

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**PROYECTO DE GRADO**

**Análisis técnico - económico de modernización, y/o  
repotenciación de las centrales hidroeléctricas de los sistemas  
Miguillas y Zongo.**

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**

**Ingeniero Eléctrico**

**POSTULANTE:** UNIV. ALEJANDRO MATHEUS SANDOVAL ORTIZ

**TUTOR:** ING. JOSÉ LUIS DAZA

LA PAZ - BOLIVIA



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE INGENIERIA**



**LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.**

**LICENCIA DE USO**

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**Proyecto de grado:**

Análisis técnico - económico de modernización, y/o repotenciación de las  
centrales hidroeléctricas de los sistemas Miguillas y Zongo.

**Presentado por:**

Univ. Alejandro Matheus Sandoval Ortiz

**Proyecto de grado para optar al grado académico de Ingeniero Eléctrico**

Nota numeral: .....

Nota literal: .....

Ha sido aprobado como: .....

**Ing. Rodmy Adalid Miranda Ordoñez**

**Director de la carrera de Ingeniería Eléctrica**

**Tutor:** Ing. José Luis Daza

**Tribunal:** Ing. Juan José Torres Obleas

Ing. Máximo Torrez Huanacu

Ing. Raúl Leño Román

Fecha: 11 de abril de 2019

## **DEDICATORIA**

Este trabajo es dedicado a mi querida Madre Martha Lisett Ortiz Morales, que con su apoyo incondicional e incansable que desde niño me enseñó a seguir adelante con rectitud.

A mi abuelo Jaime Ortiz Ballivian, con su sabiduría, firmeza me enseñó disciplina, coraje y respeto.

A mi hermano Alan Maximiliano Sandoval Ortiz me enseñó que hasta de un niño puede ser grande con su apoyo incondicional, excelente compañero y amigo

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios padre todo poderoso  
a mi familia por su incondicional apoyo  
amigos con los cuales pasé buenos y malos momentos.

Agradecer a la facultad de ingeniería  
a los docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

Un especial agradecimiento al Ingeniero José Luis Daza  
por la colaboración del presente trabajo.

.

## ÍNDICE

<b>1. TITULO</b>	<b>1</b>
<b>2. RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>1</b>
<b>3. ANTECEDENTES</b>	<b>2</b>
<b>4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN O ANÁLISIS</b>	<b>4</b>
<b>5. OBJETIVO GENERAL</b>	<b>5</b>
<b>6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>5</b>
<b>7. ALCANCE</b>	<b>5</b>
<b>8. CARACTERÍSTICA DEL PROYECTO</b>	<b>6</b>
8.1. IMPORTANCIA	6
8.2. LOCALIZACIÓN	6
<b>9. MERCADO ELÉCTRICO BOLIVIANO</b>	<b>8</b>
9.1. DEMANDA	8
9.2. OFERTA	10
9.3. ESTIMACIÓN DE LA OFERTA ACTUAL Y FUTURA.	12
9.4. PRECIO DE LA ENERGÍA Y POTENCIA ELÉCTRICA	13
<b>10. ANÁLISIS TÉCNICO</b>	<b>13</b>
10.1. Turbinas	14
10.1.1. Tipo, marca y año de ingreso	14
10.1.2. Caudal efectivo	15
10.1.3. Altura bruta y altura neta	16
10.1.4. Número de inyectores	17
10.1.5. Velocidad nominal	17
10.1.6. Tipo de control velocidad	18
10.2. Generadores	19
10.2.1. <i>Marca</i>	19
10.2.2. <i>Potencia de placa</i>	19

10.2.3. Voltaje	20
10.2.4. Frecuencia	20
10.2.5. Excitatrices, regulación de tensión	21
10.2.6. Factor de planta	21
10.3. Presentación del sistema hidrológico de cada planta	22
10.3.1. Nivel [m]	22
10.3.2. Altitud [m.s.n.m.]	23
10.3.3. Storage total [kWh]	23
10.3.4. Volumen [m <sup>3</sup> ]	24

## **11. ANÁLISIS ECONÓMICO** **27**

11.1. SITUACIÓN ACTUAL	27
11.1.1. INGRESOS DEL PROYECTO SITUACIÓN ACTUAL	27
11.1.2. COSTOS DEL PROYECTO SITUACIÓN ACTUAL	48
11.2. MODERNIZACIÓN	52
11.2.1. INGRESOS DEL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN	52
11.2.2. COSTOS DEL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN	52
11.3. REPOTENCIACIÓN	54
11.3.1. INGRESOS DEL PROYECTO REPOTENCIACIÓN	60
11.3.2. COSTOS DEL PROYECTO REPOTENCIACIÓN	71

## **12. ÍNDICES ECONÓMICOS A CONSIDERARSE EN LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO** **76**

12.1. Flujo neto de caja	76
12.1.1. PROYECTO MODERNIZACIÓN	76
12.1.2. PROYECTO REPOTENCIACIÓN	95
12.2. Valor actual neto (VAN)	115
12.3. Tasa interna de retorno (TIR)	115

## **13. ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS.** **117**

## **14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.** **117**

## **15. ANEXOS DE CUADROS:** **117**

## **16. BIBLIOGRAFÍA** **122**

## 1. TITULO

Análisis técnico - económico de modernización, y/o repotenciación de las centrales hidroeléctricas de los sistemas Miguilla y Zongo.

## 2. RESUMEN EJECUTIVO

Se realiza el estudio de factibilidad de las plantas Miguilla, Angostura, Choquetanga, Botijlaca y Cuticucho para el funcionamiento óptimo.

Se estudian tres casos en particular:

- ✓ Análisis de la situación actual
- ✓ Análisis de modernización (plantas Miguilla, Angostura y Choquetanga)
- ✓ Análisis de repotenciación

Se analiza cada caso en particular.

**Situación Actual.** - Se recopilan todos los datos actuales, características de las maquinarias, de las obras civiles, energía vendida de gestiones pasadas hasta el año 2016. A partir de estos datos se hace una proyección y se calculan los ingresos actuales y futuros por energía vendida y potencia firme, para simplificar el proceso se considera la potencia firme igual a la potencia efectiva.

Se estiman los salarios a partir del salario básico, más los bonos de antigüedad y recargo nocturno de acuerdo con la normativa, así como convenios.

De la misma forma se estiman los años de trabajo del personal para clasificarlos en las siguientes categorías: nuevos, semi-nuevos, antiguos.

Fueron proporcionados los datos de gastos de operación y mantenimiento, así se pudo encontrar el VAN (Valor Actual Neto) y flujo de caja neto, para compararlo con las demás alternativas.

**Modernización.** - Se refiere a la actualización de los reguladores de velocidad, voltaje y el control del grupo turbina-generator y sistemas auxiliares con la posibilidad de una operación remota desde un Despacho centralizado. La inversión solo cubre la actualización, los ingresos se mantienen igual que la “Situación Actual”, los costos de operación y mantenimiento se reducen y la central puede ser desatendida manteniendo inspecciones rutinarias.

**Repotenciación.** – Esta alternativa se refiere al reemplazo de dos, tres o cuatro unidades turbina-generator incluyendo reguladores, control y sistemas auxiliares por una unidad nueva de igual o mayor capacidad efectiva, manteniendo la infraestructura



civil y sistema de aducción. La operación es remota desde un Despacho centralizado, la central es desatendida manteniendo su operación con inspecciones rutinarias. La inversión cubre la adquisición, montaje y comisionado los ingresos aumentan por la posibilidad de mayor venta de potencia y energía.

El análisis y evaluación determinan que la mejor alternativa es la modernización a través de un préstamo del banco como capital fijo el cual da una tasa de interés del 10% a 10 años plazo.

<b>MIGUILLA</b>		
	<b>CREDITO</b>	<b>INVERSIONISTA</b>
VAN	923.392,98	1.089.042,09
TIR	127,25%	-
<b>ANGOSTURA</b>		
	<b>CREDITO</b>	<b>INVERSIONISTA</b>
VAN	1.312.933,10	1.536.066,24
TIR	129,91%	-
<b>CHOQUETANGA</b>		
	<b>CREDITO</b>	<b>INVERSIONISTA</b>
VAN	5.767.683,86	6.034.660,67
TIR	389,12%	-

La situación actual de las centrales Botijlaca y Cuticucho muestra que para una operación óptima se debe reducir personal ya que las centrales con unidades automáticas deben funcionar solo con 3 personas como máximo.

### **3. ANTECEDENTES**

El sistema de Miguillas está compuesto por 4 plantas: Miguilla, Angostura, Choquetanga y Carabuco, tiene una capacidad efectiva de 21.11MW, por otro lado, el Valle de Zongo tiene 10 plantas: Zongo, Tiquimani, Botijlaca, Cuticucho, Santa Rosa, Sainani, Chururaqui, Harca, Cahua y Huaji y una capacidad efectiva de 188.4 MW.

EL sistema de Miguillas cuenta con la alimentación de dos fuentes primarias: Lago Azeruni y lago Miguilla, (el detalle de los lagos se encuentra en el punto 9.1.3). Azeruni es alimentada por los lagos: Chatamarca y Chiaracota, que alimentan a las central Angostura, lago Miguilla alimenta a la central Miguillas, así como también se cuenta con Dique Choquetanga que recibe las aguas turbinadas de las centrales Miguilla y Angostura, que a través de un canal llega a la cámara de carga y alimenta a la central Choquetanga, y las aguas turbinadas de la misma recorren a través del canal Carabuco y de esa manera la central Carabuco es alimentada, sin embargo, esta última planta también cuenta con un canal secundario, el cual llega desde el lago Carabuco, todas las plantas mencionadas están conectadas en Cascada, separadas por 20 kilómetros de distancia y un camino común.

El recurso Hídrico es suministrado a través de Tuberías de presión o Penstock que tiene inicio en la cámara de carga o Forebay y desembocan en las turbinas. En el caso de Angostura, Choquetanga, Carabuco, Botijlaca y Cuticucho cuentan con canales, túneles, para el curso de agua, que son los encargados de llevar el recurso hídrico desde los lagos o diques hasta las cámaras de carga. La planta Miguilla en particular, tiene como cámara de carga al lago Miguilla y el canal recompensa sirve para aportar al lago Miguilla agua desde el lago del mismo nombre.

Las Turbinas son tipo Pelton de eje horizontal, conectadas a un Generador trifásico con una tensión en bornes de 6.600 kV, con una velocidad nominal de 1000 revoluciones por minuto, sincronizadas a 50 Hz.

Cada planta cuenta con su propia subestación elevadora, que, en el caso del sistema de Miguilla, es elevada a alta tensión en 69 kV en una línea que nace en Carabuco, pasa por Choquetanga, Angostura, y finalmente Miguilla, que lleva la línea de alta tensión hasta la subestación de maniobra Huayñacota.

Todas las plantas cuentan con un banco de baterías y un cargador de baterías para evitar la descarga de las mismas, la tensión del banco de baterías es de 125 Vdc.

La operación de las plantas está a cargo de un tablerista y maquinista que son conocidos como personal de planta, personal de cuadrilla y misceláneos, estos últimos son técnicos electricistas, mecánicos, carpinteros, secretarios y almaceneros, todos bajo la supervisión de un Ingeniero supervisor de producción e Ingeniero de campo de mantenimiento

El valle de Miguillas, tiene 33 personas entre Ingenieros, Tableristas, Maquinistas, Misceláneos y Cuadrilla, por otra parte el personal de Zongo son 65 personas lo que significa que para generar 1 MW en el Valle de Zongo se necesita aproximadamente 0.34 personas, se podría decir que para generar 3MW el personal requerido es de 1 persona, por otro lado en el valle de Miguillas, necesitamos 1.56 personas para producir 1 MW.

A continuación, se presenta un gráfico en relación a la antigüedad y capacidad de cada planta y más aún de cada unidad:

Centrales	Unidad	Año Instalación	Capacidad efectiva(MW)
Botijlaca	1	1937	1,90
	2	1939	1,47
	3	1929	3,44
		<b>TOTAL</b>	<b>6,81</b>
Cuticucho	1	1942	2,50
	2	1943	2,38
	3	1945	2,30
	4	1955	1,49
		<b>TOTAL</b>	<b>8,67</b>
Miguillas	1	1931	1,31
	2	1931	1,24
		<b>TOTAL</b>	<b>2,55</b>

Angostura	1	1936	2,22
	2	1958	1,27
	3	1951	2,74
		<b>TOTAL</b>	<b>6,23</b>
Choquetanga	1	1939	1,91
	2	1944	2,45
	3	1944	1,84
		<b>TOTAL</b>	<b>6,20</b>

Cuadro 1: Antigüedad y Capacidad efectiva de las Centrales

#### 4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN O ANÁLISIS

Las centrales hidroeléctricas Miguillas, Angostura y Choquetanga, ubicadas en el valle de Miguillas, en la provincia Inquisivi, así como las centrales hidroeléctricas Botijlaca y Cuticucho del valle de Zongo en la provincia Murillo, de propiedad de la compañía Boliviana de Energía Eléctrica COBEE S.A., tienen una antigüedad entre 60 y 80 años.

Las unidades de generación de las centrales del valle de Miguillas aún tienen regulación de velocidad y voltaje manual por lo que requieren para su operación la atención de personal las 24 horas los 365 días del año, lo que sugiere las siguientes interrogantes. ¿Se utilizan los recursos de forma óptima y eficiente?, ¿Se tiene exceso de personal?, con el avance de la tecnología ¿Por qué no se implementa tecnología moderna?, ¿Qué opciones existen para mejorar?, De todas las opciones ¿cuáles se estudiarán?, ¿Se requiere mayor inversión?, ¿Justificará la inversión?, ¿Se recuperará la inversión?, ¿Qué otras opciones existen?

En el presente estudio se analizarán y evaluarán tres alternativas y se recomendará la mejor.

El alcance del presente estudio no considerará temas de ampliación de capacidad de producción, cambio de tuberías de presión o aumento de capacidades de embalse, solo se limitará al análisis de las siguientes alternativas:

- a) La situación actual se encuentra en su punto óptimo de funcionamiento, por lo que se debe seguir con los reguladores actuales considerando los precios actuales de la energía eléctrica del país
- b) El remplazo de los reguladores obsoletos y manuales, aunque todavía funcionen adecuadamente, por reguladores modernos y automáticos. La modernización y automatización del sistema de control hará posible la reducción de los costos de operación justificando la inversión.
- c) Repotenciación, referido al cambio solo del grupo turbina-generator, justificará la inversión, debido a que, si conservamos los actuales, tendremos mayores

costos de operación y mantenimiento, con los nuevos equipos será posible conseguir mayor potencia que vuelva esta alternativa en la mejor opción.

Este proyecto analizará, evaluará y recomendará una alternativa para optimizar el funcionamiento de las mismas, considerando, la tecnología aplicable, así como los costos de inversión, siempre con el fin de llegar a un punto de equilibrio entre beneficio – costo.

## **5. OBJETIVO GENERAL**

- Analizar la factibilidad de modernización, y/o repotenciación de las centrales hidroeléctricas de los sistemas Miguillas y Zongo

## **6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir y analizar la situación actual de las centrales.
- Presentar del sistema hídrico de las centrales.
- Investigar precios de los reguladores de voltaje y reguladores de velocidad y automatización de las máquinas.
- Investigar precios de turbinas y generadores modernos.
- Analizar y evaluar de la modernización o repotenciación de las cinco plantas.
- Analizar los índices financieros, valor actual neto (VAN).
- Analizar la tasa interna de retorno (TIR).
- Interpretar los datos obtenidos.

