

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE**  
**ESCUELA DE POSGRADO**



**TRABAJO DE POSGRADO**

APLICACIÓN DE SIMULACIÓN MONTECARLO EN PROYECTO DE INVERSIÓN DE  
PANELES SOLARES PARA MITIGAR EL IMPACTO DE LOS PRECIOS DE LA  
ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA RENTABILIDAD DEL INGENIO AZUCARERO “LA  
MAGDALENA”, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA

**PARA OPTAR AL GRADO DE**  
MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA

**PRESENTADO POR**  
LICENCIADO EDWIN ALEXANDER GUZMÁN MARTÍNEZ

**DOCENTE ASESORA**  
MAESTRA LIDIA MARGARITA CALDERÓN FUENTES

NOVIEMBRE, 2023

SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**AUTORIDADES**



ING. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

**RECTOR**

DRA. EVELYN BEATRIZ FARFÁN MATA

**VICERRECTORA ACADÉMICA**

M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

**VICERRECTOR ADMINISTRATIVO**

LICDO. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

**SECRETARIO GENERAL**

LICDA. ANA RUTH AVELAR VALLADARES

**DEFENSORA DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS**

LICDO. CARLOS AMÍLCAR SERRANO RIVERA

**FISCAL GENERAL**

**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE**

**AUTORIDADES**



**M.Ed. ROBERTO CARLOS SIGÜENZA CAMPOS**

**DECANO**

**DR. JOSÉ GUILLERMO GARCÍA ACOSTA**

**VICEDECANO**

**LICDO. JAIME ERNESTO SERMEÑO DE LA PEÑA**

**SECRETARIO**

**M.Sc. MARTA RAQUEL QUEVEDO CIERRA**

**DIRECTORA DE LA ESCUELA DE POSGRADO**

A Deus = la naturaleza.

A Marcos (Tato) y a Valentina (mi princesa Poppy).

A mis profesores, en especial a mi asesora de tesis: Máster Lidia Margarita.

A mi familia y a mis verdaderos amigos en esta porción del multiverso.

En honor a ti querida madre que sin importar algo, siempre supiste quien soy.

**Grazie mille.**

*“Todo lo estático es fielmente representado por elipses (bidimensional)  
y elipsoides (tridimensional),  
todo lo dinámico por espirales áureas (tetradimensional)”.*

**Edwin Martínez.**

*“I never hurt anybody, but whoever double-crosses me and leaves me alive,  
he understands nothing about Tuco: Nothing!”*

**Tuco Ramírez.**

*“Hay ocasiones en que estoy convencido de que no soy apto para ninguna relación humana”.*

*“Todo lo que amas, eventualmente lo perderás, pero al final, el amor volverá en una  
forma diferente”.*

*“Todo el conocimiento, la totalidad de preguntas y respuestas  
se encuentran en el perro”.*

**Franz Kafka.**

# ÍNDICE

<b>Introducción</b> .....	xi
<b>Capítulo I: Planteamiento del problema</b> .....	12
<b>1.1 Delimitación del problema</b> .....	12
<b>1.2 Preguntas de investigación</b> .....	13
1.2.1 Pregunta general.....	13
1.2.2 Preguntas específicas.....	13
<b>1.3 Objetivos</b> .....	13
1.3.1 Objetivo general .....	13
1.3.2 Objetivos específicos.....	13
<b>1.4 Justificación</b> .....	14
<b>1.5 Límites y alcances de la Investigación</b> .....	15
1.5.1 Límites.....	15
1.5.2 Alcances .....	15
<b>Capítulo II: Marco teórico de referencia</b> .....	16
<b>2.1 Fuentes de energía eléctrica en El Salvador</b> .....	16
2.1.1 Energía solar.....	16
2.1.2 Energía biomasa .....	17
2.1.3 Energía eólica.....	17
2.1.4 Energía hidroeléctrica.....	18
2.1.5 Energía geotérmica.....	18
<b>2.2 Generación de energía eléctrica a través de paneles solares</b> .....	18
2.2.1 Ventajas y desventajas .....	18
2.2.2 Dispositivos.....	19
<b>2.3 Ingenios azucareros de El Salvador</b> .....	19
<b>2.4 Herramientas de evaluación financiera</b> .....	24
2.4.1 Balance General .....	24
2.4.2 Estado de Resultados.....	25

2.4.3 Valor Actual Neto .....	26
2.4.4 Tasa Interna de Retorno.....	27
2.4.5 Simulación Montecarlo .....	28
2.4.6 Fuentes de financiamiento.....	31
<b>Capítulo III: Diseño metodológico.....</b>	<b>38</b>
<b>3.1 Enfoque de la investigación .....</b>	<b>38</b>
<b>3.2 Método.....</b>	<b>38</b>
<b>3.3 Diseño de estudio .....</b>	<b>38</b>
<b>3.4 Población y muestra .....</b>	<b>38</b>
<b>3.5 Técnicas e instrumentos de recolección.....</b>	<b>39</b>
<b>3.6 Hipótesis o supuestos de investigación .....</b>	<b>39</b>
<b>3.7 Operacionalización de variables .....</b>	<b>40</b>
<b>3.8 Estrategias de recolección, procesamiento y análisis de la información.....</b>	<b>40</b>
<b>3.9 Consideraciones éticas .....</b>	<b>41</b>
<b>Capítulo IV: Análisis e interpretación de resultados.....</b>	<b>42</b>
<b>4.1 Resultados obtenidos de la entrevista.....</b>	<b>42</b>
<b>4.2 Estados financieros del ingenio azucarero “La Magdalena”.....</b>	<b>53</b>
<b>4.3 Proyecto de inversión en paneles solares.....</b>	<b>70</b>
4.3.1 Breve historia del ingenio La Magdalena.....	70
4.3.2 Ubicación e infraestructura del ingenio.....	70
4.3.3 Propuesta de inversión .....	71
<b>Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>80</b>
<b>5.1 Conclusiones .....</b>	<b>80</b>
<b>5.2 Recomendaciones .....</b>	<b>83</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>85</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>89</b>

<b>Anexo 1: Artículo científico .....</b>	<b>90</b>
<b>Anexo 2: Parámetros y validación de la simulación de la inversión .....</b>	<b>99</b>
<b>Anexo 3: Parámetros y validación de la simulación del VAN.....</b>	<b>100</b>
<b>Anexo 4: Parámetros y validación de la TIR .....</b>	<b>101</b>
<b>Anexo 5: Caminatas aleatorias de las variables simuladas .....</b>	<b>102</b>
<b>Anexo 6: Análisis de sensibilidad del VAN y la TIR.....</b>	<b>104</b>
<b>Anexo 7: Precio de compra de la energía fotovoltaica en el MER.....</b>	<b>105</b>
<b>Anexo 8: Solicitud para la Gerencia Financiera del ingenio. ....</b>	<b>106</b>
<b>Anexo 9: Solicitud a empresas de energías renovables. ....</b>	<b>107</b>
<b>Anexo 10: Dictamen aprobatorio de la directora de tesis.....</b>	<b>108</b>
<b>Anexo 11: Entrevista hacia las empresas renovables .....</b>	<b>109</b>
<b>Anexo 12: Entrevista hacia la Gerencia del ingenio.....</b>	<b>119</b>
<b>Anexo 13: Balance General 2022-2021 del ingenio.....</b>	<b>122</b>
<b>Anexo 14: Estado de Resultados 2022-2021 del ingenio. ....</b>	<b>123</b>
<b>Anexo 15: Flujos de efectivos 2022-2021 del ingenio.....</b>	<b>124</b>
<b>Anexo 16: Factura eléctrica del ingenio para septiembre del 2023 .....</b>	<b>126</b>
<b>Anexo 17: Entrevista con el especialista eléctrico .....</b>	<b>127</b>

## Índice de tablas

**Tabla 1.** *Ventajas y desventajas de la energía solar.*

**Tabla 2.** *Operacionalización de variables.*

**Tabla 3.** *Análisis horizontal del Balance General 2022-2021.*

**Tabla 4.** *Análisis vertical del Balance General 2022-2021.*

**Tabla 5.** *Análisis horizontal del Estado de Resultados 2022-2021.*

**Tabla 6.** *Análisis vertical del Estado de Resultados 2022-2021.*

**Tabla 7.** *Ratios financieros para el periodo 2022-2021.*

**Tabla 8.** *Detalle de la inversión inicial.*

**Tabla 9.** *Tabla de amortización de la deuda.*

**Tabla 10.** *Tabla de depreciación lineal resumen de cinco años.*

**Tabla 11.** *Flujo de efectivo anual de una inversión en paneles solares.*

## Índice de figuras

- Ilustración 1.* Fuentes de energía eléctrica en El Salvador.
- Ilustración 2.* Dispositivos solares.
- Ilustración 3.* Infraestructura de los seis ingenios azucareros salvadoreños.
- Ilustración 4.* Ubicación geográfica de los ingenios azucareros.
- Ilustración 5.* Derivados del proceso industrial de los ingenios azucareros.
- Ilustración 6.* Planta de generación de energía eléctrica a partir de biomasa.
- Ilustración 7.* Modelo de un Balance General.
- Ilustración 8.* Modelo de un Estado de Resultados.
- Ilustración 9.* Valor futuro de un dólar estadounidense.
- Ilustración 10.* Comparación del interés simple y el interés compuesto.
- Ilustración 11.* Modelo de una tabla de amortización.
- Ilustración 12.* Representación gráfica de una amortización uniforme.
- Ilustración 13.* Tipos de paneles solares.
- Ilustración 14.* Instalación de inversores solares Huawei de 100Kw.
- Ilustración 15.* Instalación de paneles solares en el sector doméstico.
- Ilustración 16.* Cuentas en el activo del Balance General 2022.
- Ilustración 17.* Cuentas en el activo del Balance General 2021.
- Ilustración 18.* Cuentas en el pasivo del Balance General 2022.
- Ilustración 19.* Cuentas en el pasivo del Balance General 2021.
- Ilustración 20.* Cuentas en el patrimonio del Balance General 2022.
- Ilustración 21.* Cuentas en el patrimonio del Balance General 2021.
- Ilustración 22.* Cuentas de ingresos en el Estado de Resultado 2022.
- Ilustración 23.* Cuentas de ingresos en el Estado de Resultado 2021.
- Ilustración 24.* Cuentas de egresos en el Estado de Resultado 2022.
- Ilustración 25.* Cuentas de egresos en el Estado de Resultado 2021.
- Ilustración 26.* Ubicación geográfica del ingenio azucarero La Magdalena.
- Ilustración 27.* Variables de la inversión.

*Ilustración 28.* Simulación Montecarlo de la inversión inicial.

*Ilustración 29.* Simulación Montecarlo del VAN.

*Ilustración 30.* Simulación Montecarlo de la TIR.

## **Introducción**

La energía eléctrica es fundamental en el funcionamiento de las empresas industriales y comerciales, influye directamente en los costos de operación, si el precio de la energía eléctrica tiende a subir en un periodo de tiempo, el efecto es negativo en la rentabilidad. Existen diversas maneras de reducir ese impacto, en esta investigación se analizará financieramente un proyecto de inversión de paneles solares mediante la simulación Montecarlo. Si es conveniente ejecutar la inversión, ayudará a mitigar el alza de los precios de la energía eléctrica.

En el primer capítulo se hizo el planteamiento de la situación problemática brindando datos técnicos de la producción de energía eléctrica en El Salvador y su importancia en los sistemas productivos-económicos. Se presentaron las preguntas de investigación, objetivos, justificación, límites y alcances. Se planteó la importancia del consumo de la energía eléctrica en la operación de las empresas, por lo cual se establecieron las bases para aplicar diferentes herramientas financieras (VAN, TIR, Simulación Montecarlo) con el fin de evaluar una inversión en energías renovables.

El capítulo dos está constituido por información relacionada a las energías renovables en la actualidad, dispositivos electrónicos solares así como también, el fundamento matemático de las herramientas financieras para evaluar una inversión. Se explicó en qué consisten los Balances Generales y los Estados de Resultados asociados a una empresa, se demostró la importancia del valor del dinero en el tiempo, se abordó la parte teórica del VAN y la TIR, se demostró el fundamento matemático de la Simulación Montecarlo junto a sus distribuciones de probabilidad asociadas: distribución gaussiana y distribución PERT.

En el capítulo tres se estableció la metodología de la presente investigación. Y en el capítulo cuatro se analizaron e interpretaron todos los resultados obtenidos producto de la ejecución de la investigación. El documento termina con una sección de conclusiones y recomendaciones, la bibliografía consultada y los anexos como evidencia inherente a la realización de este estudio.

## **Capítulo I: Planteamiento del problema**

### **1.1 Delimitación del problema**

Todo el sistema productivo-económico depende de la energía eléctrica, actualmente es un recurso que aumenta cada vez su demanda. A nivel mundial, existen países con capacidades para producir inmensos niveles de energía eléctrica (Enerdata, 2022) como es el caso de China, Estados Unidos de América, India, Rusia y Japón; pero también hay países que no poseen la infraestructura ni recursos para generarla. La energía eléctrica es un elemento principal para la revolución tecnológica y para las empresas industriales, comerciales y de servicios por lo que, es necesario tomar en cuenta este costo para llevar a cabo la ejecución de sus operaciones.

Los principales productores de energía eléctrica de América latina (Hernández, 2020) son Venezuela, Brasil y México, estos países cuentan con las ventajas de petróleo y gas natural que son utilizados para generarla. Las principales fuentes de energía eléctrica de El Salvador son la hidráulica y la geotérmica, debido a que el país no cuenta con los recursos de los mayores productores. Los países latinoamericanos, entre ellos El Salvador, que importan el petróleo tienden a buscar fuentes de energía renovable.

En el primer semestre del año dos mil veinte, la Comisión Ejecutiva del Río Lempa CEL de El Salvador, registró (SIGET, 2021) una generación hidroeléctrica del 32.93% respecto al total de la matriz energética nacional, el 24.05% se obtuvo mediante recursos geotérmicos, el 14.74% a través de recursos térmicos, el 9.12% procede de fuente biomasa, el 8.49% de recursos renovables no convencionales (solar 8.26% y eólica 0.23%) y el 10.66% por importación.

A medida que pasa el tiempo el consumo de energía eléctrica se ha venido incrementando rápidamente. El incremento en los precios de la energía eléctrica (El Diario de Hoy, 2022) en El Salvador rondan entre el 8% y 10% lo que genera un aumento del costo de operación de las empresas, incidiendo negativamente en sus rentabilidades. Esto implica que las empresas de la zona occidental de El Salvador designan un porcentaje mayor en sus presupuestos destinados al pago de este servicio. El precio de la energía eléctrica para uso promedio comercial (más de 1,000 KW/h) era de US\$0.187 por cada KW/h a inicios del dos mil veintidós y de US\$0.209 a finales del mismo año, por tal razón en El Salvador este rubro es el segundo más caro a nivel centroamericano.

El precio de la energía eléctrica está relacionado con la forma en que es generada, las compañías que ofertan el servicio, las tarifas e impuestos fijados que varían en cada zona del país. El precio también está afectado por otros factores como el clima, la demanda doméstica e industrial y la importación debido a que, no se cuenta con la producción suficiente para abastecer al mercado nacional, entre los más importantes.

Actualmente es posible explorar y ejecutar formas alternativas de producción de energía eléctrica para las empresas, con el fin de orientarse hacia el autosostenimiento y la maximización de sus rentabilidades. Los paneles solares son los principales dispositivos en la producción de energía alternativa debido a que son ubicados fácilmente en la infraestructura existente de las empresas, en contraste con la energía eólica. Además, El Salvador posee un clima tropical que favorece la producción de energía eléctrica por medio de paneles solares.

## **1.2 Preguntas de investigación**

### *1.2.1 Pregunta general*

¿Cuál es el impacto financiero de los precios de la energía eléctrica en la rentabilidad del ingenio azucarero “La Magdalena” del departamento de Santa Ana?

### *1.2.2 Preguntas específicas*

1. ¿Cuál es la fuente de abastecimiento actual de energía eléctrica del ingenio azucarero “La Magdalena”?
2. ¿Cuál es el nivel de impacto del precio de la energía eléctrica en la rentabilidad del ingenio azucarero “La Magdalena”?
3. ¿Cuáles son las alternativas disponibles para que el ingenio azucarero “La Magdalena” se abastezca de energía eléctrica?

## **1.3 Objetivos**

### *1.3.1 Objetivo general*

Desarrollar un plan de inversión de paneles solares con el propósito de aumentar la rentabilidad del ingenio azucarero “La Magdalena” ubicado en la zona occidental de El Salvador.

### *1.3.2 Objetivos específicos*

1. Determinar la fuente de abastecimiento eléctrico que el ingenio azucarero “La Magdalena” del departamento de Santa Ana implementa en sus operaciones.

2. Cuantificar el impacto del precio de la energía eléctrica en la rentabilidad del ingenio azucarero “La Magdalena”.
3. Analizar financieramente la inversión en las alternativas de las cuales dispone el ingenio azucarero “La Magdalena” para abastecerse de energía eléctrica.

#### **1.4 Justificación**

La energía eléctrica es un servicio que tiene importancia en la sociedad y en las empresas, la evolución de la electricidad garantiza los avances tecnológicos. El sector comercial demanda energía eléctrica para llevar a cabo todas sus operaciones normales. La calidad y la oferta del servicio eléctrico varían principalmente en razón a la cantidad de compañías generadoras y el tipo de fuente eléctrica que aprovecha los recursos naturales para generarlo. Sin embargo, los recursos naturales de algunas fuentes eléctricas cada vez se están deteriorando lo que provoca inconvenientes en el cumplimiento de la oferta del servicio y el precio sigue ascendiendo, lo cual genera un aumento del costo de operación de las empresas.

Este estudio está dirigido a las empresas con alto consumo eléctrico de la zona occidental para que consideren el empleo de energías renovables en sus operaciones diarias, específicamente el ingenio azucarero “La Magdalena”, por lo que es importante desarrollar un plan que considere estos factores en la evaluación de una inversión financiera para la mitigación del impacto de los precios de la energía eléctrica en la rentabilidad, las empresas deben considerar y contar con los recursos financieros para invertir en energías renovables.

Para considerar un proyecto de energías alternativas se determinará cual es la fuente actual de energía eléctrica de las empresas, se hará una evaluación de la medida en que la rentabilidad se ve impactada con los costos generados por el precio de la energía eléctrica y se presentará la alternativa para invertir en un proyecto de energías renovables. La propuesta consiste en la utilización de paneles solares en la infraestructura del ingenio azucarero como alternativa para minimizar costos y con ello aumentar la rentabilidad, en contraste con la forma tradicional de abastecimiento. Los paneles solares son dispositivos tecnológicos que convierten la radiación solar en energía eléctrica.

## **1.5 Límites y alcances de la Investigación**

### *1.5.1 Límites*

En El Salvador, menos del diez por ciento de la producción de energía eléctrica proviene de paneles solares, lo que representa una escasez de estudios técnicos y financieros. Por lo cual la información disponible es reducida

La escasez de software especializado y el desarrollo de tecnología de energías alternativas en El Salvador para realizar simulaciones y evaluaciones financieras de proyectos limita a esta investigación a la utilización de la versión demo.

### *1.5.2 Alcances*

Esta investigación posee la finalidad de brindar la información necesaria a los tomadores de decisiones del ingenio azucarero “La Magdalena” y también a las empresas que tienen alto consumo de energía eléctrica; de un proyecto de energía alternativa para mitigar el impacto de los precios de la energía eléctrica en la rentabilidad.

Presentar a los tomadores de decisiones del ingenio azucarero la evaluación financiera del proyecto de energía eléctrica alternativa con la finalidad de aportar escenarios económicos considerando los costos del servicio eléctrico sin proyecto de energía alternativa y con la instalación de paneles solares.

## Capítulo II: Marco teórico de referencia

### 2.1 Fuentes de energía eléctrica en El Salvador

El Salvador es un país centroamericano que posee diversidad de ecosistemas (ríos, ausoles, zonas montañosas, zonas costeras, zonas boscosas) y fuentes inagotables que pueden ser utilizados para la generación de energía eléctrica (sol, agua, viento, calor geotérmico, residuos orgánicos). Con el transcurso del tiempo el ser humano ha diseñado, creado y aplicado dispositivos tecnológicos que aprovechan estas fuentes inagotables de energía para suplir con las necesidades cotidianas.



**Imagen 1:** A) Energía solar, detalle de paneles solares situados en el techo, cortesía de Renovables Verdes. B) Energía eólica, detalle de la serie de aerogeneradores situados en Metapán, cortesía de Diario El Mundo. C) Energía hidroeléctrica, detalle de planta hidroeléctrica y represa de la CEL, cortesía de Diario La Página. D) Energía geotérmica, detalle de la planta geotérmica de La Geo situada en Ahuachapán, cortesía de La Geo.

#### 2.1.1 Energía solar

El sol emite radiación electromagnética que puede ser obtenida y transformada por diferentes dispositivos tecnológicos (células fotoeléctricas, heliostatos, colectores solares térmicos) para producir energía eléctrica. El proceso de producción de energía eléctrica consiste en la instalación de dispositivos semiconductores llamados células fotovoltaicas o células solares de película fina en un circuito eléctrico interconectado por cables conductores según normas estandarizadas; la energía se almacena en un dispositivo llamado batería. El circuito también

incluye inversores eléctricos, controladores eléctricos, switches, sistemas de polarización a tierra.

Existen tres tipos de colectores solares (Fernández, J. A.; Mejía, A. T.; Menjívar, F. A. & Parada, D. F., 2020): el colector solar térmico de tubos de vacío consta de un conjunto de tubos cilíndricos rodeados por otro cilindro de vidrio transparente, el colector solar térmico de concentración de la radiación solar se basa en la reunión de la energía solar utilizando espejos y, por último, el colector solar térmico de placa plana que funciona calentando los fluidos ubicados en una superficie.

### *2.1.2 Energía biomasa*

Este tipo de energía se basa (Fernández, J. A. et al., 2020) en la generación de energía eléctrica a través de combustión de la materia orgánica (residuos orgánicos y plantaciones energéticas) de origen vegetal, animal o de su transformación natural o artificial. Los residuos orgánicos tienen un origen natural (descomposición de los residuos de los bosques) o antropogénico (desperdicios biológicos de actividades agrícolas, industriales, forestales y ganaderas; basura orgánica, estiércol humano). También incluye las plantaciones energéticas cuyos cultivos son utilizados propiamente para la producción de energía eléctrica, se prefieren las plantaciones forestales (especies perennes y robustas) en contraste a las plantaciones agrícolas (siembra) ya que, la generación eléctrica es mayor.

### *2.1.3 Energía eólica*

El viento es la fuente natural de la energía eólica. El viento es producido por la acción del calor del sol en las diferentes zonas atmosféricas, creando de tal manera masas de aire de diferente densidad afectadas por la rotación de la tierra y también por las elevaciones geográficas. Para aprovechar la energía cinética del viento (el viento hace girar las hélices del aerogenerador), se instala una serie de aerogeneradores en un lugar de gran extensión. Un aerogenerador está conformado por una veleta que identifica la dirección del viento para la posterior orientación automática, hélices, un rotor (eje lento y ejes rápidos), un generador eléctrico, un inversor eléctrico (Fernández, J. A. et al., 2020).

La red eléctrica puede ser de forma terrestre (cables soterrados) o marítima (cables submarinos). Las corrientes de mar son más intensas ya que no hay barreras de ningún tipo, la energía eólica marítima no produce contaminación visual ni auditiva debido a que los

aerogeneradores se instalan en altamar por lo que, tampoco son obstáculos para las rutas comerciales y pesqueras. A diferencia de la forma terrestre, la forma marítima necesita conexión a una subestación que aumente la tensión y luego conexión a la red eléctrica.

#### 2.1.4 Energía hidroeléctrica

La energía hidroeléctrica aprovecha la energía acumulada en el movimiento del agua, para ello se construyen represas que controlan el volumen de agua retenida (a través de compuertas) y de tal forma se logra aumentar considerablemente la energía potencial a través de la gravedad. Cuando el flujo de agua entra a la planta, hace que las turbinas generadoras giren produciendo energía mecánica y el transformador convierte esta energía en energía eléctrica, por último, es almacenada y distribuida en la red eléctrica. La generación de energía eléctrica con esta fuente natural es la más segura y la de menor costo en contraste con otras energías renovables (Fernández, J. A. et al., 2020).

#### 2.1.5 Energía geotérmica

El calor extraído del interior de la tierra es la fuente natural de la energía geotérmica. Las plantas geotérmicas hacen perforaciones en el manto terrestre para obtener y procesar el calor, con el fin de producir energía eléctrica limpia (el vapor de agua es la principal emisión). El fluido obtenido se puede clasificar de tres maneras: de baja, media y alta entalpía (cantidad de energía en el sistema considerando presión constante).

## 2.2 Generación de energía eléctrica a través de paneles solares

### 2.2.1 Ventajas y desventajas

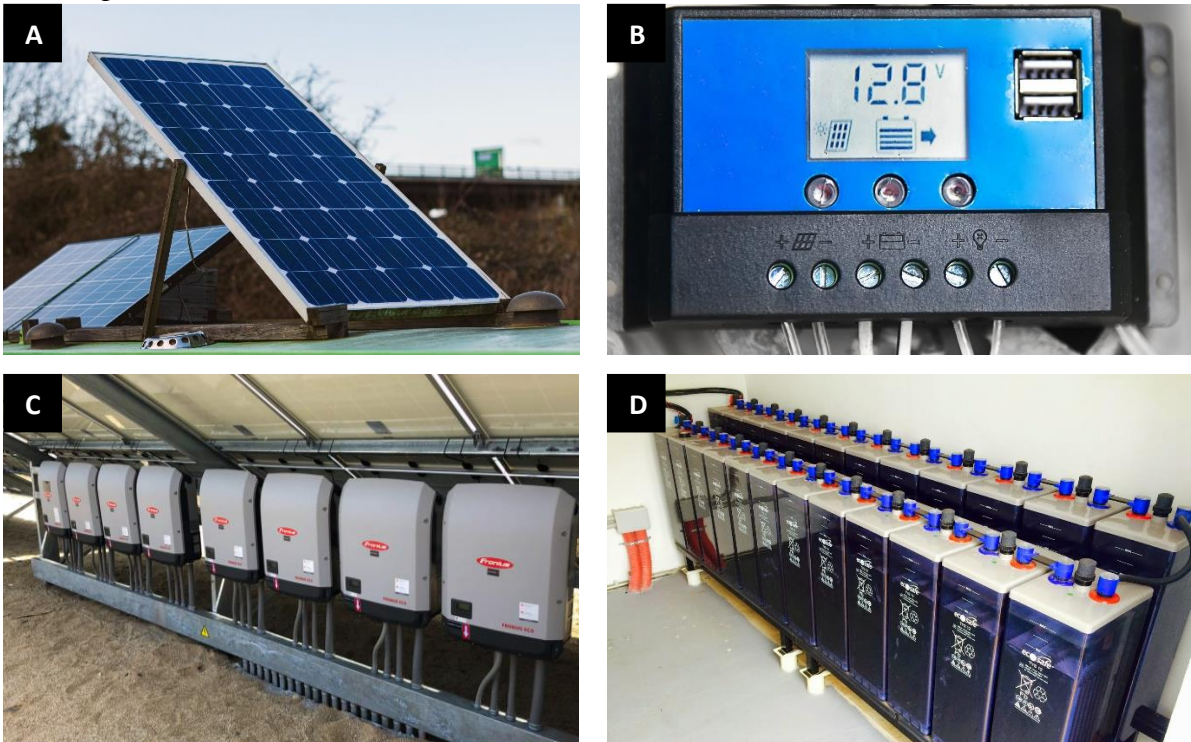
**Tabla 1:** ventajas y desventajas de la energía solar.

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> <li>* No genera gases de efecto invernadero.</li> <li>* Tipo de energía limpia.</li> <li>* Reduce la contaminación.</li> <li>* Energía renovable y sostenible.</li> <li>* Genera calor.</li> <li>* La luz del sol es abundante.</li> <li>* Un panel solar tiene vida útil de 40 años.</li> <li>* La inversión es rentable en el tiempo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Alto costo inicial de instalación.</li> <li>* Menos accesibilidad por la alta inversión.</li> <li>* Se necesita área extensa.</li> <li>* Fluctuación de la luz solar en el día.</li> <li>* El invierno incide en la generación.</li> <li>* Nubes y humedad reducen la generación.</li> <li>* La alta polución incide en la generación.</li> </ul>

- \* Instalación en cualquier punto geográfico.
- \* Conveniencia en lugares remotos.
- \* No depende del cableado tradicional.
- \* Conserva el medio ambiente.
- \* Disminuye el uso de combustibles fósiles.
- \* Reduce la importación energética.

**Fuente:** tomado de Fundación AQUAE, 2020.

### 2.2.2 Dispositivos



**Imagen 2:** A) Panel solar, cortesía de Computer Hoy. B) Controlador solar, cortesía de SinCable. C) Inversor solar, detalle de conexión, cortesía de Solcor Chile. D) Batería, detalle de conexión, cortesía de Paneles Solares.

### 2.3 Ingenios azucareros de El Salvador

En el dos mil doce (Instituto de investigaciones ITZTANI, 2012), El Salvador contó con más de cien mil manzanas para el cultivo de caña de azúcar distribuidas en dos mil seiscientos quince unidades de producción cañera. Las unidades están administradas por ciento tres Sociedades Anónimas en tierras propias o ajenas que representan alrededor del cuarenta por ciento de la producción total de caña, sesenta y seis cooperativas que representan el veintiocho por ciento de la producción total de caña y, por último, se encuentran los productores individuales que generan el treinta y dos por ciento de la producción total.



**Imagen 3:** Fachadas e instalaciones de los 6 ingenios azucareros de El Salvador. A) Izalco. B) La Magdalena. C) El Ángel. D) La Cabaña. E) Jiboa. F) Chaparrastique. Cortesía de Azúcar Natural.

En los años noventa existieron diez ingenios; alrededor del dos mil cinco, existieron siete ingenios y en la actualidad existen seis ingenios (Instituto de investigaciones ITZTANI, 2012). Es notable que la capacidad y gestión de los ingenios ha mejorado, puesto que el número de

manzanas para el cultivo de caña de azúcar está en aumento y los precios del azúcar generan rendimientos esperados positivos (para funcionar y para invertir). La competencia en la agroindustria azucarera se ha reducido gracias a la innovación tecnológica y la estrategia financiera de diversificación, fortalezas más destacadas en las grandes empresas. Los seis ingenios azucareros están distribuidos en las cuatro zonas principales del país, el ingenio La Magdalena y el ingenio Central Izalco están ubicados en la zona occidental; el ingenio La Cabaña y el ingenio El Ángel, en la zona central; el ingenio Central Azucarero Jiboa (Injiboa) en la zona paracentral y en la zona oriental, el ingenio Chaparrastique.



**Imagen 4:** ubicación geográfica de los seis ingenios azucareros distribuidos en las cuatro zonas de El Salvador. 1) La Magdalena (Grupo El Ángel), Chalchuapa Santa Ana. 2) Central Izalco (CASSA), Sonzacate, Sonsonate. 3) La Cabaña, El Paisnal, San Salvador. 4) El Ángel (Grupo El Ángel), Apopa, San Salvador. 5) Injiboa, San Vicente, San Vicente. 6) Chaparrastique (CASSA), San Miguel, San Miguel. Cortesía de Azúcar Natural.

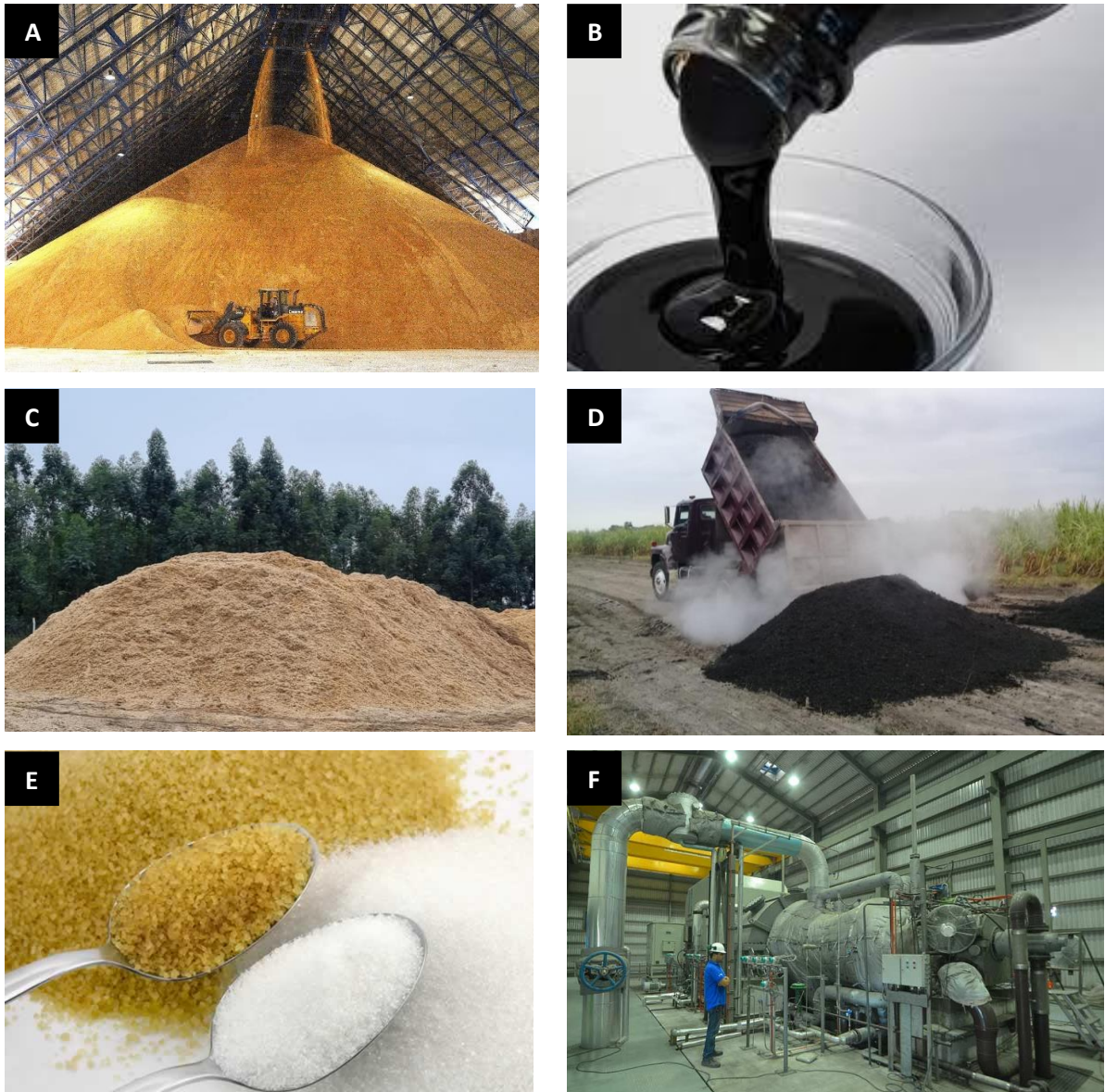
Los mayores productores de azúcar (Instituto de investigaciones ITZTANI, 2012) son el ingenio Central Izalco con procesamiento del treinta y uno por ciento de toda la caña entre dos mil once y dos mil doce, el ingenio El Ángel con procesamiento del dieciséis por ciento de toda la caña entre dos mil once y dos mil doce; el ingenio Chaparrastique junto al ingenio Izalco procesan aproximadamente un cuarenta y siete por ciento (muy cerca de la mitad del mercado); el menor productor de azúcar es el ingenio La Magdalena con procesamiento del ocho por ciento de la caña entre dos mil once y doce, debido a su inferior capacidad (tres mil cien toneladas cada

día, respecto a las doce mil toneladas del ingenio Izalco). El grupo El Ángel administra los ingenios la Magdalena y El Ángel; y la Compañía Azucarera Salvadoreña (CASSA), los ingenios Central Izalco y Chaparrastique.

Los ingenios ofrecen servicios integrales (financieros, producción, distribución) a los productores para asegurar el control y calidad del proceso cañero (agroindustria). Con el tiempo, el control del proceso por parte de los ingenios ha logrado mejores precios del azúcar (un incremento de ocho dólares estadounidenses por quintal hasta valores superiores a veinticinco dólares estadounidenses por quintal) y más áreas sembradas, también ha aumentado la exportación del azúcar (cincuenta y ocho por ciento de la producción nacional) frente al consumo interno de la población (cuarenta y dos por ciento) tanto en azúcar y otros productos como alimentos y bebidas (Instituto de investigaciones ITZTANI, 2012).

La materia prima se debe aprovechar al máximo (la principal producción es de azúcar cruda, cristal y refinada). Los ingenios pueden generar etanol a base del procesamiento residual de la materia prima, dicho proceso consiste en la transformación de la melaza (mieles finales) en alcoholes (rones o etanol), actualmente se produce etanol a partir de la importación de materia prima deshidratada e hidratada. El ingenio La Cabaña es el único que fabrica etanol a partir de la melaza propia y melaza comprada a otros ingenios. La cachaza es la ceniza del bagazo y es una materia importante en los procesos de cañicultura. El bagazo es utilizado para generar energía eléctrica de manera alternativa con el objetivo de reducir costos (uso propio y venta de energía eléctrica a la red nacional).

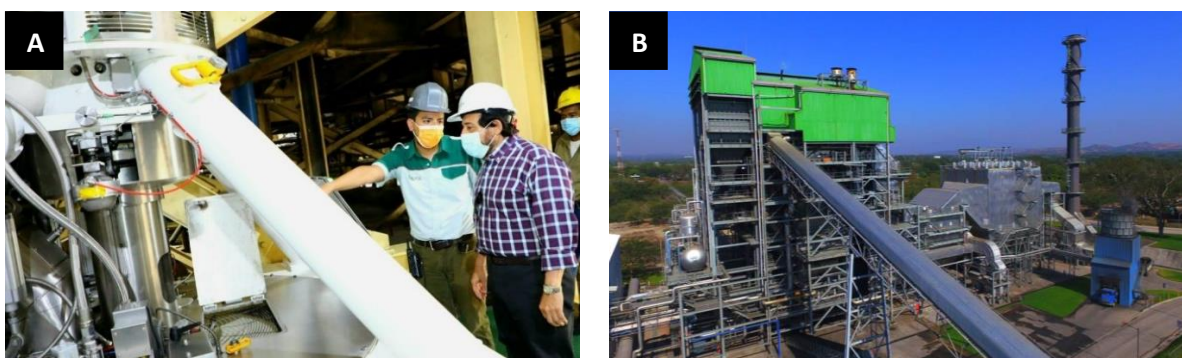
En dos mil nueve, de los seis ingenios, cuatro producían energía eléctrica para operar y el resto es vendido a la red nacional (ciento veinticinco MWh) generando estabilidad en los precios de la energía eléctrica nacional. Los cuatro ingenios que producen energía eléctrica son ingenio Chaparrastique (genera un total de sesenta y dos MWh), Central Izalco (genera un total de cuarenta y cinco MWh), La Cabaña (produce ochenta y cuatro MWh) y El Ángel (Sistema de Integración Centroamericana, 2018).



