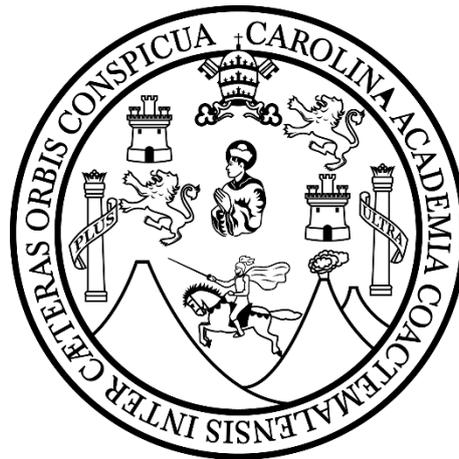


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA**



**ANÁLISIS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA
RENOVABLE EN GUATEMALA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CENTRAL
HIDROELÉCTRICA**



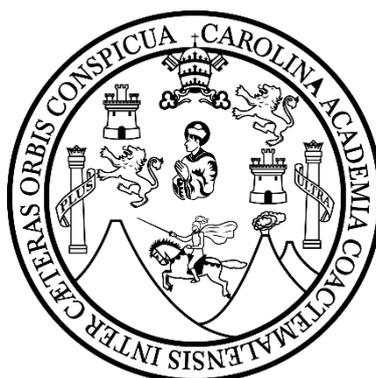
AUTOR: LICENCIADO JORGE ARTURO VALENZUELA OBANDO

Guatemala, 26 septiembre de 2,021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA



**“ANÁLISIS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA
RENOVABLE EN GUATEMALA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CENTRAL
HIDROELÉCTRICA”**



Informe final del Trabajo Profesional de Graduación para la obtención del Grado de Maestro en Artes, con base en INSTRUCTIVO PARA ELABORAR EL TRABAJO PROFESIONAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN ARTES Aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SEPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.

AUTOR: LICENCIADO JORGE ARTURO VALENZUELA OBANDO

Guatemala, 26 de septiembre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

Decano: LIC. LUIS ANTONIO SUÁREZ ROLDAN
Secretario: LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES
Vocal I: LIC. CARLOS HERNÁNDEZ GÁLVEZ
Vocal II: DOCTOR. BYRON GIOVANI MEJÍA VICTORIO
Vocal III:
Vocal IV: BR. CC.LL. SILVIA MARÍA OVIEDO ZACARÍAS
Vocal V: P.C. OMAR OSWALDO GARCÍA MATZUY

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN DEL TRABAJO PROFESIONAL DE
GRADUACIÓN

Coordinador: Dr. Ahmed Ricardo Arturo Abdalla Álvarez

Evaluador: MSC. Tadeo Rene Castro Peralta

Evaluador: MSC. Silvia Marisol Cruz Barco

**ACTA No. MAF-A-004-2021**

De acuerdo al estado de emergencia nacional decretado por el Gobierno de la República de Guatemala y a las resoluciones del Consejo Superior Universitario, que obligaron a la suspensión de actividades académicas y administrativas presenciales en el campus central de la Universidad, ante tal situación la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ciencias Económicas, debió incorporar tecnología virtual para atender la demanda de necesidades del sector estudiantil, en esta oportunidad nos reunimos de forma virtual los infrascritos miembros de la terna evaluadora, el 26 de septiembre de 2021, a las 12:15:00 PM horas para practicar el EXAMEN FINAL DEL CURSO DEL TRABAJO PROFESIONAL DE GRADUACIÓN II del Licenciado **Jorge Arturo Valenzuela Obando**, carné No. **9410432** estudiante de la Maestría en Administración Financiera de la Escuela de Estudios de Postgrado, como requisito para optar al grado de Maestro en Artes. La presentación se realizó de acuerdo con el Instructivo para Elaborar el Trabajo Profesional de Graduación para optar al grado académico de Maestro en Artes, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015, según Numeral 7.8 Punto SÉPTIMO del Acta No. 26-2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema de Estudios de Postgrado –SEP- de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según Punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.

Cada examinador evaluó de manera oral los elementos técnico-formales y de contenido científico profesional del informe final del Trabajo Profesional de Graduación presentado por el sustentante, denominado **ANÁLISIS DE LA OFERTA Y LA DEMANDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE EN GUATEMALA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA**, dejando constancia de lo actuado en las hojas de factores de evaluación proporcionadas por la Escuela. La presentación del Trabajo Profesional de Graduación fue **Aprobado** con una nota promedio de **86 puntos**, obtenida de las calificaciones asignadas por cada integrante de la terna evaluadora nombrada por la Dirección de la Escuela. La Terna Evaluadora hace las siguientes recomendaciones: que el sustentante incorpore las enmiendas sugeridas por la Terna Evaluadora dentro de los 5 días hábiles comprendidos del 27 de septiembre al 1 de octubre de 2021.

En fe de lo cual firmamos la presente acta en la Ciudad de Guatemala, a los 26 días del mes de septiembre del año dos mil veintiuno.



Dr. Ahmed Ricardo Arturo Abdalla Álvarez
Coordinador



MSC. Tadeo Castro
Evaluador



MSC. Silvia Cruz Barco
Evaluador



Lic. Jorge Arturo Valenzuela Obando
Postulante

ADENDUM

El Infrascrito Coordinador de la Terna Evaluadora Certifica que el sustentante: Jorge Arturo Valenzuela Obando, con Número de Carné 9410432, incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro de la terna dentro del plazo estipulado.

Guatemala, 03 de noviembre 2021.

(F)

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large circle and several horizontal strokes, positioned above the printed name of the coordinator.

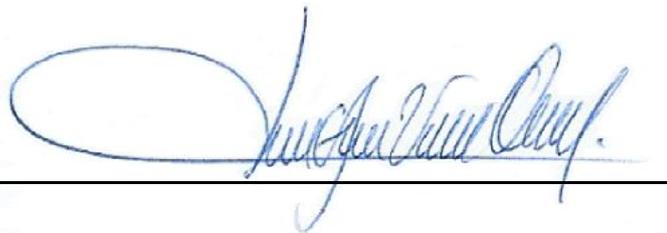
**Dr. Ahmed Ricardo Arturo Abdalla Alvarez
Coordinador de la Terna Evaluadora**

DECLARACIÓN JURADADA DE ORIGINALIDAD

YO: Jorge Arturo Valenzuela Obando, con documento de identificación CUI: 2569353430101.

Declaro que, como autor, soy el único responsable de la originalidad, validez científica de las doctrinas y opiniones expresadas en el presente Trabajo Profesional de Graduación, de acuerdo al artículo 17 del Instructivo para Elaborar el Trabajo Profesional de Graduación para Optar al Grado Académico de Maestro en Artes.

Autor: _____



AGRADECIMIENTOS

A DIOS: nuestro creador por darnos la vida y permitirnos la oportunidad de llegar a este punto tan importante en nuestras vidas.

A MIS PADRES: a quienes amo con toda el alma, que son sin duda alguna, el pilar fundamental sobre el que se erige mi vida, quienes han sido el ejemplo vivo de esfuerzo, perseverancia y servicio al prójimo.

A MI ESPOSA INGRID: a quien amo, compañera de fórmula que me ha acompañado todos estos años, brindando el apoyo necesario para concluir tan importante ciclo profesional.

A MIS AMADOS HIJOS MARIA FERNANDA Y JORGE ARTURO: que son la fuente de inspiración y motor que me empuja cada día a construir sueños y a luchar para alcanzarlos.

A MIS HERMANOS, CUÑADAS, CUÑADO, SOBRINOS, TIOS Y A DOÑA IRMA: que sin duda son parte importante de mi vida y participes de este proceso que hoy concluye.

A MIS MAESTROS: Licenciados y Catedráticos que han dejado huella, con ética, esfuerzo, dedicación y profesionalismo.

A MI ALMA MATER, LA FACULTAD CIENCIAS ECONÓMICAS Y A LA ESCUELA DE POSTGRADO: Semillero de la intelectualidad, así como, a las actuales autoridades de la Facultad, guiados por Licenciado Luis Antonio Suarez por tan atinada, innovadora y vanguardista gestión.

AL PUEBLO DE GUATEMALA: con el que quedo eternamente agradecido, con el firme compromiso de compartir los conocimientos, trabajar con ética y responsabilidad en pro de un país distinto, justo y digno.

CONTENIDO

RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	vi
1. NTECEDENTES	1
1.1 Antecedentes de la generación de energía eléctrica renovable en el país, mediante centrales hidroeléctricas	1
1.2 Antecedentes de la oferta, demanda valor actual neto y tasa interna de retorno	3
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Contexto nacional	9
2.2. Recursos naturales	10
2.2.1 Recursos naturales renovables	10
2.2.2. Recursos naturales no renovables	11
2.3. Recursos energéticos renovables	11
2.3.1. Energía hidráulica	12
2.3.2. Energía solar	12
2.3.3 Energía eólica	13
2.3.4. Energía biomasa	13
2.3.5. Energía geotérmica	13
2.4. Indicadores económicos	14
2.4.1. Demanda	15
2.4.2. Oferta	16

2.5. Institucionalidad Creada con el Decreto 93-96, Ley General de Electricidad	18
2.5.1 Mercado Mayorista –MM-	18
2.5.2 Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE-	18
2.5.3 Administrador del Mercado Mayorista -AMM-	19
2.6 Cambio climático	19
2.7. Herramientas y fórmulas de evaluación financiera	20
2.7.1 Flujos de efectivo	21
2.7.2. Valor actual neto –VAN-	22
2.7.3. Tasa interna de retorno –TIR-	23
2.7.4. Periodo de recuperación de la inversión –PRI-	24
2.7.5. Índice de rentabilidad (IR)	25
2.7.6. Análisis de sensibilidad	26
3. METODOLOGÍA	27
3.1. Definición del problema	27
3.2. Objetivos	28
3.2.1. Objetivo general	28
3.2.2. Objetivos específicos	28
3.3. Diseño de la investigación	29
3.3.1. Unidad de análisis	29
3.4. Período histórico	29
3.5. Ámbito geográfico	29

3.6. Universo y muestra	30
3.7. Técnica e instrumentos aplicados	30
3.7.1. Técnicas e instrumentos documentales	30
3.7.2. Técnica de análisis de documentos	30
3.8. Resumen del procesamiento aplicado	32
4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	33
4.1. Oferta y demanda de energía eléctrica	33
4.1.1. Oferta	33
4.1.1.1. Capacidad efectiva	37
4.1.1.2. Costos de producción	39
4.1.2. Demanda	40
4.1.3. Relación oferta y demanda	44
4.2. Matriz energética de Guatemala	46
4.3. Potencial energético renovable de Guatemala	49
4.4. Análisis financiero	51
4.5. Determinación de rentabilidad del proyecto	61
4.6. Período de recuperación de la inversión	63
4.7. Análisis de sensibilidad	64
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	74
BIBLIOGRAFÍA	75

ANEXOS	79
ÍNDICE DE CUADROS	88
ÍNDICE DE GRÁFICAS	89
ÍNDICE DE TABLAS	90

RESUMEN

El descubrimiento de la energía eléctrica supuso un avance para la humanidad, convirtiéndose en un servicio elemental y sensible en las sociedades a lo largo del tiempo, así como, resulta ser un nicho de inversión atractivo para inversionistas en todo el mundo, en este contexto, resulta de importancia determinar cómo está constituida la oferta de energía renovables, identificando los tipos de generación de energía renovable que conforman la matriz energética, así como, conocer el potencial energético renovable con que cuenta el país, como estrategia de crecimiento nacional, pero sobre todo como fuente de información importante para los formuladores y evaluadores de proyectos y financieros, quienes asesoran a inversionistas deseosos de incursionar en el sector.

El análisis de la demanda de energía eléctrica, por su parte, es igualmente necesaria para entender de manera integral el funcionamiento del sector eléctrico y enfocado principalmente a las energías renovables, en tal sentido resulta imprescindible conocer la demanda desde el punto de vista de sus características propias, conociendo con base en la historia que el crecimiento y desarrollo de una sociedad, se encuentra correlacionado con el incremento de la demanda de energía eléctrica, en tal sentido es preciso identificar cómo está estructurada la demanda de energía, conociendo sus características y comportamiento, debido a que es de vital importancia la cobertura y sostenibilidad de dicho servicio, entendiendo que la misma es considerada como esencial para las sociedades.

En este contexto, se puede mencionar que el desconocimiento del comportamiento del sub sector eléctrico en Guatemala, en lo que respecta a la dinámica y comportamiento de la oferta y demanda de energía eléctrica, limita el análisis de la unidad financiera para contar con los elementos de valor necesarios, para poder llevar a cabo una evaluación integral al momento de plantear la instalación de una empresa vinculada al sector eléctrico, como lo es una central hidroeléctrica, evaluando su contexto en el sector, las proyecciones a futuro y las evaluaciones financieras correspondientes e importantes como la viabilidad financiera, la rentabilidad y el periodo de recuperación de la inversión.

Para poder llevar a cabo el desarrollo del presente trabajo, se emplearon las bases metodológicas fundamentadas en el análisis científico, que permitió el planteamiento de preguntas claves que dieron origen y se perfilaron como objetivos específicos, que en su conjunto dieron respuesta y cumplimiento al objetivo general.

El objetivo general plantea la necesidad de analizar el comportamiento y composición de la oferta y la demanda de energía eléctrica renovable en Guatemala, con la finalidad de determinar la rentabilidad financiera, en la instalación de una central hidroeléctrica en el país.

De la misma manera las interrogantes, que orientaron el proceso de investigación se estructuraron de la siguiente manera: ¿cómo está constituida la oferta y demanda de energía eléctrica en Guatemala?; ¿cómo está conformada la matriz energética de Guatemala?; ¿cuál es el potencial energético renovable de Guatemala?; ¿qué situación financiera, presenta la instalación de una central hidroeléctrica en el país?; ¿qué nivel de viabilidad financiera se obtendrá en la instalación de una central hidroeléctrica en el país?; ¿en qué periodo de tiempo se obtendrá la recuperación de la inversión?.

- 1) Una vez cumplido el proceso de estructurar las interrogantes anteriormente mencionadas, se abre paso al planteamiento de los objetivos específicos, los que servirán para dar respuesta al objetivo general, quedando de la siguiente manera:
- 2) Determinar cómo está estructurada la oferta y demanda de energía renovable en el país.
- 3) Establecer cómo está distribuida la matriz energética de Guatemala.
- 4) Determinar el potencial energético renovable hídrico en Guatemala.
- 5) Realizar un análisis financiero de los flujos de efectivo proyectados, de la entidad, para determinar su viabilidad financiera.
- 6) Determinar la viabilidad financiera en la instalación de una nueva central hidroeléctrica, a partir del análisis del Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno.
- 7) Determinar el período de recuperación estimado para la inversión.

En cuanto al diseño de la investigación es válido mencionar que se trata de un proceso investigativo no experimental, que planteó la recopilación de información documental estructurada, que permitiera dar soporte y fundamento a los principales cuestionamientos que dieron origen al presente trabajo, teniendo como unidad de análisis la instalación de una central hidroeléctrica en el país, partiendo del análisis contextual de la oferta y la demanda.

En lo que concierne al presente trabajo, los momentos históricos empleados para el análisis de la oferta y demanda se encuentra definidos en periodos que van desde los diez años históricos para la oferta y demanda, estimación a futuro de 50 años para el análisis de crecimiento de la demanda y un periodo de 12 años para el análisis financiero de la entidad sujeta como unidad de análisis.

Como parte de las técnicas e instrumentos aplicados, se puede mencionar que se emplearon técnicas e instrumentos de análisis documental principalmente, de donde se obtuvo la información necesaria e importante que sirvió de fundamento para el análisis y desarrollo del presente trabajo, mediante instrumentos de recopilación y vaciado estructurado de información.

En este sentido se puede manifestar que el proceso de investigación empleada en el presente trabajo, se enmarca dentro del ámbito de la investigación aplicada, de carácter no experimental, con un enfoque mixto, para lo cual se efectuó la combinación de análisis, cuantitativo e interpretativo, con predominancia cuantitativa, valiéndose de tres momentos fundamentales para la investigación científica como lo son: la fase indagadora, la fase demostrativa, así como, la fase expositiva.

Como datos importantes y reveladores derivados del presente trabajo, se tiene que en Guatemala la oferta de energía eléctrica renovable, se encuentra en crecimiento como una prioridad de país, luego de la promulgación de la Ley General de Electricidad en 1996.

A la fecha, la oferta firme en el país, se encuentra en la capacidad de soportar la demanda actual, así como, su crecimiento en el mediano plazo.

Así también, resulta importante comprender que la distribución de la matriz energética actual, demuestra que se emplea un mayor porcentaje de energías renovables

respecto de las no renovables y que el comportamiento de los distintos tipos de energía renovables, regularmente están sujetas al ciclo estacional y climático.

En cuanto a la capacidad o proyección de la oferta en el futuro, es importante mencionar que el presente trabajo demostró que Guatemala cuenta con recurso renovables suficiente para poder cubrir la demanda en el largo plazo, por lo que se puede afirmar que el potencial energético de Guatemala, utilizado de manera adecuada y racional, resulta ser suficiente para garantizar la creciente demanda en el mediano y largo plazo.

En lo que respecta a la parte final del estudio, se evaluó la conveniencia en la instalación de una central hidroeléctrica en el país, partiendo del análisis de la oferta y la demanda, así como de las evaluaciones y análisis financiero.

En tal sentido, las características de la demanda y la oferta crean las condiciones o nichos, donde se pueda dar la inversión nacional como extranjera en el tema energético, por lo que mediante cálculos financieros se trabajó con flujos proyectados a doce años para evaluar el rendimiento de una inversión de este tipo.

Dentro de los principales resultados obtenidos se tiene que, partiendo del análisis de flujos de efectivo, la entidad presenta resultado a nivel de utilidad neta, satisfactorios, es decir presenta flujos positivos, lo que se traduce en recurso sanos que le permite de buena manera cubrir sus obligaciones y compromisos, así como, le permite obtener una rentabilidad sobre el capital invertido.

El cálculo del Valor Actual Neto, mostró un resultado positivo que, permite determinar que la entidad es saludable financieramente, pudiendo afirmar con toda certeza que el proyecto de instalación de una central hidroeléctrica en el país, cuenta con la característica de ser viable financieramente, por lo que se puede confirmar que el proyecto puede desarrollarse con un mayor nivel de certeza

Los cálculos realizados para determinar la Tasas Interna de Retorno, evidenciaron que la entidad tendrá un retorno o tasa de rentabilidad por arriba de la tasa de descuento estimada, lo que permite inferir que los resultados obtenidos a nivel de rentabilidad son positivos y representa un nivel superior al requerido.

El siguiente de los objetivos específicos, pretendía estimar el periodo promedio de la recuperación del capital invertido, lo que fue demostrado mediante cálculos financieros, estimando que la recuperación del capital se encuentra alrededor de los siete años, para los flujos normales y de diez años para los flujos descontados.

En conclusión, se puede mencionar que el desarrollo del presente trabajo, permitió mediante un proceso metodológico e investigativo, dar respuesta a cada uno de los objetivos específicos planteados, de tal manera que los resultados obtenidos, sirvieron de insumos y soporte para dar cumplimiento, así como respuesta objetivo general.

INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país que geográficamente se encuentra ubicado es un punto estratégico, no solo como enlace entre la parte norte y el sur del continente, sino como un destino turístico por excelencia, como un corredor de productos, personas y comercio, convirtiendo al país en una zona estratégica comercialmente.

Por otra parte, la riqueza de recursos naturales y condición climática diversa, hace que el país se presente como un excelente candidato para la generación de energía eléctrica renovable, limpia, saludable y no contaminante, con posibilidades no solo de cubrir la demanda nacional, sino que también cuenta con los recursos para llevar la vanguardia en la región sin comprometer el equilibrio y sostenibilidad de dichos recursos naturales.

De la misma manera, haciendo uso de dicha tecnología de producción de energía eléctrica, se puede contribuir a los esfuerzos encaminados a contrarrestar los efectos causados por el calentamiento global, a la vez, que se constituye en una estrategia para dar cumplimiento a los compromisos internacionales asumidos al haber ratificado el Acuerdo de París, en materia de cambio climático.

El presente trabajo, pretende llevar a cabo un proceso de investigación que tenga por finalidad el análisis del comportamiento y composición de la oferta y la demanda de energía renovable en Guatemala, con la finalidad de determinar la viabilidad financiera, rentabilidad y periodo de recuperación del capital, en la instalación de una central hidroeléctrica en el país.

En este sentido el capítulo uno, se refiere a los antecedentes de la unidad de análisis, donde se da a conocer el contexto histórico sobre el cual se desarrolla la generación de energía eléctrica en el país, mediante el empleo de recurso renovables que para este caso en específico está constituido por la generación de energía eléctrica mediante el empleo de centrales hidroeléctricas, así mismo, se da a conocer como ha sido el comportamiento de la oferta ante la necesidad de dar respuesta a la creciente demanda de dicho servicio, considerado esencial para el desarrollo de la sociedad.

De la misma manera se pone en contexto, como se ha desarrollado el estudio de la ley de la oferta y la demanda, sus principales exponentes, así como, del análisis

financiero mediante el empleo de fórmulas y cálculos que permiten llevar a cabo el análisis y evaluación de proyectos.

El capítulo dos, marco lógico como su nombre lo indica, hace una contextualización ordenada y metódica de los temas a abordar, de tal manera que se pueda brindar soporte teórico técnico y lógico al presente trabajo y que servirá de sustento para dar respuesta a los planteamientos que dieron origen a la investigación.

De dicha cuenta, se estipulan temas de relevancia para el trabajo como la definición de los tipos de recursos naturales existentes en Guatemala, entre ellos los renovables, no renovables, energéticos renovables, así como la definición de los tipos de generación de energía eléctrica renovables utilizadas en el país.

Posteriormente, se procede al tratamiento de temas como la oferta, demanda e institucionalidad creada a partir de la Ley General de Electricidad, que tiene como fin el tratamiento y regulación del mercado de energía eléctrica en el país. De la misma manera se plantea la definición de herramientas financieras, como los flujos de efectos y fórmulas de evaluación financiera como el Valor Actual Neto, la Tasa Interna de Retorno, Índice de Rentabilidad y periodo de recuperación del capital.

El Capítulo tres denominado metodología trata de una manera ordenada y explícita, los procedimientos metodológicos, que se emplearon para dar cumplimiento al problema planteado que dio origen al presente trabajo, así como, el objetivo general y específicos.

De la misma manera se muestra la forma en que se diseñó la investigación, orienta y determina sobre cuál es la unidad de análisis sobre la que lleva a cabo el desarrollo del trabajo, determina el período histórico y ámbito geográfico de la investigación, para aterrizar a las técnicas e instrumentos empleados.

El capítulo cuatro discusiones de resultados, es donde se plasman los resultados de la investigación, se desarrolla el análisis de la oferta de energía eléctrica en el país como primer tema, reconociendo que el orden temático de dicho capítulo está dado en función del abordaje y cumplimiento de los objetivos específicos.

En ese sentido los resultados del estudio de la oferta, dan cuenta que la misma ha mostrado un comportamiento creciente y sostenido a lo largo del tiempo desde los inicios de la generación eléctrica en el país.

Así mismo se muestra como en el tiempo las tecnologías y tipos de generación han cambiado, trasladando la mayor parte de la oferta de energía eléctrica, de fuentes no renovables a un tipo de aporte mayor por parte de las energías renovables, siguiendo la tendencia mundial hacia lo no contaminante y amigable con el ambiente y con el planeta.

Se hace un análisis de cómo se ha dado la composición de la energía en el país por tipo de generación, así como, conocer la capacidad efectiva que se encuentra instalada y que sirve para realizar la programación y planificación futura.

Seguidamente se hace énfasis en el tratamiento de la demanda, para conocer su contexto y comportamiento histórico, determinando que la misma ha sido de carácter creciente y sostenida en el tiempo, lo que resulta lógico, en virtud de estar asociada al crecimiento y desarrollo de la sociedad.

En cuanto a las proyecciones de demanda, resulta interesante mencionar que los cálculos realizados por las autoridades en la materia, están estimados para un período de hasta cincuenta años, con la finalidad de contar con la política adecuada que permita garantizar la oferta de energía en un periodo determinado.

La matriz energética, se constituye en otro de los puntos importantes del presente estudio, mencionando que dicha herramienta de análisis, representa la combinación de distintos tipos de energía eléctrica, a lo largo de ciclo climático del país, permitiendo identificar en este análisis, como las energías renovables están presentes en mayor porcentaje en matriz energética, lo que resulta lógico al ser energías cuyos costos de producción son más bajos que la energías no renovables, liderando la participación en dicha distribución, la generación por medio de hidroeléctricas.

Avanzando en el análisis, el siguiente punto abordado es el potencial energético en el país, logrando determinar que, en Guatemala la riqueza natural y dentro de ella la riqueza energética renovable, es impresionante, permitiendo afirmar que el país cuenta con una gran variedad de tipo de energía renovable para poder cubrir la

demanda presente y futura, esto derivado del análisis de los datos obtenidos de la revisión y análisis documental, en donde se logra identificar y determinar el potencial energético renovable por tipo de generación, permitiendo afirmar que de conformidad con estimaciones de demanda a futuro, la energía sigue y seguirá siendo un nicho importante de inversión.

