

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



**ANÁLISIS DE RIESGO Y RENDIMIENTO DE LA INVERSIÓN PARA
DETERMINAR LA VIABILIDAD DE LA ADQUISICIÓN DE DRAGAS DE
SEDIMENTACIÓN EN EL SECTOR HIDROELÉCTRICO DEL OCCIDENTE DE
GUATEMALA**

LICDA. ASTRID NINETT ACEVEDO MANRIQUE

GUATEMALA, AGOSTO DE 2017

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



**"ANÁLISIS DE RIESGO Y RENDIMIENTO DE LA INVERSIÓN PARA
DETERMINAR LA VIABILIDAD DE LA ADQUISICIÓN DE DRAGAS DE
SEDIMENTACIÓN EN EL SECTOR HIDROELÉCTRICO DEL OCCIDENTE DE
GUATEMALA"**

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

Asesor

MSc. JOSÉ RUBÉN RAMÍREZ MOLINA

Autor:

LICDA. ASTRID NINETT ACEVEDO MANRIQUE

GUATEMALA, AGOSTO DE 2017

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

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

JURADO EXAMINADOR QUE PRACTICÓ
EL EXAMEN PRIVADO DE TESIS
SEGÚN EL ACTA CORRESPONDIENTE

Presidente: Dr. José Alberto Ramírez Crespín
Secretario: MSc. José Danilo Cordón Aldana
Vocal I: MSc. Edelberto Cifuentes Medina

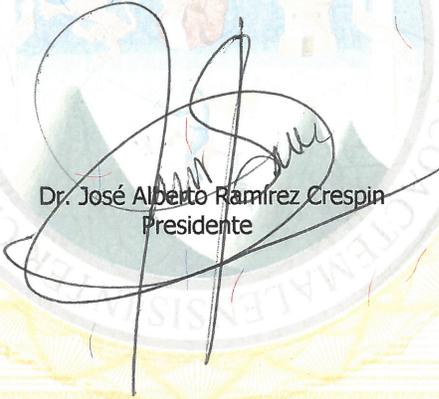


ACTA No. 28-2017

En el Salón No. **3** de Reuniones del Edificio S-11 de la Escuela de Estudios de Postgrado, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de San Carlos de Guatemala, nos reunimos los infrascritos miembros del Jurado Examinador, el **25 de abril** de 2017, a las **18:00** horas para practicar el **EXAMEN GENERAL DE TESIS** de la Licenciada **Astrid Ninett Acevedo Manrique**, carné No. **100024137**, estudiante de la Maestría en Administración Financiera de la Escuela de Estudios de Postgrado, como requisito para optar al grado de Maestro en Administración Financiera. El examen se realizó de acuerdo con el normativo de Tesis, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas en el numeral 6.1, Punto SEXTO del Acta 15-2009 de la sesión celebrada el 14 de julio de 2009.-----

Cada examinador evaluó de manera oral los elementos técnico-formales y de contenido científico profesional del informe final presentado por el sustentante, denominado "**ANÁLISIS DE RIESGO Y RENDIMIENTO DE LA INVERSIÓN PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DE LA ADQUISICIÓN DE DRAGAS DE SEDIMENTACIÓN EN EL SECTOR HIDROELÉCTRICO DEL OCCIDENTE DE GUATEMALA**", dejando constancia de lo actuado en las hojas de factores de evaluación proporcionadas por la Escuela. El examen fue **APROBADO** con una nota promedio de **72** puntos, obtenida de las calificaciones asignadas por cada integrante del jurado examinador. El Tribunal hace las siguientes recomendaciones: Que el sustentante incorpore las enmiendas señaladas dentro de los 45 días hábiles siguientes.

En fe de lo cual firmamos la presente acta en la Ciudad de Guatemala, a los veinticinco días del mes de abril del año dos mil diecisiete.



Dr. José Alberto Ramírez Crespin
Presidente



MSc. José Danilo Cordón Aldana
Secretario



Dr. Edelberto Cifuentes Medina
Vocal I



Licda. Astrid Ninett Acevedo Manrique
Postulante



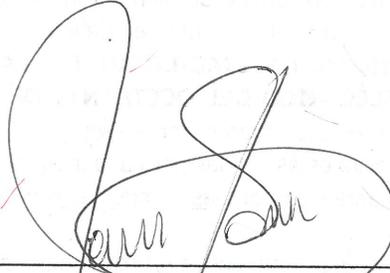
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

ADENDUM

El infrascrito Presidente del Jurado Examinador CERTIFICA que la estudiante Astrid Ninett Acevedo Manrique, incorporó los cambios y enmiendas sugeridas por cada miembro examinador del Jurado.

Guatemala, 26 de junio de 2017.

(f)


Dr. José Alberto Ramírez Crespin
Presidente



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA



FACULTAD DE CIENCIAS
ECONOMICAS

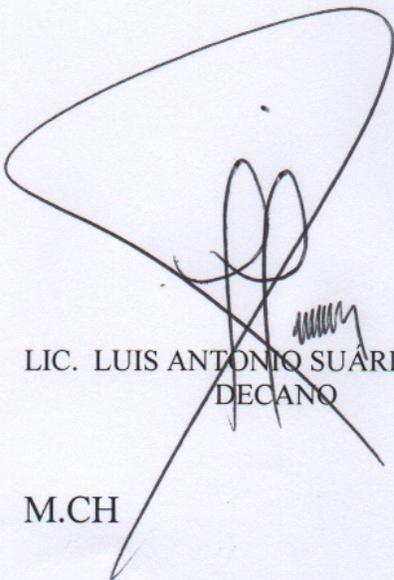
EDIFICIO "S-8"
Ciudad Universitaria zona 12
GUATEMALA, CENTROAMERICA

**DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS,
GUATEMALA, VEINTISÉIS DE JULIO DE DOS MIL DIECISIETE.**

Con base en el Punto QUINTO, inciso 5.1., subinciso 5.1.2 del Acta 12-2017 de la sesión celebrada por la Junta Directiva de la Facultad el 12 de julio de 2017, se conoció el Acta Escuela de Estudios de Postgrado No. 28-2017 de aprobación del Examen Privado de Tesis, de fecha 25 de abril de 2017 y el trabajo de Tesis de Maestría en Administración Financiera: "ANÁLISIS DE RIESGO Y RENDIMIENTO DE LA INVERSIÓN PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DE LA ADQUISICIÓN DE DRAGAS DE SEDIMENTACIÓN EN EL SECTOR HIDROELÉCTRICO DEL OCCIDENTE DE GUATEMALA", que para su graduación profesional presentó la Licenciada **ASTRID NINETT ACEVEDO MANRIQUE**, autorizándose su impresión.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

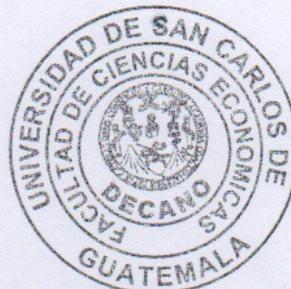


LIC. LUIS ANTONIO SUÁREZ ROLDÁN
DECANO

M.CH



LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES
SECRETARIO



AGRADECIMIENTOS

- A DIOS:** Por darme la sabiduría y la fortaleza para alcanzar una meta más en mi vida.
- A MIS PADRES:** Israel Acevedo (†) y Lilian Manrique. Gracias por todos sus esfuerzos y la ayuda que me han brindado para que pueda cumplir mis metas.
- A MIS HERMANOS:** César y Rebeca, con quienes comparto este éxito, gracias por su apoyo incondicional.
- A MIS ABUELOS:** En especial a Salvador Manrique (†) por todo su apoyo y por creer siempre en mí.
- A LIC. MARCO RAMÍREZ** Por brindarme su apoyo incondicional y su amistad sincera.
- A LICDA. ADRIANA GUERRA** Por la amistad y apoyo que me brindó en todo este tiempo.
- A LA ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO:** Mi gratitud sincera por el grado académico que hoy me confiere.
- A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:** Por concederme la oportunidad de la formación académica como profesional.

CONTENIDO

RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	iii
1. ANTECEDENTES	1
1.1 Sector hidroeléctrico en Guatemala.....	1
1.2 Ley y estructura del sector hidroeléctrico de Guatemala	4
1.3 Hidroeléctricas en el occidente de Guatemala.....	9
1.3.1 Hidroeléctrica El Canadá.....	10
1.3.2 Hidroeléctrica El Recreo	11
1.3.3 Hidroeléctrica Palo Viejo.....	12
1.3.4 Hidroeléctrica Hidroxacbal	13
1.3.5 Hidroeléctrica El Porvenir	14
1.3.6 Hidroeléctrica Santa María.....	15
1.4 Dragas de sedimentación	16
1.5 Dragas de sedimentación en Guatemala.....	16
2. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 Hidroeléctricas.....	18
2.1.1 Componentes principales de una hidroeléctrica	19

2.2	Dragas de sedimentación	20
2.2.2	Componentes principales de una draga de sedimentación.....	21
2.3	Estudio financiero.....	22
2.3.2	Inversiones	23
2.3.3	Valor de desecho	23
2.3.4	Capital de trabajo.....	24
2.3.5	Ingresos, costos y beneficios.....	24
2.3.6	Flujos de fondos	25
2.3.7	Costo del capital	26
2.4	Evaluación financiera	27
2.4.2	Valor actual neto -VAN-	28
2.4.3	Tasa interna de retorno -TIR-.....	29
2.4.4	Período de recuperación de la inversión -PRI-	30
2.4.5	Relación beneficio-costos	31
2.4.6	Retorno de la inversión -ROI-	31
2.5	Análisis de riesgo de la inversión	32
2.5.2	Análisis de escenarios	32
3.	METODOLOGÍA.....	35
3.1	Definición del problema	35

3.2	Objetivos	36
3.2.1	Objetivo general.....	37
3.2.2	Objetivos específicos	37
3.3	Hipótesis.....	38
3.3.1	Especificación de variables	38
3.4	Método científico	39
3.5	Técnicas de investigación aplicadas	39
3.5.1	Técnicas de investigación documental	40
3.5.2	Técnicas de investigación de campo.....	40
4.	ESTUDIO FINANCIERO PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DE LA ADQUISICIÓN DE DRAGAS DE SEDIMENTACIÓN.....	41
4.1	Inversión total	41
4.2	Valor de desecho	42
4.3	Ingresos, costos y beneficios.....	44
4.3.1	Ingresos.....	44
4.3.2	Costos.....	45
4.3.3	Beneficios.....	45
4.4	Capital de trabajo.....	46
4.5	Tasa de rendimiento mínima aceptada -TREMA-.....	46

4.6	Flujos de fondos	47
5.	EVALUACIÓN FINANCIERA PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DE LA ADQUISICIÓN DE DRAGAS DE SEDIMENTACIÓN.....	51
5.1	Valor actual neto -VAN-.....	51
5.2	Tasa interna de retorno -TIR-.....	52
5.3	Período de recuperación de la inversión -PRI-	53
5.4	Relación beneficio-costos	54
5.5	Retorno de la inversión -ROI-	55
6.	ANÁLISIS DE RIESGO PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DE LA ADQUISICIÓN DE DRAGAS DE SEDIMENTACIÓN.....	56
6.1	Análisis de riesgo por escenarios.....	56
6.2	Valor esperado del VAN	58
6.3	Desviaciones sobre bases proyectadas	59
	CONCLUSIONES	61
	RECOMENDACIONES	63
	BIBLIOGRAFÍA	64
	ANEXOS	72
	TABLA DE ACRÓNIMOS	88
	ÍNDICE DE CUADROS	89
	ÍNDICE DE GRÁFICAS	91

ÍNDICE DE TABLAS.....	92
-----------------------	----

RESUMEN

En el sector hidroeléctrico de Guatemala hasta el año 2015 existen 26 centrales hidroeléctricas que se encuentran en funcionamiento, las cuales generan un total de 3,683.208 megavatios -MV-; la generación de energía está en función del nivel de agua que existe en el embalse y del caudal que pasa por las turbinas, por lo que puede variar desde unos pocos megavatios en las mini centrales hidroeléctricas, hasta varios miles de megavatios en las hidroeléctricas de mayor tamaño.

La generación de energía en las hidroeléctricas en el occidente del país, se ve afectada por una parte al cambio climático, porque el caudal de los ríos disminuye; y adicionalmente, el deterioro de las máquinas y las tuberías por donde se conduce el agua, principalmente el de las turbinas por la acumulación de sedimentos; lo que causa que la capacidad de generación sea irregular. El poco mantenimiento en represas y embalses se debe a la falta de tecnologías apropiadas que permitan remover efectivamente sedimentos a grandes profundidades; además, que los costos de reparación son elevados.

Ante esta situación surge la necesidad de realizar un análisis de riesgo y rendimiento de la inversión para determinar la viabilidad de la adquisición de dragas de sedimentación en el sector hidroeléctrico del occidente del Guatemala; utilizadas para limpiar los sedimentos en los embalses, para evitar que se acumulen en las turbinas, lo cual ayuda a prolongar la vida útil de las mismas y a mejorar su funcionamiento en la generación de energía eléctrica.

Los resultados más importantes y principales conclusiones de la investigación realizada se presentan a continuación: se confirma que el análisis de riesgo y rendimiento de la inversión para la adquisición de dragas de sedimentación en el occidente de Guatemala es viable, considerando que esta se recupera antes del tiempo estimado y que el riesgo de pérdida es del 13%. La inversión total requerida es de Q27,842,506. La TREMA equivale a un 18.29790%, porcentaje

que se utiliza como tasa de descuento. El flujo de fondos incremental, da como resultado un ahorro total en los costos de mantenimiento de Q26,702,457 durante los cinco años de vida de la inversión y un excedente en la utilidad de Q16,215,123.

El VAN es de Q1,625,484; la TIR es del 21% lo que significa que se obtiene una rentabilidad mayor a la esperada, el período en que se recupera la inversión es de tres años, ocho meses y cuatro días, la relación beneficio-costos es de 1.22 y el retorno de la inversión de 20.98%; resultados que demuestran que la inversión es viable.

En cuanto al análisis de riesgo por medio de escenarios se estableció que existe una probabilidad del 87% de que se obtengan las utilidades calculadas, contra un 13% que la inversión genere pérdidas.

INTRODUCCIÓN

La geografía y caudal de los ríos en Guatemala, permiten que sean utilizados para la generación de energía eléctrica, a través del establecimiento de hidroeléctricas.

En el occidente de Guatemala existe 6 hidroeléctricas en funcionamiento, éstas se encuentra ubicadas en los departamentos de Quetzaltenango, Quiché y San Marcos, las cuales generan un total de 262.727 MV.

Durante el proceso de generación de energía eléctrica, se presentan diversas dificultades, desde las climáticas, hasta aquellas relacionadas con el desgaste de maquinaria y el poco mantenimiento; en las represas y embalses se debe a la falta de tecnologías apropiadas que permitan remover efectivamente los sedimentos a grandes profundidades; lo que provoca que la generación de energía sea irregular.

Ante esta situación surge la necesidad de realizar un análisis de riesgo y rendimiento de la inversión en la adquisición de dragas de sedimentación, utilizadas para limpiar los sedimentos en los embalses, para evitar que se acumulen en las turbinas, lo cual ayuda a prolongar la vida útil de las mismas y a mejorar su funcionamiento en la generación de energía eléctrica.

La importancia del análisis de riesgo y rendimiento de la inversión enfocada en el sector hidroeléctrico en el occidente de Guatemala, es lograr que con la adquisición de la draga de sedimentación, se prolongue la vida útil de las máquinas y turbinas utilizadas para la generación de energía eléctrica, con el fin de prestar un mejor servicio a las comunidades del occidente de Guatemala.

Para tal efecto, se presentan los objetivos generales y específicos. El objetivo general planteado es el siguiente: analizar el riesgo y rendimiento de la inversión en la adquisición de dragas de sedimentación, en el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala, para determinar su viabilidad financiera, a través de la aplicación de flujos de fondos proyectados a cinco años en el estudio financiero y

el uso de las herramientas de evaluación financiera como el valor actual neto -VAN-, tasa interna de retorno -TIR-, período de recuperación de la inversión -PRI-, relación beneficio costo y el retorno de la inversión -ROI-.

Los objetivos específicos se refieren a: 1. Elaborar el estudio financiero de la inversión para la adquisición de dragas de sedimentación, con el propósito de establecer el monto de la inversión total, el valor de desecho, los ingresos, costos y beneficios, el capital de trabajo; 2. Establecer la tasa de descuento por medio del cálculo de la tasa de retorno mínima aceptada -TREMA-, que servirá para la determinación del valor actual neto de los flujos de fondos proyectados; 3. Determinar el flujo de fondos incremental proyectado, para establecer la conveniencia de reemplazar la draga de sedimentación; 4. Realizar la evaluación financiera de la inversión para la adquisición de dragas de sedimentación, a través del cálculo del valor actual neto -VAN-, tasa interna de retorno -TIR-, período de recuperación de la inversión -PRI-, relación beneficio-costos y retorno de la inversión -ROI-, para establecer la viabilidad financiera de la inversión; 5. Realizar el análisis de riesgo de la inversión para la adquisición de dragas de sedimentación, por medio de la aplicación de escenarios con el fin de establecer los diversos resultados que puedan presentarse.

La hipótesis de la investigación es la siguiente: el análisis de riesgo y rendimiento de la inversión para la adquisición de dragas de sedimentación en el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala, puede ser menos a cinco años, que el rendimiento es mayor a la tasa de rendimiento mínima aceptada y que el riesgo de pérdida es moderado; con base a los resultados obtenidos del análisis del estudio financiero, los flujos de fondos proyectados a cinco años y las herramientas de la evaluación financiera: valor actual neto -VAN-, tasa interna de retorno -TIR-, período de recuperación de la inversión -PRI-, relación beneficio-costos y retorno de la inversión -ROI-.

La presente tesis consta de los siguientes capítulos: El capítulo Uno, contiene los Antecedentes en donde se exponen el marco referencial, teórico y empírico de la investigación sobre el sector hidroeléctrico de Guatemala.

El capítulo Dos, Marco Teórico, es la exposición y análisis de las teorías y enfoques teóricos y conceptuales utilizados para fundamentar la investigación.

El capítulo Tres, Metodología, contiene la explicación en detalle del proceso realizado para resolver el problema de investigación sobre el análisis de riesgo y rendimiento de la inversión para determinar la viabilidad de la adquisición de dragas de sedimentación en el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala.

