmedo
14	Lorenzo Dominguez	maquina propia	patios de secado
15	Daniel Garcia	Alquila servicio	secadora solar/patio secado
16	Anefacio Sanchez	Alquila servicio	secadora solar
17	Elijio Garcia	maquina propia	secadora solar
18	Jose Carmen Manueles	Vende la uva	no aplica
19	Pablo Salazar Palacios	maquina propia	secado solar/piso secado
20	Maria Asuncion Gutierrez	vende uva	no aplica
21	Filiberto Guifarro Salazar	maquina propia	secadora solar
22	Maria Cristina Sanchez	vende uva	no aplica
23	Neptali Alvarado Bautista	maquina propia	secadora solar
24	Eulalio Gonzales Dominguez	vende uva	no aplica

25	Eunises Mejia	maquina propia	vende húmedo
26	Genaro Dominguez	vende la uva	no aplica
27	Bonifacio Meza	vende la uva	no aplica
28	Simeon Hernandez	alquila servicio	vende húmedo
29	Clemente Gonzales Gomez	maquina propia	vende húmedo
30	Daniel Gonzales Dominguez	alquila servicio	vende húmedo
31	Julian Sanchez	maquina propia	vende húmedo
32	Rolando Martinez	Alquila servicio	vende húmedo
33	Santos Erazmo Mendez	vende uva	no aplica
34	Buena Ventura Dominguez	alquila servicio	secado solar, vende húmedo
35	Esteban D.H.	vende uva	no aplica
36	Pablo Dominguez	vende la uva	no aplica
37	Francisco Sanchez Gomez	maquina propia	vende húmedo
38	Eucebio Lopez	vende uva	no aplica
39	Wilma Meza Reyes	alquila servicio	vende húmedo
40	Pablo Salazar	maquina propia	secado solar, vende húmedo
41	Vicente Meza	vende uva	no aplica
42	Manuel Ernesto Giron	maquina propia	patios de secado
43	Eugenio Sanchez	maquina propia	vende húmedo
44	Sonia Antonieta	maquina propia	vende húmedo / secadora sol

Fuente: elaboración propia ,Datos IHCAFE 2015

En la tabla 5. observamos que 44 representantes de 230 hogares son productores de café en mayor escala, el resto se distribuyen como 150 pequeños productores que se dedican a vender solo el café en pergamino húmedo y 36 representantes se dedican al cultivo de granos, jornaleros y otros

El costo por operación y mantenimiento será sostenible ya que por el uso del beneficiado de café se cobrara una cuota justa por el servicio , así mismo para el uso de la cancha de futbol y centro de salud se cobrara una cantidad igual o menor a la que actualmente pagan por obtener estos servicios.

4.3 ANÁLISIS TÉCNICO

Cálculo de Demanda Eléctrica

El cálculo de la demanda energética se realizó de la siguiente manera:

- Levantamiento del área en el centro de salud , campo de futbol y y sus respectivas dimensiones para determinar el requerimiento de iluminación con base a la Norma Internacional ETC 321 e ISO/ TC159/SC 5.
- En el caso de las secadoras solares, se consideró la cantidad de café diaria que se despulpa y lava, para posteriormente ser secada.

Parámetros de iluminación:

Los parámetros que se utilizaran según Tareas y actividades en áreas interiores serán: especificación de la iluminancia, la limitación del deslumbramiento y la cualidad de color se muestran a continuación.

Tabla 6. Parámetros de iluminación:

EDIFICIOS PEDAGOGICOS	Em (lux)	CUD	Ra
Aula de pre-escolar	300	19	80
Aulas de clase y tutoría	300	19	80
Aulas para clases nocturnas y de educación de adultos	500	19	80
Salas comunes de estudiantes y salas de reuniones	200	19	80
Locales de atención para pacientes			
Sala de espera	200	19	90
Atención general	300	19	90
Odontología	500	19	90

Fuente: Norma de Iluminación de puestos de trabajo en interiores BCOHN 8995:2012 /CIE S 008/E

• Centro de Salud

El centro de tiene varios espacios los cuales requieren de iluminación, equipo audiovisual, nebulizadores y pequeño refrigerador para vacunas, las horas de uso se determinaron según el horario de atención. La distribución de áreas es la siguiente.

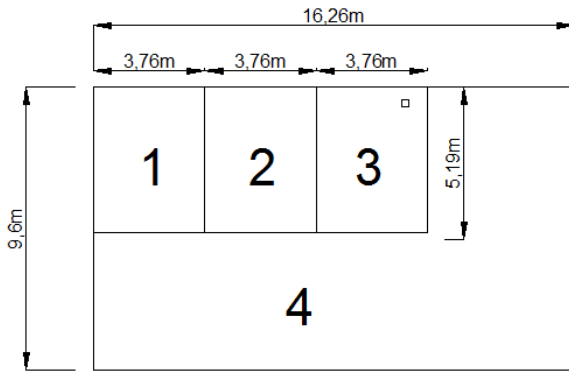


Figura 7. Distribución de áreas en centro de salud

Fuente : elaboración propia , software Autocad 2010

Área 1,2,3 : 3 salas de atención general con área total de 56.24m²

Área 4: sala de espera y nebulización con un área total de 78 m²

The image shows two instances of a lighting calculator interface. Each interface has the following fields and values:

- Enter illuminance in lux: 300 lx
- Select light source: Low pressure sodium vapor lamp
- Or enter luminous efficacy in lumens per watt: 150 lm/W
- Enter surface area: 56.24 m² (left) / 78 m² (right)
- Or enter spherical radius: 2.1155228668 m (left) / 2.4913937426 m (right)
- Buttons: Calculate, Reset
- Power result in watts: 112.48 w (left) / 156 w (right)

Figura 8. Calculadora rápida de lúmenes a watts

Fuente: Elaboración propia , Software Civilcad

Área 1,2,3 : 3 lámparas de vapor de sodio d 4pies /18 Watts 1,2V, tipo Led

Área 4 : 5 lámparas de vapor de sodio d 4pies /18 Watts ,12V, tipo Led

Total = 8 lámparas de vapor de sodio d 4pies /18 Watts ,12V, tipo Led

Tabla 7. Cálculo de demanda de energía y potencia en centro de salud

Fuente: elaboración propia DIM/FHIS/PODER/USAID

El consumo propuesto corresponden a promedios recogidos de distintos aparatos eléctricos, si conoce el consumo exacto de su aparato puede variar la cifra sugerida en la columna "Potencia nominal del aparato" logrando un resultado más exacto.

Categoría o tipo de artefacto y su potencia nominal en W		Potencia nominal del aparato	Nº de aparatos	Horas utilizado diariamente	Consumo en kwh
	lamparas y focos de bajo consumo	18 W	6	8	0.864
	televisor	0 W	1	3	0
	Cargador celular	13 W	2	5	0.13
	Nebulizador	150 W	1	6	0.9
	refrigerador	250 W	1	8	2
Consumo Total Aproximado		534.00 W			3.89

- Cancha de fútbol – consumo eléctrico

El cálculo de horas se realizó en base a su utilización la cual será de 6:00 pm a 9:00 pm. Los días viernes, sábado y domingo, Asimismo con base al levantamiento de información que se realizó a continuación se presenta la dimensión de la cancha de futbol:

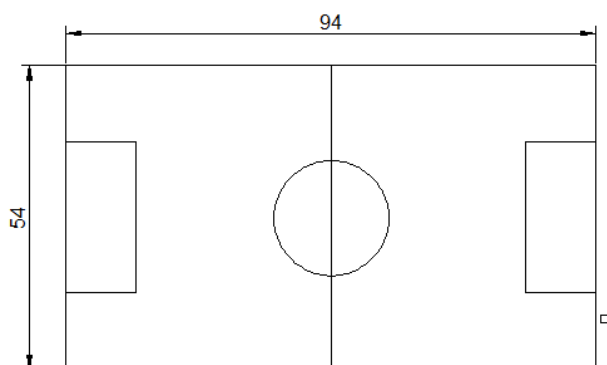


Figura 9. Distribución de área de cancha de futbol

Fuente : elaboración propia , software Autocad 2010

El cálculo de horas se realizó en base a su utilización la cual será de 6:00 pm a 9:00 pm

Área : 5,076 m²

Para exterior se puede optar por lámparas tipo reflector de 120 Watts equivalentes a lámparas de 400 Watts

Cantidad de reflectores de 120 Watts , 100 V = 6 unidades =

Demanda requerida 720 kW

Parámetros de Diseño de la Micro central hidroeléctrica

A continuación se procede a presentar los datos de caudales obtenidos por aforos realizados siendo estos:

$Q_{min} = 11.5 \text{ Lt/s}$, $H = 84 \text{ m}$; época de estiaje

$Q_{max} = 34.6 \text{ Lt/s}$, $H = 84 \text{ m}$; época de invierno

Los caudales anteriores, fueron tomados en las épocas mencionadas (estiaje e invierno) como aforos instantáneos por medio del método volumétrico. Lo anterior, es únicamente para fines de cálculo para obtener una producción de energía eléctrica máxima y mínima, no obstante, para realizar hidrogramas y la curva de cálculo de caudales se tomaran lecturas en los meses subsiguientes antes de que se inicie la obra y una vez finalizada la obra para saber su comportamiento a lo largo de los meses..