Una vez tratado el contexto de oferta, demanda y participación de los distintos tipos de energía eléctrica en la matriz energética, así como, el potencial energético del país, se procedió a llevar a cabo el análisis financiero de la unidad de estudio, que para el presente trabajo lo constituye la instalación de una central hidroeléctrica.

Para llevar a cabo este proceso y dar cumplimiento a los tres últimos objetivos específicos, que pretendían realizar un análisis financiero de los flujos de efectivo proyectados, determinar la viabilidad mediante el análisis del VAN y la TIR, así como determinar el período de recuperación, fue necesario el estudio detallado de los rubros que conforman los flujos de efectivo, los que se presentaron como flujos de efectivo proyectados a doce años.

Los resultados obtenidos del análisis de dicha herramienta financiera, permiten identificar en primera instancia que los ingresos se encuentran garantizados en un contrato de compra venta de energía, brindando con ello un nivel considerable de certeza, para poder llevar a cabo proyecciones más apegados a la realidad, así como un mayor nivel de solvencia y garantía ante las eventuales negociaciones con instituciones bancarias.

Seguidamente se analizan los costos de operación y mantenimiento, donde se engloba el conjunto de rubros, determinando que dichos costos son cubiertos en su totalidad por los ingresos proyectados, lo que permite un buen resultado en operación y es allí donde se empieza a perfilar de manera prematura que el proyecto tiene condiciones que le permitirán contar con la viabilidad financiera necesaria.

Seguidamente se aplicaron los descuentos correspondientes y gastos financieros e impuestos, donde es preciso hacer un hincapié, debido a que el proyecto por tratarse de una central hidroeléctrica, cuenta con una exención del impuesto sobre la renta por un periodo de diez años, como parte de los incentivos contenidos en la Ley de Incentivos a la Inversión de Energías Renovables.

El flujo neto del proyecto, muestra un comportamiento positivo, adecuado para dar cumplimiento a sus obligaciones de corto y largo plazo, permitiéndole a la entidad la retribución a su capital, es decir muestran un nivel de ganancia al final del flujo de caja neto.

Mediante el cálculo de fórmulas financieras, se logra determinar que la entidad no solo es solvente como se aprecia en la utilidad neta, sino que presenta un Valor Actual Neto –VAN- o descontado positivo, que permite determinar que la entidad muestra una viabilidad financiera, de la misma manera, por medio de la Tasa Interna de Retorno –TIR-, se demuestra que la entidad presentará un nivel de rentabilidad porcentual superior a la tasa de descuento requerida, por lo que se puede afirmar que la entidad es financieramente factible y rentable.

Por último, se estima el periodo de recuperación de la inversión realizada por los inversionistas, logrando determinar que la entidad se encuentra en condiciones de recuperar su capital normal en aproximadamente siete años y en los flujos descontados en alrededor de diez años.

En tal sentido el presente estudio abordó de manera sistemática, los puntos consignados en los objetivos específicos, de tal manera de dar cumplimiento al objetivo general.

Derivado del presente trabajo, se puede concluir que el crecimiento de la demanda de energía eléctrica constituye un nicho de inversión, sabiendo que la demanda proyectada requerirá de mayor oferta y que el potencial energético renovable del país se encuentra en la capacidad de brindar cobertura a tal necesidad, por lo que, la instalación de una central hidroeléctrica en el país, no solo es factible, sino que contará con la viabilidad financiera necesaria y será rentable, en las condiciones estipuladas en el presente trabajo, con lo que se da respuesta al objetivo general que dio origen al presente.

1. NTECEDENTES

El capítulo uno, se presenta a manera de contexto y antesala del trabajo profesional que se desarrollará seguidamente, con la intención de conocer y considerar los antecedentes de la unidad de análisis, como lo es la instalación de una central hidroeléctrica en el país, para lo cual se considera una primera parte donde se desarrolla un esbozo de la generación de energía eléctrica renovable mediante centrales hidroeléctricas en el país, el comportamiento de la demanda y el desarrollo de la oferta.

Seguidamente se coloca en contexto el abordaje del análisis que, para el presente trabajo, se centra en la oferta y la demanda, sus principales exponentes, como también se plantea la herramienta de análisis como lo son los flujos de efectivo, las fórmulas de rentabilidad que se emplearon en el análisis financiero de la entidad, como lo son el VAN y la TIR, como herramientas principales.

1.1 Antecedentes de la generación de energía eléctrica renovable en el país, mediante centrales hidroeléctricas

La historia de la generación de energía hidráulica en Guatemala se remonta a los años de mil ochocientos, que es cuando se tiene conocimiento que se instaló la primera central hidroeléctrica, ubicada en la finca el Zapote, al norte de la ciudad capital.

En el año de 1,896, se conformó la primera empresa de energía eléctrica, constituida por empresarios de origen alemán, denominándose Empresa Eléctrica del Sur, la que funcionó con la generación de una central hidroeléctrica construida con fin comercial, con una capacidad de 723 KW. (Comisión Nacional de Energía Eléctrica, [CNEE], 2,015, p.4),

Se puede observar parte de la historia, al dar cobertura al proceso legislativo que da como resultado la creación del Instituto Nacional de Electrificación INDE, mediante el decreto 1,287, con la finalidad de frenar la expansión de la Empresa Eléctrica de Guatemala, que era de capital norteamericano, dando paso a la construcción de centrales hidroeléctricas nacionales, tal es el caso de Jurún Marinalá, Los Esclavos y posteriormente Chixoy, Prensa Libre (28 de mayo de 2,017).

La creciente demanda de servicio de energía eléctrica, llevó a emplear cada vez más centrales hidroeléctricas y a desarrollar planes de expansión, en tal sentido los principales esfuerzos del INDE desde su creación, se encaminaron a la construcción de hidroeléctricas mayores y a la interconexión de los pequeños sistemas aislados, constituyéndose el Sistema Nacional Interconectado, instalando centrales como: Jurún Marinalá con 60 MW, en el año de 1970, en 1982 inició operaciones la Hidroeléctrica Aguacapa con 75 MW y en 1986 entra en operación la Hidroeléctrica Chixoy con 300 MW, (CNEE, 2015, p5).

El comportamiento de la energía eléctrica en el país, como en cualquier otra parte del planeta, está determinada por la demanda de la misma, convirtiéndose en una característica importante de considerar en virtud de que, a mayor población y prosperidad económica, mayor es el requerimiento de energía, lo que da como resultado una curva de demanda creciente en todo momento que debe ser cubierta y garantizar su sostenibilidad.

Para analizar el comportamiento de la oferta y la demanda de energía eléctrica en Guatemala, es preciso conocer e identificar, como se ha comportado el subsector eléctrico en Guatemala, a partir de la promulgación de la Ley General de Electricidad Decreto 93-96, por Congreso de la República de Guatemala, donde se establecen y determinan los aspectos asociados a la rectoría, la facilitación, la regulación y la coordinación comercial de las actividades del subsector eléctrico, sustentado en un marco institucional conformado por: Ministerio de Energía y Minas, (MEM); Comisión Nacional de Energía Eléctrica, (CNEE); y Administrador del Mercado Mayorista, (AMM). como se afirma la Guía del Inversionista de la (CNEE, 2015, p.5)

En lo que respecta a la demanda de energía eléctrica, resulta importante considerar que, “el crecimiento de la demanda de energía eléctrica ha demostrado correlación con la realidad socioeconómica de un país” es por ello que resulta de interés conocer el comportamiento de la demanda en el tiempo para consideraciones de inversiones y crecimiento. (Ministerio de Energía y Minas, [MEM], 2,020, p.22)

En lo concerniente a la oferta, es importante tomar en cuenta que a la fecha el país cuenta con las condiciones adecuadas para brindar la oferta necesaria, logrando

excedentes que son y pueden seguir contribuyendo a la oferta de otros países, que se torna interesante para futuros proyectos. En este sentido, parte de la oferta de energía está constituida por aproximadamente 39 hidroeléctricas que aportan alrededor del 70% de la generación de energía renovable del país y un 52% del total de energía producida en Guatemala.

Es importante hacer mención que la unidad de análisis del presente trabajo, fue considerada, en el marco de un programa de reconversión o diversificación de las fincas cafetaleras en el país, como consecuencia de la caída de los precios internacionales del café en la década de los ochentas, que derivó en el estudio de las vertientes y ríos con potencial hídrico para la generación de energía eléctrica, creándose las condiciones legales e institucionales, mediante la Ley General de Electricidad en el año de 1996, así como con las licitaciones a ofertar dicho servicio de generación de energía eléctrica en la segunda década de la era dos mil, fruto del incremento de la demanda y la necesidad de darle cobertura y sostenibilidad.

1.2 Antecedentes de la oferta, demanda valor actual neto y tasa interna de retorno

Cuando se analiza la oferta y la demanda, es importante saber que se debe de realizar en el marco del estudio de la Ley de la Oferta y la Demanda, bajo el entendido de que esta forma parte de las bases fundamentales que estudia la economía y en específico la economía de mercado.

Para Sevilla (2015), el principio de la oferta y demanda, refleja de la relación existente en la demanda de una determinada cantidad de un producto y la cantidad de un producto en específico, que de conformidad con su relación e interacción se plasma en un precio al que dicho producto se vende, (Sevilla, 27 de mayo, 2015)

Los primeros esbozos de lo que hoy conocemos como oferta y demanda, se conocieron a finales de los años mil setecientos de nuestra era, y principios de mil ochocientos, siendo los principales exponentes: James Steuart, (1,767), en su obra Estudio de los principios de la economía política, Adam Smith, (1,776), en su obra La Riqueza de las Naciones, donde propone el método de la oferta y demanda, David Ricardo, (1,817), en su libro Principios de política económica e impositiva, en

su capítulo denominado Influencia de la demanda y la oferta en el precio, Richard Cantillón, (1,730), en su Ensayo sobre la naturaleza del comercio en general.

La oferta se puede interpretar como las relaciones de intercambio que se materializan en el mercado y cuyo valor está expresado en términos monetarios, es decir los precios, en este contexto, dependiendo de los precios, los oferentes estarán dispuestos a fabricar y vender un número de bienes y servicios y por su parte los demandantes estarán dispuestos a comprar los bienes y servicios de acuerdo a los precios al que se ofrezcan.

El abordaje de la temática de la oferta y la demanda, es fundamental para la incursión de cualquier empresa en un sector, es imprescindible el conocimiento de tan vitales variables, para procurar el éxito de la inversión.

Por todos es sabido que, para incursionar en un mercado de bienes y servicios, es fundamental, conocer cómo está constituida y cuál es el comportamiento de la demanda, así como su ritmo de crecimiento y los nichos de oportunidad a través de la demanda insatisfecha, también resulta importante analizar adecuadamente la competencia o bien la composición y estructura de la oferta, conocer dónde pueden estar los espacios y segmentos en los que se desee participar.

Es por ello que el estudio de la oferta y la demanda, se generaliza a muchas áreas que van, desde el estudio propio de la economía de mercado, las escuelas de negocios, mercadeo, proyectos, comprende un sinnúmero de segmentos en los que resulta importante manejar dichos conceptos y variables, que permitan una adecuada, pero sobre todo una exitosa inversión

En lo concerniente al análisis financiero de una entidad, resulta crucial tener presente no solo tener a la vista las estimaciones de costos y posibles ingresos, sino que llevar a cabo una evaluación financiera de la rentabilidad que pueda presentar, es por ello que las fórmulas financieras como el VAN y la TIR resultan importantes para evaluar la viabilidad financiera de una entidad.

El Valor Actual Neto, como su nombre lo indica, consiste en realizar un ejercicio en el que se traen los flujos de caja futuros o proyectados a valor actual, considerando un interés requerido o determinado, dando como resultado un valor que mide la rentabilidad en unidades monetarias y en términos netos, que serán aceptados siempre que sea mayor que cero.

La Tasa Interna de Retorno, por su parte representa el nivel de rentabilidad que una entidad puede obtener, expresada en porcentaje, es decir, que, mediante esta fórmula financiera, se podrá conocer el nivel de rentabilidad, beneficio o retorno que se puede obtener de una inversión, siempre y cuando el resultado sea positivo.

De lo anteriormente descrito, se puede determinar que resulta importante conocer, estudiar y analizar la oferta y demanda de energía eléctrica renovable en el país, como parte de un sector importante e indispensable de la economía nacional, así como, una evaluación financiera que considere el análisis de la rentabilidad, para determinar si las condiciones son adecuadas para la instalación de una central hidroeléctrica en el país.

En Guatemala, para el sector energía y en específico para el sub sector eléctrico, resulta de vital importancia el conocimiento y análisis de la oferta y la demanda de energía eléctrica, con la finalidad de conocer y manejar con mayor propiedad, las características y condiciones del mercado, y con ello poder incursionar, mediante la instalación de una central hidroeléctrica, debido a que a que son inversiones de gran magnitud financiera y de larga duración, regularmente promediando los 35 a 50 años de vida útil. .

De conformidad con lo anterior, todo nicho de oportunidad que brinda el mercado, debe de estar respaldado con información tanto de las proyecciones de la demanda, así como de las condiciones de los competidores por el lado de la oferta y mejor aún, si el proyecto se encuentra dentro del marco un contrato de compra venta de energía, que garantice los ingresos o parte de ellos, para que de tal manera se pueda contar con determinada garantía en el retorno de la inversión, pero sobre todo en la viabilidad y rentabilidad de la misma.

El cuadro 1.1 muestra, los distintos abordajes que se brindan respecto del tema tratado en el presente trabajo, por lo que resulta valioso el análisis previo que se ha realizado para orientar o reforzar al presente trabajo, en el que se dan a conocer distintos puntos de vista, técnicas y métodos empleados para evaluar financieramente a empresas.

Cuadro No.1.1
Investigaciones previas del tema objeto de investigación

No.	Tesis	Fecha	Abordaje	Aporte
1	Implicaciones financieras, socioeconómicas y ambientales en la operación de la microcentral, hidroeléctrica Las Conchas, en el uso de la energía eléctrica en el municipio de Chahal, departamento de Alta Verapaz, Guatemala	Octubre 2,017	Se considera que, al disponer la población, de servicio de energía eléctrica, la misma tendrá acceso a electricidad para la actividad residencial, comercial y productiva; lográndose mejoras en la creación de nuevos empleos y emprendimientos; incremento en el ingreso de las familias; diversificación de la producción agrícola, pecuaria, forestal, agroindustrial; y mejoras en la calidad de vida respecto a salud, educación, recreación y equidad de género.	Describir los alcances y beneficios de la puesta en funcionamiento y operación de la microcentral hidroeléctrica comunitaria, respecto a mejorar las condiciones de vida, aumento en las fuentes de trabajo e incremento en el ingreso monetario de las familias en las comunidades beneficiadas.

2	Análisis de métodos para valorar una empresa litográfica	Abril 2,010	En la investigación se plantea la intención de los propietarios de la empresa Litho-Colors, S.A. de determinar si la gestión de sus administradores ha generado o aumentado valor a la inversión de ellos. Por lo que, para determinar dicha situación es necesario poner en práctica las herramientas de valoración de empresas. Por lo anterior el presente trabajo plantea unos objetivos a alcanzar y una hipótesis que se deberá comprobar.	Proponer un modelo para la medición de la Creación de Valor para los propietarios de Litho-Colors, S.A.,
3	Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa productora de papel reciclado de manera artesanal en la comunidad lomas de santa faz zona 18, Guatemala.	2,016	Pretende ser una forma de educación a la comunidad, sobre formas de generación de empleo y fondos adicionales, que le permitan al proyecto, subsistir en el tiempo. Esto garantiza, que a través del tiempo, la comunidad logre sostenibilidad y desarrollo por sí misma, siendo uno de los objetivos más importantes del proyecto, demostrando paso a paso el proceso para	Llevar a cabo un proceso para determinar la factibilidad de la creación de una empresa productora de papel reciclado de manera artesanal en la comunidad de Lomas de Santa Faz en la zona 18 de la ciudad de Guatemala.

			determinar la factibilidad de un proyecto de inversión.	
--	--	--	---	--

Fuente: elaboración propia con información de: Alvarado (2017), García (2010), Salazar (2016).

Como parte del análisis derivado del estudio, se puede deducir la importancia del sector energía en el país, así como, la ventajas y beneficios que puede percibir la población como consecuencia de incremento del suministro de energía y sobre todo la ampliación de cobertura en la distribución a precios justos.

En la economía, todos los días nacen y se dan por concluidos proyectos, en tal sentido el análisis de la viabilidad de los proyectos, las evaluaciones de rentabilidad y sobre todo el periodo de recuperación del capital son importantes porque brindan certeza para los inversionistas, garantizando el éxito de sus recursos y la reducción de la incertidumbre que se pueda tener de correr riesgos.

2. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo, tiene por objeto brindar el sustento teórico necesario para que pueda servir de insumos y elementos al presente trabajo, en tal sentido, se brinda información ordenada y sistematizada, de acuerdo con el ordenamiento lógico de la investigación.

2.1. Contexto nacional

Guatemala es un país centroamericano que limita con México, Belice y el Océano Atlántico, así también con el Océano Pacífico, con Honduras y El Salvador.

Cuenta con un gran atractivo no solo económico, sino que turístico e histórico, su composición administrativa está compuesta de 8 regiones, que integra 22 departamentos y estos a su vez suman 340 municipios, de acuerdo con el Censo 2,018, la población guatemalteca censada, asciende a la cantidad de 14,901,286 personas, de las cuales el 51.5% son mujeres y el 48.5% son hombres, (Instituto Nacional de Estadística, [INE], 2,019,p.3) de lo anterior se puede observar que el 33.4% se encuentran en las edades de 0 a 14 años, el 61% de la población está ubicada entre los 15 y 65 años y el 5.6% corresponde a adulto mayor, es decir mayor de 65 años de edad (INE, 2,019. p.4).

La posición geografía y topográfica de Guatemala, la hace acreedora de una gran variedad de recursos naturales, su alto relieve montañoso y sus valles, así como áreas costeras, le permite contar con diversidad de climas y bosques, cuenta con dos estaciones muy marcadas que son: la estación seca y la lluviosa.

En este sentido, se puede mencionar que Guatemala cuenta con una condición apropiada para la generación de energía, mediante la utilización de recursos naturales renovable, como menciona el Ministerio de Energía y Minas, Guatemala “es un país que cuenta con una considerable cantidad de recursos renovables de energía, los cuales a la fecha han sido poco aprovechado”. (MEM, 2,018, párrafo 5to.).

Resulta interesante observar que el país cuenta con un enorme potencial energético renovable, que le permitiría, por un lado, garantizar la sostenibilidad de la oferta de energía renovable demandada a la fecha, y por otro la expansión del mercado nacional al extranjero, garantizando en todo momento la sostenibilidad y el equilibrio con el

ambiente, existiendo un potencial 6,000 MW de energía hidroeléctrica y 1,000 MW de geotérmica, del que se aprovecha solamente el 23.1% de la primera y un 3.5% de la segunda (MEM, 2018, Párrafo 6to.).

De la misma manera es sabido que la posición geográfica del país, lo coloca en aptas condiciones para aprovechar las radiaciones solares a lo largo del día, aprovechando las corrientes de aire para la generación eólica, permitiendo contar con un abanico de posibilidades para complementar la oferta de energía por medio natural, renovable y no contaminante, permitiendo generar energía en condiciones amigables con la naturaleza y contribuir con la reducción de los efectos del cambio climático, así como, con los compromisos asumidos en convenios internacionales como el Acuerdo de París.

2.2. Recursos naturales

Como su nombre lo indica, son todos aquellos recursos con lo que se cuenta en un área y tiempo determinado que provienen de la naturaleza, y que en buena medida pueden ser aprovechados por el hombre, manteniendo la adecuada armonía y balance, permitiendo su renovación para garantizar su sostenibilidad.

De acuerdo con el portal del Diccionario panhispánico del español jurídico, el término recurso natural es definido como el: “conjunto de los componentes de la naturaleza susceptibles de ser aprovechados por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades y que tengan valor actual o potencial”, en tal sentido se puede mencionar que prácticamente es la mayor parte del ambiente que nos rodea, partiendo de la definición dada, podemos encontrar, flora, fauna, agua, líquidos, sólidos, materiales gaseosos, minerales y suelo entre muchos otros recursos, que se encuentran de manera natural en el ambiente que pueden ser de uso y aprovechamiento del ser humano, (Diccionario panhispánico del español jurídico, 2,020, s.p.)

2.2.1 Recursos naturales renovables

Es importante tener presente que cuando se habla de recursos naturales renovables, se hace referencia a la capacidad que tiene la naturaleza de renovar ciertos y determinados recursos, sin que intervenga la mano humana, de allí depende la responsabilidad y raciocinio del ser humano, para el correcto y adecuado uso,

considerando el ciclo con que se renuevan, para garantizar el equilibrio y sostenibilidad en su aprovechamiento.

Otras formas de definir lo que se entiende por recursos naturales es mencionar que, los recursos renovables son todos aquellos que provienen de la naturaleza y pueden recuperar por sí mismos (Westreicher, 12 de enero, 2,020).

Entre los principales recursos naturales renovables podemos mencionar: el agua, el sol, el viento, la fauna y flora, el suelo y subsuelo entre otros, cada uno de ellos por demás importantes para el desarrollo de la vida humana, lo que le da un valor importante de estudio y análisis, sobre todo por el lado del sostenimiento y preservación de la vida.

2.2.2. Recursos naturales no renovables

Al ser recursos naturales, presuponemos la existencia de los mismos en condiciones naturales, con la diferencia de que no cuentan con la capacidad de renovarse, pero que de igual manera son de utilidad para el ser humano, lo que hace necesaria la correcta y racional utilización.

Otra definición de recursos naturales no renovables, es la que menciona que: “son aquellos recursos naturales que no se pueden cultivar, producir, reutilizar o regenerar a un nivel que pueda soportar su tasa de consumo. Es decir, el consumo de los recursos no renovables (usados principalmente como fuentes de energía y materias primas) es superior al tiempo que tarda la naturaleza en recrearlos reponerlos o bien, existen en cantidades fijas” Núñez, (16 de octubre de 2,020).

2.3. Recursos energéticos renovables

Cuando se habla de este tipo de recursos, nos estamos refiriendo a dos grandes propiedades de los recursos, como son, la capacidad que tienen al momento de aprovecharse para generar energía, entendida esta como la característica de generar movimiento, calor, iluminación entre otros, y por otro lado, la capacidad de ser renovable, es decir que la misma naturaleza cuenta con la propiedad de renovar dicho recurso en un tiempo estipulado, de donde resulta la importancia de considerar el aprovechamiento racional del recurso.

De la misma manera podemos encontrar otro tipo de definiciones como la brindada por el que comenta que, “son aquellos recursos que tienen como característica común que no se terminan, o que se renuevan por naturaleza”. (MEM, 2,018, 1er. párrafo).

Entre los recursos energéticos renovables, podemos encontrar, la energía hidráulica, geotérmica, eólica, solar, biomasa, que sin duda son recursos que provienen de la naturaleza y que contribuyen a que el aprovechamiento de los recursos por parte del ser humano, garantice la sostenibilidad de los recursos y a la no contaminación del ambiente, lo que redundaría en un racional uso de los recursos en pro de la preservación del planeta.

2.3.1. Energía hidráulica

Se constituye en uno de los recursos naturales energéticos renovables no contaminantes, que se han convertido en una alternativa por excelencia en la carrera por mantener una producción energética sostenible, eficiente, económica y amigable con el ambiente, es decir no contaminante, la que es definida como: “es el aprovechamiento de la energía potencial que tiene una corriente de agua por diferencia de alturas, que debido a la gravedad hace que fluya de un terreno más alto a uno más bajo y de esta forma esa energía se transforma en mecánica por medio de una turbina, que conectado a un generador produce energía eléctrica” (MEM, 2018, p.2).

2.3.2. Energía solar

Es otra de las fuentes de energía renovable no contaminante que se está utilizando y recomendando como alternativa para contribuir al suministro de energía y cubrir la demanda, a diferencia de la hidráulica, hay discusiones en cuanto al costo de construcción versus eficiencia, sin embargo, es una fuente de energía importante para contrarrestar los embates del cambio climático.

En lo que respecta a su definición se puede mencionar que es “aquella energía que proviene del aprovechamiento directo de la radiación del sol, y de la cual se obtiene calor y electricidad. El calor se capta por medio de colectores térmicos, y la electricidad a través de paneles fotovoltaicos Debido a su posición geográfica, Guatemala presenta valores significativos de radiación solar durante casi todo el año,

lo cual convierte al país en idóneo para el aprovechamiento de esta forma de energía” (MEM 2018, p.3).

2.3.3 Energía eólica

Este tipo de energía es aquel que se lleva a cabo mediante la fuerza en la velocidad del aire, de conformidad con el Ministerio de Energía y Minas de Guatemala se puede mencionar que: “se considera una forma indirecta de la energía solar, puesto que al producirse un calentamiento desigual de las masas de aire por el sol, las diferentes temperaturas del aire crean zonas con distintas presiones atmosféricas, como consecuencia de esta desigualdad se produce el movimiento de las masas de aire, desde las zonas de alta presión a las zonas de baja presión, con lo que se da origen a los vientos” (MEM, 2018, p.3).