## **7. ALCANCE**

En el presente estudio se hace una evaluación técnica-económica de las alternativas de mantener, modernizar y/o repotenciar las unidades en las centrales hidroeléctricas de: Miguillas, Angostura, Choquetanga, Botijlaca y Cuticucho, con una antigüedad entre 60 a 80 años.

Se mantendrá la infraestructura civil: (canales, diques, tuberías de presión, tomas y túneles) solo se adecuará la casa de máquinas para los nuevos equipos de tal manera que se puedan utilizar la mayor cantidad de equipos instalados y se tenga el menor lucro cesante durante el cambio.

## **8. CARACTERÍSTICA DEL PROYECTO**

### **8.1. Importancia**

La Compañía Boliviana de Energía Eléctrica COBEE S.A. siempre destaca en la excelencia de sus funciones y principios, siendo el principio “mejora continua” base para el presente estudio.

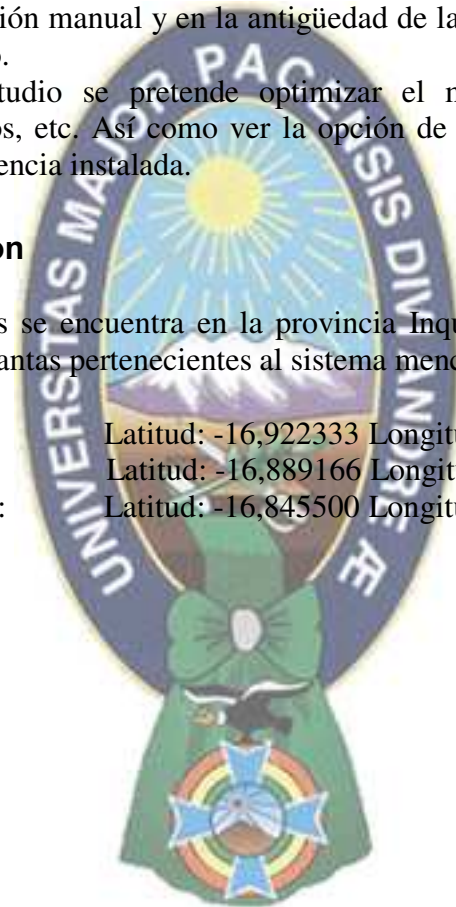
Una de sus debilidades se denota claramente en la operación de las plantas del valle de Miguillas con operación manual y en la antigüedad de las máquinas en general del valle de Miguillas y Zongo.

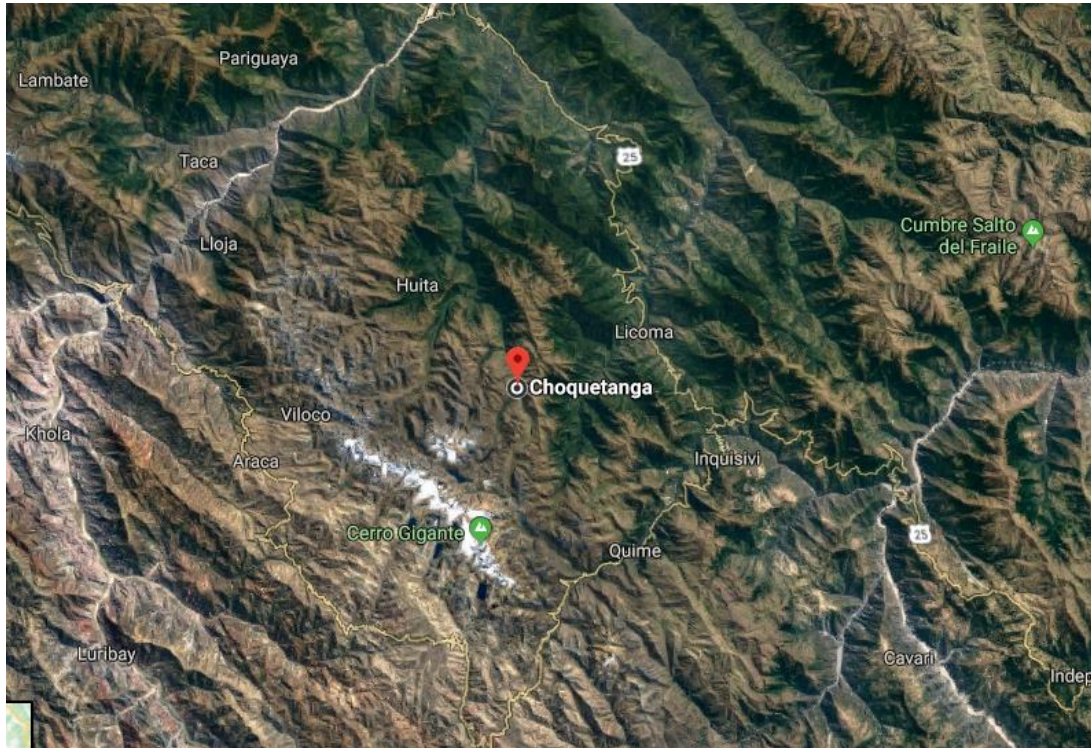
Con el presente estudio se pretende optimizar el manejo de los recursos, tanto económicos, humanos, etc. Así como ver la opción de repotenciación y de esta forma aumentar nuestra potencia instalada.

### **8.2. Localización**

El valle de Miguillas se encuentra en la provincia Inquisivi Municipio de Quime, La localización de las plantas pertenecientes al sistema mencionados son:

Central Miguilla:	Latitud: -16,922333	Longitud: -67,323500
Central Angostura:	Latitud: -16,889166	Longitud: -67,313166
Central Choquetanga:	Latitud: -16,845500	Longitud: -67,312666





Cuadro 2: Foto satelital valle de Miguillas

Por otro lado, el sistema del valle de Zongo está ubicada en la provincia Murillo, municipio de Zongo, la localización exacta de las plantas objeto de estudio son:

Central Botijlaca: Latitud: -16,189000 Longitud: -68,138666

Central Cuticucho: Latitud: -16,138666 Longitud: -68,114000



## 9. MERCADO ELÉCTRICO BOLIVIANO

### 9.1. Demanda

Según datos extraídos del CNDC, podemos ver en el gráfico siguiente, la demanda máxima registrada de Bolivia en nodos del STI, en el último año.

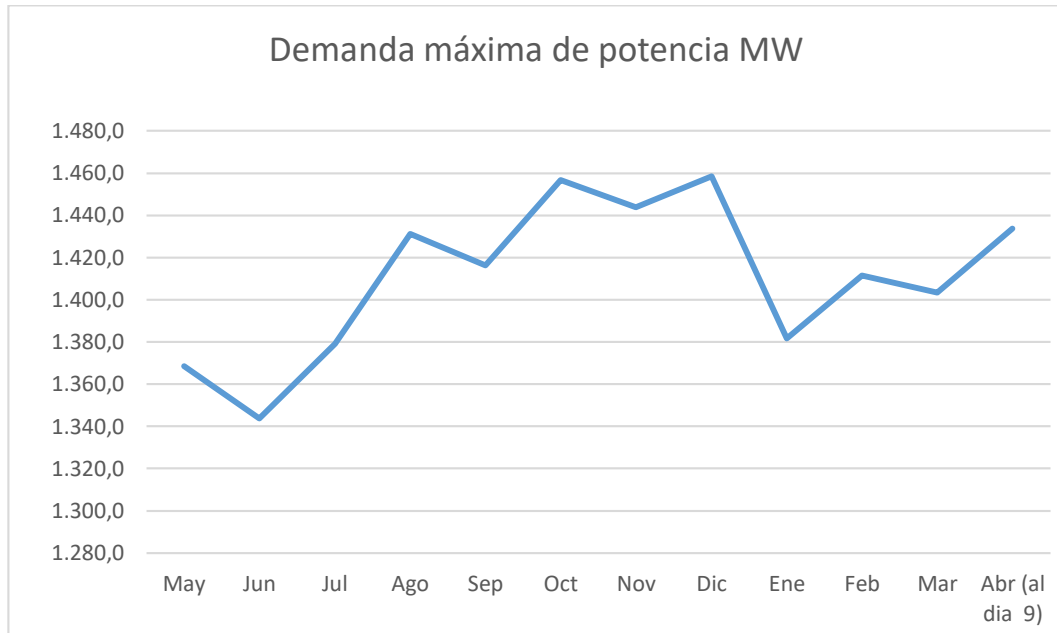
	2017						2018						Abr (al día 9)
	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar		
CRE - Santa Cruz	498,8	447,5	485,4	540,5	565,8	599,6	581,8	627,4	548,9	579,6	570,7	571,6	
EMDEECRUZ	0,5	0,6	0,7	0,9	0,8	0,9	1,3	1,8	1,9	2,6	2,7	2,8	
DELAPAZ - La Paz	245,2	239,5	247,3	247,9	240,2	242,7	239,4	256,6	238,1	239,7	224,1	215,7	
DELAPAZ - San Buenaventura	1,0	1,0	1,6	2,4	2,7	1,6	1,1	1,1	1,0	1,6	1,8	1,3	
DELAPAZ - Cumbre	103,9	108,3	103,4	106,8	110,6	100,4	97,1	92,2	86,6	97,4	107,4	109,7	
ELFEC - Cochabamba	208,5	208,3	211,1	214,8	213,9	216,0	224,5	210,9	204,9	206,3	208,8	213,1	
ELFEC - Chimoré	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ELFEC - Carrasco	16,9	16,7	16,9	18,1	18,0	20,4	18,7	17,9	17,4	18,4	18,3	18,8	
ENDE - DEORURO - Oruro	67,5	64,8	63,9	64,4	62,5	63,4	69,6	62,0	66,5	62,2	63,3	63,1	
ENDE - DEORURO - Catavi	22,0	23,3	21,8	20,7	21,7	21,5	21,7	19,8	22,2	23,1	21,6	21,5	
CESSA - Sucre	52,5	50,9	53,0	53,2	51,9	50,9	52,0	51,3	51,3	50,7	53,3	52,5	
CESSA - Mariaca	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
SEPSA - Potosí	47,8	49,8	49,7	51,0	49,8	51,5	48,3	48,7	49,8	49,0	52,7	51,1	
SEPSA - Punutuma	5,2	5,1	5,0	4,8	4,7	4,8	4,7	4,7	4,6	6,3	5,3	5,5	
SEPSA - Atocha	13,0	13,6	12,9	12,7	12,9	12,3	12,2	11,9	11,6	11,7	13,1	12,3	
SEPSA - Don Diego	6,0	6,0	5,9	6,1	5,9	6,1	5,9	5,7	5,6	5,6	5,6	5,7	

ENDE DELBENI (3)	26,8	25,6	25,7	28,7	29,7	29,9	29,9	30,0	28,5	28,3	27,6	27,9
ENDE - Varios (2)	9,8	10,3	10,3	10,0	9,3	9,5	9,5	9,4	9,6	9,3	9,3	9,3
SETAR - Tarija	34,5	33,8	34,2	35,9	35,5	36,5	35,7	36,6	35,4	35,2	36,6	36,3
SETAR Villamontes	- 5,3	5,0	5,1	6,3	6,1	6,8	6,8	6,7	6,6	6,5	5,8	6,1
SETAR Yacuiba	- 12,0	11,7	11,9	13,8	14,1	15,5	15,1	15,3	15,0	14,8	13,4	13,7
SAN CRISTOBAL - C. No Reg.	50,3	49,6	49,5	49,3	47,9	48,1	44,3	47,2	47,3	47,2	48,6	46,8
Otros - C. No Regulados	16,6	17,1	16,8	18,6	16,3	16,8	18,2	18,0	16,7	16,1	16,3	16,4
Varios (1)	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,1	3,9	3,6	3,3	5,7	5,8	4,1
<b>TOTAL COINCIDENTAL</b>	<b>1.368,6</b>	<b>1.343,7</b>	<b>1.379,1</b>	<b>1.431,2</b>	<b>1.416,3</b>	<b>1.456,6</b>	<b>1.443,8</b>	<b>1.458,5</b>	<b>1.381,7</b>	<b>1.411,6</b>	<b>1.403,3</b>	<b>1.433,6</b>
<b>FECHA</b>	03-may	27-jun	27-jul	29-ago	21-sep	18-oct	15-nov	15-dic	09-ene	07-feb	05-mar	09-abr
<b>HORA</b>	19:45	19:30	19:30	19:15	19:30	19:45	20:00	20:00	20:15	20:00	20:00	20:00

Cuadro 3: Demanda máxima registrada en nodos del STI año MAY.2017 a  
MAR.2018







Cuadro 4: Demanda máxima en diciembre

## 9.2. Oferta

Según datos extraídos del CNDC, podemos ver en el gráfico siguiente la generación máxima registrada de Bolivia en nodos del STI, en el último año.

Día	2017						2018					Abr (al día 9)
	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	
1	1.195,7	1.331,9	1.246,4	1.360,4	1.450,6	1.287,6	1.353,5	1.383,8	1.117,7	1.291,0	1.379,2	1.307,0
2	1.359,0	1.314,3	1.167,3	1.281,4	1.351,7	1.344,8	1.230,0	1.300,6	1.224,2	1.337,0	1.441,5	1.402,4
3	1.422,8	1.272,1	1.321,6	1.312,6	1.329,8	1.380,1	1.406,2	1.240,8	1.318,4	1.313,1	1.378,9	1.453,9
4	1.385,3	1.226,8	1.351,1	1.325,9	1.477,9	1.425,2	1.328,0	1.350,7	1.358,2	1.331,4	1.325,2	1.461,2
5	1.368,5	1.366,4	1.367,5	1.256,3	1.359,0	1.463,0	1.218,4	1.354,5	1.367,2	1.432,0	1.462,6	1.490,6
6	1.324,0	1.346,5	1.367,8	1.158,2	1.395,6	1.466,1	1.359,9	1.419,4	1.249,0	1.468,0	1.388,4	1.481,0
7	1.277,0	1.354,9	1.358,5	1.274,8	1.438,2	1.362,6	1.415,8	1.430,6	1.218,2	1.470,6	1.444,5	1.396,1