**Imagen 5:** A) Azúcar a granel (cruda), cortesía Presidencia de la República. B) Melaza o miel incristalizable, cortesía de CUBAZUCAR. C) Bagazo, cortesía de Ganadería y Agricultura de Paraguay. D) Cachaza, cortesía de Videos de la Cuenca. E) Comparación de azúcar a granel y azúcar refinada, cortesía de Asocaña. F) Turbogenerador de energía eléctrica en la planta termoeléctrica del ingenio Chaparrastique, cortesía de El Diario de Hoy.

La producción de energía eléctrica es muy variada en cada ingenio y depende de la capacidad de toneladas de caña a procesar, actualmente los ingenios La Magdalena y Jiboa han invertido en infraestructura y equipo para generar energía renovable (Sistema de Integración Centroamericana, 2015). Una limitante es que la producción de energía renovable es viable únicamente en época de zafra, por lo que la inversión en energía eléctrica a través de paneles

solares podría resultar muy beneficiosa en los ingenios. Actualmente, la producción de energía eléctrica a través del sol en los ingenios es ínfima.



**Imagen 6:** A) Visita del vicepresidente de El Salvador, Félix Ulloa a la planta de generación de energía de biomasa en el ingenio Jiboa, cortesía de la Presidencia de la República. B) Fajas transportadoras, planta termoeléctrica y caldera para generar energía eléctrica en el ingenio Chaparrastique, cortesía de El Diario de hoy.

## 2.4 Herramientas de evaluación financiera

### 2.4.1 Balance General

El Balance General (Serrano, 2011) es un estado financiero básico que toda empresa posee. Está constituido por todos los activos de la empresa en un tiempo determinado y también por todas las obligaciones con los proveedores de financiamiento a la misma fecha, el resultado se llama valor neto o patrimonio contable de la empresa. El análisis del Balance General consiste en calcular la ponderación de cada cuenta con respecto al total de activo o pasivo (aunque también es presentado con los datos brutos), siendo más fácil identificar las cuentas más importantes (propiedad, planta y equipo; inventario, cuentas por cobrar, cuentas por pagar, valorizaciones) y la principal fuente de financiamiento (obligaciones financieras en contraste con el patrimonio de los accionistas).

Un activo representa lo que posee la empresa sin importar el financiamiento, un pasivo es una deuda y el patrimonio es el capital que aportan los inversionistas. Los activos corrientes son activos que se espera que se conviertan en efectivo en un año o menos, los pasivos corrientes son pasivos a corto plazo que serán pagados en un año o menos. Las cuentas por cobrar representan el dinero que los clientes deben a la empresa (créditos). Los inventarios incluyen materias primas, trabajo en proceso y bienes terminados que todavía están en la empresa. Las cuentas por pagar son cantidades que la empresa debe pagar por compras a crédito. A continuación, se muestra un Balance General típico:

Nombre de la empresa - Balance general año 1 - año 2			
ACTIVOS	Año 1	Año 2	PASIVOS
	Año 1	Año 2	Año 1 Año 2
Disponible			Obligaciones financieras
Inversiones, neto			Cuentas por pagar
Deudores, neto			Impuestos, contribuciones
Gastos pago por anticipado			Obligaciones laborales
Otros			Depósitos recibidos
Inventarios, neto			Otros pasivos
<b>TOTAL ACTIVOS CORRIENTES</b>			<b>TOTAL PASIVOS CORRIENTES</b>
Deudores, neto			Obligaciones financieras
Inversiones, neto			Obligaciones laborales
Propiedad, planta y equipo			Impuesto diferido
Diferidos			<b>TOTAL PASIVOS NO CORRIENTES</b>
Otros activos			<b>TOTAL PASIVOS</b>
<b>TOTAL ACTIVOS NO CORRIENTES</b>			<b>PATRIMONIO</b>
<b>VALORIZACIONES</b>			
<b>TOTAL DE ACTIVOS</b>			<b>TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO</b>

*Imagen 7:* diferentes cuentas en un Balance General. Tomado de “Matemáticas financieras y evaluación de proyectos”. Construcción propia.

#### 2.4.2 Estado de Resultados

En el Estado de Resultados (Serrano, 2011) se reflejan las pérdidas y ganancias directamente de los ingresos, egresos (costos y gastos) relacionados con la operación de la empresa durante un periodo determinado para obtener la utilidad neta. El análisis conjunto entre las proyecciones del Balance General y del Estado de Resultados de una empresa permite favorecer la optimización en la toma de decisiones financieras con la intención de generar los escenarios posibles y de tal forma considerar variaciones y factores que inciden sobre los resultados esperados. Estos informes financieros también permiten generar indicadores de rentabilidad, endeudamiento, liquidez, eficiencia, riesgo, eficiencia operacional, entre otros.

La utilidad bruta es el resultado de descontar los gastos y costos directamente relacionados con la venta, la utilidad operativa es lo que se necesita para que la empresa pueda realizar sus actividades normalmente, y la utilidad neta es el resultado de deducir todos los gastos y costos incluyendo los intereses, impuestos y dividendos de acciones preferentes; puede ser pérdida o ganancia. A continuación, se muestra un Estado de Resultados típico:

A Nombre de la empresa - Estado de resultados año 1 - año 2					B Estado de resultados simplificado	
	Año 1	Año 2	% Año 1	% Año 2		
<b>Ingresos operacionales</b>					<b>Ingresos operacionales</b>	
Costos de venta					- Costos de venta	
Compra de energía						
Cargos						
Depreciación						
General y personal						
Otros						
<b>Utilidad bruta</b>					<b>Utilidad bruta</b>	
Gastos de administración					- Gastos de operación	
Gastos de personal					- Gastos de administración	
Ajuste de pensiones					- Gastos de ventas	
Impuestos y contribuciones						
Depreciaciones de activos fijos						
Amortizaciones, diferidos y otros						
Honorarios						
Publicidad						
Otros gastos de administración						
<b>Utilidad operacional</b>					<b>Utilidad operacional (UAI)</b>	
Ingresos no operacionales					+ Ingresos no operacionales	
Egresos no operacionales					- Egresos no operacionales	
Utilidad antes de impuestos					<b>Utilidad antes de impuestos (UAI)</b>	
Provisión impuesto de renta					- Provisión impuesto de renta	
<b>Utilidad neta</b>					<b>Utilidad neta</b>	

**Imagen 8:** A) detalle completo de un Estado de Resultados. B) detalle de un Estado de Resultados simplificado. Tomado de “Matemáticas financieras y evaluación de proyectos”. Construcción propia.

### 2.4.3 Valor Actual Neto

Es una de las técnicas más usadas (Gitman, 2012) por las grandes empresas y consultoras financieras de prestigio. También es conocida como Valor Presente Neto (VPN). Este análisis permite la toma de decisiones financieras respecto la realización de un proyecto de inversión, usualmente el dinero proviene de inversionistas que fijan un rendimiento esperado sobre el dinero aportado, por lo que, el proyecto debe realizarse sólo si el VAN del flujo de efectivo de la inversión rebasa el costo en general.

El VAN toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo, es decir, descuenta los flujos de efectivo respecto al costo de capital, tratándose así de una técnica más desarrollada en comparación a la regla del periodo de recuperación. La tasa que representa el costo de capital es el rendimiento mínimo esperado por los inversionistas. Hay que considerar que los proyectos con mayores rendimientos generan más valor en la empresa. Existen tres escenarios, si el VAN es negativo no se debe realizar la inversión; si el VAN es igual a cero, la inversión es indiferente; y si el VAN es positivo, entonces es un indicio de que el proyecto de inversión generará buenos

resultados financieros. El VAN se calcula restando el monto de la inversión inicial  $FE_0$  a los flujos de entrada de efectivo descontados  $FE_t$  (sean constantes o no) respecto a la tasa del costo de capital de la empresa  $k$ :

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

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FE_t}{(1+k)^t} - FE_0$$

Para obtener una interpretación más completa, es necesario implementar un análisis de sensibilidad tomando diversas tasas de descuento para obtener nuevos perfiles del VAN y establecer una tasa límite. También es necesario conocer la naturaleza de los perfiles de interés, si son mutuamente excluyentes, de lo contrario los perfiles son de reinversión y sugiere que hay entradas intermedias de efectivo. Para una evaluación integral es importante conocer el contexto del proyecto y comprender factores cualitativos específicos.

#### 2.4.4 Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno TIR también es otra técnica muy utilizada en evaluaciones financieras (Gitman, 2012). Se define como la tasa de descuento que iguala el VAN de una inversión con cero, en otras palabras, el valor presente de todas las entradas de efectivo es igual a la inversión inicial. Es la tasa de rendimiento del proyecto con inversión inicial definida y si ocurren todas las entradas de efectivo esperadas. La TIR es la tasa que hace que el VAN sea cero. De la definición de VAN se tiene:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FE_t}{(1+k)^t} - FE_0$$

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{FE_t}{(1+k)^t} - FE_0$$

$$FE_0 = \sum_{t=1}^n \frac{FE_t}{(1+k)^t}$$

Existen tres escenarios, si la TIR es mayor que el costo de capital, se acepta el proyecto; si es menor, se rechaza el proyecto; y si es cero, la realización del proyecto es indiferente.

#### *2.4.5 Simulación Montecarlo*

En la evaluación de una inversión es importante el tratamiento del riesgo puesto que, está presente en todas las decisiones del proyecto, incluso considerar si es conveniente realizarlo o no (Serrano, 2011). El riesgo está ligado a la incertidumbre del desempeño de diversos factores directamente relacionados con la inversión. Si las inversiones son analizadas mediante valores esperados estáticos como la media aritmética representando la rentabilidad esperada y la desviación estándar como una medida del riesgo, puede omitirse información importante respecto a la variación de dichos valores esperados.

La simulación Montecarlo es un procedimiento estadístico que en las Ciencias Económicas es aplicado para estimar la rentabilidad y el riesgo esperados de un proyecto de inversión. El riesgo es medido a través de la variabilidad de todos los escenarios y puede ser de dos tipos, cualitativo cuando utiliza el instinto para dar afirmaciones (corazonadas) y cuantitativo cuando se basa en datos empíricos (valor numérico). La razón del nombre es debido a que el Casino Montecarlo de Mónaco es la capital del juego de azar, y la ruleta es un generador simple de números aleatorios.

Consiste en realizar un número grande de simulaciones (el PNUD sugiere entre cinco mil y diez mil, aunque variará de acuerdo con el contexto) del proyecto para obtener la mayor cantidad de escenarios posibles (todos los escenarios) y de esta forma reducir el error absoluto del método, también valorar que un escenario traído a la realidad sería demasiado costoso. La simulación provee una forma de manejo, control y análisis de la incertidumbre, especialmente la probabilidad de que ocurra tal incertidumbre.

La simulación es descendiente de las caminatas aleatorias, por lo que se considera un proceso propiamente estocástico. A diferencia de la modelización matemática, la modelización estadística comprende el peor, el mejor y el caso normal para construir un análisis con fundamento científico permitiendo flexibilidad en la valoración de los resultados obtenidos (Guzmán, 2021). Las simulaciones del Valor Actual Neto y de la Tasa Interna de Retorno de la inversión permiten obtener información muy importante para valorar la conveniencia de la realización del proyecto.

Para realizar una simulación Montecarlo se deben generar muestras de las variables aleatorias que representan financieramente el proyecto de inversión, en este caso, el Valor Actual Neto y

la Tasa Interna de Retorno. La distribución de probabilidad para las variables aleatorias debe ser conocida, las distribuciones más utilizadas son la distribución uniforme, la distribución PERT (Program Evaluation Review Technique significa Técnica de Revisión y Evaluación de Programas) y la distribución gaussiana. También debe existir una correspondencia biunívoca entre el valor de la variable aleatoria y el valor de la distribución de probabilidad acumulada.

#### 2.4.5.1 Números aleatorios

El origen de la simulación Montecarlo son los números aleatorios. Existen tres fuentes de números aleatorios (Guzmán, 2016): las tablas de números aleatorios, los generadores de números aleatorios y los números pseudoaleatorios. Por conveniencia se utilizan únicamente los números pseudoaleatorios debido a que los números propiamente aleatorios sólo pueden ser generados por dispositivos electrónicos, y debido a esta razón el proceso es demasiado lento. La única forma de generar números pseudoaleatorios para usarlos en una simulación es emplear las operaciones aritméticas. La operación aritmética para generar el número pseudoaleatorio  $R_n$  se llama método congruencial multiplicativo lineal (Taha, 2012) y se define con las fórmulas:

$$u_n = (bu_{n-1} + c) \bmod(m)$$

$$R_n = \frac{u_n}{m}, n = 1, 2, \dots$$

Donde  $u_0$ ,  $b$ ,  $c$  y  $m$  son los parámetros y el valor inicial  $u_0$  es llamada la semilla del generador; en el caso que  $c = 0$ , implica una operación menos en el cálculo y la primera fórmula quedaría:

$$u_n = (bu_{n-1}) \bmod(m)$$

#### 2.4.5.2 Variables aleatorias continuas

Sean  $f(x) \sim X$ ,  $F(x) \sim X$  la función de densidad en  $X$  y la función de distribución en  $x$  respectivamente, para simular los valores de una variable aleatoria continua, se supone que también  $x_i \sim X$ :

$$\int_{-\infty}^{x_i} f(x) dx = \gamma_i, \gamma_i \sim U(0,1)$$

Para calcular la función de distribución inversa, se considera la función de densidad  $f(x)$  para obtener su función de distribución  $F(x)$  y calcular  $F^{-1}$ :

$$\begin{aligned}
F: E &\rightarrow [0,1] \\
x &\rightarrow F(x) = P(X < x) \\
x &= F^{-1} \leftarrow \gamma
\end{aligned}$$

Lo anterior es la simulación de una variable aleatoria continua que sigue una distribución uniforme  $U(a, b)$ , a partir de un generador de números aleatorios que sigue una distribución  $U(0,1)$ . Por otro lado, una variable aleatoria continua que siga una función de distribución normal  $X \sim N(\mu, \sigma^2)$  se define de esta manera:

$$\begin{aligned}
\Phi_{\mu, \sigma^2}(x) &= \int_{-\infty}^x \varphi_{\mu, \sigma^2}(u) du \\
\Phi_{\mu, \sigma^2}(x) &= \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(u-\mu)^2}{2\sigma^2}} du, x \in \mathfrak{R}
\end{aligned}$$

Siendo la función de densidad:

$$\varphi_{\mu, \sigma^2}(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Donde  $\mu$  es la rentabilidad esperada,  $\sigma$  es la medida del riesgo,  $\sigma^2$  es la varianza. De acuerdo con el Teorema del Límite Central (el comportamiento de los datos se aproxima a una curva de Gauss entre mayor sea el tamaño de la muestra) se determina la relación entre la distribución PERT y la Distribución Beta para calcular la rentabilidad y riesgo esperados (la sexta parte del rango) de la siguiente manera:

Sean  $a, b, c, x \in \mathfrak{R} / x \in [a, b], b > a, c > b$

$$\begin{aligned}
\mu &= \frac{4b + a + c}{6} \\
\sigma &= \frac{c - a}{6}
\end{aligned}$$

El mínimo es  $a$ , el máximo es  $c$  y la moda o el valor más probable es  $b$ . La función de densidad es:

$$f(x) = \frac{(x-a)^{\alpha-1}(c-x)^{\beta-1}}{B(\alpha, \beta)(c-a)^{\alpha+\beta-1}}$$

Donde los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  están definidos así:

$$\alpha = \frac{4b + c - 5a}{c - a} = 1 + 4 \frac{b - a}{c - a}$$

$$\beta = \frac{5c - a - 4b}{c - a} = 1 + 4 \frac{c - b}{c - a}$$

Y la función beta con parámetros  $\alpha > 0, \beta > 0$ :

$$B(\alpha, \beta) = \int_0^1 x^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1} dx$$

La función de distribución es  $I_z(\alpha, \beta)$  con:

$$z = \frac{x - a}{c - a}$$

La distribución PERT es usada en el análisis del riesgo para calcular la incertidumbre de una variable econométrica basándose en estimaciones subjetivas, los tres escenarios son definidos intuitivamente como el caso pesimista, el caso normal y el caso optimista.

#### 2.4.6 Fuentes de financiamiento

Ejecutar un proyecto de inversión implica contar con los fondos necesarios. El recurso financiero proviene del capital propio (de los inversionistas) o deuda (crédito) concedida por las instituciones financieras. Seleccionar la mezcla (Weighted Average Cost of Capital, WACC; en español significa Costo de Capital Promedio Ponderado) entre capital propio y capital ajeno es muy importante ya que, el valor total de la cuota afecta el flujo de caja de una empresa y por supuesto, de un proyecto de inversión (Serrano, 2011) pero, sólo los intereses forman parte del Estado de Resultados y son considerados como gastos financieros deducibles de impuestos (escudo fiscal).

##### 2.4.6.1 WACC

El costo de capital promedio ponderado (WACC) es el costo general del capital y refleja el costo futuro promedio esperado (Gitman, 2012). Para calcular el costo de capital promedio ponderado se multiplica el costo específico de cada forma de financiamiento por su proporción en la estructura de capital de la empresa, al final se suman los valores ponderados. Si  $C$  es el valor del capital contable,  $D$  el valor del pasivo total,  $EF$  la estructura financiera ( $C+D$ ),  $k_d$

costo del pasivo (el interés),  $k_e$  el costo del capital (rendimiento requerido por los inversionistas) y  $T$  la tasa impositiva, el  $WACC$  se calcula con la siguiente fórmula:

$$WACC = \frac{C}{EF} \times k_e + \frac{D}{EF} \times k_d \times (1 - T)$$

#### 2.4.6.2 Valor del dinero en el tiempo

En economía (Gitman, 2012), el valor de un dólar estadounidense en este momento es más significativo que el valor de un dólar estadounidense obtenido después de ese primer momento, la ventaja de obtener un dólar estadounidense en un preciso momento es que, se puede invertir para obtener un rendimiento positivo. Para hacer comparaciones de cantidades de dinero situadas temporalmente en el presente o en el futuro, es necesario contar con la fundamentación matemática que mostrará los resultados para cada escenario y con ello, será más fácil tomar una decisión financiera.

#### 2.4.6.3 Valor presente y valor futuro

En el valor presente, se considera el resultado futuro que una cantidad de dinero actual pueda generar, la cantidad está sujeta al tiempo, el tipo de interés y el valor de la tasa de interés mientras que; en el valor futuro, se compara el valor de los flujos futuros con respecto al valor presente y así evaluar la conveniencia de ciertos proyectos de inversión. La fórmula que relaciona tanto el valor presente como el valor futuro está definida como sigue:

$$VF_n = VP \times (1 + i)^n$$

Y si se desea calcular el valor presente de una cantidad futura:

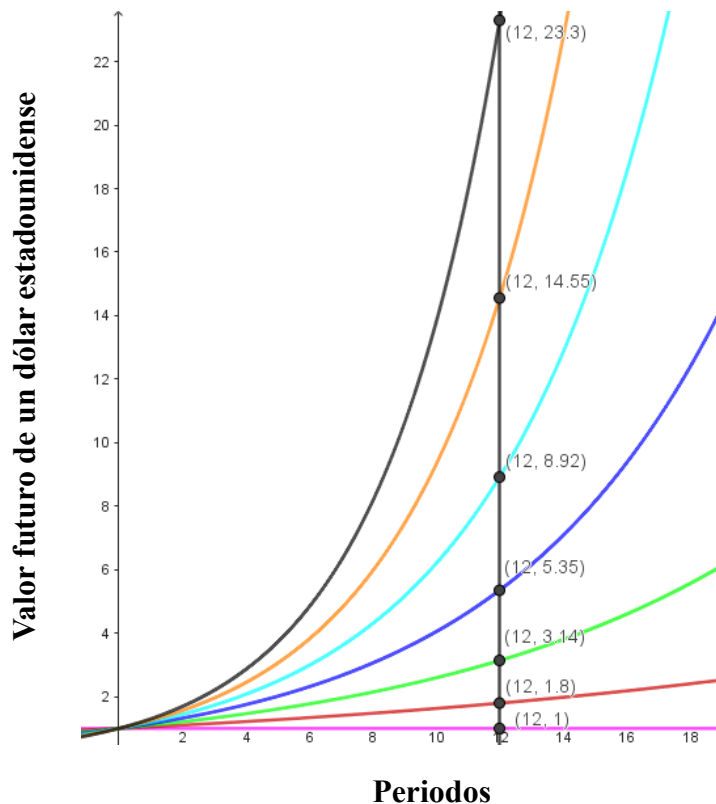
$$VF_n = VP \times (1 + i)^n$$

$$\frac{VF_n}{(1 + i)^n} = VP$$

$$VP = \frac{VF_n}{(1 + i)^n}$$

En la fórmula anterior  $n$  significa el número de periodos,  $i$  es la tasa anual de interés pagada,  $VP$  significa valor presente y  $VF_n$ , valor futuro al final del periodo  $n$ . En la imagen nueve se graficó el valor de un dólar estadounidense en contraste con diversas tasas de interés y diferentes periodos. Esta gráfica permite visualizar el efecto geométrico del valor del dinero generado al

fijar el tiempo y la tasa de interés, en el eje de las ordenadas se denota el valor futuro de un dólar estadounidense y en el eje de las abscisas, los periodos.



**Imagen 9:** comparación del valor futuro de un dólar estadounidense respecto a diversas tasas de interés y diversos periodos. Comparación de las diversas tasas de interés (rosa para el 0%, rojo para el 5%, verde para el 10%, azul para el 15%, cian para el 20%, naranja para el 25% y negro para el 30%) respecto al periodo 12. Elaboración propia.

Si la tasa de interés es del cinco por ciento, en el año doce se obtendrá un dólar con ochenta centavos; si la tasa de interés es el del veinticinco por ciento, en el año doce se obtendrán catorce dólares con cincuenta y cinco centavos; y si la tasa de interés fuera del treinta por ciento, en el año doce se obtendrán veintitrés dólares con treinta centavos. Esta idea gráfica ayuda a formarse la idea de la importancia que tiene el valor del dinero en el tiempo. Y si la inversión no fuese de un dólar sino de cinco mil dólares, se interpretaría similarmente y se tomarían las decisiones financieras correspondientes.

Si el proceso es a la inversa, es decir, se requiere calcular el valor presente de una cantidad de dinero fijada en el futuro, naturalmente el valor presente siempre será menor que el valor futuro a menos que la tasa de descuento sea cero (en este caso ambos valores serán iguales). En este

caso la tasa se llama tasa de descuento, rendimiento requerido, costo de capital o costo de oportunidad. El proceso para calcular el valor presente se conoce como descuento de flujos de efectivos, y tiene una gran importancia al incorporarlo en la evaluación financiera de los proyectos de inversión.

#### 2.4.6.4 Interés simple

Los intereses no forman parte del principal en el cálculo de nuevos intereses (no existe capitalización), únicamente se consideran los intereses  $I$  hasta el final del periodo  $n$  a una tasa de interés  $i$ , donde  $C$  es el principal. Considérese que  $I_T$  es el interés simple total y que el interés simple para un periodo determinado es  $C \times i$ :

$$\begin{aligned} I_T &= I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_{n-1} + I_n \\ I_T &= (C \times i) + (C \times i) + (C \times i) + \dots + (C \times i) + (C \times i) \\ I_T &= (C \times i) \times (1 + 1 + 1 + \dots + 1 + 1) \\ I_T &= (C \times i) \times n \end{aligned}$$

De forma general:  $I = C \times i \times n$ , y al calcular el monto final  $M$ :

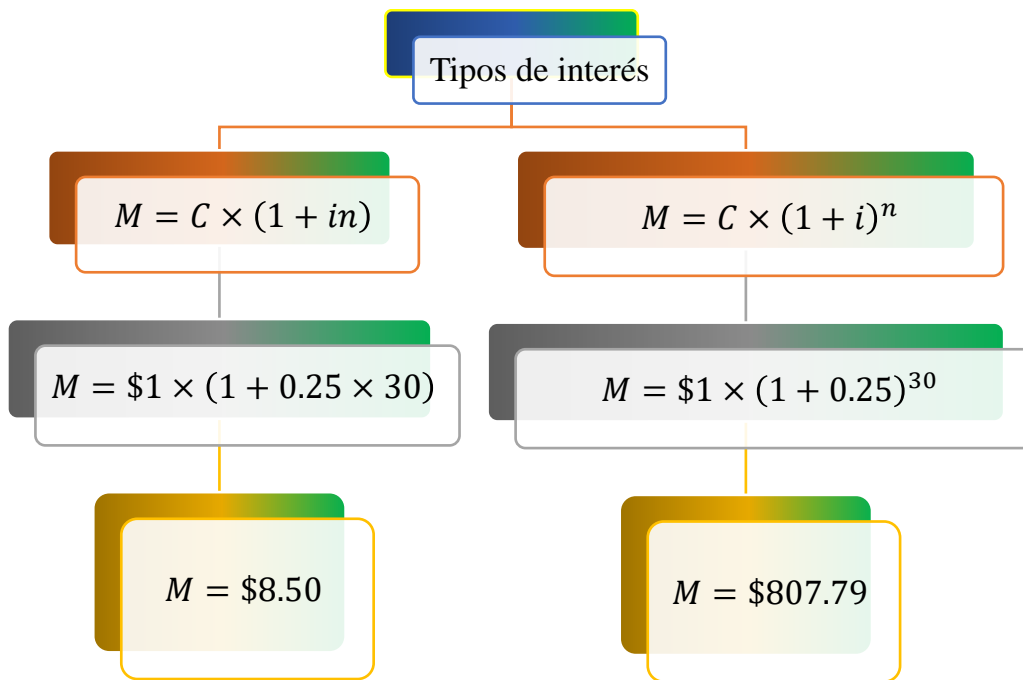
$$\mathbf{M = C + I = C + C \times i \times n = C(1 + i \times n)}$$

#### 2.4.6.5 Interés compuesto

Es el tipo de interés que pasa a ser parte del principal al final de un periodo determinado para que los nuevos intereses sean calculados sobre él, financieramente, es el más utilizado. Emplea la misma simbología que el interés simple, pero ahora el proceso financiero es de naturaleza exponencial, mientras que, en el interés simple el proceso es de tipo lineal. El término  $1 + i$  expresa matemáticamente la inclusión de los intereses en el principal para los posteriores cálculos, es decir  $C \times (1 + i) = C + C \times i$ . Considérense los montos e intereses para los periodos uno, dos, tres,  $n$ -ésimo menos uno y  $n$ -ésimo; y también las sustituciones recursivas:

$$\begin{aligned} \mathbf{M_1} &= \mathbf{C \times (1 + i)} \\ \mathbf{M_2} &= \mathbf{M_1 \times (1 + i) = C \times (1 + i) \times (1 + i) = C \times (1 + i)^2} \\ \mathbf{M_3} &= \mathbf{M_2 \times (1 + i) = C \times (1 + i)^2 \times (1 + i) = C \times (1 + i)^3} \\ &\quad \vdots \\ \mathbf{M_{n-1}} &= \mathbf{M_{n-2} \times (1 + i) = C \times (1 + i)^{n-2} \times (1 + i) = C \times (1 + i)^{n-1}} \\ \mathbf{M_n} &= \mathbf{M_{n-1} \times (1 + i) = C \times (1 + i)^{n-1} \times (1 + i) = C \times (1 + i)^n} \end{aligned}$$

De forma general, para calcular el monto final  $M$  en un periodo determinado y una tasa específica:  $M = C \times (1 + i)^n$ .



**Imagen 10:** comparación de la inversión de un dólar estadounidense en interés simple y en interés compuesto, para un periodo de 30 años. Construcción propia.

Al comparar el efecto tanto del interés simple como del interés compuesto sobre el dinero se formará una idea de la gran incidencia que tienen respecto a proyectos de inversión. Para hacer la comparación, se analizará la inversión de un dólar estadounidense al cabo de treinta años con una tasa de rendimiento del veinticinco por ciento. Lógicamente, la inversión será mejor si se elige el interés compuesto; la diferencia entre los montos finales es de setecientos noventa y nueve dólares estadounidenses con veintinueve centavos, eso significa que la inversión utilizando interés compuesto fue multiplicada aproximadamente por noventa y cinco veces, respecto a la inversión utilizando interés simple.

#### 2.4.6.6 Anualidades y amortizaciones.

Partiendo de que  $i_p$  es el interés relativo al periodo obtenido por la equivalencia que relaciona el interés efectivo  $i_e$  y  $n$  el número de periodos en un año:

$$1 + i_e = (1 + i_p)^n$$

$$\sqrt[n]{1 + i_e} = 1 + i_p$$

$$\sqrt[n]{1 + i_e} - 1 = i_p$$

$$i_p = (1 + i_e)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Para el caso más común, cuando el número de periodos es doce (cuotas mensuales) la fórmula anterior queda modificada así:

$$i_p = (1 + i_e)^{\frac{1}{12}} - 1$$

Una anualidad es una equivalencia entre un valor presente y una serie de pagos futuros uniformes (flujos anuales de efectivo periódicos e iguales; mensualidad para flujos mensuales). Los flujos de efectivo pueden ser de entrada (rendimientos) o de salida (inversión). Existen dos tipos de anualidades, la anualidad ordinaria presenta flujos de efectivo presentados al final del periodo y la anualidad anticipada los presenta al principio de cada periodo. El proceso de cálculo de los pagos iguales y periódicos del préstamo se llama amortización. El valor de la cuota para una serie uniforme (cuota constante) de  $N$  pagos se deriva del valor presente  $VP$  de los flujos de la serie. La anualidad  $P$  está definida por:

$$VP = P \times \frac{(1 + i_p)^N - 1}{i_p \times (1 + i_p)^N}$$

$$\frac{VP}{\frac{(1 + i_p)^N - 1}{i_p \times (1 + i_p)^N}} = P$$

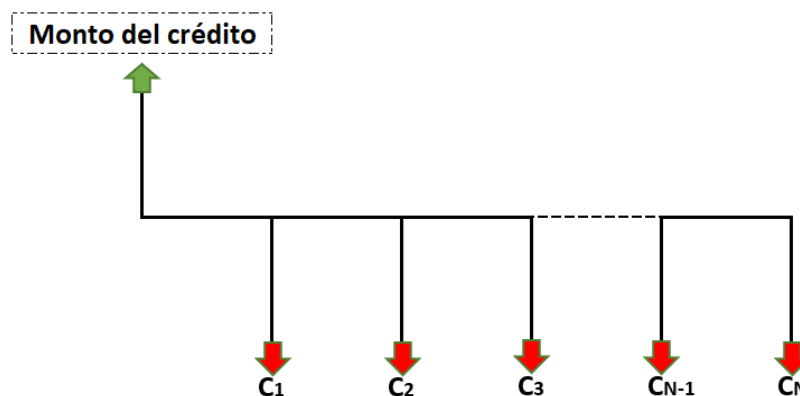
$$P = \frac{VP \times i_p \times (1 + i_p)^N}{(1 + i_p)^N - 1}$$

Los flujos de una serie uniforme se representan gráficamente en la imagen doce (Fernández, 2017) con una línea horizontal (línea del horizonte) que simboliza el tiempo, la primera flecha vertical apuntando hacia arriba representa el monto del crédito (valor presente) concedido a la empresa mientras que, las restantes flechas verticales que apuntan hacia abajo representan las cuotas que se deben pagar para ir amortizando el crédito. Cada cuota está compuesta por el pago de intereses y el abono al capital. Los flujos y sus detalles pueden ser mostrados de forma gráfica y también a través de una tabla. La imagen once muestra la construcción lógica de una tabla de amortización de la deuda donde  $I_i$  es el  $i$ -ésimo interés,  $A_i$  es el  $i$ -ésimo abono al capital,  $M_0$  es el valor de la deuda (préstamo),  $S_i$  es el saldo  $i$ -ésimo y  $N$  es la cantidad de pagos.

Tabla de amortización de la deuda				
Periodo	Cuota	Intereses	Abono a capital	Saldo de la deuda
0				$M_0$
1	$C_1$	$I_1 = M_0 * i_p$	$A_1 = C_1 - I_1$	$S_1 = M_0 - A_1$
2	$C_2$	$I_2 = S_1 * i_p$	$A_2 = C_2 - I_2$	$S_2 = S_1 - A_2$
3	$C_3$	$I_3 = S_2 * i_p$	$A_3 = C_3 - I_3$	$S_3 = S_2 - A_3$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
N-1	$C_{N-1}$	$I_{N-1} = S_{N-2} * i_p$	$A_{N-1} = C_{N-1} - I_{N-1}$	$S_{N-1} = S_{N-2} - A_{N-1}$
N	$C_N$	$I_N = S_{N-1} * i_p$	$A_N = C_N - I_N$	\$0.00

**Imagen 11:** Análisis general de una tabla de amortización de la deuda. Construcción propia. Nota:  $i_p$  es la tasa relativa al periodo y  $N$  es la cantidad de pagos. Construcción propia.

Existen muchas formas de realizar créditos, a continuación, se detallan las cuatro más frecuentes. El más simple es cuando se calculan los intereses y se realiza un sólo pago conformado por el capital más los intereses originados por la tasa y el plazo previamente pactados. También es posible que se paguen intereses periódicos durante un tiempo, y en el último periodo pagar el interés más el capital. Las amortizaciones. En última instancia, también se puede pagar un porcentaje de capital más los intereses del saldo insoluto. Una amortización implica pago de intereses y abono al capital simultáneamente. A continuación, la representación gráfica desde el punto de vista del deudor:



**Imagen 12:** representación gráfica de una amortización definida por una serie uniforme. El monto del préstamo es la cantidad que fue acordada recibir (respecto a una tasa de interés y plazo definidos) y que proviene del acreedor. Los elementos de la serie  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_{N-1}, C_N$  son los pagos de la deuda (cuotas) en el tiempo estipulado. Las líneas punteadas simbolizan una abreviación del periodo de tiempo. Tomado de anualidades y amortizaciones: financiación y refinanciación en moneda nacional y extranjera. Aplicaciones. Elaboración propia.

## **Capítulo III: Diseño metodológico**

### **3.1 Enfoque de la investigación**

La evidencia que se aportó en esta investigación es de carácter cuantitativo, por lo que se implementó el enfoque cuantitativo (positivismo). La investigación se orientó al cálculo del costo total de un proyecto de inversión sobre energía fotovoltaica y su evaluación financiera a través de la simulación Montecarlo. La inversión considera los costos de materiales y dispositivos, costos de instalación, costos de mantenimiento y costos de la evaluación financiera. Todos estos aspectos son básicos para el desarrollo y ejecución del plan de inversión a implementarse en el ingenio azucarero y que pueda influir positivamente en su rendimiento.

### **3.2 Método**

El método que se utilizó para esta investigación es el método hipotético-deductivo. En el marco teórico se investigó bibliográficamente lo referente a los tipos de energía renovable de El Salvador y se describieron los dispositivos junto con sus funciones específicas en un circuito eléctrico. También se investigó la industria azucarera y se hizo énfasis en los diferentes productos que generan los ingenios. Por último, se indagó sobre los fundamentos matemáticos de la simulación Montecarlo, la teoría sobre el valor del dinero en el tiempo y las amortizaciones.

### **3.3 Diseño de estudio**

El tratamiento de las variables fue de tipo observacional, el alcance de las variables fue de naturaleza correlacional. Debido a que la recolección se hizo únicamente en una ocasión, el diseño de recolección fue transversal. El tiempo de búsqueda de la información fue de naturaleza retrospectiva ya que, los datos ubicados temporalmente en el pasado serán de importancia en el análisis de proyecciones para evaluaciones de trama financiera. El contexto de la búsqueda de la información es de campo.

### **3.4 Población y muestra**

Se identificaron seis ingenios azucareros legalmente registrados en todo el territorio salvadoreño. Esta investigación se centró en el ingenio azucarero La Magdalena ubicado en el municipio de Chalchuapa, departamento de Santa Ana, regionalmente ubicado en la zona occidental del país. Se seleccionó este ingenio debido a que es el de menor producción, por lo tanto, se trata de una muestra no probabilística.

### **3.5 Técnicas e instrumentos de recolección**

Se emplearon las técnicas de observación, entrevista y matrices lógicas. La observación se necesitó para conocer y evidenciar el proceso de producción de energía eléctrica a partir del bagazo. La entrevista proporcionó información complementaria al tema central de investigación. Una entrevista fue dirigida a las autoridades del ingenio azucarero, otra entrevista, a empresas que se dedican a la instalación de circuitos eléctricos que aprovechan la energía solar.

Las matrices lógicas se usaron para la recolección de la información financiera del ingenio azucarero, útil para la generación de proyecciones y evaluaciones financieras que cubren un lapso de cinco años. La entrevista y las matrices lógicas se validaron consultando a especialistas salvadoreños en materia de energía eléctrica, energías renovables y finanzas. Esta validación es muy importante ya que se quieren obtener conclusiones y recomendaciones significativas del proyecto de inversión.

### **3.6 Hipótesis o supuestos de investigación**

- Al ejecutarse el proyecto de inversión de paneles solares en el ingenio azucarero “La Magdalena”, se incrementará la producción de energía renovable nacional y mejorará la rentabilidad del ingenio.
- Entre mayor sea la producción de energía fotovoltaica, menor será el porcentaje de energía importada que es necesario para cubrir la demanda nacional de energía eléctrica.
- Entre mayor sea la producción de energía fotovoltaica, menor será el costo general de la energía eléctrica en la empresa.
- Entre mayor sea el área en la que se instalará el circuito eléctrico, mayor será la producción de energía renovable.
- Mediante la generación de energía renovable, se preserva significativamente el medio ambiente.

### 3.7 Operacionalización de variables

Tabla 2: operacionalización de variables.

