

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



**ANÁLISIS FINANCIERO DE LA INVERSIÓN EN PLANTAS GENERADORAS DE
ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA DE LA COSTA SUR DE
GUATEMALA**

AUTOR: LICDA. LIDIA JEANETH CERVANTES HERNÁNDEZ

Guatemala, enero de 2021

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



ANÁLISIS FINANCIERO DE LA INVERSIÓN EN PLANTAS GENERADORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA DE LA COSTA SUR DE GUATEMALA

Plan de investigación para la elaboración del informe final de tesis para la obtención del Grado de Maestra en Ciencias, con base en el "Normativo de Tesis para Optar al Grado de Maestra en Ciencias", aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Económicas, el 15 de octubre de 2015 y ratificado por el Consejo Directivo del Sistema Educativo de Postgrado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según punto 4.2, subincisos 4.2.1 y 4.2.2 del Acta 14-2018 de fecha 14 de agosto de 2018.

ASESOR: MSC. ARMANDO MELGAR RETOLAZA

AUTOR: LICDA. LIDIA JEANETH CERVANTES HERNÁNDEZ

Guatemala, enero de 2021

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por bendecirme cada día y permitirme alcanzar esta meta. Infinitas gracias.

A MI FAMILIA

Por siempre creer en mí y apoyarme incondicionalmente.

A MIS AMIGOS

Por acompañarme en este camino y brindarme su cariño.

A MI ASESOR

Lic. Armando Melgar Retolaza, por su apoyo y dedicación durante este proceso.

A LA ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

Por abrir sus aulas a mi crecimiento profesional.

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Alma Mater a la cual me siento orgullosa de pertenecer.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE
CIENCIAS ECONÓMICAS
Edificio "s-8"
Ciudad Universitaria, Zona 12
Guatemala, Centroamérica

J.D-TG. No. 0246-2021
Guatemala, 12 de abril del 2021

Estudiante
Lidia Jeaneth Cervantes Hernández
Facultad de Ciencias Económicas
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estudiante:

Para su conocimiento y efectos le transcribo el Punto Quinto, inciso 5.1, subinciso 5.1.1 del Acta 06-2021, de la sesión celebrada por Junta Directiva el 25 de marzo de 2021, que en su parte conducente dice:

"QUINTO: ASUNTOS ESTUDIANTILES

5.1 Graduaciones

5.1.1 Elaboración y Examen de Tesis

Se tienen a la vista las providencias de las Escuelas de Contaduría Pública y Auditoría, Administración de Empresas y Estudios de Postgrado; en las que se informa que los estudiantes que se indican a continuación, aprobaron el Examen de Tesis, por lo que se trasladan las Actas de los Jurados Examinadores de Tesis y los expedientes académicos.

Junta Directiva acuerda: 1º. Aprobar las Actas de los Jurados Examinadores. 2º. Autorizar la impresión de tesis y la graduación a los estudiantes siguientes:

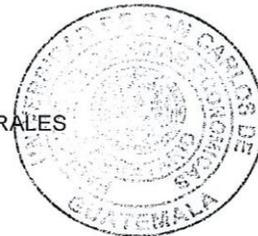
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
Maestría Administración Financiera

	Nombre	Registro Académico	Título de Tesis
Ref. 04- 2021	<u>Lidia Jeaneth Cervantes Hernández</u>	<u>100024211</u>	ANÁLISIS FINANCIERO DE LA INVERSIÓN EN PLANTAS GENERADORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA DE LA COSTA SUR DE GUATEMALA

...
3º. Manifiestar a los estudiantes que se les fija un plazo de seis meses para su graduación".

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

LIC. CARLOS ROBERTO CABRERA MORALES
SECRETARIO



Guatemala 20 de agosto, 2020

Lic. Carlos Humberto Valladares Gálvez
Director del Programa de Postgrado de la Facultad de Ciencias Económicas
Ciudad Universitaria, Edificio S11.
Guatemala.

Por la presente, me dirijo a usted, para manifestarle que he revisado el trabajo de proyecto de tesis: **ANÁLISIS FINANCIERO DE LA INVERSIÓN EN PLANTAS GENERADORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA DE LA COSTA SUR DE GUATEMALA**, de la licenciada Lidia Jeaneth Cervantes Hernández, estudiante de la Maestría de Administración Financiera.

Siguiendo con los requisitos y normas que dicta el Reglamento de la Escuela de Postgrado, comunico a usted que he revisado el trabajo de la alumna, considerando que puede ser sometido a Examen Privado de Tesis, previo a obtener el título de Máster en Administración Financiera.

Asimismo, dejo constancia de que la licenciada Cervantes Hernández, ha cumplido con el pago respectivo de Q 1,200.00 que se ha estipulado en el Reglamento del Programa de Postgrado.

Sin otro particular, me suscribo de usted con mis muestras de respeto.

Atentamente,


Lic MSc Armando Melgar Retolaza
Asesor de Tesis.

CONTENIDO

RESUMEN.....	i
INTRODUCCIÓN.....	iii
1. ANTECEDENTES.....	1
1.1 Antecedentes de la industria azucarera de la Costa Sur de Guatemala	1
1.2 La industria azucarera y la generación de energía eléctrica en Guatemala.....	4
1.2.1 Ventas de energía eléctrica en la industria azucarera	6
1.2.2 Informe de transacciones económicas de energía eléctrica en Guatemala.....	12
1.2.3 Demanda de energía eléctrica en Guatemala	13
2. MARCO TEÓRICO	15
2.1 Proyectos de inversión.....	15
2.1.1 Tipología de los proyectos.....	15
2.1.2 Estudios de viabilidad de la inversión	17
2.1.3 Etapas de un proyecto de inversión.....	19
2.1.4 Estudio proyecto de inversión.....	20
2.2 Inversión en plantas generadoras de energía eléctrica.....	21
2.2.1 Presupuesto de inversión fija inicial	22
2.2.2 Presupuesto costos de producción	23
2.2.3 Presupuesto de ingresos	25
2.2.4 Flujo de efectivo.....	26
2.2.5 El valor actual neto (VAN)	28
2.2.6 Tasa interna de retorno (TIR)	29
3. METODOLOGÍA.....	31

3.1	Definición del problema	31
3.2	Objetivos.....	32
3.2.1	Objetivo general.....	32
3.2.2	Objetivos específicos	32
3.3	Hipótesis.....	33
3.3.1	Especificación de variables	33
3.4	Método científico.....	34
3.5	Delimitación del problema	34
3.5.1	Unidad de análisis.....	34
3.5.2	Ámbito geográfico	34
3.5.3	Período histórico.....	35
3.6	Técnicas de investigación aplicadas	35
3.6.1	Técnicas de investigación documental.....	35
3.6.2	Técnicas de investigación de campo	35
4.	ANÁLISIS FINANCIERO DE LA INVERSIÓN EN PLANTAS GENERADORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA DE LA COSTA SUR DE GUATEMALA.....	36
4.1	Inversión inicial fija para una planta de generación de energía eléctrica....	40
4.2	Presupuesto de costos de producción	41
4.2.1	Materia prima caldera	42
4.2.2	Mano de obra caldera	44
4.2.3	Gastos indirectos de fabricación caldera	47
4.2.4	Costo de producción de vapor	48
4.2.5	Materia prima turbogenerador	49
4.2.6	Mano de obra turbogenerador	50
4.2.7	Gastos indirectos de fabricación turbogenerador	52

4.2.8	Costo de producción de energía eléctrica.....	53
4.3	Presupuesto de ingresos	54
4.4	Análisis de escenarios	59
4.4.1	Flujo de efectivo realista	60
4.4.2	Valor actual neto (VAN)	67
4.4.3	Tasa interna de retorno (TIR)	68
4.4.4	Flujo de efectivo optimista.....	70
4.4.5	Valor actual neto (VAN)	78
4.4.6	Tasa interna de retorno (TIR)	79
4.4.7	Flujo de efectivo pesimista	81
4.4.8	Valor actual neto (VAN)	87
4.4.9	Tasa interna de retorno (TIR)	88
	CONCLUSIONES.....	90
	RECOMENDACIONES	91
	ANEXOS	92
	BIBLIOGRAFÍA.....	97
	ÍNDICE DE TABLAS	100
	ÍNDICE DE FIGURAS	102

RESUMEN

La industria azucarera de la costa sur de Guatemala a lo largo de su historia, se ha dedicado al cultivo de caña de azúcar y producción de azúcar para el mercado local y extranjero, sin embargo, en años más recientes, la industria se ha diversificado, aprovechando los subproductos derivados del proceso de producción de azúcar, estos se constituyen en alcohol y energía eléctrica principalmente.

Derivado del crecimiento del sector energético a nivel global, la demanda de este producto ha abierto la posibilidad de numerosos negocios relacionados, esa es la razón de la incursión de la industria azucarera en este sector. Los ingenios azucareros tienen capacidad de auto sostenimiento energético, generalmente ocupan como fuente de energía limpia el bagazo de caña o biomasa, obtenida de su proceso productivo de azúcar. En la medida que crece la producción de azúcar, mayor es el volumen de biomasa generada. Contando con mayor biomasa, existe la posibilidad de generar mayores excedentes de energía eléctrica, energía que puede comercializarse en el mercado eléctrico, constituyéndose como agentes generadores en el sistema nacional interconectado.

En la búsqueda de nuevas oportunidades de inversión, la industria azucarera evalúa la adquisición de plantas generadoras de energía eléctrica y aprovecharlas en la generación de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables. Una inversión de tal cuantía, requiere el uso de metodología financiera adecuada, el análisis financiero de estas inversiones es vital en la toma de decisiones.

El principal objetivo del análisis financiero de la inversión, consiste en establecer el retorno de la inversión en plantas generadoras de energía eléctrica, se pretende establecer el flujo de efectivo proyectado, definir los ingresos y costos de la inversión, permitiendo aplicar la metodología de análisis de inversiones; mediante la determinación

de TIR y VAN se busca brindar herramientas que permitan a los inversionistas decidir si la inversión es conveniente de acuerdo a sus criterios de rentabilidad.

La premisa de esta investigación contempla que la inversión en plantas generadoras de energía eléctrica será rentable si mediante el uso de una metodología de análisis de inversiones se comprueba que los requerimientos de los inversores se cumplen, es decir, una TIR superior a la tasa mínima atractiva de retorno y un VAN positivo.

Con el desarrollo y análisis de escenarios: realista, optimista y pesimista, fue posible comprobar que la hipótesis inicial se cumple en los 3 escenarios, comprobando que la inversión es rentable para los inversionistas, permitiendo un retorno satisfactorio en el plazo de 30 años.

La investigación de este tema, se ejecutó con bases en el método científico que incluye fase indagatoria, demostrativa y expositiva, poniendo en uso técnicas de investigación documental y de campo.

Con el análisis de escenarios, fue posible concluir que la inversión en plantas generadoras de energía, es rentable y cumple con los requerimientos de los inversionistas para su puesta en marcha.

Para finalizar, con base en las conclusiones de la investigación, se proponen recomendaciones que contemplan el análisis y seguimiento de los avances, promoviendo el seguimiento de resultados respecto al plan, además, se propone que esta herramienta de análisis puede ser usada en el análisis de otro tipo de inversiones e incluso, en otras industrias.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación se enfoca en el “análisis financiero de la inversión en plantas generadoras de energía eléctrica en la industria azucarera de la costa sur de Guatemala”, lo que implica explorar en el proceso productivo de la generación de energía eléctrica, los costos e futuros ingresos que implicaría una nueva inversión en este sector.

La industria azucarera se encuentra en una posición privilegiada, con amplia experiencia en la producción de azúcar, conoce bien sus procesos, sus fortalezas y áreas de oportunidad, estos recursos le permiten analizar nuevas inversiones en el sector energético; sin embargo, debido a la falta de una metodología financiera aplicada específicamente a inversiones en plantas generadoras de energía eléctrica, se carece de una estructura que permita visualizar información relevante respecto de los elementos de la inversión en su conjunto a través del tiempo.

El factor determinante para la nueva inversión, consiste en participar de la creciente demanda de energía eléctrica, siendo una oportunidad de aprovechar la biomasa que posee, producto de la fabricación de azúcar, que será usada como combustible para producir vapor en la caldera y posteriormente energía eléctrica en el turbogenerador; la biomasa ofrece una fuente de energía limpia, menos contaminante que los provenientes del petróleo.

Con el objetivo de desarrollar un adecuado análisis de la inversión en plantas generadoras de energía, se define que mediante la aplicación de metodología correcta, que permita a los inversionistas decidir si la inversión es conveniente de acuerdo a sus criterios de rentabilidad (VAN positivo y TIR superior al 20%); es decir, que a partir de la necesidad de determinar los flujos de efectivo neto anual, también se hace necesario estructurar los costos de producción y con ello, la definición de ingresos.

La presente tesis consta de los siguientes capítulos: en el capítulo Uno, se evalúan los antecedentes de la industria azucarera en Guatemala, incluyendo sus avances y productos. Como fundamentos de esta investigación, el marco teórico se encuentra delimitado en el capítulo Dos, proponiendo los supuestos necesarios para el desarrollo de la investigación.

En el capítulo Tres se muestra la metodología de la investigación, que incluyen la definición del problema, además se desarrollan los objetivos generales y específicos identificados a través de la hipótesis y variables dependientes e independientes, todos estos componentes buscan ser probados como solución a la problemática identificada en la industria azucarera en la costa sur de Guatemala, dando respuesta a la pregunta de la investigación ¿Cómo el análisis financiero de la inversión en plantas generadoras de energía permitirá comprobar la rentabilidad para los inversionistas?.

Con el desarrollo de los elementos planteados en los capítulos anteriores, es en el capítulo Cuatro donde se muestran los resultados de la investigación, demostrando que la inversión cumple con los criterios de los inversionistas, comprobando que en distintos escenarios (realista, optimista y pesimista) retorna los valores deseados.

Finalmente, se analizan los resultados para emitir conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada.

1. ANTECEDENTES

La industria azucarera en la Costa Sur de Guatemala, ha tenido oportunidades de crecimiento y diversificación en sus líneas de negocio, teniendo subproductos derivados de su producto principal, el cultivo y cosecha de caña de azúcar; estos subproductos se constituyen en azúcar, alcohol y energía eléctrica.

1.1 Antecedentes de la industria azucarera de la Costa Sur de Guatemala

La caña de azúcar es originaria del sureste de Asia y fue traída a América Latina por Cristóbal Colón en el siglo XVI durante la conquista. Este cultivo tiene predilección por climas tropicales y cálidos, requiere de días largos, soleados y cálidos (32° a 38° C, 90° a 100 ° F).

En Guatemala, varios departamentos de la Costa Sur (Escuintla, Retalhuleu, Suchitepéquez, San Marcos) cuentan con características propicias para el desarrollo de este cultivo, sus condiciones climáticas y de suelo permiten el crecimiento en las mejores condiciones; esta es la razón por la cual la industria azucarera tiene presencia en este territorio. El periodo de zafra o de cosecha de caña de azúcar, comprende normalmente de noviembre a mayo del siguiente año.

De acuerdo a datos obtenidos del sitio web de la Asociación de Azucareros de Guatemala (AZASGUA, 2020), durante la zafra 2018-2019, el azúcar y sus derivados se constituyeron como el segundo producto de mayor exportación de Guatemala. Durante este mismo período, el país se consolidó como el cuarto exportador a nivel mundial de este producto, exportando el 70% de la azúcar producida y destinando el 30% al consumo local.

A continuación, información estadística correspondiente a las hectáreas cultivadas con caña de azúcar y su equivalente en caña molida y azúcar producida por los últimos 10 años, en ella se evidencia que año con año, el aprovechamiento de las

hectáreas cultivadas va en aumento, eso se debe a los estudios que la industria azucarera pone en este producto, estudiando las especies de caña, permitiendo usar sistemas de riego y control de plagas que permiten tener mejores resultados año con año. A pesar de que las tierras cultivadas se han mantenido con los años, los rendimientos por hectárea aumentan, alcanzando en la zafra 2018-2019 un resultado de 104 toneladas métricas de caña molida por hectárea, lo que a su vez repercutió en las toneladas métricas de azúcar obtenidas, permitiendo mayor aprovechamiento, lo que, aunado al uso de tecnología y constante estudio, mejora la producción de azúcar en relación a la zafra 2017-2018.

Tabla 1
Producción de azúcar por área cultivada y caña molida (zafra)

Zafra	Área (ha)	Caña Molida TM	Razón TM*ha	Azúcar TM
2009 - 2010	230,000	22,530,622	98	2,340,837
2010 - 2011	231,505	19,219,653	83	2,048,142
2011 - 2012	252,871	21,562,263	85	2,252,954
2012 - 2013	263,056	26,747,489	102	2,782,461
2013 - 2014	270,178	27,733,769	103	2,806,080
2014 - 2015	271,313	28,267,605	104	2,975,801
2015 - 2016	268,735	27,987,308	104	2,822,590
2016 - 2017	263,002	25,835,487	98	2,719,231
2017 - 2018	263,784	25,935,845	98	2,752,563
2018 - 2019	263,080	27,460,750	104	2,966,221

Fuente: (Boletín Estadístico Año 20, 2020, pág. 2)

Tal como se observa en la tabla 1, producción de azúcar por área cultivada y caña molida (zafra), con cada zafra aumenta la producción de azúcar, lo que deriva en mayor cantidad de bagazo para ser aprovechado en la generación de energía eléctrica. A mayor generación de energía eléctrica, mayores los ingresos por venta.

La producción de azúcar de caña generalmente se separa en 2 etapas: agrícola e industrial. La etapa agrícola va desde el estudio y selección de la variedad de caña a sembrar hasta su cosecha.

Por otro lado, la etapa industrial implica:

- picado de caña y molienda
- clarificación, evaporación y cristalización
- centrifugación, secado y enfriamiento

En el proceso de producir azúcar, se pica y muele caña, se separan los jugos que pasarán a clarificación, evaporación y cristalización de los residuos. Los residuos orgánicos resultantes de la producción de azúcar, aunados a cualquier otro residuo orgánico obtenido de la cosecha son llamados bagazo de caña o biomasa.

En la etapa de clarificación, evaporación y cristalización, se separan los jugos con mayor contenido de sacarosa que en la etapa de centrifugación, secado y enfriamiento se convertirán en cristales de azúcar. Aquellos jugos separados, es decir, con menos contenido de sacarosa, pasarán a un nuevo proceso hasta convertirse en alcohol de distintas calidades, este alcohol de acuerdo a su calidad, puede ser usado en la industria de pinturas, higiene o bebidas alcohólicas.

Según el sitio web de AZASGUA (2020), en Guatemala existen 11 ingenios azucareros, siendo estos:

- Ingenio Magdalena
- Pantaleón
- Ingenio Palo Gordo
- Santa Ana
- Ingenio Santa Teresa
- Ingenio La Unión
- Ingenio Madre Tierra
- San Diego
- Ingenio La Sonrisa
- El Pilar
- Chabil Utzaj

1.2 La industria azucarera y la generación de energía eléctrica en Guatemala

En Guatemala, el sector energético está entre los de mayor desarrollo, esto se debe a la creciente demanda, condiciones que despiertan interés en inversionistas locales y extranjeros.