Por otra parte, con base a las mediciones realizadas en periodo de estiaje se presenta el modelo de cálculo que se estará considerando una vez se generen los datos indicados en el apartado anterior:

Análisis de datos de caudal en época de estiaje (ejemplo)

Caudal ecológico

En el momento que ya se obtuvo el caudal de diseño se procede al cálculo del caudal ecológico, lo primero es ubicar en la siguiente tabla cual es el objetivo de la cuenca, en la primer columna nos ubicamos en el inciso C el cual indica que el estado de conservación de la

cuenca actualmente es moderado y consecuentemente nos ubicamos en la tercer columna en el apartado de corrientes temporales tal como la quebrada San José ya que no cuenta con el mismo caudal todo el año y así escogemos un porcentaje del rango en este caso se elige el 10% del caudal de diseño de estiaje.

Tabla 8 .Parámetros para cálculo de caudal ecológico

OBJETIVO AMBIENTAL	ESTADO DE CONSERVACION	CAUDAL ECOLÓGICO (% EMA)	
		CORRIENTES PERENNES	CORRIENTES TEMPORALES
A	Muy bueno	≥40	≥20
B	Bueno	25-39	15-19
C	Moderado	15-24	10-14
D	Deficiente	5-14	5-9

Fuente: European Small Hydropower Association – ESHA , 2009

En base a la tabla se calcula el caudal ecológico con el 10% del caudal de diseño el cual es 11.5 lt/s

$$Q_e = 11.5 \times 10\% = 1.3 \text{ Por tanto el caudal ecológico es } 1.3 \text{ l/s}$$

Cálculo de tubería de conducción

En los proyectos MCH, la tubería de conducción o tubería forzada es el conducto que lleva el agua a presión desde la obra de toma hasta la turbina, las tuberías de PVC son las más utilizadas en estos sistemas generalmente quedan bajo la superficie del terreno para mayor anclaje y protección contra daños por golpes, pisoteo de animales, debilitamiento por el efecto del calor.

Material	Módulo de Young (N/m ²) E9	Coefficiente de expansión (mm/°C) E6	Carga de tracción (N/m ²) E6	n Manning
Acero soldado	208	12	400	0,012
Polietileno PE	0,55	140	5	0,009
PVC	2.75	54	13	0,009
Uralita	n.a.	8,1	n.a.	0,011
Madera	n.a.	n.a.	n.a.	0,014
Fundición	78,5	10	140	0,015
Hierro dúctil	16,7	11	340	0,024

Tabla 9. Materiales utilizados en tuberías forzadas

Fuente : European Small Hydropower Association – ESHA, 2009

Cálculo del diámetro de la tubería

El diámetro es el resultado de un compromiso entre costo y pérdida de carga. La potencia disponible para un caudal Q y un salto H viene dada por la ecuación:

$$P = QH\gamma\eta \text{ Ecuación 4.1}$$

Q es el caudal en m³/s, H la altura de salto neta en metros, γ el peso específico del agua en kN/m³ y η el rendimiento global del conjunto.

En la práctica, en una tubería forzada, las pérdidas fundamentales son las de fricción; las pérdidas por turbulencia en la tubería, al paso por la rejilla, a la entrada de aquella, en los codos, expansiones, concentraciones y válvulas, son pérdidas menores. Bastará pues en una primera aproximación calcular las pérdidas por fricción, utilizando por ejemplo la ecuación de Manning

$$D = 2.69 \left(n^2 * Q^2 * L \frac{1}{H} \right)^{0.1875} \text{ Ecuación 4.2}$$

- D = Diámetro de la tubería
- n = Coeficiente de Manning = 0.009
- Q = Caudal aprovechable = 0.0346 m³/s
- L = Longitud de la tubería = 655 PVC y 100 HG
- H = Salto bruto = 80 m

Por lo Tanto utilizando ecuación 4.2 tenemos que

$$D = 2.69 \left(0.009^2 * 0.0346^2 * 655 \frac{1}{84} \right)^{0.1875} = 8" \text{ tubería de PVC}$$

$$D = 2.69 \left(0.012^2 * 0.0346^2 * 100 \frac{1}{84} \right)^{0.1875} = 6" \text{ tubería de HG}$$

Perdidas en tubería

Las perdidas en tuberías de más de 5 cm. de diámetro y velocidades inferiores a 3 m/s se utiliza la fórmula de Hazen-Williams, cuya expresión es:

$$V = \frac{Q}{A} \quad \text{Ecuación 4.3}$$

$$h_f = 6.87 \frac{1}{D^{1.165}} \left(V \frac{1}{C} \right)^{1.1875} \quad \text{Ecuación 4.4}$$

V es la velocidad en m/s, D el diámetro tubería, L la longitud de la tubería en m, y C el Coeficiente de Hazen-Williams, cuyo valor correspondiente a varios materiales muestra la tabla siguiente

Tabla 10. Coeficiente de Hazen-Williams

Tipo de tubería	C
Uralita	140
Hierro fundido:	
nuevo	130
10 años	107 – 113
20 años	89 – 100
30 años	75 – 90
40 años	64 – 83
Hormigón	
con encofrado de acero	140
con encofrado de madera	120
centrifugado	135
Acero	
revestido de alquitrán	150
nuevo sin revestir	150
roblonado	110
Madera en dovelas	120
Plástico	130-140

Fuente : European Small Hydropower Association – ESHA

Utilizando los parámetros D= 0.20m, L= 755 m , C = 140 , Q= 0.0346 m³/s y las perdidas en la tubería aplicando ecuación 4.4 Hazen-Williams seria 5.07 m y velocidad seria 1.20 .

A continuación se presenta la fórmula de cálculo de potencia mecánica:

$$P = \eta * \rho * g * Q * H \quad \text{Ecuación 4.5}$$

- **P:** Potencia Mecánica producida por el eje de la Turbina (Kilowatts)
- **η :** Eficiencia del sistema (60%)
- **ρ :** Densidad del agua (1000 kg/m³)
- **g:** Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)
- **Q:** Caudal que pasa por la Turbina (m³/s)
- **H:** Carga neta del agua sobre la turbina (m)

En el caso de El Proyecto San José, la turbina propuesta (Pelton de tres chorros) será fabricada en el país por lo cual, la eficiencia indicada por el fabricante es de un 60%.

Potencia Hidráulica1 época de estiaje utilizando ecuación 4.5 :

$$P = (1000 \text{ Kg/m}^3) (9.81 \text{ m/s}^2) (0.0115 \text{ m}^3/\text{s}) (84\text{m}) = 9.47 \text{ kW}$$

Potencia Eléctrica producida época de estiaje utilizando ecuación 4.5 :

$$P = (0.60) (1000 \text{ Kg/m}^3) (9.81 \text{ m/s}^2) (0.0115 \text{ m}^3/\text{s}) (78.93 \text{ m}) = 5.34\text{Kw}$$

Análisis de caudal en época de invierno (ejemplo)

Caudal ecológico

El caudal ecológico se calcula de la misma manera que se calculó en época de estiaje

En base a lo anterior se calcula el caudal ecológico con el 10% del caudal de diseño el cual es 34.5 lt/s (Hoja de Excel Smart Mini Hydros)

Por tanto el caudal ecológico es 3.8 lt/s

También se usa nuevamente ecuación 4.4 fórmula de Hazen –Williams para el cálculo de pérdidas en la tubería

Utilizando los parámetros $D= 0.20\text{m}$, $L= 755$, $C = 140$, y $V = 1.2$ las perdidas en la tubería aplicando la fórmula de Hazen-Williams sería 6.16 m

Potencia Hidráulica época de invierno:

$$P = (1000 \text{ Kg/m}^3) (9.81 \text{ m/s}^2) (0.0346 \text{ m}^3/\text{s}) (84 \text{ m}) = 28.51 \text{ KW}$$

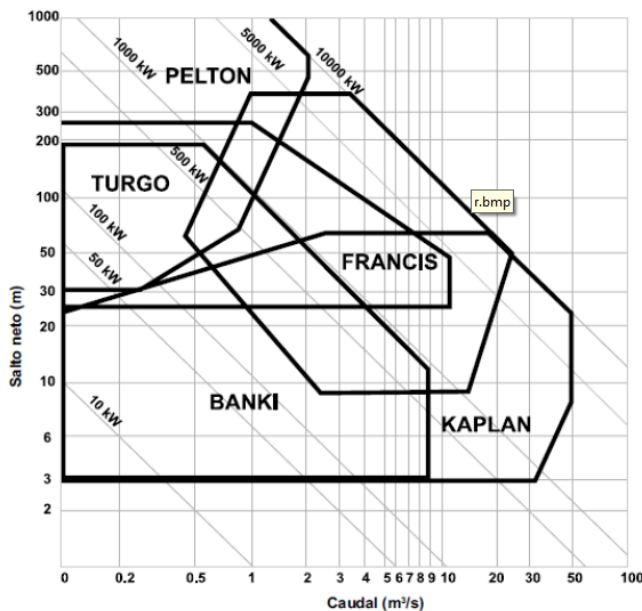
Potencia eléctrica producida época de invierno:

$$P = (0.60) (1000 \text{ Kg/m}^3) (9.81 \text{ m/s}^2) (0.0346 \text{ m}^3/\text{s}) (78.93\text{m}) = 16.07 \text{ kW}$$

Turbinas y equipo electromecánico

La turbina a utilizar es una PELTON, lo cual se obtuvo utilizando los parámetros de caudal y altura:

Figura 10. Selección de tipo de turbina



Fuente : European Small Hydropower Association – ESHA 2012

En el caso de El Proyecto San José, la turbina propuesta será (Pelton de tres chorros) será fabricada en el país por lo cual, la eficiencia indicada por el fabricante es de un 60%. , esta funcionara en época de verano e invierno.