Es una tecnología que ha sido utilizada desde la antigüedad, es decir la fuerza del aire se ha empleado a lo largo de la historia del ser humano desde el impulso mismo de las velas de los barcos, molinos de viento etc, y fue a finales de los años mil ochocientos donde se tiene conocimiento de los primeros esfuerzos de utilizarlo para generar energía eléctrica.

2.3.4. Energía biomasa

Esta fuente de energía también es considerada entre las energías renovables, que se puede obtener de materia orgánica de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma. Sin embargo, a diferencia de las anteriores, esta tecnología conlleva un proceso de quema o transformación para su aprovechamiento.

De la misma manera se puede entender como “toda aquella energía que puede obtenerse de ella, ya sea a través de su quema directa o mediante su procesamiento para conseguir otro tipo de combustible” (MEM, 2018, p.4).

2.3.5. Energía geotérmica

Como ya se indicó con anterioridad, el suelo y subsuelo, también forman parte de los recursos naturales renovables, de los cuales también su valor energético resulta importante.

Como autoridad competente en el desarrollo y control de políticas energéticas en el país, el Ministerio de Energía y Minas de Guatemala, ha tenido a bien determinar que: “Es aquella energía que se obtiene mediante el aprovechamiento del calor del interior de la tierra y que puede ser utilizada para la producción de energía eléctrica y otros usos. La energía geotérmica consiste en reservorios de roca porosa y permeable, en la cual por circulación de vapor o agua caliente se desarrolla un sistema de convección” (MEM, 2018, p.4).

2.4. Indicadores económicos

Son todos aquellos datos o caracteres provenientes de cálculos matemáticos y estadísticos, que contribuyen, facilitan el estudio, análisis y condiciones de una economía. Como su nombre lo indica son indicadores con el que se puede evaluar el rendimiento o comportamiento de la economía en un periodo de tiempo determinado, así como, pueden ser utilizados para llevar a cabo proyecciones.

De la misma manera, los indicadores económicos se pueden definir como: “cifras que nos muestran las características de la economía y cómo esta va cambiando a través del tiempo”, (Instituto Nacional de Estadística de Chile, [INE], s.f.)

Los temas económicos sin duda alguna son temas por demás inquietantes, sobre todo porque están presentes en buena parte de la vida cotidiana, sino es que es su totalidad, sin que nos demos cuenta, nos encontramos a cada momento realizando comparaciones, estimaciones, cálculo, mediciones, proyecciones, negociaciones, compra, venta de bienes y servicios, de acuerdo a distintos niveles de precios, partiendo de una premisa importante y fundamental como lo es que, los recursos son escasos, son finitos y limitados.

En un contexto académico, el uso de herramientas de análisis es de gran ayuda e importancia, debido a que contribuyen de manera ordenada y sistemática al análisis de una situación prevista, en tal sentido los indicadores económicos como herramienta de análisis, serán de utilidad para el presente trabajo.

Entre los indicadores económicos que podemos mencionar se encuentran: la demanda, la oferta, la balanza de pagos, el producto interno bruto, entre otros.

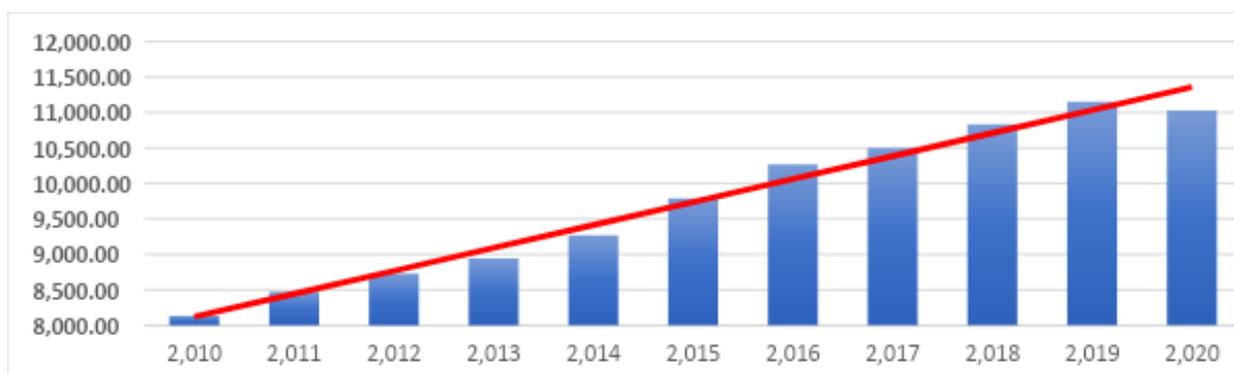
2.4.1. Demanda

El estudio de la oferta y la demanda no es reciente, es más, se remonta a la época de estudio de la economía conocida como los clásicos, es decir su análisis data de mediados de los años 1,700, con exponentes como Adam Smith, David Ricardo, Ricardo Cantillo, Alfred Marshall, entre otros, quienes, con sus trabajos académicos, dan inicio al estudio de la economía, y en especial centraron lo que hoy conocemos como la ley de oferta y demanda.

Para fines del presente trabajo, se procederá únicamente a definir cada uno de los conceptos por separado. En este sentido, la definición de la demanda puede estar expresada como "las cantidades de un producto que los consumidores están dispuestos a comprar a los posibles precios del mercado" Fisher, (2,017, p.240).

En la gráfica siguiente, se muestran los datos totales de la demanda de energía eléctrica, en un periodo de diez años comprendidos de 2,010 a 2,020, que permite observar la evolución en el tiempo y la tendencia de crecimiento.

GRÁFICA No. 2.1
DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN GWH



Fuente: elaboración propia con información del AMM

Como se menciona en el texto anterior y como se aprecia en la gráfica, la curva de demanda de energía eléctrica, muestra una curva creciente constante, es decir que el crecimiento evidenciado es sostenido, lo que está directamente relacionado con el crecimiento de la población y la economía del país, por lo que la lógica y tendencia esperada es que continúe con el comportamiento mostrado a lo largo del período evidenciado en la gráfica, tendencia que continúa a la fecha.

Como se puede determinar en la gráfica mostrada, la demanda de energía eléctrica para el año 2,010, se encontraba en 8,113.6 GWs, mostrando un crecimiento sostenido a lo largo del período analizado, llegando a situarse en el año 2,019 en 11,154 GWs en el año, evidenciando una leve reducción el año 2,020, como consecuencia de las medidas adoptadas por el gobierno del país, para retrasar los contagios derivados de la pandemia de la COVID-19, que dieron como resultado una contracción de la economía en general, situación que no fue aislada, sino que mostró un comportamiento muy parecido al resto de las economías del planeta.

La demanda en primera instancia, es la que da la pauta para estructurar las políticas de energía eléctrica a emplear en el país, políticas que están a cargo de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica –CNEE-, y que tienen su fundamento en las estimaciones y proyecciones de demanda modeladas, que deberá de cubrirse en el corto, mediano y largo plazo.

Con las estimaciones de la demanda, se plantean las estrategias para crear los mecanismos y orientación en cuanto al tipo de tecnología a privilegiar en la oferta, para que de esta manera se pueda tener garantizado el servicio.

2.4.2. Oferta

Como en el caso de la demanda, la oferta es un tema discutido desde el tiempo de los clásicos de la economía, y de igual manera se materializa en el mercado, en concordancia con los niveles de demanda y de precio.

De acuerdo con lo anterior, se puede mencionar que “la oferta, en economía, es la cantidad de bienes y servicios que los oferentes están dispuestos a poner a la venta en el mercado a unos precios concretos” Pedrosa (2,015, 1er. párrafo).

En lo que respecta a la oferta de energía eléctrica en Guatemala, desde sus inicios, ha mostrado siempre un comportamiento creciente, lo que resulta lógico de entender, en virtud de que el consumo de energía eléctrica, desde su descubrimiento representó un gran avance en las sociedades.

Guatemala no ha sido la excepción, la oferta de energía eléctrica, se comporta de manera proporcional a la necesidad de servicio o bien a la demanda del mismo, ya

que, desde los registros de las primeras generadoras de energía eléctrica, la oferta no ha dejado de mostrar crecimiento.

En tal sentido el cuadro 2.1. muestra el comportamiento de la oferta de energía eléctrica a lo largo de un periodo comprendido entre el año 2,010 y el 2,020, por tipo de generación, lo que evidencia también cómo ha variado la proporción por tipo de generación a lo largo del período observado.

Cuadro No. 2.1
Oferta de energía eléctrica

GENERACIÓN POR TIPO DE RECURSO	2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015	2,016	2,017	2,018	2,019	2,020
Hidroeléctrica	3,767.04	4,094.41	4,438.23	4,630.84	4,830.77	3,868.90	3,972.20	5,765.33	5,190.98	4,381.13	5,816.54
Geotérmica	259.31	237.08	245.63	212.35	246.60	251.50	289.10	253.05	249.75	262.14	273.86
Eólica	-	-	-	-	-	107.29	215.07	218.06	319.50	330.78	312.68
Solar	-	-	-	-	-	137.29	179.43	198.20	208.31	233.41	221.51
Biomasa	-	-	-	-	-	-	-	1,577.67	1,735.90	1,848.78	1,717.96
Biogás	-	-	-	-	-	-	-	17.56	26.33	24.67	29.97
Recursos Renovables	4,026.35	4,331.49	4,683.86	4,843.19	5,077.37	4,364.99	4,655.80	8,029.86	7,730.78	7,080.90	8,372.51
Gas Natural	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	5.70
Carbon Mineral	-	-	-	-	-	-	-	3,059.52	3,902.72	3,900.49	1,857.20
Coque de Petróleo	-	-	-	-	-	-	-	0.00	507.75	752.90	651.43
Bunker	-	-	-	-	-	-	-	395.47	379.22	492.28	230.26
Diesel	3.53	29.37	8.92	4.67	3.50	10.70	5.40	5.05	1.93	1.66	4.96
Motores Reciprocantes	1,861.88	1,793.82	1,753.46	1,259.97	1,224.80	1,428.80	981.30	-	-	-	-
Cogeneradores (T. vapor)	978.90	897.60	1,007.50	1,521.00	1,731.70	2,531.10	2,746.10	-	-	-	-
Turbinas de vapor	1,043.40	1,094.30	1,249.80	1,539.80	1,743.27	1,966.40	2,489.10	-	-	-	-
Recursos No Renovables	3,887.71	3,815.09	4,019.68	4,325.44	4,703.27	5,937.00	6,221.90	3,460.04	4,791.62	5,147.33	2,749.55
TOTAL	7,914.06	8,146.58	8,703.54	9,168.63	9,780.64	10,301.99	10,877.70	11,489.90	12,522.39	12,228.23	11,122.06

Fuente: elaboración propia con información del AMM.

El cuadro anterior, resulta ser sumamente interesante, sobre todo porque brinda de manera sintética, información valiosa de analizar, como por ejemplo la totalidad de energía generada a lo largo de los años, mostrando un comportamiento siempre al alza, lo que denota que la política y la generación está garantizando la demanda del servicio.

Por otra parte, demuestra cómo está conformada la generación total del país, es decir entre tipo de energía renovable y no renovable, así también evidencia, el cambio en la forma de presentar la información, lo que queda evidenciado a partir del año 2,017,

donde se utiliza otra forma de presentar los tipos de energía y también se observa la incorporación de nuevas tecnologías al sistema nacional interconectado.

Por último, pero no menos importante se puede apreciar, cómo a lo largo de los años se han ido perfilando las energías renovables por arriba de la producción de las energías no renovables, lo que evidencia una tendencia a generar energía eléctrica con fuentes renovables, que resultan al final, menos costosas, en cuanto a costos de producción, y no contaminantes, lo que pueda traducirse en prácticas más amigables con el planeta.

2.5. Institucionalidad Creada con el Decreto 93-96, Ley General de Electricidad

Para el correcto funcionamiento del sub sector eléctrico, resulta necesario contar con la institucionalidad que permita a los diferentes actores, contar con los soportes, reguladores y administradores, que garanticen las condiciones para poder operar y generar en el país, en tal sentido, el presente apartado, pretende dar a conocer parte de la institucionalidad creada a partir de la promulgación de la Ley General de Electricidad.

2.5.1 Mercado Mayorista –MM-

Como parte de la institucionalidad creada a partir de la etapa conocida en algunos textos como de modernización del sistema eléctrico en Guatemala, el Mercado mayorista, está definido en el Artículo 6, de Ley General de Electrificación, Decreto 93-96, como: “el conjunto de operaciones de compra y venta de bloques de potencia y energía que se efectúan a corto y a largo plazo entre agentes del mercado”, en este sentido se puede mencionar que es el espacio e instancia, donde se llevan a cabo las compra y venta de energía eléctrica (Decreto No. 93-96, 1,996).

2.5.2 Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE-

Como parte de la institucionalidad creada, con la finalidad de velar por el cumplimiento de la normativa, se tiene a la Comisión Nacional de Energía, como el órgano de mayor jerarquía que está constituido como un órgano técnico del Ministerio Energía y Minas,

cuyas funciones se encuentran detalladas en el Artículo 4 de dicho cuerpo normativo, el que está redactado de la siguiente manera:

ARTÍCULO 4.-

- a) Cumplir y hacer cumplir la presente ley y sus reglamentos, en materia de su competencia, e imponer las sanciones a los infractores;
- b) Velar por el cumplimiento de las obligaciones de los adjudicatarios y concesionarios, proteger los derechos de los usuarios y prevenir conductas atentatorias contra la libre competencia, así como prácticas abusivas o discriminatorias;
- c) Definir las tarifas de transmisión y distribución, sujetas a regulación de acuerdo a la presente ley, así como la metodología para el cálculo de las mismas;
- d) Dirimir las controversias que surjan entre los agentes del subsector eléctrico, actuando como árbitro entre las partes cuando éstas no hayan llegado a un acuerdo.
- e) Emitir las normas técnicas relativas al subsector eléctrico y fiscalizar su cumplimiento en congruencia con prácticas internacionales aceptadas;
- f) Emitir las disposiciones y normativas para garantizar el libre acceso y uso de las líneas de transmisión y redes de distribución, de acuerdo a lo dispuesto en esta ley y su reglamento. (Decreto 93-96, de 1,996).

2.5.3 Administrador del Mercado Mayorista -AMM-

La legislación guatemalteca, en materia de energía, es considerada en ámbitos internacionales como moderna, sobre todo por la forma de cómo está constituido el ente regulador, institucionalidad que es tratada en el artículo 44, que da vida al AMM como: “una entidad privada, sin fines de lucro. Entre los objetivos más importantes del AMM son la operación del Sistema Nacional Interconectado y administrar el Mercado Mayorista con objetividad y máxima transparencia” (Decreto 93-96, 1,996).

2.6 Cambio climático

Resultará curioso encontrar el tema del cambio climático en el presente trabajo, sin embargo resulta ser de vital importancia, en virtud de que en sí mismo engloba una serie de condiciones actuales y a futuro que determinan muchas de las acciones a futuro por parte de las naciones, que sin duda alguna impactarán en las condiciones

de la oferta y la demanda de energía eléctrica enfocada estrictamente en recursos renovables, con el consecuente cambio en los patrones de vida y consumo de la población.

En este contexto, es importante conocer qué se entiende por cambio climático y como el presente trabajo sostiene una relación con el tema, sobre todo partiendo de la ratificación por parte de Guatemala del Acuerdo de París, en donde las distintas naciones firmantes asumen compromisos y en el caso guatemalteco se puede obtener apoyo técnico y financiero para dar cumplimiento a dichos principios.

En los últimos años, el tema ambiental ha tomado mayor relevancia, situación que conlleva implicaciones en el ámbito económico mundial, en tal sentido se entiende que, “el cambio climático es una variación en el clima que es atribuido directa o indirectamente a las actividades humanas que altera la composición global de la atmósfera y a la variabilidad climática que ha sido comparada con otros periodos de tiempo” (Fondo Mundial para la Naturaleza, [WWF], primer párrafo)

En tal sentido de acuerdo con la fuente consultada el mundo presenta variaciones climáticas debido a que “El cambio de temperatura actual está sucediendo en un espacio de tiempo muy corto, esto se vincula al aumento en la concentración de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) como el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), vapor de agua (H₂O), ozono (O₃) y óxido nitroso (N₂O)” (WWF, segundo párrafo).

Sin duda alguna, dichos efectos ya se dejan sentir en el clima a nivel mundial, en tal sentido existe una serie de iniciativas encaminadas a contrarrestar dichos efectos que son reales y palpable, en tal sentido la tendencia de la generación de energía eléctrica se está orientando a aquellas tecnologías que garantice un adecuado manejo de los recursos y no contaminen.

2.7. Herramientas y fórmulas de evaluación financiera

Cuando se plantea la idea de creación de una empresa, en todo momento se considera que la misma generará ingresos suficientes, que se traducirá en rentabilidad y una ganancia para los socios que contribuyeron con la inversión.

Bajo ese criterio, es de vital importancia tener presente en todo momento el comportamiento financiero de la entidad, considerando la mayor cantidad de

situaciones posibles, tratando con ello de apegarse lo más que se pueda a la realidad a la que estará sometida la entidad en el mercado en que se ubique.

Es por ello que los encargados de realizar y llevar a cabo los análisis financieros, cuenten con los conocimientos y herramientas necesarias que les permitan identificar en todo momento, el rendimiento de la entidad, así como, modelar las condiciones financieras que pueda presentar la entidad en el futuro. Entre las herramientas de apoyo podemos encontrar los flujos de efectivo, el valor actual neto, la tasa interna de retorno, y el periodo de retorno de la inversión, que, sin duda, contribuirán al análisis de los niveles de rentabilidad y viabilidad financiera de la entidad.

En tal sentido, la evaluación financiera permite comparar, como se afirma “mediante distintos instrumentos, si el flujo de caja proyectado permite al inversionista obtener la rentabilidad deseada, además de recuperar la inversión. Los métodos más comunes corresponden al valor actual neto, la tasa interna de retorno, el periodo de recuperación de la inversión, la relación beneficio costo y la relación costo-efectividad” Sapag (2,011, p.229).

En este contexto, la evaluación financiera brindará información para determinar la rentabilidad de la inversión, cuantificar y determinar el punto en que los costos pueden ser cubiertos, y poder comparar diferentes escenarios.

2.7.1 Flujos de efectivo

Para obtener en forma figurada una radiografía de las condiciones de solvencia de una entidad, recurrimos a los ingresos y salidas en efectivo de la entidad, es decir lo que se conoce como flujo de efectivo.

Es un estado financiero básico, que tiene como propósito proporcionar información relevante sobre los ingresos y egresos de efectivo de una entidad durante un período, además, informa mostrando por separado, los cambios en las actividades de operación, actividades de inversión y actividades de financiación.

Como bien es sabido, el flujo de efectivo resulta ser de suma importancia para una empresa afirmando que: “el flujo de efectivo o cash flow en inglés, se define como la variación de las entradas y salidas de dinero en un período determinado, y su información mide la salud financiera de una empresa” Vásquez (2015, primer párrafo).

En este sentido la importancia del Estado de Flujos de Efectivo radica en que permite a la entidad conocer cómo se genera y utiliza el dinero y sus equivalentes en la administración del negocio, para lo cual se pueden identificar tres actividades como se ha mencionado, que integrarán los flujos y son: actividades de operación, de inversión y de financiación.

En tal sentido, con la información de la solvencia, liquidez o iliquidez de la entidad, se pueden tomar las decisiones necesarias y pertinentes, con información concreta y crear las políticas, con debido tiempo, así como, modelar las proyecciones y evaluar los niveles de rentabilidad de la entidad para un periodo estipulado.

2.7.2. Valor actual neto –VAN-

Cuando deseamos analizar y evaluar el rendimiento de una inversión, recurrimos a métodos financieros como lo es el VAN, el que se ha constituido como uno de las herramientas más utilizados y reconocidas al momento de evaluar un proyecto.

En tal sentido, se puede mencionar que el VAN mide el excedente resultante después de obtener la rentabilidad deseada o exigida y después de recuperar toda la inversión. Para ello, calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja, proyectados a partir del primer periodo de operación, y le resta la inversión total expresada en el momento 0.” Sapag (2,011, p. 300).

De acuerdo con Besley y Brigham, la fórmula para calcular el valor actual neto es la siguiente:

Cuadro No. 2.2

Fórmula de Valor Actual Neto

$$VAN = FE_0 + \frac{FE_1}{(1+r)^1} + \frac{FE_2}{(1+r)^2} + \frac{FE_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{FE_n}{(1+r)^n} = 0$$

FE₀ = Inversión inicial.

FE_n = Flujo neto de efectivo de cada período.

r = Tasa de descuento.

n = Tiempo

Elaboración propia con base a Besley y Brigham (2009, p.149).

Lo interesante de este método, consiste en que, si el resultado es mayor a cero, evidenciará el margen de ganancia que se obtiene por arriba de la recuperación de la inversión y la tasa requerida, lo que permitiría de conformidad con las características del proyecto, ajustar la tasa requerida hacia el alza, hasta que el VAN resultante se iguale o esté cercano a cero.

Por el contrario, si el valor resultante es menor a cero, es decir un valor negativo, evidenciará por un lado que la tasa requerida no será alcanzada, puede ser que sea muy alta, aun y cuando se recupere la inversión, o bien que el proyecto no es viable es decir que no lograr recuperar la inversión, incumpliendo con sus obligaciones.

2.7.3. Tasa interna de retorno –TIR-

La TIR es otra de las fórmulas financieras, de amplia utilización, que regularmente va de la mano con el VAN, ambos son fundamentales para la evaluación de proyectos.

La tasa interna de retorno, como su nombre lo indica mide la rentabilidad del proyecto como porcentaje, permitiendo identificar el grado de rentabilidad que se obtendrá en el proyecto y que orienta a los proyectista, inversores y evaluadores, sobre el comportamiento que tendrá el proyecto expresado en porcentajes, información que puede ser empleada para evaluar la tasa requerida o de descuento.

La relación existente entre VAN y TIR, está expuesta por de la siguiente manera: “Si el VAN es 0, se gana exactamente lo que se quería ganar, por lo que la TIR es igual a la tasa de descuento; si el VAN es positivo, la TIR es mayor que la tasa de descuento, por cuanto se gana más de lo exigido; y si el VAN es negativo, la TIR es menor que la tasa de descuento exigida al proyecto” Sapag (2,011, p.303).

En términos prácticos, se puede expresar que la TIR es el valor de la tasa de descuento que iguala el VAN a cero y entre los criterios de sedición se tiene:

Si la TIR es mayor que el costo de capital, el proyecto se aceptará.

Si la TIR es menor que el costo de capital, el proyecto se rechaza.

2.7.4. Periodo de recuperación de la inversión –PRI-

Como parte importante de toda inversión, el periodo de recuperación de dicha inversión es clave para la evaluación de la rentabilidad y apreciación del proyecto.

Es por mucho conocido que el PRI, se constituye como “el tercer criterio más usado para evaluar un proyecto y tiene por objeto medir en cuánto tiempo se recupera la inversión, incluyendo el costo de capital involucrado” Sapag, (2,011, p. 307).

Otra forma de poder definir el periodo de recuperación está dada por la afirmación siguiente: el PRI “es el tiempo requerido para que una compañía recupere su inversión inicial en un proyecto, calculado a partir de las entradas de efectivo”, Gitman. Zutter. (2,012, p. 364).

Para llevar a cabo el calcularlo del periodo de recuperación de la inversión, se procede de la siguiente manera: “PRI= (Número de años antes de la recuperación total de la inversión inicial) – (Cantidad de la inversión inicial no recuperada al principio del año de recuperación / Flujo de efectivo total generado durante el año de recuperación)”, Besley, Barrigan, (2,009 p. 365).

Cuadro No. 2.3

Cálculo del período de recuperación de la inversión

Años	0	1	2	3	4
Flujo de efectivo neto	-3000	1500	1200	800	300
Flujo de efectivo neto acumulado	-3000	-1500	-300	500	800
PRI =		2	+	$\frac{300}{800}$	= 2.4 años

Elaboración propia con base a Besley y Brigham

Como se puede observar, el cálculo del periodo de recuperación de la inversión permite identificar con exactitud el tiempo que transcurrirá para que los recursos invertidos se recuperen, lo que resulta importante para la toma de decisiones de los inversionistas y los evaluadores de los proyectos, en virtud de que permite contar con este insumo para evaluar conjuntamente la viabilidad al invertir en un proyecto.

2.7.5. Índice de rentabilidad (IR)

Este índice también es muy empleado al momento de llevar a cabo una evaluación financiera de proyectos y empresas en marcha, en virtud de que permite realizar un cálculo rápido del nivel de rendimiento o de rentabilidad que se tienen respecto de los recursos invertidos.

Es una herramienta que ayuda en la toma de decisiones, tanto en proyectos independiente como en proyectos que son mutuamente excluyentes, para poder llevar a cabo lo cálculos correspondiente se presenta en el siguiente cuadro en el que se presenta la fórmula para poder desarrollarla, así como también se presentan los criterios de selección que derivan de los resultados de operar los datos ingresados a la fórmula, como se apreciar seguidamente.