De acuerdo a información del Ministerio de Energía y Minas publicada en 2019 en Prensa Libre (2020), se indica que la cobertura de electricidad del país en 2015 era del 91.96%, para 2016, 96.02% y al 2019 92.46%; el objetivo es tener cobertura del 100% para el año 2030.

Muchos son los métodos para generar energía eléctrica, generalmente se diferencian de acuerdo a la fuente de generación. Las fuentes de energía primarias se clasifican en renovables o limpias (viento, radiación solar, agua, biomasa, etc.) y no renovables (carbón, gas natural, petróleo, etc.).

Durante la zafra 2018-2019, de acuerdo con registros de CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar), la demanda energética del país fue cubierta por distintos recursos que se detallan en la tabla 2:

Tabla 2
Matriz eléctrica nacional

Recurso	%
Agua	30.90%
Carbón mineral	25.00%
Biomasa	23.70%
Coque de petróleo	9.10%
Bunker	3.90%
Viento	3.00%
Geotérmica	2.20%
Sol	1.90%
Biogás	0.20%
Diésel	0.01%

Fuente: (Boletín Estadístico Generación de Energía Año 20, 2020, pág. 2)

Guatemala es un país rico en recursos naturales; teniendo la posibilidad de generar energía eléctrica a través fuentes primarias renovables, haciendo uso de hidroeléctricas (agua), plantas generadoras (biomasa), aerogeneradores o turbinas eólicas (viento) y/o células solares fotovoltaicas (sol).

Generar energía eléctrica con el uso de biomasa, implica “quemar la biomasa en una caldera, dicha combustión calienta el agua que circula por las tuberías de las paredes de la caldera y se convierte en vapor. El vapor mueve una turbina conectada a un generador que produce electricidad”. (Estructuras Bioclinicas Avanzadas S.L., 2020)

En los ingenios azucareros, la producción de energía eléctrica nace de la cogeneración, es decir “generar energía a partir de procesos ya existentes, en este caso la fabricación del azúcar” (Avalos, 2020)

El proceso de generación de energía con biomasa en la industria azucarera podría distribuirse en 5 fases:

1. Combustible, el bagazo derivado de la fabricación de azúcar; requiere un proceso previo de secado en patios, esto mejora la combustión de la biomasa. En el caso de recurrir a materiales distintos a la biomasa, como bunker, carbón u otros, se omite esta fase.
2. Calderas, la biomasa es recibida de los patios de secado, en las calderas se quema el bagazo, ardiendo y produciendo calor y finalmente vapor que activará los turbogeneradores. Las calderas también pueden funcionar con otros combustibles como el bunker, carbón, entre otros.
3. Turbogeneradores, son los equipos diseñados para convertir la energía contenida en el vapor del agua en energía electromecánica, y el generador a su vez convierte la energía mecánica en energía eléctrica.
4. Transformadores, receptores de la energía eléctrica que ordenan el flujo de electricidad.

5. Distribución, la energía eléctrica es separada en bloques, de acuerdo al destino que tendrá, pudiendo ser el autoconsumo o la venta a terceros.

De acuerdo a los intereses y necesidades de cada proyecto, se pueden ocupar plantas generadoras de distintas capacidades de megavatios (MW), sin embargo, en Guatemala, para asumir la calidad de “Generador”, es necesario “tener una potencia máxima mayor de cinco megavatios (5 MW)” (Presidencia de la República de Guatemala, 1997).

1.2.1 Ventas de energía eléctrica en la industria azucarera

La industria azucarera, al tener capacidad de generar energía eléctrica, es capaz de ocupar una porción para el autoconsumo, permitiéndose comercializar el excedente, para poder hacerlo, debe estar constituido como generador en el sistema nacional interconectado (SIN).

El sistema nacional interconectado es la “red interconectada de transmisión y transformación de energía eléctrica conectada con las principales centrales generadoras y subestaciones eléctricas. Es la porción interconectada del sistema eléctrico nacional.” (MEM - Plan nacional de energía 2017-2032, 2020, pág. 15)

De acuerdo a información obtenida de AZASGUA (2020), los ingenios azucareros poseen una capacidad instalada de “933 Megavatios (...) más del doble de la capacidad de la hidroeléctrica Chixoy, la más grande del país”.

Por otro lado, CENGICAÑA (2020), indica en el boletín estadístico de generación de energía del año 20, que durante la zafra 2018-2019, los ingenios azucareros cubrieron el 31.1% de la demanda de energía eléctrica del país, por encima de las hidroeléctricas, que durante el mismo periodo de tiempo, atendieron al 30.9% de la demanda total.

Tabla 3
Demanda de energía eléctrica zafra 2018-2019

Fuente	Demanda Cubierta
Ingenios	31%
Carboneras	27%
Hidroeléctricas	31%
Alternativas	7%
Motores	4%
	100%

Fuente: (Boletín Estadístico Generación de Energía Año 20, 2020, pág. 1)

A continuación se muestra información estadística acerca de la generación de energía eléctrica específicamente con bagazo de caña (biomasa):

Tabla 4
Generación de energía total y con bagazo de caña (zafra)

Zafra	Generación GWh	Generación GWh bagazo	%
2009 - 2010	1599	1522	95.18
2010 - 2011	1333	1310	98.27
2011 - 2012	1630	1592	97.67
2012 - 2013	1975	1928	97.62
2013 - 2014	2233	2057	92.12
2014 - 2015	2648	2257	85.23
2015 - 2016	2981	2490	83.53
2016 - 2017	2731	2333	85.43
2017 - 2018	2691	2489	92.49
2018 - 2019	2989	2737	91.57

Fuente: (Boletín Estadístico Generación de Energía Año 20, 2020, pág. 5 y 7)

En la tabla 4, se muestra un detalle estadístico correspondiente a la generación de energía de la industria azucarera por los últimos 10 años; se muestra el total generado, evidenciando que en su mayoría, procede de bagazo de caña, teniendo como material complementario el carbón, bunker u otros combustibles no renovables, estos materiales generalmente se ocupan durante el periodo de no zafra o reparación.

Como cualquier operación comercial en Guatemala, el subsector eléctrico también cuenta con un marco legal que permite regular las transacciones derivadas de la generación, distribución y comercialización de energía eléctrica. Las leyes y reglamentos que lo componen, son las siguientes:

Figura 1
Marco legal subsector eléctrico de Guatemala



Fuente: (Plan de Expansión Indicativo Sist. de Generación, 2020, pág. 10)

En consonancia con la legislación vigente, existen diversos actores que vigilan, regulan y desarrollan las operaciones del subsector eléctrico nacional, estos constituyen el “Marco Institucional del Subsector Eléctrico”.

En primera instancia, el Ministerio de Energía y Minas quien funge como ente rector; la Comisión Nacional de Energía Eléctrica como ente regulador y el Administrador del Mercado Mayorista como ente operador, todos ellos brindan apoyo y soporte a los demás participantes del mercado mayorista de electricidad, es decir agentes y grandes usuarios.

De acuerdo a estadísticas del Ministerio de Energía y Minas (MEM), al 31 de diciembre de 2018, en Guatemala se contaban agentes del Mercado Mayorista y Grandes Usuarios distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 5
Participantes mercado eléctrico nacional

Participantes	31 de Diciembre 2018
Grandes Usuarios	1357
Agentes Generadores	90
Agentes Comercializadores	50
Agentes Transportistas	14
Agentes Distribuidores	4

Fuente: (Secretaría General del MEM, 2020, pág. 7)

Para un mejor entender de la terminología relacionada al mercado eléctrico nacional, es importante ampliar acerca de sus participantes:

- a. Ministerio de Energía y Minas (MEM):** Es el órgano del Estado responsable de aplicar la Ley General de Electricidad y su Reglamento para dar cumplimiento a sus obligaciones. De igual forma, es el encargado de exponer y organizar las políticas, planes de estado y programas indicativos relativos al subsector

eléctrico y al subsector de hidrocarburos, así como la explotación de los recursos mineros. (Plan de Expansión Indicativo Sist. de Generación, 2020, pág. 13)

- b. Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE):** “Creada por la Ley General de Electricidad, contenida en el decreto No. 93-96 del Congreso de la República de Guatemala, publicada en el Diario Oficial el 21 de noviembre de 1996, como órgano técnico del Ministerio de Energía y Minas, con independencia funcional para el ejercicio de sus atribuciones y de las siguientes funciones descritas en el artículo 4 de la LGE.” (Plan de Expansión Indicativo Sist. de Generación, 2020, pág. 13)
- c. Administrador del Mercado Mayorista (AMM):** Es una entidad privada sin fines de lucro, que coordina las transacciones entre los participantes del Mercado Mayorista y la operación del Sistema Nacional Interconectado -SNI-, cuyas funciones principales son la coordinación de la operación de centrales generadoras, interconexiones internacionales y líneas de transporte, y establecer los precios de corto plazo para las transferencias de potencia y energía entre sus agentes. (Plan de Expansión Indicativo Sist. de Generación, 2020, pág. 13)
- d. Sistema Eléctrico:** Este sistema está conformado por la infraestructura física que permite cumplir, tanto cualitativa como cuantitativamente con el suministro de energía eléctrica. Este a su vez se divide en los sistemas de generación (que representa la oferta de energía eléctrica); transporte (conformada por líneas de transmisión y subestaciones de potencia, que son el medio de transferencia de la energía eléctrica desde los sitios de producción a los de consumo); y distribución (conformada por las líneas y subestaciones, que representa la demanda o consumo de energía eléctrica). (Subsector Eléctrico en Guatemala, 2020, pág. 3)

- e. **Generadores:** que tienen una potencia máxima mayor a los cinco megavatios (5 MW). Este requisito no será aplicable a los generadores distribuidores renovables. (Ministerio de Energía y Minas de Guatemala, 2020, pág. 7)

- f. **Comercializadores, importadores y exportadores:** que compran o venden bloques de energía eléctrica, asociados a una oferta firme eficiente o demanda firme, de por lo menos cinco megavatios (5 MW). (Ministerio de Energía y Minas de Guatemala, 2020, pág. 7)

- g. **Distribuidores:** que cuentan con un mínimo de quince mil (15,000) usuarios. Este requisito no será aplicable a las empresas eléctricas municipales, quienes únicamente deberán tener la autorización otorgada por el Ministerio de Energía y Minas, para constituirse como distribuidores. Para el caso de los distribuidores privados, deberán tener una demanda de por lo menos 100 kW. (Ministerio de Energía y Minas de Guatemala, 2020, pág. 7)

- h. **Transportistas:** que tienen una capacidad de transporte mínima de diez megavatios (10 MW). (Ministerio de Energía y Minas de Guatemala, 2020, pág. 7)

- i. **Gran usuario:** Consumidor de energía, cuya demanda de potencia debe estar arriba de 100 KW. (Ministerio de Energía y Minas de Guatemala, 2020, pág. 7)

- j. **Potencia:** Es La capacidad de entregar energía eléctrica y usualmente se dimensiona en kilovatios, teniendo las siguientes equivalencias: 1 KW (un kilovatio): mil vatios 1 MW (un megavatio): mil kilovatios de energía eléctrica, normalmente se expresa en: KWh, un kilovatio-hora, MWh, un megavatio-hora (mil kilovatios-hora), GWh, un gigavatio-hora (un millón de kilovatios-hora). (Ministerio de Energía y Minas de Guatemala, 2020, pág. 13)

1.2.2 Informe de transacciones económicas de energía eléctrica en Guatemala

Como parte del ordenamiento del mercado eléctrico en Guatemala, el Administrador del Mercado Mayorista (AMM), es el ente encargado de conciliar las operaciones de compra y venta de energía eléctrica entre los participantes, para lo cual ocupa el “informe de transacciones económicas - ITE”.

Las conciliaciones se ejecutan mes con mes, informando a los involucrados acerca de sus operaciones durante este periodo, de esta conciliación surgen diferencias a favor o en contra de los involucrados, lo que deriva en agentes que emiten facturas por las entregas demandadas y que proporcionaron al mercado; estas son recibidas por aquellos agentes que no cumplieron con sus entregas, teniendo la obligación de recibir y pagar las facturas.

A continuación se muestra un ejemplo de la información contenida en un ITE, en donde se evidencia un resultado por excedente en la operación, donde el primer agente tiene un valor positivo, es decir, a favor; mientras que el segundo agente lo tiene negativo, es decir, en contra.

Figura 2
Informe de transacciones económicas - ITE

INFORME DE TRANSACCIONES ECONÓMICAS 12-2020								
VERSIÓN ORIGINAL								
PERIODO DEL 1 AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2020								
AJUSTES POR CONDICIONES CONTRACTUALES INFORMADAS AL AMM								
Agente o Participante	Transacciones de Energía			Transacciones por Servicios Complementarios	Transacciones de Potencia		Resultado Neto Total	
	Resultado en el Mercado de Oportunidad	Excedente de Prácticas Nodales	Resultado por Generación Forzada		Debitos de Potencia	Credito por Retramiento de Debitos de Potencia		
	US\$	US\$	US\$		US\$	US\$		
1 EMPRESA DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA DEL INDE	-	798.01	-	-	-	-	798.01	
2 INSTITUTO DE RECREACION DE LOS TRABAJADORES (GUSIRTNE0000001)	-	(798.01)	-	-	-	-	(798.01)	
TOTALES	-	-	-	-	-	-	-	

Fuente: (Administrador del Mercado Mayorista, 2021)

1.2.3 Demanda de energía eléctrica en Guatemala

Muchos son los factores que inciden en la demanda de energía eléctrica en Guatemala, en primera instancia, los datos históricos que permiten definir tendencias en un contexto macroeconómico.

Producto interno bruto (PIB): “Según el Banco de Guatemala, para el año 2019 se tuvo un producto interno bruto (PIB) estimado en 584,369.4 millones de quetzales a precios de ese año, reflejando un crecimiento del 6.6% respecto del año anterior”. (Plan de Expansión Indicativo Sist. de Generación, 2020, pág. 18)

Índices de cobertura eléctrica: Representa la proporción de usuarios que cuentan con suministro de energía eléctrica en relación a las viviendas existentes. Para el año 2018 Guatemala presentó un índice global de cobertura del 88.14%. (Plan de Expansión Indicativo Sist. de Generación, 2020, pág. 19).

A continuación, se muestran datos cobertura y acceso a electricidad, además de los usuarios sin electrificar por región:

Tabla 6
Índice de cobertura eléctrica por región

Región	Cubierto	Acceso a electricidad	Usuarios sin electrificar
I - Metropolitana	99.15%	0.15%	7,552
II - Norte	69.09%	13.93%	132,925
III - Nororiente	87.33%	3.31%	46,238
IV - Suroriente	91.46%	1.51%	28,997
V - Central	97.08%	0.32%	12,599
VI - Suroccidente	94.20%	0.80%	48,579
VII - Noroccidente	84.96%	7.00%	75,957
VIII - Petén	86.02%	7.04%	35,828

Fuente: (Plan de Expansión Indicativo Sist. de Generación, 2020, pág. 20)

Crecimiento poblacional: A partir de los últimos dos censos nacionales registrados, se estima que la población residente en la República de Guatemala ha incrementado a una razón promedio de 319,360 habitantes por año desde el 2002; alcanzando una población total de 16,346,950 habitantes en el año 2018. (Plan de Expansión Indicativo Sist. de Generación, 2020, pág. 21)

De acuerdo a los datos anteriores, es posible identificar una demanda creciente y paralela al aumento de la población y las oportunidades de cobertura actuales, condiciones propicias y atractivas para nuevas inversiones en el mercado eléctrico nacional, proponiendo opciones menos contaminantes, competitivas y estables.

2. MARCO TEÓRICO

Con el propósito de fundamentar la investigación del análisis financiero de la inversión en plantas generadoras de energía eléctrica, se desarrolla el siguiente marco teórico.

2.1 Proyectos de inversión

De acuerdo con el autor Sapag (2011) en su libro *“Proyectos de Inversión. Formulación y Evaluación.”* Expone que el fin primordial de las organizaciones es la creación y el mantenimiento de valor, mediante la asignación y el uso eficiente de los recursos. Siendo el fundamento de las organizaciones el generar y mantener el valor, las inversiones representan una oportunidad constante de agregar valor a las organizaciones a través de nuevos proyectos que, con el paso del tiempo, reditúen las inversiones iniciales y rendimientos atractivos.

El estudio de proyectos, o en este caso, el análisis de inversiones, es considerado como un proceso de generación de información que sirva de apoyo a la actividad gerencial. El análisis ha alcanzado la posición de uno de los instrumentos más empleados en la difícil tarea de enfrentar la toma de decisiones de inversión, tanto para crear nuevas empresas como para modificar una situación existente en una empresa en marcha.

2.1.1 Tipología de los proyectos

“Las opciones de inversión se pueden clasificar preliminarmente en dependientes, independientes y mutuamente excluyentes.” (Sapag, 2011, pág. 20).

Las inversiones dependientes son aquellas que para ser realizadas requieren otra inversión, son proyectos cuyo grado de dependencia se da mayormente por razones

económicas que físicas, es decir, cuando realizar dos inversiones juntas ocasiona un efecto sinérgico en la rentabilidad, en el sentido de que el resultado combinado es mayor que la suma de los resultados individuales. El caso contrario, efecto entrópico, se produce cuando la realización de los proyectos simultáneos hace obtener un resultado inferior a la suma de las rentabilidades individuales. Obviamente esto no significa que deba optarse por una u otra inversión, ya que el resultado conjunto, probablemente, sea superior al de cada proyecto individual en la mayoría de los casos.

Las inversiones independientes son las que se pueden realizar sin depender ni afectar o ser afectadas por otros proyectos. Dos proyectos independientes pueden conducir a la decisión de hacer ambos, ninguno o solo uno de ellos.

Las inversiones mutuamente excluyentes, corresponden a proyectos opcionales, donde aceptar uno impide que se haga el otro o lo hace innecesario.

Una complejidad adicional a las mencionadas es la gran diversidad de tipos de proyectos de modernización que se pueden presentar en una empresa en marcha, cada uno de los cuales requiere consideraciones especiales para su evaluación.

Una primera clasificación de estos proyectos se realiza en función de la finalidad de la inversión, es decir, del objetivo de la asignación de recursos que permite distinguir entre proyectos que buscan crear nuevos negocios o empresas, y proyectos que buscan evaluar un cambio, mejora o modernización en una empresa existente.

Los proyectos se pueden clasificar en función de la finalidad del estudio, es decir, de acuerdo con lo que se espera medir con su realización. “En este contexto, es posible identificar tres tipos de proyectos que obligan a conocer tres formas diferentes de construir los flujos de caja para lograr el resultado deseado:

1. Estudios para medir la rentabilidad de la inversión, independientemente de dónde provengan los fondos.

2. Estudios para medir la rentabilidad de los recursos propios invertidos en el proyecto.
3. Estudios para medir la capacidad del propio proyecto con la finalidad de enfrentar los compromisos de pago asumidos en un eventual endeudamiento para su realización.” (Sapag, 2011, pág. 23).