Variabes	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems
Energía eléctrica	Fuente de poder para el funcionamiento de maquinaria operativa e instalaciones.	* Electricidad de red eléctrica convencional. * Electricidad proveniente de paneles solares.	kWh	Suministro de energía para el correcto funcionamiento del ingenio azucarero.
Costo de la energía eléctrica	El costo del suministro que el ingenio azucarero asume para el funcionamiento de maquinaria e instalaciones.	Suministro de energía que utiliza el ingenio azucarero de la red convencional.	Dólar estadounidense (\$)	Costo de la energía eléctrica.
Rentabilidad del ingenio	Beneficio monetario que se obtiene de restar los costos en que las empresas incurren para su funcionamiento.	* Utilidad bruta. * Utilidad operativa. * Utilidad neta.	Dólar estadounidense (\$)	* Ingresos. * Costos. * Gastos.
Energía solar	Radiación emitida por el sol y utilizada para la generación de energía eléctrica.	Producción de energía eléctrica.	Vatios por metro cuadrado (W/m <sup>2</sup> )	Paneles solares.
Costo de instalación de paneles solares	Paneles solares para suministrar energía eléctrica al ingenio azucarero	* Instalación. * Operación. * Producción.	Dólar estadounidense (\$)	* Instalación física de las estructuras. * Dispositivos.

Fuente: construcción propia.

### 3.8 Estrategias de recolección, procesamiento y análisis de la información

Para obtener los datos requeridos, se solicitó por escrito a las autoridades del ingenio la información financiera oficial del último ejercicio, estos datos están resumidos en los Balances Generales y los Estados de Resultados. Se entrevistó al gerente del ingenio azucarero y al gerente de empresa dedicada a la instalación de circuitos eléctricos que aprovechan la energía solar; con la entrevista se obtuvo información complementaria para el desarrollo de la investigación. Los indicadores que adoptan las variables están considerados en la entrevista.

Los datos recolectados fueron procesados con técnicas estadísticas básicas y avanzadas para obtener información. La información muestra la tendencia y comportamiento de las variables

de interés. La información se interpretó y se obtuvo conocimiento. Los análisis consideran los supuestos estadísticos del proceso de simulación, la teoría de probabilidades, la teoría de la curva normal, la teoría del valor del dinero en el tiempo, la teoría de amortizaciones. Al realizar un análisis integral se concluyó sobre la incidencia de la ejecución del plan de inversión de paneles solares en el rendimiento del ingenio azucarero “La Magdalena”.

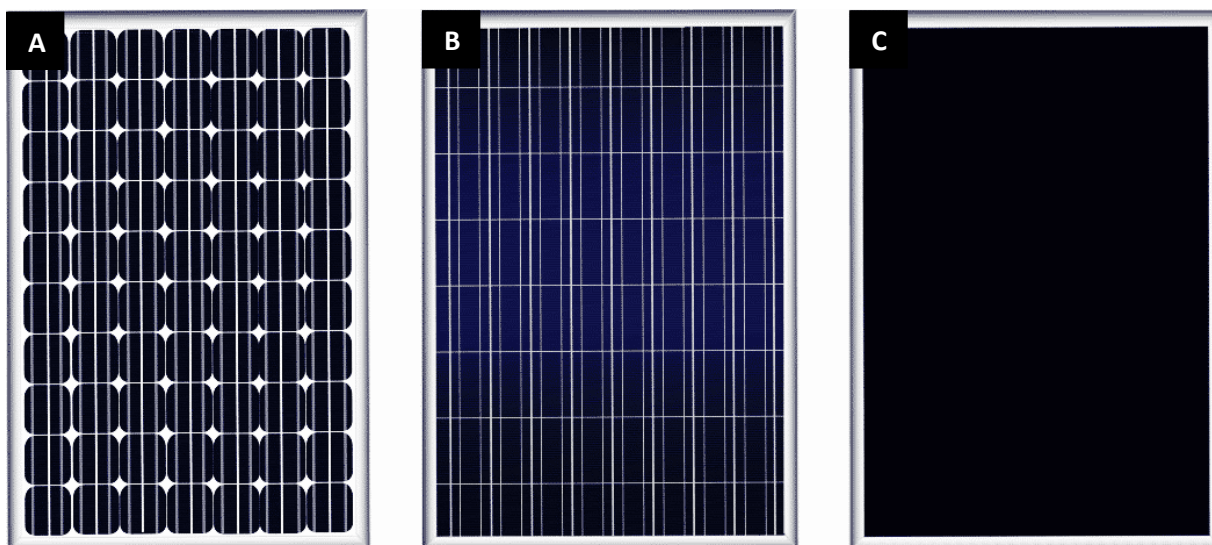
### **3.9 Consideraciones éticas**

Los datos recopilados del ingenio azucarero fueron utilizados con fines educativos y científicos, para realizar simulaciones y proyectar resultados financieros futuros.

## Capítulo IV: Análisis e interpretación de resultados

### 4.1 Resultados obtenidos de la entrevista

Actualmente, la mayoría de los paneles solares son de dos tipos. Los paneles solares monocristalinos están compuestos por un único cristal de silicio (silicio cristalino), de rendimiento y eficiencia mayor (más energía respecto a la misma cantidad de luz), son más duraderos, mayor resistencia a la sombra y al viento (menos mantenimiento), menos probabilidad de degradarse y oxidarse en el tiempo; todas las características anteriores son respecto a los paneles solares policristalinos. Ambos paneles poseen un sistema de lentes o espejos para maximizar la luz que incide sobre ellos. Una característica esencial a la hora de valorar una inversión de este tipo es el precio del panel solar, un factor muy decisivo; los monocristalinos son más caros que los policristalinos.



*Imagen 13:* A) Panel solar monocristalino PERC (son más comercializados) tiene una eficiencia entre el 19% y 20%. B) Panel solar Policristalino PERC (se están dejando de fabricar), tiene una eficiencia entre el 17% y 18%. C) Panel solar de capa fina o amorfo (en desuso). Cortesía de Solar Magazine.

Los paneles solares policristalinos están formados por células con múltiples partículas de silicio cristalizados. El silicio (en forma de cuarzo) es el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre (extraído a través de la minería), por ese motivo se considera amigable con el medio ambiente; es el proceso de transformación del mineral el que produce el panel monocristalino o policristalino. Además del precio asociado a cada tipo de panel, el tipo de clima del lugar donde se hará la instalación también incide directamente en la selección del tipo de paneles. En los climas fríos (alta probabilidad de tormentas o niebla) es preferible el panel

monocristalino, y en climas cálidos, el panel policristalino. En el panel policristalino la absorción de calor es más veloz y es más resistente al sobrecalentamiento.

Hoy en día, tecnologías en desarrollo permiten la adquisición de un nuevo tipo de paneles, los paneles monocristalinos PERC tipo N (Passivated Emitter Rear Cell tipo N). A los paneles monocristalinos PERC les quedan pocos años de vida en el mercado. Para entender esta diferencia entre los tipos de paneles, sólo basta ubicarse en el tiempo. Los policristalinos fueron los primeros que aparecieron, los actuales son monocristalinos PERC, y en la siguiente generación serán de tipo N, esto debido a la evolución tecnológica. La vida útil promedio de los paneles solares es de alrededor de veinticinco años, treinta años máximo. La tecnología PERC tipo N ya está disponible en el país, empiezan a ser más rentables porque el precio de adquisición está disminuyendo considerablemente, es por esa razón que los precios son más flexibles, más manejables, más accesibles para las empresas que se dedican a la distribución de esta tecnología.

El mantenimiento de los paneles solares es mínimo. El mantenimiento consiste en lavar los paneles solares cuando se ensucian (quitar sobre todo polvo y hollín). Otro factor, es el daño causado por vandalismo o por accidentes, como piedras que caen repentinamente, explosiones (es poco frecuente, pero pueden ocurrir). En general, el panel solar debe permanecer limpio debido a que pierde eficiencia si tiene una capa de tierra, genera menos electricidad. En El Salvador existen únicamente dos estaciones climáticas, invierno y verano; en invierno no se lavan y en el verano se deben lavar dos veces. Los paneles solares tienen más ventajas que desventajas. Una desventaja es que, los sistemas solares dependen del sol y por ese motivo una empresa no se podría independizar de la distribuidora (no todas las horas son solares).

En la teoría de la electricidad, la potencia eléctrica es la velocidad a la que se consume la energía en un determinado momento, para medirla se utiliza el watt, se abrevia W. En el país casi no hay empresas que necesiten una potencia eléctrica en MW, y las pocas que existen son empresas enormes, la mayoría de las empresas son medianas y necesitan alrededor de unos doscientos kW de potencia eléctrica. Las tarifas eléctricas determinan que baja demanda eléctrica es de cero a diez kW, media demanda eléctrica es de diez kW a cincuenta kW y alta demanda de cincuenta kW o superior, esa es la clasificación de demanda energética de la SIGET. El ingenio azucarero es una empresa con alta demanda energética, su potencia mensual es de aproximadamente ciento sesenta y cinco punto diez kW. En la factura eléctrica se cobran dos

cosas: la potencia y el consumo eléctricos. El consumo eléctrico en la mayoría de las empresas medianas es de veinte mil kWh al mes. Potencia y consumo eléctricos son dos conceptos difíciles de interpretar, hasta altos dirigentes del país se han confundido en sus conferencias, quisieron medir el volumen de agua en kWh.



*Imagen 14:* detalle de dos inversores solares modelos Huawei Sun2000-100ktl-M1 de 100kW de potencia eléctrica instalados en el sector industrial. Cortesía de Made-in-China.

En tecnología solar, el watt pico Wp (Hora Solar Pico, HSP) es la unidad de potencia de un panel solar, es la máxima potencia eléctrica del panel (sin sombras) obtenida en condiciones ideales específicas en corriente continua DC. En un hogar o empresa, la corriente eléctrica es alterna, AC. Existe una relación entre AC y DC. Los paneles solares sólo producen corriente directa por lo que, se deben instalar inversores eléctricos para el acoplamiento de los circuitos. La potencia nominal comercial se define en relación con el momento (de máxima insolación) durante el cual la intensidad de la luz solar es de mil watts por metro cuadrado ( $W/m^2$ ) a temperatura ambiente normal (veinticinco grados Celsius). Los precios de mercado de paneles solares se formulan en base a Wp y no por unidad. La cantidad de paneles solares que se necesitarán dependerá de esta característica fundamental de los paneles disponibles al momento, el precio por Wp está situado entre US\$0.25 y US\$0.30.

Por otro lado, la irradiancia solar está muy relacionada con el Wp de los paneles solares. La irradiancia es la incidencia de un rayo solar perpendicular respecto a la superficie del panel solar, es la cantidad de energía que el sol produce. Así que, se debe tener en cuenta que los rayos del sol son perpendiculares a la superficie del panel solar únicamente en unos minutos (es por eso

que el sistema de tracking eleva el rendimiento del panel). Debido a la rotación del planeta tierra el ángulo de incidencia de los rayos solares se mantiene en variación. La orientación de los techos (sugerencia: con mediaguas hacia el sur) y la inclinación del planeta tierra (la inclinación media es veintitrés punto veintisiete grados) definen el momento exacto en que los rayos solares serán perpendiculares a la superficie del panel.

La irradiancia solar se comporta como una campana de Gauss, en la mañana comienza su ascenso, alrededor del mediodía se logran los rayos solares perpendiculares a una determinada superficie, se alcanza el punto más alto (pico); luego comienza a decrecer mientras transcurre la tarde. Un panel solar genera esa potencia eléctrica sí y solo si se logra la perpendicularidad entre rayo solar y superficie. Un panel solar con especificación técnica de quinientos setenta y cinco Wp, significa que esa potencia eléctrica se alcanzará en un único momento, en las demás horas del día, la potencia eléctrica del panel siempre será inferior a la especificación técnica, y en los extremos de la campana, la potencia eléctrica generada será ínfima. Al relacionar la cantidad de paneles solares y el área de techo disponible medida en metros cuadrados se deduce que, entre más paneles solares, y desde luego más área, se produce más energía eléctrica (directamente proporcional).

Durante la instalación del circuito eléctrico solar, la planta solar se agrega a la instalación eléctrica ya existente, es decir, se incluye otra fuente de voltaje en el circuito general. Un circuito está compuesto por cables eléctricos adecuados (alambrado de diferentes categorías) al voltaje e intensidad específicos y los dispositivos eléctricos. La energía es un flujo que tiene origen y final. Si ahora se tienen dos fuentes de energía, CLESA y la planta solar, y se considera un resumidero abierto (resistencias eléctricas); el comportamiento del circuito se basa en que, si los paneles solares cubren una determinada demanda de energía, entonces la energía fluye directamente desde el sistema solar hasta el resumidero y no se compra a CLESA. Si el resumidero se cierra, resistencias apagadas, la energía fluye desde el sistema solar hacia la red nacional (CLESA), la distribuidora compra esa energía (esta comercialización está regulada por la ley UPR).

Las leyes de Kirchhoff (en honor a Gustav Kirchhoff) explican científicamente lo expuesto anteriormente. Se utilizan para el análisis de circuitos eléctricos simples y complejos, circuitos de bucles múltiples (de varias uniones llamadas nodos). Un nodo es una conexión de tres o más

cables. La primera ley (regla de nodos) afirma que “la suma de todas las corrientes que entran en un nodo debe ser igual a la suma de todas las corrientes que salen del nodo”. La segunda ley (regla de las tensiones) afirma que “la suma algebraica de los cambios de potencial alrededor de cualquier trayectoria de circuito cerrado (bucle) debe ser cero”.

PVsyst (Photovoltaic System) es un software suizo de predicción y simulación, está disponible en inglés y francés. Se utiliza para diseños fotovoltaicos. Los ingenieros eléctricos simulan un sistema fotovoltaico para analizar el comportamiento del circuito (distribución de probabilidad gaussiana de los parámetros de entrada y salida, temperatura e irradiancia), la potencia eléctrica generada; evalúan pérdidas (simulación de sombras y horizonte en 3D).

También es posible simular el rendimiento de la inversión a través de resultados económicos detallados que relacionan el costo de la compra de los paneles solares y otros elementos electrónicos del sistema, los costos del análisis de factibilidad, de instalación, de seguro, de terreno; intereses e impuestos. El informe muestra el total de la inversión en el sistema, cargos por financiamiento, otros gastos, y el retorno de la inversión (VAN, payback, ROI), además del flujo de caja detallado de la inversión.

Los principales parámetros ajustables del software son, la potencia eléctrica requerida, el área disponible, el tipo de panel solar, baterías, inversores; la información meteorológica de las coordenadas geográficas, ángulo de orientación (respecto al horizonte) y ángulo azimut (define la posición del sol), tipo de planta solar, especificación de sombras. Los parámetros de salida son, el total de la producción de energía del sistema en un año, medida en kWh/yr; la producción específica medida en kWh/kWp/yr, el coeficiente de rendimiento, la producción normalizada en kWh/kWp/day, y el detalle de pérdidas.

Existen formas alternativas para reducir los costos en una empresa. Esta vez se analizó una inversión financiera en paneles solares con el objetivo de que el ingenio ahorre en el pago del servicio eléctrico (factura eléctrica) y de esta manera obtener mayor rentabilidad (este costo representa un dos por ciento de la rentabilidad). La inversión inicial planteada debe poder recuperarse en un punto determinado en el horizonte de flujos de efectivo. Se analizó la factibilidad de la inversión en relación con la escasa producción de energía eléctrica a nivel nacional (alto costo de la energía eléctrica) y en relación con las diferentes formas de financiamiento. Se partió de la premisa de que la inversión en energía renovable maximiza la

rentabilidad del ingenio azucarero, una empresa de tipo industrial, frente al alto costo de la energía eléctrica, en tal sentido, la inversión será factible financieramente.

El alto costo de la energía eléctrica depende de los recursos que se utilizan para generarla y de fenómenos climáticos. El niño (escasez de lluvias) ha afectado la producción de energía eléctrica en la región centroamericana, Guatemala y Honduras tuvieron crisis energética en el primer semestre del presente año; Nicaragua, Costa Rica y Panamá también tomaron medidas para enfrentar la escasez de energía eléctrica. El Salvador mantuvo altos niveles de exportación para el mismo semestre en el Mercado Eléctrico Regional (MER), a pesar del efecto negativo del fenómeno climático. La producción y la exportación de energía es aproximadamente similar y ronda los cien GWh al mes, la generación de energía eléctrica con fuentes renovables maximiza el beneficio de las exportaciones.



**Imagen 15:** instalación de paneles solares en el sector residencial (paneles situados en el techo de la vivienda y un inversor situado en el exterior de la pared). En Suecia existe un marcado uso de paneles solares en todos los sectores, una diferencia muy notable respecto a El Salvador. Cortesía de Dn. Luis Solórzano, ciudadano sueco.

Los paneles solares más demandados son los monocristalinos (también son conocidos por módulos fotovoltaicos monocristalinos). Normalmente están instalados en los grandes parques industriales o comerciales, en el sector residencial es poco frecuente debido al alto costo del sistema. Para ejecutar la inversión, primero se debe realizar un estudio de factibilidad. El estudio inicial consiste en apearse a la Ley UPR (Usuario Productor de Energía Renovable) de la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones, en siglas SIGET. Esta ley

regula la producción y comercialización de la energía eléctrica basada en recursos renovables. Además de utilizar internamente la energía, el mayor interés de las empresas es venderla a la distribuidora.

También hay otro escenario en el que no se inyectan los excedentes a la red nacional. Una empresa puede utilizar la mayoría de energía solar para uso interno, en ese caso no es necesario solicitar y tramitar el contrato UPR (la generación de energía solar ya no está limitada), en tal caso, el inversor (componente electrónico del sistema) regula y controla automáticamente todo el flujo de energía (convierte energía DC a energía AC); y el excedente de energía se desperdicia. Una empresa que tenga sistema solar y no tenga el contrato UPR, es porque el consumo es bajo y los horarios son de ocho de la mañana a cuatro de la tarde (rendimiento del panel solar en forma de campana gaussiana); al finalizar el horario se apagan los resumideros, la red se mantiene intacta (no se enciende ni se apaga). Las empresas con sistema solar se olvidan de la existencia de este, y sólo se acuerdan al momento de pagar la factura eléctrica, los costos disminuyen considerablemente.

Conocida la legislación en materia de energía renovable, se necesita conocer cuál es la demanda máxima y cuál es el consumo máximo (parámetros básicos para realizar la inversión), por último, hay que considerar el techo disponible. Pueden ocurrir dos situaciones, la primera es que el consumo energético sea alto y no exista área disponible, la segunda situación es la inversa de la anterior, que haya demasiado techo, pero no haya mucho consumo eléctrico. Los edificios tienen mucho consumo, pero el techo disponible es muy limitado, mientras que, en algunas naves industriales a veces pasa al revés, tienen mucho techo, pero casi no hay uso de energía eléctrica debido a que no hay aire acondicionado, hay unos cuantos focos para la iluminación de las instalaciones, ... En el último caso no se puede ejecutar la inversión debido a que no hay garantía de la existencia de un alto consumo.

En el ingenio azucarero ocurrieron dos situaciones que no podían pasar desapercibidas y que debían someterse a la evaluación financiera. El consumo de energía eléctrica en la época de la zafra fue muy diferente en comparación con la época donde sólo existe el mantenimiento del ingenio. El costo de consumo eléctrico mensual en tiempo de zafra rondó los cuarenta y cinco mil dólares estadounidenses, más del tripe que en el tiempo de mantenimiento. La estrategia financiera del ingenio consistió en cubrir ese costo con la generación de energía eléctrica a través

de biomasa, utilizó la energía necesaria para las operaciones (el costo es de aproximadamente quince mil dólares estadounidenses) y la energía restante se inyectó a la red nacional (aproximadamente treinta mil dólares estadounidenses) según la normativa UPR.

El costo de energía eléctrica en la época de zafra fue de cero dólares estadounidenses, mientras que el costo de energía eléctrica en tiempo de mantenimiento fue de casi quince mil dólares estadounidenses, como no hay residuos de la caña de azúcar, la mayoría de energía es comprada a CLESA. En tiempo de zafra se trabaja veinticuatro horas (considerar que el rendimiento de los paneles solares es durante las horas diurnas) durante las siete semanas y se contrata personal de temporada mientras que, en tiempo de mantenimiento las horas laborales se reducen, el personal se reduce a la mitad, y los fines de semana no se trabaja. En el ingenio, se encontró que la empacadora tenía paneles solares, pero no suplían las necesidades energéticas por lo que, a largo plazo se tiene considerada la construcción de una nueva bodega jumbo de trescientos metros cuadrados de techo. Se indagó que el ingenio tiene previsto invertir en paneles solares en el largo plazo.

Una limitante para las empresas que quieran invertir en paneles solares en el corto plazo es que, la distribuidora eléctrica se está llenando de UPR. Se aproxima un escenario en donde la distribuidora no concederá la factibilidad (rechazará las solicitudes para invertir en energía renovable) ya que, habrá demasiada energía eléctrica y poca demanda, esta situación ya es una realidad. Motivo que sirve para regular demasiada energía y poca demanda. El mercado de la energía eléctrica está altamente regulado por lo que, no existen conflictos con las otras formas de producción de energía.

La innovación tecnológica en materia energética hace necesaria la creación de una red de electrolinerías (puntos de carga eléctrica) en el país para que, satisfagan la demanda de electricidad de los vehículos eléctricos e híbridos que comienzan a circular en el territorio nacional. Se estimó que llenar el tanque de un vehículo normal con combustible fósil cuesta alrededor de cuarenta dólares estadounidenses mientras que, llenar el tanque para un vehículo eléctrico cuesta aproximadamente cinco dólares estadounidenses (depende del tipo de batería y el tipo de carga). Este escenario garantiza que, en un futuro muy cercano, las leyes en materia energética cambiarán.

El proceso de instalación de una red o planta solares consistió (después de la aprobación de la solicitud según la normativa UPR) en la verificación del área de la planta, la cantidad de energía eléctrica que se generará, la potencia eléctrica, la viabilidad de los techos (que soporten los paneles solares, en caso contrario el techo debe adaptarse implicando que la inversión se eleve). Se diferenciaron dos casos, una red solar doméstica (corriente monofásica) está destinada únicamente para el autoconsumo (consumo dentro de las instalaciones) mientras que, en un contrato UPR a nivel industrial o comercial (corriente trifásica), el objetivo es generar energía eléctrica a través de un recurso renovable para inyectarla (venderla) a la red nacional. En el último caso, la inversión es rentable si se utiliza la infraestructura ya existente. No tiene sentido la instalación de paneles solares en una cancha de fútbol puesto que, se tiene que invertir adicionalmente en la estructura metálica y se desperdicia el área.

Los factores que más influyeron en el costo total de la inversión en paneles solares fueron, la adaptación del techo en caso de que necesite reforzamiento y la inclusión de baterías en el circuito eléctrico. Algunos sistemas de paneles solares poseen tracking. El tracking es un sistema automático de seguimiento del sol, un motor dirigido a base de sensores que va guiando los paneles de acuerdo con la inclinación del sol (aumenta la generación de energía eléctrica hasta en un quince por ciento más, en comparación con las plantas solares sin tracking), casi no se solicitan porque eleva el costo de la inversión, también necesitan mantenimiento con más frecuencia.

En tiempo de pandemia, la materia prima se encareció, y el principal problema fue el costo del transporte, en palabras del especialista eléctrico: "... los fletes se fueron hasta las nubes". Para evaluar técnicamente la inversión, se basó en el porcentaje de ahorro en cada año del flujo de caja, con ese porcentaje se amortiza la deuda; y también en la vida útil del sistema de paneles solares. Existen flujos para treinta años, la inversión se recupera usualmente en cuatro años, cuatro años y medio, en los casos óptimos; el promedio ondula entre cuatro punto dos y cuatro punto cinco años para los demás casos. En términos generales, se investigó que, si una empresa invierte en paneles solares, baja directamente el costo operativo; en palabras del especialista en energía renovable "... a muchas empresas la factura eléctrica las mata".

La experiencia en la evaluación técnica proyectó que a menudo se analizaban flujos de caja de veinticinco años para la tecnología de panel solar monocristalino, y de treinta años para los

tipo N, la duración de los flujos están basados en la vida útil del equipo. En los flujos se consideró la inversión inicial (costos de los componentes del sistema y análisis de factibilidad), los ingresos generados por el ahorro en la factura eléctrica respecto al costo de la energía de la distribuidora, es decir, el escenario está amortizando la inversión inicial (es recomendable usar el apalancamiento financiero para obtener más rendimientos y aplicar la estrategia del escudo fiscal). Existe un punto en la línea de tiempo (entre cuatro y cinco años) en el que la inversión ha sido recuperada en su totalidad y a partir de ahí se empiezan a percibir estrictamente beneficios. Finalmente, el análisis del VAN y de la TIR (normalmente entre veinte y treinta por ciento) fueron las herramientas de evaluación financiera que respaldaron si la inversión en paneles solares fue rentable o no.

Entre las diferentes políticas de pago para realizar una inversión de este tipo estaban, la venta en efectivo del sistema de paneles solares, considerar y seleccionar una solución financiera para el cliente (es el cliente quien adquiere la deuda con una institución financiera). BANDESAL tiene una línea de eficiencia energética (el dinero proviene del BID) con una tasa del seis punto diecisiete por ciento, aplican únicamente las PYMES (hasta siete millones de dólares estadounidenses de facturación anual), si se tratare de una empresa grande, no tiene cobertura.

También se encontró otra alternativa, el contrato PPA (Power Purchase Agreement). Es un acuerdo a largo plazo (de cinco a veinte años) de compraventa de energía renovable entre un generador (productor) y un consumidor corporativo (empresas y otras organizaciones). Este tipo de contratos fomentan la economía sostenible a nivel mundial, ya que está basada en la transición de energía limpia de empresa a empresa. Existen tres tipos acuerdos, el contrato PPA on-site (la instalación renovable se construye dentro de las instalaciones de la empresa cliente), el PPA off-site (la empresa cliente recibe la electricidad desde un lugar remoto) y el PPA virtual (es un acuerdo de precio entre generador y cliente, pero sin entrega de energía de uno a otro).

Se encontró que el Banco Agrícola de El Salvador apoya y fomenta la generación de energías renovables con recurso financiero. En el Congreso Regional de Energía COREN desarrollado por la Asociación Salvadoreña de Industriales ASI y celebrado en el presente año se comprometió con el otorgamiento de créditos para la industria (mejores condiciones de financiamiento y de inversión), con el propósito de elevar la eficiencia energética y promover las energías renovables.

En un intento de alianza con el sector industrial, el banco ofrece la garantía de que los proyectos sean exitosos, rentables, de transformación social y de beneficio para el país. La solicitud de crédito consta de cinco fases, identificación de necesidades, opciones de financiamiento y requisitos, evaluación financiera y resolución del comité de créditos, contratación, desembolso y formas de pago. El banco dispone en su cartera más de cien millones de dólares estadounidenses para financiar la producción de energía limpia en el largo plazo (quince años).

Se indagó que el ingenio azucarero compra energía eléctrica a la compañía AES CLESA, actualmente tienen paneles solares instalados en la empacadora, pero no son suficientes debido a estrategias de expansión en infraestructura (creación de bodega Jumbo). Entre las opciones que el ingenio contempló para la producción de energía eléctrica se encontraron la biomasa, la eólica y la fotovoltaica. El impacto del alto costo de la energía eléctrica en el rendimiento del ingenio ocurre en la época de mantenimiento ya que, el costo afecta directamente la producción de azúcar. En el caso que no se produzca energía renovable, el costo de la energía eléctrica representó hasta un dos por ciento de la rentabilidad del ingenio y un cinco por ciento del costo total en época de mantenimiento, en época de zafra el porcentaje es nulo.

El consumo eléctrico en época de mantenimiento rondó los cincuenta y siete MWh mensuales, y en época de zafra, alrededor de doscientos MWh mensuales. La fábrica del ingenio fue el área industrial que demandó más consumo de energía eléctrica, por tal razón el ingenio genera energía con Biomasa durante la época de zafra, estrategia que mitiga el impacto del elevado costo de la energía eléctrica. El departamento contable del ingenio aseguró que un plan de inversión en paneles solares reduciría los costos para la época de mantenimiento. La evaluación de la propuesta consiste en verificar si genera el retorno suficiente para pagarse sola, el departamento contable utiliza el cálculo y análisis del VAN y la TIR para la evaluación financiera, y luego la junta directiva autoriza o deniega el plan de inversión.

## 4.2 Estados financieros del ingenio azucarero “La Magdalena”

**Tabla 3:** Análisis horizontal del Balance General 2022-2021 en US\$ del ingenio La Magdalena.

Cuentas	2022	2021	Valor absoluto	Valor relativo	Análisis
<i>Activo corriente:</i>					
Efectivo y equivalentes en efectivo	\$ 113,726	\$ 159,379	-\$ 45,653	-28.64%	Los fondos disponibles tienen una disminución del 28.64%, el ingenio va perdiendo liquidez.
Cuentas por cobrar comerciales-neto	\$ 732,566	\$ 4,323,804	-\$ 3,591,238	-83.06%	Las cuentas por cobrar han bajado drásticamente, significa que el ingenio ha recuperado las cuentas pendientes, el ingenio generó más ingresos y redujo la inestabilidad financiera.
Cuentas por cobrar a partes relacionadas	\$ 1,233	\$ 95,633	-\$ 94,400	-98.71%	
Otras cuentas por cobrar	\$ 1,364,232	\$ 1,825,542	-\$ 461,310	-25.27%	
Inventarios	\$ 6,947,277	\$ 4,042,151	\$ 2,905,126	71.87%	Existe un fuerte aumento de inventario, lo que significa que el ingenio ordena su inventario inadecuadamente, quedándose con más de lo que el mercado demanda (o podría ser que la demanda cayó repentinamente).
Mantenimiento por liquidar	\$ 2,852,037	\$ 2,461,754	\$ 390,283	15.85%	La cuenta de mantenimiento ha aumentado 15.85%.
<i>Total del activo corriente</i>	<i>\$ 12,011,071</i>	<i>\$ 12,908,263</i>	<i>-\$ 897,192</i>	<i>-6.95%</i>	Hay una reducción del 6.95% en la cuenta de activo corriente, significa que el riesgo de insolvencia técnica ha aumentado, aunque el activo sea superior al pasivo, el ingenio puede perder la capacidad de pago (disminuye el capital de trabajo neto) de sus deudas por falta de liquidez.
<i>Activo no corriente:</i>					
Otros activos	\$ 445,579	\$ 269,709	\$ 175,870	65.21%	La cuenta otros activos aumentó más del 50%.

Cuentas	2022	2021	Valor absoluto	Valor relativo	Análisis
Propiedad, planta y equipo-neto	\$ 22,924,632	\$ 21,917,001	\$ 1,007,631	4.60%	La inversión en esta cuenta es mínima, el porcentaje que incrementó fue 4.60%.
Activos por derecho en uso	\$ 1,235,121	\$ 1,113,221	\$ 121,900	10.95%	El arrendamiento financiero a terceros aumentó 10.95%.
Activos intangibles-neto	\$ 2,676	\$ 4,491	-\$ 1,815	-40.41%	La cuenta de activos intangibles disminuyó 40.41%, significa que en 2022 hay menos activos que no son materiales respecto al 2021.
Inversiones permanentes	\$ 138,249	\$ 138,249	\$ -	0.00%	No hay incrementos en inversiones permanentes.
Activo por impuesto diferido	\$ -	\$ 77,279	-\$ 77,279	-100%	No existe activo por impuesto diferido en el 2022.
Depósitos en garantía a largo plazo	\$ -	\$ 6,542	-\$ 6,542	-100%	En el 2022 no existen depósitos en garantía a largo plazo.
<i>Total del activo no corriente</i>	<i>\$ 24,746,257</i>	<i>\$ 23,526,492</i>	<i>\$ 1,219,765</i>	<i>5.18%</i>	La cuenta de activos no corrientes tiene poco aumento, el porcentaje fue del 5.18%, significa que el ingenio puede tener dificultades de pago en el corto plazo.
<b>Total del activo</b>	<b>\$ 36,757,328</b>	<b>\$ 36,434,755</b>	<b>\$ 322,573</b>	<b>0.89%</b>	Es insignificante el aumento del activo total, el porcentaje fue de 0.89%.

### Pasivo y patrimonio

#### Pasivo corriente:

Proveedores, acreedores y cuentas y gastos por pagar	\$ 2,093,548	\$ 1,532,824	\$ 560,724	36.58%	Las obligaciones del ingenio han aumentado un 36.58%, significa que se registra mayor actividad industrial.
Cuentas por pagar a compañías relacionadas	\$ 223,555	\$ -	\$ 223,555	N/A	
Pasivo por arrendamiento de uso a corto plazo	\$ 439,025	\$ 348,948	\$ 90,077	25.81%	La cuenta del pasivo por arrendamiento de uso a corto plazo tiene un aumento del 25.81%.
Préstamos bancarios a corto plazo	\$ 6,511,377	\$ 9,347,227	-\$ 2,835,850	-30.34%	Los préstamos bancarios han disminuido 30.34%.
Impuestos por pagar	\$ 272,860	\$ 292,150	-\$ 19,290	-6.60%	Los impuestos por pagar han disminuido 6.60%.

Cuentas	2022	2021	Valor absoluto	Valor relativo	Análisis
Porción corriente de préstamos bancarios a largo plazo	\$ 953,312	\$ 705,776	\$ 247,536	35.07%	La porción corriente de préstamos bancarios a largo plazo aumentó 35.07%.
Dividendos por pagar	\$ 78,818	\$ 75,265	\$ 3,553	4.72%	El pago que obtienen cada uno de los accionistas del ingenio ha aumentado 4.72%.
<i>Total del pasivo corriente</i>	<i>\$ 10,572,495</i>	<i>\$ 12,302,190</i>	<i>-\$ 1,729,695</i>	<i>-14.06%</i>	La cuenta del pasivo corriente ha disminuido 14.06%, significa que el flujo de caja disminuye.

*Pasivo no corriente:*

Pasivo por arrendamiento de uso a largo plazo	\$ 796,097	\$ 764,273	\$ 31,824	4.16%	Se registra un aumento leve en el pasivo por arrendamiento de uso en el largo plazo.
Préstamos bancarios a largo plazo	\$ 4,494,544	\$ 3,973,015	\$ 521,529	13.13%	Hay un aumento del 13.13% en el financiamiento a largo plazo. significa que el ingenio se está expandiendo, está realizando inversiones.
Pasivo por impuesto sobre la renta diferido	\$ 3,055,321	\$ 2,702,507	\$ 352,814	13.06%	Se registra un aumento en la deuda por impuesto sobre la renta diferido.
<i>Total del pasivo no corriente</i>	<i>\$ 8,345,962</i>	<i>\$ 7,439,795</i>	<i>\$ 906,167</i>	<i>12.18%</i>	Las deudas y obligaciones en el largo plazo han aumentado 12.18%.
<b>Total del pasivo</b>	<b>\$ 18,918,457</b>	<b>\$ 19,741,985</b>	<b>-\$ 823,528</b>	<b>-4.17%</b>	Las deudas y obligaciones pendientes de pago disminuyeron 4.17%.

**Patrimonio**

Capital social	\$ 10,300,460	\$ 10,300,460	\$ -	0.00%	No se registran cambios en el capital social ni en las reservas legales.
Reserva legal	\$ 2,096,948	\$ 2,096,948	\$ -	0.00%	
Resultados acumulados	\$ 5,423,535	\$ 4,277,434	\$ 1,146,101	26.79%	Los resultados obtenidos en los ejercicios económicos anteriores aumentaron un 26.79%.
Efecto por adopción a NIIF completas	-\$ 3,101,027	-\$ 3,101,027	\$ -	0.00%	
Superávit por revaluación	\$ 3,118,955	\$ 3,118,955	\$ -	0.00%	
<i>Total del patrimonio</i>	<i>\$ 17,838,871</i>	<i>\$ 16,692,770</i>	<i>\$ 1,146,101</i>	<i>6.87%</i>	Existe un leve incremento en el

Cuentas	2022	2021	Valor absoluto	Valor relativo	Análisis
<b>Total del pasivo y patrimonio</b>	<b>\$ 36,757,328</b>	<b>\$ 36,434,755</b>	<b>\$ 322,573</b>	<b>0.89%</b>	patrimonio y pasivo totales.

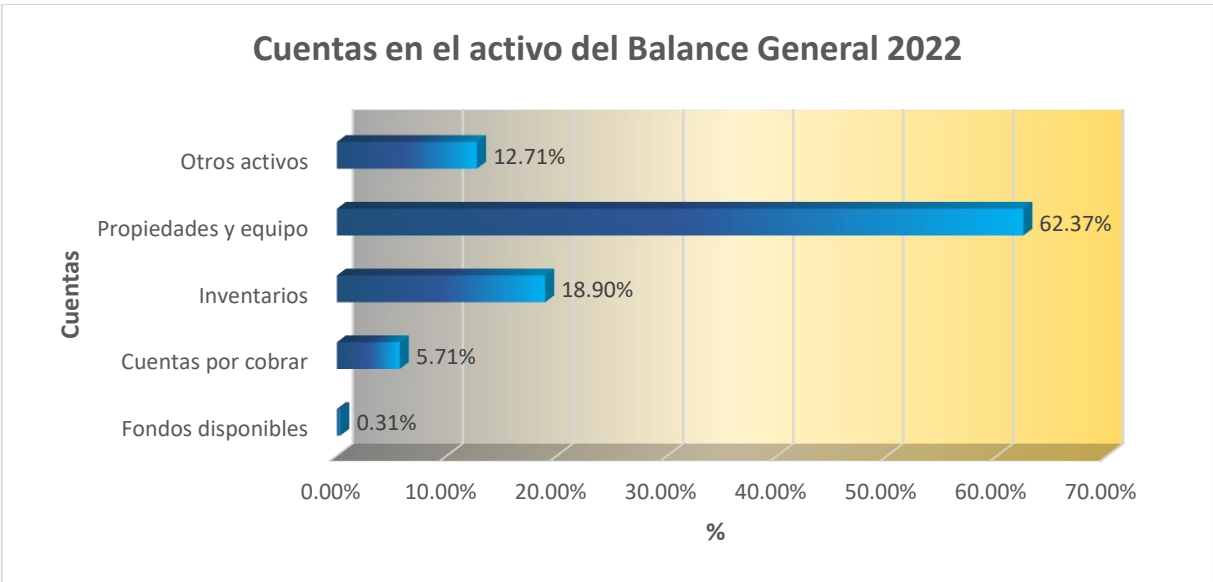
**Fuente:** Balance General 2022-2021 del ingenio La Magdalena, construcción propia.