Cuadro No. 2.4
Fórmula del índice de rentabilidad

<p>Índice de Rentabilidad (IR) = $\frac{\text{VAN de los flujos subsiguientes a la inversión}}{\text{inversión inicial}}$</p> <p>La aplicación del índice de rentabilidad se da de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aceptar un proyecto independiente si $IR > 1$. • Rechazar un proyecto si el $IR < 1$ • En proyectos mutuamente excluyentes, se aceptará el IR mayor

Elaboración propia con base en Ross (2,012, p.155).

Como se puede apreciar, los criterios de aceptación están dados de conformidad con el resultado obtenido, y que están directamente relacionados con la unidad, en tal sentido todo aquel proyecto que presente un resultado mayor que uno, se podrá dar por aceptado, caso contrario todo aquel proyecto que se encuentre con un valor menor a la unidad se dará por rechazado, esto cuando se está evaluando proyecto que son independientes.

En el caso en que los proyectos compiten entre sí, es decir que son mutuamente excluyentes, el criterio de selección será no solo que sean mayor que la unidad, sino aquel que presente el índice más alto.

2.7.6. Análisis de sensibilidad

El proceso de inversión tiene como finalidad que los inversionistas puedan obtener la máxima rentabilidad por el empleo de sus capitales, en ese sentido resulta lógico que tomen las medidas correspondientes y se realicen los cálculos necesarios para la reducción de los riesgos y garantizar el éxito de sus apuestas financieras.

En ese sentido, el análisis de sensibilidad pretende llevar a cabo un proceso que permita medir y cuantificar el cambio en un resultado, como consecuencia de la variación o cambio en un conjunto de variables, ya sea en términos relativos como absolutos.

Con el análisis de sensibilidad se podrá identificar aquellas variables que se identifiquen como críticas dentro del proyecto, de la misma manera se podrá determinar y dedicar esfuerzos a mejorar los procesos que ameritan mayor atención, así como, incluir o excluir variables que sean necesarias al momento de crear los escenarios.

Es tal sentido se observa la importancia de llevar a cabo el análisis de sensibilidad a sabiendas que “mide la variación que se produce en el rendimiento del resultado del proyecto de inversión (principalmente el VPN), como consecuencia de la modificación de alguna de las variables que determinan la rentabilidad o los beneficios, considerando que las demás variables no cambian” Morales. Morales (2,009, p. 249)

Entre los métodos que se utilizan para llevar a cabo el análisis de sensibilidad de los proyectos tenemos, el método informal, el árbol de decisión y el modelo Monte Carlo.

En este contexto el presente apartado teórico, servirá como elementos e insumos importantes al momento de llevar a cabo el análisis correspondiente de las condiciones de determinados indicadores económicos y con el apoyo de las herramientas financieras, para el análisis de la viabilidad y los niveles de rentabilidad que pueda presentar, la instalación de una central hidroeléctrica en el país, misma que se ha configurado como la unidad de análisis del presente trabajo.

Para lo cual será necesario el análisis de los flujos de efectivos futuros que se presente, así como el cálculo y análisis de las herramientas financieras, para dar cumplimiento a los objetivos planteados al inicio del trabajo.

3. METODOLOGÍA

El presente capítulo tiene como finalidad realizar una explicación de los procedimientos metodológicos que se emplearon, para dar cumplimiento al problema planteado que dio origen al presente trabajo, así como, el objetivo general que trata de analizar el comportamiento y composición de la oferta y la demanda de energía renovable en Guatemala, con la finalidad de determinar la viabilidad y la rentabilidad financiera, en la instalación de una central hidroeléctrica en el país.

3.1. Definición del problema

En el mundo de la economía, cada sector presenta sus propias características, el presente trabajo profesional de graduación, está considerado desde el ámbito del subsector eléctrico, por lo que resulta interesante de conocer, el comportamiento de la oferta y demanda de energía eléctrica en el país, como un factor importante en el análisis de una inversión

En ese contexto, para llevar a cabo un adecuado análisis de las condiciones financieras de una entidad generadora de energía eléctrica, es importante conocer el ámbito económico, que le permita al analista financiero, contar con mayores elementos de juicio y conocimiento, de variables que están directamente relacionada con la generación de energía.

En tal sentido el desconocimiento del comportamiento del sub sector eléctrico en Guatemala, en cuanto a la oferta y demanda de energía eléctrica, limita el análisis de la unidad financiera para contar con los elementos de valor necesarios, para evaluar la viabilidad y rentabilidad financiera, en la instalación de una central hidroeléctrica en el país.

De conformidad con el problema planteado, se generaron los siguientes cuestionamientos, que orientaron la presente investigación.

¿Cómo está constituida la oferta y demanda de energía eléctrica en Guatemala?

¿Cómo está conformada la matriz energética de Guatemala?

¿Cuál es el potencial energético renovable de Guatemala?

¿Qué situación financiera presenta la instalación de una central hidroeléctrica en el país?

¿Qué nivel de viabilidad financiera se obtendrá en la instalación de una central hidroeléctrica en el país?

¿En qué periodo de tiempo se obtendrá la recuperación de la inversión?

3.2. Objetivos

Los objetivos que se indican a continuación, muestran el propósito de la investigación y los fines o metas que se desean alcanzar, para lo cual se plantea un objetivo general y objetivos específicos los cuales guían los pasos a seguir en el desarrollo de la investigación.

3.2.1. Objetivo general

El objetivo fundamental que fue planteado para la resolución de la problemática y que se constituyó como fundamento de la investigación, quedó plasmado de la siguiente manera.

Analizar el comportamiento y composición de la oferta y la demanda de energía renovable en Guatemala, con la finalidad de determinar la rentabilidad financiera, en la instalación de una central hidroeléctrica en el país.

3.2.2. Objetivos específicos

Para llevar a cabo de manera correcta el proceso de investigación, fue necesaria la formulación de objetivos específicos, que delimitan las líneas de acción y contribuyen con dicho proceso, dándole soporte al cumplimiento del objetivo general de los cuales se tienen los siguientes:

- 1) Determinar cómo está estructurada la oferta y demanda de energía renovable en el país.
- 2) Establecer cómo está distribuida la matriz energética en Guatemala.
- 3) Determinar el potencial energético renovable hídrico en Guatemala.
- 4) Realizar un análisis financiero de los flujos de efectivo proyectados, de la entidad, para determinar su viabilidad financiera.

- 5) Determinar la viabilidad financiera en la instalación de una nueva central hidroeléctrica, a partir del análisis del Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno.
- 6) Determinar el período de recuperación estimado para la inversión.

3.3. Diseño de la investigación

El diseño de investigación muestra la estrategia seleccionada para captar y analizar la información que apoyó el desarrollo de la presente investigación. A través de un diseño no experimental, se buscó identificar, las condiciones de oferta y demanda de energía eléctrica dada en determinado periodo de tiempo, evaluar y determinar la viabilidad financiera en la instalación de una central hidroeléctrica, así como, evaluar su nivel de rentabilidad.

3.3.1. Unidad de análisis

La energía eléctrica, es uno de los servicios contemplados como esenciales, para el desarrollo de la humanidad, tanto que es parte importante en la evaluación del índice de desarrollo humano de una sociedad.

El presente estudio, tuvo a bien llevar a cabo el análisis para la instalación de una central hidroeléctrica en Guatemala, evaluando las características propias de la oferta y demanda del sector, así como, determinar la viabilidad financiera y de rentabilidad de la entidad.

3.4. Período histórico

Para efectos del presente trabajo se llevó a cabo el análisis de un periodo de tiempo de diez años para el análisis de la oferta y demanda de energía eléctrica en Guatemala, así como, se analizó los flujos de efectivo proyectados a 12 Años.

3.5. Ámbito geográfico

Para dar cumplimiento al objeto del presente trabajo, la investigación se llevó a cabo en el país de Guatemala.

3.6. Universo y muestra

Para los fines del presente trabajo, se tomó como unidad de análisis la instalación de una central hidroeléctrica, en Guatemala.

Por el tipo de análisis, no fue necesario el empleo de muestras.

3.7. Técnica e instrumentos aplicados

En esta sección trata las técnicas e instrumentos utilizados para la recopilación y análisis de la información requerida para dar respuesta a la problemática identificada.

3.7.1. Técnicas e instrumentos documentales

En esta sección, se tratan las técnicas e instrumentos utilizados para la recopilación y análisis de la información requerida para dar respuesta a la problemática identificada.

Con las técnicas e instrumentos documentales, se sustentó teóricamente el presente estudio y con esto se contribuyó a la construcción de los antecedentes y el marco teórico, esto por medio de la revisión exhaustiva de fuentes documentales que permitieron conocer información de importancia que sirvió de insumos y elementos de juicio, procediendo con la elaboración de resúmenes, síntesis y subrayado, para procesar los datos que sirvieron para el análisis propio que permitió cumplir con el alcance del objetivo general de la investigación.

3.7.2. Técnica de análisis de documentos

Una parte fundante del proceso de investigación, lo constituye la revisión y análisis de documentos, tanto físicos como electrónicos, que dan el contenido teórico y elementos fundamentales que soportaron el presente trabajo de investigación empírica.

En lo concerniente al primer objetivo específico, que pretende determinar de qué manera se encuentra estructurada la oferta y a demanda de energía eléctrica renovable en el país, se empleó como técnica el análisis de documentos físicos como digitales, de dicha cuenta, fue necesaria la utilización de instrumentos de campo que contribuyeron al proceso de recolección de información, para lo cual se empleó listas de cotejo, para recabar información de la demanda como de la oferta, recurriendo al

análisis de información del comportamiento que tuvo la demanda en el período de once años, comprendidos del año 2,010 al 2,020.

Para dar cumplimiento al segundo objetivo específico, donde se estipuló la determinación de la distribución de la matriz energética en el país, fue necesario el empleo de la técnica de análisis de documentos físicos y electrónicos, que contribuyó a la realización del presente trabajo, para lo cual se utilizó el instrumento científico denominado lista de cotejo, para la recolección y compilación sistemática de la información, determinando la distribución del tipo de energía eléctrica empleada en un año.

El potencial energético renovable en el país, formó parte del objetivo tercero, en tal sentido fue necesario el empleo de la técnica de análisis documental, así como, el empleo de una lista de cotejo, como instrumento de investigación, que sirviera para el vaciado y compilación de información importante, para lo cual se acudió a los cálculos realizados por las autoridades competentes, que determinaron con base a estudios técnicos dicho potencial.

El objetivo cuarto, tenía como finalidad determinar la viabilidad financiera de la entidad estudiada, para lo cual fue necesario el empleo de técnicas como estimaciones y cálculos financieros, empleando como instrumento, los flujos de efectivo proyectados.

Continuando con el desarrollo del trabajo, el objetivo quinto estaba estructurado de tal manera que complementará los hallazgos y resultados obtenidos del objetivo anterior, tratando de comprobar la viabilidad financiera y la rentabilidad financiera en la instalación de una central hidroeléctrica, utilizando como técnica la estimación y cálculo financieros, valiéndonos de los instrumentos financieros como: flujos de efectivo proyectados, fórmulas financieras como el VAN, TIR, e índice de rentabilidad.

De igual manera, para brindar respuesta a lo planteado en el objetivo específico sexto, fue necesario utilizar como técnica de investigación, cálculos financieros, y como instrumento se empleó fórmulas financieras que contribuyeron con el objetivo no sólo específico, sino que general del presente trabajo, como el periodo de recuperación de la inversión o *payback*.

3.8. Resumen del procesamiento aplicado

El proceso de investigación empleada en el presente trabajo, se enmarca dentro del ámbito de la investigación aplicada, de carácter no experimental, con un enfoque mixto, para lo cual se efectuó la combinación de análisis, cuantitativo e interpretativo, con predominancia cuantitativa.

Como parte del procedimiento lógico para el presente trabajo, se partió de la estructuración de tres momentos fundamentales para la investigación científica, partiendo de las tres fases del método científico, como lo son: la fase indagadora, la fase demostrativa, así como, la fase expositiva.

- a) **Fase indagadora:** entendida esta como el momento en donde se procede a la revisión de documentos y análisis de todo aquel insumo necesario para brindarle soporte y fundamento a la investigación, para lo cual fue necesaria el empleo de fuentes primaria y secundaria, documento físicos y electrónicos, de tal manera de contar con la información adecuada.
- b) **Fase descriptiva:** es en esta fase, que luego de la compilación de la información los distintos tipos de análisis empleados, se procede a estructurar y afinar los resultados, mediante el empleo de un proceso estructurado que da como resultado el presente trabajo de investigación.
- c) **Fase Explicativa:** es el momento donde se logra aterrizar en conclusiones y se comprueban las premisas, es decir, que damos paso a los resultados del análisis realizado, dando cumplimiento a los objetivos que dieron origen a la investigación, para lo cual fue necesario el empleo de técnicas e instrumento que brindaron el soporte necesario, para el proceso de análisis y determinación de los resultados.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente capítulo tiene por finalidad, llevar a cabo un análisis mixto, interpretativo, con predominancia cuantitativa, para dar respuesta al objetivo general del presente trabajo, el que busca analizar el comportamiento y composición que tiene la oferta y la demanda de energía eléctrica renovable en Guatemala, de tal manera que se pueda determinar la viabilidad y rentabilidad financiera en la instalación de una central hidroeléctrica en el país.

Para tal efecto fue necesario realizar un proceso análisis documental que diera soporte al planteamiento, en tal sentido fue necesario el empleo de técnicas de investigación científica, que permitiera con la ayuda de instrumentos brindar el soporte necesario para dar cumplimiento a los objetivos específicos del presente trabajo profesional.

4.1. Oferta y demanda de energía eléctrica

La importancia de este apartado, radica en primera instancia en la necesidad de dar respuesta al primer objetivo específico, el que pretende determinar cómo es que se encuentra estructurada la oferta de energía en el país, de la misma manera el tema resulta de vital importancia para el análisis de las unidades o profesionales financieros, en virtud de que el conocimiento del comportamiento de la oferta y demanda es clave para el éxito de las inversiones.

4.1.1. Oferta

Como se sabe, y se verá más adelante, la oferta de energía eléctrica en Guatemala, está constituida por un conglomerado de generadores, que participan con distintos tipos de generación, los que se pueden agrupar de acuerdo a la tecnología que utilicen, así como, por los recursos naturales que empleen.

En este sentido, el cuadro siguiente, muestra cómo es que está constituida la oferta de energía eléctrica, en un periodo de análisis de diez años, de acuerdo al tipo de recurso, es decir se hace una distinción de la generación de energías entre renovables y no renovables.

Cuadro No. 4.1
Guatemala, Hidroeléctrica II, S.A.,
oferta de energía eléctrica por tipo de generación, período 2010-2020

GENERACIÓN POR TIPO DE RECURSO	2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015	2,016	2,017	2,018	2,019	2,020
	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH	GWH
Recursos Renovables	4,026.35	4,331.49	4,683.86	4,843.19	5,077.37	4,364.99	4,655.80	8,029.86	7,730.78	7,080.90	8,372.51
Recursos No Renovables	3,887.71	3,815.09	4,019.68	4,325.44	4,703.27	5,937.00	6,221.90	3,460.04	4,791.62	5,147.33	2,749.55
TOTAL	7,914.06	8,146.58	8,703.54	9,168.63	9,780.64	10,301.99	10,877.70	11,489.90	12,522.39	12,228.23	11,122.06

Fuente: elaboración propia con información de AMM

Como se puede observar en el cuadro anterior, la oferta de energía eléctrica, ha mostrado un comportamiento creciente, exceptuando el año 2,020, el que sin duda alguna refleja una contracción propia vivida como consecuencia de las medidas adoptadas por el gobierno, con el objetivo de retrasar y limitar los niveles de contagio frente a la pandemia suscitada por la COVID-19 y cuyos efectos se evidencian a partir del segundo trimestre del año, resultando en un menor consumo de energía eléctrica al final del año, afectando de manera directa la oferta de dicho servicio considerando que se genera únicamente la energía que es demandada.

Lo interesante del cuadro anterior, es que presenta una relación entre los tipos de generación, es decir, se evidencia como la tendencia mundial, hacia lo renovable y amigable con el planeta, los protocolos de buenas prácticas ambientales, así como, los compromisos para hacer frente a los efectos causados por el cambio climático, son relevantes para el país y es aplicable a las fuentes de generación de energía eléctrica.

A partir de la promulgación de la Ley de General de Electricidad en el año de 1,996, se llevó a cabo un proceso denominado de modernización del Sub sector eléctrico, abriendo la posibilidad para la inversión de distintas fuentes de generación, con énfasis en las energías renovables, lo que es evidente al observar cómo la tendencia creciente de la generación de energía renovable, pasa de 4,026.35 GWh generados en el año 2,010 a 8,372.51 GWh, en el año 2,020, lo que demuestra el salto cualitativo en pro de las energías renovables no contaminantes, a diferencia de lo que sucede

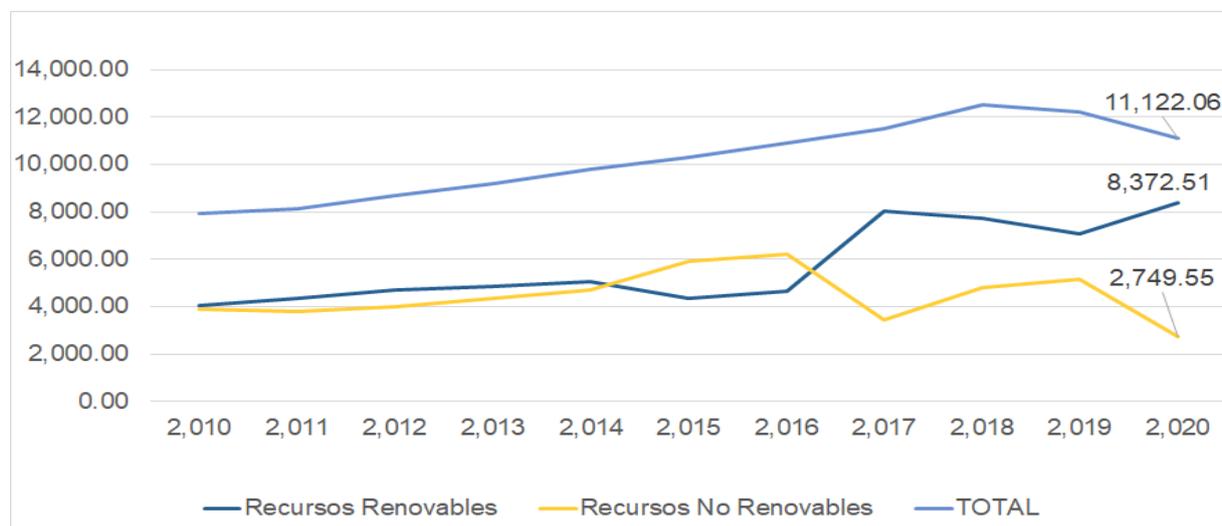
con la generación con recursos no renovables, que pasa de 3,887.71 GWh generados en el año 2,010 a generar 2,749.55 en el 2,020.

En este contexto, se puede inferir que el crecimiento de la oferta de energía eléctrica, ha sido cubierto en buena medida, por energía renovable, viéndose incrementada en relación directa con el crecimiento de la demanda.

En la gráfica siguiente, se puede observar el comportamiento de la oferta de energía eléctrica, mediante curvas, que representan la generación renovable y no renovable, permitiendo comprobar de manera gráfica lo mencionado con anterioridad, que el crecimiento de la oferta de energía eléctrica, se ha dado por el lado de la generación con recursos renovable y dentro de ellos, las hidroeléctricas han demostrado mayor dinamismo, es decir la construcción y puesta en marcha de centrales hidroeléctricas, ha permitido la cobertura de la demanda, de manera sostenida y mostrando un comportamiento creciente.

Gráfica No. 4.1.

Guatemala, Hidroeléctrica II, S.A., generación por tipo de recurso, expresado en GWh, período 2010 - 2020



Fuente: Elaboración propia con información del AMM

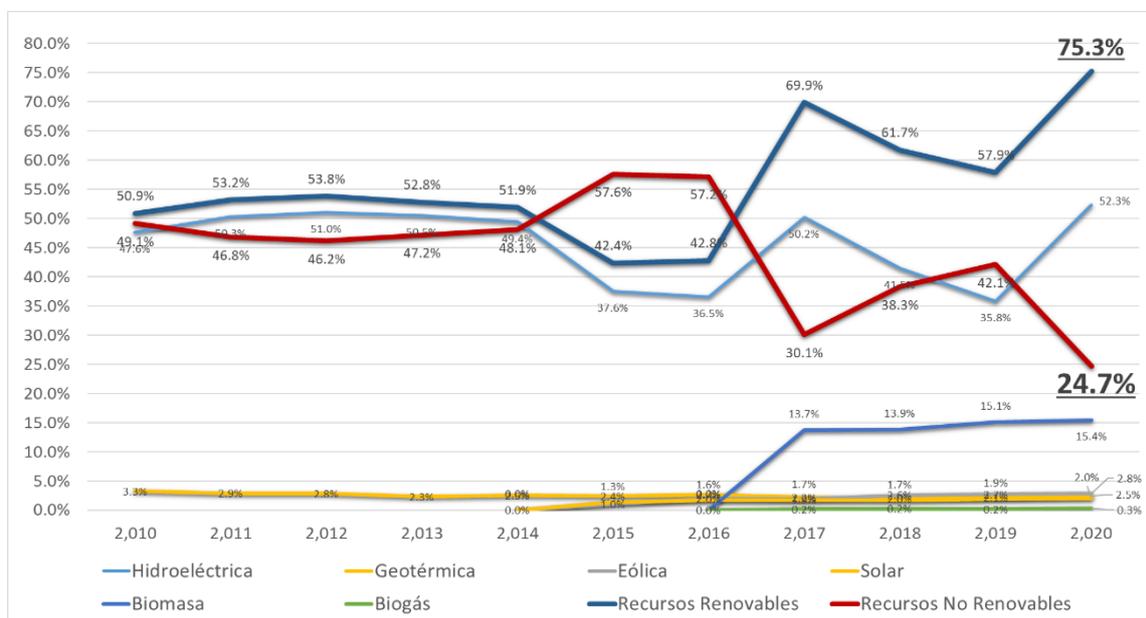
En la gráfica anterior, se puede observar cómo a partir del año 2,015 la energía eléctrica estuvo practicante soportada por una mayor generación no renovable, lo que tiene efectos en los precios al consumidor, al poseer costos de producción más altos, en virtud de depender de los precios internacionales de los combustibles, así como,

encontrarse a merced de la volatilidad que puedan presentar, de la misma manera en dicho cuadro se puede constatar, como en el año 2016 se presenta como el punto donde se las curvas de generación se intersecan, dando paso al crecimiento de la generación de energía eléctrica renovable, en parte por la incorporación de nuevas tecnologías como la solar y eólica, con el consecuente descenso de la generación con fuentes no renovables.

La gráfica que se observa seguidamente, muestra el comportamiento de la generación de energía eléctrica total y la composición de las energías renovables, evidenciando como se había comentado que, dentro de las energías renovables las hidroeléctricas toman un papel importante en la oferta, mostrando un comportamiento muy correlacionado con la curva de oferta total, de lo que podemos inferir que el crecimiento de la oferta ha sido cubierto en buena medida con la generación de hidroeléctricas.

Gráfica No. 4.2

Guatemala, Hidroeléctrica II, S.A., composición de la oferta de energía eléctrica renovable, período 2010-2020



Fuente: Elaboración propia con importación del AMM

Como se observa en la gráfica, es evidente como en el año 2010, la participación de las fuentes renovables y no renovables, se encontraban en condiciones muy parecidas de generación (50.9% y 49.1%), sin embargo, a lo largo de los años la participación de las fuentes renovables se ha incrementado, al punto de que al 2020, del total de

generación anual, el 75.3 corresponde a la generación renovable y el 24.7% a fuentes no renovable, lo que demuestra la apuesta de la política energética del país, misma que se encuentra acorde con la tendencia mundial, de darle una mayor prioridad a prácticas amigables con el ambiente.

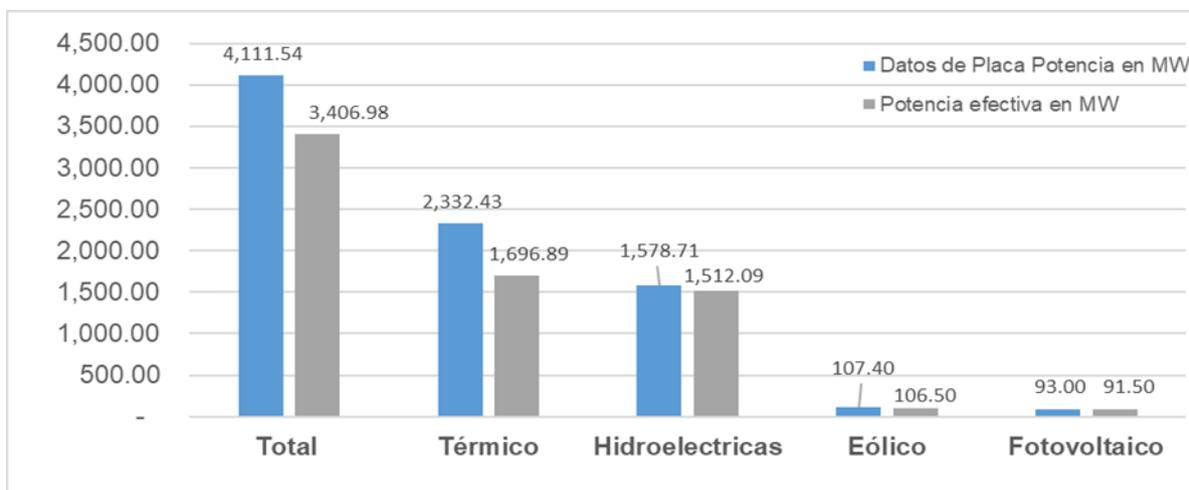
Resulta interesante, constatar que, del total de la generación de energía eléctrica del 2,020, el 52% corresponde a generación por medio de centrales hidroeléctricas, y el 15% por medio de biomasa, incorporándose en el año 2,015 la generación eólica y por centrales fotovoltaicas o solares con una participación en el 2,020 de 2.8% y 2% respectivamente, por su parte la geotérmica ha mantenido como se aprecia en la gráfica un comportamiento estable y sostenido en la década observada.