2.1.2 Estudios de viabilidad de la inversión

“Los factores que intervienen en la decisión de emprender una inversión” (Sapag, 2011, pág. 25), siendo estos:

1. El decisor, que puede ser un inversionista, financista o analista.
2. Las variables controlables por el decisor, que pueden hacer variar el resultado de un mismo proyecto, dependiendo de quién sea él.
3. Las variables no controlables por el decisor y que influyen en el resultado del proyecto.
4. Las opciones o proyectos que se deben evaluar para solucionar un problema o aprovechar una oportunidad de negocio.

La responsabilidad del evaluador de proyectos será aportar el máximo de información para ayudar al decisor a elegir la mejor opción. Para esto, es fundamental identificar todas las opciones y sus viabilidades como único camino para lograr uno óptimo con la decisión.

El análisis del entorno donde se sitúa la empresa y del proyecto que se evalúa implementar es fundamental para determinar el impacto de las variables controlables y no controlables, así como para definir las distintas opciones mediante las cuales es posible emprender la inversión. Tan importante como identificar y dimensionar las fuerzas del entorno que influyen o afectan el comportamiento del proyecto, la empresa o, incluso, el sector industrial al que pertenece es definir las opciones estratégicas de la decisión en un contexto dinámico.

El estudio del entorno demográfico, por ejemplo, permite determinar el comportamiento de la población atendida por otras empresas y de aquella por atender con el proyecto, su tasa de crecimiento, los procesos de migración, la composición por grupos de edad, sexo, educación y ocupación, la población económicamente activa, empleada y desempleada, etcétera.

El estudio del entorno cultural obliga a realizar un análisis descriptivo para comprender los valores y el comportamiento de potenciales clientes, proveedores, competidores y trabajadores. Para ello, es importante estudiar las tradiciones, los valores y principios éticos, las creencias, las normas, las preferencias, los gustos y las actividades frente al consumo.

El estudio de entorno tecnológico busca identificar las tendencias de la innovación tecnológica en los procesos de producción y apoyo a la administración, así como el grado de adopción que de ella hagan los competidores.

Para recomendar la aprobación de cualquier proyecto, es preciso estudiar un mínimo de tres viabilidades que condicionarán el éxito o el fracaso de una inversión: la viabilidad técnica, la legal y la económica.

Por otra parte, una viabilidad cada vez más exigida en los estudios de proyectos es la que mide el impacto ambiental de la inversión. (Sapag, 2011, pág. 26)

La viabilidad técnica busca determinar si es posible, física o materialmente, “hacer” un proyecto, determinación que es realizada generalmente por los expertos propios del área en la que se sitúa el proyecto. En algunos casos, el estudio de esta viabilidad puede llegar, incluso a evaluar la capacidad técnica y el nivel de motivación del personal de la empresa que se involucraría en el nuevo proyecto. No se permite asumir que, por el hecho de que la empresa está funcionando, es viable técnicamente hacer más de lo mismo. La ampliación de la capacidad instalada se podría hacer construyendo un nuevo piso sobre el edificio, dependiendo

de que las bases estructurales y las características técnicas lo permitan. Poner más maquinaria que funcione con energía eléctrica se pondrá hacer solamente si existe la potencia eléctrica necesaria en los transformadores.

La viabilidad legal, por otra parte, se refiere a la necesidad de determinar tanto la inexistencia de trabas legales para la instalación y la operación normal del proyecto como la falta de normas internas de la empresa que pudieran contraponerse a alguno de los aspectos de la puesta en marcha o posterior operación del proyecto. Suponiendo que es viable técnicamente construir un nuevo piso sobre la estructura actual del edificio, todavía se debe determinar si la nueva altura está dentro de los rangos permitidos de construcción y las condiciones del terreno.

La viabilidad económica busca definir, mediante la comparación de los beneficios y costos estimados de un proyecto, si es rentable la inversión que demanda su implementación.

Dado que los agentes que participan en la decisión de una inversión tienen distintos grados de aversión al riesgo, poseen información diferente y tienen expectativas, recursos y opciones de negocio también diversos, la forma de considerar la información que provee un mismo estudio de proyecto para tomar una posición al respecto puede diferir significativamente entre ellos.

2.1.3 Etapas de un proyecto de inversión

Una de las clasificaciones más comunes identifica cuatro etapas básicas: la generación de la idea, los estudios de preinversión para medir la conveniencia económica de llevar a cabo la idea, la inversión para la implementación del proyecto y la puesta en marcha y operación. (Sapag, 2011, pág. 29)

La etapa de idea corresponde al proceso sistemático de búsqueda de nuevas oportunidades de negocio o de posibilidades de mejoramiento en el funcionamiento

de una empresa, proceso que surge de la identificación de opciones de solución de problemas e ineficiencias internas que pudieran existir o de las diferentes formas de enfrentar las oportunidades de negocio que se pudieran presentar.

Es en la etapa de idea donde se realiza el primer diagnóstico de la situación actual. Aquí se debe vincular el proyecto con la solución de un problema, donde se encuentren las evidencias básicas que demuestren la conveniencia de implementarlo.

La etapa de preinversión corresponde al estudio de la viabilidad económica de las diversas opciones de solución identificadas para cada una de las ideas de proyectos.

Esta etapa se puede desarrollar en tres formas distintas, dependiendo de la cantidad y la calidad de la información considerada en la evaluación: perfil, prefactibilidad y factibilidad.

En esta etapa, es importante destacar la evaluación de prefactibilidad y factibilidad, son esencialmente dinámicos, proyectan los costos y beneficios a lo largo del tiempo y los expresan mediante un flujo de caja estructurado en función de criterios convencionales previamente establecidos. En el nivel de prefactibilidad se proyectan los costos y beneficios con base en criterios cuantitativos, pero sirviéndose mayoritariamente de información secundaria. En el de factibilidad, la información tiende a ser demostrativa, y se recurre principalmente a información de tipo primario. La información primaria es la que genera la fuente misma de la información. (Sapag, 2011, pág. 33)

2.1.4 Estudio proyecto de inversión

El estudio de la rentabilidad de una inversión busca determinar, con la mayor precisión posible, la cuantía de las inversiones, los costos y beneficios de un

proyecto para posteriormente compararlos y decidir la conveniencia de emprender en dicho proyecto. (Sapag, 2011, pág. 35)

Consta de tres actividades muy diferentes entre sí –formulación, preparación y evaluación-.

En la etapa de formulación se definen las características del proyecto y luego la cuantificación de sus costos y beneficios. La cantidad de opciones que existe para configurar el proyecto obliga a identificar las más relevantes y proceder a su evaluación para determinar cuál es la mejor.

En la etapa de preparación, corresponde elaborar los flujos de caja con base en la información de costos y beneficios de la inversión.

Como última etapa, la evaluación implica el análisis de la información obtenida de la etapa de preparación.

2.2 Inversión en plantas generadoras de energía eléctrica

En la inversión de plantas generadoras en la industria azucarera, muchos son los elementos a contemplar previo a la puesta en marcha del proyecto, esto conlleva el desarrollo de cálculos anticipados de los hechos esperados, mejor conocidos como “presupuestos”, mismos que se detallan a continuación:

1. Inversión fija inicial.
2. Costo de producción.
3. Ingresos.
4. Flujo de efectivo.
5. Valor actual neto (VAN).
6. Tasa interna de retorno (TIR).

2.2.1 Presupuesto de inversión fija inicial

Según información obtenida de los autores Welsch, Hilton, Gordon, & Rivera Noverola (2005) en el libro Presupuestos, planificación y control, la presupuestación del capital “Es el proceso de planificar y controlar los desembolsos estratégicos (de largo plazo) y tácticos (de corto plazo), para la ampliación y la contracción de las inversiones en activos operacionales (fijos).”

Los mismos autores explican que “Un desembolso de capital es el uso de fondos (esto es, de efectivo) para adquirir activos operacionales que: a) ayuden a generar futuros ingresos, o b) reduzcan futuros costos.” (2005) Dentro de este rubro cabe el caso de la industria azucarera y el interés de invertir en plantas generadoras de energía eléctrica.

Los activos operacionales o activos fijos, comprenden inversiones constituidas en la adquisición de bienes inmuebles, propiedad, planta y equipo, renovaciones mayores, es decir, activos de larga vida. Estas inversiones involucran fuertes desembolsos de dinero, durante períodos relativamente prolongados, pero con el fin de conseguir beneficios futuros que superen a los desembolsos hechos y se reflejen como utilidades para los inversionistas.

Dentro de la estructura del flujo de efectivo, se constituye como la columna denominada año 0, donde se registrarán todas las inversiones que deben estar efectuadas para que el proyecto pueda iniciar su operación a partir del primer periodo.

Es en este presupuesto donde se definen los componentes que determinan la inversión inicial, las cantidades y costos que lo integran, detallando los equipos y recursos para adquirir plantas generadoras para la producción de energía eléctrica en la industria azucarera.

2.2.2 Presupuesto costos de producción

Son diversos los elementos que componen el costo de producción, en el caso de la energía eléctrica, identificándose como materia prima y materiales directos, mano de obra directa y costos indirectos de producción. (Welsch, Hilton, Gordon, & Rivera, 2005) En el caso de presupuestos, la función es estimar las necesidades de los elementos por un periodo determinado.

Presupuesto de materia prima: implica planificar los materiales necesarios para la producción, estipulando cantidades detalladas y los costos de dichos materiales.

De acuerdo a los autores Welsch, Hilton, Gordon, & Rivera Noverola (2005) en el libro Presupuestos, planificación y control, explica que el “Presupuesto del costo de materiales y partes utilizados (...) especifica el costo planificado de los materiales y partes que serán utilizados en el proceso productivo”.

Los materiales generalmente se clasifican en directos e indirectos, la distinción dependerá de su identificación en el costo unitario de los artículos terminados. Un material directo pertenecerá a un costo variable, directamente vinculado a la producción, a mayor producción, más materiales; mientras que un material indirecto pertenecerá a costos indirectos de fabricación.

En las organizaciones, la elaboración de un presupuesto de materiales obedece a distintas necesidades, permitiendo anticipar las compras de materiales y no sufrir desabastecimiento, manteniendo niveles de inventario controlable y suficiente, manteniendo un equilibrio entre las existencias necesarias y el manejo logístico de inventarios (espacios, caducidad, etc.), por otro lado, permite hacer negociaciones con proveedores estratégicos, lo que busca el abastecimiento y el mantenimiento en precios de materiales que impactan en el costo de producción.

Para elaborar un presupuesto de materiales, es necesario determinar las unidades necesarias y los precios de materiales, contando con estas variables, estimar las

cantidades de efectivo que serán desembolsadas y su impacto en el flujo de efectivo presupuestado. (Welsch, Hilton, Gordon, & Rivera, 2005)

Presupuesto de mano de obra: este presupuesto comprende todos los desembolsos relativos a los empleados, desde los ejecutivos de más alto nivel hasta los trabajadores no calificados.

Los costos de la mano de obra directa incluyen los salarios pagados a los trabajadores que laboran de manera directa en los productos. Los sueldos y salarios de personal que no trabaja directamente sobre los productos, se constituye como mano de obra indirecta, considerada dentro del rubro de gastos indirectos de fabricación.

Los autores Welsch, Hilton, Gordon, & Rivera (2005) en el libro Presupuestos, planificación y control, explican que el presupuesto de mano de obra directa busca “la planificación de la cantidad requerida de mano de obra directa, el número de empleados de mano de obra directa que se necesita, el costo de mano de obra de cada unidad de producto y las necesidades de efectivo.”

Por otro lado, otro propósito importante de un presupuesto, es establecer una base de medición de los resultados, estableciendo parámetros de ejecución, comparando los datos presupuestados con los realizados e identificando variaciones importantes.

Existen varios métodos para planificar mano de obra directa, dependerán de la base o enfoque que cada empresa desee considerar, pudiendo ser en función de horas estándar de mano obra directa, en función de la producción, en función de procesos o centros de costo, etcétera.

Para elaborar un presupuesto de mano de obra directa, es necesario determinar el número de empleados necesarios y el salario asignado a cada uno, incluyendo el pasivo laboral y cuotas patronales derivadas de la contratación.

Presupuesto de gastos indirectos de fabricación: de acuerdo a los autores Welsch, Hilton, Gordon, & Rivera Noverola en el libro Presupuestos, planificación y control, explican que los gastos indirectos de fabricación son “parte del costo total de producción que no es directamente identificable con (...) productos o trabajos específicos (...) se componen de: 1) material indirecto, 2) mano de obra indirecta (...) y 3) todos los demás gastos misceláneos de la fábrica”. (Welsch, Hilton, Gordon, & Rivera, 2005, pág. 227).

La generación de energía eléctrica, está sujeta a los mismos principios, conformándose por aquellos materiales, mano de obra y demás costos en el proceso productivo que no puedan ser identificarse directamente con él.

Existen distintos factores que determinan el presupuesto de gastos indirectos de fabricación; en primera instancia, identificar aquellos procesos, centros de costo o departamentos que hacen parte del proceso productivo, seguido de una estimación de patrones de comportamiento que faciliten el ejercicio presupuestario.

Para la correcta estimación, es importante establecer una base de actividad, es decir, una medida común o equivalente y que pueda identificarse con el producto o servicio.

2.2.3 Presupuesto de ingresos

De acuerdo al sitio web emprendepyme.net “es un documento que ayuda a conocer la rentabilidad de una compañía y a conocer el volumen de ventas estimado. Es decir, da estimaciones de los niveles de ventas, (y por tanto de ingresos).” (Emprendepyme.net, 2020)

Siendo que los ingresos son la justificación financiera para tomar un nuevo proyecto, es importante cuantificar los beneficios monetarios futuros y su incremento en el horizonte del tiempo. El resultado de este presupuesto hace parte del “flujo de efectivo”.

Presupuestar correctamente los ingresos, requiere de una valuación en cantidades y valores del producto o servicio a comercializar, en el caso particular de la energía eléctrica, es importante considerar los precios históricos del mercado para anticipar la tendencia a lo largo del proyecto y la capacidad instalada de la planta generadora de energía eléctrica.

Definir un presupuesto de ventas requiere contar información de todos los recursos necesarios:

- Capacidad de producción.
- Abastecimiento de materia prima.
- Disponibilidad de personal.
- Disponibilidad de capital.

2.2.4 Flujo de efectivo

De acuerdo al autor Sapag (2011) en su libro *Proyectos de Inversión. Formulación y Evaluación*. 2a. Edición; flujo de efectivo es “la determinación del horizonte de evaluación que, en una situación ideal, debería ser igual a la vida útil real del proyecto, del activo o del sistema que origina el estudio.”

Los propósitos de un flujo de efectivo, responden a las necesidades u objetivos de cada compañía, pudiendo ser herramienta útil para medir la rentabilidad de un proyecto, la rentabilidad de los recursos propios invertidos y/o la capacidad de pago por financiamiento externo.

El flujo de efectivo refleja la estructura de costos y beneficios que está directamente asociada con la ocurrencia esperada de los ingresos y egresos de caja en el total del horizonte de tiempo.

El flujo de caja se estructura en varias columnas que representan los momentos en que se generan los costos y beneficios de un proyecto, cada momento refleja dos cosas: los movimientos de caja ocurridos durante un periodo, generalmente de un año, y los desembolsos que deben estar realizados para que los eventos del periodo siguiente puedan ocurrir, en cada columna se identificarán los flujos de cada año del proyecto.

“Una forma de ordenar los distintos ítems que componen el flujo de caja de un proyecto considera los cinco pasos básicos que se muestran” (Sapag, 2011, pág. 250) a continuación:

1. Ingresos y egresos afectos a impuestos.
2. Gastos no desembolsables.
3. Cálculo del impuesto.
4. Ajuste por gastos no desembolsables
5. Ingresos y egresos no afectos a impuestos

1. Los ingresos y egresos afectos a impuestos incluyen todos aquellos movimientos de caja que, por su naturaleza, pueden alterar el estado de pérdidas y ganancias (o estado de resultados) de la empresa y, por tanto, la cuantía de los impuestos a las utilidades que se podrán generar por la implementación del proyecto. (Sapag, 2011, pág. 250)

2. Los gastos no desembolsables corresponden a gastos que, sin ser salidas de caja, es posible agregar a los costos de la empresa con fines contables, permitiendo reducir la utilidad sobre la cual se deberá calcular el monto de los impuestos a pagar.

3. El cálculo del impuesto, resulta de diferencia de ingresos y gastos, tanto efectivos como no reembolsables, esta es la “utilidad antes de impuesto”, a la que corresponde aplicar la tasa tributaria porcentual. “Después de calculado y restado el impuesto, se obtiene la utilidad neta”. (Sapag, 2011, pág. 251)

4. Ajuste por gastos no reembolsables, estos “no constituyen una salida de caja y fueron restados solo para calcular la cuantía de los tributos, después de calcular el impuesto se deberán efectuar los ajustes por gastos no desembolsables.” (Sapag, 2011, pág. 252)

5. Ingresos y egresos no afectos a impuestos, constituidos como “aquellos movimientos de caja que no modifican la riqueza contable de la empresa y que, por lo tanto, no están sujetos a impuestos.” (Sapag, 2011, pág. 252)

2.2.5 El valor actual neto (VAN)

Es el método más conocido, mejor y más generalmente aceptado por los evaluadores de proyectos. Mide el excedente resultante después de obtener la rentabilidad deseada o exigida y después de recuperar toda la inversión. Para ello, calcula el valor actual de todos los flujos futuros de caja, proyectados a partir del primer periodo de operación, y le resta la inversión total expresada en el momento 0. (Sapag, 2011, pág. 300).

Si el resultado es mayor a 0, mostrará cuánto se gana por el proyecto, después de recuperar la inversión, por sobre la tasa de retorno que se exigía al proyecto; si el resultado es igual a 0, indica que el proyecto reporta exactamente la tasa que se quería obtener después de recuperar el capital invertido; y si el resultado es negativo, muestra el monto que falta para ganar la tasa que se deseaba obtener después de recuperada la inversión. Cuando el VAN es negativo, el proyecto puede tener una alta rentabilidad, pero será inferior a la exigida.

Para determinar este valor, es necesario ocupar la fórmula siguiente:

$$VAN = \frac{f_1}{(1+i)^{n_1}} + \frac{f_2}{(1+i)^{n_2}} + \frac{f_3}{(1+i)^{n_3}} + \dots - I_0$$

En donde “f” representa los flujos netos de cada año, “i” es igual a la tasa de actualización, y “n” representa el año a descontar. Esta fórmula se considera por todos los periodos o años a evaluar, al final, se resta “I₀”, es decir, la inversión fija inicial. Siendo que la inversión inicial se hace en la actualidad, no necesita ser descontada, únicamente los flujos a futuro se traen a valores actuales y se descuentan de la inversión inicial.

Actualmente se cuentan con hojas electrónicas que permiten ejecutar estos cálculos de forma mucho más rápida y sencilla, ocupando la función “VNA”, que exige los mismos elementos o argumentos.

2.2.6 Tasa interna de retorno (TIR)

Este criterio mide la rentabilidad como porcentaje. Es la tasa que descontará todos los flujos de entrada de efectivo de modo que la suma de sus importes descontados (esto es, el valor actual total) será exactamente igual a los flujos de salida iniciales (o sea, el costo de inversión desembolsado en efectivo) requeridos para el proyecto. (Welsch, Hilton, Gordon, & Rivera, 2005, pág. 299).