Horas de trabajo de la turbina = 95% del total de horas al año esto es 8,322 horas al año lo que equivale a 18 días al año que estará parada la turbina por mantenimiento y otros detalles.

Calculo de pequeña presa

El siguiente estudio se realizó siguiendo los lineamientos encontrados en el libro de Mecánica de Suelos de Mc Growhill quinta edición, a la vez se utilizó hoja de cálculo de excel para realizar el cálculo.

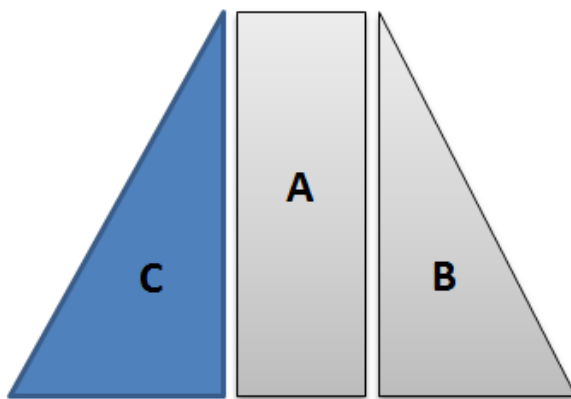


Figura 11. Representación de pequeña presa y su carga de agua
Fuente: elaboración propia

Datos

Capacidad carga de terreno (kg/m ²):	40,000.00 (Roca)
Peso volumétrico Mampostería (kg/m ³):	1,800.00
Peso volumétrico del agua (kg/m ³):	1,000.00
Fricción de suelo: (kg/m ³)	0.60
Altura muro (m)	2.00

Base muro (m)	1.90
Corona muro (m)	0.40
Largo muro (m)	7.00

Cálculos

	peso	distancia	momento
	kg	m	kg.m
A	1,440.00	0.20	288.00
B	2,700.00	0.90	2,430.00
C	1,500.00	1.40	2,100.00
W=	5,640.00		4,818.00

El peso de A,B y C es el cálculo del volumen de cada figura mostrada, W es la suma de los pesos.

Momento es la multiplicación de peso multiplicado por distancia, donde M es la suma de los momentos que se presentan en el muro por las cargas

X= 0.85

P= 572.00

y_b= 0.67

Angulo 5.79

y= 0.07

Angulo de fuerza = $\text{tang}(\text{ang}) = P/\text{hipotenusa fuerza}$, despejar Angulo
 Angulo = $\text{tang inversa}(P/\text{hipotenusa } F)$
 Angulo = 5.79

cae en primer tercio

X= 0.79

cae en primer tercio

B/3= (0.63 mt/3) 0.63

e= 0.16

Despejar y = $\text{tang } 5.79 \times 0.67 \text{ mts} = 0,19$
 x= brazo de momento - y = $0.85 - 0.07 = 0.79$
 base /6 = $1,90/6 = 0,316$

e=0	f1=f2	
e<d/6	f1	utilizar esta
e=d/6	f1,f2=0	
e>d/6	f1 y F2	

Excentricidad es menor que $d/6$, 0.16 es menor que 0.316 por lo tanto la fuerza que se debe colocar será la del primer tercio medio cuya fórmula es $f_1=2*W/3 *y *1,0$ metros
Entonces $f_1= 55,609.54$

<u>VOLTEO</u>			
	381.33		
MR=	4,818.00	<u>4,818.00</u>	12.63 si cumple
FS=	12.63	< 2 O.K	

<u>RUPTURA</u>			
Poner f(mayor)	capacidad de terreno		
35,609.54	40,000.00	< F O.K.	si cumple

Dimensiones Final del Muro
H= 2.0 metros
Base = 1,90 Metros
Corona =0,40 Metros
Enterrado 0.67 Metros

4.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

El presente estudio no considera variables de préstamo dado que el financiamiento será con fondos de donación (Fondos USAID) no hay relevancia en los datos de rentabilidad sino de sostenibilidad .

Las entidades gubernamentales y cooperantes internacionales no invierten para obtener ganancias, ni se atienden a la tasa de interés y a la productividad del capital; se supone que lo hacen buscando principalmente “ el bien público”, que se considera que es útil, benéfico y provechoso para la comunidad.

La pregunta será entonces: ¿El costo antes del proyecto es menor que el costo después del proyecto? si el costo después del proyecto es más alto, no debe de implementarse la propuesta.

Se realizara análisis de dos opciones :

OPCION 1 - Los beneficios en comparación a los costos antes y después del proyecto implementando la micro central hidroeléctrica

OPCION 2- Conexión al sistema de interconexión Nacional de la ENEE (distancia de conexión 15 kilómetros)

Costo de inversión OPCION 1

Para el cálculo de Costo de inversión se estimó la suma de elementos en que incurre una el proyecto para la implementación del servicio, con la intención de que genere ingresos en el futuro y que sea sostenible , para esto se realizaron las siguientes consideraciones ver tabla 11. y tabla 12.

Tabla 11.Consideraciones para el costo de inversión

N.	Descripción	Consideraciones
1	Micro Central Hidroeléctrica	Pequeña presa de 7m de largo por 2 metros de altura , línea de conducción de 755 metros con Tubo PVC de 6", casa de máquinas de 6x8 , línea de distribución aproximadamente de 200 metros
2	Iluminación y equipamiento en Beneficiado de café	1 Despulpadora, 1desmucilaginadora , 2 secadoras solares
3	Iluminación y equipamiento Centro de salud	2 nebulizadores , 1 frezeer, iluminación Led , televisor
4	Iluminación de cancha de futbol	6 postes de concreto de 35 pies con sus respectivos reflectores de 120 W tipo Led

Fuente: elaboración propia

Tabla 12. Costo de inversión

Item	Descripción	Inversión Lps.
1	Micro Central Hidroeléctrica	1,477,444.00
2	Iluminación y equipamiento en Beneficiado de café	349,800.00
3	Iluminación y equipamiento Centro de salud	254,390.00
4	Iluminación de cancha de futbol Cancha de futbol	157,000.00
	Total	2,238,634.00

Fuente: elaboración propia

Costo de operación y mantenimiento

Los costos en que incurre un sistema ya instalado o adquirido, durante su vida útil, para realizar los procesos de producción de energía incluyen los necesarios para el mantenimiento del sistema, tal como cambio de tubos rotos, lámparas quebradas o quemadas, remplazo de repuestos en la despulpadora o desmucilaginadora y operador del sistema.

Tabla 13. Gastos en combustible antes y después del proyecto

N.	Descripción	Antes	Después
		Gasto en combustible	Gasto en combustible
1	Beneficiado de café (despulpado 120 quintales promedio diario, transporte pergamino húmedo)	Lps. 475,200.00	Lps. 198,000.00
2	Centro de salud (Transporte, gasolina para motor)	Lps 4,100.00	Lps. 1,000.00
3	Cancha de futbol	0.00	0.00
TOTAL ANUAL		Lps 479,300.00	Lps 199,000.00

Fuente: elaboración propia

Tabla 14. Costos de operación y mantenimiento proyecto

Item	Descripción	Mantenimiento mensual Lps.
1	Micro Central Hidroeléctrica	Lps 2,462.41
2	Iluminación y equipamiento en Beneficiado de café	Lps 583.00

3	Iluminación y equipamiento Centro de salud	160.13
4	Iluminación de cancha de futbol Cancha de futbol	0
	Total	Lps 3,205.53

Fuente: elaboración propia

Para la Micro Central Hidroeléctrica debe haber un operador que este en la casa de máquinas el cual recibirá un incentivo de Lps.2000 mensuales, lo que suma un total de Lps. 5,205.53 al mes para gastos de operación y mantenimiento esto representa un total de Lps. 62,466.36 anuales.