En tal sentido, observando los cuadros y gráficas anteriores, donde se muestra el comportamiento que ha tenido la oferta de energía en el periodo de tiempo analizado, resulta muy probable que el crecimiento que muestre la oferta de energía en el futuro, pueda ser cubierto con fuentes renovables, partiendo de la tendencia mundial que se ha volcado hacia fuentes energéticas renovables, los compromisos asumidos por el país en temas ambientales y de desarrollo, que engloban buenas prácticas ambientales, así como, compromisos asumidos para enfrentar los efectos causados por el cambio climático.

4.1.1.1. Capacidad efectiva

Cuando se hace referencia a la capacidad instalada, se está hablando de la capacidad para la que fue diseñado el generador, mientras que la capacidad efectiva equivale a la potencia real que dicho generador puede entregar, y que en conjunto todos los generadores constituyen la capacidad con que cuenta el país para hacer frente a la demanda de energía eléctrica, en tal sentido la gráfica siguiente ilustra, dicha capacidad efectiva con que cuenta el país en el año 2,020, y que puede participar en el sistema nacional interconectado, de conformidad con los requerimientos y necesidades de energía.

Gráfica No. 4.3.
Guatemala, Hidroeléctrica II, S.A.,
capacidad efectiva en MW, año 2,020



Fuente: Elaboración propia con datos del AMM.

Como se aprecia en la gráfica anterior, del total de MW efectivos instalados en país, que asciende a la cantidad de 3,406.98 MW, 1,696.89 corresponden a generadores con tecnología térmica, superior a la capacidad por medio hidroeléctrico que asciende a 1,512.09MW, seguido por las generadoras eólicas con 106.50W y la fotovoltaicas con 91.50MW.

En este sentido, se puede mencionar que el país, cuenta con el suficiente parque de generación eléctrico instalado, para hacer frente a la demanda de servicio en el corto y mediano plazo, lo que puede ser evidenciado con la capacidad efectiva de tipo térmica que es superior a la hidroeléctrica, sin embargo, en la participación de la matriz energética la mayor generación está dada por las hidroeléctricas.

Resulta importante, tener presente que Guatemala cuenta con recursos energéticos suficientes que, en determinado momento pueden hacer crecer la participación de las tecnologías renovables en la matriz energética y garantizar una determinada estabilidad en los precios de la energía eléctrica, al no tener que depender de las variaciones de los precios internacionales de petróleo o del carbón.

4.1.1.2. Costos de producción

En lo concerniente a los costos de producción de las distintas fuentes de generación de energía eléctrica, se puede mencionar que se encuentran directamente influenciados por los costos variables de generación –CGV-.

Como bien es sabido, los costos variables de generación en las centrales que emplean recursos energéticos renovables, están relacionados de manera directa con los costos que representa la operación y mantenimiento de dichas centrales, lo que permite tener mayor control sobre dichos costos, los mismos dependen tanto del tamaño de las centrales como de la configuración de sus operaciones.

Por su parte las centrales generadoras con recursos no renovables, sobre todo los que utilizan bunker, diésel, carbón principalmente, dependen del comportamiento de los precios internacionales de dichos combustibles, lo que presupone que los costos variables de generación, sufrirán cambios de conformidad con las variaciones o volatilidad de los mercados.

Es importante mencionar que, en el caso de las centrales que generan energía eléctrica a partir de la utilización de recursos renovables, la estimación de generación está determinada de alguna manera por el comportamiento cíclico, tal es el caso de las hidroeléctricas, que varía la generación dependiendo del periodo lluvioso y seco, así como, la centrales que generan a partir de la biomasa, cuya programación depende del período de zafra, es decir de la cantidad de bagazo de caña que resulte de la reducción de azúcar, que es empleado como materia prima para generar energía.

Para llevar a cabo, la venta de la energía generada, existen varios mecanismos y figuras, sin embargo, se pueden resumir en dos, siendo una de ellas la que se da por medio de contrato entre las partes o PPA (Power Purchase Agreement), mejor conocido como contrato de compraventa de energía, permitiendo la venta de una fracción o la totalidad MWh generados, ya sea a una distribuidora directamente o bien a una comercializadora, por otro lado se encuentra la venta de la energía que no está bajo el amparo de un contrato, el que se negocia y vende en el mercado de oportunidad mejor conocido como el Mercado Spot.

4.1.2. Demanda

La demanda es por sí mismo un tema interesante, al ser parte de una variable de mercado y de estudio como lo es, la ley de la oferta y la demanda, en tal sentido este apartado pretende analizar la demanda de energía eléctrica en el país.

Este apartado, tiene como finalidad contribuir al cumplimiento del objetivo específico del presente estudio, en el sentido de determinar cómo está constituida la demanda de energía, para lo cual fue necesario utilizar como técnica de investigación el análisis de documentos físicos y electrónicos, empleando como instrumento una lista de cotejo que sirvió como guía metodológica.

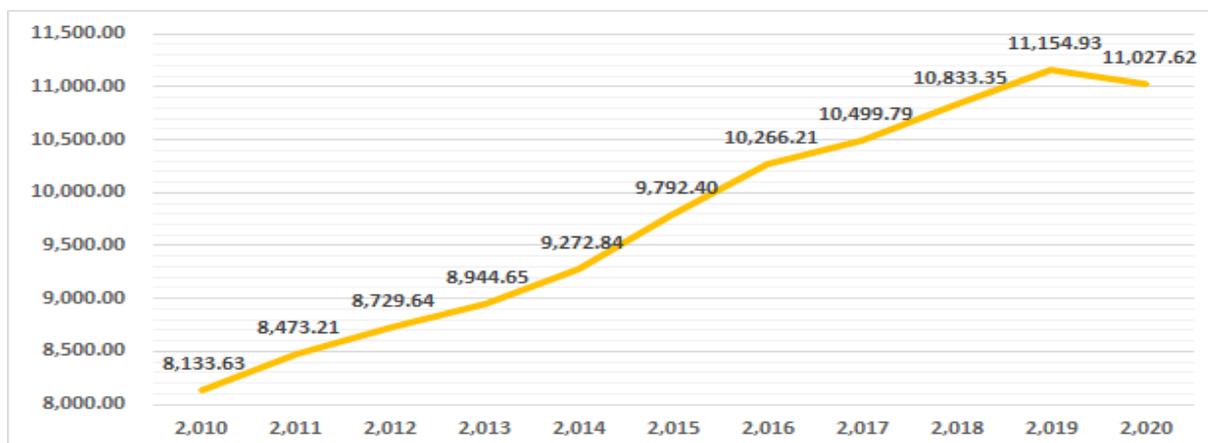
Como se pudo apreciar en el capítulo dos, una de las características interesantes de la energía eléctrica, es que sin duda alguna se encuentra ligada al desarrollo de una sociedad en particular, en este sentido es lógico encontrar como el desarrollo y crecimiento poblacional implica una mayor y creciente demanda de energía no solo calórica, sino que, para un sinfín de usos, tal es el caso de la energía eléctrica.

De conformidad con datos recabados en la lista de cotejo, se puede mencionar que en Guatemala producto del censo llevado a cabo en año 2,018, se determinó que la mayoría de las familias en el país aún utilizan leña como una fuente de energía para cocinar con un 54.4% y gas propano un 43.7%.

Siempre partiendo de los datos recabados por los instrumentos de investigación, se puede mencionar que, de conformidad con los informes del Instituto Nacional de Estadística, el 88.1% de las familias guatemaltecas, emplean electricidad como una fuente de iluminación, 6.9% utilizan candelas y 5% otras fuentes, tales como paneles solares, gas corriente entre otros.

En lo concerniente a la demanda total del sistema nacional interconectado, la gráfica siguiente, muestra el comportamiento y la tendencia que presenta la demanda de energía eléctrica a lo largo de un periodo de años que comprende el consumo desde el año 2,010 hasta el 2,020, como se verá seguidamente.

Gráfica 4.4
Guatemala, Hidroeléctrica II, S.A., demanda
del sistema nacional interconectado en GWh, período 2010-2020



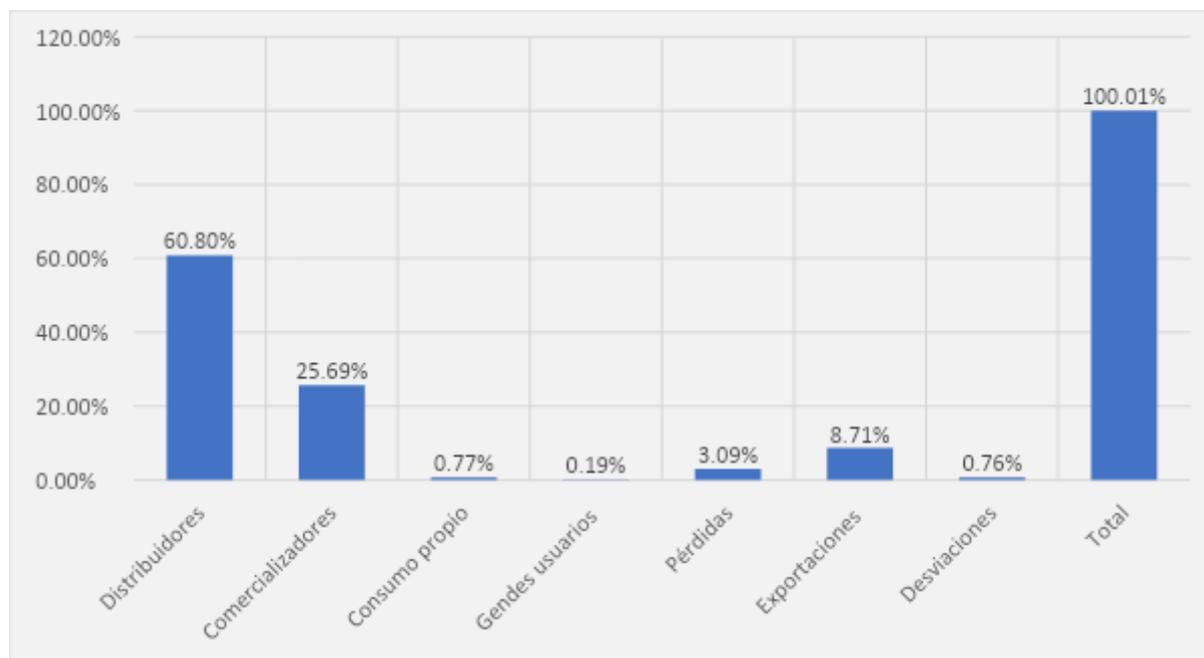
Fuente: Elaboración propia con información del AMM

Como se puede apreciar, la tendencia de la demanda de energía eléctrica, muestra una curva creciente sostenida, es hasta el año 2,020 que presenta un comportamiento a la baja, misma que es debido a la contracción en la demanda, como consecuencia de las medidas adoptadas por las autoridades en el marco de la prevención por la pandemia causada por la COVID-19.

Al observar el comportamiento de la demanda, se evidencia que la trayectoria durante la década mostró un crecimiento promedio de alrededor del 3%, lo que demuestra que está relacionado con el crecimiento del país.

En la gráfica que presenta seguidamente, se puede observar cómo es que se encuentra distribuida la demanda, es decir la composición de la demanda de energía por el tipo de consumo, de tal manera que se desagrega la demanda en los distintos participantes del sistema nacional interconectado.

Gráfica No. 4.5
Guatemala, Hidroeléctrica II, S.A., composición
por tipo de consumo de energía en GWh, año 2,020



Fuente: Elaboración propia con información del AMM

Como se puede observar en la gráfica anterior, las distribuidoras son las que concentran la mayor cantidad de energía demandada, misma que destinan a sus cuentas y contratos, donde se encuentra el grueso de la población, como la domiciliaria y comercial, es seguido por las comercializadoras, quienes demandan energía para dar cumplimiento a sus contratos, concentrando un 25.69% de la generación. Interesante resulta el dato que para el año 2,020 las exportaciones suman un 8.71% de la demanda de energía eléctrica y un .19% los grandes usuarios.

En lo que respecta al índice de cobertura o la cobertura de servicio de energía eléctrica, el siguiente cuadro ejemplifica por región la cantidad de usuarios que al 2,018 aún no contaban con cobertura de servicio, dato oficial que es manejado a la fecha, utilizando como fuente el censo poblacional de ese mismo año, llevado a cabo por el Instituto Nacional de Estadística –INE-.

Cuadro No. 4.2.
Guatemala, Hidroeléctrica II, S.A.,
usuarios sin servicio de energía eléctrica, año 2,018

Región	Usuarios
Región I Metropolitana	7,552
Región II Norte	132,925
Región III Nororiente	46,238
Región IV Suroriente	28,997
Región V Central	12,599
Región VI Suroccidente	48,576
Región VII Noroccidente	75,957
Región VIII Región Petén	35,828
Total	388,672

Fuente: Elaboración propia con información del AMM

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, la región norte del país es la que presenta mayor cantidad de usuarios sin servicio o cobertura alcanzando la suma de 132,925 usuarios, seguidos por la región VII noroccidente con un total de 75,957 usuarios, como se puede apreciar a diferencia de la región metropolitana, las demás regiones cuentan con dos dígitos, en cuanto a la cobertura de servicio de energía eléctrica, de acuerdo con información recabada en el instrumento de investigación, el índice nacional de cobertura se encuentra alrededor del 91.23% para el año 2,018, dato oficial registrado con el último censo poblacional.

Es importante tener en consideración que la demanda muestra un comportamiento muy parecido al crecimiento de la población, de acuerdo con los niveles de desarrollo de la misma se seguirá dando la necesidad de mayor cantidad de energía eléctrica, por lo que resulta muy probable que la curva de demanda mantenga un crecimiento en el mediano y largo plazo, en tal sentido, es posible que el nivel de demanda se vea incrementado a un ritmo mayor, si se considera la expansión a mercados vecinos y regionales, como parte de los objetivos de la política energética.

De acuerdo con datos recabados a partir de estimaciones realizadas por el Ministerio de Energía y Minas, se prevé que la demanda de energía eléctrica para el año 2,050 se encuentre en el orden de los 18,940 GWh en el escenario bajo, 28,345 en el mediano y en el escenario alto una demanda de 42,510 GWh, lo que resulta interesante conociendo la actual demanda que se ubica para el año 2,020 en 11,027.62 GWh, lo que demuestra una tendencia creciente y sostenida.

En tal sentido resulta importante concluir que, con el apoyo del instrumento metodológico empleado, que incluye la técnica y el instrumento de investigación, se logró determinar de manera ordenada y lógica, como se encuentra estructurada la oferta de energía eléctrica en Guatemala, cual ha sido su comportamiento en el tiempo, tomando como referencia un período de tiempo de más de diez años y cuáles son los tipos de generación que aportan al sistema nacional interconectado, evidenciando la tendencia hacia las fuentes renovables, en comparación con la no renovables.

En ese mismo contexto, se puede determinar que la capacidad instalada y efectiva con que cuenta el país, garantiza la actual demanda de energía y le permite interactuar en el mercado externo como se observó en el presente apartado.

4.1.3. Relación oferta y demanda

Como bien es sabido, las características y condiciones de la relación oferta y demanda, en buena medida están dadas por el requerimiento o necesidad del servicio, que se traduce en la demanda firme efectiva del día, mes y año, para lo cual se cuentan con estimaciones y cálculos del promedio de demanda regular.

En tal sentido el ente encargado (AMM), cuenta con curvas de demanda establecidas que van desde lo anual hasta la curva de demanda diaria, curvas de demanda que están alimentadas por los requerimientos anticipados de los distribuidores y comercializadoras, quedando establecida la demanda del día siguiente.

Por el lado de la oferta una vez establecida la demanda diaria, se programará el despacho de energía, brindando prioridad a las energías renovables, bajo el criterio de emplear los tipos de energía con los costos más bajos, complementando lo necesario con energías no renovables, quienes como en el caso de las generadoras

con carbón, cuyo arranque en frío no es inmediato, mantienen encendidas las calderas con un mínimo de generación permanente, denominado en el mercado como disponibilidad, la cual se paga como garantía del sistema, ante la posibilidad de una eventualidad y se requiera de mayor potencia.

Un dato interesante, lo constituye el mercado de oportunidad o spot, el que resulta de los excedentes de generación o venta de la energía que no se encuentra bajo la figura de un contrato PPA, los que son adquiridos y despachados de conformidad con el precio establecido por las generadoras de manera anticipada, es decir desde el día anterior.

En lo que respecta a la demanda y oferta total del sistema nacional interconectado, el siguiente cuadro, muestra la relación total, que da como resultado el cuadro de la oferta y demanda del sistema en su conjunto.

Tabla No. 4.1.
Guatemala, Hidroeléctrica II, S.A.,
Oferta y demanda de energía eléctrica, en GWH, período 2010-2020

RUBRO	2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015	2,016	2,017	2,018	2,019	2,020
DEMANDA TOTAL S.N.I.	8,133.63	8,473.21	8,729.64	8,944.65	9,272.84	9,792.40	10,266.21	10,499.79	10,833.35	11,154.93	11,027.65
IMPORTACIONES (+)	354.06	508.71	371.80	313.10	544.74	361.63	568.98	773.04	415.84	705.48	961.83
EXPORTACIONES (-)	134.52	182.07	345.73	639.08	1,052.55	871.20	1,180.68	1,763.15	2,104.89	1,778.79	1,056.24
GENERACIÓN TOTAL S.N.I.	7,914.09	8,146.57	8,703.57	9,270.63	9,780.66	10,301.96	10,877.90	11,489.90	12,522.39	12,228.23	11,122.06
OFERTA TOTAL S.N.I.	8,133.63	8,473.21	8,729.64	8,944.65	9,272.84	9,792.40	10,266.21	10,499.79	10,833.35	11,154.92	11,027.65

Fuente: Elaboración propia con información del AMM

La tabla anterior, muestra la composición final de cómo queda la oferta y la demanda de energía eléctrica, a sabiendas de que la energía eléctrica a estas magnitudes no se puede almacenar, en tal sentido, como se explicó con anterioridad, toda energía generada debe de ser adquirida o comprada, por lo que las curvas de demanda son importantes para garantizar el funcionamiento del sector.

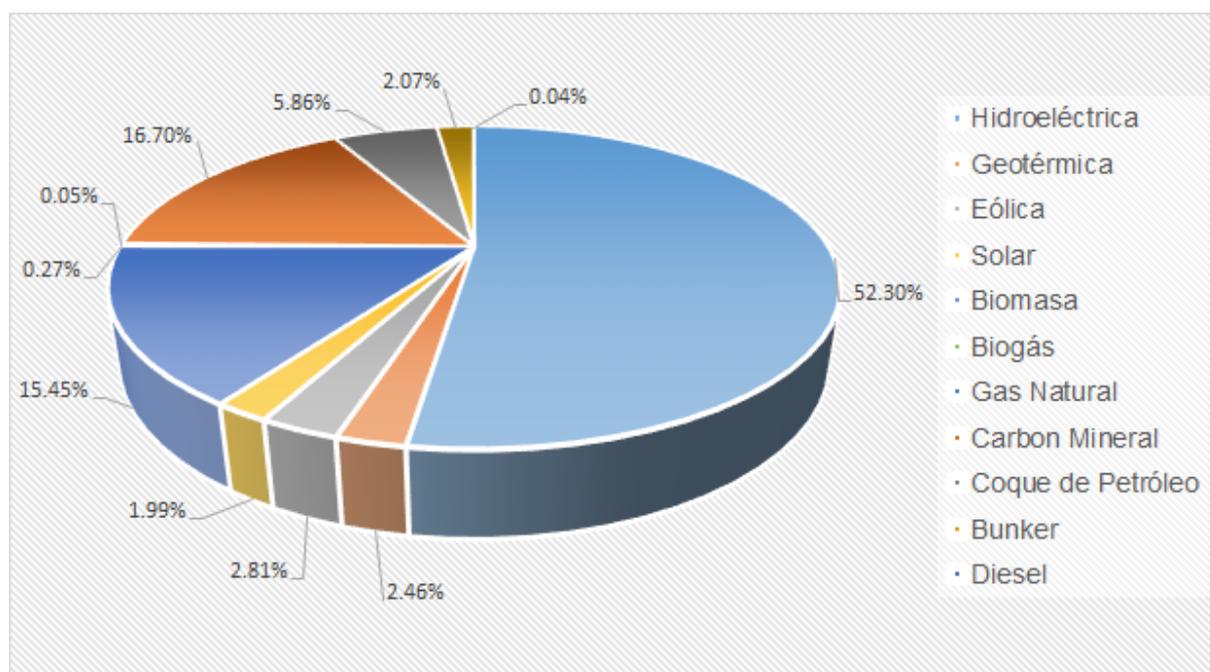
En este sentido la tabla evidencia, cómo está conformada la oferta final de energía eléctrica, la que al final cuadra con la demanda o requerimiento anual del servicio, para lo cual resulta interesante el estudio y análisis de la matriz energética.

4.2. Matriz energética de Guatemala

Al hablar de la matriz energética anual, nos estamos refiriendo a la suma de las distintas combinaciones de tipo de generación que son despachados por el AMM en un periodo de tiempo, en otras palabras, es el empleo de los distintos tipos de generadores que participan y entregan energía eléctrica, de acuerdo a las curvas de demanda planteadas con antelación y de conformidad con la solicitud de la autoridad. La matriz energética es dinámica y durante el año muestra distintas combinaciones, que dependen en primera instancia del clima, debido al ciclo lluvioso y seco, al período de zafra, a la variación y volatilidad de los precios de los combustibles, de los derivados del petróleo, del carbón, de la demanda entre otros factores, sin embargo, a lo largo de los años se ha caracterizado por ir consolidando una tendencia hacia las fuentes energéticas renovables.

En la gráfica que seguidamente se aprecia, muestra la participación de los distintos tipos de generación de energía eléctrica y el porcentaje de participación durante el año 2,020.

Gráfica No. 4.6.
Guatemala, Hidroeléctrica II, S.A.,
composición de la matriz energética de Guatemala, año 2020



Fuente: Elaboración propia con información del AMM

Como se evidencia, en la matriz energética se muestra una fuerte participación de las energías renovables, destacando las hidroeléctricas que generaron el 52.30% del total generado en el año 2,020, seguido de las centrales que utilizan carbón con un 16.70% y por las centrales con tecnología por biomasa con un 15.45%, coque de carbón 5.8% entre otras.

En Guatemala, se cuenta con una capacidad efectiva de generación, con distintas tecnologías que permiten disponer de alternativas de generación, de tal manera que se garantice la oferta necesaria para cubrir de manera eficiente y sostenida la creciente demanda.

El siguiente cuadro, evidencia, como se ha dado la participación de la generación de energía eléctrica por tipo de fuente a lo largo del periodo observado, que inicia en el año 2,010 y concluye en el año 2,020.

Cuadro No. 4.3
Guatemala, Hidroeléctrica II, S.A., composición de la matriz energética,
expresada en GWH, período 2010-2020

GENERACIÓN POR TIPO DE RECURSO	2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015	2,016	2,017	2,018	2,019	2,020
Hidroeléctrica	3,767.04	4,094.41	4,438.23	4,630.84	4,830.77	3,868.90	3,972.20	5,765.33	5,190.98	4,381.13	5,816.54
Geotérmica	259.31	237.08	245.63	212.35	246.60	251.50	289.10	253.05	249.75	262.14	273.86
Eólica	-	-	-	-	-	107.29	215.07	218.06	319.50	330.78	312.68
Solar	-	-	-	-	-	137.29	179.43	198.20	208.31	233.41	221.51
Biomasa	-	-	-	-	-	-	-	1,577.67	1,735.90	1,848.78	1,717.96
Biogás	-	-	-	-	-	-	-	17.56	26.33	24.67	29.97
Recursos Renovables	4,026.35	4,331.49	4,683.86	4,843.19	5,077.37	4,364.99	4,655.80	8,029.86	7,730.78	7,080.90	8,372.51
Gas Natural	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	5.70
Carbon Mineral	-	-	-	-	-	-	-	3,059.52	3,902.72	3,900.49	1,857.20
Coque de Petróleo	-	-	-	-	-	-	-	0.00	507.75	752.90	651.43
Bunker	-	-	-	-	-	-	-	395.47	379.22	492.28	230.26
Diesel	3.53	29.37	8.92	4.67	3.50	10.70	5.40	5.05	1.93	1.66	4.96
Motores Reciprocantes	1,861.88	1,793.82	1,753.46	1,259.97	1,224.80	1,428.80	981.30	-	-	-	-
Cogeneradores (T. vapor)	978.90	897.60	1,007.50	1,521.00	1,731.70	2,531.10	2,746.10	-	-	-	-
Turbinas de vapor	1,043.40	1,094.30	1,249.80	1,539.80	1,743.27	1,966.40	2,489.10	-	-	-	-
Recursos No Renovables	3,887.71	3,815.09	4,019.68	4,325.44	4,703.27	5,937.00	6,221.90	3,460.04	4,791.62	5,147.33	2,749.55
TOTAL	7,914.06	8,146.58	8,703.54	9,168.63	9,780.64	10,301.99	10,877.70	11,489.90	12,522.39	12,228.23	11,122.06

Fuente: Elaboración propia con datos del AMM

Resulta interesante y revelador, como se ha comportado la generación de energía por tipo de recurso, es decir que el cuadro anterior, muestra cómo es que se ha ido

transformando la participación en el tiempo de las energías no renovables, por las renovables.