Este criterio depende totalmente de la elaboración de un flujo de caja de la inversión por el periodo de la misma, trayendo cada flujo al momento 0. Cuando la tasa de descuento es igual a 0, iguala los ingresos a los egresos. TIR se define a veces como la sensibilización de la tasa de descuento del proyecto, ya que mide el máximo costo que se podría pagar por el capital.

Para determinar este valor, es necesario ocupar la fórmula siguiente:

$$TIR = [-I + [\frac{fc}{(1+X)^n}] \dots]$$

En donde “fc” representa los flujos netos de cada año, “i” es igual a la tasa de actualización, y “n” representa el año a descontar. Considera “X” como la tasa de descuento o incógnita. Esta fórmula se considera por todos los periodos o años a evaluar, al final, se resta “I”, es decir, la inversión fija inicial. Siendo que la inversión inicial se hace en la actualidad, no necesita ser descontada, únicamente los flujos a futuro se traen a valores actuales y se descuentan de la inversión inicial.

Actualmente se cuentan con hojas electrónicas que permiten ejecutar estos cálculos de forma mucho más rápida y sencilla, ocupando la función “TIR”, que exige los mismos elementos o argumentos.

3. METODOLOGÍA

A continuación, se desarrollan los hechos metodológicos empleados para solventar la problemática planteada acerca del "Análisis Financiero de la Inversión en Plantas Generadoras de Energía Eléctrica en la Industria Azucarera de la Costa Sur de Guatemala".

A lo largo de este capítulo, se evidencia el desarrollo de la investigación y su fundamento en la definición del problema objeto de estudio; plasmando el objetivo general y objetivos específicos; hipótesis y especificación de las variables (independiente y dependientes); método científico; y las técnicas de investigación aplicadas; mostrando de manera clara y directa, el procedimiento usado en el desarrollo de la investigación.

3.1 Definición del problema

Actualmente en Guatemala, la industria azucarera ubicada en la Costa Sur, por el periodo fiscal 2020 y en respuesta a la demanda de energía eléctrica, aunado a la posesión de biomasa como fuente de combustión limpia, tiene interés en ganar mayor participación en mercado eléctrico, sin embargo, debido a la falta de una metodología financiera aplicada a inversiones en plantas generadoras, se carece de una estructura que permita visualizar información relevante respecto de los elementos de la inversión en su conjunto a través del tiempo, es decir, la inversión fija inicial y flujo de efectivo, si estos elementos fueran tomados en cuenta de manera técnica, podrían demostrar mediante la aplicación de VAN y TIR que los rendimientos responden a los requerimientos de los inversores.

En respuesta a la pregunta de la investigación ¿Cómo el análisis financiero de la inversión en plantas generadoras de energía permitirá comprobar la rentabilidad para los inversionistas?; esta investigación propone una metodología técnica que

contenga información necesaria y suficiente para la obtención de VAN y TIR que demuestren si la inversión es conveniente para los inversores, en este caso, la industria azucarera en la Costa Sur de Guatemala.

3.2 Objetivos

La industria azucarera, al incursionar en la producción de energía eléctrica, debe considerar los recursos que este proceso requiere (económicos, físicos y humanos), con ello surge la necesidad de una evaluación financiera de la inversión en plantas generadoras de energía eléctrica y se plantean los siguientes objetivos:

3.2.1 Objetivo general

Establecer el retorno de la inversión en plantas generadoras de energía eléctrica, mediante la aplicación de metodología de análisis de inversiones que incluyan la determinación de TIR y VAN que permitan a los inversionistas decidir si la inversión es conveniente de acuerdo a sus criterios de rentabilidad.

3.2.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos del análisis financiero de la inversión en plantas generadoras para la producción de energía eléctrica son los siguientes:

- Estructurar los costos de producción de energía eléctrica en el flujo de efectivo, proyectando los elementos que lo integran para calcular su impacto en la inversión en plantas generadoras.
- Definir los ingresos y costos de la inversión en plantas generadoras, para ser proyectados en el flujo de efectivo anual por el tiempo del proyecto y determinar el monto del flujo del inversionista.

- Determinar los rendimientos de la inversión en plantas generadoras mediante el uso de la metodología de análisis de inversiones y determinar una TIR y un VAN que permitan a los inversionistas decidir si la inversión les es conveniente de acuerdo a sus criterios de rentabilidad.

3.3 Hipótesis

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

La inversión en plantas generadoras de energía eléctrica, es rentable sí mediante el uso de una metodología de análisis de inversiones se determina una TIR superior al 20% y un VAN positivo para cumplir con los requerimientos de los inversionistas, en la Industria Azucarera en la Costa Sur de Guatemala.

3.3.1 Especificación de variables

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

Variable independiente

- Inversión en plantas generadoras de energía eléctrica rentable para los inversores.

Variabes dependientes

- Construcción y análisis del flujo del efectivo de la inversión.
- TIR superior al 20%.
- VAN positivo.

3.4 Método científico

El presente trabajo de investigación parte del método científico en sus tres fases las cuales se detallan a continuación:

- Indagadora: Fase en la cual se efectúa la recolección de datos con el fin de descubrir evidencias haciendo uso de fuentes secundarias tales como libros, tesis, publicaciones científicas, publicaciones en línea, etc.
- Demostrativa: Fase en la cual efectúa la comprobación de las variables expuestas en la hipótesis, aplicándolas a un caso real, a través de análisis, síntesis, abstracción, comparación y concordancias.
- Expositiva: Los resultados serán divulgados y expuestos por medio de un informe de tesis y el examen privado.

3.5 Delimitación del problema

La delimitación fija la unidad de análisis, el período de investigación y el ámbito geográfico que comprende la investigación.

3.5.1 Unidad de análisis

Industria azucarera.

3.5.2 Ámbito geográfico

Costa Sur de Guatemala.

3.5.3 Período histórico

Ejercicio fiscal 2020.

3.6 Técnicas de investigación aplicadas

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

3.6.1 Técnicas de investigación documental

Uso de libros, publicaciones en línea y otros documentos disponibles.

3.6.2 Técnicas de investigación de campo

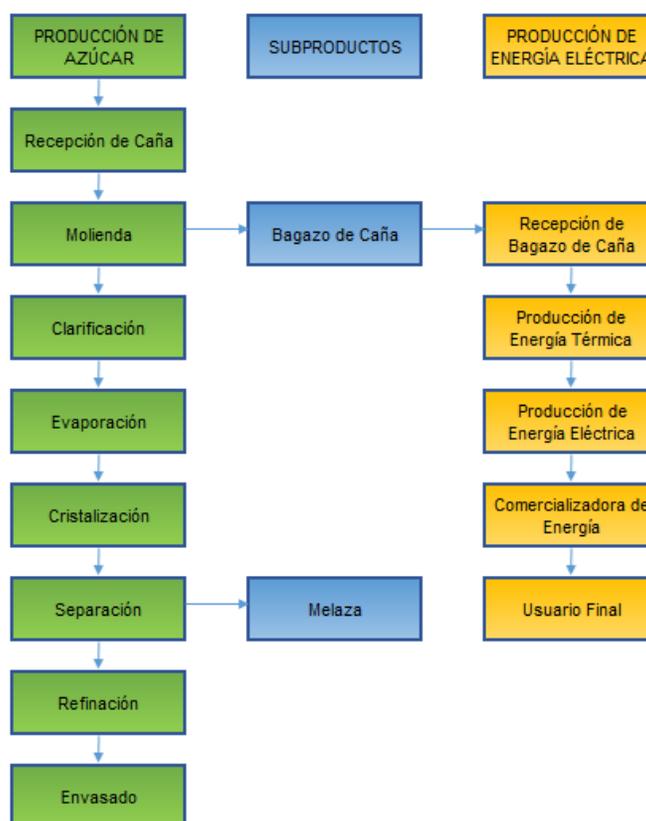
Observación y entrevistas.

4. ANÁLISIS FINANCIERO DE LA INVERSIÓN EN PLANTAS GENERADORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA DE LA COSTA SUR DE GUATEMALA

En Guatemala, la participación en la oferta de energía eléctrica que proporciona la industria azucarera va en aumento año con año, lo que conlleva al desarrollo del sector, propiciando crecientes inversiones financieras en el mercado energético.

Para tener claridad del vínculo que existe entre la industria azucarera y el mercado energético, es preciso identificar los procesos productivos de ambos segmentos y la manera en que coexisten:

Figura 3
Flujo proceso productivo azúcar y energía eléctrica



Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

El proceso de producir azúcar, conlleva distintas etapas, desde el momento en que se recibe la caña de azúcar en los patios, hasta su debido envasado, bien sea para comercialización local o en el extranjero.

Desde el cultivo de caña de azúcar, la industria azucarera hace grandes esfuerzos por promover el uso adecuado de los suelos, agua y la siembra de las especies de caña de azúcar más resistentes a plagas y menos demandantes de recursos y mantenimiento. Estos esfuerzos resultan en mejores producciones de caña de azúcar y mayores rendimientos por hectárea sembrada.

Siendo conscientes de los recursos y conocimientos que la industria posee, promueven la expansión e innovación; la industria azucarera identifica un subproducto del proceso de molienda, el bagazo de caña o biomasa, que es el residuo de la caña, se obtiene luego de extraer los jugos que servirán para producir azúcar. En el afán de dar nuevos y mejores usos a los residuos de los procesos productivos principales, aunado a la propia necesidad de energía eléctrica para la fabricación de azúcar, se decide ocupar el bagazo como combustible de las calderas. Elemento que, al pasar por un proceso de secado, reduce la humedad y permite que el bagazo arda con mayor facilidad en las calderas.

El proceso de generar energía eléctrica se constituye como un proceso continuo, que da inicio con el traslado de bagazo de caña resultante del proceso de molienda de caña de azúcar; este bagazo de caña al ser usado como combustible en las calderas, permite generar energía térmica en forma de vapor de agua; este vapor es trasladado al turbogenerador, en donde el vapor mueve las turbinas, consiguiendo generar energía eléctrica que bien puede ser usada para autoconsumo de la industria azucarera o para la venta a terceros a través de comercializadores de energía, estos últimos la harán llegar al consumidor final.

Es así como los ingenios azucareros asumen un rol de “generadores” y durante la época de zafra contribuyen al sector energético usando fuentes de energía menos

contaminantes (biomasa) y durante el periodo de no zafra o reparación, generan energía eléctrica usando otros combustibles como el carbón bituminoso.

El periodo de zafra o de cosecha de caña y producción de azúcar, generalmente abarca de noviembre de un año a mayo del año siguiente, el resto del año, es denominado “periodo de reparación”. A continuación, en la tabla 7, se muestra la proporción del tiempo de zafra y reparación en un año calendario de 365 días:

Tabla 7
Periodo zafra y reparación de la industria azucarera

Mes	Días zafra	Días reparación
Noviembre	30	
Diciembre	31	
Enero	31	
Febrero	28	
Marzo	31	
Abril	30	
Mayo	14	17
Junio		30
Julio		31
Agosto		31
Septiembre		30
Octubre		31
TOTAL	195	170

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

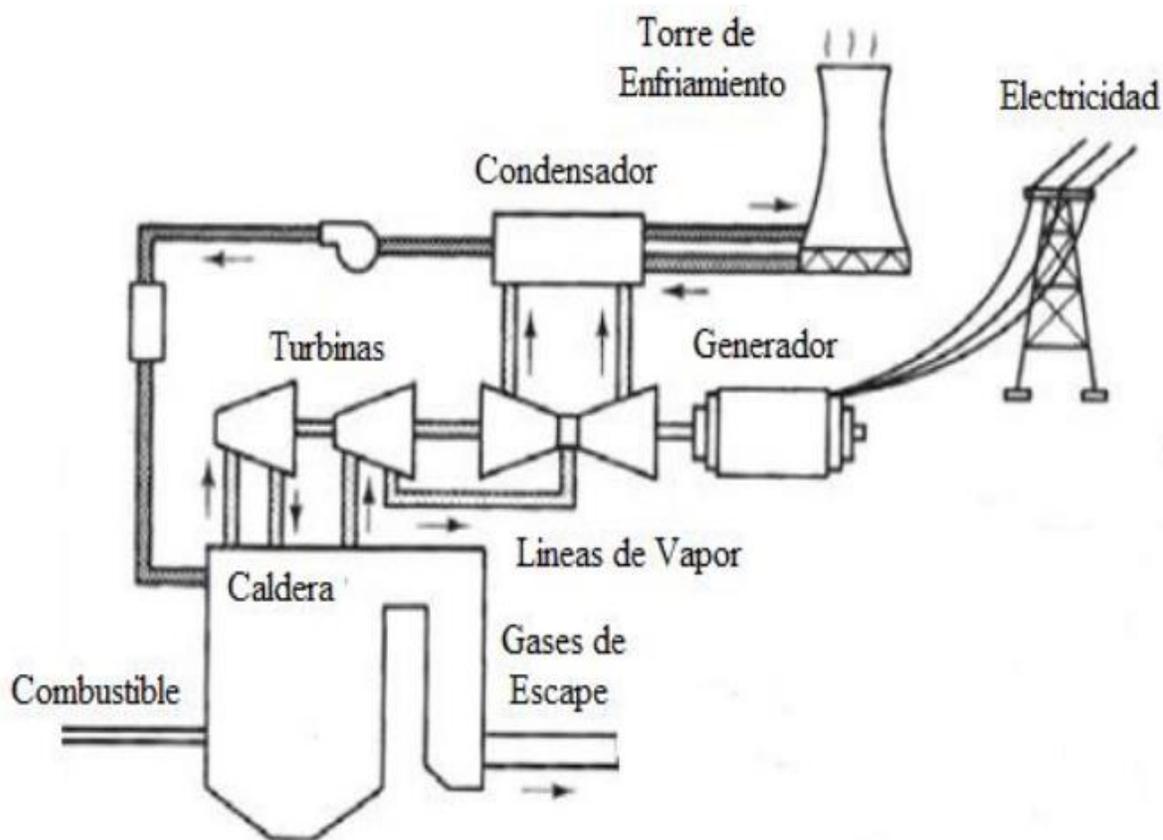
Tal como se indicaba previamente, los ingenios azucareros tienen constante necesidad de energía eléctrica para sus procesos productivos, es decir, autoconsumo, sin embargo, con el paso del tiempo y el aumento en la molienda de caña de azúcar, se ha generado un excedente de biomasa, que al ser usada como combustible de calderas, ofrece una cantidad de energía eléctrica mayor a la necesaria para el autoconsumo, esto permite ofrecerla al mercado eléctrico.

Por la naturaleza del proceso de generación de energía eléctrica en la industria azucarera, donde la generación de energía se deriva de otro proceso, la producción de azúcar de caña, esta es denominada como cogeneración de energía.

La cogeneración en los ingenios azucareros no se detiene en ningún momento, lo que obliga a mantener turnos de trabajo, generalmente divididos en 3 turnos de 8 horas cada uno.

A continuación, en la figura 3, se muestra un esquema general de los elementos que componen una planta de energía eléctrica:

Figura 4
Sistema de cogeneración con turbina de vapor



Fuente: (Masters, 2004)

La premisa de inversión dependiente, considera que ambos procesos (producción de azúcar y generación de energía), crezcan en su conjunto, coexistiendo y permaneciendo en la búsqueda del máximo provecho de ambos en beneficio de los inversionistas, consiguiendo con la nueva inversión, el aumento del valor de la industria en su conjunto.

4.1 Inversión inicial fija para una planta de generación de energía eléctrica

Como parte de la construcción del flujo de efectivo de la inversión en plantas generadoras de energía, es vital considerar la inversión inicial, esta contempla todos los recursos necesarios para la puesta en marcha del proyecto, es decir, incluye aquellos desembolsos indispensables para su inicio y se examinan dentro del año cero del flujo de efectivo. Para efectos de este análisis, es importante resaltar que estos valores consideran la puesta de los equipos en el punto de instalación, incluyendo costos de transporte e instalación, mismos que el proveedor ha incluido en el valor final, así como los honorarios del agente aduanal.

Por otro lado, debido a la naturaleza de los equipos y el uso que tendrá en la industria, específico para la generación de energía eléctrica con biomasa, es decir, energía renovable, cuenta con la exención de derechos arancelarios, incluyendo el impuesto al valor agregado (Congreso de la República de Guatemala, 2003).

En el caso de la inversión inicial en una planta de generación de energía eléctrica en la industria azucarera, se requieren los siguientes equipos:

1. Caldera de vapor (1,500 psi / 220 TM de vapor por hora)
2. Turbogenerador 60 MW con entrada de 1,500 psi
3. Torre de enfriamiento de 3 celdas de enfriamiento

Debido a que cada uno de estos elementos se ha cuantificado de acuerdo a estimaciones de la industria azucarera, se ha estimado el tipo de cambio de referencia de Q.7.70.

Tabla 8
Inversión fija inicial en planta de generación de energía eléctrica

Cant.	Descripción	US\$	Q
1	Caldera de Vapor (1,500 psi)	10,050,000.00	77,385,000.00
1	Torre de Enfriamiento de 3 Celdas	720,000.00	5,544,000.00
1	Turbogenerador 60 MW	9,850,000.00	75,845,000.00
	Total	20,620,000.00	158,774,000.00

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

En términos generales, cada uno de estos elementos cumple una función específica en el proceso de generación de energía, a continuación, se explican brevemente:

1. Caldera de vapor: recipiente totalmente cerrado, operando de forma presurizada, permitiendo a través de un proceso de combustión, transferir calor o energía térmica al agua hasta convertirla en vapor.
2. Torre de enfriamiento: considerado un equipo auxiliar, permite a través del flujo de agua, enfriar o evacuar el calor generado en los procesos de la planta térmica de generación de energía.
3. Turbogenerador: equipo diseñado para convertir la energía contenida en el vapor del agua en energía electromecánica, y el generador a su vez convierte la energía mecánica en energía eléctrica.

4.2 Presupuesto de costos de producción

En consonancia con la construcción del flujo de efectivo de la inversión en plantas generadoras de energía, es indispensable construir un presupuesto de costos de producción, constituyéndose por los egresos necesario contemplar cada uno de los 3 elementos del costo, materia prima, mano de obra y gastos indirectos de fabricación por cada uno de los procesos involucrados en el proceso de generación de energía. Las

áreas que se ven involucradas en la generación de energía son el área de calderas (generación de vapor) y generación de energía como tal.

Para efectos de este caso, se contempla la puesta en marcha de la planta de generación de energía, su producción, ingresos y gastos por el periodo de zafra exclusivamente, comprendido por 195 días corridos, 24 horas diarias, en 3 turnos de 8 horas cada uno, considerando que un MW equivale a 1,000 KW y un GW a 1,000 MW.

De acuerdo a las estimaciones e información obtenida durante la investigación, se cuantifican los elementos del costo de producción, mismos que se verán reflejados a partir del año 1 hasta el año 30 del flujo de efectivo. Esto no significa que el proyecto no pueda seguir funcionando después de este período, muchos de los equipos que existen actualmente, sobrepasan este estimado, aumentando su vida útil gracias a adecuados y constantes mantenimientos, así como monitoreo constante de sus rendimientos.