Beneficios económicos OPCION 1

El proyectos pueden generar sus propios ingresos, derivados del pago de los servicios brindados. Estos ingresos vendrán determinados por las previsiones de los servicios prestados.

Tabla 15. Beneficios económicos

N.	Descripción	Antes	Después
		Beneficio económico	Beneficio económico
1	Beneficiado de café (despulpado 120 quintales promedio diario, transporte pergamino húmedo)	Lps 108,000	Lps 324,000.00
2	Centro de salud (Transporte, gasolina para motor)	Lps 0.00	Lps 1,500.00
3	Cancha de futbol	0.00	7,920.00
TOTAL MENSUAL		Lps 108,000.00	Lps 171,420.00

Fuente: elaboración propia

Cosecha al 90% de su producción

Los beneficios económicos anuales antes del proyecto se calcularon en Lps. 1,296,000.00 y los beneficios anuales después de implementar el proyecto se proyectaron en Lps 2,057,040.00

Cosecha al 10% de su producción

Los beneficios económicos anuales antes del proyecto se calcularon en Lps. 129,600.00 y los beneficios anuales después de implementar el proyecto se proyectaron en Lps 205,704.00

Es conveniente ser conservadores y plantear que la cosecha se encontrara en su mínima producción, por tanto la diferencia del beneficio antes y después del proyecto será el excedente equivalente a Lps 76,104.00

Costo de inversión OPCION 2

Para la elaboración de la propuesta de costos de conexión eléctrica se realizaron actividades de inspección de campo, las cuales sirvieron para establecer los siguientes puntos:

- Reconocer los materiales, recursos (mano de obra y transporte) utilizados en las conexiones eléctricas correspondientes
- Determinar las cantidades de materiales, horas-hombre de la mano de obra y horas máquina del transporte utilizados en las conexiones eléctricas correspondientes

Tabla 16 Resumen presupuesto línea de transmisión en 138 KV

Item	Descripción	Tramo aéreo P.U. (Lps)	Cantidad (Km)	Costo total (Lps.)
1.1	Suministro de materiales	504,920.63	15.00	7,573,809.38
1.2	Transporte de suministros (7.5% de 1.1.)	37,869.05	15.00	568,035.68
1.3	Obras civiles	497,652.82	15.00	7,464,792.23
1.4	Montaje electromecánico	28,536.29	15.00	428,044.35
1.5	Conexiones domiciliarias	8,000.00	200.00	1,600,000.00
	Costo directo	1,068,978.78		17,874,681.63

Fuente: elaboración propia, Datos cobertura Nacional de energía eléctrica ,ENEE 2014

Los costos por operación y mantenimiento se estimaron en 2% de la inversión equivalente a Lps. 357,493.633.00 anuales.

4.5 ANÁLISIS AMBIENTAL

Para la realización del proyecto por una parte se considera el poder contar con una licencia ambiental misma que será brindada para cada tecnología que se estará implementando en el marco de la legislación nacional y por otra parte, se estará cumpliendo con la Regulación Ambiental 216 de USAID. Basado en lo anterior, se describen a continuación los aspectos ambientales:

Categorización ambiental

Según la Legislación Nacional ambiental vigente las actividades, obras o proyectos se ordenan en cuatro diferentes categorías mismas que toman en cuenta los factores o condiciones que resultan pertinentes en función de sus dimensiones, capacidad de generación eléctrica, usos, entre otros de las acciones que se pretenden desarrollar. Por lo que a continuación se describen en qué consisten dichas categorías en base a la Tabla de Categorización Ambiental (Acuerdo Ministerial 016-2015):

- Artículo 5. Categoría 1: Las actividades, obras o proyectos de Categoría 1, corresponden con aquellas actividades humanas calificadas como de Bajo Impacto Ambiental Potencial o Bajo Riesgo Ambiental. Las actividades, obras o proyectos cuyas dimensiones, según el parámetro utilizado, se encuentren por debajo de la Categoría 1, corresponden con las actividades calificadas como de Muy Bajo Impacto Ambiental Potencial o de Muy Bajo Riesgo Ambiental, por tanto no son objeto de trámite de Evaluación de Impacto Ambiental, salvo que se localicen dentro de un área ambientalmente frágil. Estas actividades, sin embargo, estarán obligadas a cumplir, en todos los casos, las regulaciones ambientales vigentes.
- Artículo 6. Categoría 2: Las actividades, obras o proyectos de Categoría 2 corresponden con aquellas actividades humanas calificadas como de Moderado – Bajo Impacto Ambiental Potencial o Riesgo Ambiental.
- Artículo 7. Categoría 3: Las actividades, obras o proyectos de Categoría 3 corresponden con aquellas actividades humanas calificadas como de Moderado – Alto Impacto Ambiental Potencial o Riesgo Ambiental.
- Artículo 8. Categoría 4: corresponde con aquellas actividades humanas calificadas como de Alto Impacto Ambiental Potencial o Alto Riesgo Ambiental.

Con base a lo anterior, se procede a categorizar el Proyecto de Electrificación Rural y sus diferentes tecnologías, esto se ubica en el Sector 06 de energía y en el subsector A. generación de energía y en actividad generación de energía hídrica, la cual su categorización se encuentra en el mismo apartado. Lo anterior se observa en la tabla 16.

Tabla 17. Categorización Ambiental

SECTOR	SUBSECTOR	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	CIII-3	CÓDIGO	Categoría			
						1	2	3	4
		003. Generación de energía hídrica	Plantas hidroeléctricas incluye subestación del generador	3510	06A003	0.5 - 3 Mw	> 3 - 15 Mw	> 15 - 30 Mw	> 30 Mw
		004. Generación de energía hídrica,	Plantas hidroeléctricas, incluye subestación y						

Fuente: Diario oficial La Gaceta, octubre 2015

Se puede decir con esto que el proyecto está en categoría uno por lo que el proyecto es de muy Bajo Impacto Ambiental, según la tabla de categorización ambiental estos no son objeto de trámite de Evaluación de Impacto Ambiental, salvo que se localicen dentro de un área ambientalmente frágil, no obstante lo anterior está sujeto al análisis técnico de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) del FHIS.

Las coordenadas que corresponden a las diferentes tecnologías se introdujeron en el Software ArcGis para determinar si el proyecto se encuentra en zona protegida, tal como se muestra en la figura a continuación.

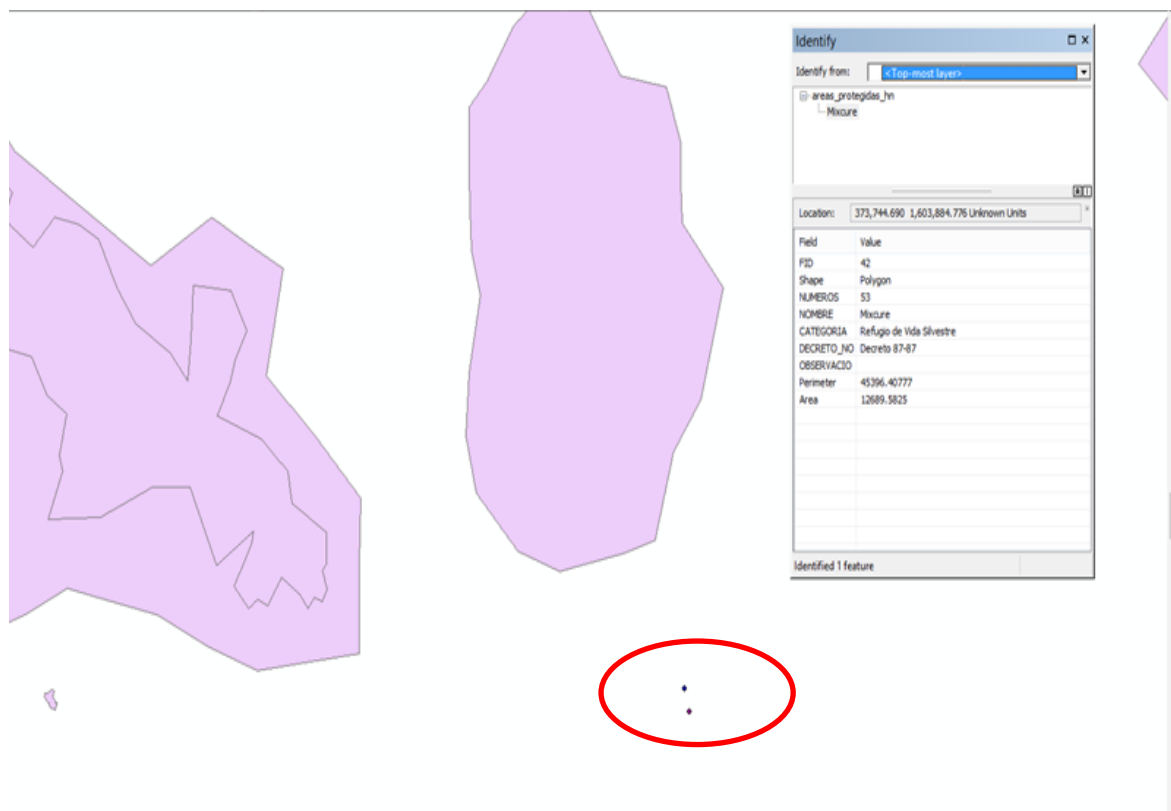


Figura 12. Zona Protegida , Municipio de Intibucá

Fuente : elaboración propia ,Datos software ArcGis (Zona protegida 2015)