**Tabla 4:** *Análisis vertical del Balance General 2022-2021 en US\$ del ingenio La Magdalena.*

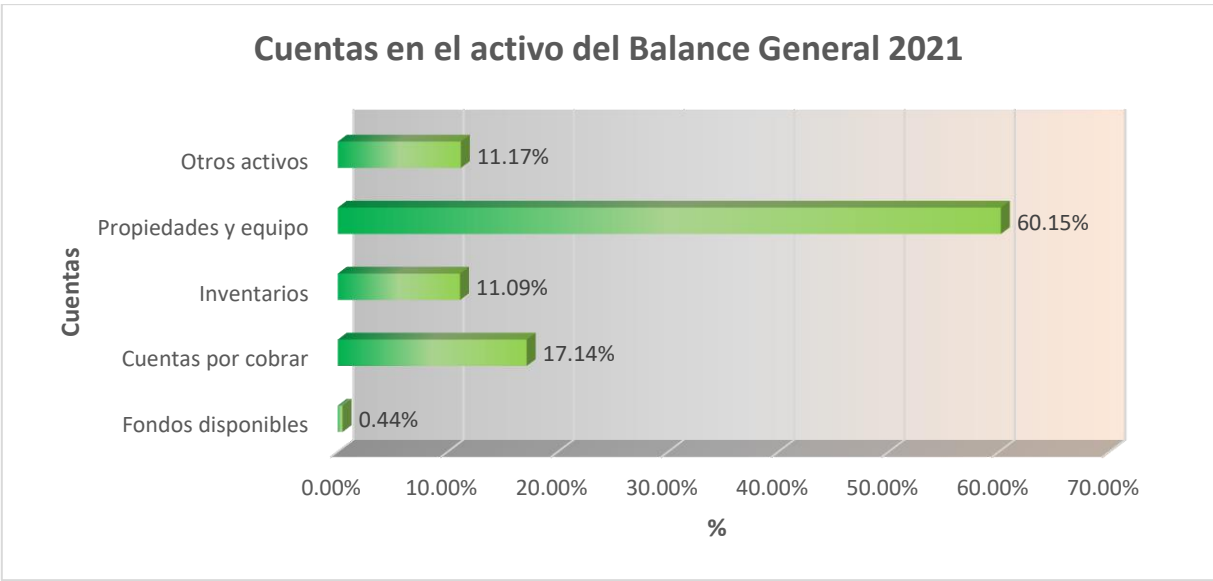
Cuentas	2022	%	2021	%
Fondos disponibles	\$ 113,726	0.31%	\$ 159,379	0.44%
Cuentas por cobrar	\$ 2,098,031	5.71%	\$ 6,244,979	17.14%
Inventarios	\$ 6,947,277	18.90%	\$ 4,042,151	11.09%
Propiedades y equipo	\$ 22,924,632	62.37%	\$ 21,917,001	60.15%
Otros activos	\$ 4,673,662	12.71%	\$ 4,071,245	11.17%
<b>Total activo</b>	<b>\$ 36,757,328</b>	<b>100%</b>	<b>\$ 36,434,755</b>	<b>100%</b>
Obligaciones con el público	\$ 11,959,233	63.21%	\$ 14,026,018	71.05%
Cuentas por pagar	\$ 2,317,103	12.25%	\$ 1,532,824	7.76%
Otros pasivos	\$ 4,642,121	24.54%	\$ 4,183,143	21.19%
<b>Total pasivo</b>	<b>\$ 18,918,457</b>	<b>100%</b>	<b>\$ 19,741,985</b>	<b>100%</b>
Capital social	\$ 10,300,460	57.74%	\$ 10,300,460	61.71%
Reservas	\$ 2,096,948	11.75%	\$ 2,096,948	12.56%
Resultados	\$ 5,441,463	30.50%	\$ 4,295,362	25.73%
<b>Total patrimonio</b>	<b>\$ 17,838,871</b>	<b>48.53%</b>	<b>\$ 16,692,770</b>	<b>45.82%</b>

**Fuente:** Balance General 2022-2021 del ingenio La Magdalena, construcción propia.

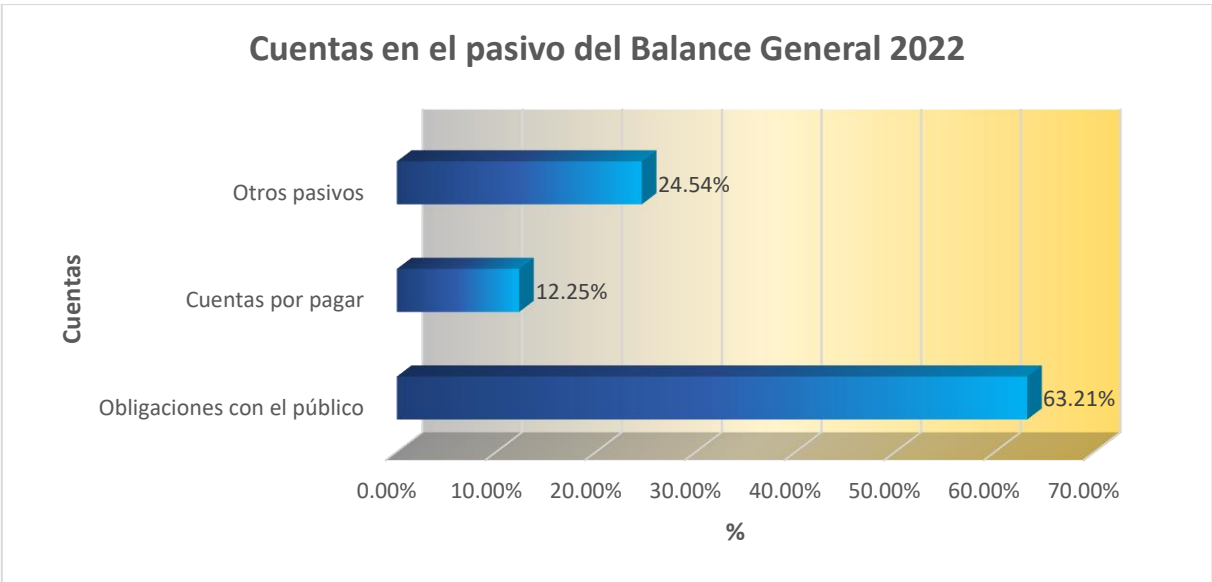
Anteriormente se presentaron las variaciones de las diferentes cuentas de los estados financieros para los años dos mil veintidós y dos mil veintiuno del ingenio azucarero La Magdalena. Los estados financieros muestran la posición financiera de la empresa en un momento determinado. En el Balance General se detallan los recursos, las deudas y obligaciones que posee el ingenio, así como también las aportaciones y derechos de los accionistas; en las páginas posteriores se analizó el Estado de Resultados para los años dos mil veintidós y dos mil veintiuno, en el informe se reflejan los ingresos, los costos y gastos en que incurre el ingenio para finalmente calcular la ganancia o la pérdida.



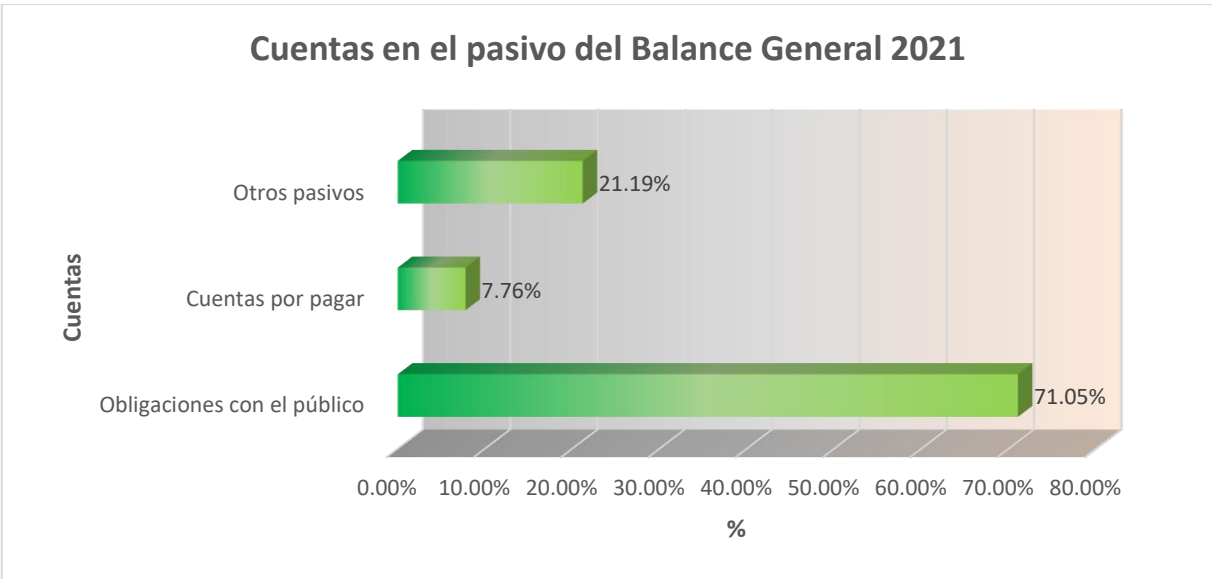
**Imagen 16:** cuentas en el activo del Balance General 2022 del ingenio La Magdalena, se muestran los pesos relativos de las cuentas principales del activo, construcción propia.



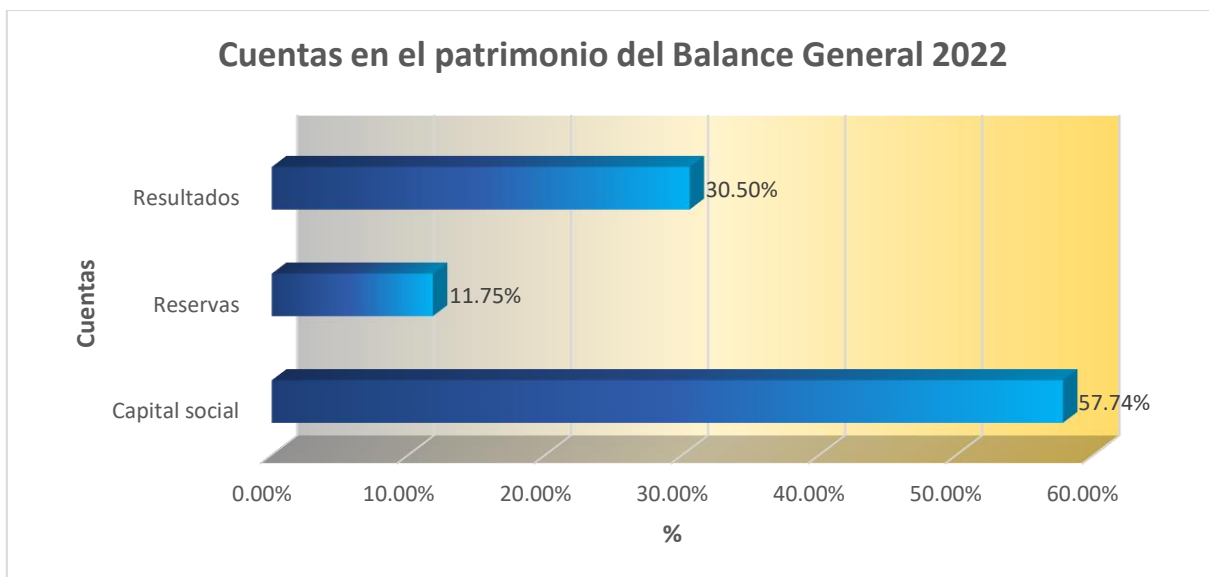
**Imagen 17:** cuentas en el activo del Balance General 2021 del ingenio La Magdalena, se muestran los pesos relativos de las cuentas principales del activo, construcción propia.



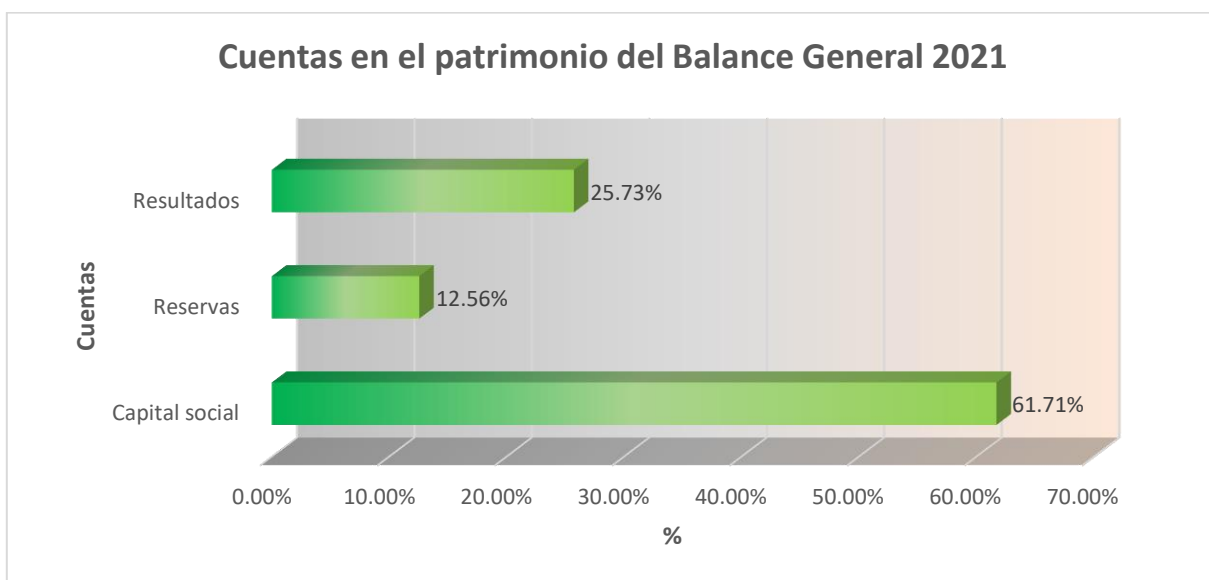
**Imagen 18:** cuentas en el pasivo del Balance General 2022 del ingenio La Magdalena, se muestran los pesos relativos de las cuentas principales del pasivo, construcción propia.



**Imagen 19:** cuentas en el pasivo del Balance General 2021 del ingenio La Magdalena, se muestran los pesos relativos de las cuentas principales del pasivo, construcción propia.



**Imagen 20:** cuentas en el patrimonio del Balance General 2022 del ingenio La Magdalena, se muestran los pesos relativos de las cuentas principales del pasivo, construcción propia.



**Imagen 21:** cuentas en el patrimonio del Balance General 2021 del ingenio La Magdalena, se muestran los pesos relativos de las cuentas principales del pasivo, construcción propia.

En el activo, la cuenta de mayor peso es propiedades y equipo, representa aproximadamente el sesenta por ciento de los activos mientras que, fondos disponibles es la cuenta de menor peso, representa el cero punto cuarenta y cuatro por ciento del activo total en el dos mil veintiuno, y cero punto treinta y uno por ciento para el año dos mil veintidós, han disminuido los fondos disponibles, propiedades y equipo ha aumentado un leve porcentaje (véanse imágenes 16 y 17).

En el pasivo, la cuenta con mayor peso es obligaciones con el público, representa un sesenta y tres punto veintiuno del pasivo en el año dos mil veintidós, el porcentaje para el dos mil veintiuno fue de setenta y uno punto cero cinco por ciento, se observó una disminución importante aproximadamente del once por ciento respecto al año base dos mil veintiuno (véanse imágenes 18 y 19). En el patrimonio, reservas es la cuenta con menor porcentaje representa aproximadamente el doce por ciento en los dos años. El capital social ha disminuido un seis punto cuarenta y dos por ciento para el año dos mil veintidós ya que, en el dos mil veintiuno el capital social fue de sesenta y uno punto setenta y uno por ciento; y para el dos mil veintidós, cincuenta y siete punto setenta y cuatro por ciento, respecto al patrimonio total (véanse imágenes 20 y 21).

**Tabla 5:** *Análisis horizontal del Estado de Resultados 2022-2021 en US\$ del ingenio.*

Cuentas	2022	2021	V. absoluto	V. relativo	Análisis
<b>Ingresos</b>					
+Venta de productos industriales	\$ 26,004,562	\$ 27,562,378	-\$ 1,557,816	-5.65%	Las ventas han disminuido 5.65%.
+ Otros ingresos	\$ 2,719,610	\$ 2,380,899	\$ 338,711	14.23%	La cuenta otros ingresos aumentó 14.23%, los beneficios proceden de activos no corrientes e ingresos excepcionales.
+ Rebajas y devoluciones sobre ventas	-\$ 906,303	-\$ 904,375	-\$ 1,928	0.21%	El aumento de las rebajas y devoluciones es ínfimo.
<b>Total de ingresos</b>	<b>\$ 27,817,869</b>	<b>\$ 29,038,902</b>	<b>-\$ 1,221,033</b>	<b>-4.20%</b>	Los ingresos totales disminuyeron 4.20%.
-Costo de ventas	\$ 20,472,156	\$ 23,793,989	-\$ 3,321,833	-13.96%	Hay una disminución significativa en el costo de ventas, hay una mejor gestión de los costos, la reducción fue del 40.05%.
<b>Utilidad bruta</b>	<b>\$ 7,345,713</b>	<b>\$ 5,244,913</b>	<b>\$ 2,100,800</b>	<b>40.05%</b>	El rendimiento del beneficio cada vez es óptimo, la utilidad bruta aumentó 40.05%.
-Gastos de ventas	\$ 369,947	\$ 413,485	-\$ 43,538	-10.53%	Aumentaron los gastos por administración y exportación, sin embargo, los gastos en venta disminuyeron 10.53%.
-Gastos de administración	\$ 822,762	\$ 781,035	\$ 41,727	5.34%	
-Gastos de exportación	\$ 1,317,169	\$ 1,133,670	\$ 183,499	16.19%	

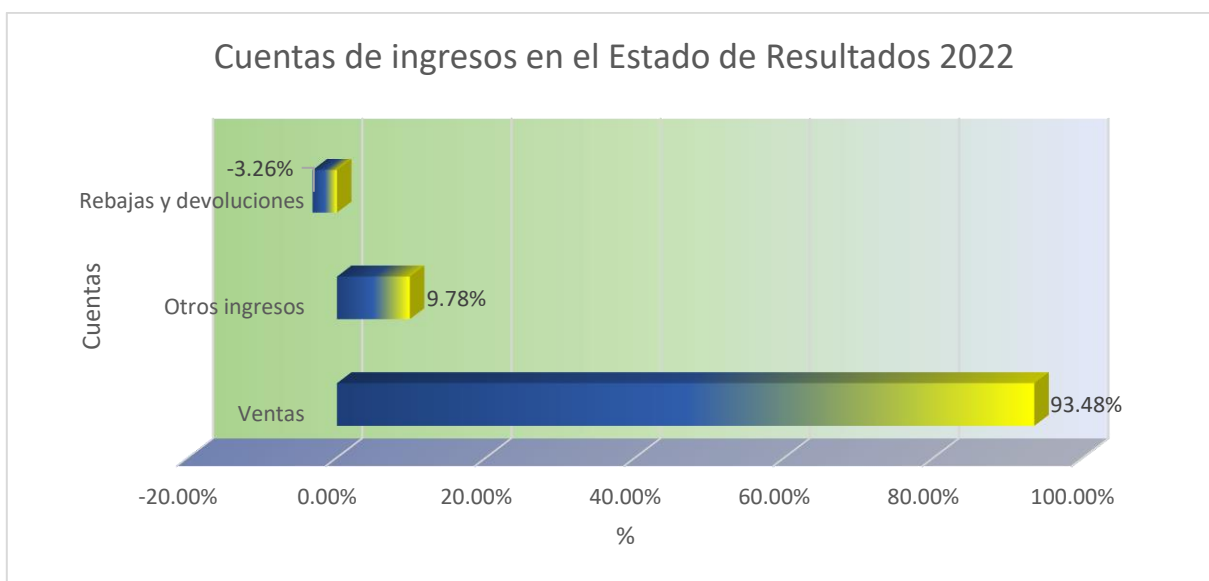
Cuentas	2022	2021	V. absoluto	V. relativo	Análisis
<b>Utilidad operativa (UADII o EBITDA)</b>	<b>\$ 4,835,835</b>	<b>\$ 2,916,723</b>	<b>\$ 1,919,112</b>	<b>65.80%</b>	La actividad del ingenio cada vez es más rentable. La UADII aumentó 65.80%, significa que el ingenio tiene capacidad de generar efectivo.
-Amortización, diferidos y otros	\$ 1,815	\$ 4,928	-\$ 3,113	-63.17%	
-Depreciaciones de activos fijos	\$ 528,913	\$ 558,921	-\$ 30,008	-5.37%	
-Otros gastos	\$ 222,510	\$ 76,969	\$ 145,541	189.09%	
<b>Utilidad antes de impuestos e intereses (UAI o EBIT)</b>	<b>\$ 4,082,597</b>	<b>\$ 2,275,905</b>	<b>\$ 1,806,692</b>	<b>79.38%</b>	El ingenio tiene la capacidad y eficiencia para generar ingresos, la UAI aumentó 79.38%, significa que hay control de los costes operativos.
-Gastos financieros	\$ 1,188,029	\$ 1,088,924	\$ 99,105	9.10%	Los gastos financieros aumentaron 9.10%, significa que el costo del capital utilizado para financiar lo operativo aumentó.
<b>Utilidad antes de impuesto (UAI o EBT)</b>	<b>\$ 2,894,568</b>	<b>\$ 1,186,981</b>	<b>\$ 1,707,587</b>	<b>143.86%</b>	El EBT aumentó 143.86%, significa que el ingenio tiene buen desempeño operativo. Buena noticia para los dueños e inversionistas del ingenio ya que, quitando el efecto de las variables sin control, la actividad operativa es óptima.
-Impuesto sobre la renta corriente	\$ 629,127	\$ 110,736	\$ 518,391	468.13%	En la cuenta impuesto sobre la renta corriente se obtuvo un aumento del 468.13%.
-Impuesto sobre la renta diferido	\$ 430,093	\$ 420,119	\$ 9,974	2.37%	
<b>Utilidad neta del ejercicio</b>	<b>\$ 1,835,348</b>	<b>\$ 656,126</b>	<b>\$ 1,179,222</b>	<b>179.72%</b>	La utilidad neta aumentó 179.72%, significa que el ingenio obtuvo más ventas o recortó sus gastos.

**Fuente:** Estado de Resultados 2022-2021 del ingenio La Magdalena, construcción propia.

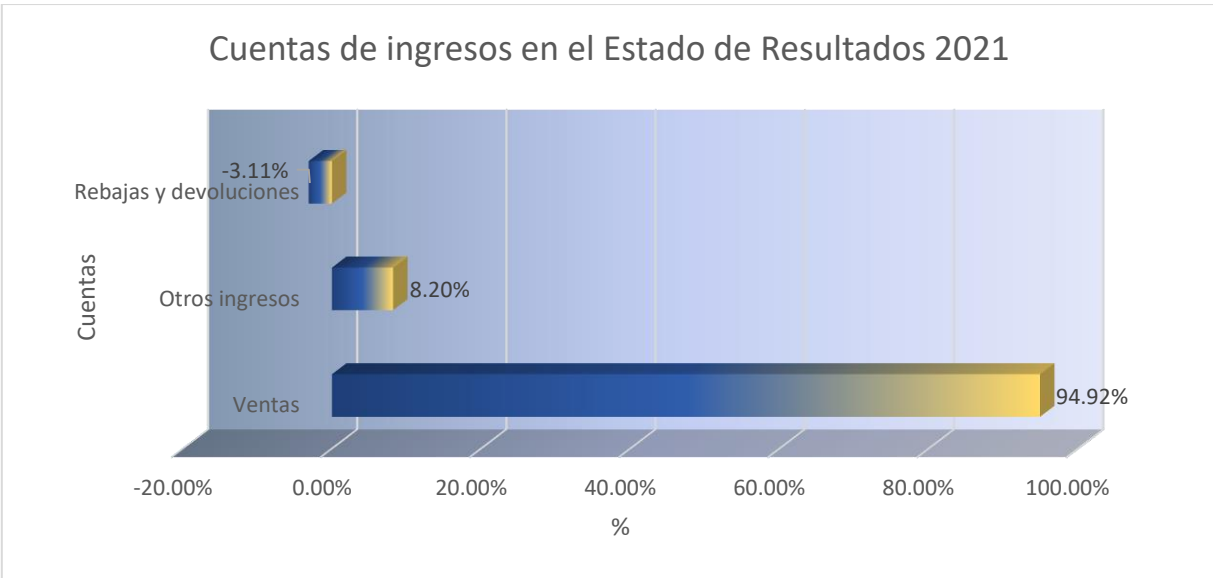
**Tabla 6:** Análisis vertical del Estado de Resultados 2022-2021 en US\$ del ingenio La Magdalena.

Cuentas	2022	%	2021	%
Ventas	\$ 26,004,562	93.48%	\$ 27,562,378	94.92%
Otros ingresos	\$ 2,719,610	9.78%	\$ 2,380,899	8.20%
Rebajas y devoluciones	-\$ 906,303	-3.26%	-\$ 904,375	-0.031
<b>Total ingresos</b>	<b>\$ 27,817,869</b>	<b>100%</b>	<b>\$ 29,038,902</b>	<b>100%</b>
Gastos de operación	\$ 22,982,034	95.08%	\$ 26,122,179	96.00%
Gastos financieros	\$ 1,188,029	4.92%	\$ 1,088,924	4.00%
<b>Total gastos</b>	<b>\$ 24,170,063</b>	<b>100%</b>	<b>\$ 27,211,103</b>	<b>100%</b>

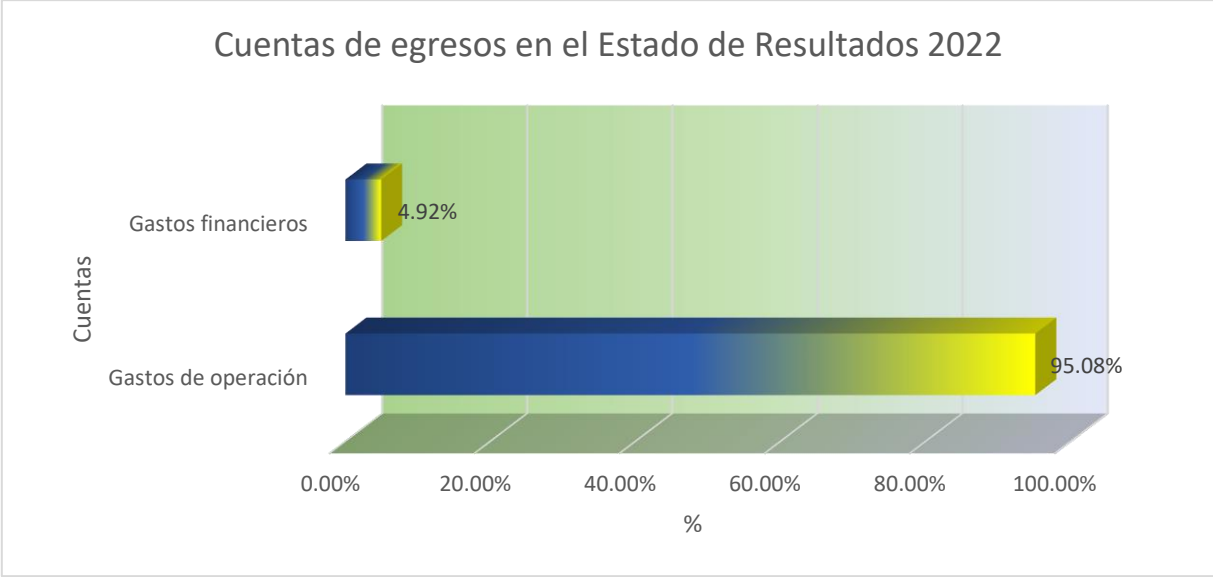
**Fuente:** Estado de Resultados 2022-2021 del ingenio La Magdalena, construcción propia.



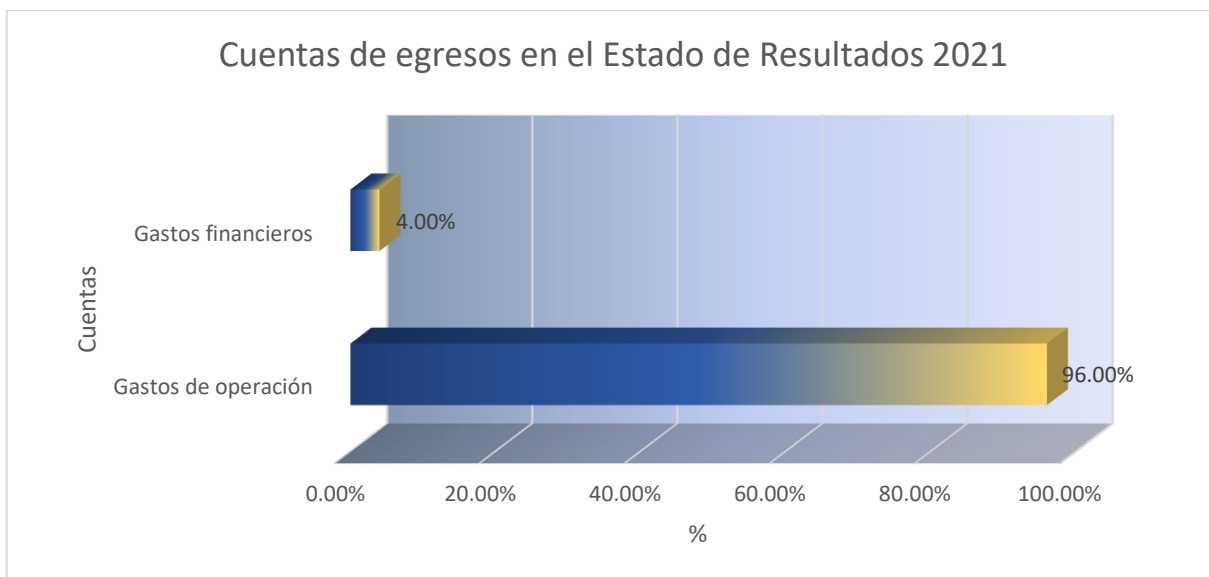
**Imagen 22:** cuentas del Estado de Resultados 2022 del ingenio La Magdalena, se muestran los pesos relativos de las cuentas principales que conforman los ingresos, construcción propia.



**Imagen 23:** cuentas del Estado de Resultados 2021 del ingenio La Magdalena, se muestran los pesos relativos de las cuentas principales que conforman los ingresos, construcción propia.



**Imagen 24:** cuentas del Estado de Resultados 2022 del ingenio La Magdalena, se muestran los pesos relativos de las cuentas principales que conforman los egresos, construcción propia.



**Imagen 25:** cuentas del Estado de Resultados 2021 del ingenio La Magdalena, se muestran los pesos relativos de las cuentas principales que conforman los egresos, construcción propia.

En los ingresos, la venta del principal producto representó cerca del noventa y cuatro por ciento del total en los dos años estudiados. Los gastos de operación representaron cerca de un noventa y cinco por ciento respecto al total de costos en los dos años estudiados. El ingenio está incrementando su actividad operativa, es por eso por lo que los márgenes de utilidad también han aumentado. La cuenta otros ingresos representó menos del diez por ciento, la cuenta rebajas y devoluciones aportó un porcentaje negativo que rondó el tres por ciento. Los gastos financieros representaron menos del cinco por ciento del pasivo total, en el dos mil veintidós representó el tres punto veintitrés por ciento mientras que en el dos mil veintiuno, el cuatro punto noventa y uno por ciento.

**Tabla 7:** Ratios financieros del ingenio La Magdalena 2022-2021.

Ratios financieros	Fórmula	Año 2022	Año 2021	Interpretación
<b>Rentabilidad</b>				
Rendimiento neto del activo	$\frac{\text{Utilidad neta}}{\frac{\text{Ventas}}{\text{Activo total}}}$	9.98%	3.15%	La utilidad neta corresponde a un 9.98% en el 2022, significa que por cada US\$1 colocado genera 9.98% de utilidad.

Ratios financieros	Fórmula	Año 2022	Año 2021	Interpretación
Rendimiento del active (ROA)	$\frac{Utilidad\ neta}{Activo\ total}$	4.99%	1.80%	La utilidad neta respecto al activo total es del 4.99% anual, significa que cada US\$1 invertido en el activo total genera 4.99% de rendimiento.
Rendimiento operacional del activo	$\frac{UAI}{Activo\ total}$	11.11%	6.25%	La utilidad operativa respecto al activo total es del 11.11% anual, significa que cada US\$1 invertido en el activo total genera 11.11% de rendimiento.
Rendimiento neto del patrimonio (ROE)	$\frac{Utilidad\ neta}{Patrimonio}$	10.29%	3.93%	El ROE fue de 10.29%, significa que los socios del ingenio obtuvieron un rendimiento sobre su inversión del 10.29%.
Rendimiento operacional del patrimonio	$\frac{UAI}{P}$	22.89%	13.63%	El rendimiento operativo corresponde a un 22.89% del patrimonio, significa que los socios del ingenio obtuvieron un rendimiento operativo sobre su inversión del 22.89%.
Margen de utilidad bruta	$\frac{Utilidad\ bruta}{Ventas}$	28.25%	19.03%	Por cada US\$100 en ventas quedan US\$28.25 después de restar los costos de venta, el margen bruto está en aumento.
Margen de utilidad operativa	$\frac{UAI}{Ventas}$	15.70%	8.26%	Por cada US\$100 en ventas quedan US\$15.70 de ganancias antes de impuestos e intereses.
Margen de utilidad neta	$\frac{Utilidad\ neta}{Ventas}$	7.06%	2.38%	Por cada US\$100 en ventas quedan US\$7.06 después de restar todos los costos y gastos del ingenio, el margen neto aumentó

Ratios financieros	Fórmula	Año 2022	Año 2021	Interpretación
				considerablemente para el año 2022.
<b>Liquidez</b>				
Liquidez corriente	$\frac{\text{Activo corriente}}{\text{Pasivo corriente}}$	1.14	1.05	Por cada US\$1 de pasivo corriente, en el 2022 el ingenio cuenta con US\$1.14 de respaldo para hacer frente a sus obligaciones en el corto plazo.
Prueba ácida (quick ratio)	$\frac{AC - \text{Inventario}}{PC}$	47.90%	72.07%	El ingenio no tiene la capacidad de pagar la totalidad de sus pasivos a corto plazo sin vender su inventario.
Capital de trabajo	$AC - PC$	\$ 1,438,576	\$ 606,073	El capital de trabajo tuvo un aumento del 137.36%, se considera muy favorable para atender las necesidades de operación.
<b>Endeudamiento</b>				
Cobertura de intereses	$\frac{UAI}{\text{Intereses}}$	3.44	2.09	La cobertura es favorable ya que los gastos financieros pueden ser cubiertos en su totalidad (debe ser mayor que 3).
Endeudamiento patrimonial	$\frac{\text{Pasivo total}}{\text{Patrimonio}}$	1.06	1.18	El ingenio va perdiendo capacidad de cubrir las deudas con sus acreedores. Por cada US\$1.06 de financiación ajena, el ingenio cuenta con US\$1 de financiación propia. El ingenio está excesivamente endeudado (mayor que 0.6).
Índice de endeudamiento	$\frac{\text{Pasivo total}}{\text{Activo total}}$	0.51	0.54	El ingenio tiene una adecuada autonomía financiera (entre 0.3 y 0.7).

Ratios financieros	Fórmula	Año 2022	Año 2021	Interpretación
Apalancamiento	$\frac{\text{Activo total}}{\text{Patrimonio}}$	2.06	2.18	El ingenio cuenta con US\$2.06 de los activos para cubrir potenciales pérdidas.
<b>Actividad</b>				
Rotación de inventarios	$\frac{\text{Costos de venta}}{\text{Inventario}}$	2.95	5.89	En el 2022 la rotación ha disminuido en un 99.76%, indica que el producto ha permanecido en almacén demasiado tiempo (mucho capital operativo inmovilizado), o bien hay mucha producción.
Edad promedio de inventarios	$\frac{365.6}{rot_i}$	124.07	62.11	La política de inventarios cada vez es menos eficiente, para que un inventario sea vendido totalmente se necesitan 124.07 días.
Periodo promedio de cobro	$\frac{\text{Cuentas por C.}}{\frac{V}{365.6}}$	29.50	82.84	La política de cobros cada vez es más eficiente, las CC son recuperadas en 29.50 días en el año 2022.
Rotación de los activos totales	$\frac{\text{Ventas}}{\text{Activo total}}$	0.71	0.76	La rotación es desfavorable (menor que 1), el activo total rota 0.71 veces, significa que los activos van perdiendo la capacidad para producir ventas.
Edad promedio de activos totales	$\frac{365.6}{rot_a}$	516.77	483.29	Los activos totales cada vez tardan más días en rota, en el año 2022 se necesitaron 516.77 días.

**Fuente:** información tomada de los estados financieros 2022-2021 del ingenio La Magdalena. Construcción propia.

En última instancia, se evaluó financieramente la situación del ingenio azucarero para el periodo dos mil veintiuno y dos mil veintidós. Las razones financieras de liquidez mostraron que el ingenio va aumentando la capacidad para cumplir con las obligaciones en el corto plazo, va obteniendo mayor liquidez. La prueba ácida sugirió que el ingenio no está en capacidad de

pagar la totalidad de sus pasivos a corto plazo sin vender sus inventarios, en el año dos mil veintiuno contaba con setenta y dos centavos para pagar cada dólar estadounidense que debía, para el año siguiente sólo contó con cuarenta y siete centavos. La prueba ácida (es inferior a uno y disminuye significativamente) demostró que el ingenio cada vez podría tener problemas de liquidez si no es capaz de convertir en liquidez sus existencias.

Al evaluar la actividad del ingenio, se encontró que la frecuencia de rotación de inventarios en el año dos mil veintidós ha disminuido aproximadamente la mitad respecto al año dos mil veintiuno, es decir, en el dos mil veintiuno un inventario era conservado sesenta y dos días mientras que, en el dos mil veintidós el número promedio de días para vender la totalidad de un inventario fue de aproximadamente ciento veinte y tres días. El ingenio está aumentando el almacenamiento de productos industriales y eso genera acumulación de inventarios. La empresa ha mejorado la política de cobros ya que, para el año dos mil veintiuno el periodo de cobro duraba aproximadamente el triple que el periodo de cobro del dos mil veintidós. La rotación de los activos ha disminuido aproximadamente cinco por ciento, eso significa que la eficiencia al utilizar los activos para generar ventas ha bajado.