4.2.1 Materia prima caldera

Para efectos de este estudio y análisis de información, la materia prima a considerar es la biomasa y su impacto financiero en el análisis de la inversión en una planta generadora de energía en la Industria Azucarera.

De acuerdo a información de generación de energía eléctrica de los últimos 10 años, del total de energía eléctrica producida por la industria azucarera, en promedio el 91.91% se genera con biomasa.

Tabla 9
Producción de energía eléctrica con biomasa

Zafra	Generación GWh	Generación GWh bagazo	%
2009 - 2010	1599	1522	95.18
2010 - 2011	1333	1310	98.27
2011 - 2012	1630	1592	97.67
2012 - 2013	1975	1928	97.62
2013 - 2014	2233	2057	92.12
2014 - 2015	2648	2257	85.23
2015 - 2016	2981	2490	83.53
2016 - 2017	2731	2333	85.43
2017 - 2018	2691	2489	92.49
2018 - 2019	2989	2737	91.57
		Promedio	91.91

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

Conforme a la experiencia de la industria azucarera e información obtenida del departamento de cogeneración durante esta investigación, se estima que el bagazo de caña representa una cuarta parte de la caña molida (25%).

De acuerdo a hechos históricos de la industria y apreciaciones obtenidas durante el desarrollo de esta investigación, se considera un costo promedio de Q.105.00 por tonelada de bagazo de caña, materia prima principal del área de calderas, área encargada de la producción de vapor de agua. Este costo puede variar de acuerdo a los rendimientos de cada cosecha y cuyas proyecciones apuntan a disminuir en el futuro. Con cada zafra, se hacen esfuerzos tecnológicos y biológicos para mejorar los rendimientos de la caña de azúcar, con ello, reducción de costos para producción de azúcar y por ende, reducciones en el costo del bagazo de caña.

Con información obtenida del departamento de cogeneración de energía eléctrica y con base en su experiencia y datos históricos proporcionados por la industria, se conoce que una caldera como la propuesta en esta planta generadora, está preparada para producir energía térmica a una capacidad de 220 toneladas de vapor por hora, es decir, su capacidad instalada.

Por otro lado, se propone la molienda de 400,000 toneladas de caña, además teniendo como base la premisa anterior acerca del costo de bagazo de caña, se simulan los egresos por materia prima, mismos que se toman en cuenta a partir del año 1 del flujo de efectivo:

Tabla 10
Materia prima calderas

(cifras en quetzales)

Descripción	Toneladas
Caña a moler	400,000
Bagazo de caña estimado (25%)	100,000
Costo promedio bagazo de caña	Q 105.00
Costo total promedio	Q10,500,000.00

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

En la tabla 10 se puede observar que con la molienda de 400,000 toneladas de caña, se obtendrán aproximadamente 100,000 toneladas de bagazo de caña o biomasa, lo que representa un costo de Q.10,500,000.00, costo de materia prima para el proceso de calderas (producción de vapor).

4.2.2 Mano de obra caldera

Este rubro comprende todos los costos y gastos relacionados al personal que trabajará directamente con la caldera, este personal se distribuirá en 3 turnos de 8 horas cada uno, por un total de 195 días que contempla la zafra, para efectos de contrataciones y los respectivos sueldos y salarios, se contemplará en un periodo de 7 meses.

Este rubro, además de contemplar los salarios, también incluye las prestaciones laborales del personal que participa directamente en el proceso productivo de Calderas y Torres de Enfriamiento, considerando como necesario el siguiente personal:

- Operador de caldera

- Operador de aguas industriales

De acuerdo a los requerimientos de la planta, se ha determinado la necesidad de ocupar posiciones para 3 turnos de trabajo, a continuación, en la tabla 11, se describen sus condiciones salariales por mes y por turno de trabajo en cada una de estas posiciones:

Tabla 11
Mano de obra directa calderas por turno

(cifras en quetzales)

Posición	No. empleados	Salario base	B. legal	Mensual
Operador de caldera	1	3,000.00	250.00	3,250.00
Operador en aguas industriales	1	3,000.00	250.00	3,250.00
Total	2	6,000.00	500.00	6,500.00

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

A continuación, en la tabla 12, se muestra el cálculo correspondiente a mano de obra directa teniendo en cuenta el total del personal necesario para cubrir la operación por 24 horas diarias, considerando los 7 meses que constituyen este caso:

Tabla 12
Total mano de obra directa calderas

(cifras en quetzales)

Posición	No. empleados	Mensual	Total mensual	7 meses
Operadores de caldera	3	3,250.00	9,750.00	68,250.00
Operador en aguas industriales	3	3,250.00	9,750.00	68,250.00
Total	6	6,500.00	19,500.00	136,500.00

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

Aunque el análisis en la inversión en una planta generadora de energía eléctrica se estimará exclusivamente por el periodo de zafra, este personal cuenta con todas las prestaciones y beneficios de ley, razón que hace importante valuar las cargas patronales implícitas, más adelante se verá que la provisión constituye un 43.23% de cargas patronales sobre el salario base del personal contratado en el área de calderas y torre de enfriamiento.

Un rubro importante en el porcentaje de cargas patronales, lo constituye el pago de cuota patronal IGSS, siendo el 12.67% del salario base, este porcentaje busca beneficiar al trabajador de acuerdo a la normativa vigente en el país, permitiéndole acceso a servicios de salud y recreación. El total de las prestaciones de ley, se resumen a continuación:

Tabla 13
Porcentaje prestaciones laborales – provisión mensual

(cifras en porcentajes)

Concepto	Porcentaje	Provisión
Cuota patronal IGSS	12.67%	Mensual
Indemnización	9.72%	Mensual
1/12 Sueldo	8.33%	
1/12 Aguinaldo	0.69%	
1/12 Bono 14	0.69%	
Bono 14	8.33%	Mensual
Aguinaldo	8.33%	Mensual
Vacaciones	4.17%	Mensual
Total % de prestaciones	43.23%	

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

Considerando los porcentajes establecidos anteriormente, a continuación, se muestran los montos a considerar como provisión de prestaciones laborales, calculadas sobre el salario base del personal tomando en cuenta la mano de obra directa en calderas y torre de enfriamiento:

Tabla 14
Cálculo prestaciones laborales caldera

(cifras en quetzales)

Posición	IGSS	Prestaciones	Mensual	7 Meses
Operadores de caldera	1,140.30	2,750.00	3,890.70	27,234.90
Operador en aguas industriales	1,140.30	2,750.00	3,890.70	27,234.90
Total	2,280.60	5,500.00	7,781.40	54,469.80

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

4.2.3 Gastos indirectos de fabricación caldera

Considerando el caso de análisis, se contemplan todos aquellos gastos que se requieran para mantener el adecuado funcionamiento de la caldera y torre de enfriamiento, esto incluye las depreciaciones. La depreciación se calcula bajo el método de línea recta con base en la vida útil estimada, sin considerar valor de desecho (30 años).

Los rubros que componen los gastos de fabricación, se detallan a continuación:

- Químicos tratamiento agua
- Depreciaciones
- Repuestos y mantenimiento

Se estiman los gastos indirectos de fabricación correspondientes al área de calderas, considerando químicos para el tratamiento de agua, depreciaciones de caldera y torre de enfriamiento, siendo que se estima una vida útil de 30 años, de esa forma se depreciarán bajo el método de línea recta. Por otro lado, los repuestos y el mantenimiento de estos equipos se calculan en un factor anual de Q.0.0025 sobre el valor de la inversión inicial asignada a esta área.

Teniendo en cuenta los lineamientos antes planteados, a continuación, en la tabla 15, se cuantifican los gastos indirectos de la siguiente forma:

Tabla 15
Gastos indirectos de fabricación calderas

(cifras en quetzales)

Ord.	Descripción		Parcial GTQ	Total GTQ
1	Materiales indirectos			120,000
	Químicos tratamiento agua		120,000	
2	Depreciaciones (30 años)			2,764,300
	Caldera	77,385,000	2,579,500	
	Torre de enfriamiento	5,544,000	184,800	
3	Gastos de fabricación			207,323
	Repuestos y mantenimiento 0.0025		207,323	
	Total		3,091,623	3,091,623

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

4.2.4 Costo de producción de vapor

De acuerdo a estudios previos hechos por el área de fábrica y generación de energía, el rendimiento de una tonelada de caña es aproximadamente de 0.30015 toneladas de vapor. Para este estudio, se consideran 400,000 toneladas de caña por el factor de 0.30015, obteniendo 120,600 toneladas de vapor. Este factor tendrá variaciones respecto a la humedad contenida en el bagazo, así como el volumen de caña molida.

Considerando los elementos antes descritos, es posible estimar los elementos que integran el costo de producción de calderas y determinar el costo de producción de esta área, obteniendo como producto final, el vapor, cuya unidad de medida será la tonelada.

Para determinar el costo de producción de vapor, se totalizan los costos de materia prima, mano de obra y gastos de fabricación de acuerdo a las consideraciones y referencias obtenidas durante la investigación.

Este costo se traslada al siguiente proceso productivo, generación de energía eléctrica, siendo el vapor la materia prima de este.

Tabla 16
Costo de producción de vapor

(cifras en quetzales)

Costo de producción de vapor		
Materia prima		10,500,000
Bagazo de caña	10,500,000	
Mano de obra		190,970
Mano de obra directa	136,500	
Cuota patronal IGSS	15,964	
Prestaciones laborales	38,506	
Gastos de fabricación		3,091,623
Materiales indirectos	120,000	
Depreciaciones	2,764,300	
Repuestos y mantenimiento	207,323	
Costo de producción de vapor		13,782,593
Toneladas de vapor producidas		120,060
Costo por tonelada de vapor		114.80

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

4.2.5 Materia prima turbogenerador

En concordancia con el proceso continuo de la generación de energía eléctrica, en el área de turbogenerador se recibe el vapor, elemento que permite el movimiento de las turbinas y a su vez, generación de energía eléctrica, constituyéndose como materia prima en esta área, es decir, el costo del vapor se constituye como la materia prima en el proceso del turbogenerador, equivalente a Q.13,782,593.

4.2.6 Mano de obra turbogenerador

Este rubro comprende todos los costos y gastos relacionados al personal que trabajará directamente con el turbogenerador, este personal se distribuirá en 3 turnos de 8 horas cada uno, por un total de 195 días que contempla la zafra, para efectos de sueldos y salarios, se contemplará en un periodo de 7 meses.

Este rubro, además de los salarios, también incluye las prestaciones laborales del siguiente personal:

- Operadores de turbina
- Mecánicos especiales
- Electricistas
- Mecánicos
- Ayudantes de mecánico

De acuerdo a las necesidades de personal, se ha determinado que se necesitan ocupar posiciones para 3 turnos de trabajo, a continuación, en la tabla 17, se describen sus condiciones salariales por mes y por turno laboral:

Tabla 17
Mano de obra directa turbogenerador por turno

(cifras en quetzales)

Posición	No. empleados	Salario base	B. legal	Mensual
Operadores de turbina	1	3,500.00	250.00	3,750.00
Mecánicos especiales	1	3,500.00	250.00	3,750.00
Electricistas	1	4,100.00	250.00	4,350.00
Mecánicos	1	4,900.00	250.00	5,150.00
Ayudantes de mecánico	4	3,000.00	250.00	3,250.00
Total	8	19,000.00	1,250.00	20,250.00

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

A continuación, se muestra el cálculo correspondiente a mano de obra directa teniendo en cuenta el total del personal necesario para cubrir la operación por 24 horas diarias, es decir, triplicar el personal considerado en la tabla 17, quedando como sigue:

Tabla 18
Total mano de obra directa turbogenerador

(cifras en quetzales)

Posición	No. empleados	Mensual	Total mensual	7 meses
Operadores de turbina	3	3,750.00	11,250.00	78,750.00
Mecánicos especiales	3	3,750.00	11,250.00	78,750.00
Electricistas	3	4,350.00	13,050.00	91,350.00
Mecánicos	3	5,150.00	15,450.00	108,150.00
Ayudantes de mecánico	12	3,250.00	39,000.00	273,000.00
Total	24	20,250.00	90,000.00	630,000.00

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

Aunque el proyecto de inversión en una planta generadora de energía eléctrica se estimará exclusivamente por el periodo de zafra, este personal cuenta con todas las prestaciones y beneficios de ley, lo que constituye un 43.23% de cargas patronales sobre el salario base del personal contratado en el área de generación (tabla 13).

A continuación, en la tabla 19, se muestran los montos a considerar como provisión de prestaciones laborales, calculadas sobre el salario base del personal considerado como mano de obra directa:

Tabla 19
Cálculo prestaciones laborales turbogenerador

(cifras en quetzales)

Posición	IGSS	Prestaciones	Mensual	7 meses
Operadores de turbina	1,330.35	3,208.80	4,539.15	31,774.05
Mecánicos especiales	1,330.35	3,208.80	4,539.15	31,774.05
Electricistas	1,558.41	3,758.88	5,317.29	37,221.03
Mecánicos	1,862.49	4,491.32	6,354.81	44,483.67
Ayudantes de mecánico	4,561.20	11,000.60	15,562.80	108,939.60
Total	10,642.80	25,670.40	36,313.20	254,192.40

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

4.2.7 Gastos indirectos de fabricación turbogenerador

Considerando el caso de análisis, se contemplan todos aquellos gastos que se requieran para mantener en funcionamiento el turbogenerador, esto incluye las depreciaciones. La depreciación se calcula bajo el método de línea recta con base en la vida útil estimada, sin considerar valor de desecho (30 años).

Los elementos que componen este rubro son los siguientes:

- Materiales indirectos
- Depreciaciones
- Repuestos y mantenimiento

A continuación, en la tabla 20, se estiman los gastos indirectos de fabricación correspondientes al área de turbogenerador. Se considera aceite para lubricación de turbogenerador, depreciaciones del turbogenerador, siendo que se estima una vida útil de 30 años, de esa forma se depreciarán bajo el método de línea recta. Por otro lado, los repuestos y el mantenimiento de este equipo se calculan en un factor anual de Q.0.0025 sobre el valor de la inversión inicial asignada a esta área:

Tabla 20
Gastos indirectos de fabricación turbogenerador

(cifras en quetzales)

Ord.	Descripción	Parcial GTQ	Total GTQ
1	Materiales indirectos		55,000
	Aceite lubricación turbogenerador	55,000	
2	Depreciaciones (30 años)		2,528,167
	Turbogenerador	75,845,000	2,528,167
3	Gastos de fabricación		189,613
	Repuestos y mantenimiento 0.0025	189,613	
	Total	2,772,871	2,772,871

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

4.2.8 Costo de producción de energía eléctrica

Al concluir la determinación de los elementos del costo de producción en el área de turbogenerador, es posible cuantificar los montos estimados de producción y costos asociados.

De acuerdo con estudios previos hechos por el área de fábrica y generación de energía, para producir un MW se necesitan aproximadamente 2.3358 toneladas de vapor. Bajo esta premisa y considerando todos los costos asociados al costo de producir energía eléctrica; a continuación, en la tabla 21, se determina el costo por megavatio (MW) y por kilovatio (KW), es importante presentarlo en ambas unidades de medida, considerando que la venta se proyecta en KW, pero es más común mostrar la generación en mayores volúmenes (MW):

Tabla 21
Costo de producción de energía eléctrica

(cifras en quetzales)

Costo de producción energía eléctrica		
Materia prima		13,782,593
Vapor de agua	13,790,106	
Mano de obra		884,193
Mano de obra directa	630,000	
Cuota patronal IGSS	74,500	
Prestaciones laborales	179,693	
Gastos de fabricación		2,772,780
Materiales indirectos	55,000	
Depreciaciones	2,528,167	
Repuestos y mantenimiento	189,613	
Costo de producción energía eléctrica		17,439,566
MW de energía eléctrica generada		51,400
Costo por MW generado		339.29
KW de energía eléctrica generada		51,400,000
Costo por KW generado		0.34

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

4.3 Presupuesto de ingresos

Este presupuesto estima los ingresos que se tendrán por ventas en un periodo determinado, es importante considerar la mayor cantidad de variables posibles, lo que permitirá hacer el pronóstico más cercano a la realidad en las condiciones previstas.

La planta generadora de energía eléctrica sujeta de estudio, tiene capacidad de producir 60MW por hora, sin embargo, de acuerdo a estudios técnicos de los equipos, se estima una operación óptima al 95% de su capacidad instalada, es decir 57MW durante 24 horas al día, los 195 días que comprende el periodo de zafra, el restante 5% corresponde a

paradas para revisiones o imprevistos menores. A continuación, en la tabla 22, se detallan los factores que intervienen en la capacidad óptima de producción:

Tabla 22
Capacidad óptima de producción

Capacidad óptima de producción		
Turbogenerador 60MW por Hora	Al 95%	57 MW
Capacidad Producción MW (195 días * 24 horas)		266,760
Capacidad Producción KW (MW * 1,000)		266,760,000

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

Un factor importante para presupuestar ingresos, es el precio de venta de la energía eléctrica, en estas condiciones y de acuerdo a estimaciones de la Industria, para el año 1 se calcula en US\$.0.072 por KWh, este tendrá conversión al tipo de cambio de referencia de Q.7.70. De acuerdo a al costo de producción de energía eléctrica, para el año 1, la producción será de 51,400,000 KW, lo que representa ingresos por:

Tabla 23
Ingresos por venta de energía eléctrica año 1

Año	195 días de operación KW	Precio KW US\$	Ingresos por ventas energía US\$	Tipo de cambio	Ingresos por ventas (Q)
1	51,400,000	0.072	3,700,800	7.70	28,496,160

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

Teniendo en cuenta la capacidad óptima fijada para el equipo en relación a la producción del año 1, únicamente se ocupará el 19.27%:

Tabla 24
Capacidad ocupada año 1

Capacidad ocupada año 1		
Descripción	KW	%
Capacidad producción KW (MW * 1,000)	266,760,000	100.00%
Producción año 1 (KW)	51,400,000	19.27%

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

Como referencia de la proyección de los ingresos, se toma como base la proyección de la demanda de energía eléctrica estimada por el Ministerio de Energía y Minas (Plan de Expansión Indicativo Sist. de Generación, 2020), en ella se definen distintos escenarios de crecimiento desde el año 2020 hasta el año 2050; considerando un crecimiento bajo, medio y alto, de acuerdo a los estudios hechos, año con año se observan valores positivos, lo que incentiva la inversión en este sector.

Como se observa, en los 3 escenarios es muy probable conseguir un ingreso creciente superior al 15% anual que se sugiere en este estudio a partir del año 1 hasta alcanzar la capacidad óptima de producción al cabo de los 30 años de la inversión. En el año 1 de la operación de la planta generadora de energía, se sugiere una generación de 51GW de energía eléctrica, durante el año 2 sugiere una generación de 59GW, cantidad que aumenta hasta alcanzar su capacidad óptima en el año 13, por un total de 267GW. Por este mismo periodo de tiempo, se estima un aumento en la demanda para el año 2 de la inversión, en 182 GW, es decir, la nueva inversión podrá hacer parte de la respuesta a esta demanda por los 30 años proyectados, siendo su crecimiento de forma gradual y en respuesta a la demanda del mercado.