El cuadro anterior evidencia cómo se incrementa la participación de la energía renovable, a partir de nuevas centrales no solo hidroeléctricas, sino que, a partir de la incorporación de nuevas, como la solar, eólica, así como, la incorporación e innovación de plantas que aprovechan los derivados de su producción primaria, tal es el caso de la biomasa y biogás.

Sin embargo, es preciso hacer mención en honor a la justicia, que la forma de clasificación de los tipos de recurso, sufrió un cambio a partir del año 2017, como se puede apreciar en el cuadro anterior, realizando una nueva distribución, como en el caso de los cogeneradores, quienes a partir de 2017 se encuentran tanto en biomasa (cuando generan con residuos de producción principal), sobre todo en el período de zafra, cómo también se encuentran en el apartado de no renovables, cuando complementan su generación con combustibles, como diésel, carbón o bunker, lo que abona y mejora el análisis, al estar clasificado de una manera más específica y de acuerdo a las nuevas tendencias y prácticas en el sector.

El empleo de la matriz energética, entre otras cosas, sirve para dar un panorama constante de las condiciones de generación del país, de igual manera permite llevar a cabo una planificación del despacho de energías, actuar de manera oportuna ante eventuales picos de demanda, así como servir de herramienta para un plan de expansión a futuro.

Como se pudo observar, la matriz energética muestra las condiciones de generación y despacho de energía eléctrica en un determinado periodo de tiempo, permite identificar la tendencia y prioridad en el empleo de los distintos tipos de energía, permitiendo evidenciar la combinación que se realiza para dar soporte a la demanda.

Para fines del presente trabajo, es importante mencionar que se logró determinar mediante el presente apartado, como es que está conformada la matriz energética en el periodo de tiempo, permitiendo de esta manera cumplir con el objetivo específico, en cuestión, evidenciando su fuerte apuesta por las energías renovables y dentro de

ellas la participación de las hidroeléctrica, con más del 50% de la generación total del año analizado.

Así también, se puede inferir que la matriz energética juega un papel fundamental en la planificación de la oferta de energía eléctrica, necesaria para dar cobertura a la creciente demanda, y llevar a cabo una balanceada distribución que permita en todo momento brindar la sostenibilidad y garantía en el suministro de tan esencial servicio.

4.3. Potencial energético renovable de Guatemala

Como ya se ha mencionado, Guatemala cuenta con una posición geográfica privilegiada que le permite contar con un sin número de recursos y posibilidades de generación de energías, dentro de ellas la energía eléctrica mediante recursos renovables.

Como es sabido, las energías renovables, son todas aquellas que provienen de la naturaleza y que cuentan con la característica de renovarse o de ser potencialmente inagotables que, manejadas de manera responsable y equilibrada, se perfilan como la fuente de energía por excelencia al ser amigables con el ambiente y no contaminante, con la ventaja de no tener que depender de las variaciones de los precios internacionales para poder operar y generar.

El presente apartado tiene como finalidad, dar respuesta al objetivo específico que pretende identificar y determinar cuál es el potencial energético del país, en otras palabras, determinar qué tipos de energía tienen la capacidad de contribuir a la generación de energía del país, de manera sostenible con características naturales y renovables.

La tabla siguiente, muestra el potencial energético estimado por el Ministerio de Energía y Minas de Guatemala, en el que se puede observar que el aprovechamiento de dichos recursos aún tiene un largo trecho por recorrer, es decir que cuenta con suficiente capacidad para garantizar la cobertura de una demanda creciente tanto en el mediano como en el largo plazo.

Tabla No. 4.2
Guatemala, Hidroeléctrica II, S.A.,
Potencial energético, año 2020

Recurso	Potencial Estimado en MW	Aprovechado MW	%	Por Aprovechar MW	%
Hídrico	6,000	1,310	21.8%	4,690	78.2%
Geotérmico	1,000	34	3.4%	966	96.6%
Eólico	280	76	27.1%	204	72.9%
Solar	No determinado				
Biomásico	No determinado				

Elaboración propia con información del MEM

Como se puede apreciar en la gráfica, los recursos por aprovechar son considerables, comparados con el aprovechamiento que se tiene a la fecha, por lo que se puede mencionar que los recursos renovables en Guatemala, de llevar a cabo un correcto, racional y responsable aprovechamiento, estarían en condiciones suficientes para garantizar la oferta de energía necesaria para dar cumplimiento a las demanda de energía futura, lo que se traduce en un interesante nicho de oportunidades para la inversión nacional y extranjera.

De acuerdo con estudios realizados por el MEM, la demanda de potencia estimada para el año 2,050 en el escenario bajo se puede estar en el orden de los 2,740 MW, 3,907, para el escenario medio y en el escenario alto se estima 5,674 MW, lo que resulta sumamente interesante, al conocer el potencial energético del país, que se encuentra solo en hídricos con un potencial de generación pendiente de utilizar de 4,690MW, en Geotermia se estima que se encuentra por utilizar alrededor de 966 MW y 204.12MW de energía eólica, sin incluir los datos de la energía solar, debido a que aún no se cuentan con un estudio específico que permita cuantificar dicho potencial, sin embargo se considera que es importante en Guatemala.

En este contexto, se puede afirmar, que Guatemala cuenta con recurso suficientes para poder llevar a cabo una planificación en atención a la demanda de energía eléctrica en el mediano y corto plazo, en virtud de haber determinado que los recursos

energéticos renovables por si solo son suficientes para atender la demanda proyectada por las autoridades al año 2,050, considerando también que la matriz energética adecuada puede ser la que presente una correcta distribución o combinación de tipo de generación, que incorpore la utilización de energías renovable y no renovables, con prioridad en los renovables.

4.4. Análisis financiero

Conociendo las condiciones de la oferta en el país, los tipos de generación que existen, la distribución de la matriz energética, así como, la demanda y su proyección a futuro, sin duda alguna todos estos elementos, se conjugan para obtener una panorámica más amplia que les permita a los analistas financieros contar con insumos necesarios para realizar un análisis más integral de un proyecto energético.

El presente apartado tiene como finalidad dar respuesta a lo establecido y planteado en los objetivos específicos, determinando si las condiciones de mercado y financieras son adecuadas para la instalación de una central hidroeléctrica en el país.

Para tal efecto, fue necesaria la revisión y análisis de los flujos de efectivo proyectados elaboradas por la entidad encargada del proyecto, mismos que se presentan y analizan detenidamente, con el objeto de evaluar la viabilidad financiera del proyecto en primera instancia, partiendo de los supuestos más relevantes que dan paso a la estructuración de los cálculos, determinando el nivel de rentabilidad de la empresa y el periodo de recuperación de la inversión, concluyendo si el proyecto de instalación de un central hidroeléctrica es recomendable o no, dando con ello respuesta a los objetivos específicos planteados.

Como parte de los supuestos que se deben de considerar, se tiene que la entidad participó en un proceso de licitación pública de energía eléctrica renovable, obteniendo un contrato de compraventa de energía (PPA) por un periodo de 10 años, en tal sentido queda en el contrato que la entidad venderá el total de la energía como la potencia que genere, lo que le permitirá obtener una mayor certeza sobre los ingresos que puedan proyectarse, le brinda estabilidad y sostenibilidad al mismo tiempo que le sirve como soporte y garantía al momento de solicitar el financiamiento que cubrirá parte de la inversión a realizar.

Otro punto importante de considerar, lo constituyen los incentivos que se otorgan a los proyectos que contempla la construcción de plantas generadoras mediante recursos renovables, lo que incluyen de manera general, la exención del impuesto al valor agregado en la importación de maquinaria y equipos propios para la generación, así como, la exención del impuesto sobre la renta y el ISO, a partir de la puesta en marcha de la central por un total de diez años, entre otros, contemplado en la Ley de incentivos para el desarrollo de proyectos de energía renovable.

Para el cumplimiento del pago de impuestos una vez concluido el periodo de exención, se tiene previsto el pago directo sobre total de ingresos, a una tasa del 7%.

El siguiente cuadro, da a conocer los supuestos, sobre los que se desarrolla el proyecto de instalación de una central hidroeléctrica, los mismos fueron detenidamente modelados, partiendo de los datos e información que emana de los distintos estudios durante el proceso de formulación del proyecto, llevándolo a momento de factibilidad.

En dicho cuadro se resumen de manera sintética las principales variables que dan de manera general las características, como la capacidad estipulada de la planta de conformidad con los caudales obtenido y de los niveles de elevación y altura de caída, podemos observar la oferta firme eficiente, entendida como la capacidad máxima a entregar en el contrato, de igual manera podemos observar los factores de planta, la disponibilidad de la planta, que contempla un período de mantenimiento menor anual de 5 días al año.

De la misma manera podremos observar, variables importantes como el costo total de la inversión, la combinación de financiamiento del proyecto entre capital y préstamo bancario, las tasas de interés acordadas, se estima una tasa de descuento para el proyecto, que deriva de cálculos del sector, así como, el periodo de construcción, depreciación tanto de maquinaria y obra gris, entre otros datos.

Cuadro No. 4.4
Guatemala, Hidroeléctrica II, S.A., variables
para la construcción de la central hidroeléctrica

VARIABLES		
Capacidad Instalada (MW)	MW	8.24
Oferta Firme Eficiente (OFE)	MW	7.99
Disponibilidad de Planta	Días	360
Contrato PPA	Años	10
Período del préstamo	Años	12
Período de gracia	años	2.5
Periodo de Construcción	Años	2
Depreciación Maquinaria	Años	20
Depreciación Obras civiles	Años	50
Periodo de mantenimiento mayor	Años	5
Exoneración ISR	Años	10
Capacidad Instalada para OFE	%	97%
Costo por MW Instalado	US\$ MM	3,078
Costo total inversión	US\$	25,364,000
Monto del Financiamiento	US\$	19,140,000
Monto del Capital	US\$	6,224,000
Capital	%	24.54%
Financiamiento	%	75.46%
Mantenimiento Menor Anual	US\$	30,000.00
Mantenimiento Equipos	US\$	75,000.00
Tasa de Interés	%	7%
Tasa de Descuento	%	8%
O&M	%	5%
Gastos Administrativos	%	8%
ISR directo sobre ingresos	%	7%
Inflación Anual estimada	%	2.50%

Elaboración propia con información del proyecto.

El cuadro anterior, brinda información valiosa que da soporte y sirve de guía para la elaboración de los modelos y cálculos financieros, así como sirve de guía rápida para la identificación de la magnitud del proyecto, como el nivel de compromisos financieros asumidos.

Seguidamente se observará la estructura del flujo de efectivo, por segmentos, de tal manera que se pueda llevar a cabo un análisis paso a paso de los rubros, para que posteriormente se pueda analizar la viabilidad financiera y determinar la rentabilidad del proyecto. En tal sentido, el cuadro siguiente muestra la composición de los ingresos proyectados, que se estimaron para el proyecto.

Cuadro No. 4.5
Guatemala, Hidroeléctrica II, S.A., Ingresos proyectados a doce años, cifras expresadas en miles de dólares americanos

Rubros	AÑOS												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ventas													
Venta de Energía	3,167.69	3,173.05	3,178.52	3,184.08	3,189.75	3,195.52	3,201.41	3,207.40	3,213.51	3,219.73	3,226.07	3,232.53	
Venta de Potencia	1,199.57	1,220.32	1,241.43	1,262.91	1,284.76	1,306.99	1,329.60	1,352.61	1,376.02	1,399.83	1,424.05	1,448.70	
Total de Ingreoss	4,367.26	4,393.37	4,419.95	4,446.99	4,474.51	4,502.51	4,531.01	4,560.01	4,589.52	4,619.56	4,650.12	4,681.23	

Elaboración propia con información del proyecto

Como se mencionó con antelación, los ingresos son producto de las ventas de energía eléctrica y potencia, generados por la central hidroeléctrica, de conformidad con el caudal de generación de la misma, que permite presentar una oferta firme eficiente, es decir el potencial de generación máxima diaria de la planta, energía que está bajo un contrato PPA donde se adquiere el total de la generación eléctrica un precio fijo establecido a lo largo de la vigencia del contrato.

En otras palabras, los ingresos corresponden a la venta del total de horas generadas durante el día, cuya estimación varía dependiendo el mes del año (ciclo lluvioso y seco), de acuerdo con datos reflejados en el estudio técnico, que tomó como base el aforo del caudal del río, realizado de manera diaria durante 5 años aproximadamente, con dicha información se obtuvo la media de generación diaria, lo que multiplica por el precio pactado en el contrato PPA.

Al contar con un contrato de compra venta de energía (PPA), en donde se adquiere el total de la generación por la contraparte, con una vigencia de 10 años, se tienen garantizados los ingresos en ese período de tiempo, lo que permite contar con la garantía suficiente para negociar un préstamo bancario, con los correspondientes requisitos y avales solicitados por la entidad bancaria, sin embargo el solo dato de contar con la certeza de los ingresos por un periodo de tiempo, contribuye de buena manera en la negociación y autorización de un crédito, con condiciones especiales.

En el caso de la potencia, que va de la mano con la generación, en términos prácticos, resulta ser la garantía por parte de la central hidroeléctrica de entregar dicha capacidad de potencia estimada en el momento que se le requiere, lo que contempla revisiones periódicas por parte del ente regulador (AMM), para demostrar en pruebas de potencia máxima, la veracidad del dato, y que para el presente proyecto también quedó bajo el contrato la compra de dicha potencia.

Como se puede observar, los ingresos presentan una tasa de crecimiento a perpetuidad contemplado en el proyecto y plasmado en el contrato de .01%, que se calcula sobre el precio fijado al final de la vigencia de dicho contrato, resultando un total de ingresos por ventas como se puede apreciar en el cuadro anterior.

El siguiente cuadro, muestra la composición de los gastos previstos para el proyecto, los que fueron proyectados en el tiempo como se observa seguidamente.

Cuadro No. 4.6
Guatemala, Hidroeléctrica II, S.A., gastos proyectados a doce años, cifras expresadas en miles de dólares americanos

Rubros	AÑOS												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
O&M (% sobre ingresos)	218.36	223.82	229.42	235.15	241.03	247.06	253.23	259.56	266.05	272.71	279.52	286.51	
Gastos Administrativos	349.38	358.12	367.07	376.24	385.65	395.29	405.17	415.30	425.69	436.33	447.24	458.42	
Mantenimiento Menor Anual	30.00	30.75	31.52	32.31	33.11	33.94	34.79	35.66	36.55	37.47	38.40	39.36	
Mantenimiento Equipos	-	-	-	-	75.00	-	-	-	-	75.00	-	-	
Renta Variable	117.92	118.62	119.34	120.07	120.81	121.57	122.34	123.12	123.92	124.73	125.55	126.39	
Renta Fija	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	
Seguros	82.48	84.54	86.66	88.82	91.04	93.32	95.65	98.04	100.49	103.01	105.58	108.22	
Otros Gastos	50.00	51.25	52.53	53.84	55.19	56.57	57.98	59.43	60.92	62.44	64.00	65.60	
Depreciación	1,441.60	1,441.60	1,441.60	1,441.60	1,441.60	554.80	554.80	554.80	554.80	554.80	554.80	554.80	
Total Gastos de Operación	2,449.74	2,468.70	2,488.13	2,508.04	2,603.44	1,662.55	1,683.97	1,705.93	1,728.42	1,826.48	1,775.10	1,799.31	

Elaboración propia con información del proyecto

Como se puede observar, en el cuadro anterior la composición de los gastos incluye los gastos propios de operación y mantenimiento, gastos administrativos, que de conformidad con el sector se estimó como porcentaje de los ingresos, lo que para el

presente proyecto se fijaron en 5% y 8% respectivamente como se puede apreciar en el cuadro de variables que son los supuestos empleados, el mantenimiento menor anual se estimó en US\$30,000, mantenimiento que tiene previsto un periodo de 5 días del año, como se puede apreciar estos tres rubros representan los gastos necesarios de operación y su correspondiente mantenimiento.

Los gastos siguientes, están conformados por las rentas de las propiedades involucradas en el proyecto y cuyos contratos están pactados por un periodo igual a la vida útil que es de 50 años. Seguidamente se encuentran los rubros otros gastos, que incluye una estimación de distintas participaciones y gastos no previstos, así también, se incluyen las depreciaciones cuyos cálculos fueron realizados sobre la base de las maquinarias y la obra gris a 20 y 50 años respectivamente.

El cuadro siguiente muestra de manera sintética los cálculos realizados y la estructuración de los rubros, de tal manera que se pueda obtener la utilidad neta del proyecto, la que sin duda dará, las primeras imágenes y condición del proyecto.

Como se puede observar, de la diferencia entre los ingresos totales derivados de las ventas y los gastos totales de operación, se obtiene la utilidad antes de intereses e impuestos (UAI), permitiendo observar que la proyección de ingresos en este punto, permite sin problema alguno superar a los gastos previstos, por lo que a este nivel se puede afirmar que el proyecto cuenta con los recursos necesarios para cumplir con sus obligaciones de operación y mantenimiento, contempladas como operativas, en otras palabras a este nivel de análisis el proyecto cuenta con los recursos para honrar sus compromisos de corto plazo, mostrando liquidez suficiente.

Cuadro No. 4.7

Guatemala, Hidroeléctrica II, S.A., flujos de efectivo proyectados a nivel de renta neta, a doce años, cifras expresadas en miles de dólares americanos

Rubros	AÑOS												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ventas							1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
Venta de Energía	3,167.69	3,173.05	3,178.52	3,184.08	3,189.75	3,195.52	3,201.41	3,207.40	3,213.51	3,219.73	3,226.07	3,232.53	
Venta de Potencia	1,199.57	1,220.32	1,241.43	1,262.91	1,284.76	1,306.99	1,329.60	1,352.61	1,376.02	1,399.83	1,424.05	1,448.70	
Total de Ingresos	4,367.26	4,393.37	4,419.95	4,446.99	4,474.51	4,502.51	4,531.01	4,560.01	4,589.52	4,619.56	4,650.12	4,681.23	
O&M (% sobre ingresos)	218.36	223.82	229.42	235.15	241.03	247.06	253.23	259.56	266.05	272.71	279.52	286.51	
Gastos Administrativos	349.38	358.12	367.07	376.24	385.65	395.29	405.17	415.30	425.69	436.33	447.24	458.42	
Mantenimiento Menor Anual	30.00	30.75	31.52	32.31	33.11	33.94	34.79	35.66	36.55	37.47	38.40	39.36	
Mantenimiento Equipos	-	-	-	-	75.00	-	-	-	-	75.00	-	-	
Renta Variable	117.92	118.62	119.34	120.07	120.81	121.57	122.34	123.12	123.92	124.73	125.55	126.39	
Renta Fija	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	
Seguros	82.48	84.54	86.66	88.82	91.04	93.32	95.65	98.04	100.49	103.01	105.58	108.22	
Otros Gastos	50.00	51.25	52.53	53.84	55.19	56.57	57.98	59.43	60.92	62.44	64.00	65.60	
Depreciación	1,441.60	1,441.60	1,441.60	1,441.60	1,441.60	1,441.60	554.80	554.80	554.80	554.80	554.80	554.80	
Total Gastos de Operación	2,449.74	2,468.70	2,488.13	2,508.04	2,603.44	1,662.55	1,683.97	1,705.93	1,728.42	1,826.48	1,775.10	1,799.31	
UAI	1,917.52	1,924.67	1,931.82	1,938.95	1,871.07	2,839.96	2,847.04	2,854.08	2,861.10	2,793.08	2,875.02	2,881.92	
Gastos Financieros	1,339.80	1,228.15	1,116.50	1,004.82	893.20	781.55	669.90	558.25	446.60	334.95	223.30	111.65	
UAI	577.72	696.52	815.32	934.13	977.87	2,058.41	2,177.14	2,295.83	2,414.50	2,458.13	2,651.72	2,770.27	
ISR sobre ingresos 7%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	325.51	327.69	
Utilidad Neta	577.72	696.52	815.32	934.13	977.87	2,058.41	2,177.14	2,295.83	2,414.50	2,458.13	2,326.21	2,442.58	

Elaboración propia con información del proyecto

Una vez obtenida la UAII, es preciso incorporar los gastos financieros, que corresponde a los intereses pactados en el contrato del crédito bancario obtenido, los que se proyectaron por un plazo de 12 años, es preciso hacer mención que el préstamo obtenido contempla un periodo de gracia de 2.5 años que corresponde al período de construcción y una tasa de interés de 7%.

Operados los gastos financieros se obtiene la utilidad antes de impuesto (UAII – Gastos financiero = UAI), la que se constituye como la base imponible para aplicar la tasa impositiva, sin embargo, para el presente proyecto y por los montos que maneja, se decidió optar por la tasa impositiva que sea aplicada de manera directa sobre los ingresos a razón de 7% como Impuesto Sobre la Renta.

En lo que concierne al ISR para el proyecto, como se puede apreciar en el cuadro anterior, se aplicará en el año 11, derivado del periodo otorgado en la ley de incentivos para el desarrollo de proyectos de energía renovable, el que estipula una exención de diez años del pago de ISR, a partir del inicio de operación, entre otros incentivos propios para el periodo de construcción.

Clarificando el tema del impuesto para el presente proyecto, se procede a operar, es decir a restar el impuesto de la utilidad antes de impuesto, obteniendo de esta manera la utilidad neta, que permite de manera concreta constatar las condiciones financieras del proyecto, evidenciando los niveles de utilidad sobre los gastos de operación, gastos financieros e impuestos.

Como se puede constatar en el cuadro anterior la utilidad neta muestra un comportamiento creciente, saludable y en condiciones de cubrir su operación, lo que permite inferir de manera prematura que el proyecto muestra determinado nivel de solvencia y condiciones adecuadas para realizarse.

En el cuadro siguiente se muestra los flujos de efectivo proyectados del proyecto, los que se constituyen como los flujos de efectivo del inversionista, el que permitirá evaluar de manera financiera las condiciones de viabilidad del proyecto, así como, realizar los cálculos correspondientes que determinarán por una parte el grado de rentabilidad de la inversión, el índice de rentabilidad de la inversión y el periodo de recuperación de dicha inversión.