El capítulo Cuatro, Estudio Financiero para determinar la viabilidad de la adquisición de dragas de sedimentación, contiene los resultados obtenidos sobre la inversión total requerida, el valor de desecho, los ingresos, costos y beneficios que se generarán, el capital de trabajo y la tasa de descuento -TREMA-, así como el flujo de fondos incremental con el que se establecen la rentabilidad generada durante el período de operaciones.

En el capítulo Cinco, Evaluación Financiera para determinar la viabilidad de la adquisición de dragas de sedimentación, presenta los resultados del valor actual neto -VAN-, tasa interna de retorno -TIR-, período de recuperación de la inversión -PRI-, la relación beneficio-costos y el retorno de la inversión -ROI-; con los cuales se establece que la inversión es viable.

El capítulo Seis, Análisis de riesgo para determinar la viabilidad de la adquisición de dragas de sedimentación, contiene los resultados obtenidos del estudio a través de escenarios planteados, de la determinación de valor esperado del VAN y de las desviaciones sobre bases proyectadas.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada.

1. ANTECEDENTES

Constituyen el origen del trabajo realizado. Exponen el marco referencial teórico y empírico de la investigación relacionada con el análisis de riesgo y rendimiento para determinar la viabilidad de la adquisición de dragas de sedimentación en el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala.

1.1 Sector hidroeléctrico en Guatemala

“El sector hidroeléctrico en Guatemala inició en el año 1885, al instalarse la primera planta hidroeléctrica en la finca el Zapote en el norte de la ciudad capital. En el año 1896, empresarios alemanes crean la Empresa Eléctrica del Sur y construyen la hidroeléctrica de Palín con una capacidad de 723 Kilovatios -KV-. En 1927 deciden aumentar la capacidad de esta hidroeléctrica en 900 KV para extender el servicio de energía eléctrica a Escuintla, Antigua Guatemala, Palín, Villa Nueva, Amatitlán y Mixco.” (Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE- 2015, p.4).

La CNEE (2015) también indica que la empresa Eléctrica del Sur, la empresa de Alumbrado Eléctrico del Norte y la empresa Eléctrica de Escuintla; entidades que se encontraban intervenidas por el gobierno de Guatemala; fueron compradas por la Electric Bond & Share Company -EBASCO-. El estado de Guatemala le otorgó a EBASCO un contrato por 50 años; con este acontecimiento las empresas antes mencionadas desaparecen y se da el surgimiento a la Empresa Eléctrica de Guatemala -EEGSA- en el año 1938; en 1969 EBASCO vende sus acciones de la EEGSA a Boise Cascade Co. y durante el año 1972 el gobierno de Guatemala compra a esta última el 91.7% de las acciones del capital social y otorga cinco años más al contrato. En 1977 el contrato caduca y el gobierno de Guatemala acuerda que la EEGSA sea una entidad pública y continúa el Estado como accionista mayoritario.

“En el año 1927 se construye la hidroeléctrica del Estado que más tarde toma el nombre de Santa María, con la finalidad de proveer energía al Ferrocarril de los Altos. Cuando este medio de transporte desapareció, el Gobierno decidió que la planta fuera orientada a cubrir la demanda de los departamentos de Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá y Suchitepéquez. En 1936 EEGSA aumentó su capacidad con 5,000 KV de la Hidroeléctrica El Salto y la Hidroeléctrica San Luis con 5,500 KV en 1954.” (CNEE 2015, p.4).

Además indica que en 1940 se crea por Decreto Gubernativo, el Departamento de Electrificación Nacional, dependencia del Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas. En ese mismo año, en la mayor parte del país existía una situación crítica con relación a la electrificación. Cada municipalidad en la medida de sus posibilidades instalaba pequeñas plantas cercanas a la cabecera municipal, las cuales operaban con baja tensión conectadas de forma directa a las redes de distribución.

Al mismo tiempo se menciona que en la década de 1950 se inicia la construcción de la Hidroeléctrica Río Hondo, en Zacapa. El 27 de mayo de 1959 se crea el Instituto Nacional de Electrificación -INDE-, por medio del Decreto 1287. Dentro de los bienes iniciales del INDE estaban las hidroeléctricas Santa María y Río Hondo que se encontraba aún en construcción, esta planta inició su funcionamiento en 1962 con una capacidad de 2,400 KV. Debido a la demanda de energía eléctrica en 1965, fue puesta en operación la Central Diesel de San Felipe, Retalhuleu, con una potencia de 2,400 KV.

“Seis años más tarde se instaló una turbina de gas en la finca Mauricio, en Escuintla, con una capacidad de 12,500 KV, la cual fue ampliada en 1968 a 25,000 KV. Durante ese mismo período, el INDE amplió la capacidad de la planta Santa María a 6,880 KV.” (CNEE 2015, p.5).

También explica que en 1956 la EEGSA instaló en la ciudad de Guatemala una planta termoeléctrica de 5,000 KV, la planta La Laguna en Amatitlán de 30 megavatios -MV- en 1961 y la turbina a gas de 12.5 MV en 1964. Los principales esfuerzos de INDE se dedicaron a la construcción de hidroeléctricas mayores, como Chixoy (constituida como la más grande del país y cubre gran parte de la creciente demanda), Aguacapa, Jurún-Marinalá y el Sistema Nacional Interconectado.

Con relación al PIB, el sector de Suministros de Electricidad y Captación de Agua por el período comprendido del 2006 al 2015, ha tenido el siguiente comportamiento:

Cuadro 1
República de Guatemala
PIB del sector hidroeléctrico
Expresado en millones de Quetzales
Período 2006-2015

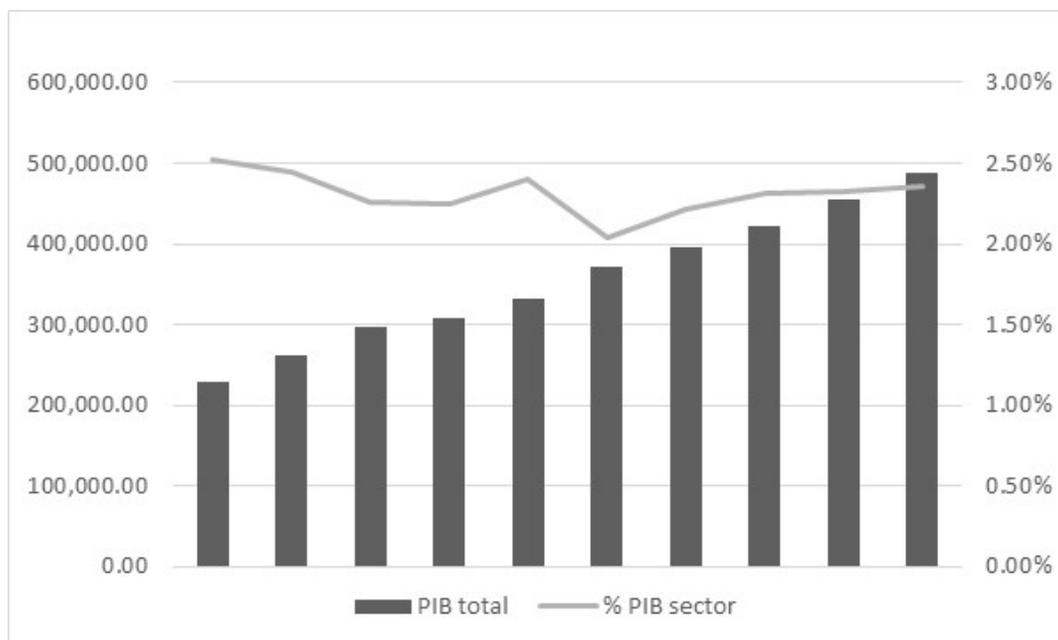
Descripción	2006	2007	2008	2009	2010
PIB total	229,836.10	261,760.10	295,871.50	307,966.60	333,093.40
PIB del sector	5,800.50	6,387.90	6,667.30	6,910.60	8,002.70
% PIB sector	2.52%	2.44%	2.25%	2.24%	2.40%

Descripción	2011	2012	2013	2014	2015
PIB total	371,011.60	394,723.00	423,097.70	454,052.80	488,333.00
PIB del sector	7,546.00	8,736.30	9,790.80	10,537.30	11,526.50
% PIB sector	2.03%	2.21%	2.31%	2.32%	2.36%

Fuente: Elaboración propia, con base en información del boletín estadístico trimestral del Banco de Guatemala, obtenido en www.banguat.gob.gt.

El comportamiento del sector hidroeléctrico y su relación con el PIB total del país es el siguiente.

Gráfica 1
República de Guatemala
Comportamiento del sector hidroeléctrico
Período 2006-2015



Fuente: Elaboración propia, con base en información del boletín estadístico trimestral del Banco de Guatemala, obtenida en www.banguat.gob.gt.

El PIB del sector de hidroeléctrico, expresado monetariamente, presenta un incremento año con año; y al observar la participación que tiene en el PIB total de Guatemala, este ha sido entre 2.03% y 2.52%.

1.2 Ley y estructura del sector hidroeléctrico de Guatemala

En Guatemala el sector hidroeléctrico está regulado por la Ley General de Electricidad Decreto 93-96 y su reglamento el Acuerdo Gubernativo 256-97, en donde se establecen lineamientos para sus operaciones; además de la forma en que dicho sector se encuentra estructurado.

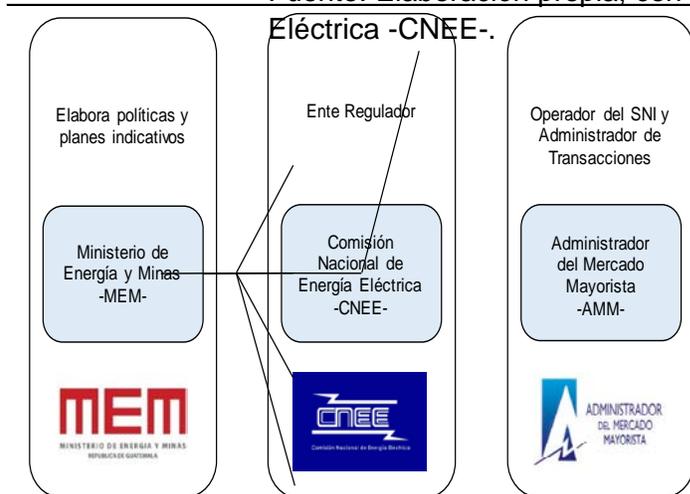
La Comisión Nacional de Energía Eléctrica (2015, p.5) expone que modernización del subsector eléctrico en Guatemala comienza en 1996, cuando se promulga la Ley General de Electricidad, Decreto 93-96 del Congreso de la República de Guatemala; al tener como base las empresas estatales verticalmente integradas que habían evolucionado al esquema de comprador único, hacia un esquema de libre competencia y la desintegración vertical. La Ley General de Electricidad, determina con claridad los aspectos asociados a la rectoría, facilitación, regulación y coordinación comercial de las actividades del subsector eléctrico y las sustentadas en un marco institucional conformado por tres entidades: el Ministerio de Energía y Minas -MEM-, la Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE- y el Administrador del Mercado Mayorista -AMM-, esta estructura se presenta a continuación:

Participantes del Mercado Mayorista

Gráfica 2 República de Guatemala

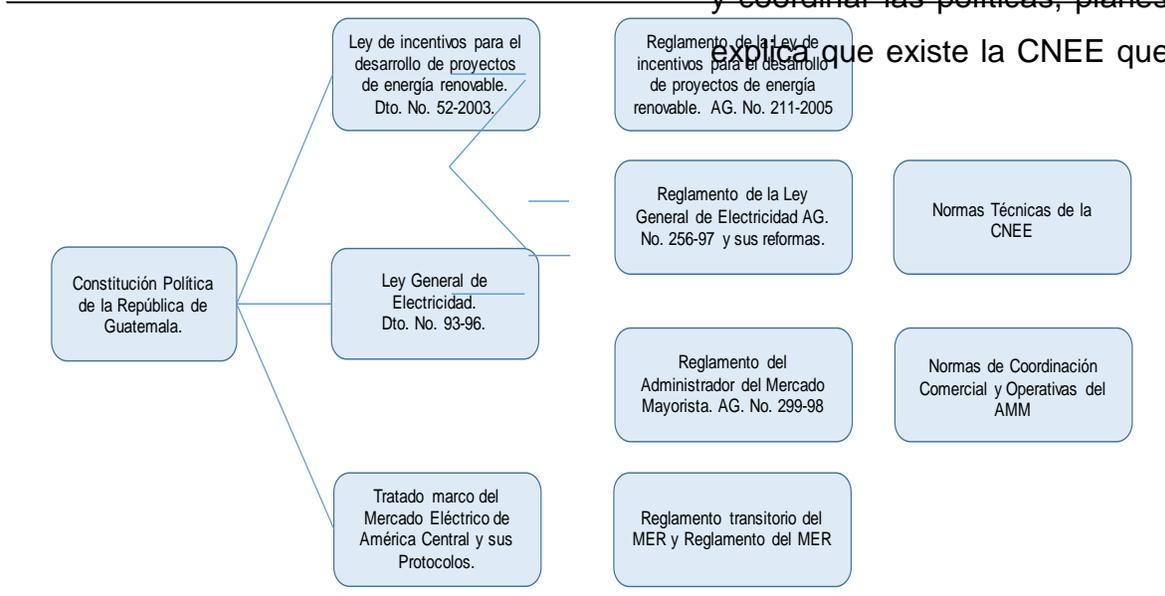
Estructura del sector eléctrico

Fuente: Elaboración propia, con base en información de la Comisión Nacional de Energía



Pellecer (2010, p.34) expresa que a partir de estos hechos se han emitido normas técnicas de transmisión y distribución, normas de coordinación comercial y operativa y otros procedimientos que ayudan a complementar el marco regulatorio, aunque para el uso de bienes del Estado se requiere la autorización del Ministerio de Energía y Minas, cuando la tensión sea mayor a 5 MV.

Gráfica 3
República de Guatemala
Marco legal del sector eléctrico



Minas, cuenta con independencia funcional, se encarga de establecer los precios y la calidad de la prestación de los servicios de transporte y distribución, además de asegurar las condiciones de competencia en el Mercado Mayorista de Electricidad.

Pellecer (2010. P.34) también indica que la administración y operación del Sistema Nacional Interconectado está a cargo del Administrador del Mercado Mayorista de Electricidad; este es un ente de carácter privado y sus funciones consisten en coordinar todas las operaciones y el despacho del Sistema Eléctrico Interconectado, establecer los precios de mercado de corto plazo, llevar a cabo las transacciones de compra y venta en el mercado mayorista y garantizar la seguridad y el abastecimiento de energía eléctrica.

El sistema eléctrico interconectado, es el conjunto de instalaciones de unidades eléctricas generadoras, líneas de transmisión, subestaciones eléctricas y de líneas de distribución interconectadas entre sí, que permite generar, transportar y distribuir la electricidad, bajo la programación de operaciones del mismo organismo coordinador.

Además, Pellecer (2010, p.35) menciona que el mercado de la energía eléctrica se constituye por el mercado regulado y el mercado mayorista. En las normas del mercado regulado se establecen aquellas tarifas reguladas por la CNEE que abarca los usuarios con los siguientes consumos:

- a. Baja tensión y consumo de energía menor o igual a 11 KV por día, corresponde a los usuarios domiciliarios que cuentan con una tarifa social.
- b. Los usuarios en baja o media tensión, consumo de energía entre 11 KV y 100 KV por día.

Pellecer (2010, p.35) expone que en lo que se refiere al sector no regulado, la demanda está constituida por industrias pequeñas que ya tienen tarifas establecidas y las industrias medianas y grandes que su consumo es mayor a 100

KV; los usuarios del sector no regulado o mercado mayorista no gozan del beneficio de la tarifa social.

El mercado mayorista tiene las siguientes características:

- a. Generadores con potencia mayor a 5 MV.
- b. Distribuidores con 15,000 usuarios como mínimo.
- c. Transportistas que tengan 10 MV como mínimo de capacidad de transporte.
- d. Comercializadores que compren o vendan bloques de energía asociados a una oferta firme de por lo menos 5 MV.
- e. Grandes usuarios con demanda máxima de potencia por arriba de 100 KV.

Pellecer (2010, p.36) también indica que los productos y servicios que se compran y venden en el mercado mayorista son la potencia eléctrica, energía eléctrica, servicios de transporte de energía eléctrica y servicios complementarios para que el funcionamiento del sistema eléctrico sea eficiente. También indica que la industria eléctrica en Guatemala se constituye por cuatro actividades principales, las que se describen a continuación:

- a. La generación de energía eléctrica, se encuentra parcialmente privatizada.
- b. La transmisión de energía eléctrica, forma parte de las operaciones del Sistema Nacional de Interconectado y están reguladas por el AMM.
- c. La comercialización de la energía eléctrica, se compone por la compra y venta en el mercado mayorista, cuyos precios y normas son regulados por la CNEE.
- d. La distribución de la energía eléctrica, se encuentra privatizada casi en su totalidad.

Según lo establece Pellecer (2010, p.36) en su tesis, el sistema eléctrico de Guatemala está compuesto por tres elementos, los cuales son:

- a. La generación de energía, constituye la oferta eléctrica y está conformada por centrales hidroeléctricas, turbinas de vapor, turbinas de gas, motores de combustión interna y centrales geotérmicas.
- b. El transporte de energía, son las líneas que se encargan de transportar la energía eléctrica.
- c. La distribución de energía, conforma la demanda de energía eléctrica.

1.3 Hidroeléctricas en el occidente de Guatemala

En el occidente de Guatemala existe seis hidroeléctricas en funcionamiento, estas se encuentran ubicadas en los departamentos de Quetzaltenango, Quiché y San Marcos, las cuales generan un total de 262.727 MV.

De acuerdo a la información obtenida de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE- (2015, párr.1), a continuación se presenta en detalle cada una de las centrales hidroeléctricas mencionadas en el párrafo anterior.