En la tabla 25 se visualiza la proyección de la demanda de energía eléctrica desde el año 2020 hasta el 2050, teniendo aumentos año con año; dichos aumentos se muestran en las columnas +bajo, +medio y +alto. En todos los escenarios, existe oportunidad para la nueva planta de generación de energía.

Tabla 25
Demanda de energía eléctrica en GWh

Año	Bajo	Medio	Alto	+ Bajo	+ Medio	+ Alto
2020	11,363	11,462	11,513			
2021	11,545	11,824	12,013	182	362	500
2022	11,746	12,198	12,550	201	374	537
2023	11,973	12,567	13,085	227	369	535
2024	12,196	12,961	13,654	223	394	569
2025	12,431	13,367	14,252	235	406	598
2026	12,627	13,799	14,866	196	432	614
2027	12,843	14,215	15,556	216	416	690
2028	13,067	14,633	16,227	224	418	671
2029	13,334	15,074	16,920	267	441	693
2030	13,536	15,513	17,689	202	439	769
2031	13,747	15,978	18,511	211	465	822
2032	13,957	16,431	19,337	210	453	826
2033	14,195	16,917	20,163	238	486	826
2034	14,396	17,481	21,072	201	564	909
2035	14,652	17,987	22,011	256	506	939
2036	14,890	18,558	22,946	238	571	935
2037	15,141	19,175	23,966	251	617	1020
2038	15,412	19,802	25,052	271	627	1086
2039	15,668	20,464	26,182	256	662	1130
2040	15,959	21,096	27,314	291	632	1132
2041	16,259	21,723	28,587	300	627	1273
2042	16,580	22,368	29,895	321	645	1308
2043	16,906	23,019	31,261	326	651	1366
2044	17,185	23,745	32,679	279	726	1418
2045	17,496	24,494	34,186	311	749	1507
2046	17,832	25,249	35,766	336	755	1580
2047	18,135	26,035	37,321	303	786	1555

2048	18,376	26,801	38,964	241	766	1643
2049	18,635	27,526	40,688	259	725	1724
2050	18,940	28,345	42,510	305	819	1822

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

Como se observa en la tabla 25, el aumento de la demanda ofrece perspectivas optimistas para el subsector de energía eléctrica en los próximos 30 años, escenario que incentiva la inversión en nuevos proyectos. Esta información corresponde a estimaciones del mercado durante 30 años y brinda base sólida a los 3 escenarios a evaluar.

Considerando un escenario austero, no se contempla un aumento en el precio de la energía eléctrica, únicamente un aumento en oferta. La proyección de ingresos queda como sigue en la tabla 26:

Tabla 26
Ingresos por venta de energía eléctrica (30 años)

Año	195 días de operación al año KW-h	Precio KW US\$	Ingresos por ventas energía US\$	Tipo de cambio	Ingresos por ventas (Q)
1	51,400,000	0.072	3,700,800	7.70	28,496,160
2	59,110,000	0.072	4,255,920	7.70	32,770,584
3	67,976,500	0.072	4,894,308	7.70	37,686,172
4	78,172,975	0.072	5,628,454	7.70	43,339,097
5	89,898,921	0.072	6,472,722	7.70	49,839,962
6	103,383,759	0.072	7,443,631	7.70	57,315,956
7	118,891,323	0.072	8,560,175	7.70	65,913,350
8	136,725,022	0.072	9,844,202	7.70	75,800,352
9	157,233,775	0.072	11,320,832	7.70	87,170,405
10	180,818,841	0.072	13,018,957	7.70	100,245,966
11	207,941,668	0.072	14,971,800	7.70	115,282,861
12	239,132,918	0.072	17,217,570	7.70	132,575,290
13	266,760,000	0.072	19,206,720	7.70	147,891,744
14	266,760,000	0.072	19,206,720	7.70	147,891,744
15	266,760,000	0.072	19,206,720	7.70	147,891,744
16	266,760,000	0.072	19,206,720	7.70	147,891,744
17	266,760,000	0.072	19,206,720	7.70	147,891,744

18	266,760,000	0.072	19,206,720	7.70	147,891,744
19	266,760,000	0.072	19,206,720	7.70	147,891,744
20	266,760,000	0.072	19,206,720	7.70	147,891,744
21	266,760,000	0.072	19,206,720	7.70	147,891,744
22	266,760,000	0.072	19,206,720	7.70	147,891,744
23	266,760,000	0.072	19,206,720	7.70	147,891,744
24	266,760,000	0.072	19,206,720	7.70	147,891,744
25	266,760,000	0.072	19,206,720	7.70	147,891,744
26	266,760,000	0.072	19,206,720	7.70	147,891,744
27	266,760,000	0.072	19,206,720	7.70	147,891,744
28	266,760,000	0.072	19,206,720	7.70	147,891,744
29	266,760,000	0.072	19,206,720	7.70	147,891,744
30	266,760,000	0.072	19,206,720	7.70	147,891,744

Total 30 años

3,488,487,546

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

4.4 Análisis de escenarios

El flujo de efectivo es el instrumento que permite evaluar el desempeño financiero de la inversión en una planta de generación de energía eléctrica, incluye la determinación de tasa interna de retorno y valor actual neto.

Para efectos de este análisis, se establece como condición determinante para aceptar la inversión, que esta arroje un rendimiento superior a la tasa mínima atractiva de retorno, equivalente al 20%.

Con el fin de estructurar el flujo de efectivo, se considera en primera instancia, la vida útil del activo, es decir, el periodo de tiempo por el cual estará al servicio del proyecto, se requiere contemplar lo siguiente:

- Ingresos
- Egresos
- Flujo neto anual

4.4.1 Flujo de efectivo realista

El análisis de escenarios de la inversión requiere definir variables importantes que componen el flujo de efectivo y distintos presupuestos; en primera instancia se desarrolla un escenario realista, y se consideran las siguientes variables:

1. Se estima que los ingresos aumentarán en un 15% anual a partir del año 2 hasta alcanzar la capacidad óptima de producción de la planta de generación de energía eléctrica.
2. De acuerdo a estimaciones de la industria, las mejoras en rendimientos del bagazo de caña y la reducción en tiempo ocioso, se estima un aumento en el costo de producción de un 5% anual a partir del año 2. Con el aumento de la producción de energía, se reduce el tiempo ocioso, lo que implica mayor contención del calor generado por el bagazo de caña, lo que demanda menos bagazo para mantener las temperaturas deseadas.
3. Las depreciaciones hacen parte del costo de producción, sin embargo, al ser partidas no monetarias, se restan del flujo de cada año, a fin de mostrar los flujos de efectivo únicamente. Estos montos son los siguientes:

Tabla 27
Depreciaciones planta generadora de energía

Descripción	Costo	Depreciación anual
Caldera	77,385,000	2,579,500
Torre de enfriamiento	5,544,000	184,800
Turbogenerador	75,845,000	2,528,167
Total	158,774,000	5,292,467

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

Teniendo en cuenta las premisas anteriores, se ha desarrollado el flujo de efectivo, partiendo del año 0 (inversión inicial) hasta el año 30, reflejando los ingresos estimados

detallados en la tabla 26; la inversión inicial se detalla en la tabla 8 y el costo de producción de energía eléctrica se expone en la tabla 21.

Tabla 28
Flujo de efectivo inversión planta generadora de energía a 30 años

(Cifras en millones de quetzales)

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos						
Ingresos por ventas		28,496	32,771	37,686	43,339	49,840
Total de ingresos	-	28,496	32,771	37,686	43,339	49,840
Egresos						
Inversión fija inicial	158,774					
Costo de producción		17,440	18,312	19,227	20,188	21,198
Total Egresos	158,774	17,440	18,312	19,227	20,188	21,198
Utilidad Neta	(158,774)	11,056	14,459	18,459	23,151	28,642
(+) Depreciaciones		5,292	5,292	5,292	5,292	5,292
Flujo neto anual	(158,774)	16,348	19,751	23,751	28,443	33,934

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

Tabla 28
Flujo de efectivo inversión planta generadora de energía a 30 años

(Cifras en Millones de Quetzales)

Descripción	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11
Ingresos						
Ingresos por ventas	57,316	65,913	75,800	87,170	100,246	115,283
Total de ingresos	57,316	65,913	75,800	87,170	100,246	115,283
Egresos						
Inversión fija inicial						
Costo de producción	22,258	23,371	24,539	25,766	27,054	28,407
Total Egresos	22,258	23,371	24,539	25,766	27,054	28,407
Utilidad Neta	35,058	42,542	51,261	61,404	73,190	86,876
(+) Depreciaciones	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292
Flujo neto anual	40,350	47,834	56,553	66,696	78,482	92,168

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

Tabla 28
Flujo de efectivo inversión planta generadora de energía a 30 años

(Cifras en Millones de Quetzales)

Descripción	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Ingresos						
Ingresos por ventas	132,575	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892
Total de ingresos	132,575	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892
Egresos						
Inversión fija inicial						
Costo de producción	29,828	31,319	32,885	34,529	36,256	38,068
Total Egresos	29,828	31,319	32,885	34,529	36,256	38,068
Utilidad Neta	102,747	116,573	115,007	113,363	111,636	109,824
(+) Depreciaciones	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292
Flujo neto anual	108,039	121,865	120,299	118,655	116,928	115,116

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

Tabla 28
Flujo de efectivo inversión planta generadora de energía a 30 años

(Cifras en Millones de Quetzales)

Descripción	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23
Ingresos						
Ingresos por ventas	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892
Total de ingresos	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892
Egresos						
Inversión fija inicial						
Costo de producción	39,972	41,970	44,069	46,272	48,586	51,015
Total Egresos	39,972	41,970	44,069	46,272	48,586	51,015
Utilidad Neta	107,920	105,922	103,823	101,620	99,306	96,877
(+) Depreciaciones	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292
Flujo neto anual	113,212	111,214	109,115	106,912	104,598	102,169

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

Tabla 28
Flujo de efectivo inversión planta generadora de energía a 30 años

(Cifras en Millones de Quetzales)

Descripción	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
Ingresos							
Ingresos por ventas	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892
Total de ingresos	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892
Egresos							
Inversión fija inicial							
Costo de producción	53,566	56,244	59,057	62,009	65,110	68,365	71,784
Total Egresos	53,566	56,244	59,057	62,009	65,110	68,365	71,784
Utilidad Neta	94,326	91,648	88,835	85,883	82,782	79,527	76,108
(+) Depreciaciones	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292
Flujo neto anual	99,618	96,940	94,127	91,175	88,074	84,819	81,400

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

4.4.2 Valor actual neto (VAN)

Contando con el flujo de efectivo de la inversión a 30 años plazo, ahora es posible determinar el valor actual neto. Este se obtiene al traer a valor presente todos los flujos futuros que genere la planta de generación de energía eléctrica por los próximos 30 años, descontados a una tasa mínima atractiva de retorno, ponderada en 20%, misma tasa que fue identificada por los inversionistas como condición para invertir en la planta generadora de energía.

Para determinar el valor actual neto de la inversión se hará uso de los flujos netos anuales obtenido del flujo de efectivo (tabla 28), cada uno será traído a valor presente con el uso de la siguiente fórmula financiera:

$$VAN = \frac{f1}{(1+i)^{n1}} + \frac{f2}{(1+i)^{n2}} + \frac{f3}{(1+i)^{n3}} + \dots - I_0$$

En esta fórmula, se reemplazan f1, f2y siguientes, por los flujos netos anuales del año correspondiente, hasta completar los 30 años proyectados; estos se dividen entre el factor obtenido de la tasa atractiva de retorno (20%) sumando la unidad y elevándolo al año correspondiente. Luego de efectuar esta operación por cada uno de los 30 años, se totalizan y se resta la inversión inicial, con esto se obtiene el valor actual neto de la inversión.

Actualmente determinar este valor es posible de manera inmediata con el uso de una hoja electrónica en donde se descuentan los flujos de efectivo anual neto de cada año a una tasa expresa, a este valor se le resta el valor de la inversión inicial, indicada en el año 0 y se obtiene el valor actual neto (VAN).

De acuerdo a la información obtenida del flujo de efectivo por los flujos futuros del año 1 al 30, se obtiene un valor actual neto de Q.219,955.59 millones de Quetzales:

Figura 5
Cálculo de VAN en hoja electrónica

Argumentos de función

VNA

Tasa .20 = 0.2

Valor1 C23:AF23 = {16349.0628,19751.5086066667,2375...

Valor2 = número

= 219955.5866

Devuelve el valor neto presente de una inversión a partir de una tasa de descuento y una serie de pagos futuros (valores negativos) y entradas (valores positivos).

Valor1: valor1;valor2;... son de 1 a 254 pagos e ingresos, igualmente espaciados y que tienen lugar al final de cada período.

Resultado de la fórmula = 219,956

[Ayuda sobre esta función](#)

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

A este valor, aún debe restarse el monto de la inversión inicial, que asciende a Q.158,774 millones de quetzales, valor que no necesita ningún cálculo de valor actual puesto que es el valor presente, ya es valor actual; de esta resta, se obtiene Q.61,182 millones de quetzales, al ser un valor positivo, nos da el primer indicio acerca de los rendimientos de la inversión, refleja que los flujos futuros cubren en su totalidad el valor de la inversión inicial y dejan un excedente o margen de utilidad de Q.61,182 millones de quetzales.

4.4.3 Tasa interna de retorno (TIR)

Es la tasa que descontará todos los flujos de entrada de efectivo de modo que la suma de sus importes descontados (esto es, el valor actual total) será exactamente igual a los flujos de salida iniciales. Esta tasa se obtiene de reemplazar valores en la siguiente fórmula financiera:

$$TIR = [-I + [\frac{fc}{(1+X)^n}] \dots]$$

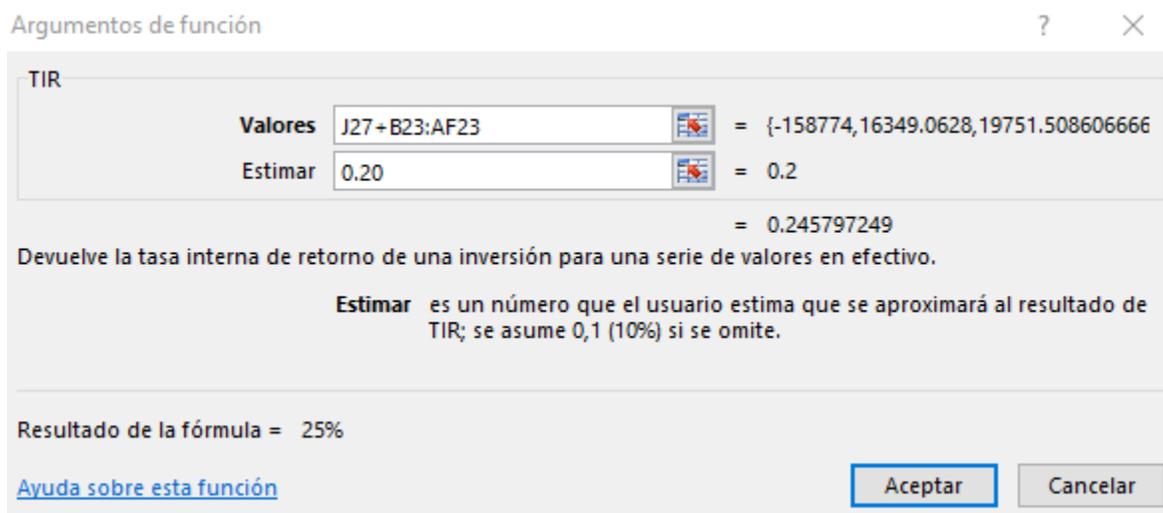
En donde “fc” debe sustituirse por cada flujo neto anual, dividido por la tasa mínima atractiva (tasa deseada por los inversionistas) más la unidad, elevada al año a descontar.

Este cálculo se repite por cada uno de los 30 años que componen el flujo de efectivo de la inversión y se suman, restándola del valor de la inversión inicial.

Nuevamente se hace uso de herramientas electrónicas para poder facilitar la obtención del valor de la inversión en términos porcentuales. En la hoja electrónica es necesario ingresar el rango de flujos de efectivo a considerar, incluyendo el año 0 o de inversión inicial. Además, es necesario incluir la tasa mínima atractiva para ejecutar la inversión, en este caso, el 20%.

Al ingresar esta información en los argumentos de la función, se obtiene un 24.58%, tasa que es superior a la tasa mínima atractiva requerida, lo que es coherente con el VAN que resultó positivo, es decir sobrepasa los flujos de la inversión inicial.

Figura 6
Cálculo de TIR en hoja electrónica



Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

4.4.4 Flujo de efectivo optimista

El análisis de este escenario considera las siguientes variables:

1. Se estima que los ingresos aumentarán en un 15% anual a partir del año 2 hasta alcanzar la capacidad óptima de producción de la planta de generación de energía eléctrica.
2. Se anticipa un aumento en el precio por KW, como mínimo se contemplan US\$.0.0005 por año a partir del año 2 hasta el año 30.
3. De acuerdo a estimaciones de la industria, las mejoras en rendimientos del bagazo de caña y la reducción en tiempo ocioso, se estima un aumento en el costo de producción de un 5% anual a partir del año 2. Con el aumento de la producción de energía, se reduce el tiempo ocioso, lo que implica mayor contención del calor generado por el bagazo de caña, lo que demanda menos bagazo para mantener las temperaturas deseadas.

4. Las depreciaciones hacen parte del costo de producción (tabla 27), sin embargo, al ser partidas no monetarias, se restan del flujo de cada año, a fin de mostrar los flujos de efectivo únicamente.

A diferencia del escenario conservador, además de la inversión inicial que se detalla en la tabla 8 y el costo de producción de energía eléctrica se expone en la tabla 21, se desarrolla una nueva proyección de ingresos, que además de considerar el aumento gradual de las ventas de energía, considera un aumento en el precio, cabe mencionar que es un aumento mínimo esperado, pudiendo superar estos valores de acuerdo a las negociaciones y demandas del mercado.