En la evaluación del endeudamiento, se dedujo que la empresa ha financiado más de la mitad de sus activos con deuda ajena, cincuenta y un por ciento en el dos mil veintidós. Al calcular la razón de cargos de interés fijo se encontró que, el ingenio tiene capacidad para realizar pagos de intereses (ratio mayor que tres). Por otro lado, los índices de rentabilidad sugirieron que la empresa aumentó considerablemente el nivel de sus utilidades. El margen de utilidad bruta fue aceptable (veintiocho punto veinticinco por ciento en el año dos mil veintidós) por lo que, la empresa estuvo produciendo y comercializando sus productos eficientemente. El margen de utilidad operacional va aumentando, eso quiere decir que las operaciones del ingenio son rentables; en el dos mil veintidós se obtuvieron casi diecinueve centavos por cada dólar, después de pagar todos los costos operacionales. El margen de utilidad neta fue de aproximadamente nueve centavos por cada dólar vendido, después de deducir todos los costos y gastos.

Para el año dos mil veintidós el rendimiento sobre la inversión se duplicó (seis punto cuarenta y cuatro por ciento), el ingenio azucarero ganó aproximadamente seis centavos por cada dólar estadounidense de inversión en activos. El rendimiento sobre el patrimonio también se duplicó (trece punto veintiséis por ciento) para el año dos mil veintidós lo que implicó que, el ingenio

ganó un rendimiento aproximado del trece por ciento. Analizado el panorama financiero de la empresa, se dedujo que el ingenio se encuentra en condiciones para realizar inversiones que maximicen su rentabilidad.

### 4.3 Proyecto de inversión en paneles solares

#### 4.3.1 Breve historia del ingenio La Magdalena

Al principio tan sólo fue un trapiche instalado por el señor Miguel Ángel Giammattei. A partir de 1965 se convirtió en Ingenio y su principal actividad fue transformar el jugo de caña en azúcar cruda o de pilón (para apiarios y exportación). En 1981, la Reforma Agraria hizo al Instituto Nacional del Azúcar (Inazúcar) propietario del ingenio, luego fue administrado por el gobierno. La administración pública llegó hasta 1994 al vender las acciones a los productores de caña, trabajadores e inversionistas constituyendo una Sociedad Anónima S. A.

Actualmente está orientado al estricto control de la materia prima antes y durante la zafra para que la producción sea de calidad. También optimiza los residuos del proceso industrial al aprovecharlos en la producción de energía renovable. El ingenio La Magdalena produce azúcar a granel, azúcar sulfitada y energía eléctrica, a partir de los residuos de su principal producción. La energía eléctrica es utilizada para consumo interno y el resto es inyectado a la red energética nacional.

#### 4.3.2 Ubicación e infraestructura del ingenio



**Imagen 26:** A) ubicación geográfica del ingenio azucarero La Magdalena, tomado de GoogleMaps. B) Vista satelital (cámara a 937 metros de altura) del ingenio azucarero La Magdalena, tomado de GoogleEarth. Se encuentra a cinco kilómetros al norte de la ciudad de Chalchuapa, departamento de Santa Ana, en el cantón El Paste y coordenadas geográficas 14°02'33''N y 89°41'53''W.

El ingenio está ubicado en la zona rural de Chalchuapa (cantón El Paste), su infraestructura no es moderna puesto que se observó el efecto del tiempo en las instalaciones. El proyecto de

inversión debe considerar el espacio adecuado y la calidad de los techos para que el circuito eléctrico con todos los dispositivos sea seguro. El acceso hacia el ingenio es muy bueno ya que, cuenta con carretera asfaltada recientemente desde el desvío del Coco. Hay un tramo corto de camino polvoso que conecta la carretera con el ingenio azucarero. La zona geográfica es adecuada para la instalación de paneles solares, en la imagen veinte B) se visualiza planicies en los alrededores del ingenio azucarero. El área de las instalaciones está despejada de obstáculos que afecten la red eléctrica solar.

#### 4.3.3 Propuesta de inversión

De acuerdo a la factura eléctrica del ingenio azucarero La Magdalena, para operar con normalidad en tiempo de mantenimiento se necesita una potencia eléctrica de ciento sesenta y cinco punto diez kW mensual. Las operaciones de la fábrica registran un consumo eléctrico de cincuenta y cinco mil cuatrocientos treinta y cinco punto cincuenta kWh mensual. Si se considera un panel solar monocristalino PERC de quinientos setenta y cinco Wp, el cálculo de paneles de la planta solar consiste en dividir la potencia eléctrica demandada entre la potencia eléctrica del panel solar, el factor uno punto tres regula la relación de AC hacia DC, puesto que la potencia que la empresa necesita está expresada en AC y la potencia de cada panel está en DC (el cálculo de la cantidad de inversores solares es idéntica):

$$\text{No. paneles solares} = \frac{165.10 \text{ kW} \times 1.3}{575 \text{ Wp}} = \frac{214.63 \text{ kW}}{0.575 \text{ kWp}} = 372.4 \approx \mathbf{373}$$

$$\text{No. inversores solares} = \frac{165.10 \text{ kW}}{100 \text{ kW}} = 1.651 \approx \mathbf{2}$$

Con trescientos setenta y tres paneles y dos inversores solares se genera la potencia eléctrica necesaria para que el ingenio opere con normalidad en tiempo de mantenimiento. En el cálculo anterior no se ha tomado en cuenta la ley UPR. La ley establece que las características eléctricas de la planta solar a diseñarse no deben exceder a la potencia y consumo eléctricos promedios de los últimos doce meses. Se procederá al cálculo de las características de la planta solar regulada por la ley UPR, se inicia con la estimación del consumo eléctrico promedio en los últimos doce meses y se considera el factor de que un kW de potencia equivale a mil seiscientos kWh al año:

Cálculo del consumo anual:

$$55,435.50 \text{ kWh} \times 12 \text{ meses} = \mathbf{665,226 \text{ kWh/yr}}$$

Cálculo de la potencia que cubre el consumo anual anterior:

$$665,226 \text{ kWh/yr} \times \frac{1 \text{ kW}}{1,600 \text{ kWh/yr}} = \frac{665,226}{1,600} \text{ kW} = \mathbf{415.77 \text{ kW}}$$

Al diseñar y construir una planta solar con el consumo y potencia eléctricos anteriores, el ingenio se ahorra el cien por ciento de la factura eléctrica en época de mantenimiento, sin embargo, debido a la ley UPR, el ingenio sólo reducirá el costo de energía eléctrica en un cincuenta por ciento, aproximadamente. Para calcular el porcentaje de ahorro en la factura eléctrica, se considera que en El Salvador existen cinco punto cinco horas solares efectivas:

$$165.10 \text{ kW} \times 5.5 \text{ h} \times 365.6 \text{ días} = \mathbf{331,983.08 \text{ kWh/yr}}$$

Y al relacionar el consumo promedio anual máximo calculado a partir de la potencia facturada por la distribuidora, con el consumo anual que el ingenio necesita de acuerdo con el consumo real; se obtiene el porcentaje de los costos que la planta solar ahorrará al ingenio:

$$\frac{331,983.08 \text{ kWh/yr}}{665,226 \text{ kWh/yr}} \times 100\% = \mathbf{49.91\%}$$

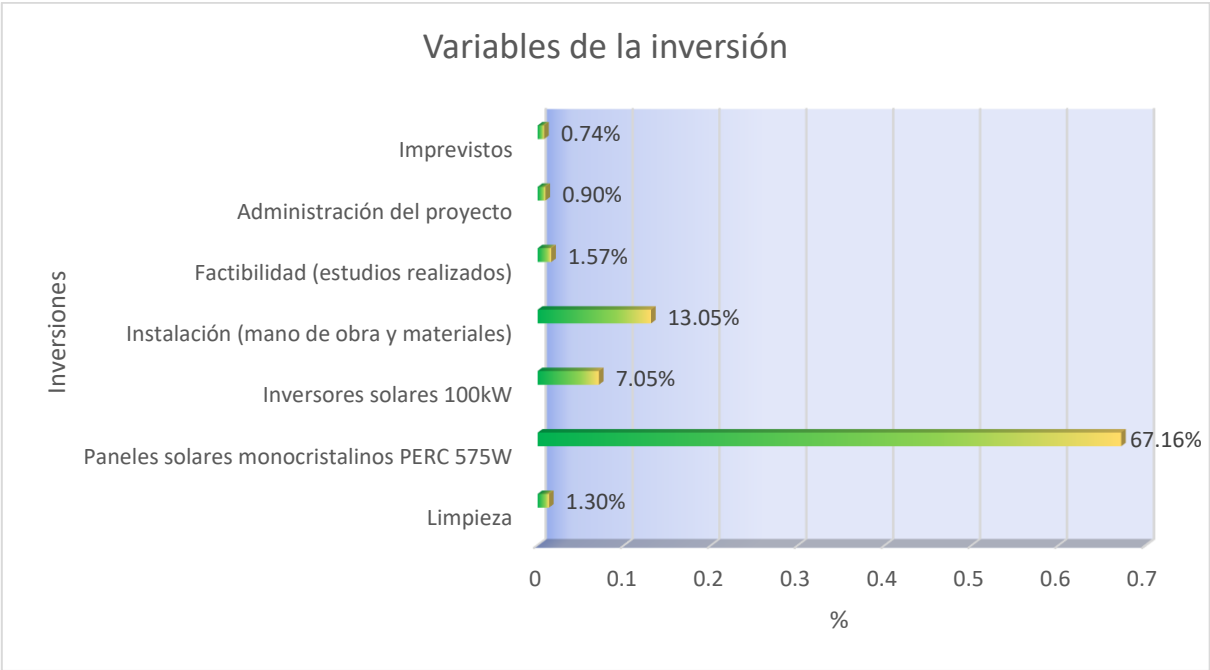
**Tabla 8:** detalle de la inversión inicial.

Inversiones	Unidad	Costos	Total
Costos de producción			\$ 1,000.00
*Limpieza	2 veces	\$500	\$ 1,000.00
Equipo			\$ 56,874.00
*Paneles solares monocristalinos PERC 575W	373	\$0.24/Wp	\$ 51,474.00
*Inversores solares 100kW	2	\$2,700.00	\$ 5,400.00
Otros costos			\$ 18,768.74
*Instalación (mano de obra y materiales)	1 vez	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00
*Factibilidad (estudios realizados)	1 vez	\$ 1,200.00	\$ 1,200.00
*Administración del proyecto	1 vez	\$ 7,000.00	\$ 7,000.00
*Imprevistos	1 vez	\$ 568.74	\$ 568.74
<b>Costo total</b>			<b>\$ 76,642.74</b>

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, se determinó el valor total de la inversión en paneles solares con el objetivo de mitigar el elevado costo de la energía eléctrica y optimizar el rendimiento del ingenio azucarero “La Magdalena”. El plan de inversión incluye el valor del equipo (paneles e inversores solares), costos de producción, costos de instalación, costo del análisis de factibilidad, costos por

administración del proyecto, costos de materiales. El área base del proyecto son trescientos metros cuadrados.



**Imagen 27:** variables que inciden positiva o negativamente en la factibilidad económica del proyecto.

Entre las variables con más peso en la inversión total se encontraron la compra de los paneles solares, representó el sesenta y siete punto dieciséis por ciento del total de la inversión; los costos de mano de obra y materiales incluidos en la instalación, representaron el trece punto cero cinco por ciento; la compra de inversores solares representó el siete punto cero cinco por ciento; estas variables junto con el precio de venta de la energía fotovoltaica son los factores que más afectaron al modelo para el cálculo del VAN y la TIR. Generalmente, los imprevistos, la administración del proyecto, los estudios de factibilidad y el mantenimiento de la planta solar, cada uno separadamente representó alrededor del uno por ciento de la inversión total. De lo anterior, se afirma que el mayor porcentaje de la inversión está distribuido en la compra de los dispositivos solares, compra de materiales y costos de instalación; dichas variables que inciden directamente en la inversión forman un ochenta y siete punto veintiséis por ciento.

El monto total de la inversión fue de setenta y seis mil seiscientos cuarenta y dos dólares estadounidenses y setenta y cuatro centavos, se cubrió un diez por ciento del monto total con fondos propios, y se exigió un rendimiento del treinta y cinco por ciento anual. Las variables

que más inciden en el costo total de la inversión es la adquisición del equipo, costos por instalación, materiales y gastos de administración del proyecto. El otro noventa por ciento provino del financiamiento con una institución del sistema financiero nacional, la tasa de interés para este tipo de proyectos se estimó en un seis por ciento anual. El Banco Agrícola fomenta la generación de energía limpia en el país, y tiene cartera disponible suficiente para la inversión en este rubro.

$$WACC = [10\% \times 35\%] + [90\% \times 6\% \times (1 - 30\%)] = 7.28\%$$

$$P = \frac{\$68,978.47 \times 6\% \times (1 + 6\%)^5}{(1 + 6\%)^5 - 1} = \$16,375.24$$

**Tabla 9:** *Tabla de amortización de la deuda.*

Periodo	Cuota	Intereses	Amortización	Saldo
0				\$ <b>68,978.47</b>
1	\$ 16,375.24	\$ 4,138.71	\$ 12,236.53	\$ 56,741.93
2	\$ 16,375.24	\$ 3,404.52	\$ 12,970.72	\$ 43,771.21
3	\$ 16,375.24	\$ 2,626.27	\$ 13,748.97	\$ 30,022.24
4	\$ 16,375.24	\$ 1,801.33	\$ 14,573.90	\$ 15,448.34
5	\$ 16,375.24	\$ 926.90	\$ 15,448.34	\$ 0.00
<b>Total</b>	<b>\$ 81,876.20</b>	<b>\$ 12,897.73</b>	<b>\$ 68,978.47</b>	

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 10:** *Tabla de depreciación lineal resumen de cinco años.*

P	Paneles solares			Inversores solares		
	Depreciación	Acumulada	Valor en libros	Depreciación	Acumulada	Valor en libros
0	\$ -	\$ -	\$ <b>51,474.00</b>	\$ -	\$ -	\$ <b>5,400.00</b>
1	\$ 2,058.96	\$ 2,058.96	\$ 49,415.04	\$ 216.00	\$ 216.00	\$ 5,184.00
2	\$ 2,058.96	\$ 4,117.92	\$ 47,356.08	\$ 216.00	\$ 432.00	\$ 4,968.00
3	\$ 2,058.96	\$ 6,176.88	\$ 45,297.12	\$ 216.00	\$ 648.00	\$ 4,752.00
4	\$ 2,058.96	\$ 8,235.84	\$ 43,238.16	\$ 216.00	\$ 864.00	\$ 4,536.00
5	\$ 2,058.96	\$ <b>10,294.80</b>	\$ 41,179.20	\$ 216.00	\$ <b>1,080.00</b>	\$ 4,320.00

Fuente: elaboración propia.

Los costos financieros son los que derivaron de la emisión de los fondos ajenos necesarios. Se calculó la cuota del crédito anual para cubrir el noventa por ciento de la inversión total. El monto que se cubrió con financiamiento fue de sesenta y ocho mil novecientos setenta y ocho dólares estadounidenses y cuarenta y siete centavos a una tasa de interés compuesto del seis por ciento anual, el plazo del préstamo es de cinco años y la fecha inicial de pago es cada fin de año

anualidad vencida), la cuota del préstamo fue de dieciséis mil trescientos setenta y cinco dólares estadounidenses con veinticuatro centavos.

**Tabla 11:** *Flujo de efectivo anual de una inversión en paneles solares.*

Año	1	2	3	4	5
<b>Ingresos</b>	<b>\$33,829.08</b>	<b>\$33,490.79</b>	<b>\$33,155.88</b>	<b>\$32,492.76</b>	<b>\$31,517.98</b>
-Costos de venta	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,000.00
<b>Utilidad bruta</b>	<b>\$32,829.08</b>	<b>\$32,490.79</b>	<b>\$32,155.88</b>	<b>\$31,492.76</b>	<b>\$30,517.98</b>
-Gastos de ventas	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
-Gastos generales y administrativos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
-Gastos de arrendamiento	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Utilidades antes de depreciación, interés e impuesto (UADII)</b>	<b>\$32,829.08</b>	<b>\$32,490.79</b>	<b>\$32,155.88</b>	<b>\$31,492.76</b>	<b>\$30,517.98</b>
-Depreciación	\$ 2,274.96	\$ 2,274.96	\$ 2,274.96	\$ 2,274.96	\$ 2,274.96
<b>Utilidades antes de intereses e impuestos (UAI)</b>	<b>\$30,554.12</b>	<b>\$30,215.83</b>	<b>\$29,880.92</b>	<b>\$29,217.80</b>	<b>\$28,243.02</b>
-Gastos por intereses	\$ 4,138.71	\$ 3,404.52	\$ 2,626.27	\$ 1,801.33	\$ 926.90
<b>Utilidades antes de impuesto UAI)</b>	<b>\$26,415.41</b>	<b>\$26,811.31</b>	<b>\$27,254.64</b>	<b>\$27,416.47</b>	<b>\$27,316.12</b>
-Impuestos (ISR)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Utilidad neta</b>	<b>\$26,415.41</b>	<b>\$26,811.31</b>	<b>\$27,254.64</b>	<b>\$27,416.47</b>	<b>\$27,316.12</b>
+Depreciación	\$ 2,274.96	\$ 2,274.96	\$ 2,274.96	\$ 2,274.96	\$ 2,274.96
<b>Flujo de efectivo anual</b>	<b>\$28,690.37</b>	<b>\$29,086.27</b>	<b>\$29,529.60</b>	<b>\$29,691.43</b>	<b>\$29,591.08</b>

Fuente: elaboración propia.

En el flujo de efectivo anual se consideró que el proyecto de inversión tiene costos de venta mínimos, además, no existe ningún tipo de gasto asociado a la generación de energía eléctrica, se han deducido los intereses relativos al financiamiento. Las variables que más afectarían la obtención del flujo de efectivo anual proyectado, y que indirectamente influirían en el VAN y la TIR, son el precio de venta de la energía fotovoltaica y la capacidad de la planta solar (en potencia y consumo). Otra ventaja en este tipo de inversión es que, la Asamblea Legislativa de El Salvador a través del decreto número cuatrocientos sesenta y dos incentiva el uso de fuentes renovables de energía permitiendo de esta manera inversiones que fomenten el desarrollo sostenible. Se otorgan incentivos fiscales para que la inversión sea atractiva en el rubro de energías renovables. Se citó textualmente el literal b del artículo tres del decreto en mención: “*Los ingresos derivados directamente de la generación de energía con base en fuente renovable, gozarán de exención total del pago del impuesto sobre la renta ISR por un periodo de cinco años en el caso de los proyectos superiores a diez MW; y de diez años en el caso de los proyectos de diez o menos MW. En ambos casos, contados a partir del ejercicio fiscal en que obtenga ingresos derivados de la generación de energía con base en fuente renovable; y...*”.

Obtenidos los flujos de efectivo de la inversión para los próximos cinco años, se determinó que el VAN fue de cuarenta y dos mil quinientos treinta dólares estadounidenses y siete centavos. De acuerdo con el criterio del VAN, se afirma que la inversión debe ejecutarse ya que, se obtuvo un valor positivo. Por otro lado, el valor de la TIR calculada es del veintiséis punto veinte por ciento; se comparó con el costo promedio ponderado del capital, y de acuerdo con el criterio de la TIR, la inversión debe ejecutarse debido a que la TIR es superior al WACC. A continuación, se muestra el cálculo del VAN y la TIR. Para calcular la TIR primero se determinó el polinomio de quinto grado, y luego se utilizó el método iterativo de Newton-Raphson para aproximar la raíz del polinomio asociado a la TIR. En la octava iteración se obtuvo la mejor aproximación de la TIR con un error menor o igual que una diezmilésima.

$$VAN = \frac{\$28,690.37}{1.0728} + \frac{\$29,086.27}{1.0728^2} + \frac{\$29,529.60}{1.0728^3} + \frac{\$29,691.43}{1.0728^4} + \frac{\$29,591.08}{1.0728^5} - \$76,642.74$$

$$VAN = \$42,530.07$$

Polinomio asociado a la TIR:

$$0 = \frac{\$28,690.37}{1 + TIR} + \frac{\$29,086.27}{(1 + TIR)^2} + \frac{\$29,529.60}{(1 + TIR)^3} + \frac{\$29,691.43}{(1 + TIR)^4} + \frac{\$29,591.08}{(1 + TIR)^5} - \$76,642.74$$

$$f(TIR) = \$28,690.37(1 + TIR)^4 + \$29,086.27(1 + TIR)^3 + \$29,529.60(1 + TIR)^2 + \$29,691.43(1 + TIR) + \$29,591.08 - \$76,642.74(1 + TIR)^5$$

$$f(TIR) = \$69,946.01 - \$92,442.78TIR - \$477,496.77TIR^2 - \$622,579.65TIR^3 - \$354,523.33TIR^4 - \$76,642.74TIR^5$$

Derivada del polinomio:

$$f'(TIR) = -\$92,442.78 - \$954,993.54TIR - \$1,867,738.95TIR^2 - \$1,418,093.32TIR^3 - \$383,213.70TIR^4$$

Aplicación del método de Newton-Raphson con un valor inicial  $TIR_0 = 0$ :

$$TIR_1 \approx TIR_0 - \frac{f(TIR_0)}{f'(TIR_0)}$$

$$TIR_2 \approx 0 - \frac{f(0)}{f'(0)} = 0 - \frac{\$69,946.01}{-\$92,442.78} = 0.7566$$

$$TIR_3 \approx 0.7566 - \frac{f(0.7566)}{f'(0.7566)} = 0.7566 - \frac{-\$678266.5350}{-\$2,624,216.5176} = 0.4981$$

$$TIR_4 \approx 0.4981 - \frac{f(0.4981)}{f'(0.4981)} = 0.4981 - \frac{-\$195,774.2372}{-\$1,230,666.8977} = 0.3391$$

$$TIR_5 \approx 0.3391 - \frac{f(0.3391)}{f'(0.3391)} = 0.3391 - \frac{-\$45,613.3787}{-\$691,404.0159} = 0.2731$$

$$TIR_6 \approx 0.2731 - \frac{f(0.2731)}{f'(0.2731)} = 0.2731 - \frac{-\$5,696.2888}{-\$523,628.4962} = 0.2623$$

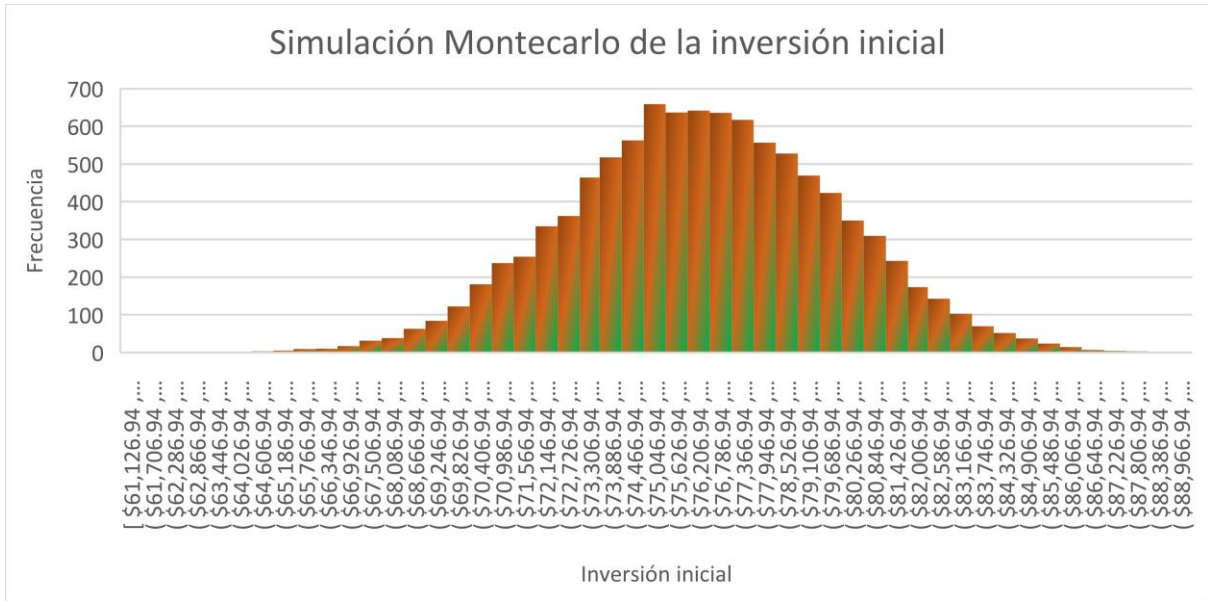
$$TIR_7 \approx 0.2623 - \frac{f(0.2623)}{f'(0.2623)} = 0.2623 - \frac{-\$136.1358}{-\$498,725.1670} = 0.2620$$

$$TIR_8 \approx 0.2620 - \frac{f(0.2620)}{f'(0.2620)} = 0.2620 - \frac{-\$0.0840}{-\$498,109.9042} = 0.2619$$

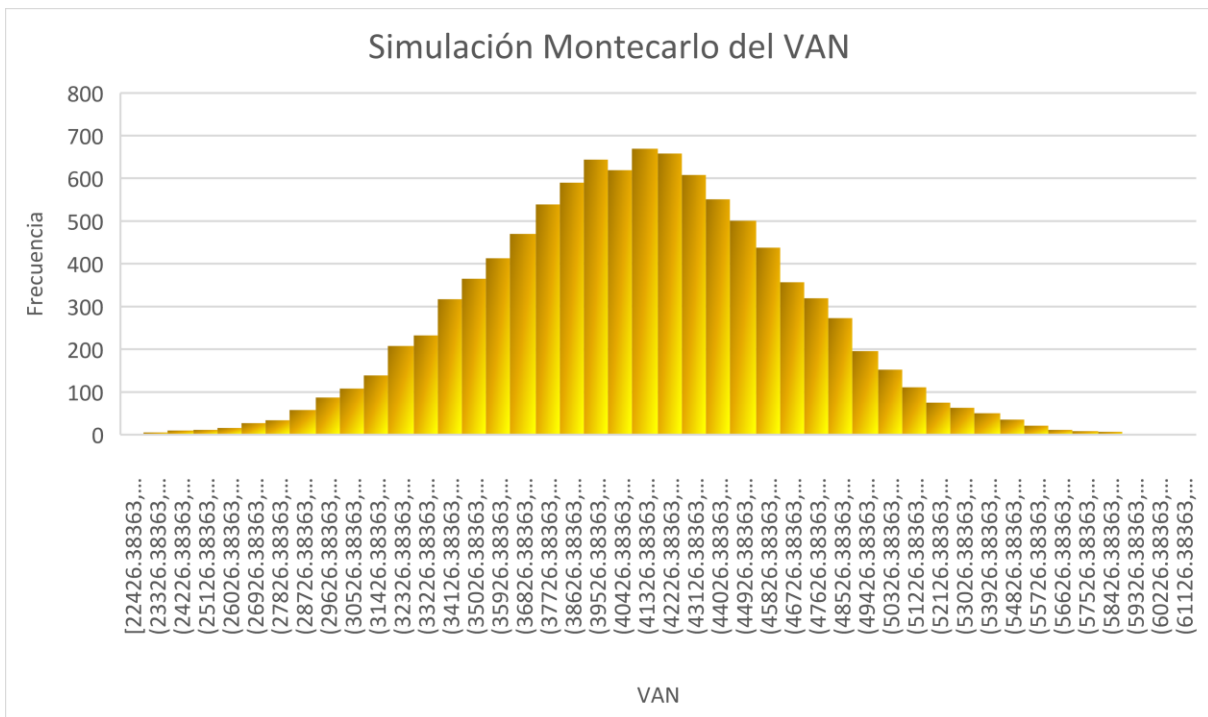
**TIR**  $\approx$  **26.20%** con un error de aproximación  $\epsilon = |0.2619 - 0.2620| \leq 0.0001$

Se empleó el método de la simulación Montecarlo para obtener un análisis más robusto del riesgo de la inversión en paneles solares, resultados con fundamentación estadística. Las variables que se modelaron fueron, la inversión inicial, el VAN y la TIR; las últimas respecto a un horizonte de cinco años, se consideraron diez mil escenarios (iteraciones). El porcentaje de éxito en la ejecución de la inversión total fue del cincuenta punto cuarenta y cuatro por ciento, levemente superior a la media aritmética esperada en la distribución gaussiana.

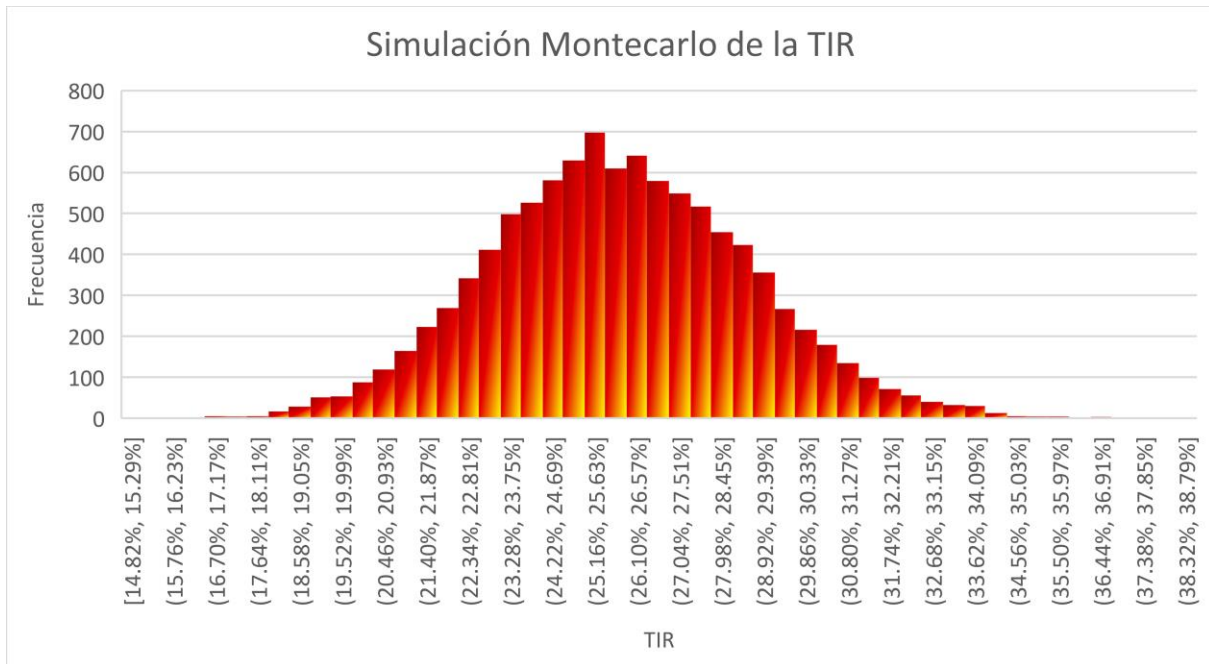
Para lograr un ochenta por ciento de éxito se requiere que la inversión total sea de setenta y nueve mil quinientos ochenta y tres dólares estadounidenses y ochenta y seis centavos, con un plan de contingencia valorado en dos mil novecientos ochenta dólares estadounidenses y quince centavos. De acuerdo con la simulación del VAN, se dedujo que el porcentaje de éxito del cincuenta y siete punto ochenta y tres por ciento está asociado al VAN real del proyecto, el cual es de cuarenta y dos mil quinientos treinta dólares estadounidenses y siete centavos, significativamente superior a la media esperada en la distribución gaussiana. Finalmente, al simular la TIR se obtuvo que la probabilidad de obtener una tasa interna de retorno del veintiséis punto veinte por ciento asociada al proyecto, era del cincuenta y tres punto cincuenta y cinco por ciento, significativamente superior a la media esperada en la distribución gaussiana.



**Imagen 28:** simulación Montecarlo de la inversión inicial en paneles solares. Variables: costos de producción, equipo, otros costos (instalación, material, análisis de factibilidad, administración, imprevistos). Distribución: PERT. Validación: test de bondad de juste (p-value=0.86, Kolmogorov-Smirnov) y test de normalidad (p-value=0.51, Lilliefors). Elaboración propia.



**Imagen 29:** simulación Montecarlo del VAN de la inversión. Variables: la inversión, el WACC, los ingresos, la depreciación, el gasto por intereses. Distribución: PERT. Test de bondad de juste (p-value=0.95, Kolmogorov-Smirnov) y test de normalidad (p-value=0.77, Lilliefors). Elaboración propia.



**Imagen 30:** simulación Montecarlo de la TIR de la inversión. Variables: la inversión, el WACC, los ingresos, la depreciación, el gasto por intereses. Distribución: PERT. Validación: test de bondad de ajuste (p-value=0.01, Kolmogorov-Smirnov) y test de normalidad (p-value=0, Lilliefors). Elaboración propia.

El payback es un cálculo econométrico usado frecuentemente para conocer el plazo de recuperación de una inversión de cualquier índole a partir de la rentabilidad del capital utilizado. En esta inversión en paneles fotovoltaicos que tiene un horizonte de cinco años, el plazo de recuperación de la inversión es de dos punto sesenta y cuatro años.

$$\text{Payback} = a + \frac{I_0 - b}{F_t} = 2 + \frac{76,642.74 - 57,776.64}{29,529.60} = \mathbf{2.64 \text{ años}}$$

Donde  $a$  son los años completos en que se ha recuperado la inversión,  $I_0$  es la inversión inicial,  $b$  es inversión acumulada anterior al año donde se recupera la inversión, y  $F_t$  es el flujo de efectivo del año en que se recupera en su totalidad la inversión. La relación beneficio-costos indicó que se espera un dólar estadounidense y setenta y ocho centavos por cada dólar estadounidense invertido.

$$\text{Relación B/C} = \frac{\frac{\$33,829.08}{1.0728} + \frac{\$33,490.79}{1.0728^2} + \frac{\$33,155.88}{1.0728^3} + \frac{\$32,492.76}{1.0728^4} + \frac{\$31,517.98}{1.0728^5}}{\$76,642.74 + \frac{\$1,000.00}{1.0728} + \frac{\$1,000.00}{1.0728^2} + \frac{\$1,000.00}{1.0728^3} + \frac{\$1,000.00}{1.0728^4} + \frac{\$1,000.00}{1.0728^5}}$$

$$\text{Relación B/C} = \mathbf{\$1.78}$$

## Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones

### 5.1 Conclusiones

En la investigación realizada se determinó que la inversión total en paneles solares por parte del ingenio azucarero asciende a setenta y seis mil seiscientos cuarenta y dos dólares y setenta y cuatro centavos. Las variables que más aportan a ese total fueron, el costo por la adquisición de los dispositivos solares, el costo por la instalación de la planta solar y el gasto relacionado con la dirección y administración del proyecto de inversión. Los costos de producción son ínfimos en relación con otros proyectos de inversión, la planta solar tiene gran autonomía en el funcionamiento, el costo anual fue de mil dólares estadounidenses empleados en la limpieza de los paneles solares con una frecuencia de dos veces por año.

Se realizó un análisis financiero del proyecto de inversión para un horizonte de cinco años, se calculó el VAN y la TIR de los flujos de efectivos anuales. El valor del VAN fue de cuarenta y dos mil quinientos treinta dólares estadounidenses y siete centavos, se afirmó que la inversión debía ejecutarse al obtener el VAN mayor que cero. El valor de la TIR fue de veintiséis punto veinte por ciento, muy superior al costo de capital promedio ponderado que fue de siete punto veintiocho por ciento así que, la inversión debió ejecutarse según este criterio financiero. Posteriormente se modelaron estadísticamente el VAN y la TIR asociados a este proyecto de inversión. Se empleó el método de la simulación Montecarlo, un método matemático muy sofisticado, para evaluar los pronósticos. El análisis estadístico de los diez mil escenarios sugirió de que se trata de un buen proyecto de inversión, las probabilidades de obtener el VAN y TIR reales está por encima de la mitad de la distribución gaussiana.

El análisis de todos los escenarios generados con la simulación Montecarlo indica que la probabilidad de éxito asociado a la inversión de paneles solares es del cincuenta punto cuarenta y cuatro por ciento, un valor favorable ya que se considera por encima de la media esperada que corresponde a setenta y seis mil seiscientos tres dólares estadounidenses y setenta y un centavos con respecto a la inversión real de setenta y seis mil seiscientos cuarenta y dos dólares estadounidenses y setenta y cuatro centavos. Para obtener un ochenta por ciento de éxito se necesitó que el total de la inversión fuera de setenta y nueve mil quinientos ochenta y tres dólares estadounidenses y ochenta y seis centavos, con un plan de contingencia que asciende a dos mil novecientos ochenta dólares estadounidenses y quince centavos.

El análisis de otros diez mil escenarios indicó que la probabilidad de éxito de obtener el VAN real cuyo valor fue equivalente a cuarenta y dos mil quinientos treinta dólares estadounidenses y siete centavos, fue del cincuenta y siete punto ochenta y tres por ciento, cifra muy favorable (mayor que el VAN esperado correspondiente a cuarenta y un mil cuatrocientos treinta y cuatro dólares estadounidenses y setenta y cuatro centavos) que es decisiva al tomar la decisión de realizar la inversión en paneles solares. El análisis de otros diez mil escenarios indicó que la probabilidad de éxito de obtener la TIR real cuyo valor fue equivalente a veintiséis punto veinte por ciento, fue del cincuenta y tres punto cincuenta y cinco por ciento, cifra favorable (mayor que la TIR esperada correspondiente a veinticinco punto noventa y cuatro por ciento) que afirma que la inversión en paneles solares se debe ejecutar.

En la simulación Montecarlo se aplicó el teorema del límite central, un teorema muy importante en Estadística (Hernández, 2006). El teorema indica que una muestra de tamaño suficientemente grande con media aritmética y desviación típica conocidas, tendrá tendencia a un comportamiento estadístico aproximadamente gaussiano. Se empleó la distribución PERT en los escenarios de las variables inversión, VAN y TIR. En las tres variables se implementaron los escenarios pesimistas, más probables y optimistas por lo tanto, los parámetros de entrada de la simulación Montecarlo fueron la media aritmética y desviación estándar provenientes de la aproximación de la distribución PERT hacia la distribución gaussiana, aproximación basada en el teorema del límite central. La validación de la simulación se basó en el análisis de la aproximación normal aplicando el test de Kolmogorov-Smirnov, la inversión total y el VAN tuvieron una buena bondad de ajuste, se aproximaron a la distribución gaussiana de manera ideal. El test de Lilliefors demostró que la muestra puede ser considerada gaussiana. La bondad del ajuste de la TIR indicó que esta variable porcentual no se aproximó idealmente a la distribución gaussiana, y el test de Lilliefors demostró que no es una muestra con comportamiento gaussiano.