8	1.416,4	1.395,3	1.257,3	1.431,4	1.436,6	1.325,4	1.434,8	1.439,5	1.385,4	1.425,2	1.452,7	1.342,1
9	1.361,8	1.313,9	1.182,5	1.457,1	1.373,2	1.468,1	1.449,3	1.353,6	1.440,3	1.405,1	1.420,8	1.499,6
10	1.331,2	1.237,6	1.359,7	1.470,3	1.335,1	1.517,2	1.420,8	1.226,7	1.396,3	1.281,6	1.359,7	
11	1.358,3	1.207,2	1.389,1	1.448,8	1.331,5	1.505,9	1.340,2	1.415,0	1.362,2	1.142,0	1.313,9	
12	1.374,5	1.324,5	1.377,2	1.352,5	1.411,2	1.498,7	1.284,6	1.472,5	1.328,8	1.140,9	1.457,9	
13	1.314,5	1.364,0	1.385,0	1.198,8	1.436,3	1.331,3	1.463,5	1.500,5	1.301,6	1.154,4	1.462,4	
14	1.199,8	1.341,3	1.368,4	1.350,2	1.457,6	1.259,2	1.495,2	1.506,1	1.155,4	1.340,1	1.456,6	
15	1.317,1	1.265,8	1.281,1	1.360,1	1.332,3	1.260,2	1.498,7	1.516,9	1.333,9	1.422,0	1.446,4	
16	1.342,1	1.365,6	1.128,7	1.334,5	1.245,6	1.454,6	1.434,7	1.409,5	1.383,1	1.360,3	1.393,3	
17	1.353,9	1.286,6	1.254,5	1.344,8	1.205,2	1.516,4	1.404,3	1.306,2	1.414,3	1.319,7	1.336,0	
18	1.353,9	1.257,7	1.326,8	1.346,5	1.397,2	1.519,5	1.331,4	1.359,8	1.403,8	1.271,1	1.302,5	
19	1.327,9	1.306,8	1.335,3	1.309,4	1.451,0	1.396,2	1.247,0	1.359,8	1.412,6	1.381,0	1.343,3	
20	1.240,8	1.311,6	1.337,9	1.210,5	1.479,2	1.380,9	1.433,8	1.424,6	1.326,0	1.378,4	1.397,0	
21	1.192,0	1.261,9	1.335,2	1.338,6	1.477,2	1.366,9	1.462,8	1.395,4	1.229,9	1.319,6	1.424,7	
22	1.324,4	1.359,1	1.274,0	1.369,7	1.391,3	1.206,0	1.442,6	1.331,0	1.312,8	1.391,6	1.444,1	
23	1.363,5	1.346,7	1.223,6	1.415,0	1.285,6	1.370,5	1.458,9	1.238,8	1.414,9	1.412,5	1.465,0	
24	1.402,5	1.260,5	1.390,5	1.451,8	1.273,6	1.423,2	1.483,9	1.203,5	1.429,6	1.364,4	1.372,0	
25	1.413,0	1.247,6	1.419,7	1.440,7	1.402,7	1.445,1	1.417,4	1.184,3	1.417,4	1.319,0	1.209,5	
26	1.391,0	1.377,0	1.434,2	1.362,0	1.429,5	1.488,6	1.483,9	1.377,7	1.395,5	1.456,4	1.343,3	
27	1.214,1	1.405,9	1.437,2	1.320,3	1.443,6	1.404,4	1.409,6	1.395,0	1.277,3	1.453,1	1.355,0	
28	1.191,5	1.346,4	1.399,4	1.474,7	1.351,2	1.337,1	1.470,0	1.422,3	1.192,9	1.425,2	1.407,1	
29	1.334,8	1.348,8	1.319,1	1.494,4	1.361,0	1.306,4	1.449,8	1.401,4	1.341,5		1.378,6	
30	1.334,6	1.329,8	1.258,5	1.430,9	1.351,4	1.445,2	1.474,2	1.324,0	1.392,6		1.225,1	
31	1.344,3		1.397,7	1.400,4		1.365,9		1.327,0	1.367,5		1.291,2	

Max.	1.422,8	1.405,9	1.437,2	1.494,4	1.479,2	1.519,5	1.498,7	1.516,9	1.440,3	1.470,6	1.465,0	1.499,6
------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Los valores de potencia aquí informados corresponden a registros instantáneos obtenidos del sistema SCADA

Cuadro 5: Oferta máxima registrada en nodos del STI año MAY.2017 a MAR.2018

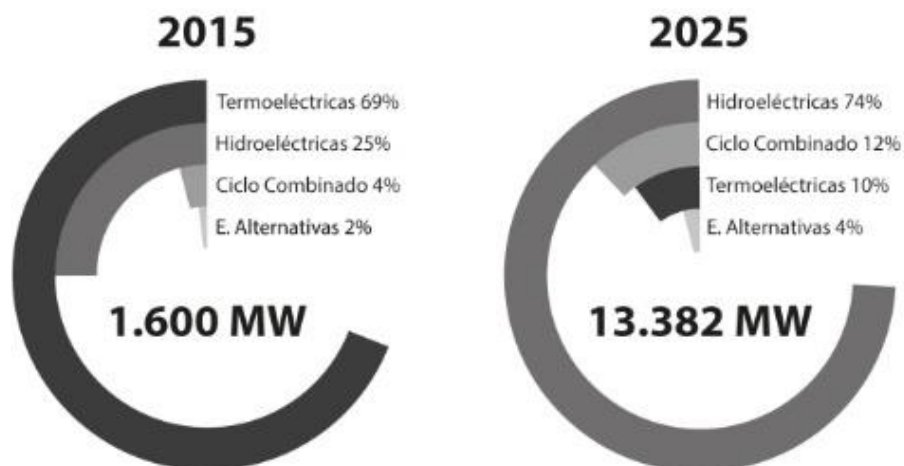


Cuadro 6: Oferta máxima en diciembre

### 9.3. Estimación de la oferta actual y futura.

El pronóstico de la oferta en Bolivia, según el plan eléctrico del estado plurinacional de Bolivia 2025, es multiplicar por ocho la generación eléctrica en los próximos diez años pasando de 1.600 MW en el 2015 a 13.382 MW de potencia instalada en el 2025.

Como se muestra en el siguiente gráfico:



Cuadro 7: Pronóstico de Oferta en Bolivia según plan eléctrico del estado plurinacional de Bolivia 2025

#### 9.4. Precio de la energía y potencia eléctrica

Según datos del CNDC podemos ver que el costo marginal de la energía eléctrica oscila entre los 16.35 USD el MWh hasta 21.29 USD el MWh, por lo que tomaremos un promedio de 18.82 USD el MWh.

Así mismo consideraremos el precio de la potencia firme a 10 USD el KW instalado.

### 10. ANÁLISIS TÉCNICO

La potencia efectiva producida en las plantas Miguillas, Angostura, Choquetanga, Botijlaca y Cuticucho se muestra de acuerdo al siguiente detalle:

Planta Miguillas:

Con dos unidades tiene una potencia efectiva de 1.31 MW para la unidad 1 y 1.24 MW para la unidad 2 con un total de 2.55 MWh

Planta Angostura:

Con tres unidades tiene una potencia efectiva de 2.22 MW para la unidad 1, 1.27 MW para la unidad 2 y una tercera de 2.74 MW con un total de 6.23 MWh.

Planta Choquetanga:

Con tres unidades tiene una potencia efectiva de 1.91 MW para la unidad 1, 2.45 MW para la unidad 2 y 1.84 MW para la unidad 3 con un total de 6.20 MW.

Planta Botijlaca:

Con tres unidades tiene una potencia efectiva de 1.90 MW para la unidad 1, 1.47 MW para la unidad 2 y 3.44 MW para la unidad 3 con un total de 6.81 MW.

Planta Cuticucho:

Con cinco unidades tiene una potencia efectiva de 2.50 MW para la unidad 1, 2.38 MW para la unidad 2, 2.30 MW para la unidad 3, 1.49 MW para la unidad 4 y 14,4MW para la unidad 5 con un total de 23,07 MW.

En este punto se aclara que el estudio solo alcanza a las primeras 4 unidades, la unidad 5 fue instalada el año 1998 por lo que no se considera en el alcance de este análisis.

## 10.1. Turbinas

### 10.1.1. Tipo, marca y año de ingreso

UNIDAD	AÑO DE INGRESO EN OPERACIÓN	MARCA DE LA TURBINA	TIPO
MIGUILLAS 1	1931	Escher Wyss	Pelton
MIGUILLAS 2	1931	Escher Wyss	Pelton
ANGOSTURA 1	1935	J.M. VOIGHT	Pelton
ANGOSTURA 2	1935	Gilber Gilkes & Gordon	Pelton
CHOQUETANGA 1	1938	A.B. Karlstad Mekaniska	Pelton
CHOQUETANGA 2	1944	S.Morgan Smith Co.	Pelton
CHOQUETANGA 3	1944	Pelton Water Wheel	Pelton
BOTIJLACA 1	1937	J.M. VOIGHT	Pelton
BOTIJLACA 2	1939	Gilbert Gilkes	Pelton
BOTIJLACA 3	1929	Gilbert Gilkes	Pelton
CUTICUCHO 1	1942	Gilbert Gilkes	Pelton

CUTICUCHO 2	1943	Pelton Water Wheel	Pelton
CUTICUCHO 3	1945	Pelton Water Wheel	Pelton
CUTICUCHO 4	1955	Gilbert Gilkes	Pelton

Cuadro 8: Característica de las turbinas

10.1.2. Caudal efectivo

UNIDAD	CAUDAL EFECTIVO [m <sup>3</sup> /seg]
MIGUILLAS 1	0,39
MIGUILLAS 2	0,36
ANGOSTURA 1	0,59
ANGOSTURA 2	0,36
CHOQUETANGA 1	0,55
CHOQUETANGA 2	0,72
CHOQUETANGA 3	0,6
BOTIJLACA 1	0,74
BOTIJLACA 2	0,56
BOTIJLACA 3	1,04
CUTICUCHO 1	0,54
CUTICUCHO 2	0,46
CUTICUCHO 3	0,43
CUTICUCHO 4	0,44

Cuadro 9: Caudal efectivo

10.1.3. Altura bruta y altura neta

UNIDAD	ALTURA BRUTA Hb [m]	ALTURA NETA Hn [m]
MIGUILLAS 1	480	456
MIGUILLAS 2	480	456
ANGOSTURA 1	533	502
ANGOSTURA 2	533	502
CHOQUETANGA 1	488	470
CHOQUETANGA 2	488	470
CHOQUETANGA 3	488	470
BOTIJLACA 1	383	382
BOTIJLACA 2	383	382
BOTIJLACA 3	383	382
CUTICUCHO 1	668	652
CUTICUCHO 2	668	652
CUTICUCHO 3	668	652
CUTICUCHO 4	668	652

Cuadro 10: Altura bruta, Altura neta



10.1.4. Número de inyectores

UNIDAD	NÚMERO DE INYECTORES
MIGUILLAS 1	1
MIGUILLAS 2	1
ANGOSTURA 1	2
ANGOSTURA 2	1
CHOQUETANGA 1	2
CHOQUETANGA 2	1
CHOQUETANGA 3	1
BOTIJLACA 1	2
BOTIJLACA 2	1
BOTIJLACA 3	1
CUTICUCHO 1	1
CUTICUCHO 2	2
CUTICUCHO 3	2
CUTICUCHO 4	1

Cuadro 11: Número de inyectores

10.1.5. Velocidad nominal

UNIDAD	R.P.M.
MIGUILLAS 1	1000
MIGUILLAS 2	1000
ANGOSTURA 1	1000
ANGOSTURA 2	1000
CHOQUETANGA 1	1000
CHOQUETANGA 2	1000
CHOQUETANGA 3	1000
BOTIJLACA 1	750



BOTIJLACA 2	750
BOTIJLACA 3	500
CUTICUCHO 1	1000
CUTICUCHO 2	1000
CUTICUCHO 3	1000
CUTICUCHO 4	1000

Cuadro 12: Velocidad nominal

10.1.6. Tipo de control velocidad

UNIDAD	CONTROL
MIGUILLAS 1	MANUAL
MIGUILLAS 2	MANUAL
ANGOSTURA 1	MANUAL
ANGOSTURA 2	MANUAL
CHOQUETANGA 1	MANUAL
CHOQUETANGA 2	MANUAL
CHOQUETANGA 3	MANUAL
BOTIJLACA 1	AUTOMÁTICO
BOTIJLACA 2	AUTOMÁTICO
BOTIJLACA 3	AUTOMÁTICO
CUTICUCHO 1	AUTOMÁTICO
CUTICUCHO 2	AUTOMÁTICO
CUTICUCHO 3	AUTOMÁTICO
CUTICUCHO 4	AUTOMÁTICO

Cuadro 13: Tipo de control de velocidad

## 10.2. Generadores

### 10.2.1. Marca

UNIDAD	MARCA DE LOS GENERADORES
MIGUILLAS 1	Oerlikon
MIGUILLAS 2	Oerlikon
ANGOSTURA 1	Oerlikon
ANGOSTURA 2	Elin
CHOQUETANGA 1	Oerlikon
CHOQUETANGA 2	Westinghouse
CHOQUETANGA 3	Westinghouse
BOTIJLACA 1	Oerlikon
BOTIJLACA 2	Bruce Peebles
BOTIJLACA 3	Westinghouse
CUTICUCHO 1	Elin
CUTICUCHO 2	Westinghouse
CUTICUCHO 3	Westinghouse
CUTICUCHO 4	Oerlikon

Cuadro 14: Marca de generadores

### 10.2.2. Potencia de placa

UNIDAD	POTENCIA EN PLACA [kVA]
MIGUILLAS 1	2500
MIGUILLAS 2	2500
ANGOSTURA 1	3150
ANGOSTURA 2	1900
CHOQUETANGA 1	2750
CHOQUETANGA 2	2750
CHOQUETANGA 3	2750
BOTIJLACA 1	2500

BOTIJLACA 2	1750
BOTIJLACA 3	3500
CUTICUCHO 1	2500
CUTICUCHO 2	2500
CUTICUCHO 3	2750
CUTICUCHO 4	1900

Cuadro 15: Potencia en placa

10.2.3. Voltaje

UNIDAD	VOLTAJE [VOLTIOS]
MIGUILLAS 1	6900
MIGUILLAS 2	6900
ANGOSTURA 1	6900
ANGOSTURA 2	6900
CHOQUETANGA 1	6700
CHOQUETANGA 2	6700
CHOQUETANGA 3	6700
BOTIJLACA 1	6600
BOTIJLACA 2	6600
BOTIJLACA 3	6600
CUTICUCHO 1	6600
CUTICUCHO 2	6600
CUTICUCHO 3	6600
CUTICUCHO 4	6900

Cuadro 16: Voltaje en bornes del generador

10.2.4. Frecuencia

Por norma todas las máquinas se encuentran en 50 Hertz.