Asimismo este proyecto de acuerdo a las condiciones que permita el licenciamiento ambiental del país se podrá hacer por dos vías:

1. Licenciamiento ambiental por medio de la UGA
2. Licenciamiento Ambiental Simplificado

Regulación Ambiental USAID – 216

El Análisis ambiental se realizó bajo la regulación 216 de USAID, mismo que se presenta por medio del EMPR:

Tabla 18. Inspección ambiental

Observaciones	
<p><i>Objetivos:</i></p> <p>1. Realizar una evaluación de las condiciones existentes en el sitio y anotar observaciones de interés ambiental</p> <p>2. Luego se identificara impactos ambientales y desarrollar medidas de mitigación ambiental.</p>	
<p>Descripción inicial del lugar:</p> <p>Actividades existentes/uso del suelo, infraestructura existente, descripción de alrededores</p>	<p>La Aldea de San José es una comunidad de aproximadamente 230 viviendas ubicada en Municipio de Intibucá , Departamento de Intibucá</p> <p>La aldea cuenta con Centro de educación básica , Jardín de niños, centro de salud , centro comunal , iglesias y tramo de calle pavimentada de aproximadamente 1km</p> <p>Los pobladores en su mayoría se dedican al cultivo de granos básicos y su mayor fuente de ingresos es por el cultivo de café.</p> <p>Se observa poca deforestación.</p>
<p>Elementos de Línea Base</p>	<p>Observaciones de Interés Ambiental</p>
<p>Físico:</p> <p>Topografía, geología, suelo, clima, condición de fuentes de agua, niveles de polución, etc.</p>	<p>La temperatura máxima promedio es de 24 °C y se ha registrado la temperatura media anual más elevada: 32°C.</p> <p>Los suelos que encontramos en este municipio según el mapa de clasificación de suelos son de tipo Ojojona, cocona y coray.</p> <p>La reserva es la fuente abastecedora de agua a las comunidades que la rodean es la quebrada San José que posee 1030 hectáreas de declaratoria como zona abastecedora de agua</p> <p>En algunas áreas con suelos más profundos se cultivan maíz, frijol y café, su uso más común es para pastos naturales, se pueden clasificar como litosoles, capacidad agrícola VII.</p> <p>Según el mapa Geológico de Honduras</p>

<p>Biológico:</p> <p>Ecosistemas terrestres y acuáticos, tipos de flora y fauna, terreno agrícola, etc.</p>	<p>Los bosques que predominan son el Bosque Húmedo Subtropical (BHST), que se localiza en terreno de suave a moderada pendiente, en este tipo de bosque se encuentra roble, pino, liquidámbar, caoba y cedro; y el Bosque Húmedo Montañoso Bajo, sobresaliendo entre sus especies forestales el pino y el roble.</p>
<p>Socioeconómico:</p> <p>Demografía, género, necesidades de desarrollo, actividades económicas, seguridad, tenencia de tierra, servicios públicos (ej. luz, agua, saneamiento), leyes, etc.</p>	<p>La comunidad no cuenta con servicio de energía eléctrica, ni alcantarillado sanitario. No existe manejo de desechos sólidos ni líquidos</p> <p>Cuentan con sistema de distribución de agua para consumo humano.</p> <p>La mayoría de habitantes de esta comunidad cultivan café y sus ingresos los reciben en los meses de noviembre a febrero según la emporada, con ingresos por debajo del salario mínimo mensual (aproximadamente 7,000 lempiras) si sacáramos un promedio mensual.</p> <p>Para la preparación de alimentos se utiliza fogón tradicional que se ubica generalmente en un área separada de la vivienda principal en un área dedicada para cocinar. Sin embargo, en algunas viviendas el fogón se ubica en el mismo salón usado como habitación para todos los miembros de la familia.</p> <p>La comunidad cuenta con escuela primaria, Centro de educación básica, centro de salud y cancha de futbol.</p>
<p>Cultural:</p> <p>Ubicación/condición de sitios arqueológicos, históricos, y/o religiosos, identidades étnicas y/o culturales, etc.</p>	<p>No se reportan sitios arqueológicos, en la zona y alrededores, en la aldea hay habitantes Lencas.</p> <p>La comunidad cuenta con iglesia católica y evangélica.</p>

Tabla 19. Control ambiental y monitoreo

Nombre de Actividad: <u>Proyecto de electrificación Rural Proyecto San José</u> Tipo de Actividad: Micro Central Hidroeléctrica, Sistema de Biodigestión, Secadora Solar Térmica, Socio: _____ Fecha: _____		Columna A	Columna B	Col C	
		Sí	No	Si la respuesta es sí en Col. A.	
				Alto Riesgo	Medio-Riesgo
IMPACTO EN LOS RECURSOS NATURALES & COMUNIDADES					
1	¿Requerirá el proyecto la construcción ¹ de algún tipo de estructura (edificios, represas, paredes, etc.)?	X			X
2	¿Requerirá el proyecto la construcción ² o reparación de carreteras o senderos?		X		
3	¿Requerirá el proyecto el uso, planes de uso o adiestramiento en el uso de algún componente químico como pesticidas ³ (incluyendo nim), herbicidas, pinturas, lacas, productos con plomo, etc.?		X		
4	¿Involucra la construcción o reparación de sistemas de irrigación?		X		
5	¿Involucra la construcción o reparación de estanques de peces?		X		
6	¿Involucra la disposición final de aceite usado de motor?		X		
7	¿Requerirá el proyecto de la implementación de manejo ⁴ forestal o extracción de productos forestales?		X		
8	¿Existe alguna área terrestre o acuática potencialmente sensible cerca del sitio del proyecto, incluyendo áreas protegidas?	X	X		X
9	¿Impactará la actividad a la vida silvestre, recursos forestales o humedales?		X		
10	¿Las actividades propuestas generarán gases, líquidos o sólidos (i.e. descarga de contaminantes)?	X			X
11	¿Los desperdicios generados durante o después del proyecto impactarán las superficies circundantes o acuíferos?		X		
12	¿Cómo resultado de la actividad habrá reducción de la cobertura vegetal?		X		
13	¿Contribuirá esta actividad a la erosión?		X		

14	¿Es esta actividad incompatible con el actual uso de suelo de los alrededores?		X		
15	¿Esta actividad promoverá el desplazamiento de viviendas?		X		
16	¿Esta actividad afectará características físicas o geológicas únicas?		X		
17	¿Esta actividad contribuirá al cambio en la cantidad de agua en cualquier cuerpo acuático?		X		
18	¿Tiene la actividad relación con manglares o arrecifes de coral?		X		
19	¿Podría la actividad exponer a la gente o propiedades a inundaciones?		X		
20	¿Podría la actividad contribuir a una sustancial reducción en el volumen de agua subterránea disponible para la provisión pública?		X		
21	¿Podría la actividad generar olores censurables?	X			X
22	¿Podría la actividad violar estándares permisibles de calidad del aire?		X		
AMBIENTE & SALUD					
23	¿Las actividades del proyecto crearan condiciones para promover el incremento de enfermedades transmitidas por agua o poblaciones de organismos vectores de la enfermedad?		X		
24	Para rehabilitación de vías, así como subvenciones de agua y saneamiento. ¿Ha sido presentado un plan de mantenimiento?		X		
25	¿Podría esta actividad generar riesgos o barreras para el tránsito de peatones, motoristas o personas con discapacidades?		X		
26	¿Podría la actividad incrementar los niveles existentes de ruido?		X		
27	¿Podría el proyecto implicar el descarte de jeringuillas, gasas, guantes y otros desechos biológicos riesgosos?		X		
PERMISOS DE PLANIFICACIÓN LOCAL					
28	¿Es esta actividad incompatible con el uso de suelo actual?		X		

29	¿Necesita esta actividad permisos de planificación local, por ejemplo, mejoramiento de infraestructura, o de cambio de uso del suelo?	X	X		X
30	¿Incumple esta actividad con alguna parte del código nacional de construcciones? (i.e. mejoramiento de infraestructura)?		X		
GÉNERO					
31	¿Los hombres y las mujeres se benefician de manera desproporcionada o están implicados de manera desigual en las actividades del proyecto?		X		
32	¿Las actividades del proyecto inhiben el involucramiento equitativo entre hombres y mujeres?		X		
33	¿Hay factores que evitan la participación de mujeres en el proyecto?		X		

ACCIONES RECOMENADAS (Chequear Acciones Apropriadas):

Señalar

(a)	El proyecto no tiene potencial para generar efectos ambientales adversos sustanciales. No se requiere más análisis ambiental. No requiere EMPR.	X
(b)	El proyecto cuenta con la posibilidad de efectos ambientales mínimos o medianos, pero mitigable. Medidas para mitigar los efectos ambientales se incorporarán. Se requiere EMPR	
(c)	El proyecto presenta potencialmente efectos ambientales sustanciales adversos pero requieren de mayor análisis para llegar a una conclusión. Una evaluación ambiental (EA) deberá ser preparada.	
(d)	El proyecto tiene potencialmente efectos ambientales adversos sustanciales y se debe hacer revisiones al diseño del proyecto o locación o al desarrollo de nuevas alternativas.	
(e)	El proyecto tiene efectos ambientales sustancialmente adversos, no mitigables. La mitigación es insuficiente para eliminar estos efectos y las alternativas no son factibles. El proyecto no es recomendado para ser financiado.	