1.3.1 Hidroeléctrica El Canadá

La información sobre esta central hidroeléctrica es la siguiente:

Tabla 1
Occidente de Guatemala
Hidroeléctrica El Canadá
Características

Datos Generales	
Clasificación de la presa	Baja Consecuencia
<u>Ubicación</u>	
Departamento	Quetzaltenango
Municipio	Zunil
Coordenada geográfica - latitud	14°43'2.91"N
Coordenada geográfica - longitud	91°31'25.43"O
Información Técnica	
Caída bruta	365
Crecida centenaria (m ³ /s)	300
Crecida milenaria (m ³ /s)	500
Caudal a turbinar (m ³ /s)	15.1
Tipo de turbina	Pelton
Potencia total placa (MV)	48.1
Potencia efectiva (MV)	47.4
Fecha de entrada a operación	noviembre de 2003
Tipo de presa	Concreto estructural – gravedad
Uso de la presa/embalse	Derivación de caudal
Altura de presa (m)	4.6
Volumen almacenado de agua (m ³)	188000
Altitud de la corona (msnm)	0
Altitud de río aguas abajo (msnm)	0
Longitud de corona (m)	25

Fuente: Elaboración propia, con base en información de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE-, mapas de presas, obtenida en: www.cnee.gob.gt

1.3.2 Hidroeléctrica El Recreo

A continuación se presenta la información sobre la presa El Recreo:

Tabla 2
Occidente de Guatemala
Hidroeléctrica El Recreo
Características

Datos Generales	
Clasificación de la presa	Baja Consecuencia
<u>Ubicación</u>	
Departamento	Quetzaltenango
Municipio	El Palmar
Coordenada geográfica - latitud	14°40'10.45"N
Coordenada geográfica - longitud	91°33'0.63"O
Información Técnica	
Caída bruta	193.49
Crecida centenaria (m ³ /s)	384
Crecida milenaria (m ³ /s)	642
Caudal a turbinar (m ³ /s)	17.34
Tipo de turbina	Pelton
Potencia total placa (MW)	29.24
Potencia efectiva (MW)	26.129
Fecha de entrada a operación	julio de 2007
Tipo de presa	Bases de hormigón y compuertas semicirculares
Uso de la presa/embalse	Derivación de caudal
Altura de presa (m)	6
Volumen almacenado de agua (m ³)	32000
Altitud de la corona (msnm)	903.5
Altitud de río aguas abajo (msnm)	890.57
Longitud de corona (m)	30

Fuente: Elaboración propia, con base en información de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE-, mapas de presas, obtenida en: www.cnee.gob.gt

1.3.3 Hidroeléctrica Palo Viejo

La información sobre esta central hidroeléctrica es la siguiente:

Tabla 3
Occidente de Guatemala
Hidroeléctrica Palo Viejo
Características

Datos Generales	
Clasificación de la presa	Baja Consecuencia
<u>Ubicación</u>	
Departamento	Quiché
Municipio	San Juan Cotzal
Coordenada geográfica - latitud	15°29'34.91"N
Coordenada geográfica - longitud	90°51'36.08"O
Información Técnica	
Caída bruta (m)	380
Crecida centenaria (m ³ /s)	-
Crecida milenaria (m ³ /s)	-
Caudal a turbinar (m ³ /s)	25.5
Tipo de turbina	Francis
Potencia total placa (MW)	84
Potencia efectiva (MW)	85
Fecha de entrada a operación	mayo de 2012
Tipo de presa	Concreto estructural – gravedad
Uso de la presa/embalse	Embalse regulación diaria
Altura de presa (m)	-
Volumen almacenado de agua (m ³)	343000
Altitud de la corona (msnm)	-
Altitud de río aguas abajo (msnm)	-
Longitud de corona (m)	-

Fuente: Elaboración propia, con base en información de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE-, mapas de presas, obtenida en: www.cnee.gob.gt

1.3.4 Hidroeléctrica Hidroxacbal

Las características de la hidroeléctrica Hidroxacbal se presentan a continuación:

Tabla 4
Occidente de Guatemala
Hidroeléctrica Hidroxacbal
Características

Datos Generales	
Clasificación de la presa	Muy baja consecuencia
<u>Ubicación</u>	
Departamento	Quiché
Municipio	Chajul
Coordenada geográfica - latitud	15°37'27.53"N
Coordenada geográfica - longitud	91° 4'57.19"O
Información Técnica	
Caída bruta (m)	199
Crecida centenaria (m ³ /s)	1013
Crecida milenaria (m ³ /s)	2000
Caudal a turbinar (m ³ /s)	57.4
Tipo de turbina	Francis
Potencia total placa (MW)	94
Potencia efectiva (MW)	97.053
Fecha de entrada a operación	agosto de 2010
Tipo de presa	Concreto estructural – gravedad
Uso de la presa/embalse	Embalse regulación diaria
Altura de presa (m)	11
Volumen almacenado de agua (m ³)	753217
Altitud de la corona (msnm)	849.45
Altitud de río aguas abajo (msnm)	826
Longitud de corona (m)	65

Fuente: Elaboración propia, con base en información de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE-, mapas de presas, obtenida en: www.cnee.gob.gt

1.3.5 Hidroeléctrica El Porvenir

La información de la central hidroeléctrica es la siguiente:

Tabla 5
Occidente de Guatemala
Hidroeléctrica El Porvenir
Características

Datos Generales	
Clasificación de la presa	Muy alta consecuencia
<u>Ubicación</u>	
Departamento	San Marcos
Municipio	San Pablo
Coordenada geográfica - latitud	14°58'18.28"N
Coordenada geográfica - longitud	91°56'7.97"O
Información Técnica	
Caída bruta (m)	243
Crecida centenaria (m ³ /s)	-
Crecida milenaria (m ³ /s)	-
Caudal a turbinar (m ³ /s)	1.25
Tipo de turbina	Pelton de eje horizontal
Potencia total placa (MW)	2.28
Potencia efectiva (MW)	2.114
Fecha de entrada a operación	septiembre de 1968
Tipo de presa	Concreto estructural – gravedad
Uso de la presa/embalse	Embalse regulación diaria
Altura de presa (m)	4.1
Volumen almacenado de agua (m ³)	7000
Altitud de la corona (msnm)	1150.55
Altitud del nivel del terreno aguas abajo	1143.7
Longitud de corona (m)	6.4

Fuente: Elaboración propia, con base en información de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE-, mapas de presas, obtenida en: www.cnee.gob.gt

1.3.6 Hidroeléctrica Santa María

Las características de la hidroeléctrica se presentan a continuación:

Tabla 6
Occidente de Guatemala
Hidroeléctrica Santa María
Características

Datos Generales	
Clasificación de la presa	Baja consecuencia
<u>Ubicación</u>	
Departamento	Quetzaltenango
Municipio	Zunil
Coordenada geográfica - latitud	14°43'20.79"N
Coordenada geográfica - longitud	91°31'22.34"O
Información Técnica	
Caída bruta (m)	101
Crecida centenaria (m ³ /s)	-
Crecida milenaria (m ³ /s)	-
Caudal a turbinar (m ³ /s)	7.12
Tipo de turbina	-
Potencia total placa (MW)	6
Potencia efectiva (MW)	5.031
Fecha de entrada a operación	junio de 1927
Tipo de presa	Curvatura simple
Uso de la presa/embalse	Embalse regulación diaria
Altura de presa (m)	28.5
Volumen almacenado de agua (m ³)	259600
Altitud de la corona (msnm)	-
Altitud de río aguas abajo (msnm)	-
Longitud de corona (m)	75

Fuente: Elaboración propia, con base en información de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE-, mapas de presas, obtenida en: www.cnee.gob.gt

1.4 Dragas de sedimentación

La principal dificultad que pueden enfrentar las hidroeléctricas del occidente del país para realizar el dragado, es la falta de tecnología que permita remover los sedimentos del fondo del embalse.

Al no poder eliminar el sedimento, este se acumula tanto en el embalse como en las tuberías, turbinas y máquinas utilizadas para la generación de la energía eléctrica, lo que provoca que el rendimiento de la maquinaria disminuya y que con el paso del tiempo dejen de funcionar.

“El dragado está diseñado para evitar o reducir la probabilidad de la erosión o inundaciones, así como eliminar los sedimentos contaminados, lo que mejora la calidad del agua y restaura la salud de los ecosistemas acuáticos. El impacto ambiental del manejo de las cuencas hidrográficas, repercute no solamente en la conservación del recurso hídrico, sino también en la protección de los hábitats marinos, la fauna y flora, y el hombre. La contaminación es la causa principal del deterioro de los mantos acuíferos, el dragado es una herramienta que se utiliza para mitigar su impacto, a través de la limpieza y conservación de ríos, mares y lagos.” (Gómez 2012, p.5).

1.5 Dragas de sedimentación en Guatemala

“El objetivo principal de las dragas es la excavación de material del fondo de un cuerpo de agua. Las dragas de sedimentación son vitales para el desarrollo social y económico, porque son un elemento de gran importancia para el mantenimiento de la mayor parte de las infraestructuras en proyectos portuarios, presas o hidroeléctricas para la generación de energía, además de contribuir al bienestar social de las comunidades que habitan en sus alrededores y reducir los efectos de la contaminación y erosión de las cuencas.” (Gómez 2012, p.3).

“El proceso de dragado debe ser realizado con maquinaria pesada especial para movimiento de tierras como excavadoras, tractores, retroexcavadoras, dragas de sedimentación, entre otras. En Guatemala la mayor parte de los trabajos de dragado se ejecutan por entidades del Estado; aunque la iniciativa privada también lleva a cabo este tipo de trabajos para el mantenimiento de las instalaciones.” (Gómez 2012, p.13).

Continúa explicando que las empresas dedicadas a la generación de energía eléctrica en Guatemala, deben considerar algunos factores que inciden en la realización de los trabajos de dragado, entre los que se encuentran:

- a. Las condiciones naturales: es necesario conocer los factores climáticos porque las lluvias pueden interrumpir la ejecución de las obras y/o trabajos de dragado.
- b. El tipo de maquinaria que se utilizará: por lo general el dragado de succión se utiliza para la extracción de arena y sedimentos en el lecho marino, lagos, ríos, canales o embalses. En el caso de los ríos, el dragado por acción mecánica es el más utilizado.

Gómez (2012, p.15) además indica que la estructura de la draga de sedimentación es la de un barco que puede navegar por sí mismo o utilizar remolcadores para su movilización; extraen el sedimento a través de un tubo por el cual se produce succión mediante una bomba hidráulica.

2. MARCO TEÓRICO

Este capítulo, expone los enfoques teóricos y conceptuales que fueron utilizados para fundamentar la investigación que se relaciona con: el análisis de riesgo y rendimiento de la inversión para determinar la viabilidad de la adquisición de dragas de sedimentación en el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala.

2.1 Hidroeléctricas

La definición de una hidroeléctrica se presenta a continuación:

“Son instalaciones que permiten aprovechar las masas de agua en movimiento que circulan por los ríos para transformarlas en energía eléctrica, utilizando turbinas acopladas a los alternadores.” (Endesa Educa 2014, párr.1).

Pellecer (2010, p.70) indica que las hidroeléctricas aprovechan el cauce natural de un río para generar energía eléctrica por medio de un desnivel. La caída del agua entre dos niveles del cauce pasa a través de una turbina hidráulica produciendo energía, la turbina a la vez transmite esta energía a un generador que es donde ya se transforma en energía eléctrica.

Además Pellecer (2010, p.70) menciona que las hidroeléctricas poseen dos características principales, de acuerdo a la capacidad que tengan de generar electricidad, éstas son:

- a. La potencia: se determina por el desnivel que existe entre el nivel medio del embalse y el caudal del río, además de las características que tengan las turbinas y los generadores utilizados en la transformación de la energía.
- b. La energía que se garantiza por un lapso de tiempo y que está en función del volumen del embalse y de la potencia instalada en el mismo.

Pellecer (2010, p.35) explica que el tipo de funcionamiento de una central hidroeléctrica puede variar según su vida útil. La demanda de energía eléctrica de

un país, región o de una ciudad puede variar a lo largo de un día; esta variación se debe principalmente a los siguientes factores:

- a. Los tipos de industrias que existen en la zona.
- b. Los tipos de cocina doméstica que se utilizan con más frecuencia.
- c. Los tipos de calentadores de agua utilizados en las viviendas.
- d. La estación del año.
- e. La hora del día en que se comienza a usar la energía eléctrica.

Pereira (2005, p.16) indica que la generación de la energía eléctrica, debe realizarse según se mueva la curva de la demanda, por lo que a medida que aumenta la potencia demandada también deberá incrementarse el caudal turbinado para su cobertura.

2.1.1 Componentes principales de una hidroeléctrica

En este apartado se detallan las partes principales que conforman una hidroeléctrica; Endesa Educa (2014, párr.2) las define de la siguiente manera:

- a. *Embalse*: es la acumulación de agua producida por una obstrucción en el lecho de un río que cierra parcial o totalmente su cauce.
- b. *Presas*: es una barrera fabricada con piedra u hormigón, que se construye sobre un río; tiene como finalidad embalsar el agua en el cauce fluvial para su posterior aprovechamiento en la generación de energía eléctrica.
- c. *Tomas de agua*: son construcciones adecuadas que permiten recoger el agua para llevarla hasta las máquinas por medio de canales.
- d. *Compuertas hidráulicas*: son dispositivos hidráulico-mecánicos destinados a regular el pasaje de agua en las tuberías, el canal y la presa.

- e. *Canal*: es la tubería que se encarga de llevar el agua desde el embalse hasta la entrada de la turbina.
- f. *Turbinas*: son el componente principal de una hidroeléctrica, las cuales están conectadas a un generador para la obtención de energía eléctrica.
- g. *Generadores eléctricos*: son dispositivos capaces de mantener una diferencia de potencia eléctrica entre dos puntos llamados terminales para la generación de energía eléctrica.
- h. *Transformadores*: son dispositivos eléctricos que permiten aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico manteniendo la potencia; es decir, que con un transformador ideal la potencia que ingresa al equipo es igual a la que se obtiene de salida.
- i. *Líneas eléctricas*: también conocidas como red de transporte de energía eléctrica; forman parte del sistema de suministro eléctrico constituida por los elementos necesarios para llevar la energía generada en las centrales eléctricas hasta los puntos de consumo a través de grandes distancias.
- j. *Casa de máquinas*: es la construcción en donde se ubican las máquinas y los elementos de regulación y comando.
- k. *Dragas de sedimentación*: utilizadas para la extracción de sedimentos que se acumulan en las turbinas.

2.2 Dragas de sedimentación

A continuación se presenta la definición de las dragas de sedimentación, así como la clasificación de cada una de las partes que las componen.

“Una draga de sedimentación, es una embarcación utilizada para excavar material debajo del nivel del agua y elevar el material extraído hasta la superficie. Estas

operaciones se pueden realizar en canales navegables, puertos y/o embalses.” (Lexicoon 2016, párr.1).

De acuerdo a lo que se menciona en SediCon® (2011, párr.1), las dragas de sedimentación son un sistema para la remoción de sedimentos de embalses y tomas de agua. Por lo general, estos sistemas utilizan la gravedad como fuerza de conducción, siendo muy eficientes y sin consumir grandes cantidades de agua.

La remoción de los sedimentos según se explica en SediCon® (2011, párr.2), consiste en la utilización del desnivel de agua entre el embalse y la tubería de salida, con el fin de poder bombear agua y sedimento. La tubería de salida puede atravesar la presa o bien, pasar por encima de ella.

Es recomendable, según lo indicado en SediCon® (2011, párr.2), que al momento de realizar el dragado se haga durante las crecidas del río, con la finalidad de que no se desperdicie agua para la generación de energía eléctrica.

2.2.2 Componentes principales de una draga de sedimentación

Los principales componentes que conforman las dragas de sedimentación que se detallan en SediCon® (2001, párr.3) son:

- a. *Balsa*: desde la balsa es operada la cabeza de succión, en donde puede ser maniobrada hasta los puntos del embalse en donde se desee realizar el dragado de los sedimentos; además, incluye un sistema de inyección de agua que normalmente se alimenta por medio de un cable desde la orilla del embalse.
- b. *Cabeza de succión*: como su nombre lo indica, su función es succionar los sedimentos que se acumulan en el fondo del embalse, ésta asegura la salida constante de los residuos sin riesgo a que se bloqueen las tuberías.

- c. *Tubería de succión flexible*: esta tubería va conectada a la cabeza de succión, asegura flexibilidad de tal manera que la succión de sedimentos se puede cambiar de lugar en el momento que sea necesario.
- d. *Tubos de aspiración*: permiten asociar el fondo del embalse con las tuberías de succión.
- e. *Cabezales de dragado*: los cabezales al igual que los tubos de aspiración, también ayudan a vincular el fondo del embalse con las tuberías de succión.
- f. *Cántaras*: son contenedores que están incorporados a las balsas, los cuales permiten el almacenamiento de los sedimentos que han sido extraídos del fondo del embalse.

2.3 Estudio financiero

A continuación se detallan algunas definiciones sobre el estudio financiero.

“Es un método que permite analizar las consecuencias financieras de las decisiones de los negocios, haciendo uso de técnicas que permiten la recolección de información relevante para llevar a cabo distintas mediciones que lleven a la toma de decisiones.” (Pérez y Merino 2011, párr.4).

Permite estimar el rendimiento de una inversión, estudiar su riesgo y saber si el flujo de fondos es suficiente para afrontar las erogaciones monetarias.

“Analiza la capacidad que tiene una opción de inversión para ser rentable; además, puede analizar la creación de una nueva área de negocios, una nueva inversión o una organización que ya esté en marcha.” (Zona Económica 2012, párr.1).

Para la realización de este estudio, es necesaria la utilización de distintas fuentes, como la proyección de los ingresos y costos, el total de las inversiones a realizar, costos de financiamiento, entre otros.

2.3.2 Inversiones

Las inversiones forman parte de la elaboración de un estudio financiero, por lo que se definen a continuación:

“Comprenden la adquisición de todos los activos fijos o intangibles y diferidos necesarios para dar inicio a las operaciones de la empresa, con excepción del capital de trabajo.” (Baca 2013, p.175).

Según Sapag (2011, p.180), son aquellas que se realizan antes del inicio de operaciones de una opción de inversión, aunque también cabe la posibilidad de que se realice alguna otra inversión cuando ya se han iniciado operaciones. Las inversiones están constituidas por la inversión fija y la inversión diferida. La primera se destina para las obras físicas y que puede recuperarse a través de la depreciación de los activos fijos; la segunda es la que está conformada por trabajos de investigación, estudios, gastos de organización y todos aquellos gastos que no están sujetos a desgaste físico.

2.3.3 Valor de desecho

Otro aspecto importante en la elaboración del estudio financiero, es la determinación del valor de desecho, del cual se presenta seguidamente su definición:

“Es un beneficio que no constituye ingreso pero que debe estar incluido en el flujo de caja de cualquier opción de inversión, al final del período de evaluación.” (Sapag 2011, p.229).