10.2.5. Excitatrices, regulación de tensión

UNIDAD	CONTROL
MIGUILLAS 1	MANUAL
MIGUILLAS 2	MANUAL
ANGOSTURA 1	MANUAL
ANGOSTURA 2	MANUAL
CHOQUETANGA 1	MANUAL
CHOQUETANGA 2	MANUAL
CHOQUETANGA 3	MANUAL
BOTIJLACA 1	AUTOMÁTICO
BOTIJLACA 2	AUTOMÁTICO
BOTIJLACA 3	AUTOMÁTICO
CUTICUCHO 1	AUTOMÁTICO
CUTICUCHO 2	AUTOMÁTICO
CUTICUCHO 3	AUTOMÁTICO
CUTICUCHO 4	AUTOMÁTICO

Cuadro 17: Control de reguladores de tensión

10.2.6. Factor de planta

UNIDAD	FACTOR DE PLANTA
MIGUILLAS 1	0,39
MIGUILLAS 2	0,39
ANGOSTURA 1	0,38
ANGOSTURA 2	0,38
CHOQUETANGA 1	0,72
CHOQUETANGA 2	0,72
CHOQUETANGA 3	0,72
BOTIJLACA 1	0,62

BOTIJLACA 2	0,62
BOTIJLACA 3	0,62
CUTICUCHO 1	0,57
CUTICUCHO 2	0,57
CUTICUCHO 3	0,57
CUTICUCHO 4	0,57

Cuadro 18: Factor de planta

NOTA: El factor de planta nunca es 1, el factor de planta y de acuerdo a norma el valor debe ser 0,85

### 10.3. Presentación del sistema hidrológico de cada planta

#### 10.3.1. Nivel [m]

Sistema Miguillas		
LAGO	NIVEL [m]	
	Máximo	Mínimo
Miguilla	20,24	2,30
Cotacucho	3,50	0,00
Recompensa	6,10	0,00
Sistema Angostura		
LAGO	NIVEL [m]	
	Máximo	Mínimo
Azeruni	8,00	0,75
Chatamarca	9,10	0,30
Cororuni	14,64	0,00
Chiaracota	3,80	0,00
Sistema Choquetanga Y Carabuco		
LAGO	NIVEL [m]	
	Máximo	Mínimo
Dique	4,10	2,00
Carabuco	5,10	0,00

Cuadro 19: Sistema hidrológico de cada planta

10.3.2. Altitud [m.s.n.m.]

Sistema Miguillas		
LAGO	ALTITUD [m.s.n.m.]	
	Máximo	Mínimo
Miguilla	4589,86	4571,92
Cotacucho	4647,80	4644,30
Recompensa	4626,10	4620,00
Sistema Angostura		
LAGO	ALTITUD [m.s.n.m.]	
	Máximo	Mínimo
Azeruni	4322,60	4315,35
Chatamarca	4774,60	4765,80
Cororuni	4700,64	4686,00
Chiaracota	4449,50	4445,70

Cuadro 20: Metros sobre el nivel del mar de lagos

10.3.3. Storage total [kWh]

Sistema Miguillas		
LAGO	STORAGE TOTAL	
	Máximo	Mínimo
Miguilla	6221000,00	325000,00
Cotacucho	580000,00	0,00
Recompensa	380000,00	0,00
Sistema Angostura		
LAGO	STORAGE TOTAL [kWh]	
	Máximo	Mínimo
Azeruni	9177000,00	810000,00
Chatamarca	16098000,00	506000,00
Cororuni	5031440,00	0,00
Chiaracota	475000,00	0,00

Sistema Choquetanga y Carabuco		
LAGO	STORAGE TOTAL [kWh]	
	Máximo	Mínimo
Dique	289200,00	141073,00
Carabuco	1378000,00	0,00

Cuadro 21: Storages total en kilowatt – hora

10.3.4. Volumen [m<sup>3</sup>]

Sistema Miguillas		
LAGO	VOLUMEN	
	Máximo	Mínimo
Miguilla	2527474,76	132041,36
Cotacucho	235643,04	0,00
Recompensa	154386,82	0,00
Sistema Angostura		
LAGO	VOLUMEN [m <sup>3</sup> ]	
	Máximo	Mínimo
Azeruni	3394865,34	299644,87
Chatamarca	5955164,25	187185,56
Cororuni	1861290,32	0,00
Chiaracota	175717,67	0,00
Sistema Choquetanga Y Carabuco		
LAGO	VOLUMEN [m <sup>3</sup> ]	
	Máximo	Mínimo
Dique	300000,00	146341,29
Carabuco	2000000,00	0,00

Cuadro 22: Volumen en metro cúbicos

Actualmente se tienen tres tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento correctivo.

- Mantenimiento preventivo.

Mantenimiento predictivo. - 3 veces al mes, mediciones de vibraciones, aceite, baterías.

Mantenimiento correctivo. – Cuando existe alguna eventualidad, según registros no se presentan fallas de importancia.

Mantenimiento preventivo. – Se lo realiza una vez al año, dentro del cronograma de mantenimiento, a continuación, se muestra los puntos más importantes:

#### **MANTENIMIENTO TAPA TURBINA Y RODETE**

- *Desmontaje tapa turbina.*
- *Limpieza de rueda Pelton.*
- *Aplicación de tinta penetrante.*
- *Revisión de rueda Pelton y pernos de sujeción.*
- *Revisión y limpieza tapa turbina.*
- *Montaje tapa de turbina.*

#### **LIMPIEZA y PRUEBAS AL GENERADOR**

- *Limpieza de Rotor y Estator*
- *Prueba de factor de potencia bobinado.*
- *Medición de resistencia de aislación generador.*
- *Medición de resistencia de bobinado.*

#### **MANTENIMIENTO GOBERNADOR**

- *Filtrado y/o cambio de aceite gobernador.*
- *Inspección de engranajes del péndulo.*
- *Revisión y/o cambio correas de transmisión de movimiento.*
- *Revisión y mantenimiento acumulador aceite y sistema de bombeo.*
- *Revisión y mantenimiento sistema eléctrico bomba de aceite acumulador.*

De acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas se sacan las siguientes conclusiones:

- *Las condiciones de los equipos electromecánicos se encuentran en buenas condiciones.*
- *Pruebas punto a punto de los interruptores muestran el buen funcionamiento de las mismas.*
- *Pruebas a las protecciones multifuncionales muestra el buen funcionamiento de las mismas.*
- *Protecciones de respaldo, son protecciones electromecánicas antiguas que pueden o no estar cumpliendo su función.*



- *El principal problema se encuentra en la imposibilidad de conseguir repuestos, por ejemplo: engranajes de los gobernadores.*
- *No se cuenta con las curvas características de las unidades de prolongación o actualización provistas por el fabricante.*
- *No se cuentan con curvas de eficiencia y potencia provista por el fabricante.*

La modernización es una alternativa que, con un costo de inversión, se podrá dejar de requerir personal, por lo que con personal reducido se podrá operar todo el valle de Miguillas, además de tener menos problemas de mantenimiento.

La repotenciación es otro factor importante, ya que, con máquinas muy antiguas, podemos estar en un rendimiento demasiado bajo, con la tecnología actual, el rendimiento de las turbinas y generadores se incrementó bastante, lo que supondría que, invirtiendo en nuevas unidades, no solo obtendremos la modernización, también lograremos subir la potencia. De la misma forma se debe tomar en cuenta el tiempo de recuperación de la inversión respecto al costo de la energía actual.

De acuerdo al alcance del proyecto, se mantendrá la infraestructura civil: (canales, diques, tuberías de presión, tomas y túneles).

Por tanto, se sabe que la potencia de la central es proporcional a dos variables:

$$P \propto f(Q, H_n)$$

Donde:

$Q = \text{Caudal [m}^3/\text{s]}$

$H_n = \text{altura neta [m]}$

Por la definición de repotenciación, se entiende que, se aumentará la potencia efectiva de las centrales, sin embargo, al mantener las estructuras civiles, no se incrementará la potencia aumentando la altura neta, ni aumentando el caudal ya que no se cambiará la tubería de presión.

Por los años transcurridos, ya que la puesta en servicio de las centrales, dependiendo el caso, son entre 60 y 80 años, podemos detallar aspectos importantes:

- Por el tiempo de uso el rendimiento mecánico, eléctrico e hidráulico bajo considerablemente.
- Las tecnologías actuales permiten que los rendimientos de los equipos lleguen hasta un 90%.
- En lugar de tener, por ejemplo 3 unidades, se pueden sustituir por 1 sola que, incrementando el rendimiento, pueda generar más potencia que las tres unidades juntas.

Por tanto, teniendo la fórmula teórica:

$$P = \eta * \rho * g * Q * Hn$$

Donde:

$\eta$  = Rendimiento mecánico, eléctrico, Hidráulico

$\rho$  = Densidad del agua [ $kg/m^3$ ]

$g$  = Gravedad [ $m/s^2$ ]

La repotenciación se la realizará mejorando el rendimiento de la central, por tanto, en el capítulo 11.3 se hará el cálculo de repotenciación en función del rendimiento.

## 11. ANÁLISIS ECONÓMICO

### 11.1. SITUACIÓN ACTUAL

#### 11.1.1. INGRESOS DEL PROYECTO SITUACIÓN ACTUAL

Ingresos:

De acuerdo al decreto supremo 26093 del 2 de marzo de 2001 se estipula: “...*Que es necesario establecer una relación entre la remuneración por potencia y energía en función de la disponibilidad de las unidades generadoras...*” se tienen dos ingresos:

**ENERGÍA:**

En el capítulo VII, artículo 67 habla de la remuneración por energía.

“ Al finalizar el mes, el Comité calculará para cada Central la remuneración total por energía despachada, como la integración en el período de la energía horaria inyectada al Sistema Troncal de Interconexión multiplicada por el Costo Marginal de Energía Horario en el nodo. ...”

**POTENCIA:**

en el capítulo VII, artículo 68 estipula el cálculo de la remuneración mensual por potencia:

“ Al finalizar cada mes, el Comité calculará la remuneración por potencia que corresponda a cada Unidad Generadora de la siguiente manera:

- Para cada central hidroeléctrica, la potencia remunerada será la Potencia Firme previo descuento por indisponibilidad forzada y programada. ...

a) Para las centrales hidráulicas:

$$\$POTMES_C = PFG_C * (1 - FIT_C) * PNP_n "$$

Donde:

\$POTMES: Remuneración mensual de la Unidad Generadora por Potencia.

C: Centrales hidroeléctricas.

PFG: Potencia Firme de la Unidad Generadora para el mes.

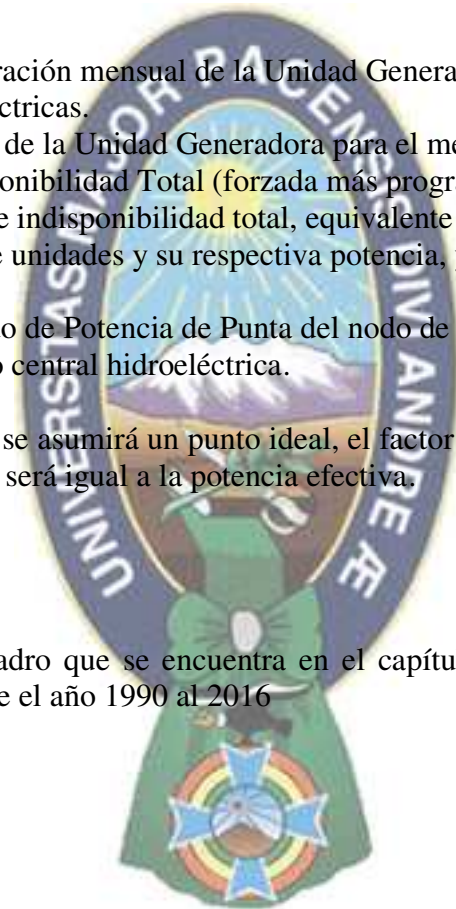
FIT: Factor de Indisponibilidad Total (forzada más programada), igual al cociente entre el número de horas de indisponibilidad total, equivalente para la central hidroeléctrica de acuerdo al número de unidades y su respectiva potencia, y el número de horas del mes respectivo.

PNPn: Precio de Nodo de Potencia de Punta del nodo de conexión de la Unidad Generadora térmica o central hidroeléctrica.

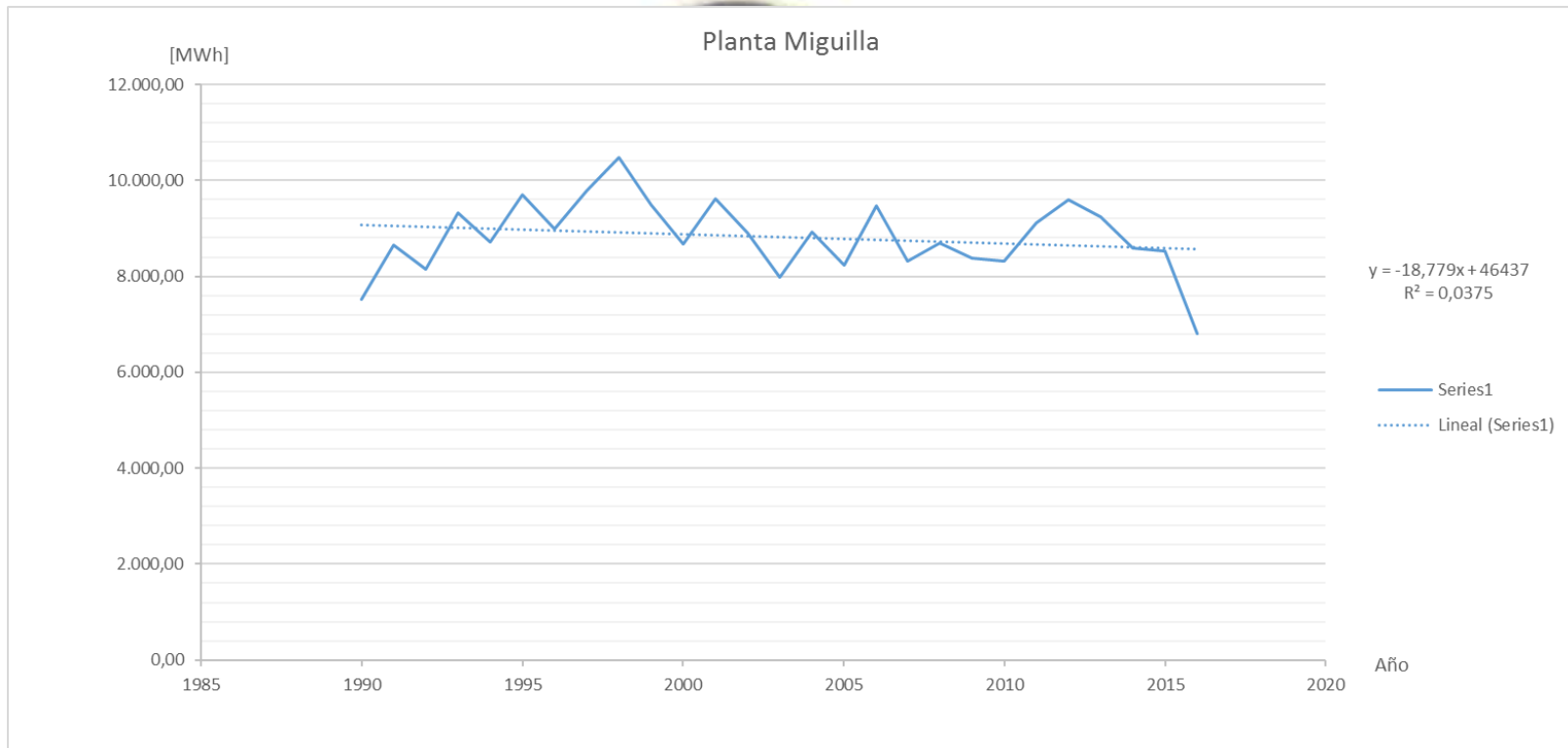
Para fines de estudio se asumirá un punto ideal, el factor de indisponibilidad tiende a 0 y que la potencia firme será igual a la potencia efectiva.