A continuación, en la tabla 29, se integran los ingresos por venta de energía por los próximos 30 años, de acuerdo a las variables 1 y 2 antes descritas:

Tabla 29
Ingresos por venta de energía eléctrica (30 años)

Año	195 días de operación al año KW-h	Precio KW US\$	Ingresos por ventas energía US\$	Tipo de cambio	Ingresos por ventas (Q)
1	51,400,000	0.0720	3,700,800	7.70	28,496,160
2	59,110,000	0.0725	4,285,475	7.70	32,998,158
3	67,976,500	0.0730	4,962,285	7.70	38,209,591
4	78,172,975	0.0735	5,745,714	7.70	44,241,995
5	89,898,921	0.0740	6,652,520	7.70	51,224,405
6	103,383,759	0.0745	7,702,090	7.70	59,306,094
7	118,891,323	0.0750	8,916,849	7.70	68,659,739
8	136,725,022	0.0755	10,322,739	7.70	79,485,091
9	157,233,775	0.0760	11,949,767	7.70	92,013,205
10	180,818,841	0.0765	13,832,641	7.70	106,511,339
11	207,941,668	0.0770	16,011,508	7.70	123,288,615
12	239,132,918	0.0775	18,532,801	7.70	142,702,569
13	266,760,000	0.0780	20,807,280	7.70	160,216,056
14	266,760,000	0.0785	20,940,660	7.70	161,243,082
15	266,760,000	0.0790	21,074,040	7.70	162,270,108
16	266,760,000	0.0795	21,207,420	7.70	163,297,134
17	266,760,000	0.0800	21,340,800	7.70	164,324,160
18	266,760,000	0.0805	21,474,180	7.70	165,351,186
19	266,760,000	0.0810	21,607,560	7.70	166,378,212

20	266,760,000	0.0815	21,740,940	7.70	167,405,238
21	266,760,000	0.0820	21,874,320	7.70	168,432,264
22	266,760,000	0.0825	22,007,700	7.70	169,459,290
23	266,760,000	0.0830	22,141,080	7.70	170,486,316
24	266,760,000	0.0835	22,274,460	7.70	171,513,342
25	266,760,000	0.0840	22,407,840	7.70	172,540,368
26	266,760,000	0.0845	22,541,220	7.70	173,567,394
27	266,760,000	0.0850	22,674,600	7.70	174,594,420
28	266,760,000	0.0855	22,807,980	7.70	175,621,446
29	266,760,000	0.0860	22,941,360	7.70	176,648,472
30	266,760,000	0.0865	23,074,740	7.70	177,675,498

Total 30 años

3,908,160,946

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

Tabla 30
Flujo de efectivo inversión planta generadora de energía a 30 años

(Cifras en Millones de Quetzales)

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos						
Ingresos por ventas		28,496	32,998	38,210	44,242	51,224
Total de ingresos	-	28,496	32,998	38,210	44,242	51,224
Egresos						
Inversión fija inicial	158,774					
Costo de producción		17,440	18,312	19,227	20,188	21,198
Total Egresos	158,774	17,440	18,312	19,227	20,188	21,198
Utilidad Neta	(158,774)	11,056	14,686	18,983	24,054	30,026
(+) Depreciaciones		5,292	5,292	5,292	5,292	5,292
Flujo neto anual	(158,774)	16,348	19,978	24,275	29,346	35,318

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

Tabla 30
Flujo de efectivo inversión planta generadora de energía a 30 años

(Cifras en Millones de Quetzales)

Descripción	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11
Ingresos						
Ingresos por ventas	59,306	68,660	79,485	92,013	106,511	123,289
Total de ingresos	59,306	68,660	79,485	92,013	106,511	123,289
Egresos						
Inversión fija inicial						
Costo de producción	22,258	23,371	24,539	25,766	27,054	28,407
Total Egresos	22,258	23,371	24,539	25,766	27,054	28,407
Utilidad Neta	37,048	45,289	54,946	66,247	79,457	94,882
(+) Depreciaciones	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292
Flujo neto anual	42,340	50,581	60,238	71,539	84,749	100,174

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

Tabla 30
Flujo de efectivo inversión planta generadora de energía a 30 años

(Cifras en Millones de Quetzales)

Descripción	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Ingresos						
Ingresos por ventas	142,703	160,216	161,243	162,270	163,297	164,324
Total de ingresos	142,703	160,216	161,243	162,270	163,297	164,324
Egresos						
Inversión fija inicial						
Costo de producción	29,828	31,319	32,885	34,529	36,256	38,068
Total Egresos	29,828	31,319	32,885	34,529	36,256	38,068
Utilidad Neta	112,875	128,897	128,358	127,741	127,041	126,256
(+) Depreciaciones	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292
Flujo neto anual	118,167	134,189	133,650	133,033	132,333	131,548

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

Tabla 30
Flujo de efectivo inversión planta generadora de energía a 30 años

(Cifras en Millones de Quetzales)

Descripción	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23
Ingresos						
Ingresos por ventas	165,351	166,378	167,405	168,432	169,459	170,486
Total de ingresos	165,351	166,378	167,405	168,432	169,459	170,486
Egresos						
Inversión fija inicial						
Costo de producción	39,972	41,970	44,069	46,272	48,586	51,015
Total egresos	39,972	41,970	44,069	46,272	48,586	51,015
Utilidad neta	125,379	124,408	123,336	122,160	120,873	119,471
(+) Depreciaciones	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292
Flujo neto anual	130,671	129,700	128,628	127,452	126,165	124,763

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

Tabla 30
Flujo de efectivo inversión planta generadora de energía a 30 años

(Cifras en Millones de Quetzales)

Descripción	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
Ingresos							
Ingresos por ventas	171,513	172,540	173,567	174,594	175,621	176,648	177,675
Total de ingresos	171,513	172,540	173,567	174,594	175,621	176,648	177,675
Egresos							
Inversión fija inicial							
Costo de producción	53,566	56,244	59,057	62,009	65,110	68,365	71,784
Total egresos	53,566	56,244	59,057	62,009	65,110	68,365	71,784
Utilidad neta	117,947	116,296	114,510	112,585	110,511	108,283	105,891
(+) Depreciaciones	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292
Flujo neto anual	123,239	121,588	119,802	117,877	115,803	113,575	111,183

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

4.4.5 Valor actual neto (VAN)

Contando con el flujo de efectivo de la inversión a 30 años plazo, ahora es posible determinar el valor actual neto. Este se obtiene al traer a valor presente todos los flujos futuros que genere la planta de generación de energía eléctrica por los próximos 30 años, descontados a una tasa mínima atractiva de retorno, ponderada en 20%, misma tasa que fue identificada por los inversionistas como condición para invertir en la planta generadora de energía.

Para determinar el valor actual neto de la inversión se hará uso de los flujos netos anuales obtenido del flujo de efectivo (tabla 29), cada uno será traído a valor presente con el uso de la siguiente fórmula financiera:

$$VAN = \frac{f_1}{(1+i)^{n_1}} + \frac{f_2}{(1+i)^{n_2}} + \frac{f_3}{(1+i)^{n_3}} + \dots - I_0$$

En esta fórmula, se reemplazan f_1 , f_2 y siguientes, por los flujos netos anuales del año correspondiente, hasta completar los 30 años proyectados; estos se dividen entre el factor obtenido de la tasa atractiva de retorno (20%) sumando la unidad y elevándolo al año correspondiente. Luego de efectuar esta operación por cada uno de los 30 años, se totalizan y se resta la inversión inicial, con esto se obtiene el valor actual neto de la inversión.

Actualmente determinar este valor es posible de manera inmediata con el uso de una hoja electrónica en donde se descuentan los flujos de efectivo anual neto de cada año a una tasa expresa, a este valor se le resta el valor de la inversión inicial, indicada en el año 0 y se obtiene el valor actual neto (VAN).

De acuerdo a la información obtenida del flujo de efectivo por los flujos futuros del año 1 al 30, se obtiene un valor actual neto de Q.236,895.84 millones de Quetzales:

Figura 7
Cálculo de VAN en hoja electrónica

Argumentos de función ? X

VNA

Tasa	<input type="text" value=".20"/>	=	0.2
Valor1	<input type="text" value="C23:AF23"/>	=	{16349.0628,19979.0821066667,2427...
Valor2	<input type="text"/>	=	número

= 236895.8355

Devuelve el valor neto presente de una inversión a partir de una tasa de descuento y una serie de pagos futuros (valores negativos) y entradas (valores positivos).

Tasa: es la tasa de descuento durante un período.

Resultado de la fórmula = 236,896

[Ayuda sobre esta función](#)

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

A este valor, se restará el monto de la inversión inicial, que asciende a Q.158,774 millones de quetzales, valor que no necesita ningún cálculo de valor actual puesto que es el valor presente, ya es valor actual; de esta resta, obtenemos Q.78,122 millones de quetzales, al ser un valor positivo, nos da el primer indicio acerca de los rendimientos de la inversión, refleja que los flujos futuros cubren en su totalidad el valor de la inversión inicial y dejan un excedente o margen de utilidad de Q.78,122 millones de quetzales.

4.4.6 Tasa interna de retorno (TIR)

Es la tasa que descontará todos los flujos de entrada de efectivo de modo que la suma de sus importes descontados (esto es, el valor actual total) será exactamente igual a los flujos de salida iniciales. Esta tasa se obtiene de reemplazar valores en la siguiente fórmula financiera:

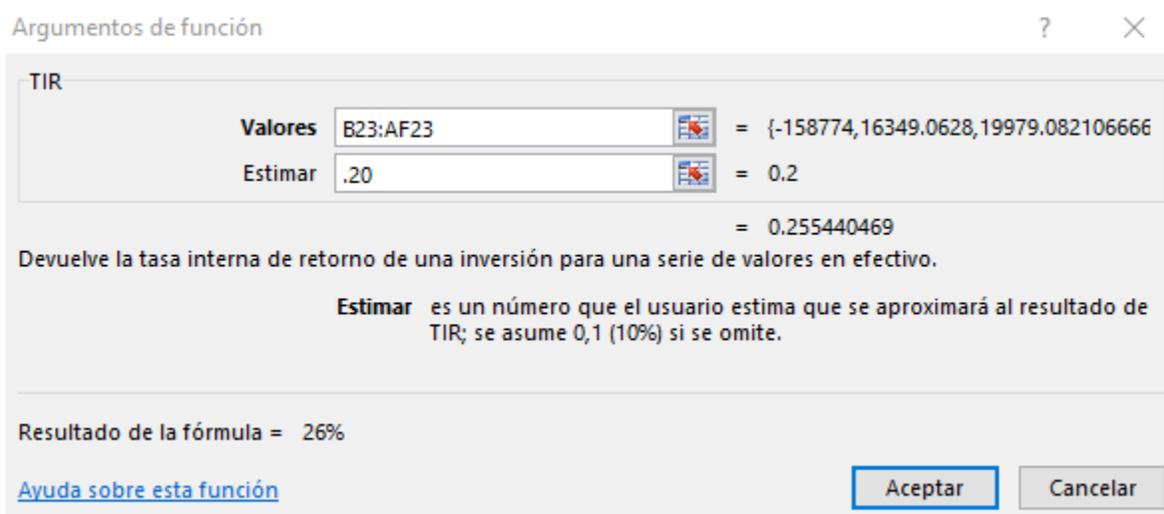
$$TIR = [-I + [\frac{fc}{(1+X)^n}] \dots]$$

En donde “fc” debe sustituirse por cada flujo neto anual, dividido por la tasa mínima atractiva (tasa deseada por los inversionistas) más la unidad, elevada al año a descontar. Este cálculo se repite por cada uno de los 30 años que componen el flujo de efectivo de la inversión y se suman, restándola del valor de la inversión inicial.

Nuevamente se hace uso de herramientas electrónicas para poder facilitar la obtención del valor de la inversión en términos porcentuales. En la hoja electrónica es necesario ingresar el rango de flujos de efectivo a considerar, incluyendo el año 0 o de inversión inicial. Además, es necesario incluir la tasa mínima atractiva para ejecutar la inversión, en este caso, el 20%.

Al ingresar esta información en los argumentos de la función, se obtiene un 25.54%, tasa que es superior a la tasa mínima atractiva requerida, lo que es coherente con el VAN que resultó positivo, es decir sobrepasa los flujos de la inversión inicial.

Figura 8
Cálculo de TIR en hoja electrónica



Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

4.4.7 Flujo de efectivo pesimista

El análisis de este escenario considera las siguientes variables:

1. Se estima que los ingresos aumentarán en un 15% anual a partir del año 1 hasta alcanzar la capacidad óptima de producción de la planta de generación de energía eléctrica.
2. Se estima un aumento en el costo de producción, ese elemento del flujo de efectivo se podría ver afectado por el alza en materiales o el aumento en costos asociados. Se calcula un aumento de 10% anual a partir del año 2.
3. Las depreciaciones (tabla 27) hacen parte del costo de producción, sin embargo, al ser partidas no monetarias, se restan del flujo de cada año, a fin de mostrar los flujos de efectivo únicamente.

Teniendo en cuenta las premisas anteriores, se ha desarrollado el flujo de efectivo, partiendo del año 0 (inversión inicial) hasta el año 30, reflejando los ingresos estimados detallados en la tabla 26; la inversión inicial se detalla en la tabla 8 y el costo de producción de energía eléctrica se expone en la tabla 21.

Tabla 31
Flujo de efectivo inversión planta generadora de energía a 30 años

(Cifras en Millones de Quetzales)

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos						
Ingresos por ventas		28,496	32,771	37,686	43,339	49,840
Total de ingresos	-	28,496	32,771	37,686	43,339	49,840
Egresos						
Inversión fija inicial	158,774					
Costo de producción		17,440	19,184	21,102	23,212	25,533
Total Egresos	158,774	17,440	19,184	21,102	23,212	25,533
Utilidad Neta	(158,774)	11,056	13,587	16,584	20,127	24,307
(+) Depreciaciones		5,292	5,292	5,292	5,292	5,292
Flujo neto anual	(158,774)	16,348	18,879	21,876	25,419	29,599

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

Tabla 31
Flujo de efectivo inversión planta generadora de energía a 30 años

(Cifras en Millones de Quetzales)

Descripción	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11
Ingresos						
Ingresos por ventas	57,316	65,913	75,800	87,170	100,246	115,283
Total de ingresos	57,316	65,913	75,800	87,170	100,246	115,283
Egresos						
Inversión fija inicial						
Costo de producción	28,087	30,895	33,985	37,383	41,122	45,234
Total Egresos	28,087	30,895	33,985	37,383	41,122	45,234
Utilidad Neta	29,229	35,018	41,815	41,787	59,124	70,049
(+) Depreciaciones	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292
Flujo neto anual	34,521	40,310	47,107	55,079	64,416	75,341

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

Tabla 31
Flujo de efectivo inversión planta generadora de energía a 30 años

(Cifras en Millones de Quetzales)

Descripción	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17
Ingresos						
Ingresos por ventas	132,575	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892
Total de ingresos	132,575	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892
Egresos						
Inversión fija inicial						
Costo de producción	49,757	54,733	60,206	66,227	72,849	80,134
Total Egresos	49,757	54,733	60,206	66,227	72,849	80,134
Utilidad Neta	82,818	93,159	87,686	81,665	75,043	67,758
(+) Depreciaciones	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292
Flujo neto anual	88,110	98,451	92,978	86,957	80,335	73,050

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

Tabla 31
Flujo de efectivo inversión planta generadora de energía a 30 años

(Cifras en Millones de Quetzales)

Descripción	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23
Ingresos						
Ingresos por ventas	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892
Total de ingresos	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892
Egresos						
Inversión fija inicial						
Costo de producción	88,148	96,963	106,659	117,325	129,057	141,963
Total Egresos	88,148	96,963	106,659	117,325	129,057	141,963
Utilidad Neta	59,744	50,929	41,233	30,567	18,835	5,929
(+) Depreciaciones	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292
Flujo neto anual	65,036	56,221	46,525	35,859	24,127	11,221

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

Tabla 31
Flujo de efectivo inversión planta generadora de energía a 30 años

(Cifras en Millones de Quetzales)

Descripción	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
Ingresos							
Ingresos por ventas	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892
Total de ingresos	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892	147,892
Egresos							
Inversión fija inicial							
Costo de producción	156,159	171,775	188,953	207,848	228,633	251,496	276,645
Total Egresos	156,159	171,775	188,953	207,848	228,633	251,496	276,645
Utilidad Neta	(8,267)	(23,883)	(41,061)	(59,956)	(80,741)	(103,604)	(128,753)
(+) Depreciaciones	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292	5,292
Flujo neto anual	(2,975)	(18,591)	(35,769)	(54,664)	(75,449)	(98,312)	(123,461)

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

4.4.8 Valor actual neto (VAN)

Contando con el flujo de efectivo de la inversión a 30 años plazo, ahora es posible determinar el valor actual neto. Este se obtiene al traer a valor presente todos los flujos futuros que genere la planta de generación de energía eléctrica por los próximos 30 años, descontados a una tasa mínima atractiva de retorno, ponderada en 20%, misma tasa que fue identificada por los inversionistas como condición para invertir en la planta generadora de energía.

Para determinar el valor actual neto de la inversión se hará uso de los flujos netos anuales resultantes del flujo de efectivo (tabla 31), cada uno debe traerse a valor presente con el uso de la siguiente fórmula financiera:

$$VAN = \frac{f1}{(1+i)^{n1}} + \frac{f2}{(1+i)^{n2}} + \frac{f3}{(1+i)^{n3}} + \dots - I_0$$

En esta fórmula, se reemplazan f1, f2 y siguientes, por los flujos netos anuales del año correspondiente, hasta completar los 30 años proyectados; estos se dividen entre el factor obtenido de la tasa atractiva de retorno (20%) sumando la unidad y elevándolo al año correspondiente. Luego de efectuar esta operación por cada uno de los 30 años, se totalizan y se resta la inversión inicial, con esto se obtiene el valor actual neto de la inversión.

Actualmente determinar este valor es posible de manera inmediata con el uso de una hoja electrónica en donde se descuentan los flujos de efectivo anual neto de cada año a una tasa expresa, a este valor se le resta el valor de la inversión inicial, indicada en el año 0 y se obtiene el valor actual neto (VAN).

De acuerdo a la información del flujo de efectivo por los flujos futuros del año 1 al 30, se obtiene un valor actual neto de Q.172,526.60 millones de quetzales:

Figura 9
Cálculo de VAN en hoja electrónica

Argumentos de función

VNA

Tasa	.20	= 0.2
Valor1	C23:AF23	= {16349.0628,18879.5304133333,2187...
Valor2		= número

= 172526.6047

Devuelve el valor neto presente de una inversión a partir de una tasa de descuento y una serie de pagos futuros (valores negativos) y entradas (valores positivos).

Tasa: es la tasa de descuento durante un período.

Resultado de la fórmula = 172,527

[Ayuda sobre esta función](#)

Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

A este valor, aún se debe restar el monto de la inversión inicial, que asciende a Q.158,774 millones de quetzales, valor que no necesita ningún cálculo de valor actual puesto que es el valor presente, ya es valor actual; de esta resta, se consiguen Q.13,753 millones de quetzales, al ser un valor positivo, nos da el primer indicio acerca de los rendimientos de la inversión, refleja que los flujos futuros cubren en su totalidad el valor de la inversión inicial y dejan un excedente o margen de utilidad de Q.13,753 millones de quetzales.