De acuerdo con Sapag (2011, p.230-235), los métodos para determinar el valor de desecho son: el método contable, corresponde al valor que tienen los activos en los registros contables; el método comercial, que se establece con base a precios similares en el mercado; y el método económico, que considera que la inversión tendrá un valor equivalente a lo que será capaz de generar a futuro.

2.3.4 Capital de trabajo

A continuación se presenta la definición del capital de trabajo:

Según lo expuesto por Baca (2013, p.177), la inversión en capital de trabajo se diferencia respecto de las inversiones en activos fijos y diferidos, porque tiene naturaleza circulante; lo que significa que la empresa debe resarcirse de ella a corto plazo.

Sapag (2011, p.183), menciona que es aquella inversión de capital necesaria para financiar los desfases de caja durante las operaciones de una empresa; también indica que la inversión de capital de trabajo debe ser considerada para que las propuestas de inversión no fracasen.

De acuerdo con Sapag (2011, p.185) para el cálculo del monto a invertir en capital de trabajo existen tres métodos: el contable, del período de desfase y del déficit acumulado máximo.

2.3.4.1 Método del déficit acumulado máximo

De acuerdo a los métodos que existen para determinar el capital de trabajo, se define en particular el del déficit acumulado máximo:

Sapag (2011, p.187) indica que este método es el más exacto, al determinar el máximo déficit que se produce entre la ocurrencia de los egresos y los ingresos. Este método considera la posibilidad real de que durante el período de desfase ocurran tanto estacionalidades en la producción, ventas o compras de insumos como ingresos que permitan financiar parte de los egresos proyectados.

2.3.5 Ingresos, costos y beneficios

Para la realización del estudio financiero, es necesario establecer los ingresos, costos y los beneficios de una inversión, por lo tanto, se presentan la definición de los mismos.

“Los ingresos y el ahorro en los costos que se asocian a la realización de una inversión que se evalúa, constituyen beneficios que aumentan la liquidez de una empresa.” (Cárdenas 2013, párr.4).

Los ingresos, costos y beneficios, “en términos generales, son las variaciones que impactan positivamente el resultado de una inversión, aumentando la riqueza del inversionista.” (Sapag 2011, p.218).

2.3.6 Flujos de fondos

Se presenta el concepto de los flujos de fondos el cual es:

Según Sapag (2011, p.249), el flujo de fondos o flujo de caja es una estructura que presenta los ingresos y egresos de una propuesta de inversión durante su vida útil, aunque en muchas ocasiones esto no es posible debido a que son períodos muy largos en los que no se puede confiar.

De acuerdo a lo que se menciona en Econlink (2015, párr.4), los flujos de fondos tienen varias utilidades, entre las que se pueden mencionar:

- a. Ayuda a visualizar de forma general la situación de liquidez de la empresa y de sus necesidades de financiamiento externo.
- b. Permite realizar el cálculo de la Tasa Interna de Retorno -TIR- y el Valor Actual Neto -VAN-. En la evaluación de inversiones, se hace una estimación de flujos de fondos futuros y en empresas en marcha se pueden calcular los valores de las variables con datos reales.

2.3.6.1 Flujo de fondos incremental

La definición del flujo de fondos incremental se presenta a continuación:

De acuerdo con Sapag (2011, p.263), es una forma de evaluar una inversión en una empresa en marcha, el cual consiste en mostrar el beneficio que la realización de la inversión proporcionará a la situación actual del negocio.

2.3.7 Costo del capital

La definición de costo de capital es la siguiente:

“Representa la tasa de retorno exigida en la inversión realizada, para compensar el costo de oportunidad de los recursos utilizados y el riesgo que los inversionistas deben asumir. Con esta tasa es que se descontarán los flujos futuros proyectados para calcular su valor actual neto. Para esto, es primordial determinar una tasa que pueda ser considerada equivalente a una tasa libre de riesgo, que represente la mejor opción para el inversionista.” (Sapag 2011, p.372).

2.3.7.1 Tasa de rendimiento mínima aceptada -TREMA-

Una forma de calcular el costo de capital es por medio de la tasa de rendimiento mínima aceptada -TREMA-, la cual se define a continuación:

“Es la tasa que representa una medida de rentabilidad, la mínima que se le exigirá a la inversión de tal manera que permita cubrir la totalidad de la inversión inicial, los egresos de operación, los intereses que deberían pagarse por aquella parte de la inversión financiada con capital ajeno a los inversionistas, los impuestos y la rentabilidad que el inversionista exige a su propio capital invertido.” (Agroproyectos 2014, párr.2).

Para su cálculo es necesario disponer de la siguiente información:

- a. *Tasa activa bancaria*: “es el beneficio por la tasa de interés que recibe una institución bancaria por la emisión de una deuda a una persona o empresa.” (Finanzas y Proyectos 2014, párr.11).

- b. *Inflación promedio*: “es el aumento sostenido y generalizado en los precios de bienes y servicios de una economía a través del tiempo.” (Zona Económica 2011, párr.1).
- c. *Elasticidad*: “es el cambio porcentual del valor de una variable ante el cambio porcentual de otra variable.” (Econlink 2015, párr.1).
- d. *Riesgo del sector*: se calcula a través de la siguiente fórmula:

Riesgo del sector = (Tasa activa bancaria - Inflación promedio) x Elasticidad.
- e. *Riesgo cero*: son los bonos a plazo fijo emitidos por el Estado.
- f. *Riesgo país*: “es un índice que intenta medir el grado de riesgo de un país para las inversiones extranjeras. Es calculado por distintas entidades financieras, generalmente calificadoras internacionales de riesgo. Entre las calificadoras más conocidas están: Moody’s, Standard & Poor’s, J.P. Morgan y Fitch Rating.” (Econlink 2015, párr.1). Según lo establece Moody’s la calificación para Guatemala a Julio 2015 es de Ba1/BB+. (Damodaran 2015, p.2).

La fórmula para el cálculo de la TREMA se presenta a continuación:

$$\text{TREMA} = \text{Riesgo del sector} + \text{Riesgo cero} + \text{Riesgo país}.$$

2.4 Evaluación financiera

A continuación se presenta la definición de evaluación financiera:

En la Universidad Eafit (2015, párr.1) se menciona que la evaluación financiera es el ejercicio mediante el cual se intenta identificar, valorar y comparar entre sí los costos y beneficios asociados a determinadas alternativas de inversión, con la finalidad de coadyuvar a decidir la más conveniente. Además contempla en su

análisis a todos los flujos financieros y distingue entre el capital propio y el capital ajeno.

Además menciona que la información de la evaluación financiera debe cumplir con tres funciones:

- a. Determinar hasta qué punto los costos pueden ser cubiertos oportunamente, de tal manera que contribuya a diseñar un plan de financiamiento.
- b. Medir la rentabilidad de la inversión.
- c. Generar la información necesaria para hacer una comparación entre las diferentes opciones u oportunidades de inversión.

2.4.2 Valor actual neto -VAN-

El primer paso para la elaboración de la evaluación financiera es el valor actual neto; y se define a continuación:

“Es el método más aceptado por los evaluadores de las propuestas de inversión; debido a que mide el excedente resultante después de obtener la rentabilidad deseada y después de recuperar toda la inversión. Para esto, se calcula el valor actual de todos los flujos de fondos futuros a partir del primer año de operación y le resta la inversión total que está expresada en el momento cero.” (Sapag 2011, p.300).

De acuerdo con Besley y Brigham (2009, p.149), la fórmula para calcular el valor actual neto es la siguiente:

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

En donde:

- a. FE_0 = Inversión inicial.

- b. FE_n = Flujo neto de efectivo de cada período.
- c. n = Tiempo.
- d. r = Tasa de descuento.

La interpretación de los resultados del valor actual neto es:

- a. Si es mayor que cero, la opción de inversión debe aceptarse.
- b. Por lo contrario, si es menor que cero, la opción de inversión debe rechazarse.
- c. Y por último si es igual a cero, será decisión del inversionista si acepta o no la opción de inversión.

2.4.3 Tasa interna de retorno -TIR-

La definición de la tasa interna de retorno se presenta a continuación:

“La TIR es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión, es una medida que está muy relacionada con el VAN, por lo que se define como la tasa de descuento para una inversión dada y hace que el VAN sea igual a cero.” (Economipedia 2015, párr.1).

Sapag (2011, p.302) indica que la TIR es el segundo criterio de evaluación para las propuestas de inversión, debido a que mide la rentabilidad como un porcentaje. Esta se utiliza para evaluar la conveniencia de realizar una inversión; cuanto mayor sea la tasa interna de retorno, más deseable será llevar a cabo una inversión.

Como lo mencionan Besley y Brigham (2009, p.356) en su libro, la fórmula para calcular la tasa interna de retorno es la siguiente:

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

Donde:

- a. VAN = Valor actual neto.
- b. FE_0 = Inversión inicial.
- c. FE_n = Flujo neto de efectivo de cada período.
- d. n = Tiempo.
- e. TIR = Tasa de descuento.

2.4.4 Período de recuperación de la inversión -PRI-

A continuación se presentan, tanto la definición como la fórmula para la determinación del período de recuperación de la inversión:

Para Sapag (2011, p.307) es el tercer criterio para evaluar una inversión y su objetivo es determinar el tiempo exacto en que se ésta se recuperará, incluyendo el costo del capital involucrado.

De acuerdo a lo expresado por Besley y Brigham (2009, p.365), la fórmula para calcular el período de recuperación de la inversión es la siguiente:

$$PRI = \# \text{ de años } \textit{antes} \text{ de la recuperación total de la inversión inicial} + \frac{\text{Cantidad de la inversión inicial no recuperada al principio del año de recuperación}}{\text{Flujo de efectivo total generado durante el año de recuperación}}$$

Con la aplicación de la fórmula anterior, si el resultado obtenido es mayor que los años que durará la inversión, significa que los flujos que esta genera no son suficientes para recuperar la inversión inicial.

2.4.5 Relación beneficio-costo

La definición y la fórmula de la relación beneficio-costo, se presentan a continuación:

“Es la relación entre el valor actual de todos los ingresos sobre el valor actual de todos los egresos de la inversión.” (Contabilidad y Finanzas 2016, párr.1).

“Compara el valor actual de los beneficios proyectados con el valor actual de los costos, incluida la inversión. El método lleva la misma regla de decisión que el VAN, debido a que cuando es cero, la relación beneficio-costo es igual a uno. Si el VAN es mayor que cero, la relación beneficio-costo también será mayor que cero; por lo que si el VAN es negativo la relación beneficio-costo será menor que uno.” (Sapag 2011, p.307).

Para el cálculo de la relación beneficio-costo, se deben establecer por separado los valores actuales de los ingresos y egresos incluida la inversión; y luego se divide la suma de los valores actuales de ingresos y egresos. La fórmula es la siguiente:

$$\text{Beneficio-Costo} = B/C$$

2.4.6 Retorno de la inversión -ROI-

La definición del retorno de la inversión es la siguiente:

“Mide la eficacia general de la administración para generar utilidades con sus activos disponibles. Cuanto más alto es el rendimiento sobre los activos totales de la empresa, mejor.” (Gitman 2007, p.62).

De acuerdo a lo que se explica en Gerencie (2016, párr.1) el retorno de la inversión es un indicador financiero que mide la rentabilidad de una inversión, es decir, la relación que existe entre la utilidad obtenida y la inversión inicial. Para su cálculo se utiliza la fórmula siguiente:

$$\text{ROI} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Inversión}} \times 100$$

2.5 Análisis de riesgo de la inversión

El análisis de riesgo de la inversión, es un modelo que ayuda a establecer, como su nombre lo indica, el riesgo de la inversión a realizar; la definición se presenta a continuación:

“En la evaluación de una opción de inversión, los conceptos de riesgo e incertidumbre se diferencian en que, el riesgo considera que los supuestos de la proyección se basan en probabilidades de ocurrencia que se pueden estimar, mientras que la incertidumbre enfrenta una serie de eventos futuros a los que es imposible asignar una probabilidad.” (Sapag 2011, p.332).

Las herramientas a utilizar para el análisis del riesgo y la incertidumbre son las siguientes:

- a. Análisis de escenarios.
- b. Análisis de puntos críticos.
- c. Simulación.

2.5.2 Análisis de escenarios

El análisis de escenarios, es una herramienta a través de la cual puede establecerse el riesgo de una inversión y su definición es:

Martín (2013, párr.1) establece que es una técnica que permite valorar las opciones de inversión, tiene en cuenta que una o más variables utilizadas para la determinación de los flujos de fondos, pueden presentar distintos valores, lo que da lugar a la generación de nuevos escenarios utilizados para establecer el impacto que estas variaciones provocarían en la rentabilidad de los inversionistas.

Según lo expuesto por Martín (2013, párr.1) las variables que se pueden analizar a través de los escenarios son las siguientes:

- a. La inversión inicial.
- b. La evolución de los ingresos.
- c. La evolución de los costos o gastos operativos.

Como menciona Martín (2013, párr.2) se pueden definir tantos escenarios como se deseen, pero es recomendable que además del escenario base, únicamente se definan dos escenarios más, el escenario optimista y el pesimista. El análisis de escenarios generalmente se basa en el supuesto de dependencia de los flujos de efectivo en el horizonte de una opción de inversión; es decir, que existe una correlación entre los flujos de fondos.

Las etapas del análisis de escenarios son las siguientes:

- a. Calcular el VAN para cada escenario posible.
- b. Establecer el VAN esperado de la inversión.
- c. Evaluar el riesgo a través de la probabilidad de obtener diversos rendimientos a un valor específico.
- d. Calcular la TIR para cada uno de los escenarios planteados.

El análisis de escenarios es un proceso que intenta predecir posibles acontecimientos futuros, presenta distintos escenarios en los cuales se toman en cuenta factores que pueden alterar el curso normal de las operaciones de una empresa.

Esta herramienta es un método de proyecciones, pero no intenta mostrar una imagen exacta de cómo será la situación en un futuro; por el contrario, lo que

pretende es mostrar varios futuros alternativos para que se puedan diseñar las estrategias necesarias para cada uno de los escenarios.

De acuerdo a lo que Sapag (2011, P.337) menciona, en el análisis de riesgos se debe encontrar un punto en donde el valor actual neto se hace cero a través de: la determinación del valor esperado del VAN, el cálculo de las desviaciones sobre bases proyectadas y la utilización de la siguiente fórmula para la extrapolación:

VE / σ

En donde:

- a. VE = Valor esperado del VAN.
- b. σ = Desviación estándar.

“Las probabilidades que no se pueden verificar en forma objetiva se denominan probabilidades subjetivas. La más observada en la práctica es la que supone una distribución normal, que indica que, en 67.5% de los casos, los retornos caerán dentro de un rango que está entre el valor promedio del retorno +/- una desviación estándar.” (Sapag 2011, p.334).

Los conceptos y definiciones presentadas anteriormente, forman la base teórica para la realización de la investigación sobre el análisis de riesgo y rendimiento de la inversión para determinar la viabilidad de la adquisición de dragas de sedimentación en el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala.

3. METODOLOGÍA

Este capítulo contiene la explicación en detalle de qué y cómo se hizo para resolver el problema de la investigación relacionado con: el análisis de riesgo y rendimiento de la inversión para determinar la viabilidad de la adquisición de dragas de sedimentación en el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala.

La metodología de investigación comprende: definición del problema, objetivo general y objetivos específicos, hipótesis y especificación de las variables, método científico y las técnicas de investigación documental y de campo utilizadas. En general, la metodología presenta el resumen del procedimiento usado en el desarrollo de la investigación.

3.1 Definición del problema

La definición del problema sobre el análisis de riesgo y rendimiento de la inversión para determinar la viabilidad financiera relacionada con la adquisición de dragas de sedimentación en el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala, significa especificarlo y delimitarlo con la mayor precisión posible.

De acuerdo a información obtenida de la CNEE (2015, párr.1), hasta el año 2015, existían 26 centrales hidroeléctricas en funcionamiento, las cuales durante ese período produjeron un total de 3,683.21 MV; de éstas 26 hidroeléctricas, seis se encuentran ubicadas en la región del occidente del país, cuentan con una potencia efectiva de 262.72MV y generan un total de 1,107.60MV, (ver anexos 1 y 2).

La generación de energía está en función del nivel de agua que existe en el embalse y del caudal que pasa por las turbinas, por lo que puede variar desde unos pocos megavatios en las mini centrales hidroeléctricas, hasta varios miles de megavatios en las hidroeléctricas de mayor tamaño.

La generación de energía en las hidroeléctricas en el occidente del país, se ve afectada por una parte al cambio climático, porque el caudal de los ríos disminuye; y adicionalmente, por el deterioro de las máquinas y las tuberías por donde se conduce el agua, principalmente el de las turbinas por la acumulación de sedimentos.

La sedimentación causa que la capacidad de generación de energía eléctrica sea irregular. El poco de mantenimiento en represas y embalses se debe a la falta de tecnologías apropiadas que permitan remover efectivamente sedimentos a grandes profundidades, además los costos de reparación de las máquinas y turbinas son elevados.

Ante esta situación surge la necesidad de realizar un análisis de riesgo y rendimiento de la inversión en la adquisición de dragas de sedimentación, utilizadas para limpiar los sedimentos en los embalses, para evitar que se acumulen en las turbinas, lo cual ayuda a prolongar la vida útil de las mismas y a mejorar el funcionamiento en la generación de energía eléctrica.

Con referencia a la delimitación del problema, se estableció la unidad de análisis, el período de investigación y el ámbito geográfico que comprende la investigación de la siguiente manera:

- a. *Unidad de análisis:* sector hidroeléctrico en el occidente de Guatemala.
- b. *Período a investigar:* cinco años, a partir del año 2016.
- c. *Ámbito geográfico:* región occidental de Guatemala.

3.2 Objetivos

Los objetivos constituyen los propósitos o fines que se pretenden alcanzar con la investigación relacionada con el análisis de riesgo y rendimiento de la inversión

para determinar la viabilidad financiera para la adquisición de dragas de sedimentación en el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala.