¹ Proyectos de construcción necesitan ser revisados de acuerdo a nivel, plan de uso, necesidades de construcción y mantenimiento. Pequeños proyectos de construcción como construir el letrero de entrada a un parque podrían necesitar simples acciones de mitigación, mientras que edificaciones más grandes requieren una revisión más extensa.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El recurso hídrico está disponible en la zona para el desarrollo de la Tecnología propuesta, se observó mediante el cálculo de potencia máxima generada (16.07 Kw).
- Para la **OPCION 1** : Los costos de inversión **Lps. 2,238,634.00**, por operación y mantenimiento se estimaron en **Lps. 62,466.36** anuales los cuales serán costos fijos y los beneficios económicos que se estimaron en la mínima producción de café fue de **Lps. 76,104.00** anuales por la implementación del proyecto , en otras palabras los beneficios son mayores que los gastos de operación y mantenimiento aun en el escenario más crítico
Para la **OPCION 2** : Los costos de inversión **Lps.17,874,681.6** por operación y mantenimiento se estimaron en **Lps. 357,493.633** anuales
- Los impactos sobre el medio ambiente serán mínimos así como se observó en la tabla de categorización ambiental (Mi Ambiente) siendo estos categoría uno los cuales son de muy bajo impacto ambiental, esto reduce los costos por medidas de mitigación de impactos ya que no se requiere una evaluación de impacto ambiental.
- A diferencia de otros proyectos de micro centrales hidroeléctricas tiene como nuevo aporte la concentración de varias despulpadoras en un solo punto eliminando así varios focos de contaminación por aguas mieles y residuos derivados del café y también la ventaja de tener un centro de acopio de café (beneficiado de café) donde se realizaran varios tratamientos al producto para vender a un mejor precio el grano y obtener así mayor ganancia en su comercialización.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer una segunda etapa del proyecto donde se pueden electrificar cada uno de los hogares existentes, centros educativos y otros centros comunitarios de la aldea con fuentes alternativas de energía renovable .
- Fomentar la investigación para la elaboración de mapas donde se ubiquen los puntos exactos con potencial hidráulico para generar energía hidroeléctrica en todo el país especialmente en zonas rurales ,esto con el fin de que otros inversionistas o fuentes de donación internacional tengan un panorama más claro en qué lugar pueden llevar a cabo sus proyectos.
- Realizar estudios de viabilidad en otras aldeas rurales dedicadas a la producción de café que presenten las condiciones similares para la instalación de micro centrales hidroeléctricas.
- Realizar la estimación de caudales en la Quebrada San José a partir del mes de Diciembre 2015 hasta el mes de marzo del 2016 ya que este es el periodo en donde más se necesitan los datos debido a la demanda de la despulpadora y desmulaginadora del beneficiado de café.
- Tomar acciones para incentivar los usos productivos de la energía en las Aldea, principalmente en el procesamiento de café, con el fin de mejorar la economía en las comunidades, y por otro lado, generar más ingresos para el desarrollo de otros micro proyectos con fines productivos.

CAPÍTULO VI APLICABILIDAD

6.1 TITULO

IMPLEMENTACIÓN DE UNA MICRO CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE 16.07 KW, ALDEA SAN JOSÉ DEL MUNICIPIO DE INTIBUCÁ, HONDURAS

6.2 INTRODUCCIÓN.

El presente documento tiene como objetivo principal determinar la factibilidad técnica, económica y ambiental en la implementación de una Micro Central Hidroeléctrica (MCH) a filo de agua aislado de la red, con esto se pretende estimar el potencial hidráulico para la generación de energía eléctrica con la finalidad de cubrir demanda de una despulpadora de café, iluminación centro de Salud, y cancha de futbol y Analizar el impacto ambiental planteando medidas de mitigación para la implementación de la MCH.

6.3 ALCANCE DE ESTE DOCUMENTO.

El alcance de este documento es poder realizar el cálculo del caudal de diseño para cubrir parte de la demanda de energía en la aldea, para esto se realizó estudio topográfico en toda la línea de conducción , sitio de presa y casa de máquinas, se estimaron caudales instantáneos en todos los meses del año 2015 obteniendo así el caudal de diseño y poder con estos valores saber si se puede lograr la potencia requerida para ser utilizadas como alternativa para cubrir parte de la demanda de la aldea y mejorar las condiciones de vida de los habitantes.

6.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS,

Una vez hechos todos los cálculos, se procederá a analizar los resultados

Comparación entre Caudal y Potencia

Se realizaron distintas mediciones a lo largo del año en el cual se estimó promedio de caudales instantáneos por el método de aforos, en la tabla 5,6 y Grafico 2,.3 se muestra el comportamiento del caudal y la potencia respectivamente a lo largo del año.

Tabla 13. Estimación promedio de caudal por mes

2015	
Mes	Caudal (l/s)
enero	35.7
febrero	35.1
marzo	34.41
abril	11.8
mayo	11.75
junio	11.7
julio	11.65
agosto	11.6
septiembre	11.55
octubre	30
noviembre	31.2
diciembre	34.53

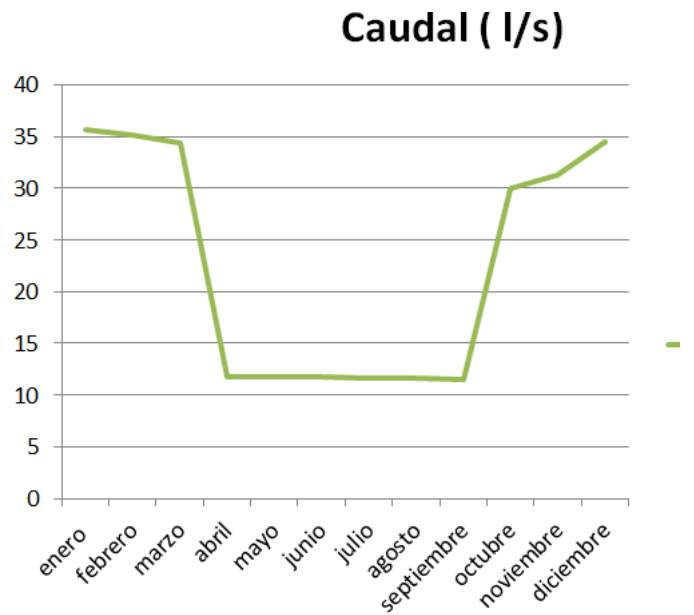


Grafico 2. Estimación promedio de caudales mensual
Fuente: Elaboración propia , Datos FHIS (2015)

Fuente: Elaboración propia, Datos FHIS 2015

Tabla 14. Estimación promedio de potencia por mes

Mes	Potencia (kW)
enero	16.58
febrero	16.07
marzo	15.98
abril	5.48
mayo	5.46
junio	5.43
julio	5.41
agosto	5.39
septiembre	5.37
octubre	13.94
noviembre	14.49
diciembre	16.04

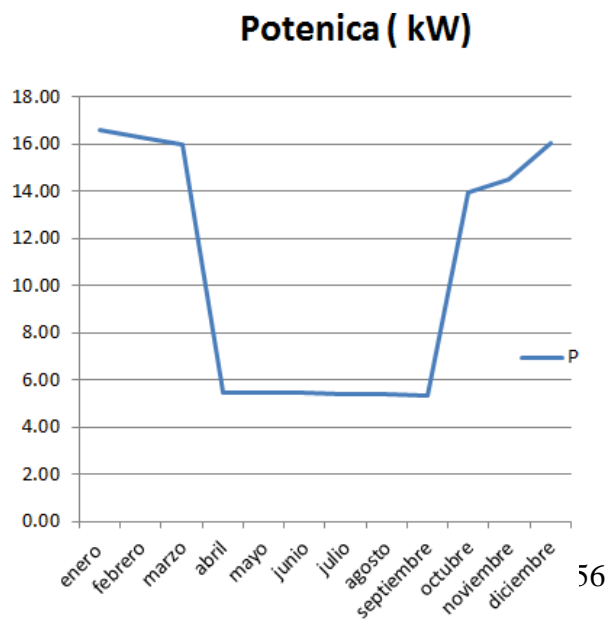


Grafico 3. Estimación de potencia mensual

Fuente: Elaboración propia , Datos FHIS (2015)

Se observa que el caudal tiene su pico en los meses de noviembre a febrero alcanzando una potencia máxima de 16.07 Kw, dicha demanda es la que se necesita para cubrir la demanda de la despulpadora de café comunitaria, centro de salud y cancha de futbol, ambas graficas tienen el mismo comportamiento ya que la potencia se incrementa proporcional al aumento del caudal.