### Planta Miguilla. –

En el cuadro 23, cuadro que se encuentra en el capítulo 15, se Observa los datos de energía vendida desde el año 1990 al 2016



**ENERGÍA VENDIDA DESDE 1990 A 2016 [MWH vs AÑO] PLANTA MIGUILLA**



Cuadro 24: Energía vendida desde 1990 hasta 2031, planta Miguilla, considerando que la venta de energía es casi constante:

Año	Energía [MWh]
2017	8.559,76
2018	8.540,98
2019	8.522,20
2020	8.503,42
2021	8.484,64
2022	8.465,86
2023	8.447,08
2024	8.428,30
2025	8.409,53
2026	8.390,75
2027	8.371,97
2028	8.353,19
2029	8.334,41
2030	8.315,63
2031	8.296,85

Cuadro 25: Estimación energía vendida en los próximos 15 años, planta Miguilla

Por tanto, considerando la siguiente fórmula:

$$\frac{\$us}{año} = E \left[ \frac{Mwh}{año} \right] * CME \left[ \frac{\$us}{Mwh} \right] + PotF_c \left[ \frac{kw}{año} \right] * PNPn \left[ \frac{\$us}{kw} \right]$$

*CME.* - Costo Marginal de Energía. - Consideramos congelada a  $18,82 \frac{\$us}{Mwh}$

*PNPn.* - Precio de Nodo de Potencia de Punta. - Consideramos congelada a  $10 \frac{\$us}{Mwh}$

Energía [MWh/año]	Precio energía [\$/MWh]	Potencia[kW/año]	Precio potencia [\$/kW]	Ingreso[\$/año]
8.559,76	18,82	2.550,00	120,00	467.094,63
8.540,98	18,82	2.550,00	120,00	466.741,21
8.522,20	18,82	2.550,00	120,00	466.387,79
8.503,42	18,82	2.550,00	120,00	466.034,36
8.484,64	18,82	2.550,00	120,00	465.680,94
8.465,86	18,82	2.550,00	120,00	465.327,52
8.447,08	18,82	2.550,00	120,00	464.974,10
8.428,30	18,82	2.550,00	120,00	464.620,68
8.409,53	18,82	2.550,00	120,00	464.267,26
8.390,75	18,82	2.550,00	120,00	463.913,84
8.371,97	18,82	2.550,00	120,00	463.560,42
8.353,19	18,82	2.550,00	120,00	463.207,00
8.334,41	18,82	2.550,00	120,00	462.853,58
8.315,63	18,82	2.550,00	120,00	462.500,16
8.296,85	18,82	2.550,00	120,00	462.146,74

Cuadro 26: Ingresos por venta de energía y potencia en USD/AÑO planta Miguilla

Planta Angostura. –

En el cuadro 27, cuadro que se encuentra en el capítulo 15, se Observa los datos de energía vendida desde el año 1990 al 2016.

Sin embargo, los datos obtenidos previamente muestran la energía vendida total, históricamente hablando en 1998 entra en operación la unidad 3 de planta Angostura, por tanto, se realizará un cálculo matemático para determinar la energía vendida de las unidades en estudio.

Promedio de energía vendida:

$$E = 20560,19 \text{ MWh}$$

Sabemos que:

$$E = P * t \dots\dots\dots (1)$$

$$Fac.planta = \frac{E_R}{E_t} \dots\dots\dots (2)$$

$$Fac.planta = \frac{P_R * t_R}{P_t * t_t} \dots\dots\dots (3)$$

Suponiendo que la potencia real es igual a ala potencia teórica se tiene:

$$Fac.planta = \frac{t_R}{t_t} \dots \dots \dots (4)$$

El tiempo teórico es:

$$365 \text{ Dias} * \frac{24 \text{ Hrs}}{1 \text{ Día}} = 8760 \text{ Hrs}$$

Reemplazando en 4 y con el factor de planta igual a 0,377:

$$0,377 = \frac{t_R}{8760}$$

$$t_R = 3302,52$$

De (1)

$$E_R = P_R * t_R$$

$$P_R = \frac{E_R}{T_R}$$

$$P_R = \frac{20560,19}{3302,52}$$

$$P_R = 6,22 \text{ MW}$$

La potencia generada por la unidad 3 es 2,74

$$P_{\text{unidad 1 y 2}} = P_T - P_3$$

$$P_{\text{unidad 1 y 2}} = 6,22 - 2,74$$

$$P_{\text{unidad 1 y 2}} = 3,49 \text{ MW}$$

La energía generada por las unidades 1 y 2 son:

$$E_R = P_R * t_R$$

$$E_R = 3,49 * 3302,53$$

$$E_R = 11525,83 \text{ MWh}$$

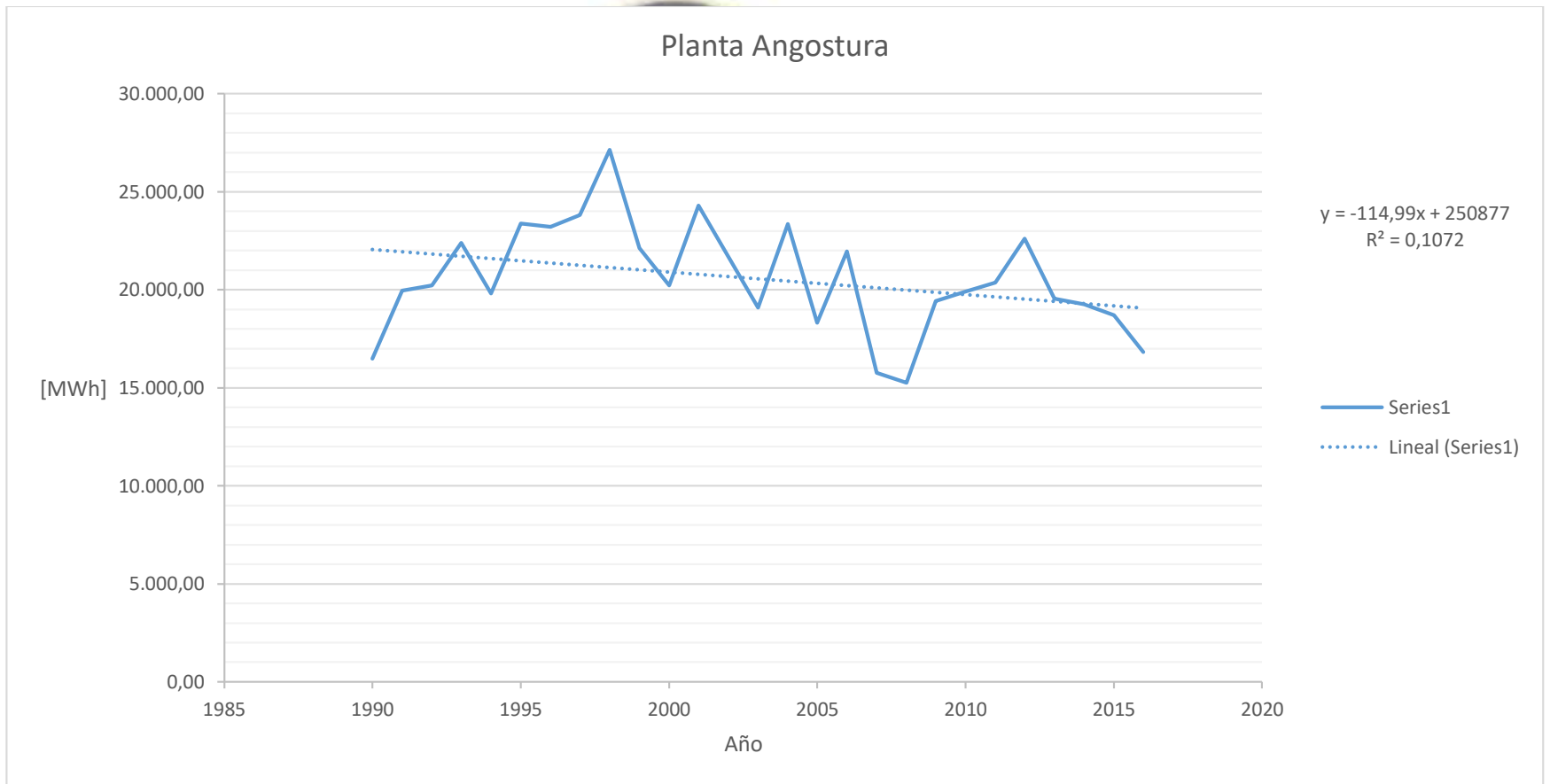
Por tanto, la energía vendida solo de las unidades 1 y 2 es:

Año	Energía Total [MWh]	Energía Un. 1 y 2 [MWh]
1999	22.123,30	10.597,47
2000	20.227,10	8.701,27
2001	24.286,90	12.761,07
2002	21.702,10	10.176,27
2003	19.099,88	7.574,05
2004	23.346,30	11.820,47
2005	18.329,50	6.803,67
2006	21.965,56	10.439,725
2007	15.752,90	4.227,07
2008	15.246,75	3.720,923
2009	19.420,75	7.894,924
2010	19.905,51	8.379,682
2011	20.371,31	8.845,476
2012	22.600,38	11.074,546
2013	19.545,45	8.019,62
2014	19.261,59	7.735,76
2015	18.695,99	7.170,161
2016	16.818,90	5.293,074

Cuadro 28: Energía vendida de las unidades 1 y 2 panta Angostura



**ENERGÍA VENDIDA DESDE 1990 A 2016 [MWH vs AÑO] PLANTA ANGOSTURA**



Cuadro 29: Energía vendida desde 1990 hasta 2031, planta Angostura, considerando que la venta de energía es casi constante:

AÑO	Energía Total [MWh]	Energía Un. 1 y 2[MWh]
2017	18.047,53	6.521,7
2018	17.849,62	6.323,79
2019	17.651,71	6.125,88
2020	17.453,80	5.927,97
2021	17.255,89	5.730,06
2022	17.057,98	5.532,15
2023	16.860,07	5.334,24
2024	16.662,16	5.136,33
2025	16.464,25	4.938,42
2026	16.266,34	4.740,51
2027	16.068,43	4.542,60
2028	15.870,52	4.344,69
2029	15.672,61	4.146,78
2030	15.474,70	3.948,87
2031	15.276,79	3.750,96

Cuadro 30: Estimación energía vendida en los próximos 15 años planta Angostura

Por tanto, considerando la siguiente fórmula:

$$\frac{\$us}{año} = E \left[ \frac{Mwh}{año} \right] * CME \left[ \frac{\$us}{Mwh} \right] + PotF_c \left[ \frac{kw}{año} \right] * (1 - FIT_c) * PNPn \left[ \frac{\$us}{kw} \right]$$

*CME.* - Costo Marginal de Energía. - Consideramos congelada a  $18,82 \frac{\$us}{Mwh}$

*PNPn.* - Precio de Nodo de Potencia de Punta. - Consideramos congelada a  $10 \frac{\$us}{Mwh}$

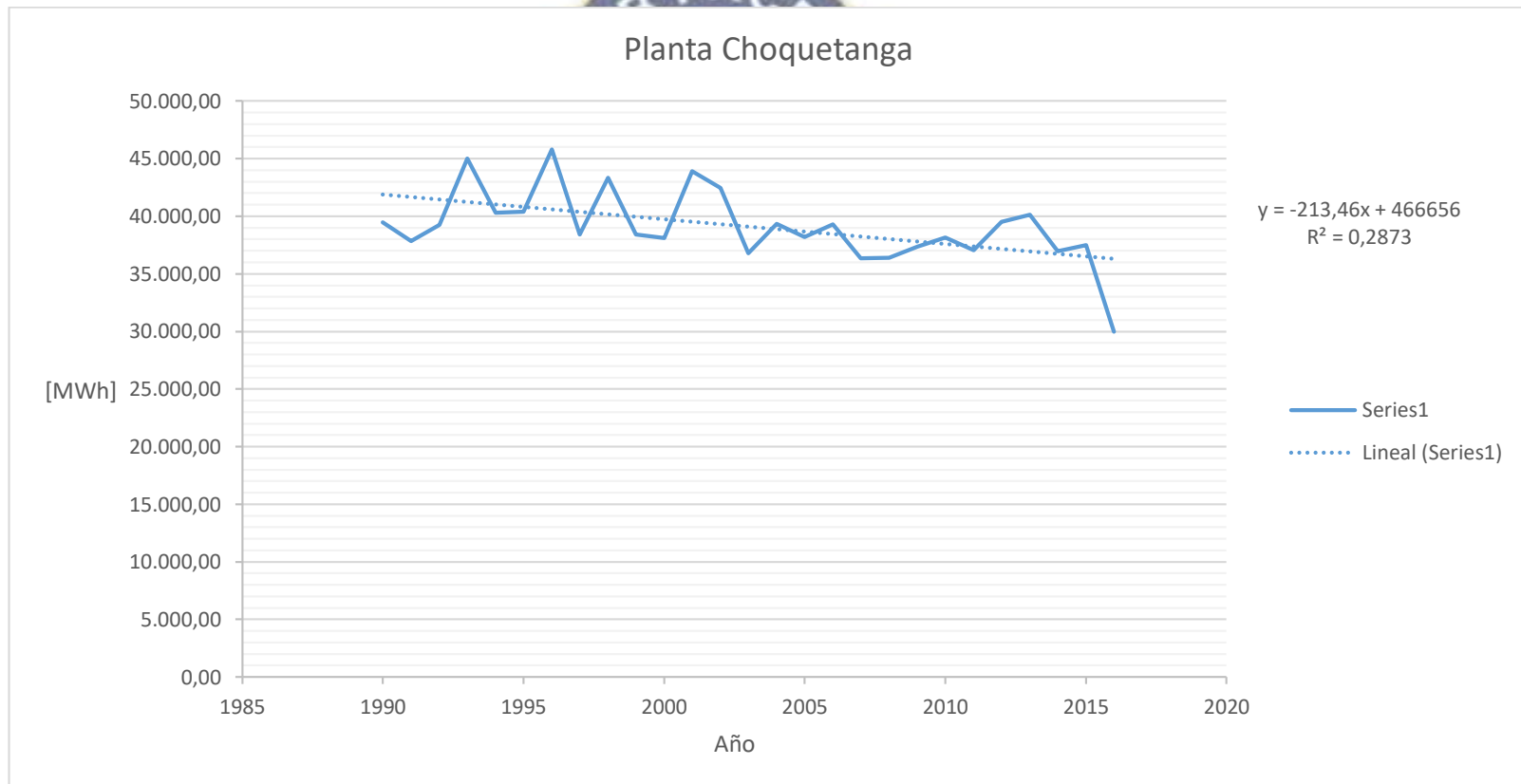
Energía [MWh/año]	Precio energía [\$/MWh]	Potencia[kW/año]	Precio potencia [\$/kW]	Ingreso[\$/año]
6.521,70	18,82	3.490,00	120,00	541.538,39
6.323,79	18,82	3.490,00	120,00	537.813,73
6.125,88	18,82	3.490,00	120,00	534.089,06
5.927,97	18,82	3.490,00	120,00	530.364,40
5.730,06	18,82	3.490,00	120,00	526.639,73
5.532,15	18,82	3.490,00	120,00	522.915,06
5.334,24	18,82	3.490,00	120,00	519.190,40
5.136,33	18,82	3.490,00	120,00	515.465,73
4.938,42	18,82	3.490,00	120,00	511.741,06
4.740,51	18,82	3.490,00	120,00	508.016,40
4.542,60	18,82	3.490,00	120,00	504.291,73
4.344,69	18,82	3.490,00	120,00	500.567,07
4.146,78	18,82	3.490,00	120,00	496.842,40
3.948,87	18,82	3.490,00	120,00	493.117,73
3.750,96	18,82	3.490,00	120,00	489.393,07

Cuadro 31: Ingresos por venta de energía y potencia en USD/AÑO planta Angostura

Planta Choquetanga. –

En el cuadro 32, cuadro que se encuentra en el capítulo 15, se Observa los datos de energía vendida desde el año 1990 al 2016.