3.2.1 Objetivo general

Analizar el riesgo y rendimiento de la inversión en la adquisición de dragas de sedimentación, en el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala, para determinar su viabilidad financiera, a través de la aplicación de flujos de fondos proyectados a cinco años en el estudio financiero y el uso de las herramientas de evaluación financiera como el valor actual neto -VAN-, tasa interna de retorno -TIR-, período de recuperación de la inversión -PRI-, relación beneficio-costos y el retorno de la inversión -ROI-

3.2.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos se detallan a continuación:

1. Elaborar el estudio financiero de la inversión para la adquisición de dragas de sedimentación, con el propósito de establecer el monto de la inversión total, el valor de desecho, los ingresos, costos y beneficios, el capital de trabajo.
2. Establecer la tasa de descuento por medio del cálculo de la tasa de retorno mínima aceptada -TREMA-, que servirá para la determinación del valor actual neto de los flujos de fondos proyectados.
3. Determinar el flujo de fondos incremental proyectado, para establecer la conveniencia de reemplazar la draga de sedimentación.
4. Realizar la evaluación financiera de la inversión para la adquisición de dragas de sedimentación, a través del cálculo del valor actual neto -VAN-, tasa interna de retorno -TIR-, período de recuperación de la inversión -PRI-, relación beneficio-costos y retorno de la inversión -ROI-, para establecer la viabilidad financiera de la inversión.

5. Realizar el análisis de riesgo de la inversión para la adquisición de dragas de sedimentación, por medio de la aplicación de escenarios con el fin de establecer los diversos resultados que puedan presentarse.

3.3 Hipótesis

La hipótesis siguiente expone en forma clara y objetiva la propuesta de solución al problema de la investigación:

El análisis de riesgo y rendimiento de la inversión para la adquisición de dragas de sedimentación en el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala, puede ser viable financieramente considerando que el período de recuperación podría ser menor a cinco años, que el rendimiento es mayor a la tasa de rendimiento mínima aceptada y que el riesgo de pérdida es moderado; con base a los resultados obtenidos del análisis del estudio financiero, los flujos de fondos proyectados a cinco años y las herramientas de la evaluación financiera: valor actual neto -VAN-, tasa interna de retorno -TIR-, período de recuperación de la inversión, relación beneficio-costos y retorno de la inversión -ROI-.

3.3.1 Especificación de variables

La especificación de variables de la hipótesis, es la siguiente:

Variable independiente

- a. El monto de la inversión.

Variabes dependientes

Resultados de las herramientas de evaluación financiera,

- a. Valor actual neto -VAN-.
- b. Tasa interna de retorno -TIR-.

- c. Período de recuperación de la inversión -PRI-.
- d. Relación beneficio-costo.
- e. Retorno de la inversión -ROI-.
- f. Análisis de riesgo de la inversión.

3.4 Método científico

“La investigación es el conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican en el estudio de un fenómeno.” (Hernández et. al 2010, p.4).

El método científico se desarrolló en tres fases:

- a. *Indagadora*: en donde se realizó la recopilación de información a través de fuentes secundarias.
- b. *Demostrativa*: es en donde se comprobaron las variables expuestas en la hipótesis y se estableció si existe o no concordancia entre lo pronosticado y los resultados reales obtenidos.
- c. *Expositiva*: los resultados obtenidos son expuestos a través de la realización del examen privado de tesis y del informe de tesis donde se amplían los conocimientos sobre el tema.

3.5 Técnicas de investigación aplicadas

Las técnicas documental y de campo para la presente tesis, se refieren a lo siguiente:

3.5.1 Técnicas de investigación documental

Para el desarrollo del trabajo, se consultaron libros, tesis, sitios web, publicaciones en línea, documentos electrónicos de los cuales se extrajo la información que se consideró importante y necesaria.

3.5.2 Técnicas de investigación de campo

Se utilizó la observación pasiva y apuntes recabados para la recopilación de información relevante.

El siguiente paso fue la construcción de la proyección de los ingresos y costos para la elaboración del estudio financiero y la evaluación financiera de la inversión para la adquisición de dragas de sedimentación en el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala.

4. ESTUDIO FINANCIERO PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DE LA ADQUISICIÓN DE DRAGAS DE SEDIMENTACIÓN

Presenta los resultados de la investigación relacionados con el análisis de riesgo y rendimiento de la inversión para determinar la viabilidad de la adquisición de dragas de sedimentación en el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala.

Para realizar la investigación se utilizó información de una hidroeléctrica de seis que se ubican en el occidente del país, con la finalidad de tener un nivel de comparación sobre métodos y procedimientos utilizados para el registro de sus operaciones y presentación de la información financiera.

El estudio financiero, incluye el cálculo de los ingresos y egresos, la determinación de la inversión inicial, el valor de desecho, capital de trabajo, tasa de descuento, ingresos, ahorro en los costos, beneficios y los flujos de fondos.

4.1 Inversión total

A continuación se presenta el cálculo y el análisis de la inversión total para determinar la viabilidad de la adquisición de dragas de sedimentación:

Cuadro 2
Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala
Inversión total
Cifras en Quetzales

Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
<u>Maquinaria</u>			
Draga de sedimentación, marca Higling Dredger, modelo HLC500	1	27,681,053	27,681,053
Total maquinaria			27,681,053
<u>Materiales</u>			
Total materiales			161,453
Inversión total			27,842,506

Fuente: Elaboración propia, con base en información del sector y cotizaciones de dragas de sedimentación, proporcionadas por proveedores del mercado internacional.

La información anterior muestra el monto total de la inversión que incluye la maquinaria y los materiales tales como: mangueras de succión, uniones para mangueras, codos y soportes para tuberías, tubos PVC, válvulas de vacío, cordeles de Perlon, niples, tornillos, abrazaderas, entre otros; que serán necesarios para la instalación y funcionamiento.

Tanto el valor de la draga como la marca elegida, se establecieron de acuerdo a información obtenida de diversos proveedores, de los cuales se eligió la maquinaria que más se adecúa a las necesidades de las hidroeléctricas del occidente del país, según la ubicación y la tecnología que éstas posean.

La máquina es adquirida por un monto de US\$3,650,000; tipo de cambio según el Banco de Guatemala de Q7.58385 por US\$1 al 20 de julio 2016, lo que equivale a Q27,681,053 y materiales por Q161,453; es decir, una inversión total de Q27,842,506; que será aportada por los socios inversionistas con capital propio.

4.2 Valor de desecho

Para determinar el valor de desecho se cotizaron distintos tipos de dragas de sedimentación en el mercado internacional y se obtuvo la siguiente información:

Cuadro 3
Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala
Comparativo valor de mercado
Dragas de sedimentación (usadas)

Cantidad	Marca	Modelo	Precio en US\$	TC	Precio Qtz
1	Shuangxin	600-1800m3	5,000,000	7.58385	37,919,250
1	Huayang	HYCSD450	2,782,500	7.58385	21,102,063
1	Huayang	HYCSD300	2,500,000	7.58385	18,959,625
1	Yuanhua	YH-Z	2,000,000	7.58385	15,167,700
1	Higling Dredger	HLC500	1,801,552	7.58385	13,662,701

Fuente: Elaboración propia, con base en cotizaciones de dragas de sedimentación usadas, proporcionadas por proveedores del mercado internacional. Tipo de cambio con base en información del Banco de Guatemala del 20 de julio de 2016.

Se estableció como valor de mercado el costo de Q13,662,701, debido a que las especificaciones de dicha draga se adecuan a las de la máquina adquirida para la opción de inversión.

Seguidamente se presenta los cálculos para establecer el valor de desecho:

Cuadro 4
Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala
Valor de desecho
Cifras en Quetzales

Valor de mercado	13,662,701
Valor libros	-
Utilidad antes de impuestos	13,662,701
10% ISR	(1,366,270)
Utilidad neta	12,296,431
Valor libros	-
Valor de desecho	12,296,431

Fuente: Elaboración propia, con base en información de cotizaciones proporcionadas por proveedores del mercado internacional.

La determinación del valor de desecho se elaboró por medio del método comercial, debido a que se realizaron comparaciones de precios en el mercado, similares a la draga de sedimentación adquirida; es importante hacer notar que dichos precios corresponden a máquinas usadas, esto con la finalidad de mostrar un valor de la maquinaria después de cinco años de uso.

Además de obtener el valor de mercado de Q13,662,701; en el cálculo no se incluye el monto registrado en los libros contables, debido a que al final del período de la inversión estará depreciada en su totalidad. Se utilizó el 10% del impuesto que corresponde a una ganancia de capital según lo establece la Ley de Actualización Tributaria Decreto 10-2012 artículo 92, por lo que en el último año se espera recuperar por la venta de la maquinaria un total de Q12,296,431.

4.3 Ingresos, costos y beneficios

Los ingresos se proyectaron de acuerdo al comportamiento del PIB del sector e información financiera sobre los ingresos, dichos cálculos y proyecciones se amplían en el anexo 4.

4.3.1 Ingresos

En seguida se presenta el cuadro de la proyección de los ingresos:

Cuadro 5
Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala
Ingresos proyectados
Cifras en millones de Quetzales

Año	PIB sector	Ingresos proyectados
1	11,087.02	1,784.73
2	11,595.40	1,820.71
3	12,103.78	1,856.69
4	12,612.16	1,892.68
5	13,120.54	1,928.66

Fuente: Elaboración propia, con base en el PIB del sector según el Banco de Guatemala, obtenida en www.banguat.gob.gt., e información financiera sobre los ingresos proporcionados por el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala.

Las ventas proyectadas para el período de la inversión son: Q1,784,728,472; Q1,820,771,064; Q1,856,693,657; Q1,892,676,250 y Q1,928,658,842 para cada uno de los años.

En la realización del estudio financiero, las ventas que se proyectaron permanecen constantes; debido a que la adquisición de la draga de sedimentación no contribuirá al aumento de las mismas; porque los ingresos dependen de la capacidad que posea la hidroeléctrica de generar y/o producir energía.

4.3.2 Costos

El cuadro de la proyección de los costos se presenta a continuación:

Cuadro 6
Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala
Costos y gastos proyectados
Cifras en Quetzales

Descripción	1	2	3	4	5
Costos de mantenimiento	256,674,735	261,849,653	267,024,570	272,199,488	277,374,405
Costos de generación de energía	938,928,448	957,858,543	976,788,638	995,718,733	1,014,648,828
Gastos de administración	525,028,218	535,613,513	546,198,807	556,784,102	567,369,396
Total costos y gastos	1,720,631,401	1,755,321,708	1,790,012,015	1,824,702,322	1,859,392,630

Fuente: Elaboración propia, con base en información financiera sobre los costos y gastos proporcionados por el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala.

Los costos proyectados para el período de la inversión son: Q1,720,631,401; Q1,755,321,708; Q1,790,012,015; Q1,824,702,322 y Q1,859,392,630 para cada uno de los años. En el Anexo 7 se amplía la información de los cálculos para la proyección de los costos.

Con la adquisición de la draga de sedimentación, se pretende que disminuyan los costos y gastos de mantenimiento en los que incurre la hidroeléctrica; por lo que la proyección antes realizada resulta útil, debido a que servirá de base para comparar los rubros en los que se observen los ahorros obtenidos después de la adquisición de la maquinaria nueva.

4.3.3 Beneficios

Como resultado de la proyección de los ingresos y egresos, se presenta el consolidado siguiente:

Cuadro 7
Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala
Beneficios
Cifras en Quetzales

Descripción	1	2	3	4	5
Ingresos anuales	1,784,728,472	1,820,711,064	1,856,693,657	1,892,676,250	1,928,658,842
Egresos anuales	(1,720,631,401)	(1,755,321,708)	(1,790,012,015)	(1,824,702,322)	(1,859,392,630)
Beneficios anuales	64,097,071	65,389,356	66,681,642	67,973,927	69,266,213

Fuente: Elaboración propia, con base en información financiera sobre los ingresos, costos y gastos proporcionados por el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala.

Los beneficios obtenidos son: Q64,097,071; Q65,389,356; Q66,681,642; Q67,973,927 y Q69,266,213 para cada uno de los años de la inversión.

Los beneficios son el resultado obtenido de restar del total de los ingresos el valor de los costos y gastos de un determinado período; su función es mostrar la situación financiera de la hidroeléctrica.

La proyección de los beneficios que se presenta, servirá de base para establecer la variación de las utilidades y/o beneficios obtenidos después de la adquisición de la draga de sedimentación.

4.4 Capital de trabajo

El cálculo del capital de trabajo no se incluyó en el estudio debido a que la inversión en la adquisición de la draga de sedimentación se realiza en una empresa en marcha y al medir la conveniencia de reemplazar el activo resulta irrelevante el cambio en los niveles de capital de trabajo para financiar la operación del negocio, según lo indicado por Sapag (2011, p.263).

4.5 Tasa de rendimiento mínima aceptada -TREMA-

El costo del capital de propio se calculó a través de la determinación de la Tasa de Rendimiento Mínima Aceptada -TREMA-; con base en los siguientes datos: tasa activa bancaria, inflación promedio, elasticidad, riesgo cero y el riesgo país.

En el anexo 6 se amplían los cálculos e información de la obtención de los datos para la determinación de la TREMA. Los resultados se presentan en seguida:

Cuadro 8
Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala
Tasa de rendimiento mínima aceptada -TREMA-

Descripción	%
Tasa activa bancaria	13.22833
Inflación promedio	4.24167
Elasticidad	1.13200
Riesgo sector	10.17290
Tasa libre de riesgo	5.62500
Riesgo país	2.50000
TREMA	18.29790

Fuente: Elaboración propia, con base en variables financieras obtenidas del Banco de Guatemala en www.banguat.gob.gt e información sobre la calificación de riesgo según Moody's Investor Service para Guatemala a julio de 2015.

La tasa de rendimiento mínima aceptada obtenida es del 18.29790%, este es el costo del capital propio de los inversionistas; es decir, el porcentaje mínimo de retorno que se espera.

4.6 Flujos de fondos

Además de la adquisición de la máquina nueva, se espera vender una draga que ha estado en uso durante cinco años, por lo que se elaboró un flujo de fondos incremental, en donde se compara el flujo de fondos base con uno en donde se incluye la inversión para la adquisición de la nueva maquinaria. Estos flujos se presentan a continuación:

Cuadro 9
Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala
Flujo de fondos base
Cifras en Quetzales

	0	1	2	3	4	5
Venta del activo						2,167,969
Ingresos		1,784,728,472	1,820,711,064	1,856,693,657	1,892,676,250	1,928,658,842
Costos de mantenimiento		(256,674,735)	(261,849,653)	(267,024,570)	(272,199,488)	(277,374,405)
Costos de generación de energía		(938,928,448)	(957,858,543)	(976,788,638)	(995,718,733)	(1,014,648,828)
Gastos de administración		(525,028,218)	(535,613,513)	(546,198,807)	(556,784,102)	(567,369,396)
Depreciación		-				
Valor en libros						-
Utilidad		64,097,071	65,389,356	66,681,642	67,973,927	71,434,181
25% ISR		(16,024,268)	(16,347,339)	(16,670,410)	(16,993,482)	(17,858,545)
Utilidad neta		48,072,803	49,042,017	50,011,231	50,980,445	53,575,636
Depreciación		-				
Valor en libros						-
Flujo de fondos base		48,072,803	49,042,017	50,011,231	50,980,445	53,575,636

Fuente: Elaboración propia, con base en información financiera sobre los ingresos, costos y gastos proporcionados por el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala.

La venta de la draga usada se estima para el quinto año en Q2,167,969. El costo de adquisición fue de Q22,846,839 y por haberse depreciado en su totalidad, no aparece este rubro. El flujo de fondos que se obtiene en el último año de operaciones es de Q53,575,636.

Cuadro 10
Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala
Flujo de fondos con inversión
Cifras en Quetzales

	0	1	2	3	4	5
Venta del activo	10,935,705					
Ingresos		1,784,728,472	1,820,711,064	1,856,693,657	1,892,676,250	1,928,658,842
Costos de mantenimiento		(251,541,241)	(256,612,660)	(261,684,079)	(266,755,498)	(271,826,917)
Costos de generación de energía		(938,928,448)	(957,858,543)	(976,788,638)	(995,718,733)	(1,014,648,828)
Gastos de administración		(525,028,218)	(535,613,513)	(546,198,807)	(556,784,102)	(567,369,396)
Depreciación		(5,536,211)	(5,536,211)	(5,536,211)	(5,536,211)	(5,536,211)
Valor en libros		-				
Utilidad	10,935,705	63,694,355	65,090,139	66,485,923	67,881,706	69,277,490
25% ISR	(2,733,926)	(15,923,589)	(16,272,535)	(16,621,481)	(16,970,427)	(17,319,373)
Utilidad neta	8,201,779	47,770,766	48,817,604	49,864,442	50,911,280	51,958,118
Depreciación		5,536,211	5,536,211	5,536,211	5,536,211	5,536,211
Valor en libros		-				
Inversión total	(27,842,506)					
Valor de desecho						12,296,431
Flujo de fondos con inversión	(19,640,726)	53,306,977	54,353,815	55,400,652	56,447,490	69,790,759

Fuente: Elaboración propia, con base en información financiera sobre los ingresos, costos y gastos proporcionados por el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala.

En el flujo anterior se incluye la inversión y la venta de la maquinaria antigua por Q10,935,705 en el año cero. Los ingresos no presentan incremento aún con la adquisición de la draga nueva, como ya se explicó con anterioridad, éstos dependen únicamente de la capacidad que posea la hidroeléctrica para generar energía.

El beneficio que se obtendrá con la adquisición de la draga de sedimentación es un ahorro en los costos de mantenimiento, debido a que si se continúa con la draga antigua, dichos costos se elevan año con año, porque a mayor tiempo de uso, mayor será la necesidad de servicios correctivos y preventivos de la draga, sus componentes y demás maquinaria utilizada para la generación de energía eléctrica.

Debido a que el gasto por concepto de mantenimiento fue menor, se observa un incremento en el flujo de fondos y para el último año de operación asciende a Q69,790,759.