Demanda de energía

La aldea no cuenta en general con energía eléctrica en sus distintos centros comunitarios tal como: centro de salud, dos iglesias centro comunal, centro de educación básica, Jardín de niños e iluminación de 230 viviendas que están en un radio de 5 km alrededor de la casa de máquinas, se escogió solamente tres centros comunitarios ya que la demanda es mucho mayor que la potencia generada.

Tabla 15. Demanda de Potencia

DEMANDA A MITIGAR	POTENCIA KW	CONSUMO KWH
Centro de Salud	684	4.79
Cancha de futbol	720	2.16
Beneficiado de café	14,796	22.32
TOTAL	16.20 W	44.31

Fuente: Elaboración propia, Datos FHIS (2015)

Beneficios económicos

N.	Descripción	Antes	Después
		Beneficio económico	Beneficio económico
1	Beneficiado de café (despulpado 120 quintales promedio diario, transporte pergamino húmedo)	Lps 108,000	Lps 324,000.00
2	Centro de salud (Transporte, gasolina para motor)	Lps 0.00	Lps 1,500.00
3	Cancha de futbol	0.00	7,920.00
TOTAL MENSUAL		Lps 108,,000.00	Lps 171,420.00

Fuente: elaboración propia

Cosecha al 90% de su producción

Los beneficios económicos anuales antes del proyecto se calcularon en Lps. 1,296,000.00 y los beneficios anuales después de implementar el proyecto se proyectaron en Lps 2,057,040.00

Cosecha al 10% de su producción

Los beneficios económicos anuales antes del proyecto se calcularon en Lps. 129,600.00 y los beneficios anuales después de implementar el proyecto se proyectaron en Lps 205,704.00

Es conveniente ser conservadores y plantear que la cosecha se encontrara en su mínima producción, por tanto la diferencia del beneficio antes y después del proyecto será el excedente equivalente a Lps 76,104.00.

6.5 APLICACIÓN DE RESULTADOS

Al final se debe de tener como conclusión tres puntos que son los más importantes:

1. Existe el recurso necesario para cubrir la demanda de beneficiado de café, iluminación de cancha y centro de salud.
2. los impactos ambientales causados por la MCH son mitigables
3. El proyecto tiene mayores beneficios y menores costos de operación y mantenimiento

BIBLIOGRAFÍA

ARECA. (2012, mayo). Guía metodológica para el desarrollo de una Estrategia de Abordaje Social en Proyectos de Generación de Energía con Fuentes Hídricas en Honduras.

BCIE, Honduras. 2011, Energia Electrica. (en línea). Honduras. Consultado el 28 de septiembre de 2012. Disponible en <http://www.bcie.org/?cat=1052&title=Rep%20de%20Honduras&lang=es>

Carlos Uriegas Torres. “Análisis económico de sistemas en la ingeniería” Ed. Limusa. Págs 52, 189 y 523.

Código Hondureño de Construcción. (2008). Tegucigalpa, Honduras: Impresos Básicos Vásquez, S. de R.L.

ENEE, Honduras. 2012, Demanda de energía eléctrica. (en línea). Honduras. Consultado el 23 de septiembre de 2012. Disponible en: <http://enee.hn/index.php/electrificacion-nacional/118-generacion-en>

ERAC. 2000. DESARROLLO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL PROCESO DE LIBERALIZACIÓN DEL MERCADO ENERGÉTICO EN AMÉRICA CENTRAL. Segundo Informe

ESHA. (2006, agosto). European Small Hydropower Association. Guide on How to Develop a SmallHydropower Plant.

Fromm R. et al. (2009). *Guía Metodológica para el Establecimiento de Microcentrales Hidroeléctricas en Áreas Rurales*. Hondupress Litografía.

Harley A. (2000). MICRO-HYDRO DESIGN MANUAL : A GUIDE SCALEWATER POWER SCHEMES. Intermediate technology Publications.

IHCAFE. (2015, septiembre). Diagnostico Biofísico, Social y económico, Aldea San José del municipio de Intibucá.

IHCAFE. (2015, enero). *Diagnostico Biofísico, Social y económico, Aldea San José del municipio de Intibucá*. Oficinas de IHCAFE , Ciudad de Comayagua: 2015.

Marín J. (2010). *ESTUDIO DE COSTOS DE INSTALACIÓN DE SISTEMAS PICO Y MICRO HIDROELÉCTRICO (100 W a 100 kW)*. Escuela de Ingeniería, Universidad de Costa Rica. 130 p.

Monroig I. (2014). El beneficiado de café convencional y el ecológico. Universidad de Puerto Rico

Paul A. Samuelson, William D. Nordhaus. “Economía” Ed. McGraw-Hill. México 1992. Págs. 144,158-166.

Rajkumar R. y Graziosi G. (2005). *Posibles usos alternativos de los residuos y subproductos del café*. Departamento de Biología de la Universidad de Trieste (Italia).

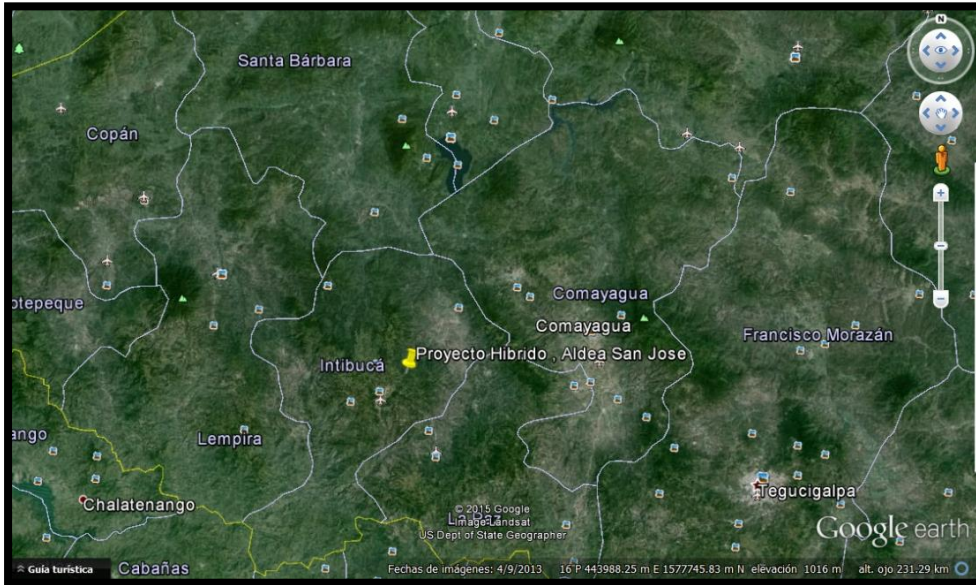
SAG, FHIA y PNUD. (2014). Guía metodológica para establecimiento de micro centrales hidroeléctricas en áreas rurales.

Sánchez, T. et al. (s/f). *MICROCENTRALES HIDROELÉCTRICAS UNA ALTERNATIVA PARA EL DESARROLLO RURAL* (p. 24p.). Lima.

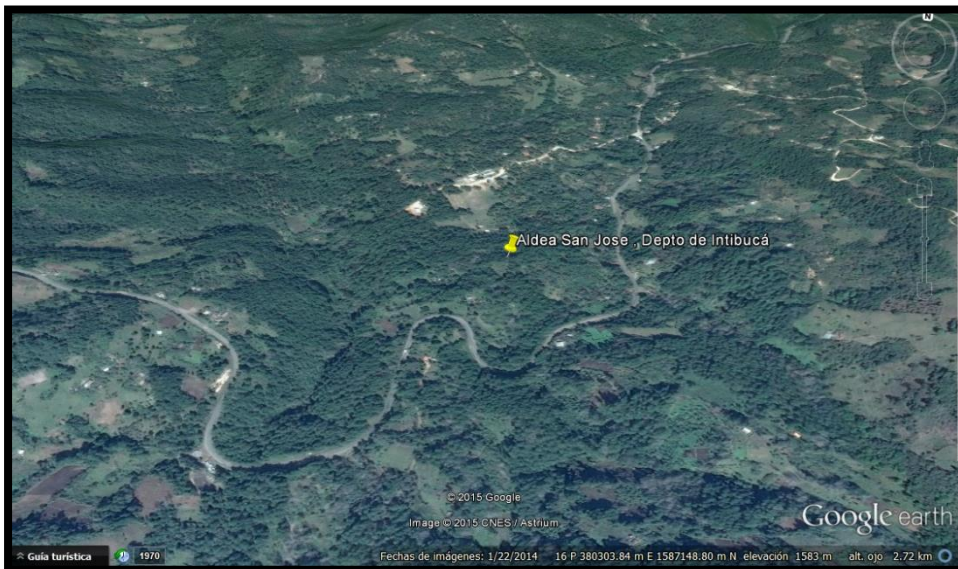
USAID/PRO-PARQUE. (2012, marzo). Guía de buenas prácticas ambientales para pequeños proyectos hidroeléctricos.