Cuadro No. 4.8

Guatemala, Hidroeléctrica II, S.A., flujos de efectivo proyectados a doce años, cifras expresadas en miles de dólares

Rubros	AÑOS												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ventas							1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
Venta de Energía		3,167.69	3,173.05	3,178.52	3,184.08	3,189.75	3,195.52	3,201.41	3,207.40	3,213.51	3,219.73	3,226.07	3,232.53
Venta de Potencia		1,199.57	1,220.32	1,241.43	1,262.91	1,284.76	1,306.99	1,329.60	1,352.61	1,376.02	1,399.83	1,424.05	1,448.70
Total de Ingresos	-	4,367.26	4,393.37	4,419.95	4,446.99	4,474.51	4,502.51	4,531.01	4,560.01	4,589.52	4,619.56	4,650.12	4,681.23
O&M (% sobre ingresos)		218.36	223.82	229.42	235.15	241.03	247.06	253.23	259.56	266.05	272.71	279.52	286.51
Gastos Administrativos		349.38	358.12	367.07	376.24	385.65	395.29	405.17	415.30	425.69	436.33	447.24	458.42
Mantenimiento Menor Anual		30.00	30.75	31.52	32.31	33.11	33.94	34.79	35.66	36.55	37.47	38.40	39.36
Mantenimiento Equipos		-	-	-	-	75.00	-	-	-	-	75.00	-	-
Renta Variable		117.92	118.62	119.34	120.07	120.81	121.57	122.34	123.12	123.92	124.73	125.55	126.39
Renta Fija		160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00
Seguros		82.48	84.54	86.66	88.82	91.04	93.32	95.65	98.04	100.49	103.01	105.58	108.22
Otros Gastos		50.00	51.25	52.53	53.84	55.19	56.57	57.98	59.43	60.92	62.44	64.00	65.60
Depreciación		1,441.60	1,441.60	1,441.60	1,441.60	1,441.60	554.80	554.80	554.80	554.80	554.80	554.80	554.80
Total Gastos de Operación	-	2,449.74	2,468.70	2,488.13	2,508.04	2,603.44	1,662.55	1,683.97	1,705.93	1,728.42	1,826.48	1,775.10	1,799.31
UAI	-	1,917.52	1,924.67	1,931.82	1,938.95	1,871.07	2,839.96	2,847.04	2,854.08	2,861.10	2,793.08	2,875.02	2,881.92
Gastos Financieros	-	1,339.80	1,228.15	1,116.50	1,004.82	893.20	781.55	669.90	558.25	446.60	334.95	223.30	111.65
UAI	-	577.72	696.52	815.32	934.13	977.87	2,058.41	2,177.14	2,295.83	2,414.50	2,458.13	2,651.72	2,770.27
ISR sobre ingresos 7%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	325.51	327.69
Utilidad Neta	-	577.72	696.52	815.32	934.13	977.87	2,058.41	2,177.14	2,295.83	2,414.50	2,458.13	2,326.21	2,442.58
Depreciación	-	1,441.60	1,441.60	1,441.60	1,441.60	1,441.60	554.80	554.80	554.80	554.80	554.80	554.80	554.80
Inversión	(25,364.00)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Préstamo	19,140.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amortización de préstamo	-	(1,595.00)	(1,595.00)	(1,595.00)	(1,595.00)	(1,595.00)	(1,595.00)	(1,595.00)	(1,595.00)	(1,595.00)	(1,595.00)	(1,595.00)	(1,595.00)
Flujo de Caja Neto	(6,224.00)	424.32	543.12	661.92	780.73	824.47	1,018.21	1,136.94	1,255.63	1,374.30	1,417.93	1,286.01	1,402.38
Saldo Normal	-	(5,799.68)	(5,256.56)	(4,594.64)	(3,813.91)	(2,989.45)	(1,971.23)	(834.30)	421.34	1,795.64	3,213.57	4,499.58	5,901.96
Flujo Descontado	(6,224.00)	392.89	465.64	525.45	573.86	561.12	641.65	663.39	678.38	687.49	656.78	551.55	556.90
Saldo Descontado	-	(5,831.11)	(5,365.47)	(4,840.02)	(4,266.16)	(3,705.05)	(3,063.40)	(2,400.01)	(1,721.63)	(1,034.13)	(377.36)	174.19	731.10

Elaboración propia con información del proyecto

Cómo se muestra en el cuadro de flujos de efectivo proyectado, así como se mencionó con la utilidad neta, los resultados muestran un comportamiento saludable, es decir que son positivos, logrando cubrir sus gastos de operación normal, costos financieros y amortizaciones por préstamo, así como, todas las salidas de efectivo previstas y proyectadas.

Como dato relevante, se debe mencionar que la vida útil del proyecto es de 50 años, los flujos de efectivo proyectados se realizaron a 20 años y para efectos del presente trabajo, se llevó a cabo el análisis de los flujos de efectivo a 12 años, considerando que es el periodo en el que se concluye con el pago de las amortizaciones e intereses del préstamo obtenido a 12 años como se puede observar en el anexo 4, que fue pactado a una tasa de interés de 7%, reconociendo que él mismo contaba con 2.5 años como periodo de gracia y que a partir del año 10 se inicia el pago de Impuesto Sobre la Renta.

En ese sentido, se puede observar que, durante los doce años analizados, el proyecto logra ser solvente y como se verá en los apartados siguientes, llena los requisitos de aceptabilidad. Es en este contexto, se llevó a cabo los cálculos de Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), con la finalidad de comprobar lo observado en los flujos de caja netos y determinar la viabilidad del proyecto, como se puede observar en el cuadro siguiente.

Cuadro No. 4.9
Guatemala, Hidroeléctrica II, S.A., cálculos financieros
VAN, TIR, , expresadas en miles de dólares y porcentajes

PERÍODO ANALIZADO	12 años
TASA DE DESCUENTO	8%
VAN	731.10
TIR	9.797%
PI	1.12

Elaboración propia con información del proyecto.

Como se observa en el cuadro y como se mencionó anteriormente, el periodo sujeto al análisis fue de 12 años, la tasa de descuento empleada para el proyecto fue de 8%, tasa que fue calculada por el proyectista utilizando valores del sector.

El cálculo realizado del Valor Actual Neto, da como resultado un valor positivo, estimado en US\$ 731.10 lo que permite inferir que el proyecto cuenta con el suficiente ingreso que le permita en valores actuales netos ser positivo, es decir que al ser un monto que se encuentra por arriba del cero, presenta un nivel de ganancia, por arriba de lo requerido, por lo que se puede determinar que el proyecto analizado mediante el VAN es viable financieramente y se constituye en un proyecto factible de realizar.

En cuanto al cálculo de la Tasa Interna de Retorno, se puede observar que la misma se encuentra a razón de 9.79%, lo que permite determinar que se encuentra por arriba de la tasa requerida o de descuento en este caso, y que el índice de rentabilidad de proyecto se encontrará en 1.12, lo que permite determinar y afirmar que el proyecto es rentable y que por lo tanto se recomienda llevar a cabo la inversión.

Lo anteriormente descrito, permite dar cumplimiento al objetivo específico 4, que pretendía determinar si la instalación de una central hidroeléctrica era viable financieramente. En tal sentido, se puede afirmar que un proyecto con las características mostradas en el presente trabajo, en el contexto de la oferta y la demanda analizada con anterioridad, resulta viable financieramente, comprobado mediante el análisis de los flujos de efectivo proyectados y el cálculo del Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno.

4.5. Determinación de rentabilidad del proyecto

Una vez determinada la viabilidad financiera del proyecto, resulta importante confirmar el nivel de rentabilidad por lo que, partiendo de la información financiera proporcionada por los flujos de efectivo, se procede al cálculo de las fórmulas financieras que nos permitirán determinar si el proyecto muestra o no niveles de rentabilidad.

El cálculo de los flujos de efectivo a 12 años, como se puede observar en el cuadro 4.8, permite identificar que el proyecto en sí, muestra flujos de caja neto positivos en todo momento, lo que sin duda resulta de contar con ingresos constantes, seguros y sostenibles en el tiempo, como ya se mencionó con antelación, lo que permite inferir

que la entidad presenta un comportamiento saludable, lo que se traduce en rentabilidad como se observó anteriormente, al momento de mostrar un VAN positivo, como se vio en el apartado anterior, lo que se puede definir como rentabilidad, es decir al ser superior a cero, mostrará un nivel de rentabilidad por arriba de lo requerido, en términos netos.

Por su parte la TIR, confirma lo demostrado por el VAN, es decir que la entidad mostrará un nivel de rentabilidad por arriba de lo requerido por la tasa de descuento, estimando la TIR en 9.79%, como queda demostrado en el cuadro siguiente.

Cuadro No. 4.10
Guatemala, Hidroeléctrica II, S.A., cálculos financieros de rentabilidad

PERÍODO ANALIZADO	12 años
TASA DE DESCUENTO	8%
VAN	731.10
TIR	9.797%
PI	1.12

Fuente: Elaboración propia con información del proyecto

Como se puede apreciar, el cuadro anterior muestra los cálculos realizados, con la finalidad de determinar el nivel de rentabilidad financiera del proyecto.

Como se puede observar, el VAN es positivo ubicándose en US\$731.10, por su parte la TIR es positiva y mayor a la tasa de descuento situada en 9.79%, por tanto, se puede mencionar que el proyecto no solo es viable financieramente, sino que también se puede apreciar el cálculo del índice de rentabilidad PI, el que hace una relación entre la inversión respecto del valor obtenido del VAN, logrando de esta manera hacer una relación de rentabilidad de la inversión, que para el presente proyecto se encuentra en 1.12 como se puede apreciar en el cuadro 4.10 y que al ser mayor que la unidad, se puede determinar que el índice es positivo y que refleja un adecuado y atractivo nivel de rentabilidad sobre la inversión.

En este sentido, se está en la posibilidad de dar respuesta al objetivo específico quinto, que pretendía determinar el nivel de rentabilidad de la entidad, afirmando que el

proyecto de instalación de una central hidroeléctrica en el país, resulta ser viable financieramente, y también es rentable, comprobado mediante cálculos financieros evidenciados en el presente apartado.

4.6. Período de recuperación de la inversión

Una vez determinado y confirmado que el proyecto en estudio presenta una viabilidad financiera, y niveles positivos de rentabilidad, corresponde evacuar el objetivo específico sexto, en el que se pretendía determinar el periodo en el que el proyecto recupera la inversión realizada.

En tal sentido el cuadro que se presenta a continuación permite identificar de manera concreta, el periodo estimado de la recuperación de la inversión.

Cuadro No. 4.11

Guatemala, Hidroeléctrica II, S.A., flujo de caja neto, saldo normal, flujo descontado y saldo descontado a doce años, expresado en miles de dólares

Rubros	AÑOS												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Flujo de Caja Neto	(6,224.00)	424.32	543.12	661.92	780.73	824.47	1,018.21	1,136.94	1,255.63	1,374.30	1,417.93	1,286.01	1,402.38
Saldo Normal	.	(5,799.68)	(5,256.56)	(4,594.64)	(3,813.91)	(2,989.45)	(1,971.23)	(834.30)	421.34	1,795.64	3,213.57	4,499.58	5,901.96
Flujo Descontado	(6,224.00)	392.89	465.64	525.45	573.86	561.12	641.65	663.39	678.38	687.49	656.78	551.55	556.90
Saldo Descontado	.	(5,831.11)	(5,365.47)	(4,840.02)	(4,266.16)	(3,705.05)	(3,063.40)	(2,400.01)	(1,721.63)	(1,034.13)	(377.36)	174.19	731.10

Elaboración propia con información del proyecto.

En tal sentido se calculó el saldo normal, para evidenciar y lograr determinar el periodo de recuperación de la inversión, de la misma manera se trajo a valor actual los flujos proyectados, de tal manera que se pudiera realizar el mismo procedimiento de calcular los saldos descontados y de esta manera determinar el periodo de recuperación de los saldos descontados.

Cuadro No. 4.12
Guatemala, Hidroeléctrica II, S.A.,
período de recuperación de la inversión

PERÍODO ANALIZADO	12 años
TASA DE DESCUENTO	8%
VAN	731.10
TIR	9.797%
PI	1.12
PAYBACK	7.66
PAYBACK DESCONTADO	10.57

Fuente: Elaboración propia con información del proyecto

Con los datos observados del cuadro anterior, se puede afirmar que la entidad tiene un periodo de recuperación de alrededor de 8 años, lo cual es evidente al observar los saldos normales, así también el cálculo del Payback descontado reflejado en el cuadro anterior, muestra que el periodo de recuperación de la inversión mediante los saldos descontados se encuentra alrededor de 10 años.

Como bien es sabido, el Payback, indica el periodo de tiempo requerido para recuperar la inversión inicial, en tal sentido se puede afirmar que se ha logrado dar respuesta al objetivo específico sexto, al determinar el periodo de recuperación de la inversión del proyecto, el que a todas luces se presenta como un proyecto atractivo con un adecuado período de recuperación de la inversión, si se considera la magnitud de la inversión

4.7. Análisis de sensibilidad

Cuando se desea llevar a cabo un proyecto de inversión, definitivamente se entiende que se debe comprometer un determinado monto de recursos, mismos que de acuerdo con la lógica empresarial y financiera, debe de representar un nivel de rentabilidad, de preferencia en el menor tiempo posible, que en definitiva debe ser

atractivo, por arriba de las tasas de ahorros bancarios y el costo de oportunidad del capital.

De acuerdo con lo anterior, resulta de vital importancia que los recursos invertidos, la dinámica y operación del proyecto, se desarrolle sin mayores variaciones en las variables estimadas, corriendo los menores riesgos que sean posibles, lo que envuelve a los proyectistas, financieros e inversionista en un mundo de incertidumbres, sobre cuáles son los escenarios sobre los que se puede trabajar.

En este contexto, el análisis de sensibilidad, se presenta como una herramienta para cualquier analista, que le permite realizar cálculos con la finalidad de predecir los resultados de un proyecto, tratando con ello de reducir los grados de incertidumbre y gestionar los riesgos, facilitando la toma de decisiones.

Para el presente trabajo, se realizó una serie de cálculos con la finalidad de probar la sensibilidad del proyecto a nivel de VAN, respecto de variaciones en la tasa de descuento, evaluando con ello hasta donde puede permitir dichas variaciones el proyecto analizado, como se aprecia en el cuadro 4.13.

Es importante mencionar que el análisis de sensibilidad se realizó sobre la tasa de descuento inicialmente, considerando la posibilidad de que los efectos del fenómeno de la niña se puedan extender por varios años y afecte los caudales de agua, comprometiendo en cierta manera la generación de energía eléctrica estimada, no solo para el proyecto, sino que, para la mayoría de centrales hidroeléctricas, haciendo variar los cálculos de los costos en general.

Cuadro No. 4.13
Guatemala, Hidroeléctrica II, S.A., análisis de sensibilidad
VAN - tasa de descuento, expresado en miles de dólares

Tasa descuento	VAN
	731.10
8.00%	731.10
8.20%	644.03
8.30%	601.05
8.50%	516.21
9.00%	310.39
9.30%	191.05
9.50%	113.17
9.79%	2.56
9.80%	(1.21)
10.00%	(75.87)

Fuente: Elaboración propia información del proyecto

Como se aprecia en el cuadro anterior, de acuerdo a las variaciones incrementales que se dan en la tasa de descuento, los montos obtenidos de VAN se ven reducidos, en tal sentido se puede afirmar que, de acuerdo a las estimaciones de sensibilidad, el proyecto permite el incremento a la variación de la tasa de descuento, manteniendo su valor positivo, hasta el momento en que la tasa supera los 9.80 puntos porcentuales, a partir de ese dato los valores de VAN empiezan a ser negativos.

El cuadro siguiente muestra el análisis de sensibilidad realizado para evaluar el efecto que tienen sobre el proyecto la variación que pueda darse en la tasa de descuento relacionada con variaciones en los niveles de inversión propia, y su efecto en el VAN.

En el análisis de sensibilidad, se estimó el incremento en los niveles de aporte de capital, el cual podría deberse a las eventualidades que incrementan los costos, sin que ello pueda ser cubierto de manera bancaria, por lo que se recurre al capital propio. Este incremento de costos puede deberse en alguna medida al incremento desmedido en los precios de materiales o combustibles, atraso en los tiempos estipulados de construcción, atrasos por complicaciones en la cadena de suministros y agregados, problemas de viabilidad social, como conflictividad o bloqueos de accesos derivado de eventualidades políticas ajenas al proyecto, así como cualquier incidente que

influya en el incremento de los costos, aunado a los previstos en el análisis de sensibilidad de una sola variable cuadro 4.13.

Cuadro No. 4.14

Guatemala, Hidroeléctrica II, S.A., análisis de sensibilidad

VAN - tasa de descuento – inversión, expresada en miles de dólares

		INVERSIÓN					
		731.10	(6,200.00)	(6,300.00)	(6,500.00)	(6,800.00)	(6,900.00)
Tasa de descuento	8.00%	755.10	655.10	455.10	155.10	55.10	
	8.20%	668.03	568.03	368.03	68.03	(31.97)	
	8.30%	625.05	525.05	325.05	25.05	(74.95)	
	8.50%	540.21	440.21	240.21	(59.79)	(159.79)	
	9.00%	334.39	234.39	34.39	(265.61)	(365.61)	
	9.30%	215.05	115.05	(84.95)	(384.95)	(484.95)	
	9.50%	137.17	37.17	(162.83)	(462.83)	(562.83)	
	9.79%	26.56	(73.44)	(273.44)	(573.44)	(673.44)	
	9.80%	22.79	(77.21)	(277.21)	(577.21)	(677.21)	
	10.00%	(51.87)	(151.87)	(351.87)	(651.87)	(751.87)	

Fuente: Elaboración propia información del proyecto

Como se puede apreciar, en el cuadro anterior, en las primeras dos columnas, en donde la inversión es menor al proyecto original, la variación de la tasa de descuento puede ser soportada por arriba de 9.80% de tasa, ahora bien, cuando la inversión se ve incrementada como en el caso de llevarla a 6,5 millones, la variación en la tasa si presenta un tope, es decir el proyecto con ese nivel de inversión soportará hasta un 9% como tasa de descuento para que VAN empiece a ser negativo, de la misma manera sucede cuando se ve incrementada la inversión a 6.8 millones, la tasa máxima que puede soportar el proyecto se encuentra a razón de 8.30%, en el caso más extremos calculado, cuando la inversión se ve incrementada a 6.9 millones, la tasa de descuento máxima se encuentra en 8%, de lo contrario el VAN muestra valores negativos.

Con estos ejercicios de análisis de sensibilidad, podemos conocer cuál podría ser el comportamiento del proyecto cuando es sometido a variaciones en la tasa de descuento, así como a variaciones en los niveles de inversión, pudiendo con ello tener presente los parámetros sobre los cuales se deberán tomar las decisiones de inversión.

Un tema que resulta ser sumamente importante para el análisis que se debe de tener al momento de evaluar la instalación de una central hidroeléctrica, lo constituye la viabilidad social, entendida en su amplia expresión, es decir, involucra contar con la denominada licencia social que implica no solo el tema de comunidades, permisos de paso, consultas comunitarias, sino que también los permisos, licencias municipales y locales para poder llevar a cabo dichos proyectos de inversión.

A pesar de que la viabilidad social, es un tema que pareciera trascender lo financiero, resulta ser que al final de cuentas es un tema que debe de considerarse y estará presente durante todo el proceso no sólo desde antes de la construcción, sino que durante el proceso constructivo y también en operaciones.

Uno de los temas que rodean la construcción de centrales hidroeléctricas, lo constituye la conflictividad social, indistintamente de la fuente que la genera, es un dato importante a considerar, en el sentido de que cada entidad que pretenda desarrollar proyectos de esta índole, debe de saber que el tema municipal, social y comunitario, debe ser tratado como uno de los elementos que conforman el proyecto, para lo cual es menester la correcta planificación y debida gestión, lo que implica contar con un equipo multidisciplinario que se encargue en todo momento de garantizar la viabilidad del proyecto hablando socialmente.

De igual manera es importante llevar a cabo una correcta gestión sobre los permisos, licencias y derechos de paso que sea necesario realizar, debiendo guardar la debida pertinencia cultural de cada región, en virtud de que resulta ser necesario contar con los respectivos respaldos documentales de que el proyecto ha sido socializado en el área de influencia y que es responsable socialmente, es decir que se encuentra en armonía con las comunidades o vecinos, requisitos que recientemente se han incorporado en la autorización de estudios, licencias y permisos, así como para el análisis de créditos bancarios.

En conclusión, es importante considerar e incorporar el análisis y gestión social a todo proyecto que se desee desarrollar principalmente a los hidroeléctricos, en virtud de que un correcto manejo garantizara la viabilidad del proyecto y una convivencia pacífica en la zona, en caso contrario es preciso reconocer que algunos proyectos han sufrido atrasos en construcción, conflictos recurrentes y hasta el paro total de labores

o la imposibilidad de continuar con la construcción, por lo que resulta recomendable llevar a cabo una correcta relacionamiento social y con autoridades locales, que contribuya con el desarrollo exitoso del proyecto.

En tal sentido, resulta importante considerar que, con el tratamiento de los apartados anteriores, que conforma el cuerpo del presente capítulo, se ha dado respuesta a todos y cada uno de los objetivos específicos, afirmando que se ha logrado determinar y dar respuesta a las interrogantes que dieron origen al presente trabajo profesional.

Al brindarle respuesta a cada uno de los objetivos específicos, se fue estructurando la respuesta y cumplimiento del objetivo general, que pretendía analizar el comportamiento y composición de la oferta y la demanda de energía renovable en Guatemala, con la finalidad de determinar la rentabilidad financiera, en la instalación de una central hidroeléctrica en el país.

Concluyendo que, fruto del análisis del comportamiento de la oferta en Guatemala, se pueden tener elementos válidos e importantes a considerar al momento de tomar una decisión de inversión, sobre todo en el ámbito de las energías renovables y específicamente aquellas que utilizan la fuerza del agua para poder generar, tipo de generación mejor conocida como hidroeléctrica, ya que como se logró advertir en el presente capítulo, la tendencia mundial y del país es apostar por las energías renovables, no solo por ser amigables con el ambiente, no contaminantes, sino que por los bajos costos de generación respecto de las no renovables, sobre todo por la disponibilidad en el país de dichos recursos.

De igual manera es importante considerar el comportamiento de la demanda de energía eléctrica, porque determina las pautas para planificar y modelar la oferta, a sabiendas que el desarrollo de las sociedades se encuentra ligado al uso de la energía, por tanto, resulta ser un indicador interesante del desarrollo humano, permitiendo al analista evaluar el comportamiento de la demanda y la demanda insatisfecha, para identificar los nichos de oportunidad de inversión en el sector.

Otro dato a considerar y analizar al momento de incursionar en este tipo de mercado, es conocer cuál es su composición y funcionamiento de la energía eléctrica, en tal sentido el estudio y análisis de la matriz energética, permite al analista conocer cómo es que está distribuido el despacho de energía y como el costo de generación

determina la participación en el mercado, así también, se puede determinar qué tipo de generación es el que resulta ser más interesante al momento de invertir, no solo por su costo beneficio, sino que por los niveles de eficiencia.

En tal sentido, se pudo llevar a cabo el ejercicio de tener a la vista, analizar y realizar cálculos financieros que permitieran identificar y determinar con certeza los cuestionamientos que se plantearon al inicio del presente trabajo, que dieron origen a los objetivos específicos, logrando comprobar que la instalación de una central hidroeléctrica en el país, en las condiciones previstas en las variables y supuestos, resulta ser viable financieramente, rentable no solo para el proyecto, sino que para los inversionistas, logrando en esta ocasión una tasa de retorno mayor que la de descuento requerida, un Valor Actual Neto Positivo y otras variable que permitieron determinar su nivel de rentabilidad, confirmando que el periodo de recuperación de la inversión se puede llevar a cabo el alrededor de cuatro años.

Con estos datos, se puede concluir que la inversión en energías renovables en el país, pueden ser una apuesta no solo por el equilibrio con la naturaleza, cumplir con los compromisos asumidos en tratados y convenios ambientales encaminados a combatir los efectos del cambio climático, sino que porque al final se ha podido comprobar que son rentables para los inversionistas y contribuyen a la cobertura de la demanda de energía, con sostenibilidad y con costos más bajos que las energía no renovables.

CONCLUSIONES

El presente apartado, pretende compilar las principales conclusiones derivadas del trabajo desarrollado, en el que se utilizó una metodología científica, permitiendo el abordaje lógico de cada uno de los objetivos específicos que en conjunto pretenden dar respuesta al objetivo general que dio origen a la investigación, en tal sentido se presentan las siguientes conclusiones:

1. Que resultado del presente trabajo de investigación, se puede afirmar que se ha dado respuesta al objetivo general, en el que se ha analizado la oferta y demanda de la energía eléctrica renovable en Guatemala, que sirvió para analizar el contexto que dio paso a determinar la viabilidad financiera y la rentabilidad de la unidad de análisis que para el presente trabajo lo constituyó la instalación de una central hidroeléctrica en el país, partiendo de las condiciones planteadas en el presente ejercicio profesional.
2. Se puede concluir que el estudio de la oferta y la demanda es importante para entender el contexto y terminología que engloba al sector de energía y principalmente la renovable, dicho estudio es de vital importancia para la evaluación de proyectos y sirvió de insumos para el estudio de la unidad de análisis.
3. Que la oferta de energía eléctrica en el país, muestra un comportamiento encaminado a favorecer el aprovechamiento de las energías renovables, en seguimiento a tendencias globales, compromisos adquiridos y acuerdos internacionales ratificados, así como, por la ventaja comparativa que representa la generación con recurso energéticos renovables que soportan menores costos de producción respecto de las energías no renovables, lo que demuestra que la instalación de una central hidroeléctrica, cuenta con posibilidades objetivas en el mercado eléctrico en el país.
4. Dentro de los tipos de energías renovables en la actualidad, las hidroeléctricas representan el mayor aporte en la generación de energía eléctrica en todo el país, con una participación de 52.30% respecto del total generado, debido en parte por las ventajas comparativas de país, a su estabilidad y bajo costo de producción, lo que demuestra que este tipo de generación soporta el liderazgo

entre las demás fuentes de generación de energía eléctrica, lo que permite inferir que la instalación de una central hidroeléctrica cuenta con altas posibilidades de participación en la matriz energética.