El análisis de sensibilidad del VAN mostró que la inversión es muy estable ante los cambios drásticos en la cantidad de paneles solares, sólo se obtuvo un VAN negativo al condicionar la inversión con seiscientos setenta y un panel, con un precio de compra de la energía fotovoltaica que asciende a ciento y un dólares estadounidenses con noventa centavos, en ese caso el VAN fue de menos cuatro mil quinientos treinta y cinco. El mismo panorama ocurrió al analizar la

sensibilidad de la TIR, bajo las mismas condiciones se obtuvo una TIR por debajo del WACC establecido, el valor fue del seis por ciento. También se relacionó el efecto del precio US\$/Wp de los paneles solares con el precio de venta de la energía fotovoltaica US\$/MWh para obtener información que muestre la sensibilidad del VAN. Para que el VAN sea positivo, el precio de los paneles solares no debe sobrepasar los treinta y cuatro centavos por cada Wp. En el caso de la TIR, los resultados fueron casi homogéneos, la única diferencia radica en que la TIR es más fuerte ante los cambios drásticos de las variables. En general, el precio US\$/Wp que supere los treinta y ocho centavos influirá negativamente en el valor del VAN y la TIR.

El precio de venta de la energía eléctrica que se consideró para el análisis financiero de la inversión en paneles solares fue de ciento un dólares estadounidenses y noventa centavos por cada MW/h, este valor fue el que se utilizó en un estudio que data del año dos mil dieciocho (consultar segunda referencia bibliográfica), un valor histórico promedio de los precios de venta en El Salvador. El motivo de seleccionar este valor en específico es el de obtener un horizonte real y cercano al surgimiento de las tecnologías solares del país, cuya evolución se origina alrededor del año dos mil catorce. Los precios históricos promedios para los años dos mil diecinueve y dos mil veinte fueron de ciento seis dólares estadounidenses con setenta y ocho centavos, y sesenta y ocho dólares estadounidenses con dieciséis centavos, respectivamente (SIGET, 2021). Se observa una tendencia a la baja, sin embargo los precios de venta en el mercado eléctrico regional en el primer semestre del año dos mil veintitrés han subido vertiginosamente, en el mes de agosto el precio de venta fue de ciento sesenta y seis dólares estadounidenses y treinta y cinco centavos por MWh, un incremento del sesenta y tres punto noventa y cinco por ciento respecto al año base dos mil dieciocho.

El ingenio azucarero compró energía a la distribuidora AES CLESA, el pago de la factura eléctrica representó el dos por ciento de la rentabilidad y el cinco por ciento del total de costos de producción; con la implementación de la propuesta el ingenio reduciría los costos a la mitad, el pago de la factura representaría un uno por ciento de la rentabilidad general, y un dos punto cinco por ciento del total de costos. El ingenio, a través del departamento contable, aplicó en todos los procesos el análisis de costos, dicho departamento se encarga de evaluar los proyectos de inversión con las técnicas financieras del VAN y la TIR. Es ahí donde se analiza el retorno

de la inversión y luego junta directiva se encarga de autorizar o denegar el plan de inversión. El ingenio se encuentra en condiciones económicas suficientes para invertir.

Se determinó que el ingenio “La Magdalena” posee una estrategia para hacer frente al alto costo de la energía eléctrica. La junta directiva consideró las fuentes biomasa, eólica y solar para la producción de energía renovable. Actualmente, el ingenio tiene una planta generadora de electricidad a través del bagazo de la caña de azúcar que funciona durante la temporada de zafra. El ingenio ya cuenta con paneles solares, pero construirá una bodega jumbo con una planta solar, el área de la bodega es de trescientos metros cuadrados y será destinada para la época de mantenimiento, estrategia que reducirá los costos por electricidad.

## **5.2 Recomendaciones**

Para analizar financieramente una inversión, no basta simplemente con calcular el VAN y la TIR para determinar si la inversión debería ejecutarse, hay que realizar un análisis más robusto, emplear el método de la simulación Montecarlo para prever cualquier panorama que pueda ser riesgoso, hay que administrar o gestionar el riesgo de una inversión. Se recomienda analizar una cantidad significativa de escenarios generados estocásticamente a partir de números aleatorios relacionados con la distribución gaussiana y PERT aproximada que definen un modelo econométrico de especial interés. Este tipo de análisis es cubierto por especialistas de la administración financiera, y también por los especialistas matemáticos y estadísticos. Ambas especialidades se complementan y se obtienen excelentes análisis de los modelos económicos.

Actualmente, hay que considerar el desarrollo de tecnologías nuevas o que propicien la mejora de las anteriores, se acerca un futuro en el que los métodos de producción de energía eléctrica cambiarán drásticamente, algunas formas de producción de energía que están vigentes por el momento dejarán de existir. El medio ambiente debe cuidarse y esto se logra reduciendo al mínimo las toneladas de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero que son emitidos en la producción de energía eléctrica a base de combustibles fósiles. Es necesario considerar que la transacción de energía eléctrica a nivel corporativo es un pilar que favorece a las economías emergentes, los costos por el servicio eléctrico bajan significativamente, además se refuerzan las alianzas estratégicas. Las empresas que invierten en energías renovables pueden gozar de incentivos fiscales que maximicen los retornos esperados y hacen que la inversión sea más atractiva.

También se investigó que para que la inversión sea óptima, los paneles solares deben estar instalados en la infraestructura ya existente que se destina a un uso específico de la empresa. Los paneles solares deben ser de alto rendimiento y recientes, no en desuso. La energía producida por la planta fotovoltaica debe ser vendida a la distribuidora AES CLESA, comercialización siempre sujeta al contrato UPR que optimizará los rendimientos del ingenio azucarero.

## Referencias

- Azofeifa, C. D. (S. F.). *“Aplicación de la simulación Montecarlo en el cálculo del riesgo usando Excel”*. San José, Costa Rica: Tecnología en Marcha.
- Bautista, I. D.; Rodríguez, W. A. & Zeceña, J. C. (2018). *“Estudio de factibilidad para el diseño y conexión de un parque solar fotovoltaico de 100MV a la red eléctrica de transmisión de El Salvador en la subestación El Pedregal”*. El Salvador. Universidad de El Salvador.
- Canavos, G. C. (1988). *“Probabilidad y estadística, aplicaciones y métodos”*. México D. F., México: McGraw-Hill.
- Crawley, M. J. (2007). *“The R book”*. West Sussex, Inglaterra: WILEY.
- Felpeto, A. (2002). *“Modelización física y simulación numérica de procesos eruptivos para la generación de mapas de peligrosidad volcánica”* (tesis doctoral). Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid.
- Fernández, J. A. (2017). *“Módulo anualidades y amortizaciones: Financiación y refinanciación en moneda nacional y extranjera. Aplicaciones”*. Colombia. Universidad Santo Tomás.
- Fernández, J. A.; Mejía A. T.; Menjívar, F. A. & Parada, D. F. (2020). *“Evaluación del uso de energías renovables en El Salvador (2000-2019)”*. El Salvador. Universidad Centroamericana.
- Garzón, F. G. (2017). *“Tome la mejor decisión experimentando previamente sus consecuencias: casos prácticos resueltos de simulación Montecarlo mediante hoja de cálculo”*. Omnia Publisher. Universitat Politècnica de Catalunya, España.
- Gitman, L. & Zutter, C. J. (2012). *“Principios de administración financiera”*. Decimosegunda edición. Pearson Educación. México.
- Gómez-Cadenas, J. J. (2005). *“El método de Montecarlo”*. Curso de Estadística, 1, 1-15.
- Guzmán, E. A. (2016). *“Aplicación de Modelos Estadísticos para la interpretación de señales sísmico-volcánicas en los principales Complejos Volcánicos de El Salvador”*. El Salvador. Universidad de El Salvador.
- Guzmán, E. A. (2021). *“Simulación Montecarlo y evaluación de proyectos. Una guía práctica para la toma de decisiones financieras”*. El Salvador. Universidad de El Salvador.

- Hernández, J. (2006). *“Elementos de Probabilidad y Estadística”*. Primera edición. San Salvador, El Salvador. Universidad Centroamericana.
- Inquilla-Mamani, J & Rodríguez-Limachi, O. M. (2019). *“Análisis de riesgo mediante el método de simulación Montecarlo aplicado a la inversión pública en el sector educativo peruano: el caso del departamento de Puno”*. Praxis. Perú.
- Instituto de investigaciones ITZTANI. (2012). *“Análisis de la producción azucarera en El Salvador y sus vínculos con procesos de cambio del uso del suelo, la deforestación y degradación de ecosistemas forestales”*. Nicaragua.
- Ley 462 de 2007. *“Ley de incentivos fiscales para el fomento de las energías renovables en la generación de electricidad”*. 20 de diciembre del 2007. D. O. No. 238, tomo No 377. El Salvador
- Moebis, W.; Ling, J. S. & Sanny J. (2021). *“Física universitaria volumen 2”*. Houston, Texas.
- Monje, C. A. (2011). *“Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa: guía didáctica”*. Santa Fé de Bogotá, Colombia: NEIVA.
- Montgomery, D. C.; Peck, E. A. & Vining, G. G. (2006). *“Introducción al análisis de regresión lineal”*. Ciudad de México, México: CECSA.
- Montgomery, D. C.; Jennings, C. L. & Kulahci, M. (2008). *“Introduction to time series analysis and forecasting”*. New Jersey, Estados Unidos de América: Wiley-Interscience.
- Muñoz, C. (1998). *“Cómo elaborar y asesorar una investigación de Tesis”*. Primera edición. México. Prentice Hall.
- Océano. (1997). *“Océano Uno Color: diccionario enciclopédico”*. España: Barcelona.
- Raychaudhuri, S. (2008). *“Introduction to Monte Carlo Simulation”*. Colorado, Estados Unidos de América.
- Rivera, T. B.; Barahona, I. A. & Escalante, G. D. (2019). *“Estudio de factibilidad para la ejecución del proyecto de energía fotovoltaica en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de El Salvador”*. El Salvador. Universidad de El Salvador.
- Rubinstein, R. Y. & Kroese, D. P. (2017). *“Simulation and the Monte Carlo method”*. Tercera edición. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey, Estados Unidos de América.
- Serrano, J. (2011). *“Matemáticas financieras y evaluación de proyectos”*. Segunda edición. Bogotá. Alfaomega: Universidad de los Andes, Facultad de Administración. Ediciones Unidas.

SIGET. (2017). “Norma para usuarios finales productores de energía eléctrica con recursos renovables. Gerencia de electricidad”. El Salvador.

SIGET. (2021). “Mercado Eléctrico de El Salvador 2020”. San Salvador, El Salvador.

Sinalin, D. I. (2017). “La gestión financiera y su impacto en la rentabilidad de la cooperativa de ahorro y crédito Jatun Runa Ltda. de la parroquia de Santa Rosa, provincia de Tungurahua”. Ambato, Ecuador. Universidad Regional Autónoma de Los Andes.

Solis, M. E. (2018). “Plan de inversión para la producción de tomate de cocina, a través de invernadero con sistema de riego abastecido por un pozo, en el cantón Izcaquilio, municipio de Atiquizaya, departamento de Ahuachapán”. El Salvador. Universidad de El Salvador.

Taha, H. A. (2012). “Investigación de operaciones”. Novena edición. Pearson Educación. México.

#### Sitios web

AQUAE Fundación (23 de junio de 2020). “Ventajas y desventajas de la energía solar”. <https://www.fundacionaquae.org/energia-solar-ventajas-desventajas/>

AutoSolar. (S. f.). “Diferencias entre silicio monocristalino y multicristalino o policristalino”. <https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/diferencias-entre-silicio-monocristalino-y-multicristalino-o-policristalino>

El Diario de Hoy. (2018). “¿Cómo se transforma el bagazo de caña de azúcar a energía eléctrica?” <https://historico.elsalvador.com/historico/439746/como-se-transforma-el-bagazo-de-cana-de-azucar-a-energia-electrica.html>

El Diario de Hoy, (16 de octubre del 2023). “Sube precio de la energía en el mercado eléctrico y golpea a salvadoreños”. <https://www.elsalvador.com/noticias/negocios/precio-de-la-energia-el-salvador-mercado-energetico-direccion-hidrocarburos-y-minas/1096922/2023/>

Eliseo Sebastián. (2022). “Concepto de watt pico”. Energía Solar. <https://eliseosebastian.com/watt-pico-significado-exacto/>

Elsalvador.com. (30 de agosto del 2023). “Bancoagrícola apoya proyectos de energías renovables con recurso financiero”. <https://www.elsalvador.com/destacados/bancoagricola-asi-energias-renovables-intermediarios-financieros-proyectos-sostenibles/1086473/2023/>

Elsalvador.com. (29 de junio del 2023). “Crisis de energía en Centroamérica afectaría precios para consumidores”. <https://www.elsalvador.com/noticias/negocios/energia-suministro-de-precio-la-centroamerica-el-salvador-fenomeno-nino-/1072212/2023/>

Psicología y mente. (2018). “Las 50 mejores frases de Franz Kafka”. <https://psicologiaymente.com/reflexiones/frases-franz-kafka>

PVsystem. (S. F.). “Photovoltaic software: a powerful software for your photovoltaic systems”. <https://www.pvsyst.com/>

Seiscubos. (2021). “Aspectos geométricos de la relación sol – tierra”. <https://www.seiscubos.com/conocimiento/aspectos-geometricos>

Sistema de Integración Centroamericana. (2018). “¿Cómo se transforma el bagazo de caña de azúcar a energía eléctrica?” Energía. <https://www.sica.int/busqueda/Noticias.aspx?IDItem=111180&IDCat=3&IdEnt=1225&Idm=1&IdmStyle=1>

Sistema de Integración Centroamericana. (2015). “El ingenio Jiboa construirá planta eléctrica de 34.9 MW/h”. Programa de energías renovables y eficiencia energética en Centroamérica. [https://www.sica.int/noticias/el-ingenio-jiboa-construira-planta-electrica-de-34-9-mw\\_1\\_101883.html](https://www.sica.int/noticias/el-ingenio-jiboa-construira-planta-electrica-de-34-9-mw_1_101883.html)

Solar Magazine. (2023). “Tipos de paneles solares: en el mercado y en el laboratorio 2023”. <https://solarmagazine.com/es/paneles-solares/>

Sostenibilidad para todos. (2019). “Qué son los contratos de compraventa de energía PPA, energía limpia de empresa a empresa”. Acciona. [https://www.sostenibilidad.com/energias-renovables/que-son-los-contratos-de-compraventa-de-energia-ppa/?\\_adin=02021864894](https://www.sostenibilidad.com/energias-renovables/que-son-los-contratos-de-compraventa-de-energia-ppa/?_adin=02021864894)

Sunfields Europe. (2023). “Como dimensionar y calcular paneles solares fotovoltaicos necesarios para un sistema aislado”. <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/calcular-paneles-solares-necesarios-para-sistemas-aislados/#:~:text=Imaginemos%20que%20necesitas%20un%20kit,%3D%203%2C3%20panel es%20necesitar%3%ADas.>

Sunfields Europe. (2023). “Tipos de paneles solares”. <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/tipos-de-placas-solares/>

Tecnosol. (2019). “Tecnología PERC y HALF CELL en paneles solares”. <https://tecnosolab.com/noticias/tecnologia-perc-y-half-cell-en-paneles-solares/>

# **Anexos**

## Anexo 1: Artículo científico

### “Simulación Montecarlo y evaluación financiera de una inversión en energías renovables”



Investigador:

Edwin Alexander Guzmán Martínez

Licenciado en Estadística y

Estudiante egresado de la Escuela de Posgrado de la Universidad de El Salvador.

21 de octubre del 2023

Resumen

**Objetivo:** aplicar la simulación Montecarlo al VAN, la TIR y al monto total de una inversión en paneles solares que mitigará el alto costo de la energía eléctrica que afecta directamente la rentabilidad del ingenio azucarero La Magdalena. **Método:** la investigación tiene un enfoque positivista, específicamente por la aplicación de procesos estocásticos en las finanzas, se modelarán estadísticamente las variables financieras VAN, TIR e inversión inicial para analizar si el plan de inversión debe ser ejecutado. Se crearán 10,000 escenarios para que el análisis sea robusto. Las distribuciones empleadas son la gaussiana y la PERT, distribuciones continuas de probabilidad. **Resultados:** al simular las variables y calcular las probabilidades de éxito, la probabilidad de éxito de las variables financieras es mayor a la media esperada por lo que se deduce que las energías renovables son un buen panorama para invertir. **Conclusiones:** la inversión debe ejecutarse de acuerdo con las términos y características que conlleva la construcción de una planta solar en la infraestructura del ingenio azucarero La Magdalena.

*Palabras claves: simulación Montecarlo, VAN, TIR, finanzas.*

#### Abstract

**Objective:** apply the Monte Carlo simulation to the NPV, the IRR and the total amount of an investment in solar panels that will mitigate the high cost of electrical energy that directly affects the profitability of the La Magdalena sugar mill. **Method:** the research has a positivist approach, specifically through the application of stochastic processes in finance, the financial variables NPV, IRR and initial investment will be statistically modeled to analyze whether the investment plan should be executed. 10,000 scenarios will be created so that the analysis is robust. The distributions used are the Gaussian and the PERT, continuous probability distributions. **Results:** when simulating the variables and calculating the probabilities of success, the probability of success of the financial variables is greater than the expected average, so it is deduced that

renewable energies are a good prospect for investment. **Conclusions:** the investment must be executed in accordance with the terms and characteristics involved in the construction of a solar plant in the infrastructure of the La Magdalena sugar mill.

*Keywords: Monte Carlo simulation, NPV, IRR, finances.*

## **Introducción**

Invertir en energías renovables consiste en destinar fondos monetarios de una empresa o de inversionistas en la generación de energía eléctrica a partir de fuentes inagotables como el agua, la biomasa, el viento, y la radiación solar. El monto de la inversión inicial para producir energía eléctrica a partir de la energía solar cubre los costos de los dispositivos electrónicos como paneles e inversores solares, baterías, cables, kits de módulos de aluminio, barras Cooper, el costo de la instalación eléctrica, gastos de administración, costos imprevistos y los costos de producción para el primer año (Bautista et al., 2018).

La energía eléctrica es un servicio necesario para la sociedad y empresas. El sector productivo demanda electricidad para realizar con normalidad todas sus actividades. El alto costo de la energía eléctrica afecta la rentabilidad de las empresas comerciales e industriales. La gerencia financiera debe buscar estrategias que minimicen los costos de producción,

deben considerar la inversión en energías renovables.

También es preocupante el alto grado de contaminación actual del medio ambiente, principalmente la emanación de gases de efecto invernadero producto de los procesos industriales orientados a la generación de electricidad a base de combustibles fósiles (Fernández, 2020). Actualmente se buscan alternativas industriales amigables con el medio ambiente, al principio la inversión en energías renovables era cara, pero el avance de la tecnología ha permitido que una inversión en este rubro sea financieramente interesante y atractiva. El Salvador ha creado leyes que promueven el desarrollo económico y social e incentiva a todos los sectores de la producción para que exploten las fuentes renovables de energía (Ley 462, 2007). El Salvador ha firmado el Protocolo de Kyoto sobre el cambio climático, cuyo principal objetivo es el desarrollo sostenible de las naciones.

Una inversión en energías renovables puede tener un horizonte de cinco a diez años, aunque la vida útil de una planta solar

es de 25 a 30 años. Un panel solar es un dispositivo que capta la luz solar que incide en su superficie y la convierte en electricidad a través del efecto fotovoltaico. Cuando un semiconductor recibe luz, los fotones excitan los electrones de valencia del silicio, rompiendo de esta forma el enlace covalente y produciendo un flujo de electrones entre átomos, el flujo se llama electricidad (Rivera et al., 2019). Los paneles solares generan corriente DC, el inversor solar la convierte en corriente AC.

El rendimiento de los paneles solares varía en relación con el tipo, el tiempo y otras situaciones. Pueden ser monocristalinos, son los más recientes; policristalinos o amorfos, ya en desuso. La irradiancia es la cantidad de energía solar de un rayo perpendicular a la superficie del panel a 25 °C, su valor comercial es aproximadamente 1000 W/m<sup>2</sup>. El rendimiento también depende del ángulo de los techos, del horizonte y las sombras, de las condiciones meteorológicas, del ángulo azimutal y del mantenimiento.

Las inversiones en paneles solares están altamente reguladas por la SIGET, institución oficial que regula la comercialización de energía y telecomunicaciones, la energía generada no

debe exceder al promedio de potencia y consumo de los últimos doce meses, las empresas firman un contrato UPR que les acredita vender la energía generada a la distribuidora (SIGET, 2017). El objetivo de la inversión en energías renovable es generar rentabilidad y proteger el medio ambiente. La rentabilidad se logra cuando las instalaciones o naves industriales consumen la energía generada por la planta solar, existe ahorro en los costos de producción; y también cuando la energía es inyectada a la red nacional a una determinada tarifa. El objetivo de este estudio es evaluar financieramente una inversión de paneles solares con el propósito de aumentar la rentabilidad de un ingenio azucarero ubicado en la zona occidental del país.

## **Materiales y método**

El presente artículo ha sido extraído de una investigación del año 2023 titulada “Aplicación de simulación Montecarlo en proyecto de inversión de paneles solares para mitigar el impacto de los precios de la energía eléctrica en la rentabilidad del ingenio azucarero La Magdalena, departamento de Santa Ana” requisito para optar al grado de Maestro en

Administración Financiera de la Universidad de El Salvador.

El estudio tuvo un enfoque positivista, el alcance de las variables fue de naturaleza correlacional, el tiempo de búsqueda de la información fue retrospectivo ya que, los datos ubicados temporalmente en el pasado serán importantes para el análisis de las proyecciones generadas por el modelamiento estadístico (Muñoz, 1998; Sampieri, 2014). En el país existen seis ingenios azucareros legalmente registrados, la investigación se centró en el ingenio La Magdalena ubicado en el departamento de Santa Ana, se seleccionó debido a que es el de menor producción, por lo tanto, se trata de una muestra no probabilística.

Fue imprescindible contar con el Balance General, el Estado de Resultados y el Estado de Flujo de Efectivo del ingenio azucarero, estados financieros oficiales de la empresa correspondiente al periodo 2022-2021 (Gitman & Zutter, 2012). La factura eléctrica del mes de septiembre del presente año sirvió de base para establecer las características de la planta solar, el ingenio consume 55,435.50 kWh mensuales y demanda una potencia eléctrica de 165.10 kW al mes. La energía es suministrada por

CLESA. El consumo eléctrico anual y la potencia eléctrica anual se calcularon así:

$$\bar{C} = (55,435.50 \text{ kWh})(12) = 665,226 \text{ kWh/yr}$$

$$\bar{P} = (665,226 \text{ kWh/yr}) \left( \frac{1 \text{ kW}}{1,600 \text{ kWh/yr}} \right) = 415.77 \text{ kW}$$

La potencia necesitada por el ingenio sobrepasa el límite del contrato UPR, el cual indica que las características de la planta solar no deben rebasar el promedio de los últimos doce meses. Por lo que se calculará el consumo regulado por la SIGET, el cual representa un ahorro del 49.91% del costo total; para cubrir esta potencia eléctrica se necesitarían 373 paneles solares monocristalinos PERC de 575 Wp y 2 inversores de 100 kW, el factor 1.3 regula la conversión AC hacia DC:

$$\bar{P} = (165.10 \text{ kW})(5.5 \text{ h})(365.6) = 331,983.08 \text{ kWh/yr}$$

$$S = \frac{165.10 \text{ kW} \times 1.3}{0.575 \text{ Wp}} = 372.4 \approx 373$$

$$I = \frac{165.10 \text{ kW}}{100 \text{ kW}} = 1.651 \approx 2$$

El monto de la inversión para la construcción de la planta solar con características eléctricas calculadas anteriormente asciende a US\$76,642.74, el 90% proviene de deuda y el 10%, de capital propio. La tasa de interés fue del 6% y el rendimiento exigido por el ingenio fue del 35%, el costo de capital promedio

ponderado fue 7.28% y se consideró una tasa impositiva del 30%.

$$\bar{W} = (10\%)(35\%) + (90\%)(6\%)(1 - 30\%) = 7.28\%$$

Luego se construyó el flujo de efectivo anual para un horizonte de 5 años, se tomaron en cuenta los intereses derivados de la deuda y la depreciación del equipo, así como también la efectividad de los paneles solares. Para el primer año se esperan US\$28,690.37; para el segundo, US\$29,086.27; US\$29,529.60, en el tercer año; US\$29,691.43, para el cuarto; y US\$29,591.08 para el quinto año. Estos datos son los que se necesitan para formar los escenarios de la simulación Montecarlo de la inversión, el VAN y la TIR.

El origen y núcleo de la simulación Montecarlo es la generación de números pseudoaleatorios (Raychaudhuri, 2008; Rubinstein & Kroese, 2017; Guzmán, 2016). La operación aritmética para generar los números pseudoaleatorios  $R_n$  se llama método congruencial multiplicativo lineal (Taha, 2012) y se define así,  $b, c$  y  $m$  son los parámetros y  $u_0$  es la semilla del generador:

$$u_n = (bu_{n-1} + c) \bmod(m)$$

$$R_n = \frac{u_n}{m}, n = 1, 2, 3, \dots$$

La distribución PERT (program evaluation and review technique), se define

por el mínimo  $a$ , la moda  $b$ , y el máximo  $c$ , estos valores corresponden al escenario pesimista, al más probable y al optimista, respectivamente (Guzmán, 2016). Se empleó la aproximación de la distribución PERT hacia una distribución gaussiana, con ese método se generó la inversión simulada, el VAN simulado y la TIR simulada, luego se crearon 10,000 escenarios en una hoja electrónica para que el análisis fuera más robusto. Sea  $X \sim N(\mu, \sigma^2)$  una variable aleatoria que sigue un comportamiento normal, la función de distribución y densidad normales respectivas quedan definidas por:

$$\Phi_{\mu, \sigma^2}(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(u-\mu)^2}{2\sigma^2}} du, x \in \mathfrak{R}$$

$$\phi_{\mu, \sigma^2}(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

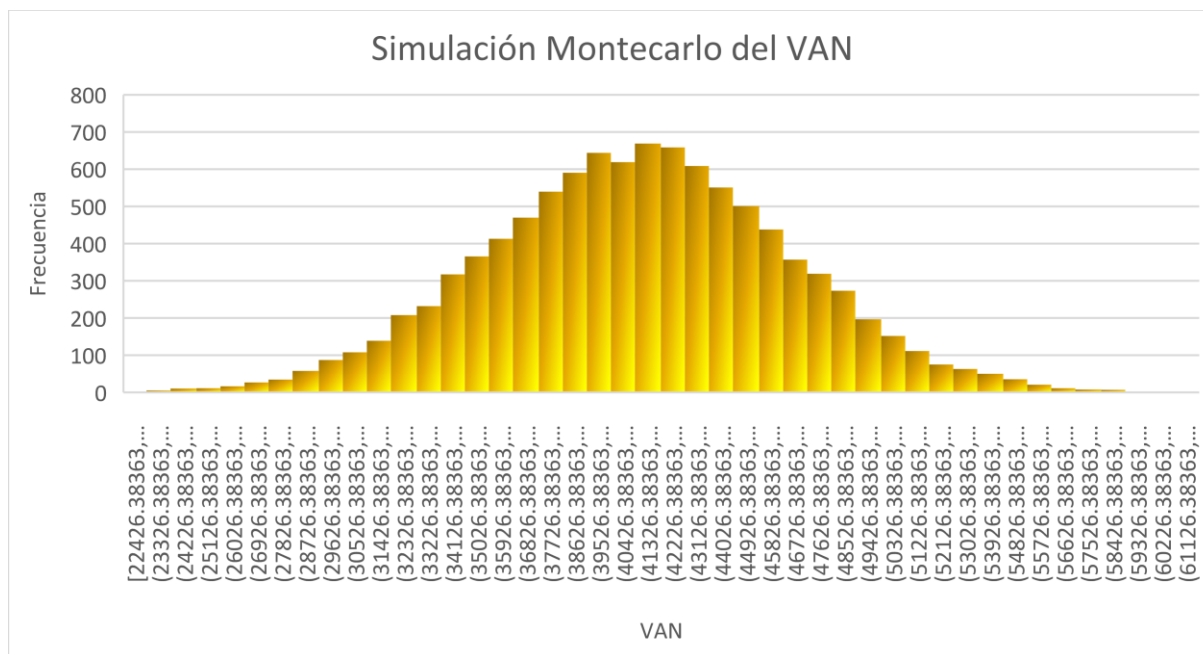
Donde:

$$\mu = \frac{a + 4b + c}{6} \quad \text{y} \quad \sigma = \frac{c - a}{6}$$

## Resultados

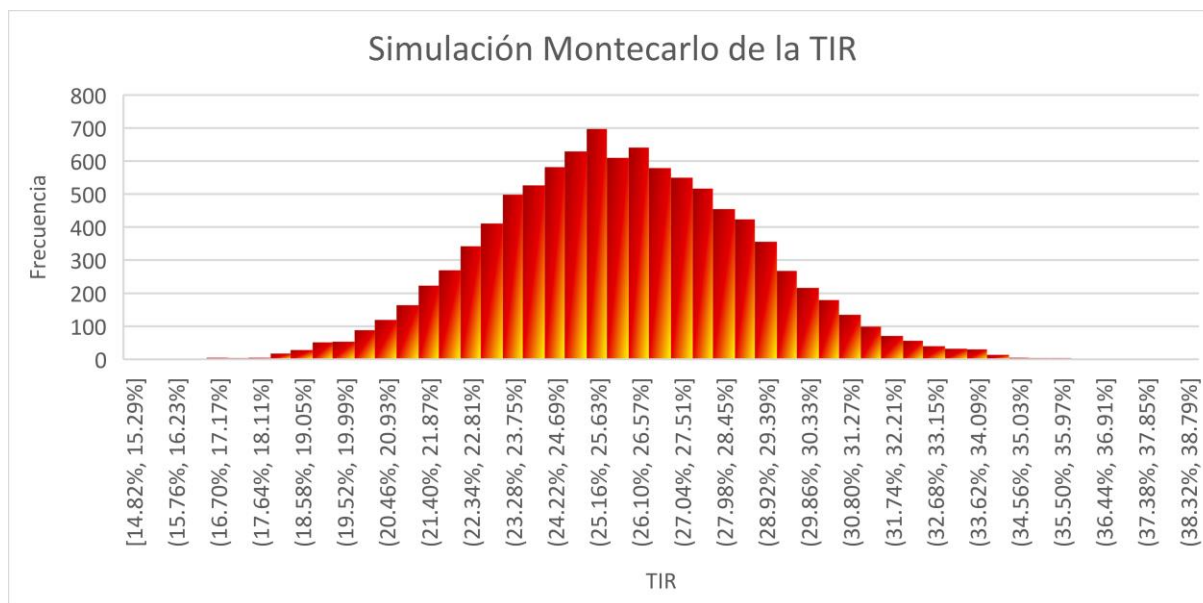
La probabilidad que se cumpla con éxito la inversión inicial real fue del 50.44%, levemente superior a la inversión promedio esperada, para lograr un 80% de éxito en la ejecución de la inversión, se necesita invertir la cantidad de US\$79,583.86 y considerar un plan de contingencia valorado en US\$2,980.15.

**Figura 1. Simulación Montecarlo del VAN**



*Nota:* simulación Montecarlo del VAN de la inversión. Variables: la inversión, el WACC, los ingresos, la depreciación, el gasto por intereses. Distribución: PERT. Test de bondad de juste (p-value=0.95, Kolmogorov-Smirnov) y test de normalidad (p-value=0.77, Lilliefors). Elaboración propia.

**Figura 2. Simulación Montecarlo de la TIR.**



*Nota:* simulación Montecarlo de la TIR de la inversión. Variables: la inversión, el WACC, los ingresos, la depreciación, el gasto por intereses. Distribución: PERT. Validación: test de bondad de juste (p-value=0.01, Kolmogorov-Smirnov) y test de normalidad (p-value=0, Lilliefors). Elaboración propia.

En la figura 1 se observa que el VAN simulado esperado es de aproximadamente US\$40,426.38, y la probabilidad de obtener el VAN real es del 57.83%, es un valor muy significativo. Finalmente, en la figura 2, la TIR simulada esperada es de aproximadamente el 25%, la probabilidad de obtener la TIR real es del 53.55%, porcentaje muy significativo.

### **Discusión de resultados**

Es evidente que tanto los valores reales de la inversión, del VAN y de la TIR al contrastarlos con los criterios pertinentes, resulta que la inversión en energía solar debe ejecutarse. El VAN es positivo y la TIR es mayor que el costo de capital promedio ponderado (Serrano, 2011). La simulación Montecarlo sugiere que la inversión debe ser ejecutada, los resultados han sido claros y cuentan con el soporte estadístico.

### **Conclusiones**

El ingenio azucarero La Magdalena tiene capacidad para invertir en energías renovables (EE FF, 2022) que mitiguen los costos de la energía eléctrica que afectan la rentabilidad. Se indagó que el ingenio tiene planeado la construcción de una bodega jumbo para la época del mantenimiento en cuyo techo se construirá una planta solar. La mejor alternativa de inversión en energías

renovables es la producción de electricidad a través de la energía solar, la tecnología tiene garantía hasta 30 años y es la más económica en relación con el resto.

Con esta estrategia financiera, el ingenio ayudará a reducir la contaminación ambiental, logrará reducir los costos de producción y aumentará la rentabilidad. En un futuro, los métodos tradicionales de producción de energía cambiarán drásticamente, la evolución de la tecnología y la innovación permitirán crear nuevas formas de producir energía o mejorarán las actuales. La inversión en energías renovables es muy rentable. Para evaluar financieramente una inversión no basta con el análisis del VAN y la TIR, hay que utilizar la simulación Montecarlo para pronosticar el grado de éxito de la inversión, es decir, hacer un análisis más robusto para prever cualquier panorama que sea riesgoso.

### **Agradecimientos**

Agradecimientos especiales a la Maestra Lidia Margarita Calderón Fuentes, docente de la Escuela de Posgrado; al Ingeniero eléctrico Juan A. López Ramos, director de la empresa Green Power, al Ingeniero industrial Eli Sequeira, gerente administrativo del ingenio La Magdalena y a Don Luis Alberto Solórzano.

## Referencias

- Bautista, I. D.; Rodríguez, W. A. & Zeceña, J. C. (2018). “*Estudio de factibilidad para el diseño y conexión de un parque solar fotovoltaico de 100MV a la red eléctrica de transmisión de El Salvador en la subestación El Pedregal*”. El Salvador. Universidad de El Salvador.
- Fernández, J. A.; Mejía A. T.; Menjívar, F. A. & Parada, D. F. (2020). “*Evaluación del uso de energías renovables en El Salvador (2000-2019)*”. El Salvador. Universidad Centroamericana.
- Guzmán, E. A. (2016). “*Aplicación de Modelos Estadísticos para la interpretación de señales sísmico-volcánicas en los principales Complejos Volcánicos de El Salvador*”. El Salvador. Universidad de El Salvador.
- Gitman, L. & Zutter, C. J. (2012). “*Principios de administración financiera*”. Decimosegunda edición. Pearson Educación. México.
- Ingenio La Magdalena (2022). “*Estados Financieros 2022-2021*”. Santa Tecla, El Salvador.
- Inquilla-Mamani, J & Rodríguez-Limachi, O. M. (2019). “*Análisis de riesgo mediante el método de simulación Montecarlo aplicado a la inversión pública en el sector educativo peruano: el caso del departamento de Puno*”. Praxis. Perú.
- Ley 462 de 2007. “*Ley de incentivos fiscales para el fomento de las energías renovables en la generación de electricidad*”. 20 de diciembre del 2007. D. O. No. 238, tomo No 377. El Salvador.
- Monje, C. A. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa: guía didáctica*. Santa Fé de Bogotá, Colombia:
- Muñoz, C. (1998). “*Cómo elaborar y asesorar una investigación de Tesis*”. Primera edición. México. Prentice Hall.
- Raychaudhuri, S. (2008). “*Introduction to Monte Carlo Simulation*”. Colorado, Estados Unidos de América.
- Rivera, T. B., Barahona, I. A. & Escalante, G. D. (2019). “*Estudio de factibilidad para la ejecución del proyecto de energía fotovoltaica en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de El Salvador*”. El Salvador. Universidad de El Salvador.
- Rubinstein, R. Y. & Kroese, D. P. (2017). “*Simulation and the Monte Carlo method*”. Tercera edición. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey, Estados Unidos de América.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F. & Baptista Lucio, M. del P. (2014). “*Metodología de la*

- investigación*”. Sexta edición. México. McGraw Hill Education.
- Serrano, J. (2011). “*Matemáticas financieras y evaluación de proyectos*”. Segunda edición. Bogotá. Alfaomega: Universidad de los Andes, Facultad de Administración. Ediciones Unidas.
- SIGET. (2017). “*Norma para usuarios finales productores de energía eléctrica con recursos renovables. Gerencia de electricidad*”. El Salvador.

## Anexo 2: Parámetros y validación de la simulación de la inversión

Variable Inversión	
Inversión total	\$ 76,642.74
Número de iteraciones	10,000
Distribución	PERT
Mediana	\$ 76,562.65
Media aritmética $\mu$	\$ 76,603.71
Desviación estandar $\sigma$	\$ 3,540.97
Coefficiente de variación	4.62%
Probabilidad esperada	50.44%
Rango intercuartílico	\$ 4,803.40
Desviación cuartil	\$2,401.70
Nivel de confianza	95%
Límite superior	\$ 76,673.11
Límite inferior	\$ 76,534.31
Probabilidad 80%	\$ 79,583.86
Percentil 50%	\$ 76,603.71
Contingencia 80%-50%	\$ 2,980.15
Probabilidad 100%	\$ 96,475.62
Test de Kolmogorov-Smirnov	0.86
Lilliefors	0.51

### Planteamiento de hipótesis estadísticas

Salida	
<pre>&gt; ks.test(base\$Inversion,pnorm,media,desviacion)  One-sample Kolmogorov-Smirnov test  data: base\$Inversion D = 0.00602, p-value = 0.8616 alternative hypothesis: two-sided</pre>	<pre>&gt; library(nortest, pos=15) &gt; require(nortest) &gt; lillie.test(base\$Inversion)  Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test  data: base\$Inversion D = 0.00602, p-value = 0.5117</pre>

#### Test de Kolmogorov-Smirnov

$H_0$  = La variable inversión simulada se ajusta a una distribución gaussiana.

$H_1$  = La variable inversión simulada no se ajusta a una distribución gaussiana.

Como  $0.86 > 0.05$ , no se puede rechazar la hipótesis nula, la inversión tiene ajuste gaussiano.

#### Test de Lilliefors

$H_0$  = La variable inversión simulada proviene de una distribución gaussiana.

$H_1$  = La variable inversión simulada no proviene una distribución gaussiana.

Como  $0.51 > 0.05$ , no se puede rechazar la hipótesis nula, la inversión es gaussiano.