ANEXOS

ANEXO 1. : UBICACIÓN

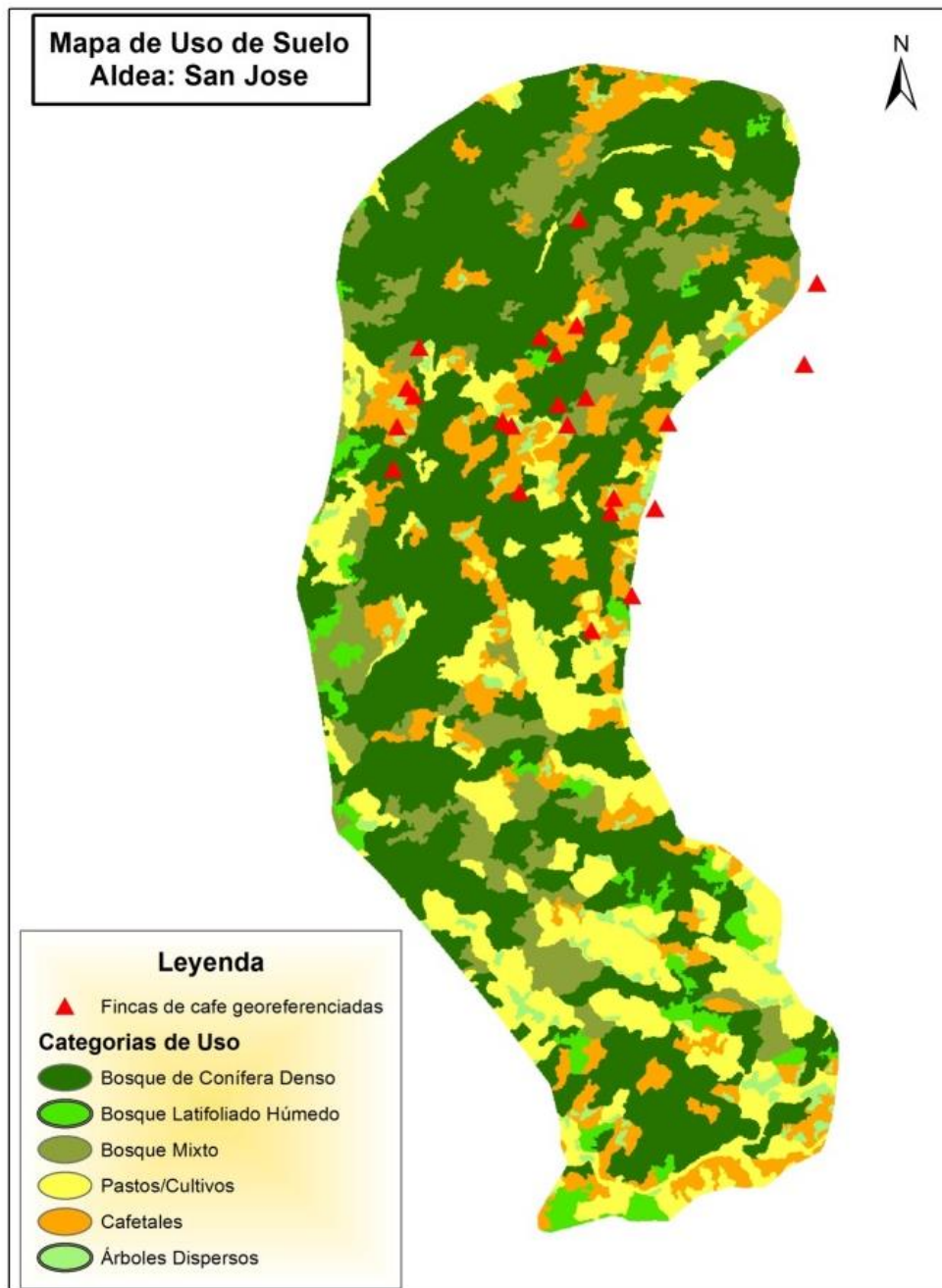


Departamento de Intibucá

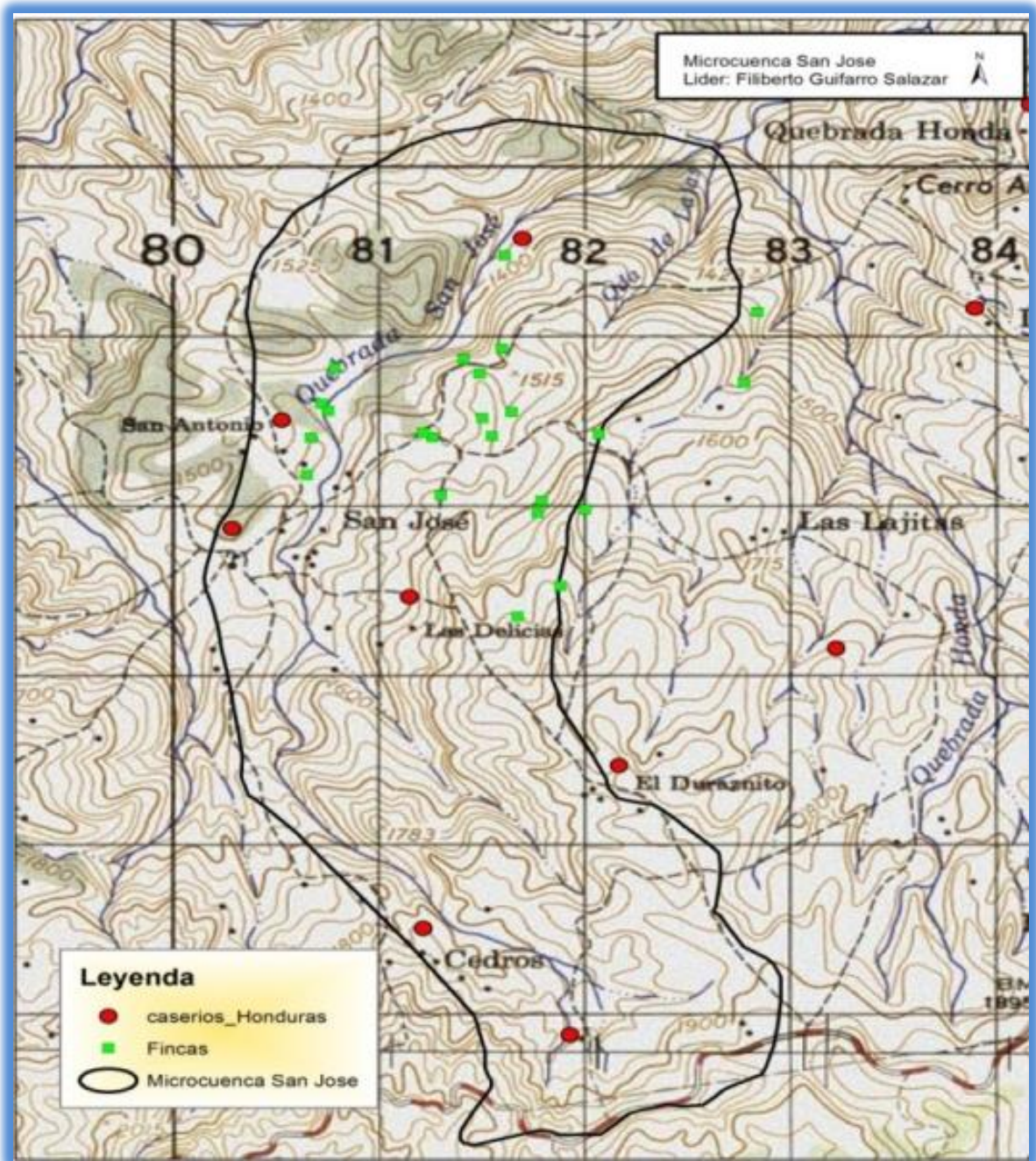


Aldea San José

ANEXO 2: MAPA USO DE SUELO



ANEXO 3. UBICACIÓN DE LA CUENCA



ANEXO 5. FOTOGRAFÍAS

Obras preliminares de proyecto



levantamiento topográfico para línea de conducción y línea de transmisión



Levantamiento de datos para sitio posible casa de maquinas



Socialización del proyecto

ANEXO 6. PLANOS

- TOPOGRÁFICOS
- PRESA Y DESARENADOR