**ENERGÍA VENDIDA DESDE 1990 A 2016 [MWH vs AÑO] PLANTA CHOQUETANGA**



Cuadro 33: Energía vendida desde 1990 hasta 2031, planta Choquetanga, considerando que la venta de energía es casi constante:

Año	Energía [MWh]
2017	36.107,18
2018	35.893,72
2019	35.680,26
2020	35.466,80
2021	35.253,34
2022	35.039,88
2023	34.826,42
2024	34.612,96
2025	34.399,50
2026	34.186,04
2027	33.972,58
2028	33.759,12
2029	33.545,66
2030	33.332,20
2031	33.118,74

Cuadro 34: Estimación energía vendida en los próximos 15 años planta Choquetanga

Por tanto, considerando la siguiente fórmula:

$$\frac{\$us}{año} = E \left[ \frac{Mwh}{año} \right] * CME \left[ \frac{\$us}{Mwh} \right] + PotF_c \left[ \frac{kw}{año} \right] * (1 - FIT_c) * PNPn \left[ \frac{\$us}{kw} \right]$$

*CME.* - Costo Marginal de Energía. - Consideramos congelada a  $18,82 \frac{\$us}{Mwh}$

*PNPn.* - Precio de Nodo de Potencia de Punta. - Consideramos congelada a  $10 \frac{\$us}{Mwh}$

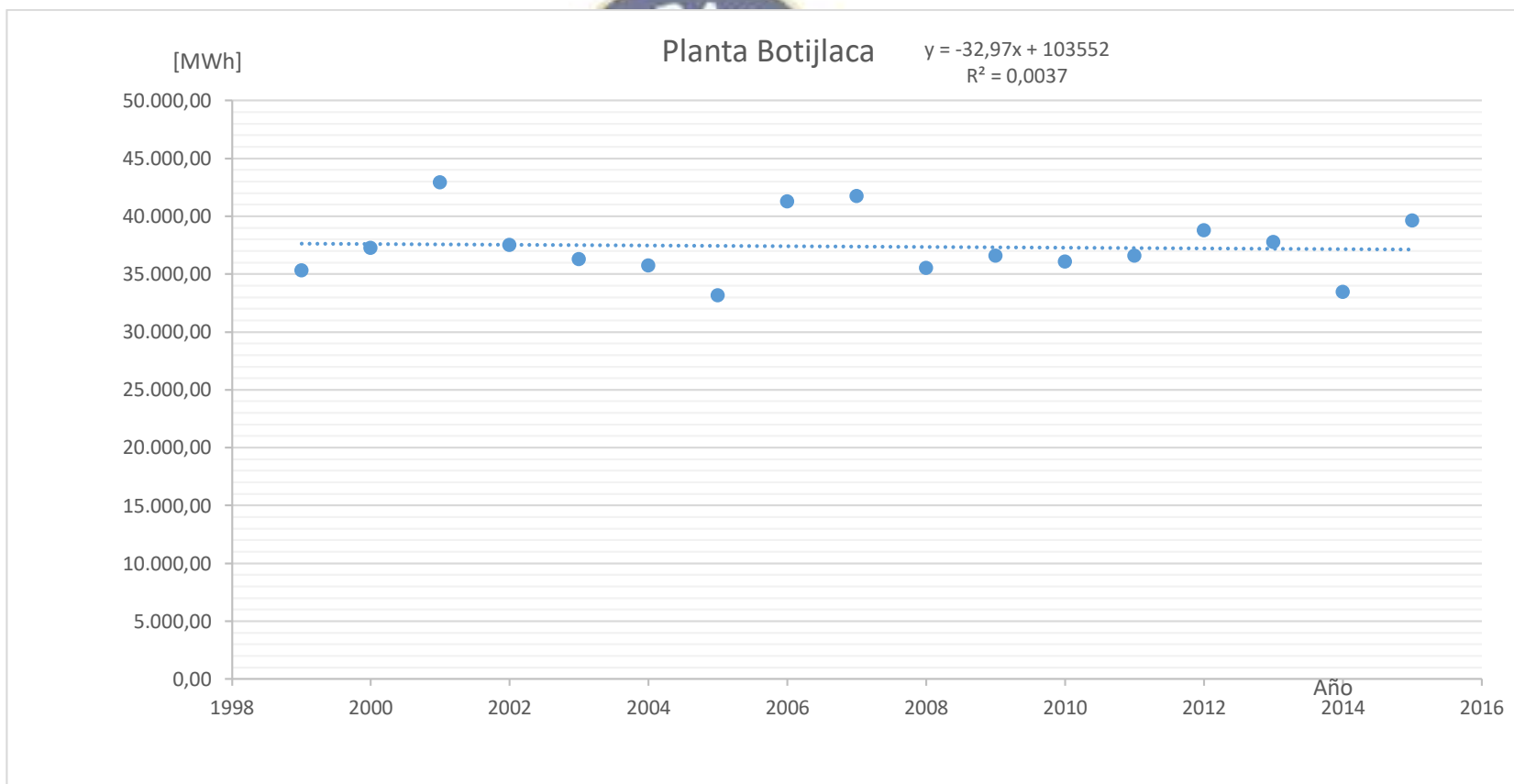
Energía [MWh/año]	Precio energía [\$/MWh]	Potencia[kW/año]	Precio potencia [\$/kW]	Ingreso[\$/año]
36.107,18	18,82	6.200,00	120,00	1.423.537,13
35.893,72	18,82	6.200,00	120,00	1.419.519,81
35.680,26	18,82	6.200,00	120,00	1.415.502,49
35.466,80	18,82	6.200,00	120,00	1.411.485,18
35.253,34	18,82	6.200,00	120,00	1.407.467,86
35.039,88	18,82	6.200,00	120,00	1.403.450,54
34.826,42	18,82	6.200,00	120,00	1.399.433,22
34.612,96	18,82	6.200,00	120,00	1.395.415,91
34.399,50	18,82	6.200,00	120,00	1.391.398,59
34.186,04	18,82	6.200,00	120,00	1.387.381,27
33.972,58	18,82	6.200,00	120,00	1.383.363,96
33.759,12	18,82	6.200,00	120,00	1.379.346,64
33.545,66	18,82	6.200,00	120,00	1.375.329,32
33.332,20	18,82	6.200,00	120,00	1.371.312,00
33.118,74	18,82	6.200,00	120,00	1.367.294,69

Cuadro 35: Ingresos por venta de energía y potencia en USD/AÑO planta Choquetanga

Planta Botijlaca. –

En el cuadro 36, cuadro que se encuentra en el capítulo 15, se Observa los datos de energía vendida desde el año 1990 al 2016.

**ENERGÍA VENDIDA DESDE 1990 A 2016 [MWH vs AÑO] PLANTA BOTIJLACA**



Cuadro 37: Energía vendida desde 1990 hasta 2031, planta Botijlaca, considerando que la venta de energía es casi constante:

Año	Energía [MWh]
2017	37.051,51
2018	37.018,54
2019	36.985,57
2020	36.952,60
2021	36.919,63
2022	36.886,66
2023	36.853,69
2024	36.820,72
2025	36.787,75
2026	36.754,78
2027	36.721,81
2028	36.688,84
2029	36.655,87
2030	36.622,90
2031	36.589,93

Cuadro 38: Estimación energía vendida en los próximos 15 años planta Botijlaca

Por tanto, considerando la siguiente fórmula:

$$\frac{\$us}{año} = E \left[ \frac{Mwh}{año} \right] * CME \left[ \frac{\$us}{Mwh} \right] + PotF_c \left[ \frac{kw}{año} \right] * (1 - FIT_c) * PNPn \left[ \frac{\$us}{kw} \right]$$

*CME.* - Costo Marginal de Energía. - Consideramos congelada a  $18,82 \frac{\$us}{Mwh}$

*PNPn.* - Precio de Nodo de Potencia de Punta. - Consideramos congelada a  $10 \frac{\$us}{Mwh}$



Energía [MWh/año]	Precio energía [\$/MWh]	Potencia[kW/año]	Precio potencia [\$/kW]	Ingreso[\$/año]
37.051,51	18,82	6.810,00	120,00	1.514.509,42
37.018,54	18,82	6.810,00	120,00	1.513.888,92
36.985,57	18,82	6.810,00	120,00	1.513.268,43
36.952,60	18,82	6.810,00	120,00	1.512.647,93
36.919,63	18,82	6.810,00	120,00	1.512.027,44
36.886,66	18,82	6.810,00	120,00	1.511.406,94
36.853,69	18,82	6.810,00	120,00	1.510.786,45
36.820,72	18,82	6.810,00	120,00	1.510.165,95
36.787,75	18,82	6.810,00	120,00	1.509.545,46
36.754,78	18,82	6.810,00	120,00	1.508.924,96
36.721,81	18,82	6.810,00	120,00	1.508.304,46
36.688,84	18,82	6.810,00	120,00	1.507.683,97
36.655,87	18,82	6.810,00	120,00	1.507.063,47
36.622,90	18,82	6.810,00	120,00	1.506.442,98
36.589,93	18,82	6.810,00	120,00	1.505.822,48

Cuadro 39: Ingresos por venta de energía y potencia en USD/AÑO planta Botijlaca

Planta Cuticucho. –

En el cuadro 40, cuadro que se encuentra en el capítulo 15, se Observa los datos de energía vendida desde el año 1990 al 2016.

Sin embargo, los datos mostrados en el cuadro 40, muestran la energía vendida total, históricamente hablando en 1998 entra en operación la unidad 5 de planta Cuticucho, por tanto, se realizará un cálculo matemático para determinar la energía vendida de las unidades en estudio, vale decir, unidades 1, 2, 3 y 4.

Promedio de energía vendida:

$$E = 114812,07 \text{ MWh}$$

Sabemos que:

$$E = P * t \dots\dots\dots (1)$$

$$Fac. planta = \frac{E_R}{E_t} \dots\dots\dots (2)$$

$$Fac.planta = \frac{P_R * t_R}{P_t * t_t} \dots\dots\dots (3)$$

Suponiendo que la potencia real es igual a ala potencia teórica se tiene:

$$Fac.planta = \frac{t_R}{t_t} \dots\dots\dots (4)$$

El tiempo teórico es:

$$365 \text{ Dias} * \frac{24 \text{ Hrs}}{1 \text{ Día}} = 8760 \text{ Hrs}$$

Reemplazando en 4 y con el factor de planta igual a 0,57:

$$0,57 = \frac{t_R}{8760}$$

$$t_R = 4993,2$$

De (1)

$$E_R = P_R * t_R$$

$$P_R = \frac{E_R}{T_R}$$

$$P_R = \frac{114812,07}{4993,2}$$

$$P_R = 22,9 \text{ MW}$$

La potencia generada por la unidad 5 es 14,4 MW

$$P_{\text{unidad 1,2,3y4}} = P_R - P_5$$

$$P_{\text{unidad 1,2,3y4}} = 22,9 - 14,4$$

$$P_{\text{unidad 1,2,3y4}} = 8,5 \text{ MW}$$

La energía generada por las unidades 1, 2, 3 y 4 son:

$$E_R = P_R * t_R$$

$$E_R = 8,5 * 4993,2$$

$$E_R = 42442,2 \text{ MWh}$$

Por tanto, la energía vendida solo de las unidades 1, 2, 3 y 4 es:

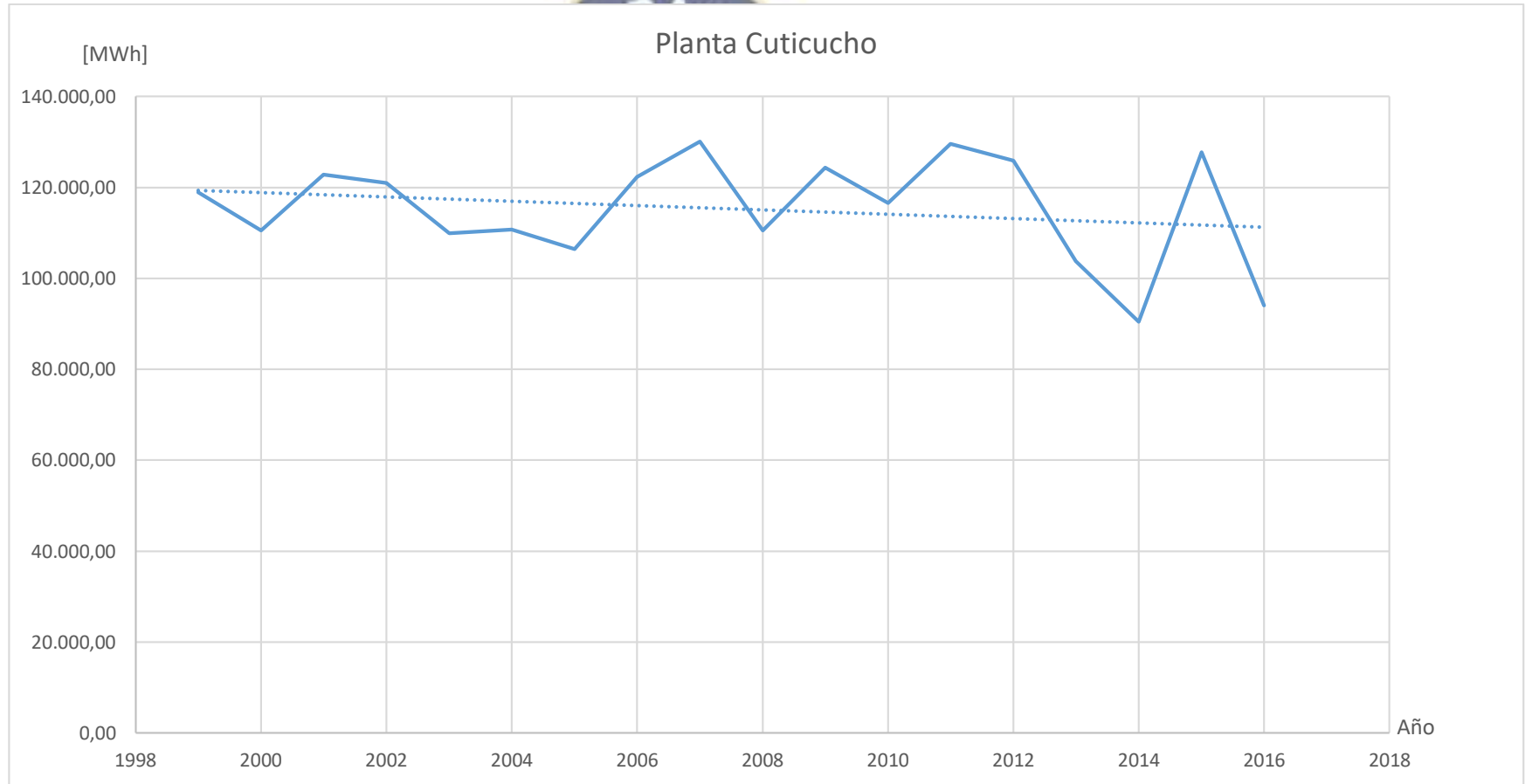
Año	Energía	Energía [MWh] Un.1 y 2
-----	---------	------------------------