4.4.9 Tasa interna de retorno (TIR)

Es la tasa que descuenta todos los flujos de entrada de efectivo de modo que la suma de sus importes descontados (el valor actual total) será exactamente igual a los flujos de salida iniciales. Esta tasa se obtiene de reemplazar valores en la siguiente fórmula financiera:

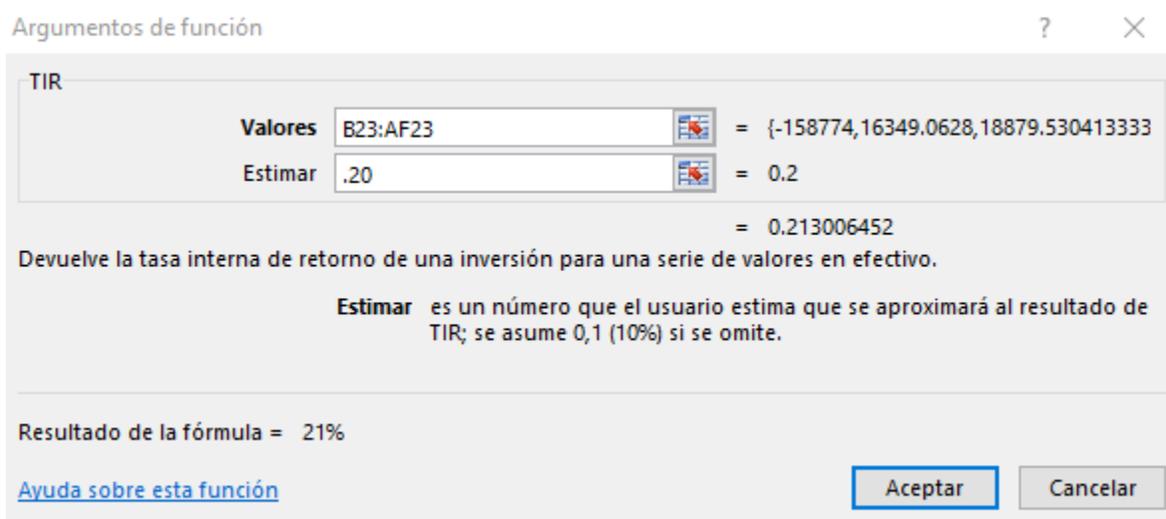
$$TIR = [-I + [\frac{fc}{(1+X)^n}] \dots]$$

En donde “fc” debe sustituirse por cada flujo neto anual, dividido por la tasa mínima atractiva (tasa deseada por los inversionistas) más la unidad, elevada al año a descontar. Este cálculo se repite por cada uno de los 30 años que componen el flujo de efectivo de la inversión y se suman, restándola del valor de la inversión inicial.

Nuevamente, al hacer uso de herramientas electrónicas para poder facilitar la obtención del valor de la inversión en términos porcentuales. En la hoja electrónica es necesario ingresar el rango de flujos de efectivo a considerar, incluyendo el año 0 o de inversión inicial. Además, es necesario incluir la tasa mínima atractiva para ejecutar la inversión, en este caso, el 20%.

Al ingresar esta información en los argumentos de la función, se obtiene un 21.30%, tasa que es superior a la tasa mínima atractiva requerida, lo que es coherente con el VAN que resulta positivo, es decir sobrepasa los flujos de la inversión inicial.

Figura 10
Cálculo de TIR en hoja electrónica



Fuente: Elaboración propia con base en la investigación realizada.

CONCLUSIONES

1. Como resultado de las estimaciones de la industria en la construcción de presupuestos de costos de producción y presupuesto de ingresos, fue posible ordenar uno a uno todos los factores necesarios para evaluar la inversión en un plazo de 30 años, permitiendo un análisis en la recta del tiempo de acuerdo a los planes establecidos con el uso de un flujo de efectivo.
2. La industria azucarera en la búsqueda constante de crecer e innovar, cuenta con recursos, conocimientos e interés en nuevas inversiones, que aunado al uso de herramientas como VAN o TIR en el análisis financiero de la inversión, permiten evaluar los resultados esperados y en el caso de esta inversión, sustentan la hipótesis inicial y a través del análisis de escenarios, se comprueba que las condiciones necesarias son satisfechas, la inversión retorna una tasa superior al 20%, tasa que comprueba la hipótesis de la investigación.
3. Se comprobó que cuanto mayor información se provea para el análisis financiero, mayor certeza se tendrá del resultado; contar con la participación de los entes involucrados en los procesos productivos ofrece valiosos datos, más allá de los números fríos; es importante contar con su experiencia, valor agregado que la industria azucarera posee, al ser pioneros en la cogeneración de energía eléctrica en Guatemala, produciendo para el autoconsumo y la venta al mercado eléctrico.
4. Con el aumento y mantenimiento de la riqueza que la industria posee, aunado al uso y aprovechamiento responsable de todos sus subproductos, la industria azucarera cuenta con una fuerte motivación para la búsqueda de oportunidades de negocio en el mercado eléctrico, innovando con el uso de fuentes de energía menos contaminantes, siendo esta una premisa en la evaluación financiera de esta inversión, considerando el bagazo de caña como materia prima para la generación de vapor de agua, que a su vez permite generar energía eléctrica.

RECOMENDACIONES

1. Mantener actualizados los registros relacionados a rendimiento de bagazo de caña y vapor de agua, lo cual hará posible contar con datos históricos y sujetos de comparación, con el fin de monitorear y corregir oportunamente variaciones desfavorables respecto de los presupuestos de costos de producción esperados.
2. Promover el uso de herramientas financieras y operativas que prioricen la reducción de costos de producción, permitiendo mayor eficiencia operativa en la cogeneración de energía, abriendo oportunidades competitivas que permitan alcanzar la capacidad óptima en el menor tiempo, lo que significaría mayores ingresos en menos tiempo y a su vez una TIR superior a la expectativa de los inversionistas.
3. Evaluar constantemente el costo del KW producido, promoviendo el uso de biomasa más económica y abundante, siendo que el mercado eléctrico demanda mayor energía eléctrica del proveedor más asequible, de allí la necesidad de mantener un precio competitivo respecto de otros generadores de energía eléctrica en el mercado, a menores costos de producción, mayor participación en el mercado.
4. Puesto que la industria azucarera se mantiene a la vanguardia e invierte en investigación y desarrollo, el mismo formato puede ser replicado por otras industrias, promoviendo la innovación y aprovechamiento de sus recursos, incluyendo sus subproductos, encontrando formas innovadoras de generar ingresos y reducir los desperdicios.

ANEXOS

ANEXO 1

ENTREVISTA AL GERENTE DE COGENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Fecha: 15 de abril de 2020.

Posición: Gerente de Cogeneración de Energía.

1. ¿Podría explicar la estructura de las áreas productivas en la industria azucarera y la posición que ocupa el departamento de cogeneración de energía?

Es importante destacar que la industria azucarera funciona y se estructura para responder a los procesos productivos derivados de la cosecha de caña de azúcar; allí la razón por la que el departamento de cogeneración junto con la fábrica de azúcar y la destilería reportan directamente a la superintendencia de fábrica, unidad que a su vez reporta a la gerencia de operaciones:

- 1) Gerencia de operaciones.
 - a) Superintendencia de campo.
 - i) Investigación agrícola.
 - ii) Producción agrícola.
 - iii) Cosecha.
 - b) Superintendencia de fábrica.
 - i) Fabricación de azúcar.
 - ii) Destilería de alcohol.
 - iii) Cogeneración de energía eléctrica.
 - c) Superintendencia de maquinaria y transporte.
 - d) Superintendencia de obra civil.

2. ¿En sus propias palabras, podría explicar la cogeneración de energía en la industria azucarera?

La industria se dedica a la siembra y cosecha de caña de azúcar, producto del cual obtiene diversidad de productos, azúcar de distintas calidades, alcohol, mieles,

bagazo de caña; es este último subproducto es fundamental en la generación de energía eléctrica, considerada como una fuente limpia.

En la industria azucarera, la generación de energía eléctrica se denomina “cogeneración”, esto se debe a que coexiste de manera alterna con el proceso de fabricación de caña de azúcar, el proceso previo (la fabricación de azúcar) permite la generación de energía eléctrica.

Al cosechar caña de azúcar, esta se traslada a la fábrica para ser molida y procesada, de esta etapa se obtiene la biomasa (bagazo de caña), materia que se usa como combustible para las calderas y que permite generar energía térmica en forma de vapor de agua; este vapor es trasladado al turbogenerador, en donde el vapor mueve las turbinas, consiguiendo generar energía eléctrica que bien puede ser usada para autoconsumo de la industria azucarera o para la venta a terceros a través de comercializadores de energía, estos últimos la harán llegar al consumidor final.

3. ¿Cuáles considera son los elementos que se deben considerar en la inversión en plantas generadoras de energía en la industria azucarera?

Definitivamente contar con los equipos adecuados que componen la planta generadora, se deben de considerar las capacidades, vida útil y características estipuladas por el fabricante.

Adicionalmente, hacer un uso adecuado y óptimo de los equipos es fundamental, la industria azucarera cuenta con experiencia y asesoría necesaria para la implementación de este tipo de proyectos, desde el montaje hasta la puesta en marcha.

Al estar listos para la etapa productiva, es importante contar con los recursos necesarios para el funcionamiento óptimo de la planta generadora, esto incluye anticipar las materias primas, recurso humano y los gastos relacionados.

El recurso humano deberá estar siempre presente, por lo que se deben considerar turnos para atender los equipos las 24 horas del día durante el tiempo de zafra, este personal gozará de prestaciones de ley.

En gastos indirectos de fabricación, incluyen la depreciación de los equipos, además de los gastos por insumos y repuestos, cuyo consumo generalmente se estiman con el factor Q.0.0025 sobre el monto de los equipos.

4. ¿Qué factores se deben considerar previo a la puesta en marcha de una planta generadora de 60MW?

Para este análisis, es importante reconocer que existen factores internos y externos que influirán en los resultados.

De forma externa, el mercado energético está ampliamente regulado, cuenta con legislación y estructura que permite su debido control. Actualmente el Administrador del Mercado Mayorista (AMM), con el objetivo de garantizar abastecimiento de energía eléctrica en el país, es el ente encargado de la coordinación de las transacciones entre los participantes, coordina la operación de centrales generadoras y sus contrataciones en el mercado; además, establece precios de mercado entre generadores, comercializadores, distribuidores, importadores y exportadores.

A pesar de que AMM hace parte de los factores externos, esta institución tiene preferencia por los generadores de energías limpias, siendo esta una ventaja para la industria azucarera, obteniendo mayor oportunidad de participar del sistema eléctrico interconectado si cuentan con la capacidad de proveer energía eléctrica de manera constante, es decir, garantías respecto a su generación y abastecimiento.

Al promover la generación de energía eléctrica de fuentes limpias, la industria azucarera tendrá mayores ventajas al promover mejores rendimientos de caña y

aprovechamiento como biomasa. Actualmente el rendimiento de cada tonelada métrica de caña es del 25% de bagazo de caña, porcentaje que mejora al mantener una generación constante, con menores paradas o salidas innecesarias del sistema, lo que permite mantener el calor de las calderas y mejor aprovechamiento por tonelada de biomasa.

A lo interno, la industria azucarera posee capacidad instalada para generar energía eléctrica, contando con personal capacitado y experimentado, permitiendo dar respuesta a las necesidades del mercado, ofreciendo una ventaja competitiva.

5. ¿De acuerdo a su experiencia, cuál considera que es el futuro del mercado energético en Guatemala?

El subsector energético está en constante crecimiento, esto se debe a la creciente necesidad de energía eléctrica para uso doméstico e industrial, tanto en las ciudades como en el altiplano, al tener acceso a energía eléctrica las comunidades consiguen alcanzar mayor desarrollo; la energía eléctrica es un recurso que favorece el acceso a otros servicios básicos.

En Guatemala, como en otros muchos países, se impulsa el uso de energías de fuentes limpias, la biomasa cumple con este requerimiento, siendo un subproducto del cultivo y cosecha de caña de azúcar, es orgánica y renovable.

El Gobierno de Guatemala trabaja constantemente en el estudio y promoción del subsector energético y de acuerdo al “plan de expansión indicativo del sistema de generación 2020-2050” (2020), divulgado por el Ministerio de Energía y Minas, se tienen perspectivas optimistas para ese subsector, las proyecciones de aumento en la demanda promedio anual de 252 GWh anualmente (252,000 MWh), esto abre la oportunidad a nuevas inversiones en este subsector, incluyendo la industria azucarera.

BIBLIOGRAFÍA

- Administrador del Mercado Mayorista. (10 de 01 de 2021). *AMM - Informe de transacciones económicas 12- 2020*. Obtenido de AMM: <https://www.amm.org.gt/pdfs2/ITE/?dir=2020>
- AMM. (15 de 5 de 2020). *Administrador del Mercado Mayorista*. Obtenido de Administrador del Mercado Mayorista: <http://amm.org.gt>
- Avalos, C. A. (15 de 06 de 2020). *FAO*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/ad098s/AD098S11.htm>
- AZASGUA. (15 de mayo de 2020). *Azúcar de Guatemala*. Obtenido de Azúcar de Guatemala: <http://www.azucar.com.gt/historia/>
- Boletín Estadístico Año 20, N. (18 de 06 de 2020). *CENGICAÑA*. Obtenido de Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar: <https://cengicana.org/files/20190814170042210.pdf>
- Boletín Estadístico Generación de Energía Año 20, N. (18 de 06 de 2020). *CENGICAÑA*. Obtenido de CENGICAÑA: <https://cengicana.org/files/20191209114510347.pdf>
- CNEE. (15 de 5 de 2020). *Comisión Nacional de Energía Eléctrica*. Obtenido de CNEE: <http://www.cnee.gob.gt/pdf/informacion/GuiadelInversionista2015.pdf>
- Congreso de la República de Guatemala. (2003). *Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable Decreto 52-2003*. Guatemala.
- Emprendepyme.net. (20 de 06 de 2020). *Emprendepyme.net*. Obtenido de Emprendepyme.net: <https://www.emprendepyme.net/presupuesto-de-ventas.html>
- ENDESA. (15 de 5 de 2020). *ENDESA*. Obtenido de ENDESA: <https://www.endesa.com/es/conoce-la-energia/energia-y-mas/como-se-genera-electricidad>
- Estructuras Bioclinicas Avanzadas S.L. (14 de 06 de 2020). *EBA S.L.* Obtenido de EBA S.L.: <https://ebasl.es/producir-energia-con-la-biomasa/>

- Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación. 4a. Edición*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Masters, G. M. (2004). *Renewable And Efficient Electric Power Systems*. WILEY INTERSCIENCE.
- MEM - Plan nacional de energía 2017-2032. (18 de 06 de 2020). *Ministerio de Energía y Minas*. Obtenido de MEM: <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2017/11/Plan-nacional-de-energia.pdf>
- Ministerio de Energía y Minas. (16 de 5 de 2020). *mem.gob.gt*. Obtenido de mem.gob.gt: <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2020/03/Plan-de-Expansio%CC%81n-Indicativo-del-Sistema-de-Generacio%CC%81n-2020-2050-2.pdf>
- Ministerio de Energía y Minas de Guatemala. (17 de 06 de 2020). *MEM*. Obtenido de MEM: <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2018/11/Estadísticas-Subsector-Eléctrico.pdf>
- PÉREZ BARRIOS, R. (15 de 6 de 2020). *USAC*. Obtenido de USAC: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1024_M.pdf
- Plan de Expansión Indicativo Sist. de Generación, M. (18 de 06 de 2020). *Ministerio de Energía y Minas*. Obtenido de Ministerio de Energía y Minas: <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2020/03/Plan-de-Expansio%CC%81n-Indicativo-del-Sistema-de-Generacio%CC%81n-2020-2050-2.pdf>
- Prensa Libre. (15 de 5 de 2020). *Prensa Libre*. Obtenido de Prensa Libre: <https://www.prensalibre.com/economia/crecimiento-de-cobertura-de-electricidad-en-el-pais-de-los-ultimos-tres-anos-no-es-suficiente-para-lograr-cobertura-total-en-el-2030/>
- Presidencia de la República de Guatemala, A.-9. (1997). *Reglamento de la Ley General de Electricidad*. Guatemala.
- Real Academia Española. (15 de 5 de 2020). *RAE*. Obtenido de RAE: <https://dle.rae.es/turbogenerador?m=form>

- Sapag, N. (2011). *Proyectos de inversión. Formulación y Evaluación. 2a. Edición.* Chile: Pearson Educación.
- Secretaria General del MEM. (15 de 5 de 2020). *Ministerio de Energía y Minas.* Obtenido de Ministerio de Energía y Minas: <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2012/04/Energ%c3%adas-Renovables.pdf>
- Subsector Eléctrico en Guatemala, M. (18 de 2020 de 2020). *MEM.* Obtenido de MEM: [https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/06/Subsector-Eléctrico-en-Guatemala.pdf](https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/06/Subsector-El%C3%A9ctrico-en-Guatemala.pdf)
- Universidad de San Carlos de Guatemala. (2009). *Normativo de Tesis para Optar al Grado de Maestro en Ciencias.* Guatemala: Facultad de Ciencias Económicas.
- Welsch, G. A., Hilton, R. W., Gordon, P. N., & Rivera, C. (2005). *Presupuestos. Planificación y Control. 6a. Edición.* México: Pearson Educación.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Producción de azúcar por área cultivada y caña molida (zafra)	2
Tabla 2 Matriz eléctrica nacional.....	4
Tabla 3 Demanda de energía eléctrica zafra 2018-2019	7
Tabla 4 Generación de energía total y con bagazo de caña (zafra)	7
Tabla 5 Participantes mercado eléctrico nacional	9
Tabla 6 Índice de cobertura eléctrica por región.....	13
Tabla 7 Periodo zafra y reparación de la industria azucarera	38
Tabla 8 Inversión fija inicial en planta de generación de energía eléctrica.....	41
Tabla 9 Producción de energía eléctrica con biomasa	43
Tabla 10 Materia prima calderas	44
Tabla 11 Mano de obra directa calderas por turno.....	45
Tabla 12 Total mano de obra directa calderas.....	45
Tabla 13 Porcentaje prestaciones laborales – provisión mensual	46
Tabla 14 Cálculo prestaciones laborales caldera.....	47
Tabla 15 Gastos indirectos de fabricación calderas	48
Tabla 16 Costo de producción de vapor	49
Tabla 17 Mano de obra directa turbogenerador por turno.....	50
Tabla 18 Total mano de obra directa turbogenerador.....	51
Tabla 19 Cálculo prestaciones laborales turbogenerador.....	52
Tabla 20 Gastos indirectos de fabricación turbogenerador	53
Tabla 21 Costo de producción de energía eléctrica.....	54
Tabla 22 Capacidad óptima de producción.....	55

Tabla 23 Ingresos por venta de energía eléctrica año 1	55
Tabla 24 Capacidad ocupada año1	56
Tabla 25 Demanda de energía eléctrica en GWh	57
Tabla 26 Ingresos por venta de energía eléctrica (30 años)	58
Tabla 27 Depreciaciones planta generadora de energía.....	60
Tabla 28 Flujo de efectivo inversión planta generadora de energía a 30 años..	62
Tabla 29 Ingresos por venta de energía eléctrica (30 años)	71
Tabla 30 Flujo de efectivo inversión planta generadora de energía a 30 años..	73
Tabla 31 Flujo de efectivo inversión planta generadora de energía a 30 años..	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Marco legal subsector eléctrico de Guatemala	8
Figura 2 Informe de transacciones económicas - ITE.....	12
Figura 3 Flujo proceso productivo azúcar y energía eléctrica	36
Figura 4 Sistema de cogeneración con turbina de vapor	39
Figura 5 Cálculo de VAN en hoja electrónica	68
Figura 6 Cálculo de TIR en hoja electrónica	70
Figura 7 Cálculo de VAN en hoja electrónica	79
Figura 8 Cálculo de TIR en hoja electrónica	80
Figura 9 Cálculo de VAN en hoja electrónica	88
Figura 10 Cálculo de TIR en hoja electrónica	89