Cuadro 11
Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala
Flujo de fondos incremental
Cifras en Quetzales

	0	1	2	3	4	5
Venta del activo	10,935,705					(2,167,969)
Ingresos		-	-	-	-	-
Costos de mantenimiento		5,133,495	5,236,993	5,340,491	5,443,990	5,547,488
Costos de generación de energía		-	-	-	-	-
Gastos de administración		-	-	-	-	-
Depreciación		(5,536,211)	(5,536,211)	(5,536,211)	(5,536,211)	(5,536,211)
Valor en libros		-	-	-	-	-
Utilidad	10,935,705	(402,716)	(299,217)	(195,719)	(92,221)	(2,156,691)
25% ISR	(2,733,926)	100,679	74,804	48,930	23,055	539,173
Utilidad neta	8,201,779	(302,037)	(224,413)	(146,789)	(69,166)	(1,617,518)
Depreciación		5,536,211	5,536,211	5,536,211	5,536,211	5,536,211
Valor en libros		-	-	-	-	-
Inversión total	(27,842,506)					
Valor de desecho						12,296,431
Flujo de fondos incremental	(19,640,726)	5,234,174	5,311,797	5,389,421	5,467,045	16,215,123

Fuente: Elaboración propia, con base en información financiera sobre los ingresos, costos y gastos proporcionados por el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala.

Con la adquisición de la draga de sedimentación se obtienen ahorros en los costos de mantenimiento de Q5,133,495; Q5,236,993; Q5,340,491; Q5,443,990 y Q5,547,488 para cada uno de los años de operación, la sumatoria del ahorro es de Q26,702,457.

Respecto a la utilidad total, al no efectuar la inversión asciende a Q53,575,636 (como se detalló en el cuadro 9); al realizar la inversión la utilidad es de Q69,790,759 (ver cuadro 10); como resultado existe un incremento neto en la utilidad y/o flujo de fondos de Q16,215,123 (según cuadro 11); dichos valores confirman que la inversión en la adquisición de la draga de sedimentación es favorable.

5. EVALUACIÓN FINANCIERA PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DE LA ADQUISICIÓN DE DRAGAS DE SEDIMENTACIÓN

Este capítulo presenta los resultados de la investigación relacionados con el análisis de la evaluación financiera de la inversión para determinar la viabilidad de la adquisición de dragas de sedimentación en el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala.

La evaluación financiera incluye el cálculo del valor actual neto -VAN-, tasa interna de retorno -TIR-, el período de recuperación de la inversión -PRI-, la relación beneficio-costos, el retorno de la inversión y el análisis de riesgos a través de escenarios.

5.1 Valor actual neto -VAN-

El cuadro de los cálculos se presenta a continuación:

Cuadro 12
Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala
Valor actual neto -VAN-
Cifras en Quetzales

Descripción	0	1	2	3	4	5
Flujo de fondos incremental	(19,640,726)	5,234,174	5,311,797	5,389,421	5,467,045	16,215,123
$VAN = (19,640,726) + \frac{5,234,174}{(1+0.1829790)^1} + \frac{5,311,797}{(1+0.1829790)^2} + \frac{5,389,421}{(1+0.1829790)^3} + \frac{5,467,045}{(1+0.1829790)^4} + \frac{16,215,123}{(1+0.1829790)^5}$						
$VAN = (19,640,726) + 4,424,570 + 3,795,661 + 3,255,450 + 2,791,544 + 6,998,985$						
$VAN = 1,625,484$						

Fuente: Elaboración propia, con base en las proyecciones de la información proporcionada por el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala y la aplicación de la fórmula.

El VAN es de Q1,625,484, cantidad excedente que resulta después de obtener la rentabilidad deseada; esto significa que la inversión puede aceptarse debido a que el valor actual neto es mayor a cero, de acuerdo a los criterios de aceptación.

5.2 Tasa interna de retorno -TIR-

La tasa interna de retorno se determinó de la siguiente forma:

Cuadro 13
Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala
Tasa interna de retorno -TIR-
Cifras en Quetzales

Descripción	0	1	2	3	4	5
Flujo de fondos incremental	(19,640,726)	5,234,174	5,311,797	5,389,421	5,467,045	16,215,123
$VAN = (19,640,726) + \frac{5,234,174}{(1+0.21)^1} + \frac{5,311,797}{(1+0.21)^2} + \frac{5,389,421}{(1+0.21)^3} + \frac{5,467,045}{(1+0.21)^4} + \frac{16,215,123}{(1+0.21)^5}$						
$VAN = (19,640,726) + 4,314,777 + 3,609,625 + 3,019,068 + 2,524,607 + 6,172,649$						
VAN = 0						
TIR = 21%						

Fuente: Elaboración propia, con base en las proyecciones de la información proporcionada por el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala, la aplicación de la fórmula y la utilización de la herramienta de Microsoft Excel® 2013.

Como se observa en el cuadro anterior, después de los cálculos realizados al utilizar la herramienta de Excel a través de la fórmula: =TIR (valores, [estimar]), se obtuvo una TIR del 21%; esta tasa hace que el VAN sea igual a cero. De acuerdo a los criterios de aceptación, la inversión debe aceptarse por ser una rentabilidad mayor a la esperada por los inversionistas.

5.3 Período de recuperación de la inversión -PRI-

El resultado se presenta a continuación:

Cuadro 14
Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala
Período de recuperación de la inversión -PRI-
Cifras en Quetzales

Descripción	0	1	2	3	4	5
Flujo de fondos incremental	(19,640,726)	5,234,174	5,311,797	5,389,421	5,467,045	16,215,123
Flujo de fondos incremental acumulado	(19,640,726)	(14,406,553)	(9,094,755)	(3,705,334)	1,761,711	17,976,834

$$PR = 3 + \frac{3,705,334}{5,467,045}$$

$$PR = 3 + 0.68$$

$$PR = 3.68$$

3 Años

8 Meses

4 Días

Fuente: Elaboración propia, con base en las proyecciones de la información proporcionada por el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala y la aplicación de la fórmula.

Se determinó que a los tres años, ocho meses y cuatro días, la empresa es capaz de generar el suficiente flujo de efectivo, lo que significa que es posible recuperar los fondos antes de que finalice el período de evaluación.

5.4 Relación beneficio-costo

La relación beneficio-costo se presenta a continuación:

Cuadro 15
Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala
Relación beneficio - costo
Cifras en Quetzales

Descripción	0	1	2	3	4	5	Total
Ingresos		1,784,728,472	1,820,711,064	1,856,693,657	1,892,676,250	1,928,658,842	5,730,125,784
Costos	27,842,506	1,720,631,401	1,755,321,708	1,790,012,015	1,824,702,322	1,859,392,630	4,693,384,690

$$B / C = 5,730,125,784 / 4,693,384,690 = 1.22$$

Fuente: Elaboración propia, con base en las proyecciones de la información proporcionada por el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala y la aplicación de la fórmula.

En el cuadro anterior se observa: en el año cero el monto de la inversión total; en los años del uno al cinco, los ingresos y egresos proyectados para dicho período; y por último, el valor actual tanto de los ingresos como de los egresos incluida la inversión inicial; este valor fue obtenido por medio de la utilización de la herramienta de Excel a través de la fórmula: =VNA (tasa, valor1, [valor2],...).

Por lo que después de dividir entre sí dichos valores actuales, se obtuvo una relación beneficio-costo de 1.22; lo que significa que al tener la misma regla de decisión que el VAN, debe aceptarse la inversión por ser mayor a uno.

5.5 Retorno de la inversión -ROI-

El cálculo del ROI se realizó de la siguiente forma:

Cuadro 16
Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala
Retorno de la inversión -ROI-

$$\text{ROI} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Inversión}} \times 100$$

$$\text{ROI} = \frac{5,841,856}{27,842,506} \times 100$$

$$\text{ROI} = \quad \quad \quad \mathbf{20.98}$$

Fuente: Elaboración propia, con base en las proyecciones de la información proporcionada por el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala y la aplicación de la fórmula.

Se puede observar que la utilidad que se alcanza corresponde a un 20.98% del total de la inversión; lo que significa que los inversionistas obtienen 21 centavos por cada quetzal invertido.

6. ANÁLISIS DE RIESGO PARA DETERMINAR LA VIABILIDAD DE LA ADQUISICIÓN DE DRAGAS DE SEDIMENTACIÓN

El análisis de riesgo es útil para establecer las posibles dificultades que se pueden presentar durante el tiempo en que se realice la inversión y permiten aplicar medidas correctivas a tiempo, para que la inversión no fracase.

El riesgo de la inversión se determina a través del análisis de escenarios, debido a que es el método o técnica que permite valorar las inversiones tomando en cuenta una o más variables con las que se pueden obtener diversidad de resultados que permiten incrementar las oportunidades de éxito.

6.1 Análisis de riesgo por escenarios

Para el análisis de riesgo se presentan tres escenarios: base, optimista y pesimista; los que muestran las variaciones que se generan y qué tanto favorecen o perjudican a los inversionistas.

El escenario base, es el establecido en el estudio financiero y posee mayor probabilidad de ocurrencia. El optimista, parte del supuesto de que ocurra un incremento en el ahorro de los costos de mantenimiento, es decir, que exista menos erogación de fondos por dicho rubro. El pesimista, por el contrario, supone una disminución en el ahorro de los costos de mantenimiento, lo que significaría un desembolso mayor de recursos monetarios por el mantenimiento de la maquinaria.

Los escenarios desarrollados son los siguientes:

- a. *Optimista*: +20% de ahorro en los costos de mantenimiento con relación al escenario base.
- b. *Pesimista*: -20% de ahorro en los costos de mantenimiento con relación al escenario base.

En todos los escenarios, el total de la inversión y la TREMA no tuvieron ninguna variación. Los cálculos se realizaron por medio de la utilización de la herramienta de Excel y del administrador de escenarios.

El resultado se presenta a continuación:

Cuadro 17
Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala
Análisis de escenarios
Cifras en Quetzales

Resumen	Base	Optimista	Pesimista
Celdas cambiantes:			
Costos de mantenimiento año 1	5,133,495	6,160,194	4,106,796
Costos de mantenimiento año 2	5,236,993	6,284,392	4,189,594
Costos de mantenimiento año 3	5,340,491	6,408,590	4,272,393
Costos de mantenimiento año 4	5,443,990	6,532,788	4,355,192
Costos de mantenimiento año 5	5,547,488	6,656,986	4,437,990
Inversión	(27,842,506)	(27,842,506)	(27,842,506)
TREMA	18.30%	18.30%	18.30%
Celdas de resultado:			
VAN	1,625,484	4,097,758	(846,789)
TIR	21%	26%	17%

Fuente: Elaboración propia con base en proyecciones de la información proporcionada por el sector y utilización de la herramienta de Análisis de Escenarios de Microsoft Excel® 2013.

El cuadro anterior muestra un resumen de los dos escenarios analizados; se puede observar que en el escenario optimista se obtiene un valor actual neto positivo y una tasa interna de retorno del 26%; lo que significa que al estimar un ahorro de un 20% más con relación al escenario base, la inversión proporciona mayores beneficios.

Por otra parte, en el escenario pesimista se observa un VAN negativo de Q846,789 y una TIR de 17%; esto quiere decir, que aunque esta es positiva es menor a la tasa de recuperación esperada, por lo que si se presenta cualquier eventualidad que no permita un ahorro igual o mayor a los costos de

mantenimiento presentados en el escenario base, la inversión no aportará ningún beneficio a los inversionistas.

6.2 Valor esperado del VAN

Los cálculos se presentan a continuación:

Cuadro 18
Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala
Análisis de riesgo
Valor esperado del VAN
Cifras en Quetzales

Escenarios	Inversión	VAN	VA Flujo de fondos	% Probabilidad	Rendimiento esperado
Base	(27,842,506)	1,625,484	29,467,989	50%	812,742
Optimista	(27,842,506)	4,097,758	31,940,263	30%	1,229,327
Pesimista	(27,842,506)	(846,789)	26,995,717	20%	(169,358)
Valor esperado del VAN					1,872,711

Fuente: Elaboración propia con base en los escenarios establecidos, la probabilidad de ocurrencia y la aplicación de las fórmulas.

El valor esperado del VAN, calculado según el resultado de los escenarios anteriormente establecidos y de acuerdo a la probabilidad de ocurrencia de cada uno de ellos, es de utilidad para establecer el porcentaje de rentabilidad o pérdida que puede existir al llevar a cabo la inversión.

Como se muestra en el cuadro, después de realizar los cálculos correspondientes, el valor que esperado del VAN es de Q1,872,711.

6.3 Desviaciones sobre bases proyectadas

La determinación de la desviación estándar es la siguiente:

Cuadro 19
Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala
Análisis de riesgo
Desviaciones sobre bases proyectadas
Cifras en Quetzales

Escenarios	% Probabilidad (P _k)	VA Flujo de Fondos (A _k)	Factor (A _k * P _k)	Desviación (A _k - A _y)	Desviación Cuadrada (A _k - A _y) ²	Producto P _k * (A _k - A _y) ²
Base	50%	29,467,989	14,733,995	(247,228)	61,121,537,377	30,560,768,689
Optimista	30%	31,940,263	9,582,079	2,225,046	4,950,830,988,022	1,485,249,296,407
Pesimista	20%	26,995,717	5,399,143	(2,719,500)	7,395,681,200,163	1,479,136,240,033
	100%	(A _y) =	29,715,217		12,407,633,725,563	2,994,946,305,128
Desviación estándar						1,730,591

Fuente: Elaboración propia con base en los escenarios establecidos, la probabilidad de ocurrencia y la aplicación de las fórmulas.

Las desviaciones sobre bases proyectadas, son otros valores útiles para la determinación de la rentabilidad o las pérdidas que puedan ocurrir en la realización de una inversión.

Los cálculos para establecer dichas desviaciones, también están basados en los resultados obtenidos de los escenarios anteriores, así como el porcentaje de ocurrencia que cada uno posee.

Después de realizar las operaciones indicadas en el cuadro anterior, la desviación estándar establecida es de Q1,730,591.

Al tener establecidos tanto el valor esperado del VAN como la desviación estándar, se utiliza la fórmula para extrapolar, los cálculos son:

Fórmula: VE / σ

Cuadro 20
Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala
Análisis de riesgo - Extrapolación
Probabilidad del VAN
Cifras en Quetzales

1. Desviación estándar normal	68%
2. Media desviación estándar	34% (x)
3. VE = Valor esperado del VAN según escenarios	$\frac{1,872,711}{1,730,591} = 108\%$ (y)
4. σ = Desviación estándar según los escenarios	
5. Extrapolación (x * y)	37%
6. Mitad de la probabilidad	<u>50%</u>
Probabilidad de obtener un VAN \geq a 0	87%
Probabilidad de obtener un VAN $<$ a 0	<u>13%</u>

Fuente: Elaboración propia con base en los escenarios establecidos, la probabilidad de ocurrencia, el resultado del valor esperado del VAN, las desviaciones sobre bases proyectadas y la aplicación de las fórmulas.

De acuerdo a los resultados que se observan en el cuadro anterior, se establece que existe una probabilidad del 87% de obtener un rendimiento positivo, es decir, de obtener la tasa de rendimiento mínima aceptada calculada en el escenario base, versus un 13% de que la inversión genere pérdidas y no se cumpla con la obtención de la tasa de rendimiento esperada.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo al estudio realizado, se confirma la hipótesis de la investigación. La inversión para la adquisición de dragas de sedimentación, en el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala es viable financieramente, considerando que el rendimiento obtenido es del 21%, que se recupera en tres años, ocho meses y cuatro días, dicho período es menor a los cinco años que fueron estimados para la evaluación y que el riesgo de pérdida es de 13%.
2. Con base al estudio financiero realizado, se estableció que la inversión total requerida es de Q27,842,506 de los cuales Q161,453 corresponden a materiales necesarios para la instalación de la maquinaria y su funcionamiento; el valor de desecho es de Q12,296,431 monto que se espera recuperar por la venta de la draga de sedimentación al final del quinto año de uso.
3. Se determinó que la tasa de descuento calculada a través de la tasa de rendimiento mínima aceptada -TREMA- es de un 18.30%; por lo que será el rendimiento mínimo que se le exigirá a la inversión.
4. Según la evaluación financiera a través de la aplicación de sus herramientas se obtuvieron los siguientes resultados: valor actual neto -VAN- Q1,625,484 monto excedente que resulta después de obtener la rentabilidad deseada. Tasa interna de retorno -TIR- 21% tasa que supera el rendimiento mínimo exigido a la inversión del 18.30%. Período de recuperación de la inversión -PRI- de tres años, ocho meses y cuatro días, lo que significa que es posible recuperar los fondos antes del tiempo establecido. Relación beneficio-costos de 1.22 determina la posibilidad de obtener mayores beneficios que pérdidas. Retorno de la inversión -ROI- 20.98% establece el porcentaje de ganancia obtenida por cada quetzal invertido. Derivado de los resultados anteriormente

expuestos, la inversión en la adquisición de dragas de sedimentación se considera viable.

5. En el análisis de riesgo por medio de escenarios se determinó que existe una probabilidad del 87% de obtener utilidades, es decir, que se obtenga un valor actual neto -VAN- positivo; y un 13% de probabilidad que la inversión genere pérdidas o un VAN negativo.

RECOMENDACIONES

1. Debido a que los resultados obtenidos en la investigación son favorables, se recomienda realizar la inversión en la adquisición de dragas de sedimentación en el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala, con base a los resultados de las herramientas de la evaluación financiera: valor actual neto -VAN-, tasa interna de retorno -TIR-, período de recuperación de la inversión -PRI-, relación beneficio-costos, retorno de la inversión -ROI- y el análisis de riesgo de la inversión, los cuales demostraron que la inversión es viable.
2. Formular cada cierto tiempo (cinco años) la reinversión en la adquisición de nuevas dragas de sedimentación que posean mejores tecnologías y que contribuyan a un alto desempeño de la maquinaria utilizada para la generación de la energía eléctrica.
3. Determinar a través de lineamientos técnicos y financieros la posibilidad de obtener ahorro en otros costos además de los de mantenimiento, que ayuden a que la inversión produzca mayores utilidades.
4. Que la presente investigación sirva de guía y se continúe con el análisis de riesgo y rendimiento de la inversión en otros tipos de máquinas que se utilizan en el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala para la generación de energía eléctrica.
5. Con la finalidad de que se mantenga un nivel de competitividad alto en el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala es de vital importancia que se realicen estudios financieros en la adquisición de nuevas tecnologías que permitan el aumento de la capacidad instalada de las hidroeléctricas y mejoren la eficiencia de las mismas en la generación, transporte y distribución de la energía eléctrica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Administrador de Mercado Mayorista -AMM-. (2016). Generación mensual por planta. (en línea). Guatemala. Consultado el 2 septiembre. 2016. Disponible en <http://www.amm.org.gt/pdfs2/2016/generacion/GM20160101.pdf>.
2. Administrador de Mercado Mayorista -AMM-. (2016). Informes anuales del mercado mayorista. (en línea). Guatemala. Consultado el 2 septiembre. 2016. Disponible en http://www.amm.org.gt/portal/?page_id=145.
3. Agroproyectos. (2014). Tasa de rendimiento mínima aceptada -TREMA-. (en línea). Consultado el 26 agosto. 2016. Disponible en <http://www.agroproyectos.org/2014/07/que-es-la-trema.html>.
4. Baca Urbina, G. (2013). Evaluación de proyectos. Séptima edición. México. McGraw-Hill. 381 p.
5. Banco de Guatemala -BANGUAT-. (2016). Inflación. (en línea). Guatemala. Consultado el 2 septiembre. 2016. Disponible en <http://www.banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=/pim/pim01&e=112487&e=126364>.
6. Banco de Guatemala -BANGUAT-. (2016). PIB precios constantes. (en línea). Guatemala. Consultado el 26 agosto. 2016. Disponible en https://www.banguat.gob.gt/cuentasnac/pib2001/2.1_PIB_por_AE_constantes.pdf.
7. Banco de Guatemala -BANGUAT-. (2016). PIB precios corrientes. (en línea). Guatemala. Consultado el 26 agosto. 2016. Disponible en https://www.banguat.gob.gt/cuentasnac/pib2001/2.2_PIB_por_AE_corrientes.pdf.
8. Banco de Guatemala -BANGUAT-. (2016). Tasa activa bancaria. (en línea). Guatemala. Consultado el 2 septiembre. 2016. Disponible en <https://www.banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=/imm/imm04>.