	[MWh]	
1999	<b>118.918,04</b>	<b>47.015,96</b>
2000	<b>110.556,49</b>	<b>38.654,41</b>
2001	<b>122.875,82</b>	<b>50.973,74</b>
2002	<b>120.984,13</b>	<b>49.082,05</b>
2003	<b>109.930,67</b>	<b>38.028,59</b>
2004	<b>110.784,22</b>	<b>38.882,14</b>
2005	<b>106.463,06</b>	<b>34.560,98</b>
2006	<b>122.299,19</b>	<b>50.397,11</b>
2007	<b>130.109,03</b>	<b>58.206,95</b>
2008	<b>110.557,66</b>	<b>38.655,58</b>
2009	<b>124.390,22</b>	<b>52.488,14</b>
2010	<b>116.621,23</b>	<b>44.719,15</b>
2011	<b>129.559,85</b>	<b>57.657,77</b>
2012	<b>125.862,30</b>	<b>53.960,22</b>
2013	<b>103.795,78</b>	<b>31.893,70</b>
2014	<b>90.477,84</b>	<b>18.575,76</b>
2015	<b>127.716,46</b>	<b>55.814,38</b>
2016	<b>94.038,13</b>	<b>22.136,05</b>

Cuadro 41: Estimación energía vendida en los próximos 15 años planta Angostura



**ENERGÍA VENDIDA DESDE 1990 A 2016 [MWH vs AÑO] PLANTA CUTICUCHO**



Cuadro 42: Energía vendida desde 1990 hasta 2031, planta Cuticucho, considerando que la venta de energía es casi constante:

Año	Energía [MWh]	Energía [MWh] Un.1 y 2
2017	112.294,94	40.392,86
2018	112.043,76	40.141,68
2019	111.792,58	39.890,50
2020	111.541,40	39.639,32
2021	111.290,22	39.388,14
2022	111.039,04	39.136,96
2023	110.787,86	38.885,78
2024	110.536,68	38.634,60
2025	110.285,50	38.383,42
2026	110.034,32	38.132,24
2027	109.783,14	37.881,06
2028	109.531,96	37.629,88
2029	109.280,78	37.378,70
2030	109.029,60	37.127,52
2031	108.778,42	36.876,34

Cuadro 43: Estimación energía vendida en los próximos 15 años planta Cuticucho

Por tanto, considerando la siguiente fórmula:

$$\frac{\$us}{año} = E \left[ \frac{Mwh}{año} \right] * CME \left[ \frac{\$us}{Mwh} \right] + PotF_c \left[ \frac{kw}{año} \right] * (1 - FIT_c) * PNPn \left[ \frac{\$us}{kw} \right]$$

*CME.* - Costo Marginal de Energía. - Consideramos congelada a  $18,82 \frac{\$us}{Mwh}$

*PNPn.* - Precio de Nodo de Potencia de Punta. - Consideramos congelada a  $10 \frac{\$us}{Mwh}$

Energía [MWh/año]	Precio energía [\$/MWh]	Potencia[kW/año]	Precio potencia [\$/kW]	Ingreso[\$/año]
40.392,86	18,82	8.500,00	120,00	1.780.193,63
40.141,68	18,82	8.500,00	120,00	1.775.466,42
39.890,50	18,82	8.500,00	120,00	1.770.739,21
39.639,32	18,82	8.500,00	120,00	1.766.012,00
39.388,14	18,82	8.500,00	120,00	1.761.284,79
39.136,96	18,82	8.500,00	120,00	1.756.557,59
38.885,78	18,82	8.500,00	120,00	1.751.830,38
38.634,60	18,82	8.500,00	120,00	1.747.103,17
38.383,42	18,82	8.500,00	120,00	1.742.375,96
38.132,24	18,82	8.500,00	120,00	1.737.648,76
37.881,06	18,82	8.500,00	120,00	1.732.921,55
37.629,88	18,82	8.500,00	120,00	1.728.194,34
37.378,70	18,82	8.500,00	120,00	1.723.467,13
37.127,52	18,82	8.500,00	120,00	1.718.739,93
36.876,34	18,82	8.500,00	120,00	1.714.012,72

Cuadro 44: Ingresos por venta de energía y potencia en USD/AÑO planta Cuticucho



### 11.1.2. COSTOS DEL PROYECTO SITUACIÓN ACTUAL

Se debe hacer una estimación de los salarios actuales:

Salarios tableristas y maquinistas	Años de trabajo [años]	Salario Básico [Bs/mes]	Salario Básico [Bs/Hr]	<i>Bonos antigüedad</i>			<i>Compensación alimenticia [Bs/mes]</i>	<i>Convenio sindical [Bs/mes]</i>	<i>Refrigerio nocturno [Bs/mes]</i>	Sueldo total por mes	Sueldo total [Bs/año]	Sueldo total [\$/año]
				Bono Bs/mes	Bono Bs/Hr	Bono Bs/mes						
Trabajador antiguo	Mayor a 25	15000	62,50	3090	81,25	3250,00	1500	750	150	23740,0	284880	40931,03
Trabajador semi antiguo	11 a 25	8530	35,54	1854	46,20	1848,17	1500	426,5	150	14308,7	171704	24670,11
Trabajador nuevo	Menor a 5	2060	8,58	309	11,16	446,33	1500	103	150	4568,3	54820	7876,44
Mayores de 58 años	58 a 65	2500	10,42	3090	13,54	541,67	1500	125	150	7906,7	94880	13632,18
<b>Total</b>										<b>511404</b>	<b>73477,59</b>	

Cuadro 45: Estimación salarios

Fuente:

Salario básico. - Estimación

Bono de antigüedad. - Normativa

Recargo nocturno. - Normativa

Compensación alimenticia. - Estimación Convenio

Convenio sindical. – Estimación Convenio

Refrigerio nocturno. – Estimación Convenio

Tipo de cambio Bolivianos a Dólares. – Banco central de Bolivia

### 11.1.2.1. Costos de inversión

En las cinco centrales que se evalúan, no se realizan inversiones en la hipótesis de estudio, “Situación actual”.

### 11.1.2.2. Sueldos

#### Planta Miguilla. –

	empleados por planta	Sueldo [Bs/mes]	Sueldo total por planta [Bs/mes]	Sueldo total [Bs/año]	Sueldo total [Sus/año]
Mayores a 25 años	2	23740,00	47480,00	569760,00	81862,06897
De 11 a 25 años	1	14308,67	14308,67	171704,00	24670,11494
Menores a 5 años	0	4568,33	0,00	0,00	0
Mayores 58 años	3	7906,67	23720,00	284640,00	40896,55172
				<b>TOTAL.MIG</b>	<b>147428,7356</b>

Cuadro 46: Estimación salario Miguilla

#### Planta Angostura. –

	empleados por planta	Sueldo [Bs/mes]	Sueldo total por planta [Bs/mes]	Sueldo total [Bs/año]	Sueldo total [Sus/año]
Mayores a 25 años	2	23740,00	47480,00	569760,00	81862,06897
De 11 a 25 años	1	14308,67	14308,67	171704,00	24670,11494
Menores a 5 años	1	4568,33	4568,33	54820,00	7876,436782
Mayores 58 años	2	7906,67	15813,33	189760,00	27264,36782
				<b>TOTAL.ANG</b>	<b>141672,9885</b>

Cuadro 47: Estimación salario Angostura



Planta Choquetanga. –

	empleados por planta	Sueldo [Bs/mes]	Sueldo total por planta [Bs/mes]	Sueldo total [Bs/año]	Sueldo total [Sus/año]
Mayores a 25 años	3	23740,00	71220,00	854640,00	122793,1034
De 11 a 25 años	2	14308,67	28617,33	343408,00	49340,22989
Menores a 5 años	1	4568,33	4568,33	54820,00	7876,436782
Mayores 58 años	0	7906,67	0,00	0,00	0
				<b>TOTAL.CHO</b>	<b>180009,7701</b>

Cuadro 48: Estimación salario Choquetanga

Planta Botijlaca. –

	empleados por planta	Sueldo [Bs/mes]	Sueldo total por planta [Bs/mes]	Sueldo total [Bs/año]	Sueldo total [Sus/año]
Mayores a 25 años	2	23740,00	47480,00	569760,00	81862,06897
De 11 a 25 años	2	14308,67	28617,33	343408,00	49340,22989
Menores a 5 años	1	4568,33	4568,33	54820,00	7876,436782
Mayores 58 años	1	7906,67	7906,67	94880,00	13632,18391
				<b>TOTAL.BOT</b>	<b>152710,9195</b>

Cuadro 49: Estimación salario Botijlaca

Planta Cuticucho. –

	empleados por planta	Sueldo [Bs/mes]	Sueldo total por planta [Bs/mes]	Sueldo total [Bs/año]	Sueldo total [Sus/año]
Mayores a 25 años	2	23740,00	47480,00	569760,00	81862,06897
De 11 a 25 años	1	14308,67	14308,67	171704,00	24670,11494
Menores a 5 años	2	4568,33	9136,67	109640,00	15752,87356
Mayores 58 años	1	7906,67	7906,67	94880,00	13632,18391
				<b>TOTAL.CUT</b>	<b>135917,2414</b>

Cuadro 50: Estimación salario Cuticucho

### 11.1.2.3. Operación y Mantenimiento:

Los costos de operación y mantenimiento se pueden estimar de acuerdo a los siguientes datos:

#### Planta Miguilla. –

Según datos obtenidos de la empresa, los costos de operación y mantenimiento son:

$$CO\&M_{MIG} = 69,530.00 \frac{\$}{año}$$

#### Planta Angostura. –

Según datos obtenidos de la empresa, los costos de operación y mantenimiento son:

$$CO\&M_{ANG} = 66,617.00 \frac{\$}{año}$$

#### Planta Choquetanga. –

Según datos obtenidos de la empresa, los costos de operación y mantenimiento son:

$$CO\&M_{CHO} = 119,918.00 \frac{\$}{año}$$

#### Planta Botijlaca. –

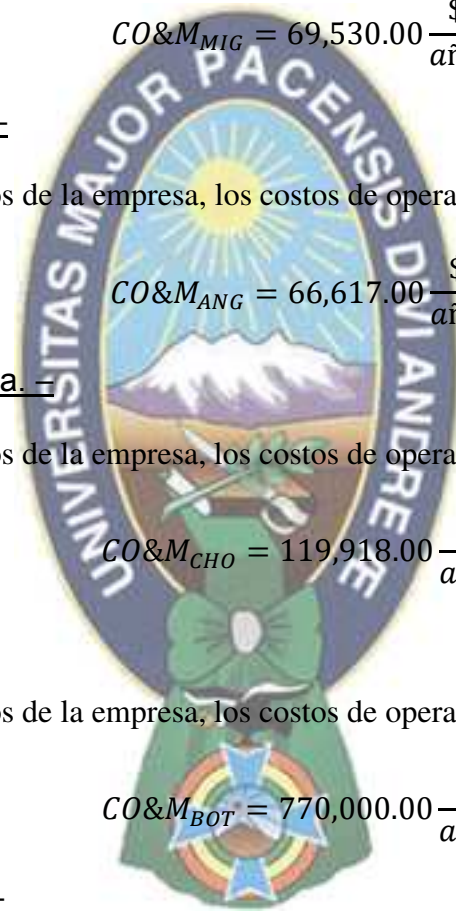
Según datos obtenidos de la empresa, los costos de operación y mantenimiento son:

$$CO\&M_{BOT} = 770,000.00 \frac{\$}{año}$$

#### Planta Cuticucho. –

Según datos obtenidos de la empresa, los costos de operación y mantenimiento son:

$$CO\&M_{CUT} = 154,000.00 \frac{\$}{año}$$



## 11.2. MODERNIZACIÓN

### 11.2.1. INGRESOS DEL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN

Ingresos:

En este acápite, la hipótesis considera que los ingresos no aumentan, ya que las unidades son las mismas, más cuando se automatizan, no se necesitará tanto personal como se necesita en la condición actual, por tanto, los ingresos de las plantas Miguilla, Angostura y Choquetanga se reflejan en los cuadros 26, 31 y 35 respectivamente.

Cabe recalcar que, las plantas a ser modernizadas son solo tres: Miguilla, Angostura, Choquetanga, ya que Botijlaca y Cuticucho son de control automático.

### 11.2.2. COSTOS DEL PROYECTO DE MODERNIZACIÓN

#### 11.2.2.1. Costos de inversión

Según datos proporcionados por la empresa, los costos de inversión son:

Planta Miguilla. -

$$CO.MOD_{MIG} = 165,649.11 \frac{USD}{año}$$

Planta Angostura. -

$$CO.MOD_{ANG} = 223,133.14 \frac{USD}{año}$$

Planta Choquetanga. -

$$CO.MOD_{CHO} = 266,976.81 \frac{USD}{año}$$

#### 11.2.2.2. Sueldos

Al estar modernizadas las plantas, se requerirá menos personal, asumiremos que se necesitarán 3 personas por planta.

Planta Miguilla. –

	empleados por planta	Sueldo [Bs/mes]	Sueldo total por planta [Bs/mes]	Sueldo total [Bs/año]	Sueldo total [Sus/año]
Mayores a 25 años	3	23740,00	71220,00	854640,00	122793,1034
De 11 a 25 años	0	14308,67	0,00	0,00	0
Menores a 5 años	0	4568,33	0,00	0,00	0
Mayores 58 años	0	7906,67	0,00	0,00	0
				<b>TOTAL.MIG</b>	<b>122793,1034</b>

Cuadro 51: Estimación salario modernización Miguilla

Planta Angostura. –

	empleados por planta	Sueldo [Bs/mes]	Sueldo total por planta [Bs/mes]	Sueldo total [Bs/año]	Sueldo total [Sus/año]
Mayores a 25 años	2	23740,00	47480,00	569760,00	81862,06897
De 11 a 25 años	1	14308,67	14308,67	171704,00	24670,11494
Menores a 5 años	0	4568,33	0,00	0,00	0
Mayores 58 años	0	7906,67	0,00	0,00	0
				<b>TOTAL.ANG</b>	<b>106532,1839</b>

Cuadro 52: Estimación salario modernización Angostura

Planta Choquetanga. –

	empleados por planta	Sueldo [Bs/mes]	Sueldo total por planta [Bs/mes]	Sueldo total [Bs/año]	Sueldo total [Sus/año]
Mayores a 25 años	2	23740,00	47480,00	569760,00	81862,06897
De 11 a 25 años	1	14308,67	14308,67	171704,00	24670,11494
Menores a 5 años	0	4568,33	0,00	0,00	0
Mayores 58 años	0	7906,67	0,00	0,00	0
				<b>TOTAL.CHO</b>	<b>106532,1839</b>

Cuadro 53: Estimación salario modernización Choquetanga

### 11.2.2.3. Operación y mantenimiento:

Los costos de operación y mantenimiento serán los mismos mencionados anteriormente, ya que no aumentamos ni disminuimos potencia

#### Planta Miguilla. –

Según datos obtenidos los costos de operación y mantenimiento son:

$$CO\&M_{MIG} = 69,530.00 \frac{\$}{\text{año}}$$

#### Planta Angostura. –

Según datos obtenidos los costos de operación y mantenimiento son:

$$CO\&M_{ANG} = 66,617.00 \frac{\$}{\text{año}}$$

#### Planta Choquetanga. –

Según datos obtenidos los costos de operación y mantenimiento son:

$$CO\&M_{CHO} = 119,918.00 \frac{\$}{\text{año}}$$

## 11.3. REPOTENCIACIÓN

#### Planta Miguilla. –

La central Miguilla tiene 2 unidades, con las siguientes características:

	Caudal [m <sup>3</sup> /s]	Potencia efectiva [Mw]
Unidad 1	0,39	1,31
Unidad 2	0,36	1,24
	Potencia efectiva MIG:	2,55

Al reemplazar las dos unidades por una sola, podremos obtener un caudal total para la unidad nueva, el cual será la suma de los caudales:

$$\begin{aligned} Q &= Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n \\ Q &= 0,39 + 0,36 \\ Q &= 0,75 \text{ [m}^3\text{/s]} \end{aligned}$$

Con el caudal total obtenido podremos calcular la potencia en función del rendimiento:

Q[m3/s]	H [m]	$\eta$	P [w]	P [Mw]
0,75	456	0,90	3016440	3,02
0,75	456	0,89	2982924	2,98
0,75	456	0,88	2949408	2,95
0,75	456	0,87	2915892	2,92
0,75	456	0,86	2882376	2,88
0,75	456	0,85	2848860	2,85
0,75	456	0,84	2815344	2,82
0,75	456	0,83	2781828	2,78
0,75	456	0,82	2748312	2,75
0,75	456	0,81	2714796	2,71
0,75	456	0,80	2681280	2,68
0,75	456	0,79	2647764	2,65
0,75	456	0,78	2614248	2,61
0,75	456	0,77	2580732	2,58
0,75	456	0,76	2547216	2,55

Cuadro 54: Potencia en función del rendimiento planta Miguilla

Con un rendimiento menor al 77% no se aumenta la potencia, por tanto, la opción de repotenciación no será recomendable.