### Anexo 3: Parámetros y validación de la simulación del VAN

Variable VAN	
VAN	\$42,530.07
Número de iteraciones	10,000
Distribución	PERT
Mediana	\$ 41,466.64
Media aritmética $\mu$	\$ 41,435.20
Desviación estandar $\sigma$	\$ 5,542.96
Coeficiente de variación	13.38%
Probabilidad esperada	57.83%
Rango intercuartílico	\$ 7,417.70
Desviación cuartil	\$ 3,708.85
Nivel de confianza	95%
Límite superior	\$ 41,543.84
Límite inferior	\$ 41,326.10
Probabilidad 80%	\$ 46,100.27
Percentil 50%	\$ 41,435.20
Contingencia 80%-50%	\$ 4,665.08
Probabilidad 100%	\$ 54,330.06
Test de Kolmogorov-Smirnov	0.95
Lilliefors	0.77

#### Planteamiento de hipótesis estadísticas

<pre>&gt; ks.test(base\$Inversion,pnorm,media,desviacion) &gt; ks.test(base\$VAN,pnorm,media,desviacion)  One-sample Kolmogorov-Smirnov test  data: base\$VAN D = 0.0050676, p-value = 0.9595 alternative hypothesis: two-sided</pre>	<pre>&gt; lillie.test(base\$VAN)  Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test  data: base\$VAN D = 0.0050676, p-value = 0.7721</pre>
---	---

#### Test de Kolmogorov-Smirnov

$H_0$  = La variable VAN simulado se ajusta a una distribución gaussiana.

$H_1$  = La variable VAN simulado no se ajusta a una distribución gaussiana.

Como  $0.95 > 0.05$ , no se puede rechazar la hipótesis nula, el VAN tiene ajuste gaussiano.

#### Test de Lilliefors

$H_0$  = La variable inversión simulada proviene de una distribución gaussiana.

$H_1$  = La variable inversión simulada no proviene una distribución gaussiana.

Como  $0.77 > 0.05$ , no se puede rechazar la hipótesis nula, el VAN es gaussiano.

#### Anexo 4: Parámetros y validación de la TIR

Variable TIR	
TIR	26.20%
Número de iteraciones	10,000
Distribución	PERT
Mediana	25.84%
Media aritmética $\mu$	25.94%
Desviación estandar $\sigma$	2.89%
Coficiente de variación	11.16%
Probabilidad esperada	53.58%
Rango intercuartílico	3.93%
Desviación cuartil	1.96%
Nivel de confianza	95%
Límite superior	26.00%
Límite inferior	25.88%
Probabilidad 80%	28.38%
Percentil 50%	25.94%
Contingencia 80%-50%	2.44%
Probabilidad 100%	32.67%
Test de Kolmogorov-Smirnov	0.01
Lilliefors	0

#### Planteamiento de hipótesis estadísticas

<pre>&gt; ks.test(base\$TIR, pnorm, media, desviacion)  One-sample Kolmogorov-Smirnov test  data: base\$TIR D = 0.015617, p-value = 0.01522 alternative hypothesis: two-sided</pre>	<pre>&gt; lillie.test(base\$TIR)  Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test  data: base\$TIR D = 0.015617, p-value = 0.00001002</pre>
---	--

#### Test de Kolmogorov-Smirnov

$H_0$  = La variable TIR simulada se ajusta a una distribución gaussiana.

$H_1$  = La variable TIR simulada no se ajusta a una distribución gaussiana.

Como  $0.01 < 0.05$ , no se puede aceptar la hipótesis nula, la TIR no tiene ajuste gaussiano.

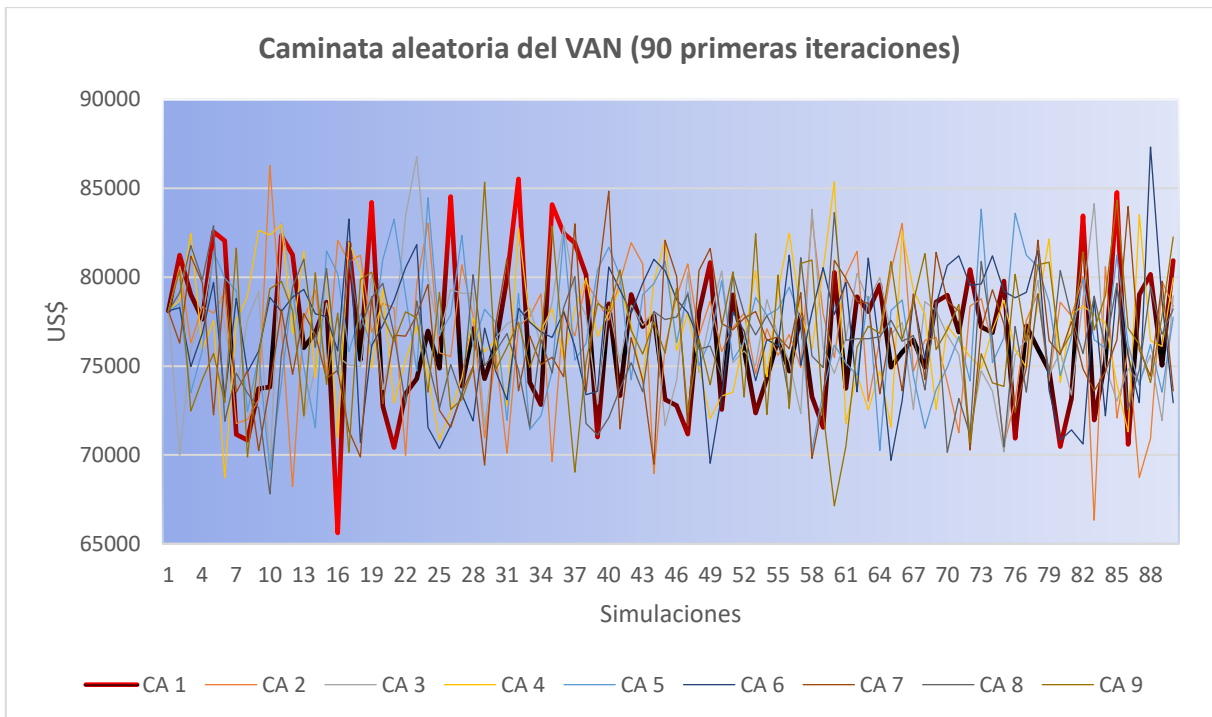
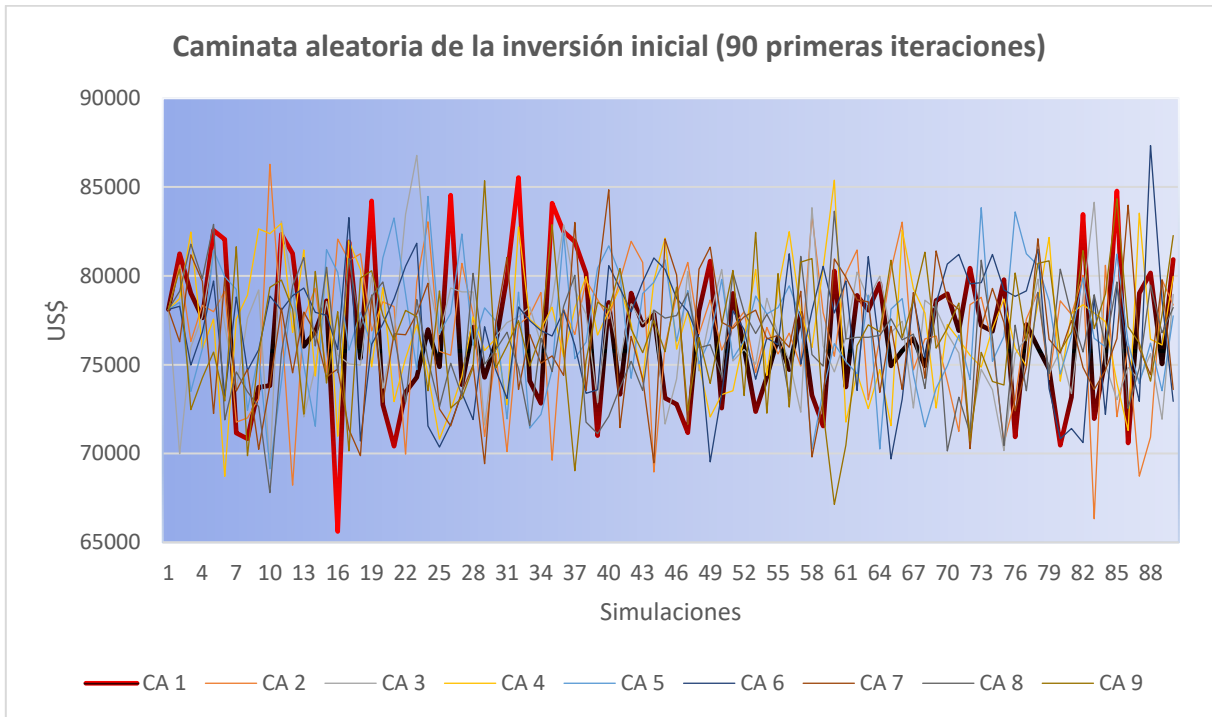
#### Test de Lilliefors

$H_0$  = La variable inversión simulada proviene de una distribución gaussiana.

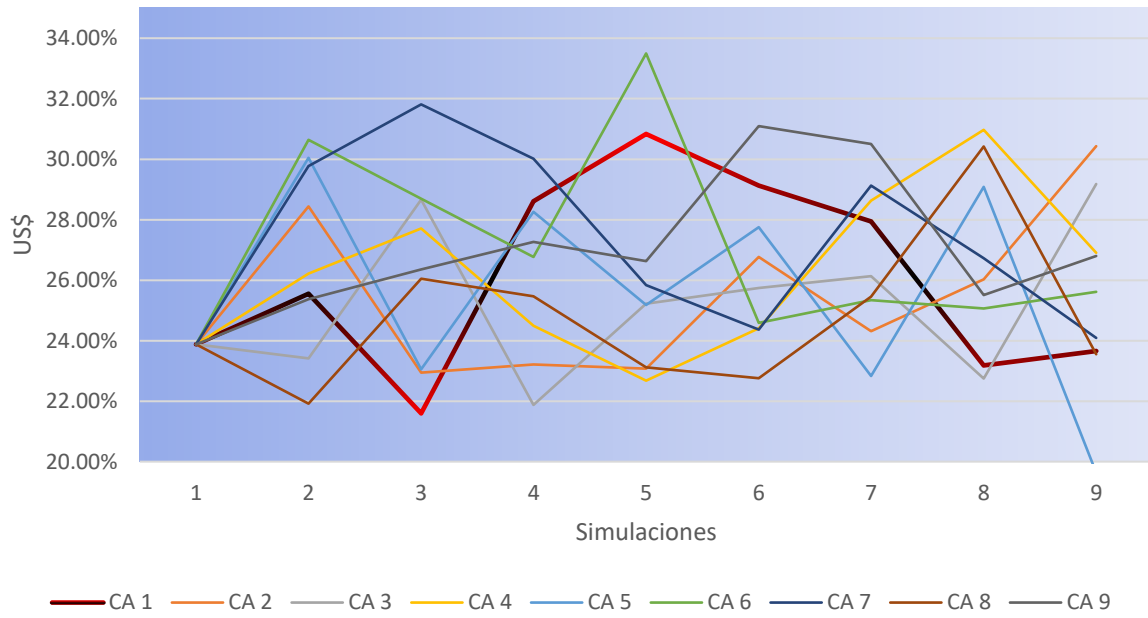
$H_1$  = La variable inversión simulada no proviene una distribución gaussiana.

Como  $0.00001 < 0.05$ , no se puede aceptar la hipótesis nula, la TIR no es gaussiano.

## Anexo 5: Caminatas aleatorias de las variables simuladas



Caminata aleatoria de la TIR (9 primeras iteraciones)



**Anexo 6: Análisis de sensibilidad del VAN y la TIR**  
VAN

*Precio de venta de la energía fotovoltaica (aumento del 20%)*

	\$42,530.07	\$ 101.90	\$ 122.28	\$ 142.66	\$ 163.04	\$ 183.42
Cantidad de paneles	373.00	\$ 42,530.07	\$ 69,369.61	\$ 96,209.16	\$ 123,048.71	\$ 149,888.26
	447.60	\$ 30,763.73	\$ 57,603.28	\$ 84,442.83	\$ 111,282.37	\$ 138,121.92
	522.20	\$ 18,997.39	\$ 45,836.94	\$ 72,676.49	\$ 99,516.04	\$ 126,355.59
	596.80	\$ 7,231.06	\$ 34,070.61	\$ 60,910.15	\$ 87,749.70	\$ 114,589.25
	671.40	-\$ 4,535.28	\$ 22,304.27	\$ 49,143.82	\$ 75,983.37	\$ 102,822.91

Fuente: elaboración propia.

*Precio de venta de la energía fotovoltaica (aumento del 20%)*

	\$42,530.07	\$ 101.90	\$ 122.28	\$ 142.66	\$ 163.04	\$ 183.42
Precio de los paneles US\$/Wp	\$0.24	\$ 42,530.07	\$ 69,369.61	\$ 96,209.16	\$ 123,048.71	\$ 149,888.26
	\$0.29	\$ 30,763.73	\$ 57,603.28	\$ 84,442.83	\$ 111,282.37	\$ 138,121.92
	\$0.34	\$ 2,524.52	\$ 29,364.07	\$ 56,203.62	\$ 83,043.17	\$ 109,882.72
	\$0.38	-\$ 56,777.81	-\$ 29,938.26	-\$ 3,098.72	\$ 23,740.83	\$ 50,580.38
	\$0.43	-\$ 183,289.46	-\$ 156,449.91	-\$ 129,610.36	-\$ 102,770.82	-\$ 75,931.27

Fuente: elaboración propia.

**TIR**

*Precio de venta de la energía fotovoltaica (aumento del 20%)*

	26.20%	\$ 101.90	\$ 122.28	\$ 142.66	\$ 163.04	\$ 183.42
Cantidades de paneles	373.00	0.26	0.37	0.47	0.57	0.67
	447.60	0.20	0.30	0.39	0.48	0.57
	522.20	0.14	0.24	0.32	0.41	0.49
	596.80	0.10	0.18	0.27	0.34	0.42
	671.40	0.06	0.14	0.22	0.29	0.36

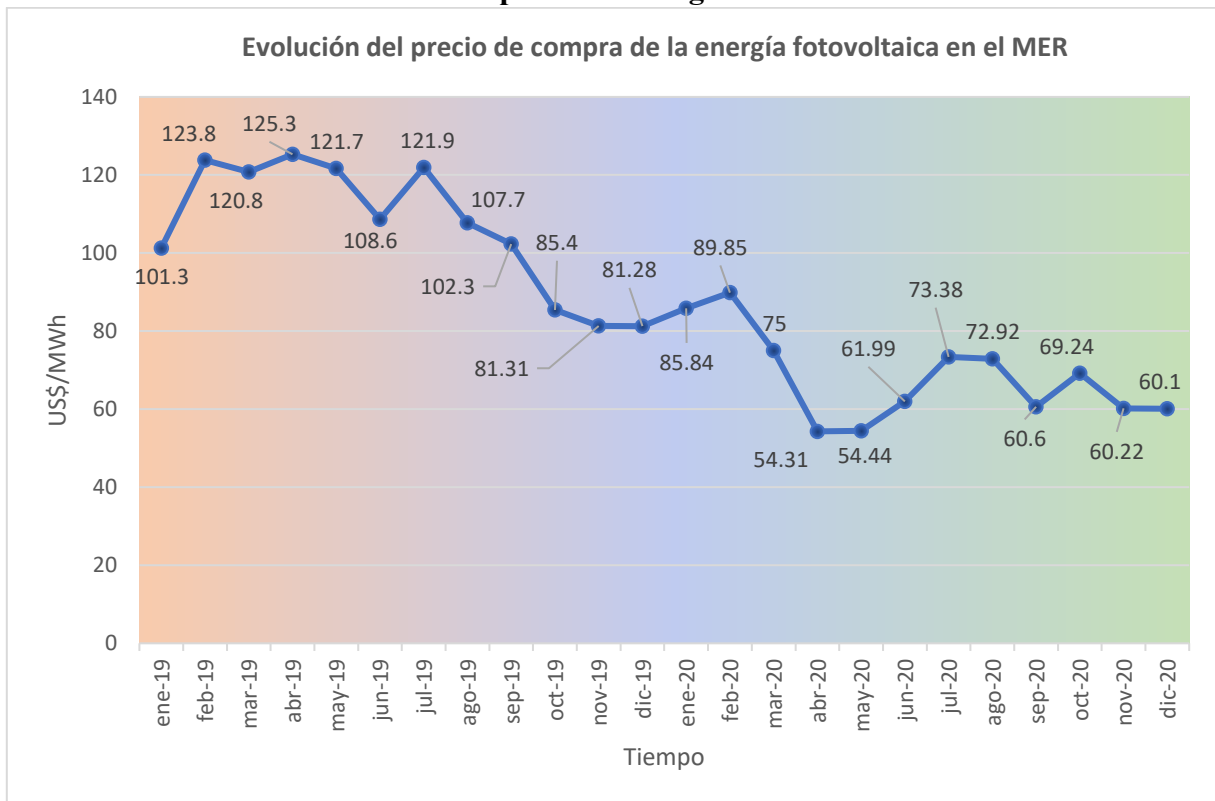
Fuente: elaboración propia.

*Precio de venta de la energía fotovoltaica (aumento del 20%)*

	26.20%	\$ 101.90	\$ 122.28	\$ 142.66	\$ 163.04	\$ 183.42
Precio de los paneles US\$/Wp	\$0.24	0.26	0.37	0.47	0.57	0.67
	\$0.29	0.20	0.30	0.39	0.48	0.57
	\$0.34	0.08	0.17	0.25	0.32	0.39
	\$0.38	-0.07	0.00	0.07	0.13	0.18
	\$0.43	-0.23	-0.17	-0.12	-0.08	-0.04

Fuente: elaboración propia.

## Anexo 7: Precio de compra de la energía fotovoltaica en el MER



**Fuente:** tomado de Mercado Eléctrico de El Salvador, SIGET, elaboración propia.

## Anexo 8: Solicitud para la Gerencia Financiera del ingenio.



Universidad de El Salvador  
Facultad Multidisciplinaria de Occidente  
Escuela de Posgrado

Santa Ana, 17 de junio del 2023

*Gerencia financiera  
Ingenio Azucarero La Magdalena  
Presente*

Reciba un cordial saludo además de éxito en sus labores diarias y en su vida.

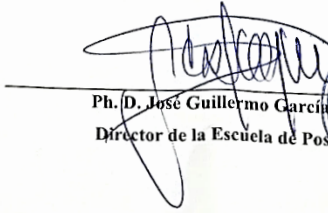
El infrascrito director de la Escuela de Posgrado por este medio hace constar:

Que el licenciado en Estadística Edwin Alexander Guzmán Martínez, carnet GM06008 y el ingeniero industrial Óscar Antonio Peñate Alvarado, carnet PA10014; son estudiantes egresados de la Maestría en Administración Financiera de esta institución y que, en este momento se encuentran realizando el trabajo de grado (tesis) con una investigación científica, requisito para optar al grado de Maestros en Administración Financiera de la Universidad de El Salvador.

Su investigación científica se denomina "Aplicación de Simulación Montecarlo en proyecto de inversión de paneles solares para mitigar el impacto de los precios de la energía eléctrica en la rentabilidad del ingenio azucarero La Magdalena, departamento de Santa Ana". Dada la naturaleza del estudio es necesario que los alumnos puedan contar con la información financiera de los últimos cinco años para realizar simulaciones de proyectos de inversión, también se necesita el mapa de infraestructura del ingenio.

Por lo anterior, se le solicita de la manera más atenta (para que los alumnos no encuentren inconvenientes en el desarrollo de su investigación), concédaseles una entrevista, proporcionar los estados financieros (estados de resultados) y los balances generales de los últimos cinco años; información descriptiva y financiera sobre la generación de energía renovable a través del tratamiento electrotérmico del bagazo de la caña de azúcar que recibe y procesa el ingenio. El objetivo de la investigación es evaluar financieramente la posibilidad de un proyecto de paneles solares en el ingenio azucarero La Magdalena, usando fundamento científico y software especializado.

Sin nada más que agregar y esperando la colaboración de la institución que usted coordina, me despido.

  
Ph. D. José Guillermo García Acosta  
Director de la Escuela de Posgrados



## Anexo 9: Solicitud a empresas de energías renovables.



Universidad de El Salvador  
Facultad Multidisciplinaria de Occidente  
Escuela de Posgrado

Santa Ana, 17 de junio del 2023

*Presente*

Reciba un cordial saludo además de éxito en sus labores diarias y en su vida.

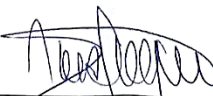
El infrascrito director de la Escuela de Posgrado por este medio hace constar:


Que el licenciado en Estadística Edwin Alexander Guzmán Martínez, carnet GM06008 y el ingeniero industrial Óscar Antonio Peñate Alvarado, carnet PA10014; son estudiantes egresados de la Maestría en Administración Financiera de esta institución y que, en este momento se encuentran realizando el trabajo de grado (tesis) con una investigación científica, requisito para optar al grado de Maestros en Administración Financiera de la Universidad de El Salvador.

Su investigación científica se denomina “Aplicación de Simulación Montecarlo en proyecto de inversión de paneles solares para mitigar el impacto de los precios de la energía eléctrica en la rentabilidad del ingenio azucarero La Magdalena, departamento de Santa Ana”. Dada la naturaleza del estudio es necesario que los alumnos puedan contar con la información relativa a energías renovables para realizar simulaciones de proyectos de inversión, también se necesita un ejemplo de la arquitectura de una red eléctrica industrial.

Por lo anterior, se le solicita de la manera más atenta (para que los alumnos no encuentren inconvenientes en el desarrollo de su investigación), concederle una entrevista y proporcionar lo anteriormente descrito. El objetivo de la investigación es evaluar financieramente la posibilidad de un proyecto de paneles solares en el ingenio azucarero “La Magdalena”, usando fundamento científico y software especializado.

Sin nada más que agregar y esperando la colaboración de la institución que usted coordina, me despido.

  
Ph. D. José Guillermo García Acosta  
Director de la Escuela de Posgrados



## Anexo 10: Dictamen aprobatorio de la directora de tesis

Santa Ana, 26 de octubre de 2023

Universidad de El Salvador  
Facultad Multidisciplinaria de Occidente  
Unidad de posgrado



Señores Junta directiva  
Presente.

Por esto medio tengo el agrado de dirigirme a ustedes, para someter consideración el informe final de tesis la cual se titula: "APLICACIÓN DE SIMULACIÓN MONTECARLO EN PROYECTO DE INVERSIÓN DE PANELES SOLARES PARA MITIGAR EL IMPACTO DE LOS PRECIOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA RENTABILIDAD DEL INGENIO AZUCARERO LA MAGDALENA, DEPARTAMENTO DE SANTA ANA". Presentada por Edwin Alexander Guzmán Martínez, egresado de la maestría en administración financiera.

Después de revisar el documento, considero que cumple los requisitos solicitados por la escuela de posgrados, por lo cual solicito de la manera más atenta, se proceda a realizar la revisión y evaluación respectiva.

¡Saludos cordiales!

Atentamente,

Msc. Lidia Margarita Calderon Fuentes  
Asesor de trabajo de graduación



**Anexo 11: Entrevista hacia las empresas renovables**  
**Universidad de El Salvador**  
**Facultad Multidisciplinaria de Occidente**  
**Escuela de Posgrado**

**Entrevista dirigida a empresas de energías renovables (solar) de Santa Ana**

**Tema de investigación:** Aplicación de simulación Montecarlo en proyecto de inversión de paneles solares para mitigar el impacto de los precios de la energía eléctrica en la rentabilidad del ingenio azucarero “La Magdalena”, departamento de Santa Ana.

**Objetivo de investigación:** Desarrollar un plan de inversión de paneles solares con el propósito de aumentar la rentabilidad del ingenio azucarero “La Magdalena” ubicado en la zona occidental de El Salvador.

**Objetivo de la entrevista:** obtener información importante y complementaria (dispositivos tecnológicos, instalación, mantenimiento) que fundamente la evaluación financiera.

Nombre de la empresa: *Green Power.*

Nombre del entrevistado: *Juan A. López Ramos.*

Profesión y cargo del entrevistado: *Ingeniero en Electricidad – Director de Operaciones.*

Lugar de entrevista: *Santa Ana, Santa Ana.*

Fecha de entrevista: *Jueves 17 de agosto del 2023.*

Saludo: tenga muy buenos días, agradecerle primeramente por permitir que esta entrevista se lleve a cabo, será de mucha utilidad para nuestra investigación científica.

1. ¿Cuál es la tecnología solar más demandada para producir energía eléctrica?

*Lo que pasa que ahorita los paneles solares son monocristalinos, digamos son basados en silicio. Hay policristalinos y monocristalinos, pero los policristalinos ya casi nadie los utiliza. Y ahora hay una transición de una tecnología que se llama perc tipo N, entonces el perc creo yo que le quedan dos años de vida, y los nuevos paneles van a ser de tipo N. Es la tecnología de la celda solar verdad. Para entender estas diferencias hay que ubicarse en el tiempo, digamos que los policristalinos fueron los primeros que aparecieron. Hay gente que tiene instalados proyectos de hace cuatro años, que todavía están funcionando porque la vida es veinticinco años; probablemente sean policristalinos verdad, si son viejos, pero como va evolucionando, entonces si ya son proyectos de dos años para acá (2023) seguramente son monocristalinos, ya más actuales, y los siguientes van a ser tipo N debido a la evolución. Esa tecnología ya está disponible en El Salvador. Lo que pasa que la introducción de la tecnología se basa en digamos, cuál es el más rentable en el momento del tiempo, porque ahorita digamos*

*los tipo N empiezan a ser rentables porque el precio va bajando, entonces ya, por ejemplo nosotros, los próximos periodos ya, digamos a partir de enero (2024) van a ser tipo N porque ya el precio es más manejable, más accesible.*

¿Cuál es la menos demandada?

*Los policristalinos, verá, si usted tiene uno por ahí tirado y lo pone a funcionar, le va a funcionar; pero ya está de salida (desfasado).*

2. ¿Cuáles redes eléctricas son más frecuentes, las domésticas o las industriales?

*Normalmente la industrial-comercial, del sector residencial es poco. Es muy caro para una casa. Para una empresa sí le conviene, usted no ve diez mil casas con paneles, pero sí ve un montón de empresas.*

3. ¿En qué consiste el estudio previo para estudiar la factibilidad (física y financiera) de un plan de inversión?

*Primero que tiene que saber la legislación verdad, porque en eso se basa el análisis. Baje del sitio web de la Superintendencia la ley, ley UPR se llama, se llama Usuario Productor de energía Renovable, eso quiere decir. Esa ley es la que rige, tendría que conocerla (en modo de sugerencia). Entonces aquí, es lo primero que hay que ver, entonces cuando uno conoce esto, después se va a ver cuál es la demanda máxima y cuál es el consumo máximo, esos son los parámetros básicos y después, techo disponible verdad. Porque pasan varias cosas, pueda ser que el consumo sea alto y no haya área disponible, o pasa también al revés, hay demasiado techo, pero no hay consumo, digamos eso les pasa por ejemplo a edificios altos, en edificios altos tienen mucho consumo, pero no tienen área para paneles. Y en las naves industriales pasa al revés, tienen demasiado techo, pero como casi no usan energía eléctrica, porque a veces no hay aire acondicionado, sólo unos cuantos focos, entonces el consumo es bien poco, entonces no se puede usar por la ley.*

*En el ingenio azucarero lo que va a pasar son dos cosas verdad, dos problemas, uno es la temporada, o sea el consumo es por temporada; y el otro es que trabajan veinticuatro horas. Entonces la energía solar, como el sol sólo está en el día, entonces el ahorro no es tan bueno porque toda la noche siguen demandando energía verdad, entonces eso no lo cubre el sol. Básicamente eso es lo que es necesario conocer, de ahí detallitos técnicos verdad, detalles de la instalación eléctrica, pero eso viene a ser mínimo, digamos para un análisis así de factibilidad.*

*Ahora, hay otro detalle que también vale la pena mencionar es que, la empresa distribuidora se está llenando de UPR, va a llegar el momento en que la distribuidora ya no le va a dar factibilidad debido a que va a haber demasiada energía y ellos no tienen tanta demanda, entonces van a empezar a rechazar; va haber un momento en que van a decir, mire ahí ya no se puede porque ya hay demasiada energía, eso ya es una realidad. Por ejemplo, en plantas solares esto ya es realidad, la distribuidora le dice, por ejemplo, si usted tiene un terreno que requiere planta solar, ellos lo que toman de referencia es la demanda del domingo en la tarde, es la demanda más baja que hay. Lo que pasa es esto mire, la energía es en tiempo real verdad, la*

*energía se produce, se gasta en un tiempo cero; usted no puede decir, mire la línea me va a guardar energía, no se puede. Entonces si usted, digamos un domingo en la tarde que todo el mundo está dormido, anda vagando, apaga todo verdad, entonces no puede inyectar más energía de la que se está consumiendo en ese momento, entonces dicen ellos, si ya me llenaron de energía solar un domingo en la tarde, para qué necesito más; no puedo, porque las plantas solares no se pueden apagar y encender verdad. Entonces ese es el parámetro, le dicen ya tengo demasiada energía y poca demanda.*

*No existen conflictos con las otras formas de producción de energía eléctrica porque todo está regulado. El mercado de energía es altísimamente regulado.*

4. ¿Cuáles son las etapas del proceso de instalación de una red eléctrica?

*Ajá, de una red solar, de una planta solar. Primero, la factibilidad con la distribuidora, ahí empieza. Entonces, debe ir a la distribuidora, en este caso CLESA verdad, y le plantea lo que usted quiere instalar, ellos le van a decir si es factible o no. Lo siguiente es, una vez que tenga la factibilidad, hay que hacer el análisis de la planta que va a montar, digamos, tamaño, la energía que va a generar, la potencia, analizar si los techos son viables, que soporten la carga de los paneles; la adaptación del techo es parte del costo (en caso de que no soporte la carga).*

*Hay unos paneles solares que están sobre barras, pero son para casas chiquitas verdad. Lo que pasa que hay que ver dos cosas, cuando estamos hablando de ... una cosa es UPR, el objetivo de esto es generar energía para consumirla (autoconsumo), o sea usted genera energía para consumirla dentro de las instalaciones verdad, no para venderla. Y lo una planta solar es diferente, ellos son generadores. Para el UPR en donde sale que sea rentable es que usted utilice la infraestructura que usted ya tiene, techos que usted ya tiene. Para minimizar costos. Si usted se pone a construir una cancha de fútbol y la va a llenar de estructura mecánica para poner los paneles, desperdicia el área, es un costo adicional. La gracia es usar los techos.*

5. ¿Cuáles son las etapas del proceso de mantenimiento de una red eléctrica?

*El mantenimiento es mínimo, más que todo, lavado de paneles verdad. Lavar panel cuando se ensucia, eso es casi todo, por el polvo, el hollín, también puede ser daños por vandalismo, o digamos algún accidente, piedras que caen, explosiones (poco, pero se da verdad). Pero todo se centra en mantenerlo limpio, lo que pasa es que pierde eficiencia si tiene una capa de tierra, genera menos electricidad. Pero aquí como el clima es seco y lluvia, en el invierno nadie los lava, la lluvia los lava, es en el verano nuestro allá por diciembre, enero, febrero, ... unas dos lavadas por temporada.*

6. ¿Qué diferencias y semejanzas existen entre las redes eléctricas domésticas e industriales?

*Es lo mismo sólo que más grande. O sea, el concepto es el mismo, verdad. Lo único que pues, en industrial ya se manejan corrientes trifásicas, en una casa todo el sistema es monofásico, pero en general, el concepto es el mismo.*

7. ¿Qué factores influyen directamente en el costo total de una inversión de paneles solares?

*Pues, por ejemplo, la adaptación de techo, si el techo necesita reforzamiento. Otra cosa es si considera baterías o no, normalmente nosotros no proporcionamos baterías porque se encarece el proyecto (y no se necesitan, verdad). El modelo que nosotros vendemos es sin batería. Y luego vienen las facturas externas, pero eso digamos como por ejemplo la pandemia verdad, que se puso caro por ausencia de materia prima, y más que todo el problema más caro fue el transporte, verdad, los fletes se fueron hasta las nubes.*

¿Cómo se calcula financieramente el costo total?

*Lo que pasa que, lo que usted tiene que evaluar para sacar la rentabilidad es el ahorro que se va a tener en la factura eléctrica, porque con eso se va a amortizar el crédito, digamos. O sea, la inversión inicial, usted la recupera con los ahorros en la factura eléctrica. Y la vida útil del sistema verdad, normalmente se venden para treinta años (es parte de la evaluación). Si usted tiene un análisis para treinta años, normalmente la inversión se recupera en cuatro años, cuatro años y medio. En el mejor de los casos puede ser tres años y medio, digamos en los casos óptimos, pero son bien poquitos, es decir, siempre el promedio es que anden entre cuatro punto dos, cuatro punto cinco, por ahí es el tiempo de recuperación de la inversión.*

8. ¿Cuáles son las diferentes políticas de pago que la empresa posee para realizar un plan de inversión (doméstico e industrial)?

*Nosotros no tenemos ninguna política de crédito. Lo único que hacemos es llevarle una solución financiera al cliente (empresa), pero que él la contrate en el sistema financiero, es decir nosotros le vendemos el sistema (cash) y ellos se encargan de, digamos de tramitar el crédito. Bandedal tiene una línea de eficiencia energética al 6.17%, un interés bajo para la inversión, sólo que eso aplica, como es un dinero que viene del BID, para PYMES, si ya es una empresa grande, no tiene cobertura. PYMES es hasta siete millones de dólares estadounidenses de facturación anual. Lo que nosotros hacemos es llevarle al financiero (agente bancario). Hay otros modelos que nosotros no lo utilizamos, hay uno que se llama PPA, consiste en firmar un contrato de venta de energía eléctrica. Ese modelo tendría que averiguarlo con alguien que dé ese modelo, nosotros no damos ese modelo. Ese es un contrato en el que el cliente no invierte, si no que sólo da permiso de que ponga los paneles, pero el que pone los paneles le vende la energía. Es otro modelo de negocios, nosotros no lo damos, pero sí existe.*

9. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de generar energía eléctrica a través de paneles solares?

*Sólo ventajas (Rie). Desventajas, este, la desventaja que tiene es que los sistemas solares dependen del sol, entonces independizarse de la distribuidora es bien difícil. Tracking es un sistema de seguimiento de sol, casi nadie lo usa en el país, pero si uno quiere ponerlo, lo pone, pero se eleva el costo de inversión. Es un sistema automático, un motor que va guiando los paneles de acuerdo con la inclinación del sol, un sistema automatizado que usa sensores y motores. Yo aquí sólo en una planta lo he visto, allá por Acajutla, de ahí nadie más. Dicen que aumenta la producción de energía como en un quince por ciento, o sea que, si uste tiene un sistema de tracking, tiene un quince por ciento de generación más en comparación de uno que no tenga. En sistema UPR nadie los solicita, lo que pasa que pueden fallar esos motores (requieren más mantenimiento).*

10. ¿Cuál es el escenario financiero futuro para un hogar o una empresa que ejecute un plan de inversión en este tipo de energía renovable?

*Lo que pasa es que, realmente lo que va a poder es bajar el costo operativo de la empresa porque muchas empresas la factura eléctrica las mata. Por ejemplo, yo he visto fábricas de hielo que pagan veinte mil dólares estadounidenses mensuales. Por eso es que, la gente los considera. Imagine que las empresas de hielo le pagan a ANDA como cincuenta dólares estadounidenses, el recurso es barato, pero para enfriar el agua y hacerla hielo les cuesta veinte mil dólares estadounidenses (risas), ahí está el costo operativo verdad. Aún el negocio es rentable, ahora imagínese usted la baja de veinte mil dólares estadounidenses a unos cinco mil dólares.*

11. ¿Qué diferencias significativas existen en el diseño de una red eléctrica de bajo, medio y alto consumo en MWh?

*Hablando en términos de potencia eléctrica, en MW casi no hay empresas, digamos que una empresa que le pide un MW, lo seguro que es enorme, es enorme. En El Salvador lo más común es, digamos como un promedio puede ser, empresas medianas andan consumiendo como unos doscientos kW de potencia, las medianas. No sé si usted logra diferenciar entre potencia y consumo de energía. La potencia se mide en kW y la energía en kWh. Entonces a las empresas les cobran las dos cosas, verdad, en la factura eléctrica llegan los dos cargos. Digamos una empresa mediana pueda gastarse unos veinte mil kWh al mes. Son dos conceptos muy diferentes, a la gente normal les cuesta conceptualizarlos.*

*Una cosa es la potencia, es instantánea, es la velocidad a la que se consume la energía. Yo siempre lo pongo como ejemplo, que la potencia es el tamaño del motor de su carro, y el consumo es cuánto tiempo lo anda circulando, es la gasolina. Eso cuesta entenderlo, el noventa y nueve de los ingenieros no lo entiende (risas), ahora imagínese a alguien que no es de ingeniería, para que no pase lo de un presidente que estaba midiendo la energía en kWacales (risas), el agua era en kW. Las diferencias más grandes son las cantidades en potencia y en consumo. Vaya le voy a poner un ejemplo, esta tienda por ejemplo (una cafetería de la zona metropolitana de Santa Ana), para mantenerla funcionando yo le aseguro que gasta como, esta debe gastar, lo que pasa que trabajan veinticuatro verdad, le aseguro que si vemos la factura de aquí, casi le puedo garantizar que debe consumir unos doscientos kWh al día para que tenga una idea, doscientos kWh en energía por día; pero en potencia pueda ser que sean unos veinticinco kW, por lo que se considera bajo consumo comparado en el mundo de las empresas, comparado con una casa es altísimo. Bueno para las empresas, eso es bajo, póngale tiendas, supermercados pequeños, incluso en las tarifas así está determinado: baja demanda es de cero a diez kW, media demanda es de diez a cincuenta kW y alta demanda de cincuenta kW, así se define a las empresas en la SIGET.*

12. ¿Cómo se establece numéricamente la relación entre  $m^2$ , MWh y número de paneles solares (área-consumo-paneles solares)?