5. En lo que respecta a la demanda, ha mostrado una conducta creciente y sostenida en el tiempo y de acuerdo con proyecciones de las entidades competentes (MEM), mantendrá un comportamiento sostenido en el tiempo, permitiendo inferir que la inversión en energía eléctrica renovable, puede convertirse en una fuente o nicho de inversión rentable como consecuencia de la necesidad de cubrir la demanda de servicio.
6. La matriz energética muestra la participación de los distintos tipos de generación de energía eléctrica en el mercado de acuerdo a su nivel de despacho, es decir de acuerdo con los costos de generación más bajos y niveles de disponibilidad, con una mayor participación de las generadoras con fuentes renovables con una generación de 75.3% y 27.7% de generación de tipo no renovable, lo que demuestra que la inversión en energía renovables resulta una inversión prometedora.
7. En cuanto al potencial energético del país y de conformidad con los estudios realizados por el MEM, se puede concluir que Guatemala cuenta con una riqueza natural en fuentes de energía renovables que, con un adecuado y racional aprovechamiento, se podrá contar con la suficiente capacidad para cubrir y garantizar de manera sostenible la demanda de energía eléctrica en el mediano y largo plazo, con un 78.8% por aprovechar de recurso hídrico, un 96.6% de Geotérmico y 72.9% de eólico.
8. De acuerdo con la evaluación financiera desarrollada en el presente trabajo, mediante herramientas y fórmulas financieras, se logró determinar que el proyecto de instalación de una central hidroeléctrica en el país, resulta ser viable financieramente, presentando ganancia y rentabilidad evidentes, mostrando un VAN de US\$ 6,056,274.49, una TIR de 24%, un índice de rentabilidad de 1.97, qué hace que el proyecto sea atractivo para inversionistas, tanto nacionales como extranjeros.

9. En cuanto al periodo de recuperación de la inversión, se puede mencionar que los mismos se encuentran en el rango de los cuatro años para el saldo normal y para los saldos descontados, lo que permite evidenciar que el proyecto es positivo, lo que puede generar atracción de capitales para invertir.
10. El presente trabajo de investigación, fue desarrollado utilizando una metodología científica, que permitió cubrir los temas que dan soporte y fundamento a cada uno de los objetivos específicos, que en conjunto permiten dar respuesta al objetivo general, donde se ha analizado la oferta y demanda de la energía eléctrica renovable en Guatemala, como contexto importante necesario e importante, que contribuye a concluir que la instalación de una central hidroeléctrica en el país, resulta ser viable financieramente y rentable, evidenciando una recuperación pronta y un índice de rentabilidad positivo, que hace atractiva la inversión.

RECOMENDACIONES

El presente apartado, pretende brindar algunas recomendaciones que surgen de la experiencia emanada del proceso de investigación y desarrollo del trabajo de investigación.

1. A la unidad financiera del proyecto, para que pueda incluir en sus evaluaciones financieras el análisis de la oferta y demanda de energía eléctrica, con la finalidad de identificar con mayor exactitud los nichos de inversión en los momentos que el país lo requiera, de conformidad con el crecimiento de la demanda.
2. A las autoridades de la escuela de postgrado, continuar con el estudio y fortalecer el análisis de los principales indicadores macroeconómicos, como parte importante del análisis integral que todo financiero debe tener al momento de realizar las evaluaciones correspondientes.
3. A las autoridades competentes vinculadas a la temática, procurar una compilación de los convenios, acuerdos y compromisos asumidos por Guatemala en materia ambiental, cambio climático y buenas prácticas relacionadas a la generación de energía que permita, evaluar el cumplimiento de los mismos en los tiempos estipulados y que sea de conocimiento público.
4. Se debe brindar apoyo financiero con respaldo institucional Estatal a aquellos esfuerzos encaminados a la instalación de pequeñas centrales eléctricas que emplean recursos renovables no contaminantes como hídricos, solar y eólicos, encaminados a brindar cobertura a comunidades alejadas de los centros urbanos y que aún no cuentan con el servicio.

BIBLIOGRAFÍA

Alvarado Jerónimo, Walter V. (2017), *Implicaciones financieras, socioeconómicas y ambientales en la operación de la micro central, hidroeléctrica las conchas, en el uso de la energía eléctrica en el municipio de Chahal*, Departamento de Alta Verapaz, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas, Escuela de Estudios de postgrado, Maestría en formulación y evaluación de proyectos,
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_5663.pdf

Andrés Sevilla Arias (27 de mayo, 2015), *Ley de oferta y demanda*.
Economipedia.com,
<https://economipedia.com/definiciones/ley-de-oferta-y-demanda.html>

Comisión Nacional de Energía Eléctrica, (2015), *Mercado de energía Eléctrica, Guía del Inversionista*,
<http://www.cnee.gob.gt/pdf/informacion/GuiadelInversionista2015.pdf>

Decreto No. 93-96 del Congreso de la República de Guatemala, *Ley General de Electrificación*, 15 de noviembre de 1,996.
https://www.amm.org.gt/portal/?wpfb_dl=6AMM-ley-general-electricidad.pdf

Diccionario panhispánico del español jurídico, *Recurso Natural*.
<https://dpej.rae.es/lema/recurso-natural>.

Economía 2, septiembre 2018, *La oferta y la demanda*,
http://chanel02.blogspot.com/2018/09/la-oferta-y-la-demanda_26.html.

Fisher L., Espejo J. (2,017), *Mercadotecnia*, tercera edición Mc Graw Hill, cuarta edición,
https://www.academia.edu/30164917/Libro_Mercadotecnia_Laura_Fischer_y_Jorg

Fondo Mundial para la Naturaleza, *¿Qué es el cambio climático?*

<https://www.wwf.org.mx/quehacemos/cambioclimaticoyenergia/>

García Escobar, Marlon M. (2010), *Análisis de métodos para valorar una*

empresa litográfica, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas, Escuela de Estudios de Postgrado, Maestría en Administración Financiera,

http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_3568.pdf

Gitman L., Zutter Chad, (2,012), *Principios de administración financiera*,

decimosegunda edición, editorial Pearson.

<https://educativopracticas.files.wordpress.com/2014/05/principios-de-administracion-financiera.pdf>

Hernández, R, Fernández, C. y Baptista, L. (2014), *Metodología de la*

investigación, México, Mc. Graw Hill Educación, sexta edición,

<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodología-de-la-investigación-sexta-edición.compressed.pdf>

Instituto Nacional de Estadística (2,019), *Principales resultados CENSO 2018*

<https://www.ine.gob.gt/ine/portal-estadistico-1-0/>

Instituto Nacional de Estadística de Chile (INE), *Indicadores Económicos*.

<https://www.ine.cl/ine-ciudadano/definiciones-estadisticas/economia/indicadores-economicos>.

Ministerio de Energía y Minas, República de Guatemala, *Las energías*

renovables en la generación eléctrica en Guatemala.

<https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2018/07/Energ%3%ADas-Renovables-en-Guatemala.pdf>.

Ministerio de Energía y Minas República de Guatemala, (2018). *Las energías renovables en la generación eléctrica en Guatemala*.
<https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2018/07/Energ%C3%ADas-Renovables-en-Guatemala.pdf>.

Ministerio de Energía y Minas de Guatemala, (2,020), *Plan de expansión indicativo del sistema de generación 2,020-2,050*,
<https://www.cnee.gob.gt/PlanesExpansion/2020-2050/PlanExpansionGeneracion2020-2050.pdf>

Núñez S. (16 de octubre 2,020), *Recursos no renovables: qué son y ejemplos, Ecología verde*. <https://www.ecologiaverde.com/recursos-no-renovables-que-son-y-ejemplos-3088.html>

Pedrosa Jorge (2,015), *Oferta*, Economipedia.com.
<https://economipedia.com/definiciones/oferta.html>

Prensa Libre, (2017) Hemeroteca, Prensa Libre, pg 4, 28 de mayo de 1,959,
Creación del INDE,
<https://www.prensalibre.com/hemeroteca/hace-58-aos-nace-el-instituto-nacional-de-electrificaci3n-nacional-inde/>

Ross, Westerfield, Jaffe, (2,012) *Finanzas corporativas*, novena edición, Mc Graw Hill. <https://cucjonline.com/biblioteca/files/original/923fbdb1a071a4533d1fa4b240c25592.pdf>

Ruiz P., Roberto, (diapositiva #12), *Planeación y Evaluación Financiera*, Instituto Tecnológico de Sonora.
http://biblioteca.itson.mx/oa/contaduria_finanzas/oa1/laneacion_evaluacion_financiera/p11.htm.

- Salazar De León, Susana M. (2016), *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa productora de papel reciclado de manera artesanal en la comunidad lomas de Santa Faz, zona 18*, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de ingeniería mecánica. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3448_IN.pdf
- Sanpieri, R. H., Collardo, C. F., & Lucio, P. B. (2010). *Metodología de la Investigación Quinta edición*. México, D.F.: McGrall - Hill/ Interamericana Editores, S, A. de C.V.
<https://www.icmujeres.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
- Sevilla Arias, Andrés (2,012), *Producto interno bruto*, Economipedia.com.
<https://economipedia.com/definiciones/producto-interior-bruto-pib.html>.
- Universidad de San Carlos de Guatemala (2018), *Instructivo para elaborar el Trabajo Profesional de Graduación, para optar al grado de maestro en artes*,http://www.postgrados-economicasusac.info/uploads/1/1/8/1/8/118804562/instructivo_artes__160618__version_final.pdf Facultad de Ciencias Económicas,
- Vásquez B., Roberto, (2015), *Flujo de efectivo*, economipedia.com. <https://economipedia.com/definiciones/flujo-de-efectivo.html>
- Werner Stark, Steuart, James Denham, Encyclopedia.com, <https://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=https://www.encyclopedia.com/social-sciences/applied-and-social-sciences-magazines/steuart-james-denham&prev=search&pto=aue>
- Westreicher. G. (12 de enero, 2,020), *Recursos renovables*, Economipedia.com,
<https://economipedia.com/definiciones/recursos-renovables.html>

ANEXOS

ANEXO 1 – LISTAS DE COTEJO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA

LISTA DE COTEJO 1

Objetivo específico 1	Indicadores	Si	No	Cantidad MWh 2,020	Fuente	Observaciones
Determinar cómo está estructurada la oferta y demanda de energía renovable en el país.	Oferta de energía (fuentes de energía que componen la oferta en Guatemala).					
	Fuentes No renovables					
	Carbon					
	Coque de petróleo					
	Bunker					
	Gas natural					
	Diesel					
	Otros					
	Fuentes renovables					
	Hidroeléctrica					
	Eólica					
	Solar					
	Biomásica					
	Geotérmica					
	Biogas					
	Comportamiento de la oferta de energía E .					
	Decreciente					
	Estatica					
	Crecente					
	Cobertura nacional de servicio de energía					
	Índice de cobertura eléctrica 2,020					
	Otras fuentes					
	Tipo de Capacidad					
	Capacidad instalada					
	Capacidad efectiva					
	costo de producción					
	costos variables					
costos operación y mantenimiento						

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA

LISTA DE COTEJO 2

Objetivo específico 1	Indicadores	Si	No	%	Fuente	Observaciones
Determinar cómo está estructurada la oferta y demanda de energía renovable en el país.	Fuentes de energía empleadas por la familias en Guatemala para cocinar					
	Leña					
	Gas propano					
	Electricidad					
	Otros					
	Tipo de alumbrado 2,018					
	Eléctrico					
	Candela					
	Gas Propano					
	Tipos de demanda de energía eléctrica 2,020					
	Distribuidores					
	Comercializadores					
	Consumo propio					
	Generes usuarios participarr					
	Pérdidas					
	Exportaciones					
	Desviaciones					
	Total					
	Comportamiento de la demanda de energía E.					
	Decreciente					
	Estatica					
	Crecente					
	Demanda de servicio de energía eléctrica					
	Nacional					
	Internacional					
	Otras					
	Índice de cobertura eléctrica					
	Índice de cobertura nacional 2,020					
	Usuarios sin servicio de electricidad 2,018					
	Región I Metropolitana					
	Región II Norte					
	Región III Nororient					
	Región IV Suroriente					
	Región V Central					
	Región VI Suroccidente					
	Región VII Noroccidente					
	Región VIII Región Petén					
	Precio de la energía eléctrica eléctrica					
	Oferta y demanda de energía eléctrica					
Demanda						
Oferta						
Importaciones						
Exportaciones						
Generción SIN						

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA

LISTA DE COTEJO 3

Objetivo específico 2	Indicadores	Si	No	% de participación periodo seco	% de participación periodo lluvioso	Observaciones
Establecer como está distribuida la matriz energética del Guatemala.	Composición de la matriz energética					
	Fuentes No renovables					
	Carbon					
	Bunker					
	Diesel					
	Otros					
	Fuentes renovables					
	Hidroeléctrica					
	Eólica					
	Solar					
	Biomásica					
	Geotérmica					
	Otros					
	Origen de la Oferta de energía					
	Pública					
	Privada					

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA

Lista de cotejo 4

Objetivo específico3	Indicadores	Si	No	Potencial	Aprovechamiento actual	Observaciones
Determinar el potencial energético renovable hídrico en Guatemala.	Fuentes de energía renovable			MW		
	Hídrica					
	Solar					
	Eólica					
	Geotérmica					
	Biomásica					
	Otros					
	Demanda Futura plan de expansión 2,050			Año 2,050 en GWh energía eléctrica	Año 2,050 en MW potencia eléctrica	
	Esenario bajo					
	Esenario medio					
	Esenario alto					
	Bentaja comparativa Costo MWh.					
	Guatemala					
	Honduras					
	El Salvador					
	Nicaragua					
	Costa Rica					
	Panamá					
	Política Energética a Futuro					
	Política de mediano y largo plazo					
Políticas Cambio Climático						
Políticas Nacionales						
Convenios y compromisos Internacionales						

ANEXO 2 – FLUJOS DE EFECTIVO PROYECTADO – FÓRMULAS FINANCIERAS – ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

HIDROELÉCTRICA II
FLUJOS DE EFECTIVO PROYECTADOS
 Cifras miles de US\$

Rubros	AÑOS												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ventas													
Venta de Energía		3,167.69	3,173.05	3,178.52	3,184.08	3,189.75	3,195.52	3,201.41	3,207.40	3,213.51	3,219.73	3,226.07	3,232.53
Venta de Potencia		1,199.57	1,220.32	1,241.43	1,262.91	1,284.76	1,306.99	1,329.60	1,352.61	1,376.02	1,399.83	1,424.05	1,448.70
Total de Ingresos	-	4,367.26	4,393.37	4,419.95	4,446.99	4,474.51	4,502.51	4,531.01	4,560.01	4,589.52	4,619.56	4,650.12	4,681.23
O&M (% sobre ingresos)		218.36	223.82	229.42	235.15	241.03	247.06	253.23	259.56	266.05	272.71	279.52	286.51
Gastos Administrativos		349.38	358.12	367.07	376.24	385.65	395.29	405.17	415.30	425.69	436.33	447.24	458.42
Mantenimiento Menor Anual		30.00	30.75	31.52	32.31	33.11	33.94	34.79	35.66	36.55	37.47	38.40	39.36
Mantenimiento Equipos		-	-	-	-	75.00	-	-	-	-	75.00	-	-
Renta Variable		117.92	118.62	119.34	120.07	120.81	121.57	122.34	123.12	123.92	124.73	125.55	126.39
Renta Fija		160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00
Seguros		82.48	84.54	86.66	88.82	91.04	93.32	95.65	98.04	100.49	103.01	105.58	108.22
Otros Gastos		50.00	51.25	52.53	53.84	55.19	56.57	57.98	59.43	60.92	62.44	64.00	65.60
Depreciación		1,441.60	1,441.60	1,441.60	1,441.60	1,441.60	554.80	554.80	554.80	554.80	554.80	554.80	554.80
Total Gastos de Operación	-	2,449.74	2,468.70	2,488.13	2,508.04	2,603.44	1,662.55	1,683.97	1,705.93	1,728.42	1,826.48	1,775.10	1,799.31
UAI	-	1,917.52	1,924.67	1,931.82	1,938.95	1,871.07	2,839.96	2,847.04	2,854.08	2,861.10	2,793.08	2,875.02	2,881.92
Gastos Financieros	-	1,339.80	1,228.15	1,116.50	1,004.82	893.20	781.55	669.90	558.25	446.60	334.95	223.30	111.65
UAI	-	577.72	696.52	815.32	934.13	977.87	2,058.41	2,177.14	2,295.83	2,414.50	2,458.13	2,651.72	2,770.27
ISR sobre ingresos 7%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	325.51	327.69
Utilidad Neta	-	577.72	696.52	815.32	934.13	977.87	2,058.41	2,177.14	2,295.83	2,414.50	2,458.13	2,326.21	2,442.58
Depreciación		1,441.60	1,441.60	1,441.60	1,441.60	1,441.60	554.80	554.80	554.80	554.80	554.80	554.80	554.80
Inversión	(25,364.00)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Prestamo	19,140.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amortización de prestamo	-	(1,595.00)	(1,595.00)	(1,595.00)	(1,595.00)	(1,595.00)	(1,595.00)	(1,595.00)	(1,595.00)	(1,595.00)	(1,595.00)	(1,595.00)	(1,595.00)
Flujo de Caja Neto	(6,224.00)	424.32	543.12	661.92	780.73	824.47	1,018.21	1,136.94	1,255.63	1,374.30	1,417.93	1,286.01	1,402.38
Saldo Normal	-	(5,799.68)	(5,256.56)	(4,594.64)	(3,813.91)	(2,989.45)	(1,971.23)	(834.30)	421.34	1,795.64	3,213.57	4,499.58	5,901.96
Flujo Descontado	(6,224.00)	392.89	465.64	525.45	573.86	561.12	641.65	663.39	678.38	687.49	656.78	551.55	556.90
Saldo Descontado	-	(5,831.11)	(5,365.47)	(4,840.02)	(4,266.16)	(3,705.05)	(3,063.40)	(2,400.01)	(1,721.63)	(1,034.13)	(377.36)	174.19	731.10

FORMULAS FINANCIERAS

PERÍODO ANALIZADO	12 años
TASA DE DESCUENTO	8%
VAN	731.10
TIR	9.797%
PI	1.12
PAYBACK	7.66
PAYBACK DESCONTADO	10.57

Tasa descuento	VAN
	731.10
8.00 %	731.10
8.20 %	644.03
8.30 %	601.05
8.50 %	516.21
9.00 %	310.39
9.30 %	191.05
9.50 %	113.17
9.79 %	2.56
9.80 %	(1.21)
10.00 %	(75.87)

Análisis de sensibilidad

Tasa de descuento	INVERSIÓN					
	731.10	(8,200.00)	(8,300.00)	(8,500.00)	(8,800.00)	(9,000.00)
8.00 %	755.10	655.10	455.10	155.10	55.10	
8.20 %	668.03	568.03	368.03	68.03	(31.97)	
8.30 %	625.05	525.05	325.05	25.05	(74.95)	
8.50 %	540.21	440.21	240.21	(59.79)	(159.79)	
9.00 %	334.39	234.39	34.39	(255.61)	(355.61)	
9.30 %	215.05	115.05	(49.95)	(384.95)	(484.95)	
9.50 %	137.17	37.17	(162.83)	(462.83)	(562.83)	
9.79 %	26.56	(73.44)	(273.44)	(573.44)	(673.44)	
9.80 %	22.79	(77.21)	(277.21)	(577.21)	(677.21)	
10.00 %	(51.87)	(151.87)	(351.87)	(551.87)	(651.87)	

ANEXO 3 – MATRIZ METODOLÓGICA

MATRIZ METODOLÓGICA:

Tema:	ANÁLISIS DE LA OFERTA Y DEMANDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA RENOVABLE EN GUATEMALA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CENTRAL HIDROELECTRICA					
Problemática Explique la problemática y el efecto que ésta tiene en el sector sujeto de estudio. (causa-efecto) Subrayar elementos clave = la causa y el efecto	El desconocimiento del comportamiento del sub sector eléctrico en Guatemala, en cuanto a la oferta y demanda de energía eléctrica, limita el análisis de la unidad financiera para contar con los elementos de valor necesarios, para evaluar la rentabilidad financiera, en la instalación de una central hidroeléctrica en el país.					
Objetivo General: Debe indicar que hará y para qué lo hará Subrayar los elementos claves = la causa y el efecto	Analizar el comportamiento y composición de la oferta y la demanda de energía renovable en Guatemala, con la finalidad de determinar la rentabilidad financiera, en la instalación de una central hidroeléctrica en el país.					
Preguntas de investigación (revisar su concatenación con objetivos específicos)	Objetivos Específicos (En su conjunto permiten alcanzar el OBJETIVO GENERAL)	Técnicas	Instrumento	Tipo de análisis		
¿Cómo está constituida la oferta y demanda de energía eléctrica en Guatemala?	1. Determinar cómo está estructurada la oferta de energía eléctrica renovable en el país y como está constituida la demanda.	Análisis de documentos electrónicos y físicos.	1.1. Lista de cotejo documental de la oferta. 1.2. Lista de cotejo documental de la demanda.	Análisis comparativo y cuantitativo.		

¿Cómo está conformada la matriz energética de Guatemala?	2. Establecer como está distribuida la matriz energética del Guatemala.	Análisis de documentos electrónicos y físicos.	2.1. Lista de cotejo documental.	Análisis comparativo.	
¿Cuál es el potencial energético renovable de Guatemala?	3. Determinar el potencial energético renovable hídrico en Guatemala.	Análisis de documentos electrónicos y físicos. Entrevista estructurada.	3.1. Lista de cotejo documental.	Análisis Interpretativo de los documentos.	
¿Qué situación financiera, presenta la instalación de una central hidroeléctrica en el país?	4. Realizar un análisis financiero de los flujos de efectivo proyectados, de la entidad, para determinar su viabilidad financiera.	Revisión de documentos financieros	4.1. Flujos de efectivo proyectados de la entidad.	Análisis interpretativo.	
¿Qué nivel de viabilidad financiera se obtendrá en la instalación de una central hidroeléctrica en el país?	5. Determinar la rentabilidad financiera en la instalación de una central hidroeléctrica, a partir del análisis del Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno.	Estimación y cálculo de datos financieros.	5.1. Flujos de efectivo, fórmulas financieras VAN, TIR e índice de rentabilidad PI.	Análisis interpretativo de resultados financieros.	

¿En qué periodo de tiempo se obtendrá la recuperación de la inversión?	6. Determinar el período de recuperación estimado para la inversión.	Calculo financiero.	6.1. Flujos de efectivo, fórmulas financieras VAN, TIR, índice de rentabilidad PI, Payback y Payback descontado.	Análisis Interpretativos de resultados financieros.	
--	--	---------------------	--	---	--

ANEXO 4 – CÁLCULO DE PRÉSTAMO BANCARIO

DATOS:

Plazo 12 Años
 Interes 7%
 Período de gracia 2.5 años

AÑOS	INICIAL	ABONO	INTERESES	PAGO	FINAL
0	-	-	-	-	19,140,000
1	19,140,000	1,595,000	1,339,800	2,934,800	17,545,000
2	17,545,000	1,595,000	1,228,150	2,823,150	15,950,000
3	15,950,000	1,595,000	1,116,500	2,711,500	14,355,000
4	14,355,000	1,595,000	1,004,850	2,599,850	12,760,000
5	12,760,000	1,595,000	893,200	2,488,200	11,165,000
6	11,165,000	1,595,000	781,550	2,376,550	9,570,000
7	9,570,000	1,595,000	669,900	2,264,900	7,975,000
8	7,975,000	1,595,000	558,250	2,153,250	6,380,000
9	6,380,000	1,595,000	446,600	2,041,600	4,785,000
10	4,785,000	1,595,000	334,950	1,929,950	3,190,000
11	3,190,000	1,595,000	223,300	1,818,300	1,595,000
12	1,595,000	1,595,000	111,650	1,706,650	-

INTERES %	INTERES/1000
7.0%	1,339.80
7.0%	1,228.15
7.0%	1,116.50
7.0%	1,004.85
7.0%	893.20
7.0%	781.55
7.0%	669.90
7.0%	558.25
7.0%	446.60
7.0%	334.95
7.0%	223.30
7.0%	111.65

ÍNDICE DE CUADROS

1.1.	Investigaciones previas del tema objetivo de investigación.....	6
2.1.	Oferta de energía eléctrica.....	17
2.2.	Fórmula de Valor Actual Neto.....	23
2.3.	Cálculo del Período de recuperación de la inversión.....	24
2.4.	Fórmula del índice de rentabilidad.....	25
4.1	Oferta de energía eléctrica por tipo de generación	34
4.2	Usuarios sin servicio de energía eléctrica 2,018.....	43
4.3.	Composición de la matriz energética.....	47
4.4.	Variables del proyecto para la construcción de la central hidroeléctrica.....	53
4.5.	Ingresos proyectados.....	54
4.6.	Gastos proyectados.....	55
4.7.	Flujos de efectivo proyectados a nivel de renta neta.....	57
4.8.	Flujos de efectivo proyectados.....	59
4.9.	Cálculos financieros VAN, TIR.....	60
4.10.	Cálculos financieros de rentabilidad.....	62
4.11.	Flujo de caja neto, saldo normal, flujo descontado y saldo descontado.....	63
4.12.	Período de recuperación de la inversión.....	64
4.13.	Análisis de sensibilidad VAN – tasa de descuento.....	66
4.14.	Análisis de sensibilidad VAN – tasa de descuento – inversión.....	67

ÍNDICE DE GRÁFICAS

.1.	Demanda de energía eléctrica en GWh.....	15
4.1.	Generación por tipo de recurso.....	35
4.2.	Composición de la energía eléctrica renovable.....	36
4.3.	Capacidad efectiva en MW, año 2.020.....	38
4.4.	Demanda del sistema nacional interconectado	41
4.5.	Composición por tipo de consumo de energía en GWh, año 2020.....	42
4.6.	Composición de la matriz energética de Guatemala, año 2020.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

4.1. Oferta y demanda de energía eléctrica.....	45
4.2. Potencial energético, año 2020.....	50