9. Banco de Guatemala -BANGUAT-. (2016). Tasa de variación. (en línea). Guatemala. Consultado el 26 agosto. 2016. Disponible en https://www.banguat.gob.gt/cuantsnac/pib2001/1.1_PIB_Tasa_de_Variacion.pdf.
10. Banco de Guatemala -BANGUAT-. (2016). Tipo de cambio histórico. (en línea). Guatemala. Consultado el 5 septiembre. 2016. Disponible en <http://www.banguat.gob.gt/cambio/historico.asp?kmoneda=02&ktipo=5&kdia=01&kmes=07&kanio=2016&kdia1=31&kmes1=07&kanio1=2016&submit1=Consultar>.
11. Besley, S. y Brigham, E. (2009). Fundamentos de Administración Financiera: valor actual neto -VAN-. 14ª. Edición. México. Cengage Learning. 819 p.
12. Cárdenas, A. (2013). Cálculo de beneficios del proyecto. (en línea). Consultado el 7 agosto. 2016. Disponible en http://www.academia.edu/5090658/CALCULO_DE_BENEFICIOS_DEL_PROYECTO.
13. Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE-. (2012). Proceso de planificación y licitaciones de compra de potencia y energía en Guatemala. (en línea). Guatemala. Consultado el 23 agosto. 2016. Disponible en <http://www.cnee.gob.gt/xhtml/prensa/Eventos/Platts,%20junio-2012/Carmen%20Urizar,%20Platts,%20junio-2012.pdf>.
14. Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE-. (2013). Planes futuros para el sector eléctrico. (en línea). Guatemala. Consultado el 23 agosto. 2016. Disponible en <http://www.cnee.gob.gt/xhtml/prensa/eventos/MinEx,%2001-2013/MinEx%2030-01-2013.pdf>.
15. Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE-. (2015). Mercado de energía eléctrica. Guía del inversionista. (en línea). Guatemala. Consultado el 22 septiembre. 2016. Disponible en <http://www.cnee.gob.gt/pdf/informacion/GuiadelInversionista2015.pdf>.

16. Comisión Nacional de Energía Eléctrica -CNEE-. (2015). Mapa de presas en Guatemala. (en línea). Guatemala. Consultado el 23 agosto. 2016. Disponible en http://www.cnee.gob.gt/wp/?page_id=239.
17. Contabilidad y Finanzas. (2016). Relación beneficio-costo. (en línea). Colombia. Consultado el 7 agosto. 2016. Disponible en <http://www.contabilidadyfinanzas.com/relacion-beneficio-costo-bc.html>.
18. De Guate. (2016). Sistema de energía eléctrica en Guatemala. (en línea). Guatemala. Consultado el 22 septiembre. 2016. Disponible en http://www.deguate.com/artman/publish/ecofin_articulos/Sistema-de-energia-electrica-en-Guatemala.shtml#.V-SHNPnhDDc.
19. Econlink. (2015). Elasticidad. (en línea). Consultado el 28 septiembre. 2016. Disponible en <http://www.econlink.com.ar/tipos-de-elasticidad>.
20. Econlink. (2015). Flujos de fondos. (en línea). Consultado el 7 agosto. 2016. Disponible en <http://www.econlink.com.ar/tributaria/flujosfondos>.
21. Econlink. (2015). Riesgo país. (en línea). Consultado el 23 septiembre. 2016. Disponible en <http://www.econlink.com.ar/definicion/riesgopais.shtml>.
22. Economipedia. (2015). Tasa interna de retorno -TIR-. (en línea). Consultado el 7 agosto. 2016. Disponible en <http://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno.html>.
23. Economipedia. (2015). Valor actual neto -VAN-. (en línea). Consultado el 7 agosto. 2016. Disponible en <http://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>.
24. Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. -EEGSA-. (2016). Historia. (en línea). Guatemala. Consultado el 22 septiembre. 2016. Disponible en <https://www.eegsa.com/historia/>.
25. Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. -EEGSA-. (2016). Informe anual EEGSA. (en línea). Guatemala. Consultado el 26 agosto. 2016. Disponible en

<https://eegsa.com/wp-content/uploads/2016/04/Informe-Anual-EEGSA-2015.pdf>

26. Endesa Educa. (2014). Producción de electricidad. (en línea). España. Consultado el 7 agosto. 2016. Disponible en http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/produccion-de-electricidad/xi.-las-centrales-hidroelectricas.
27. Finanzas y Proyectos. (2014). Tasa activa bancaria. (en línea). Consultado el 28 septiembre. 2016. Disponible en <http://finanzasyproyectos.net/tasa-de-interes-pasiva-y-activa/>.
28. Gerencie. (2016). Retorno de la inversión -ROI-. (en línea). Consultado el 7 agosto. 2016. Disponible en <http://www.gerencie.com/roi.html>.
29. Gitman, Lawrence J. (2007). Principios de administración financiera. Traducción Sánchez Carrión, Miguel Ángel. 11^a. Edición. México. Pearson. 688 p.
30. Gómez Santizo, M. (2012). Costeo estándar aplicado a una empresa dedicada al alquiler de maquinaria para dragado en cuencas hidrográficas. Tesis Lic. CPA. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Económicas. 100 p.
31. Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C.; y, Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la Investigación. México. Sexta Edición. McGraw-Hill Interamericana.
32. Hernández Valencia, J. (2014). Análisis de escenarios. (en línea). Colombia. Consultado el 7 agosto. 2016. Disponible en <https://prezi.com/3KVwtp19y2ov/analisis-de-escenarios/>.
33. IICA/CATIE. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (1999). Redacción de Referenciar Bibliográficas: Normas Técnicas del IICA Y CATIE. Turrialba, Costa Rica. Biblioteca Conmemorativa Orton. Cuarta edición.

34. Instituto Nacional de Electrificación -INDE-. (2016). Ingresos y egresos. (en línea). Guatemala. Consultado el 26 agosto. 2016. Disponible en <http://www.inde.gob.gt/portal/index.php/es/down-sp-3154>.
35. Lexicoon. (2016). Draga. (en línea). Consultado el 7 agosto. 2016. Disponible en <http://lexicoon.org/es/draga>.
36. Martín López, S. (2013). Análisis de escenarios en valoración de inversiones. (en línea). España. Consultado el 28 agosto. 2016. Disponible en <http://www.expansion.com/diccionario-economico/analisis-de-escenarios-en-valoracion-de-inversiones.html>.
37. MFP (Ministerio de Finanzas Públicas, GT). (2016). Convocatoria para la licitación No. CBQ-18-2016 de certificados representativos de bonos del tesoro de la República de Guatemala expresados en quetzales. Guatemala. Consultado el 1 agosto. 2016. Disponible en: <http://dcp-web.minfin.gob.gt/Documentos/Titulos-Valores/Bonos%20del%20Tesoro/Convocatorias.pdf>.
38. Ministerio de Energía y Minas. (2016). Planes indicativos de generación y transmisión. (en línea). Guatemala. Consultado el 23 agosto. 2016. Disponible en <http://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2016/01/Planes-Indicativos-de-Generacio%CC%81n-y-Transmisio%CC%81n.pdf>.
39. Moody's Investors Service. (2016). Moody's changes outlook on Guatemala's sovereign ratings to stable from negative, affirms Ba1 ratings. (en línea). Estados Unidos. Consultado el 1 agosto. 2016. Disponible en: https://www.moodys.com/research/Moodys-changes-outlook-on-Guatemalas-sovereign-ratings-to-stable-from--PR_350496.
40. Otis S. W. (2008). Todo acerca de equipo: historia de las dragas de sedimentación. (en línea). España. Consultado el 15 junio. 2016. Disponible en http://www.ritchiewiki.com/wiki/index.php/William_S._Otis.

41. Pellecer Luna, M. (2010). Optimización de portafolio para la compra y venta de energía y potencia eléctrica en Guatemala. Tesis Ing. Electricista. Guatemala, USAC, Facultad de Ingeniería. 183 p.
42. Pereira Noriega, E. O. (2005). Tratamiento contable de las operaciones de una empresa hidroeléctrica aplicando normas internacionales de contabilidad. Tesis Lic. CPA. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Económicas. 114 p.
43. Pérez Porto, J. y Merino, M. (2011). Análisis financiero. (en línea). Consultado el 7 agosto. 2016. Disponible en <http://definicion.de/analisis-financiero/>.
44. Pérez Porto, J. y Merino, M. (2011). Costo de capital. (en línea). Consultado el 7 agosto. 2016. Disponible en <http://definicion.de/costo-de-capital/>.
45. Pieren, E. y Loy, G. (2011). Monografía de dragas. Introducción a la ingeniería naval. (en línea). Argentina. Consultado el 15 junio. 2016. Disponible en <http://www.slideshare.net/intronaval/dragas-8727245>.
46. Qingzhou Yongli Mining and Dredging Machinery Co. Ltd. (2016). Proveedor dragas de sedimentación. (en línea). China. Consultado el 20 septiembre. 2016. Disponible en <http://www.chinadredgers.com/index.php?m=content&c=index&a=lists&catid=10&gclid=CLqgtPOs2M8CFYJZhgodwgoNTQ>.
47. RitchieWiki. (2008). Todo acerca de equipo: historia de las dragas de sedimentación. (en línea). España. Consultado el 28 agosto. 2016. Disponible en <http://www.es.ritchiewiki.com/wikies/index.php/Construcci%C3%B3n>.
48. RitchieWiki. (2008). Todo acerca de equipo: historia de las dragas de sedimentación. (en línea). España. Consultado el 28 agosto. 2016. Disponible en http://www.es.ritchiewiki.com/wikies/index.php/Caterpillar_Inc.

49. RitchieWiki. (2008). Todo acerca de equipo: historia de las dragas de sedimentación. (en línea). España. Consultado el 28 agosto. 2016. Disponible en http://www.es.ritchiewiki.com/wikies/index.php/Deere_&_Co.
50. Sapag Chain, N. (2011). Proyectos de inversión formulación y evaluación. Segunda edición. Chile. Pearson Educación. 544 p.
51. SediCon®. (2011). Consultoría de sedimentación. (en línea). Guatemala. Consultado el 23 septiembre. 2016. Disponible en <http://www.sedicon.no/index.php/es/consultoria-de-sedimentacion>.
52. Shandong Leading Dredging Equipment and Machinery Co., Ltd. (2016). Proveedor dragas de sedimentación. (en línea). China. Consultado el 20 septiembre. Disponible en <http://www.highlingdredge.com/jianjie.asp>.
53. Superintendencia de Bancos. (2011). Análisis de sectores económicos. Sector eléctrico. (en línea). Guatemala. Consultado el 23 agosto. 2016. Disponible en http://www.sib.gob.gt/c/document_library/get_file?folderId=471455&name=DLFE-9623.pdf
54. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas. Centro de Documentación Vitalino Girón Corado. (2001). Normas para la Elaboración de Bibliografías en Trabajos de Investigación. Licda. Dina Jiménez de Chang. Segunda edición.
55. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Económicas. Escuela de Estudios de Postgrado. (2009). Normativo de Tesis para optar al grado de Maestro en Ciencias.
56. Universidad EAFIT. (2015). Evaluación financiera. (en línea). Colombia. Consultado el 23 septiembre. 2016. Disponible en <http://www.eafit.edu.co/escuelas/administracion/departamentos/departament-o-contaduria-publica/planta-docente/Documents/Nota%20de%20clase%2066%20evaluacion%20financiera%20de%20proyectos.pdf>.

57. Universidad Politécnica de Catalunya, Up Commons -UPC-. (2016). Técnicas de dragado. (en línea). España. Consultado el 1 agosto. 2016. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/5971/04.pdf?sequence=5>.
58. Wuxi Hydraulic & Equipment Co., Ltd. (2016). Proveedor dragas de sedimentación. (en línea). China. Consultado el 20 septiembre. 2016. Disponible en <http://wxhjl.en.alibaba.com/productgroup/218670716/dredge equipments components.html>.
59. Yongsheng Dredging Equipment Co. Ltd. (2016). Proveedor dragas de sedimentación. (en línea). China. Consultado el 20 septiembre. 2016. Disponible en http://www.yongsheng988.com/product.asp?gclid=CMLliq2y2M8CFcxkghodw_wEQg.
60. Yuanhua Dredging Equipment. (2016). Proveedor dragas de sedimentación. (en línea). China. Consultado el 20 septiembre. 2016. Disponible en <http://www.chinadredger.com/>.
61. Zona Económica. (2012). Estudio financiero. (en línea). Consultado el 6 agosto. 2016. Disponible en <http://www.zonaeconomica.com/estudio-financiero>.
62. Zona Económica. (2015). Flujo de fondos. (en línea). Consultado el 7 agosto. 2016. Disponible en <http://www.zonaeconomica.com/flujo-de-fondos>.
63. Zona Económica. (2015). Inflación. (en línea). Consultado el 23 septiembre. 2016. Disponible en <http://www.zonaeconomica.com/inflacion/economica>.

ANEXOS

Anexo 1

Capacidad instalada y potencia efectiva de las hidroeléctricas del occidente de Guatemala

La capacidad instalada y la potencia efectiva de las hidroeléctricas ubicadas en el occidente del país, se detalla a continuación:

República de Guatemala
Hidroeléctricas
Capacidad instalada - Potencia efectiva
Año 2015
En megavatios -MV-

No.	Plantas Hidroeléctricas	Capacidad Instalada		Potencia Efectiva	
1	Hidroeléctrica El Canadá	48.100	MV	47.400	MV
2	Hidroeléctrica El Recreo	29.240	MV	26.129	MV
3	Hidroeléctrica Palo Viejo	84.000	MV	85.000	MV
4	Hidroeléctrica HydroXacbal	94.000	MV	97.053	MV
5	Hidroeléctrica El Porvenir	2.280	MV	2.114	MV
6	Hidroeléctrica Santa María	6.000	MV	5.031	MV
Total Capacidad		263.620	MV	262.727	MV

Fuente: Elaboración propia, con base en información de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

Anexo 2

Generación de energía eléctrica por hidroeléctrica

A continuación se presenta el cuadro con el detalle de las hidroeléctricas que están actualmente en funcionamiento en el occidente de Guatemala y la cantidad de energía que han producido durante el período del 2006 al 2015.

Hidroeléctricas Generación energía eléctrica República de Guatemala En megavatios -MV-

No.	Plantas Hidroeléctricas	2006	2007	2008	2009	2010
1	El Canadá	162.89	174.74	214.68	178.00	74.79
2	El Recreo	-	16.79	130.43	113.32	47.94
3	Palo Viejo	-	-	-	-	-
4	Santa María	-	-	-	-	-
5	El Porvenir	112.11	102.16	99.55	94.07	34.81
6	Hidroxacbal	-	-	-	-	1.04
Totales		275.00	293.69	444.66	385.40	158.58

No.	Plantas Hidroeléctricas	2011	2012	2013	2014	2015
1	El Canadá	222.30	215.28	200.42	206.32	176.02
2	El Recreo	61.35	145.82	135.99	134.16	99.12
3	Palo Viejo	-	239.53	345.93	386.05	298.20
4	Santa María	21.26	44.06	64.79	79.32	59.57
5	El Porvenir	95.61	101.10	101.91	111.57	104.74
6	Hidroxacbal	394.19	360.21	401.87	435.31	369.94
Totales		794.72	1,106.01	1,250.91	1,352.72	1,107.60

Fuente: Elaboración propia, con base en información de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

Anexo 3

Dragas de sedimentación

El principio general de la draga es su sistema de hidrocución para remover los sedimentos, y este consiste en utilizar el nivel de agua entre el embalse y la tubería de salida para bombear agua y sedimento.



Una draga de sedimentación, es una embarcación de distintas dimensiones, diseñada para dragar materiales del fondo del río o del lecho marino, el material es aspirado

por un tubo dotado en su extremo de un cabezal de succión.

A bordo de la embarcación se instala una bomba que crea el vacío necesario en el cabezal para poner en suspensión los materiales sueltos en el agua; se aspira y se almacena en la cántara de la propia draga.



Durante el proceso de dragado, el barco está en movimiento, el material aspirado



se vierte en la cántara, donde los materiales sólidos se hunden y el agua queda por encima; la cual se va evacuando a través de un dispositivo de rebose. La capacidad de la cántara dependerá del trabajo a realizar, pudiendo variar desde los 1,000 hasta los

20,000 m³. Una de las grandes ventajas de este tipo de dragas es la posibilidad de transportar el material dragado a grandes distancias.

La descarga del material puede realizarse por apertura del fondo o por bombeo. En caso de no llegar hasta la zona de vertido debido al calado de la embarcación,



el vertido solo podrá hacerse mediante tubería.

Las dragas están diseñadas para dragar terrenos blandos, no demasiado compactos ni cohesivos, como fangos, arcillas blandas, arenas y ciertas gravas. En casos extremos, se puede instalar un montaje de dientes en el

cabezal aspirador y un sistema de chorro para poder dragar materiales más resistentes.