*Lo que pasa que en tecnología solar se mide, no es por unidad, me refiero a la unidad panel. Usted me dice este panel vale cien pesos, doscientos pesos, si no lo que se evalúa es el watt pico*

*(Wp), la unidad de medida es el watt pico, entonces los precios de mercado cuando le ofrecen, cuando un fabricante le ofrece a usted digamos una cantidad  $x$ , se lo ofrecen en precio Watt pico. Es como un similar a cuando usted compra un terreno, usted dice cuánto vale la vara cuadrada, sí, es la unidad de medida de energía solar, entonces le van a dar un precio por watt pico; ahora, que cuántos paneles tiene que usar usted para hacer cierta cantidad de watt pico, ya dependerá de la característica particular de cada panel. Lo que le quiero decir es que no le venden, por ejemplo, ellos no le van a decir mire le vendo, le vengo a vender cien paneles, ellos le van a decir, mire yo le vendo, por ejemplo, trescientos kW en potencia; así es como se maneja el lenguaje en energía solar. Y la cantidad de paneles va a depender del panel que esté disponible en ese momento.*

*Vaya por decirle algo, le pongo un ejemplo va: si yo tengo, digamos, por eso necesito los datos de consumo verdad, si usted me dice, la demanda del ingenio fuera, por ejemplo, por decir algo, cuatrocientos kW como ejemplo verdad, entonces el dato para mí, el imput básico es la potencia demandada. ¿Qué hago yo? Yo digo bueno, para esa potencia, para cubrir esa potencia, yo necesito en celdas solares llamémosles así, por decir algo yo necesito, quinientos Watt pico, por decir algo. Es que hay una relación entre DC (corriente directa) y AC (corriente alterna). Esto es en AC corriente alterna (esquema de un circuito eléctrico doméstico). Los paneles no producen AC, si no que DC; entonces, yo digo, para cubrir esta demanda de AC yo necesito quinientos Watt pico, por decir algo, hay una relación. Entonces vengo yo y le digo, mire, si yo le pido a un fabricante quinientos Watt pico verdad, entonces me va a decir, te lo vendo, por ejemplo, a US\$0.25 el Watt pico, otro le podrá decir yo lo vendo a US\$0.30 el Watt pico, ese valor usted lo multiplica por lo que necesita, y ya tiene un precio de mercado. Entonces después qué va a hacer usted, vaya ahora veamos, este es el total verdad, ahora veamos qué panel va comprar, porque hay paneles de quinientos cincuenta Watts, de seiscientos Watts. Entonces usted dice, los quinientos kWatt pico que necesita, lo divide entre el panel que está disponible, por ejemplo, entre quinientos, el de ahorita, el que nosotros tenemos es de quinientos cincuenta Watts, ese es el más común en este momento, pero hay gente que anda vendiendo de seiscientos. Entonces usted divide la potencia total entre esto y le va a dar cuántos paneles necesita. Estos son kWatts y estos son Watts, entonces aquí estamos hablando de quinientos mil Watts. En otras palabras, usted va a necesitar quinientos kWatt pico de DC, luego eso lo divide entre la potencia en Watts del panel. Y ahí sale la cantidad de paneles que necesita. Por eso le digo, nunca le van a dar el precio de un panel individual, si no que del Watt pico. Los precios andan así verdad, por ejemplo, US\$0.30, US\$0.25 del Watt pico.*

*Otro aspecto para considerar es la irradiancia del sol, la radiancia del sol es, digamos se mide como la incidencia de un rayo del sol digamos en forma perpendicular a un panel, verdad. La irradiancia normalmente es mil Watts por metro cuadrado. Es la cantidad de energía que el sol produce, entonces es mil Watts por metro cuadrado, es un rayo perpendicular digamos. El problema cuál es, el sol como se mueve nunca está (casi nunca perpendicular) ... y también con la orientación que tienen los techos, no es que esté siempre perpendicular, tal vez en un minuto pueda que el sol esté así completamente perpendicular. Entonces lo que pasa es que si el sol incide en la mañana, o sea una gráfica típica de un sistema solar es como una campana, o sea en la mañana empieza aquí, cero, va subiendo, al medio día llega al punto más alto, entonces*

*la irradiancia de mil Watts por metro cuadrado se logra, por eso es que, de ahí nace el concepto de pico, que si un panel le da esa cantidad de potencia sólo si el sol lo tiene perpendicular y a mil Watt sobre metro cuadrado. Vaya cómo funciona, si usted dice, por ejemplo, el panel de quinientos cincuenta kW que estábamos hablando, en qué momento dará quinientos cincuenta Watt pico, cuando esté perpendicular al sol, por eso se llama pico, porque sólo es como un pico que se da, el panel siempre le va a producir menos que eso. Le va a producir quinientos cincuenta Watt pico sólo si tiene el sol perpendicular en él, entonces, qué significa, que usted tiene quinientos cincuenta Watt pico, que sé yo, a las doce del día tal vez verdad, pero a otra hora no lo tiene. Entonces lo que se hace es poner más paneles para captar más energía.*

*Esa es una relación fácil, es como que usted diga, para captar más agua lluvia, imagínese qué es lo que va a hacer usted, digamos en área, la captación de la lluvia dónde se da, quién va a captar más agua lluvia, lo mismo pasa en los paneles, más paneles va a captar más energía. Entonces, debido a eso es que usted dice mire, si usted quiere captar más energía, no más potencia, pone más paneles, más energía quiere decir más paneles. Hay una relación digamos, diez paneles le producen por decir algo, veinte kWh por día en el mismo sitio, si usted pone el doble, le va a producir más energía, digamos cuarenta kWh. La relación que se da es a mayores paneles, mayor energía, ya para los análisis se parte de ese valor que yo le digo de mil Watts por metro cuadrado.*

### 13. ¿Cómo se calcula la capacidad total de la red eléctrica a base de paneles solares?

*Lo que pasa es que, primero se necesita un software de predicción, de simulación y de predicción. El más famoso se llama PVsyst (diseño fotofoltaico). Si lo busca en internet, lo va a encontrar, es el más referente digamos, este es el que le hace la simulación, de ahí usted le mete los parámetros, el área que tiene, la ubicación de los techos, y donde está ubicado; no es lo mismo que esté aquí a que esté en Chile o en Rusia. Entonces le mete las coordenadas del sitio y el en base a unas bases de datos que hay mundiales, ya sabe cuánto sol pega en cada sitio del mundo. El PVsyst está conectado a varias bases de datos, de estaciones meteorológicas que están en diferentes partes del mundo, o sea que ya tiene todos los datos de cuánto sol pega por cada sitio. Él es el que le hace la corrida y le dice mire, el sistema que usted está poniendo le va a producir tanta energía, entonces usted, ya concluye, imagínese que usted dice que su factura eléctrica está consumiendo por decir algo, por decir un número, cien kWh digamos, al mes, para sacar por día tendría que dividirlo entre treinta digamos, entonces pueda ser que en el día..., por ejemplo mi casa, en mi casa yo estoy consumiendo quince kWh por día, entonces mi sistema que yo ponga debe producir esa cantidad de energía diaria para que me cubra el consumo que yo estoy teniendo. El problema cuál es, que es un promedio, porque hay días que yo no gasto eso, si un domingo salgo de casa, gasto un kWh.*

*Como no uso mucha energía ese domingo, la energía se va a CLESA, se la vendo a CLESA. Si yo no estoy, por eso es que le digo que ya no le da factibilidad porque en los domingos toda la gente que esté produciendo energía, los sistemas están ahí produciendo energía y le están inyectando a CLESA. Así son los sistemas solares, eso es ya por diseño. Por eso es que se tiene que ir a CLESA a pedir la factibilidad, por eso le decía que se empieza con la factibilidad de CLESA, ellos le dicen si se lo aceptan o no. El sistema solar sólo se agrega a su instalación, su*

*instalación eléctrica ya la tiene verdad, lo que se hace es meterle otra fuente de voltaje nada más. Hay que entenderlo así, una cosa es el alambrado, eso, olvídelo, voltaje y corriente es lo que está ahí. Ahora olvídense de lo que está conectado, ahora piense en el flujo de energía. La energía son flujos, de dónde viene y hacia dónde va. Entonces usted dice bueno, si usted tiene, ahora tiene dos fuentes de energía CLESA y sus paneles solares y tiene un resumidero donde se la consume, las luces, la refrigeradora, ...; entonces el sistema qué es lo que va a hacer, él dice: si yo tengo mi resumidero y ahorita demanda esto y el sistema solar es capaz de dárselo, lo hala de ahí y de CLESA no le va a halar, esta es vendida y esta es gratis verdad (la solar). Si su resumidero ya no necesita, usted lo cerró verdad, la fuente está ahí, ahora la energía para dónde va a agarrar si usted ya apagó todo, agarró para CLESA verdad. Es por eso que CLESA le da una factibilidad, le dice, yo le puedo aceptar esa energía, por eso le decía yo, que los domingos en la tarde es la referencia de ellos, porque ellos están recibiendo energía de todos los paneles que tengan la gente. Y si una energía es más grande que la demanda, qué se va a hacer esa energía, ellos tienen que venderla a los usuarios finales. Arriba (generadores) ya no va a haber nadie que quiera. CLESA paga al productor de energía, esa energía es comprada, por eso es que necesita la factibilidad con CLESA.*

*La factibilidad es como un contrato, pasa de ser un usuario normal, ellos le cambian el contrato, el contrato se lo cambian y el contrato lo habilita a pagarle la energía esa. Por eso es que necesita la factibilidad, si no para qué pues, no hay ningún tipo de interés. Ahora bien, hay otro escenario en donde usted no inyecta los excedentes. Si usted le dice al inversor que sólo le llene lo que usted ocupa, eso también existe, yo por ejemplo en mi casa así lo tengo, que no he hecho el trámite con CLESA. Entonces ahí el inversor qué es lo que hace, él solo se va regulando, como si tuviera un volumen, pero es automático. El inversor solar es el aparato, la parte electrónica del sistema. Entonces él dice, ahorita apenas, apenas se está consumiendo doscientos kW, entonces él le dice, ¡hey bajá!, él solito se baja, entonces no inyecta nunca a CLESA, en ese caso ni siquiera necesita ir a CLESA. Por qué, porque usted no tiene ninguna interacción con ella. Todas las instalaciones pueden ser así, usted puede tener una fábrica y decir mire yo no me quiero meter con CLESA, todo lo que produzca mis paneles solares me la voy a consumir yo, y si hay excedente, simplemente que se desperdicie, ahí no se optimiza el recurso y no tiene que ver con CLESA. Y usted ahí ya no tiene la limitante de la UPR, usted puede poner lo que quiera, como no se mete con CLESA, pero a la mayoría de las empresas les conviene ese contrato. Lo que pasa que la energía en ese modelo, a los que les conviene, yo tengo clientes que trabajan de ocho a cinco, entonces dicen ello, qué voy a perder si después de las cinco el sol ya se apagó (risas), pero ya me fui, está produciendo poquito, ya no es la gran cantidad, entonces digo, lo que voy a perder es una babosadita. Mañana que venga yo enciendo mis cosas, y el sol ya está ahí me las llena, entonces ya no le vendo nada a CLESA no quiero saber nada de trámites, pero sólo les conviene a esos que trabajan de ocho a cinco, pero en el caso de su casa, que uno empieza a encender luces, televisor, ... en la noche, no le conviene, por qué, porque esa energía se la va a tener que ir comprando a CLESA; le estoy hablando de los que apagan todo en las tardes. Yo tengo un cliente en Metapán (Santa Ana) que apaga todos los sistemas, ellos cierran a las cinco, lo que queda encendida es una lamparita y creo que una computadora. Apaga sus cosas, la red se mantiene intacta. El sistema solar es transparente, la*

*gente ni se acuerda que tiene el sistema solar, sólo se acuerda cuando mira la factura, de eso usted se olvida.*

*Haga la similitud con agua, es tan sencillo, usted tiene ANDA y tiene una cisterna que capta lluvias, usted dice, las tengo a las dos porque en algún lado se unen, en alguna válvula. La válvula dice, si la cisterna tiene agua, para qué le va a comprar a ANDA. En el caso del circuito eléctrico, el inversor hace la regulación. El inversor es un aparato que hace la conversión de energía de DC a AC y hace todo el control.*

*En electricidad hay una cosa, le voy a manchar acá, en electricidad hay dos leyes básicas, una que se llama leyes de Kirchhoff, funcionan así: las leyes de Kirchhoff son dos, dice, la sumatoria de voltajes en tramo cerrado es igual a cero, esto es un circuito cerrado; y sumatoria de corrientes es igual a cero en un nodo, entonces, fijese bien, voltaje no es lo mismo que corriente. Voltaje, digamos, recuérdese que en variables físicas todas son similares, digamos. Si lo hacemos, para que entienda usted, voltaje es similar a presión en fluidos, y corriente es similar a flujo, entonces, si usted conecta varias cosas en un punto verdad, imagine que usted ató con una tenaza varios alambres, las corrientes que entran a este nodo, es lo que dice la ley de Kirchhoff,  $I_1, I_2, I_3, \dots$  y todas están conectadas ahí, entonces la sumatoria de las  $I$  es cero, por qué, porque aquí no hay producción, o sea, la corriente ni se crea ni se destruye verdad, si una es la fuente, entonces las otras tiene que ser la suma de estas.*

*Entonces en un sistema solar qué es lo que se tiene, se tiene su tablero verdad, aquí tiene CLESA, aquí está el medidor, aquí mete usted su sistema, su inversor, y este es el que está conectado a los paneles y aquí está su carga, entonces, aquí es como que la carga va para acá, porque la carga siempre demanda, ahora la pregunta es aquí, si esta  $I$  es igual a la de los paneles solares, esta va a ser cero en este momento, si estas son iguales; la corriente viene de aquí, aquí es cero, esto es un resumidero, este es el inversor, y este es el tablero eléctrico (la caja térmica). Esto es similar a este punto, ahí es donde convergen todos, entonces dice usted bueno aquí verdad, ahora el único detalle es que el inversor no deja que vaya para allá, o sea que aquí digamos, esta corriente siempre va a ser en este sentido positivo para acá, y esta siempre viene para acá, digamos que esta puede ser para allá o para acá, digamos puede ser positiva o negativa porque tiene un sentido, qué es lo que dice, si son iguales, que pasa, esta con esta, esto va a hacer cero. Ahora, qué es lo que pasa, esta siempre hala, este no, porque en la noche se hace cero, como no hay sol, no hay, entonces toda la energía viene de aquí (de CLESA), si usted pone en cero y aquí hay, va a agarrar para acá, es la que le vende usted a CLESA, es el excedente, porque usted no está consumiendo (risas).*

14. ¿Cómo se establece numéricamente el ciclo (origen y fin) de una inversión de paneles solares en la generación de energía eléctrica?

*Esto es así mire, digamos que usted tiene, financieramente, usted va a hacer así mire, haga un flujo, un flujo que lo va a proyectar, nosotros lo proyectamos para veinticinco años, digamos ahora los tipo  $n$ , todos los proveedores dicen, esto no es veinticinco, es treinta, tiene más todavía. Aquí lo que va a tener es un flujo negativo por la inversión verdad, pero viene usted, y empieza a tener ahorros digamos; su pago, si usted no hace nada esta por aquí digamos, esta es la factura de CLESA, entonces en este momento usted está pagando esto, pero ya en el*

*siguiente mes usted pagó esto, entonces esto que usted ahorró aquí se le viene aquí, ya en este mes se le viene achiquitando aquí, por qué, porque todo esto le está amortizando, hasta que llega aquí a un punto donde se hace cero, esto es lo que más o menos se da entre cuatro punto cuatro años, más o menos. Hasta en este momento usted qué hizo, simplemente recuperar lo que invirtió, con los ahorros digamos, este sería el ahorro, o sea que ese ahorro amortiza la inversión; y de aquí para allá empieza usted digamos, a obtener beneficios y esto lo proyecta para treinta años, digámoslo así, por que el análisis financiero tiene que hacerlo, yo le aconsejaría que lo hiciera para treinta años, eso tomando en cuenta la vida útil del equipo. Así es como se hace el análisis financiero de la inversión.*

*Lo único que, lo que pasa que usted es ingeniero verdad, no es contador y los contadores le saben hacer bien este detalle porque ellos le quitan impuestos, le quitan depreciación, un montón de cosas, aplican el escudo fiscal. Nuevamente uno de ingeniería, bueno si es industrial creo que sí lo ven, pero todas las otras ingenierías en ese análisis siempre anda flaqueando uno verdad; aquí lo mejor es poner a un contador para que le haga este análisis, tiene que ser alguien que sepa de finanzas. Aquí le va a salir el TIR y el VAN, o sea digamos el retorno de la inversión verdad, de aquí es donde usted va a sacar si el proyecto es factible o no. Normalmente el TIR que nosotros le garantizamos siempre anda en veinte, treinta por ciento, verdad. Usted ya ahí dice, a bueno, entonces es rentable.*

*Ahora, esto es así, tiene que empezar a hacer números, y van a salir un montón de preguntas, pregúnteme lo que usted quiera en el proceso pues, yo le estoy dando las generales ahorita. Mi consejo es vayan a La Magdalena, pero al ingenio, si no que vayan a las oficinas, no sé, como ese mercado ha cambiado, no sé de quién es La Magdalena, como está esa cuestión de la asociación azucarera, no sé cómo se llama. CASSA es de las más grandes, y yo sé que tiene, no sé si La Cabaña, Izalco, Jiboa, es que también ya no quedan muchos ingenios, verdad; sólo están El Chaparrastique, Jiboa, ... no quedan mucho, entonces, creo que son dos empresas las que abarcan los ingenios. Investigue quién es el dueño de La Magdalena y visítelos y presentar la investigación como una tesis científica y también como una oferta comercial real, así les daremos una oferta real en Green Power, y ahí serán números reales en el análisis, la predicción de los ahorros, el diagrama eléctrico, se hace la predicción en PVSyst de cuánto generaría el sistema. Hay mucho más que hablar, pero ya nos llevamos toda la tarde (risas). ¿Le ha quedado hasta ahorita alguna interrogante? ¿Todo claro?*



**Anexo 12: Entrevista hacia la Gerencia del ingenio.**  
**Universidad de El Salvador**  
**Facultad Multidisciplinaria de Occidente**  
**Escuela de Posgrado**

**Entrevista dirigida a la Gerencia Financiera del ingenio azucarero “La Magdalena”**

**Tema de investigación:** Aplicación de simulación Montecarlo en proyecto de inversión de paneles solares para mitigar el impacto de los precios de la energía eléctrica en la rentabilidad del ingenio azucarero “La Magdalena”, departamento de Santa Ana.

**Objetivo de investigación:** Desarrollar un plan de inversión de paneles solares con el propósito de aumentar la rentabilidad del ingenio azucarero “La Magdalena” ubicado en la zona occidental de El Salvador.

**Objetivo de la entrevista:** obtener información importante y complementaria (datos financieros del último quinquenio y mapa de infraestructura actual del ingenio) para procesar, analizar y generar conocimiento significativo a partir de la información.

Nombre de la empresa: *Ingenio La Magdalena S. A. de C. V.*

Nombre del entrevistado: *Eli Sequeira.*

Profesión y cargo del entrevistado: *Ingeniero Industrial – Gerente administrativo.*

Lugar de entrevista: *Oficinas de Merliot, Santa Tecla, La Libertad.*

Fecha de entrevista: *Martes 12 de septiembre del 2023.*

Saludo: tenga muy buenos días, agradecerle primeramente por permitir que esta entrevista se lleve a cabo, será de mucha utilidad para nuestra investigación científica.

1. ¿Cuál es el suministro de energía eléctrica del ingenio “La Magdalena”?

*Compramos a AES CLESA.*

2. ¿Conoce la tecnología de paneles solares utilizados para producir energía renovable? ¿Cuáles conoce?

*Sí la conozco, tenemos instalados paneles solares en la empacadora dentro del Ingenio.*

3. ¿Conoce otros dispositivos tecnológicos o procesos industriales para la producción de energía eléctrica? ¿Cuáles conoce?

*Producción con biomasa, eólica y la fotovoltaica.*

4. ¿Se ha implementado un proyecto de producción de energía renovable? ¿O existe un plan de inversión a futuro?

*Actualmente generamos con biomasa en la época de zafra y en un futuro se planea la inversión de paneles solares sobre las bodegas para la época de mantenimiento.*

5. ¿De qué manera impacta el costo de la energía eléctrica en la rentabilidad del ingenio?

*Es un rubro bastante alto que se sufre durante el mantenimiento ya que va directo al costo de producción de azúcar.*

6. ¿Qué porcentaje de la rentabilidad del ingenio representa el costo de la energía eléctrica?

*Si no se tuviera generación podría andar por un 2%.*

7. ¿Qué porcentaje de los costos representa la factura eléctrica total?

*Durante el mantenimiento es un 5%, durante la zafra es casi 0%.*

8. ¿Cuánto es el consumo de energía eléctrica medida en MWh al mes?

*En época de mantenimiento son unos 57,000 KWH mensuales y en época de zafra podrían ser unos 200 MWH mensuales.*

9. ¿Cuál es el área industrial del ingenio que consume más energía eléctrica?

*Fabrica.*

10. ¿De qué manera se mitiga el impacto de los costos de la energía eléctrica en el ingenio?

*Generando durante la zafra con Biomasa.*

11. ¿Conoce las ventajas y desventajas del uso de energías renovables? ¿Cuáles conoce?

*Sí, la Biomasa que sólo podemos generar en zafra, la fotovoltaica que solamente se genera durante el día y la eólica que depende de la cantidad de viento.*

12. ¿Con qué proyectos amigables con el medio ambiente cuenta el ingenio? ¿Actualmente, se implementa un proyecto de energía renovable?

*Como mencione Biomasa y paneles solares en la empacadora.*

13. ¿Cuál sería el impacto y el beneficio en el ingenio al implementar un plan de inversión de paneles solares para generar energía eléctrica?

*Reducción en costos para la época de mantenimiento.*

14. ¿Conoce cómo se evalúa financieramente un proyecto de inversión?

*Sí, se evalúa si la inversión puede generar el retorno suficiente para pagarse sola.*

15. ¿Conoce las técnicas financieras de la simulación Montecarlo, el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR)?

*Sí, nuestro departamento contable las utiliza para evaluar los proyectos.*

16. ¿Qué proyectos para optimizar la rentabilidad tiene el ingenio?

*Construcción de nueva bodega para proyecto de empaque en tamaño Jumbo.*

17. ¿Existe una política que analice, administre y controle los costos de la energía eléctrica en el ingenio?

*Todos los procesos del ingenio llevan su análisis de costos, esto incluye la energía.*

18. ¿El ingenio cuenta con una oficina central (área o departamento) para la evaluación de proyectos de inversión?

*Sí, el departamento Contable.*

19. ¿Cuál es el proceso para aprobar o denegar un plan de inversión?

*Se evalúa el retorno de la inversión y se autoriza o deniega en junta directiva.*

## Anexo 13: Balance General 2022-2021 del ingenio.

Ingenio La Magdalena, S.A. de C.V. (nota 1)  
Balance General al 31 de diciembre de 2022 y 2021  
Presentados en dólares de los Estados Unidos de América



<u>Activo</u>	<u>Nota</u>	<u>2022</u>	<u>2021</u>
<b>Activo corriente:</b>			
Efectivo y equivalentes de efectivo	6	US\$ 113,726	US\$ 159,379
Cuentas por cobrar comerciales - neto	7	732,566	4,323,804
Cuentas por cobrar a partes relacionadas	8	1,233	95,633
Otras cuentas por cobrar	9	1,364,232	1,825,542
Inventarios	10	6,947,277	4,042,151
Mantenimiento por liquidar	11	2,852,037	2,461,754
Total del activo corriente		12,011,071	12,908,263
<b>Activo no corriente:</b>			
Otros activos	12	445,579	269,709
Propiedad, planta y equipo - neto	13	22,924,632	21,917,001
Activos por derecho en uso	14	1,235,121	1,113,221
Activos intangibles - neto	15	2,676	4,491
Inversiones permanentes	16	138,249	138,249
Activo por impuesto diferido	21	-	77,279
Depósitos en garantía a largo plazo		-	6,542
Total del activo		36,757,328	36,434,755
<b><u>Pasivo y Patrimonio</u></b>			
<b>Pasivo corriente:</b>			
Proveedores, acreedores y cuentas y gastos por pagar	17	2,093,548	1,532,824
Cuentas por pagar a compañías relacionadas	8	223,555	-
Pasivo por arrendamiento de uso a corto plazo	14	439,025	348,948
Préstamos bancarios a corto plazo	18	6,511,377	9,347,227
Impuestos por pagar	19	272,860	292,150
Porción corriente de préstamos bancarios a largo plazo	20	953,312	705,776
Dividendos por pagar		78,818	75,265
Total del pasivo corriente		10,572,495	12,302,190
<b>Pasivo no corriente:</b>			
Pasivo por arrendamiento de uso a largo plazo	14	796,097	764,273
Préstamos bancarios a largo plazo	20	4,494,544	3,973,015
Pasivo por impuesto sobre la renta diferido	21	3,055,321	2,702,507
Total del pasivo		18,918,457	19,741,985
<b>Patrimonio</b>			
Capital social	22	10,300,460	10,300,460
Reserva legal		2,096,948	2,096,948
Resultados acumulados		5,423,535	4,277,434
Efecto por adopción a NIIF completas		(3,101,027)	(3,101,027)
Superávit por revaluación		3,118,955	3,118,955
Total del patrimonio		17,838,871	16,692,770
Total del pasivo y patrimonio		US\$ 36,757,328	US\$ 36,434,755

Las notas a los estados financieros son parte integrante de éstos.



## Anexo 14: Estado de Resultados 2022-2021 del ingenio.

Ingenio La Magdalena, S.A. de C.V. (nota 1)

Estado de Resultados para los años terminados el 31 de diciembre de 2022 y 2021

Presentados en dólares de los Estados Unidos de América



	<u>Nota</u>	<u>2022</u>	<u>2021</u>
<b>Ingresos</b>			
Venta de productos industriales	23	US\$ 26,004,562	US\$ 27,562,378
Otros ingresos	23	2,719,610	2,380,899
Rebajas y devoluciones sobre ventas		<u>(906,303)</u>	<u>(904,375)</u>
<b>Total ingresos</b>		<b>27,817,869</b>	<b>29,038,902</b>
<b>Menos:</b>			
Costo de ventas	24	<u>20,472,156</u>	<u>23,793,989</u>
<b>Utilidad bruta</b>		<b>7,345,713</b>	<b>5,244,913</b>
<b>Menos:</b>			
Gastos de venta	25	369,947	413,485
Gastos de administración	26	822,762	781,035
Gastos de exportación	27	<u>1,317,169</u>	<u>1,133,670</u>
<b>Utilidad de operación</b>		<b>4,835,835</b>	<b>2,916,723</b>
<b>Menos:</b>			
Gastos financieros	28	1,188,029	1,088,924
Otros gastos		<u>222,510</u>	<u>76,969</u>
<b>Utilidad antes de impuesto</b>		<b>3,425,296</b>	<b>1,750,830</b>
<b>Menos:</b>			
Impuesto sobre la renta corriente	29	629,127	110,736
Impuesto sobre la renta diferido	21	<u>430,093</u>	<u>420,119</u>
<b>Utilidad neta del ejercicio</b>		<b>US\$ <u>2,366,076</u></b>	<b>US\$ <u>1,219,975</u></b>

Las notas a los estados financieros son parte integrante de éstos.

## Anexo 15: Flujos de efectivos 2022-2021 del ingenio.

Ingenio La Magdalena, S.A. de C.V. (nota 1)

Estado de Flujos de Efectivo para los años terminados el 31 de diciembre de 2022 y 2021

Presentados en dólares de los Estados Unidos de América (nota 2)



	<u>Nota</u>	<u>2022</u>	<u>2021</u>
Flujos de efectivo provenientes de actividades de operación:			
Utilidad neta del ejercicio		US\$ 2,366,076	US\$ 1,219,975
Conciliación entre la utilidad neta del ejercicio y el efectivo neto provisto por actividades de operación:			
Amortización de activos intangibles	15	1,815	4,928
Depreciación	13	528,913	558,921
Agotamiento en plantas productoras	13	5,835	52,874
Gasto por impuesto sobre la renta corriente	29	629,127	110,736
Impuesto sobre la renta diferido	21	430,093	420,119
Sub total		<u>3,961,859</u>	<u>2,367,553</u>
Cambios netos en activos y pasivos:			
Disminución (aumento) en cuentas por cobrar comerciales		3,591,238	(4,083,979)
Aumento en activo por derecho en uso		(121,900)	(457,893)
Disminución (aumento) en cuentas por cobrar partes relacionadas		94,400	(11,510)
Aumento en otras cuentas por cobrar		(88,639)	(208,164)
(Aumento) disminución en inventarios		(2,905,126)	178,422
Aumento en otros activos		(175,870)	(14,139)
(Aumento) disminución en mantenimiento por liquidar		(390,283)	1,057,710
Aumento en proveedores		560,724	290,788
Aumento (disminución) en cuentas por pagar a compañías relacionadas		223,555	(17,079)
Aumento pasivo por derecho en uso		121,901	457,893
(Disminución) aumento en impuesto por pagar		(98,468)	167,470
Aumento en dividendos por pagar		3,553	27,125
Aumento en depósitos en garantía a largo plazo		6,542	5,143
Flujo de efectivo neto antes de intereses e impuestos		<u>4,783,486</u>	<u>(240,660)</u>
Impuestos pagados	29	-	(171,687)
Efectivo neto provisto por (usado en) actividades de operación		<u>4,783,486</u>	<u>(412,347)</u>
Flujos de efectivo en actividades de inversión:			
Adquisición en propiedad, planta y equipo - neto	13	(1,257,348)	(3,010,664)
Adiciones en plantas productoras	13	(196,219)	(262,981)
(Aumento) disminución de construcciones en proceso	13	(88,812)	2,732,820
Adquisición de inversiones		-	(2,000)
Efectivo neto usado en actividades de inversión		<u>(1,542,379)</u>	<u>(542,825)</u>
Flujos de efectivo en actividades de financiamiento:			
Obtención de préstamos a corto plazo		33,252,835	32,501,776
Obtención de préstamos a largo plazo		1,474,841	3,791,904
Pago de préstamos a corto plazo		(36,088,685)	(30,356,279)
Pago de préstamos a largo plazo		(705,776)	(259,736)
Distribución de dividendos	22	(1,219,975)	(897,917)
Disminución de capital social		-	(3,792,000)
Efectivo neto (usado en) provisto por actividades de financiamiento		<u>(3,286,760)</u>	<u>987,748</u>
(Disminución) aumento neto en el efectivo		(45,653)	32,576
Efectivo al inicio del año		159,379	126,803
<b>Efectivo al final del período</b>		<b>US\$ <u>113,726</u></b>	<b>US\$ <u>159,379</u></b>

Las notas a los estados financieros son parte integrante de éstos.



**Ingenio La Magdalena, S.A. de C.V. (nota 1)**  
Estado de Cambios en el Patrimonio para los años terminados el 31 de diciembre de 2022 y 2021  
Presentados en dólares de los Estados Unidos de América (nota 2)

	Nota	Capital social	Reserva legal	Superávit por revaluación			Efecto adopción NIIF completas	Resultados acumulados	Total patrimonio
				Terrenos	Edificaciones y otros	US\$			
<b>Saldo al 01 de enero de 2021</b>		<b>US\$ 14,092,460</b>	<b>US\$ 2,096,948</b>	<b>US\$ 1,000,726</b>	<b>US\$ 2,238,868</b>	<b>US\$ (3,101,027)</b>	<b>US\$ 3,834,737</b>	<b>US\$ 20,162,712</b>	
Distribución de utilidades	22	-	-	-	-	-	(897,917)	(897,917)	
Disminución de capital variable	22	(3,792,000)	-	-	-	-	-	(3,792,000)	
Superávit realizado		-	-	-	(120,639)	-	120,639	-	
Utilidad del ejercicio		-	-	-	-	-	1,219,975	1,219,975	
<b>Saldo al 31 de diciembre de 2021</b>		<b>10,300,460</b>	<b>2,096,948</b>	<b>1,000,726</b>	<b>2,118,229</b>	<b>(3,101,027)</b>	<b>4,277,434</b>	<b>16,692,770</b>	
Distribución de utilidades	22	-	-	-	-	-	(1,219,975)	(1,219,975)	
Utilidad del ejercicio		-	-	-	-	-	2,366,076	2,366,076	
<b>Saldo al 31 de diciembre de 2022</b>		<b>US\$ 10,300,460</b>	<b>US\$ 2,096,948</b>	<b>US\$ 1,000,726</b>	<b>US\$ 2,118,229</b>	<b>US\$ (3,101,027)</b>	<b>US\$ 5,423,535</b>	<b>US\$ 17,838,871</b>	

Las notas a los estados financieros son parte integrante de éstos.

# Anexo 16: Factura eléctrica del ingenio para septiembre del 2023

CLIENTE DIRECCION DE SUMINISTRO DIRECCION DE COBRO	INGENIO LA MAGDALENA HDA LA MAGDALENA CHALCHUAPA	OFICINA COMERCIAL TARIFA SEC. RUTA MEDIDOR FECHA DE ENVIO	SANTA ANA GD2 - MT con Med. Hor. 5113-31-7-5 09634499 02/09/2023	
<b>NIC 1202677</b> No. IDENTIFICACION DE CONTRATO Indique este número cuando se comunique con nosotros		FACTURAS PENDIENTES DE PAGO 0 CCF		

PERIODO FACTURADO DESDE 02/08/2023 HASTA 01/09/2023 DIAS FACTURADO 30 MES FACTURADO 09/2023 FECHA EMISION 01/09/2023	<b>RESUMEN DE PAGO</b> TOTAL CLESA \$11,321.35 TOTAL OTROS SERVICIOS \$0.00 TOTAL ALCALDIA \$0.00	AES CLESA Y CIA S EN C DE C.V. REGISTRO No. 2023-0- NIT 0210-10792-0015 23 Av. Sur y Sa. Calle Ote., Barrio San Rafael, Santa Ana GIRO Distribución de Energía Eléctrica Categoría: Gran Contribuyente Factura Electrónica Móvil
CONSUMO KWH 55,435.50	TOTAL A PAGAR \$ 11,321.35	FECHA DE VENCIMIENTO 13/09/2023

TARIFA APLICADA	LECTURA	MEDIDOR INSTALADO	MEDIDOR LEVANTADO	HISTORIAL DE CONSUMO EN KWH DE LOS ÚLTIMOS 6 MESES
INICIO 02/08/2023 02/08/2023 02/08/2023 02/08/2023 FINAL 01/09/2023 01/09/2023 01/09/2023 01/09/2023	TIPOS HORA PUNTA (18:00-22:59H) HORA VALLE (23:00-04:59H) HORA RESTO (05:00-17:59H) DEMANDA FACTOR DE POTENCIA	LECTURAS ACTUAL ANTERIOR CONSUMO 154.50 141.60 8191.50 168.90 153.50 9779.90 492.70 433.70 37465.60 0.26 0.31 165.10 100.00 99.90 100.00	LECTURAS ACTUAL ANTERIOR CONSUMO 165.10 165.10	83142 69285 55428 41571 27714 13857
<b>DATOS DEL SUMINISTRO</b> CALCULO DE CONSUMO MEDIDOR MULT. TPO. MED% PER TRANSF. ENERGIA PUNTO HT 096344998 655.00 KWH 0.00 Potencia Demandada 400.00 ENERGIA VALLE HT 096344998 655.00 KWH 0.00 Demanda facturada 165.10 ENERGIA PUNTO HT 096344998 655.00 KWH 0.00 Capacidad leída 165.10 DEM. MOD. HT		<b>CAPACIDAD DEL SUMINISTRO</b> 400.00 165.10 165.10		
CONSUMO \$3,146.90 36,576.00 41,211.50 52,006.50 53,467.00 56,789.00 FECHA LECT. 03/03/2023 03/04/2023 03/05/2023 02/06/2023 03/07/2023 02/08/2023 PROMEDIO ULTIMOS 6 MESES EN KWH 53,862.00				

**ALCALDIA**

TITULAR DE PAGO

CUENTA No.  
 NIC  
 NIS  
 MES FACTURADO  
 FECHA DE EMISION  
 RESUMEN DE PAGO

DETALLE DE TASAS MUNICIPALES	IMPORTE \$

**TOTAL ALCALDIA \$** (C)

**DETALLE DE FACTURACIÓN**

CONCEPTOS GRAVADOS	IMPORTE \$
Costo por tasa municipal por poste	1.09
Cargo de Distribucion Potencia	2,336.37
Cargo de Comercializacion	11.39
Cargo por Energia Punta	1,284.89
Cargo por Energia Valle	1,439.50
Cargo por Energia Resto	4,909.79
<b>SUBTOTAL</b>	<b>10,043.03</b>
DETALLE DE CARGOS VARIOS Y OTROS INGRESOS	
CONCEPTOS GRAVADOS	
<b>SUBTOTAL IVA</b>	<b>0.00</b>
RETENCION VENTAS EXENTAS	1,305.59
Dev Perturbaciones Acu.320-E-11	-26.43
Compensacion por fallas	-0.84
<b>FACTURAS PENDIENTES DE PAGO</b>	<b>0</b>
TOTAL CLESA (A)	11,321.35
OTROS SERVICIOS	
TOTAL OTROS SERVICIOS (B)	0.00
TOTAL CLESA + OTROS SERVICIOS (A+B)	11,321.35
<b>TOTAL A + B + C</b>	<b>11,321.35</b>

CODIGO DE GENERACION 37D08C16-4A0A-11EE-A2C8-4C34880E743C  
 SELLO DE RECEPCION 202380701894BDAA4E57A8ED840E800598D5FXVC  
 NRO DE CONTROL DTE-03-00015113-000000000515732

**SELLO DE PAGO**

*Te solicitamos proporcionen tus datos al 25069000 como sujeto de Comprobante de Crédito Fiscal y cumplir con el art 114 del Cód Trib de lo contrario serás clasificado como Consumidor Final*

AES CLESA Y CIA S EN C DE C.V.		03/09/2023	
		TOTAL CLESA 11,321.35	TOTAL ALCALDIA (C) 0.00
ID. DE COBRO NPE: 2260 0113 2135 1202 6772 5104 NIC 1202677 NIS 1202677 MES FACTURADO 09/2023 FECHA EMISION 01/09/2023 FECHA DE VENCIMIENTO 13/09/2023		TOTAL A PAGAR CLESA + ALCALDIA 11,321.35	DOLARES 11,321.35
EMISOR 4157419700002260390200011321359620230913802050120267725179			

1891  
 CLESA

## Anexo 17: Entrevista con el especialista eléctrico



Contacto: [edwin.guzman@ues.edu.sv](mailto:edwin.guzman@ues.edu.sv)