Las aplicaciones de las dragas que se mantienen en movimiento son muy numerosas, pudiéndose utilizar en el mantenimiento de canales, puertos, embalses. Estas suelen trabajar entre 4 y 50 metros de profundidad, según el tamaño de la draga, con velocidades máximas de navegación de 17 nudos. (UpCommons 2015)

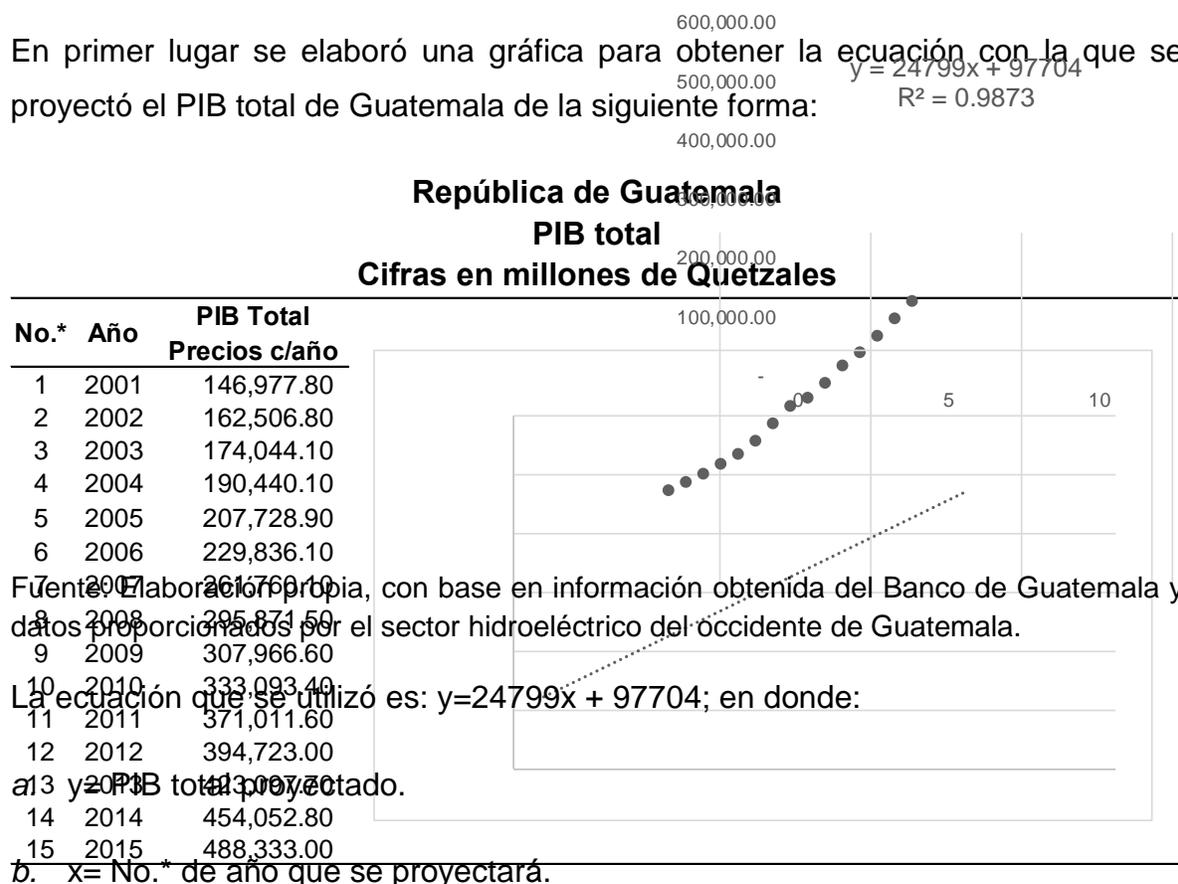


Anexo 4

Proyección de ingresos

Para establecer los ingresos, se comparó el PIB total de Guatemala y el PIB del sector, identificado como el sector de Suministros de Electricidad y Captación de Agua.

En primer lugar se elaboró una gráfica para obtener la ecuación con la que se proyectó el PIB total de Guatemala de la siguiente forma:



El resultado después de aplicar la fórmula se presenta a continuación:

República de Guatemala
PIB total proyectado
Cifras en millones de Quetzales

No.	Año	PIB Total Precios c/año	PIB Total Proyectado
15	2015	488,333.00	
16	2016		494,488.00
17	2017		519,287.00
18	2018		544,086.00
19	2019		568,885.00
20	2020		593,684.00

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida del Banco de Guatemala y datos proporcionados por el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala.

Los cálculos que realizados son: se multiplica el valor constante de 24799 por el número de año a proyectar, que en este caso es de 16 a 20; y por último al resultado obtenido de la multiplicación se le suma el otro valor constante que es de 97704. Con el procedimiento descrito se obtiene el PIB total proyectado.

a. Proyección PIB del sector

Para la proyección del PIB del sector de Suministros de Electricidad y Captación de Agua, se procedió de la misma manera, se elaboró la gráfica para la obtención de la fórmula a utilizar y se presenta a continuación.

de Suministros de Electricidad y Captación de Agua durante el período del 2001 al 2015; esta información se utilizó para elaborar la gráfica con la que se obtuvo la ecuación para proyectar los valores del PIB y un coeficiente de determinación (R²) de 0.9703, lo que significa que existe una probabilidad del 97% de alcanzar el resultado del PIB del sector con base al comportamiento del PIB total a precios corrientes.

PIB total - PIB del sector

Cifras en millones de Quetzales

No.	Año	PIB Total Precios c/año	PIB Sector Precios c/año
1	2001	146,977.80	3,794.60
2	2002	162,506.80	4,239.70
3	2003	174,044.10	4,601.50
4	2004	190,440.10	5,390.40
5	2005	207,722.90	5,462.80
6	2006	229,836.10	5,800.50
7	2007	261,760.10	6,387.90
8	2008	295,874.50	6,643.30
9	2009	307,966.60	6,910.60
10	2010	333,093.40	8,002.70
11	2011	371,011.60	8,736.30
12	2012	394,723.00	8,736.30
13	2013	423,097.70	9,790.80
14	2014	454,052.80	10,537.30
15	2015	488,333.00	11,526.50

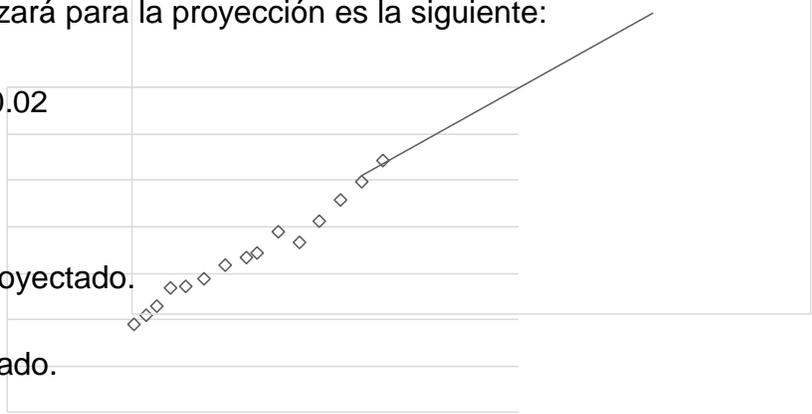
La ecuación que se utilizará para la proyección es la siguiente:

$$y = 0.0265x + 950.02$$

En donde:

y = PIB del sector proyectado.

x = PIB total proyectado.



Después de aplicar esta ecuación a los datos del PIB, se obtuvo los siguientes resultados:

República de Guatemala
Proyección del comportamiento del PIB del sector con relación al PIB total
Cifras en millones de Quetzales

No.	Año	PIB total proyectado	PIB sector proyectado
16	2016	494,488.00	11,087.02
17	2017	519,287.00	11,595.40
18	2018	544,086.00	12,103.78
19	2019	568,885.00	12,612.16
20	2020	593,684.00	13,120.54

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida del Banco de Guatemala y datos proporcionados por el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala.

De acuerdo a la fórmula, el procedimiento de los cálculos fue el siguiente: se multiplico el valor constante 0.0205 por el valor de “x” que corresponde al PIB total proyectado; el dato que se obtiene se le suma el otro valor constante que es de 950.02 y el resultado final es el PIB del sector proyectado.

El resultado del PIB del sector se utiliza para proyectar los ingresos y costos que se generarán durante el período de la inversión.

b. Proyección ingresos

En seguida se presentan los cálculos para establecer la proyección de los ingresos:

En donde: "y" son los ingresos proyectados y "x" el PIB del sector proy

Con la aplicación de la ecuación anterior, se obtuvo los ingresos proy⁸¹
se generarán durante el período de la inversión, los cuales son:

República de Guatemala
PIB del sector base - Ingresos base
Cifras en millones Quetzales

No.	Año	PIB Sector Precios c/año	Ingresos	Año	PIB sector	Ingresos proyectados
1	2009	6,910.60	1,544.12			
2	2010	8,002.70	1,926.20			
3	2011	7,546.00	2,374.82	1	11,087.02	1,784
4	2012	8,736.30	2,372.76	2	11,595.40	1,820
5	2013	9,790.80	2,177.01	3	12,103.78	1,856
6	2014	10,537.30	2,616.99	4	12,612.16	1,892
7	2015	11,526.50	1,894.10	5	13,120.54	1,928

Fuente: Elaboración propia, con base en información proporcionada por el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala.

El procedimiento al aplicar la ecuación se describe a continuación: el valor constante de 70779 se multiplica por el valor de "x" que corresponde al PIB del sector proyectado; luego al dato obtenido se le suma el otro valor constante que es de 1,000,000,000; y el resultado final son los ingresos proyectados para los cinco años de operación que tendrá la inversión.

Anexo 5

Proyección de costos

Los cálculos para establecer la proyección de los costos se presentan a continuación:

Ingresos y costos Información base Cifras en Quetzales

Descripción	2011	%	2012	%	2013	%	2014	%	2015	%	% Promedio
Ingresos	2,374,820,971		2,372,757,785		2,177,009,689		2,616,990,240		1,894,099,132		
Costos de mantenimiento	26,536,324	1%	29,614,913	1%	41,076,764	2%	916,342,352	35%	618,255,396	33%	14%
Costos de generación de energía	611,772,229	26%	1,405,273,004	59%	1,307,307,674	60%	1,369,934,783	52%	1,243,680,054	66%	53%
Gastos de administración	1,446,435,245	61%	895,761,224	38%	863,602,242	40%	126,175,063	5%	74,617,931	4%	29%

Fuente: Elaboración propia, con base en información de ingresos, costos y gastos proporcionada por el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala.

Para la proyección de los costos de los años de la inversión, se tomó como base los ingresos y costos de los años 2011 al 2015, con los que se realizó un análisis vertical para determinar el porcentaje que equivale a cada uno de los costos con relación a los ingresos y por último se establece un porcentaje promedio para la proyección, los cuales quedaron de la siguiente forma:

- a. Los costos de mantenimiento corresponden a un 14% de los ingresos.
- b. Los de generación de energía representan un 53%.
- c. Los gastos de administración equivalen al 29%.

Al aplicar los porcentajes obtenidos anteriormente, el resultado es el siguiente:

**Costos proyectados
Cifras en Quetzales**

Descripción	1	2	3	4	5
Ingresos	1,784,728,472	1,820,711,064	1,856,693,657	1,892,676,250	1,928,658,842
Total ingresos	1,784,728,473	1,820,711,066	1,856,693,660	1,892,676,254	1,928,658,847
Costos de mantenimiento	256,674,735	261,849,653	267,024,570	272,199,488	277,374,405
Costos de generación de energía	938,928,448	957,858,543	976,788,638	995,718,733	1,014,648,828
Gastos de administración	525,028,218	535,613,513	546,198,807	556,784,102	567,369,396
Total costos y gastos	1,720,631,401	1,755,321,708	1,790,012,015	1,824,702,322	1,859,392,630
Utilidad	64,097,072	65,389,358	66,681,645	67,973,931	69,266,218

Fuente: Elaboración propia, con base en información de ingresos, costos y gastos proporcionada por el sector hidroeléctrico del occidente de Guatemala.

En el cuadro anterior se observan los costos proyectados que se utilizarán para los cinco años de vida útil de la inversión.

Anexo 6

Tasa de rendimiento mínima aceptada -TREMA-

Para el cálculo de la TREMA también se utilizaron los valores el PIB total de Guatemala y el PIB del sector, como se presenta a continuación:

a. Cálculo de la elasticidad

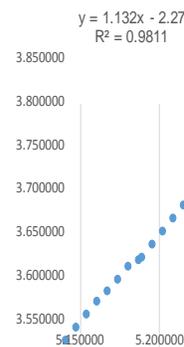
Para determinar la elasticidad se realizaron los siguientes cálculos:

República de Guatemala
PIB total - PIB del sector
Determinación de la elasticidad del sector
Período 2001 - 2015
Cifras en millones de Quetzales

No.	Año	PIB total Precios corrientes	PIB sector Precios corrientes	X	Y
1	2001	146,977.80	3,794.60	5.167252	3.579166
2	2002	152,660.90	3,988.60	5.183728	3.600820
3	2003	156,524.50	4,185.90	5.194582	3.621789
4	2004	161,458.20	4,337.00	5.208060	3.637189
5	2005	166,722.00	4,442.19	5.219221	3.648043
6	2006	175,691.20	4,586.50	5.244750	3.661481
7	2007	186,766.90	4,711.10	5.263003	3.674219
8	2008	192,894.90	4,952.70	5.285321	3.694842
9	2009	193,909.60	4,985.70	5.287259	3.69726
10	2010	199,473.80	5,240.00	5.299886	3.719331
11	2011	207,776.00	5,331.20	5.317595	3.742819
12	2012	213,946.60	5,884.30	5.330305	3.769695
13	2013	221,857.50	6,193.00	5.346074	3.791901
14	2014	231,118.20	6,499.80	5.363834	3.812900
15	2015	240,706.80	6,789.80	5.381488	3.831857

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida del Banco de Guatemala.

En el cuadro anterior la columna "x" equivale al logaritmo del PIB total Guatemala y los de la columna "y" al logaritmo del PIB del sector ambos a precios corrientes; estos datos se utilizaron para elaborar la gráfica con la que se obtiene la elasticidad de 1.132 como se observa en la ecuación.



b. Cálculo de la tasa activa bancaria

La tasa activa bancaria se presenta a continuación:

República de Guatemala Tasa activa bancaria Año 2015

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
13.60%	13.48%	13.37%	13.29%	13.21%	13.15%	13.12%	13.09%	13.13%	13.12%	13.12%	13.06%
Tasa activa bancaria promedio				13.23%							

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida del Banco de Guatemala.

Los datos anteriores presentan las tasas activas bancarias mensuales del año 2015, de las cuales se estableció un promedio de 13.23%, porcentaje que servirá para el cálculo de la TREMA.

c. Cálculo de la inflación promedio

La inflación se presenta a continuación:

República de Guatemala Inflación Período 2010 - 2015

2010	2011	2012	2013	2014	2015
5.39%	6.20%	3.45%	4.39%	2.95%	3.07%
Inflación promedio		4.24%			

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida del Banco de Guatemala.

El cuadro anterior detalla los porcentajes de la inflación de los años 2010 al 2015, de los cuales se estableció un promedio de 4.24%.

d. Determinación del riesgo cero

El riesgo cero, se obtuvo de acuerdo al cupón anual de los certificados representativos de Bonos del Tesoro de la República de Guatemala con fecha de vencimiento 26 de julio del año 2021, el porcentaje del cupón anual es de 5.6250%.

e. Determinación del riesgo país

Se obtuvo de acuerdo a la calificación de deuda de Guatemala establecida por la calificadora de riesgo Moody's, que es de Ba1/BB+ y que equivale a un 2.50%.

TABLA DE ACRÓNIMOS

ISR	Impuesto Sobre la Renta
MV	Megavatio
PRI	Período de Recuperación de la Inversión
TIR	Tasa Interna de Retorno
TREMA	Tasa de Rendimiento Mínima Aceptada
VAN	Valor Actual Neto
m ³ /s	Metro cúbico por segundo
m	Metros
m ³	Metros cúbicos
msnm	Metros sobre el nivel del mar

ÍNDICE DE CUADROS

No.	TÍTULO	Página
1	República de Guatemala. PIB del sector hidroeléctrico	3
2	Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala. Inversión total	41
3	Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala. Comparativo valor de mercado. Dragas de sedimentación (usadas)	42
4	Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala. Valor de desecho	43
5	Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala. Ingresos proyectados	44
6	Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala. Costos y gastos proyectados	45
7	Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala. Beneficios	46
8	Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala. Tasa de rendimiento mínima aceptada -TREMA-	47
9	Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala. Flujo de fondos base	48
10	Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala. Flujo de fondos con inversión	49
11	Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala. Flujo de fondos incremental	50

No.	TÍTULO	Página
12	Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala. Valor actual neto -VAN-	51
13	Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala. Tasa interna de retorno -TIR-	52
14	Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala. Período de recuperación de la inversión -PRI-	53
15	Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala. Relación beneficio-costo	54
16	Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala. Retorno de la inversión -ROI-	55
17	Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala. Análisis de escenarios	57
18	Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala. Análisis de riesgo. Valor esperado del VAN	58
19	Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala. Análisis de riesgo. Desviaciones sobre bases proyectadas	59
20	Sector hidroeléctrico - occidente de Guatemala. Análisis de riesgo - Extrapolación. Probabilidad del VAN	60

ÍNDICE DE GRÁFICAS

No.	TÍTULO	Página
1	República de Guatemala. Comportamiento del sector hidroeléctrico	4
2	República de Guatemala. Estructura del sector eléctrico	5
3	República de Guatemala. Marco legal del sector eléctrico	6

ÍNDICE DE TABLAS

No.	TÍTULO				Página
1	Occidente de Guatemala. Características	Hidroeléctrica	El Canadá.	10	
2	Occidente de Guatemala. Características	Hidroeléctrica	El Recreo.	11	
3	Occidente de Guatemala. Características	Hidroeléctrica	Palo Viejo.	12	
4	Occidente de Guatemala. Características	Hidroeléctrica	Hidroxacbal.	13	
5	Occidente de Guatemala. Características	Hidroeléctrica	El Porvenir.	14	
6	Occidente de Guatemala. Características	Hidroeléctrica	Santa María.	15	