#### Planta Angostura. –

La central Angostura tiene 3 unidades, de la cuales 2 están consideradas en su análisis con las siguientes características:

	Caudal [m3/s]	Potencia efectiva [Mw]
Unidad 1	0,59	2,22
Unidad 2	0,36	1,27
	Potencia efectiva ANG:	3,49

Al reemplazar las dos unidades por una sola, podremos obtener un caudal total para la unidad nueva, el cual será la suma de los caudales:

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$$

$$Q = 0,59 + 0,36$$

$$Q = 0,95 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

Con el caudal total obtenido podremos calcular la potencia en función del rendimiento:

Q[m3/s]	H [m]	$\eta$	P [w]	P [Mw]
0,95	502	0,90	4206258	4,21
0,95	502	0,89	4159521,8	4,16
0,95	502	0,88	4112785,6	4,11
0,95	502	0,87	4066049,4	4,07
0,95	502	0,86	4019313,2	4,02
0,95	502	0,85	3972577	3,97
0,95	502	0,84	3925840,8	3,93
0,95	502	0,83	3879104,6	3,88
0,95	502	0,82	3832368,4	3,83
0,95	502	0,81	3785632,2	3,79
0,95	502	0,80	3738896	3,74
0,95	502	0,79	3692159,8	3,69
0,95	502	0,78	3645423,6	3,65
0,95	502	0,77	3598687,4	3,60
0,95	502	0,76	3551951,2	3,55
0,95	502	0,75	3505215	3,51
0,95	502	0,74	3458478,8	3,46
0,95	502	0,73	3411742,6	3,41
0,95	502	0,72	3365006,4	3,37

Cuadro 54: Potencia en función del rendimiento planta Angostura

Con un rendimiento menor al 75% no se aumenta la potencia, por tanto, la opción de repotenciación no será recomendable.

#### Planta Choquetanga. –

Previo al cálculo teórico de la potencia teórica, en la central Choquetanga se encuentran 3 unidades, con las siguientes características:

	Caudal [m3/s]	Potencia efectiva [Mw]
Unidad 1	0,55	1,91
Unidad 2	0,72	2,45
Unidad 3	0,6	1,84
	Potencia efectiva CHO:	6,20

Al reemplazar las dos unidades por una sola, podremos obtener un caudal total para la unidad nueva, el cual será la suma de los caudales:

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$$

$$Q = 0,55 + 0,72 + 0,6$$

$$Q = 1,87 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

Con el caudal total obtenido podremos calcular la potencia en función del rendimiento:

Q[m3/s]	H [m]	$\eta$	P [w]	P [Mw]
1,87	470	0,90	7751898	7,75
1,87	470	0,89	7665765,8	7,67
1,87	470	0,88	7579633,6	7,58
1,87	470	0,87	7493501,4	7,49
1,87	470	0,86	7407369,2	7,41
1,87	470	0,85	7321237	7,32
1,87	470	0,84	7235104,8	7,24
1,87	470	0,83	7148972,6	7,15
1,87	470	0,82	7062840,4	7,06
1,87	470	0,81	6976708,2	6,98
1,87	470	0,80	6890576	6,89
1,87	470	0,79	6804443,8	6,80
1,87	470	0,78	6718311,6	6,72
1,87	470	0,77	6632179,4	6,63
1,87	470	0,76	6546047,2	6,55
1,87	470	0,75	6459915	6,46
1,87	470	0,74	6373782,8	6,37
1,87	470	0,73	6287650,6	6,29
1,87	470	0,72	6201518,4	6,20

Cuadro 55: Potencia en función del rendimiento planta Choquetanga



Con un rendimiento menor al 72% no se aumenta la potencia, por tanto, la opción de repotenciación no será recomendable.

Planta Botijlaca. –

Previo al cálculo teórico de la potencia teórica, en la central Botijlaca se encuentran 3 unidades, con las siguientes características:

	Caudal [m3/s]	Potencia efectiva [Mw]
Unidad 1	0,74	1,90
Unidad 2	0,56	1,47
Unidad 3	1,04	3,44
	Potencia efectiva BOT:	6,81

Al reemplazar las dos unidades por una sola, podremos obtener un caudal total para la unidad nueva, el cual será la suma de los caudales:

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$$

$$Q = 0,74 + 0,56 + 1,04$$

$$Q = 2,34 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

Con el caudal total obtenido podremos calcular la potencia en función del rendimiento:

Q[m3/s]	H [m]	$\eta$	P [w]	P [Mw]
2,34	382	0,90	7884021,6	7,88
2,34	382	0,89	7796421,36	7,80
2,34	382	0,88	7708821,12	7,71
2,34	382	0,87	7621220,88	7,62
2,34	382	0,86	7533620,64	7,53
2,34	382	0,85	7446020,4	7,45
2,34	382	0,84	7358420,16	7,36
2,34	382	0,83	7270819,92	7,27
2,34	382	0,82	7183219,68	7,18
2,34	382	0,81	7095619,44	7,10
2,34	382	0,80	7008019,2	7,01
2,34	382	0,79	6920418,96	6,92
2,34	382	0,78	6832818,72	6,83

Cuadro 56: Potencia en función del rendimiento planta Botijlaca

Con un rendimiento menor al 78% no se aumenta la potencia, por tanto, la opción de repotenciación no será recomendable.

Planta Cuticucho. –

Previo al cálculo teórico de la potencia teórica, en la central Cuticucho se encuentran 4 unidades, con las siguientes características:

	Caudal [m3/s]	Potencia efectiva [MW]
Unidad 1	0,54	2,50
Unidad 2	0,46	2,38
Unidad 3	0,43	2,30
Unidad 4	0,44	1,49
	Potencia efectiva CUT:	8,67

Al reemplazar las dos unidades por una sola, podremos obtener un caudal total para la unidad nueva, el cual será la suma de los caudales:

$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$$

$$Q = 0,54 + 0,46 + 0,43 + 0,44$$

$$Q = 1,87 [m^3/s]$$

Con el caudal total obtenido podremos calcular la potencia en función del rendimiento:

Q[m3/s]	H [m]	$\eta$	P [w]	P [Mw]
1,87	652	0,90	10753696,8	10,75
1,87	652	0,89	10634211,28	10,63
1,87	652	0,88	10514725,76	10,51
1,87	652	0,87	10395240,24	10,40
1,87	652	0,86	10275754,72	10,28
1,87	652	0,85	10156269,2	10,16
1,87	652	0,84	10036783,68	10,04
1,87	652	0,83	9917298,16	9,92
1,87	652	0,82	9797812,64	9,80
1,87	652	0,81	9678327,12	9,68
1,87	652	0,80	9558841,6	9,56
1,87	652	0,79	9439356,08	9,44

1,87	652	0,78	9319870,56	9,32
1,87	652	0,77	9200385,04	9,20
1,87	652	0,76	9080899,52	9,08
1,87	652	0,75	8961414	8,96
1,87	652	0,74	8841928,48	8,84
1,87	652	0,73	8722442,96	8,72
1,87	652	0,72	8602957,44	8,60

Cuadro 57: Potencia en función del rendimiento planta Cuticucho

Con un rendimiento menor al 73% no se aumenta la potencia, por tanto, la opción de repotenciación no será recomendable.

### 11.3.1. INGRESOS

Ingresos:

Los ingresos aumentarán debido a que, se venderá más energía en el tiempo actual, de acuerdo al siguiente detalle:



Cálculo de energía vendida con potencia aumentada:

Planta Miguilla. –

Año	Energía [MWh]	Pot.ef. [Mw]	Tiempo teórico [H]	Energía.t[MWh]	Fac. de Planta	Tiempo real [H]	Pot.nueva [MW]	Energía [MWh]
1990	7.509,70	2,55	8760,00	22338,00	0,34	2944,98	3,02	8893,84
1991	8.643,40	2,55	8760,00	22338,00	0,39	3389,57	3,02	10236,50
1992	8.156,50	2,55	8760,00	22338,00	0,37	3198,63	3,02	9659,85
1993	9.333,00	2,55	8760,00	22338,00	0,42	3660,00	3,02	11053,20
1994	8.710,20	2,55	8760,00	22338,00	0,39	3415,76	3,02	10315,61
1995	9.698,00	2,55	8760,00	22338,00	0,43	3803,14	3,02	11485,47
1996	8.993,20	2,55	8760,00	22338,00	0,40	3526,75	3,02	10650,77
1997	9.780,84	2,55	8760,00	22338,00	0,44	3835,62	3,02	11583,58
1998	10.488,96	2,55	8760,00	22338,00	0,47	4113,32	3,02	12422,22
1999	9.493,56	2,55	8760,00	22338,00	0,42	3722,96	3,02	11243,35
2000	8.676,66	2,55	8760,00	22338,00	0,39	3402,61	3,02	10275,89
2001	9.627,30	2,55	8760,00	22338,00	0,43	3775,41	3,02	11401,74
2002	8.901,40	2,55	8760,00	22338,00	0,40	3490,75	3,02	10542,05
2003	7.987,80	2,55	8760,00	22338,00	0,36	3132,47	3,02	9460,06
2004	8.920,58	2,55	8760,00	22338,00	0,40	3498,27	3,02	10564,77
2005	8.241,10	2,55	8760,00	22338,00	0,37	3231,80	3,02	9760,05
2006	9.466,35	2,55	8760,00	22338,00	0,42	3712,29	3,02	11211,13
2007	8.326,30	2,55	8760,00	22338,00	0,37	3265,22	3,02	9860,95
2008	8.689,00	2,55	8760,00	22338,00	0,39	3407,45	3,02	10290,50
2009	8.389,00	2,55	8760,00	22338,00	0,38	3289,80	3,02	9935,21
2010	8.309,00	2,55	8760,00	22338,00	0,37	3258,43	3,02	9840,46
2011	9.117,53	2,55	8760,00	22338,00	0,41	3575,50	3,02	10798,02
2012	9.594,25	2,55	8760,00	22338,00	0,43	3762,45	3,02	11362,61
2013	9.250,64	2,55	8760,00	22338,00	0,41	3627,70	3,02	10955,66
2014	8.582,19	2,55	8760,00	22338,00	0,38	3365,56	3,02	10164,00
2015	8.522,15	2,55	8760,00	22338,00	0,38	3342,02	3,02	10092,90
2016	6.795,56	2,55	8760,00	22338,00	0,30	2664,93	3,02	8048,07
2017	8.559,76	2,55	8760,00	22338,00	0,38	3356,77	3,02	10137,44
2018	8.540,98	2,55	8760,00	22338,00	0,38	3349,40	3,02	10115,20
2019	8.522,20	2,55	8760,00	22338,00	0,38	3342,04	3,02	10092,96
2020	8.503,42	2,55	8760,00	22338,00	0,38	3334,67	3,02	10070,72
2021	8.484,64	2,55	8760,00	22338,00	0,38	3327,31	3,02	10048,48
2022	8.465,86	2,55	8760,00	22338,00	0,38	3319,95	3,02	10026,24
2023	8.447,08	2,55	8760,00	22338,00	0,38	3312,58	3,02	10004,00
2024	8.428,30	2,55	8760,00	22338,00	0,38	3305,22	3,02	9981,76
2025	8.409,53	2,55	8760,00	22338,00	0,38	3297,85	3,02	9959,52
2026	8.390,75	2,55	8760,00	22338,00	0,38	3290,49	3,02	9937,28
2027	8.371,97	2,55	8760,00	22338,00	0,37	3283,12	3,02	9915,04
2028	8.353,19	2,55	8760,00	22338,00	0,37	3275,76	3,02	9892,80
2029	8.334,41	2,55	8760,00	22338,00	0,37	3268,40	3,02	9870,55
2030	8.315,63	2,55	8760,00	22338,00	0,37	3261,03	3,02	9848,31
2031	8.296,85	2,55	8760,00	22338,00	0,37	3253,67	3,02	9826,07

Cuadro 58: Energía vendida planta Miguilla repotenciada

Energía [MWh/año]	Precio energía [\$/MWh]	Potencia[kW/año]	Precio potencia [\$/kW]	Ingreso[\$/año]
10.137,44	18,82	3.020,00	120,00	553.186,58
10.115,20	18,82	3.020,00	120,00	552.768,02
10.092,96	18,82	3.020,00	120,00	552.349,46
10.070,72	18,82	3.020,00	120,00	551.930,89
10.048,48	18,82	3.020,00	120,00	551.512,33
10.026,24	18,82	3.020,00	120,00	551.093,77
10.004,00	18,82	3.020,00	120,00	550.675,21
9.981,76	18,82	3.020,00	120,00	550.256,65
9.959,52	18,82	3.020,00	120,00	549.838,09
9.937,28	18,82	3.020,00	120,00	549.419,53
9.915,04	18,82	3.020,00	120,00	549.000,97
9.892,80	18,82	3.020,00	120,00	548.582,41
9.870,55	18,82	3.020,00	120,00	548.163,84
9.848,31	18,82	3.020,00	120,00	547.745,28
9.826,07	18,82	3.020,00	120,00	547.326,72

Cuadro 59: Ingresos planta Miguilla repotenciada

Planta Angostura. –

Año	Energía [MWh]	Energía [MWh] Un.1 y 2	Pot.ef. [Mw]	Tiempo teórico [h]	Energía.t[MWh]	Fac. de Planta	Tiempo real [h]	Pot.nueva [MW]	Energía [MWh]
1999	22.123,30	10.597,47	3,49	8760,00	30572,40	0,35	3036,52	4,21	12783,77
2000	20.227,10	8.701,27	3,49	8760,00	30572,40	0,28	2493,20	4,21	10496,37
2001	24.286,90	12.761,07	3,49	8760,00	30572,40	0,42	3656,47	4,21	15393,73
2002	21.702,10	10.176,27	3,49	8760,00	30572,40	0,33	2915,84	4,21	12275,67
2003	19.099,88	7.574,05	3,49	8760,00	30572,40	0,25	2170,21	4,21	9136,60
2004	23.346,30	11.820,47	3,49	8760,00	30572,40	0,39	3386,95	4,21	14259,08
2005	18.329,50	6.803,67	3,49	8760,00	30572,40	0,22	1949,48	4,21	8207,29
2006	21.965,56	10.439,73	3,49	8760,00	30572,40	0,34	2991,33	4,21	12593,48
2007	15.752,90	4.227,07	3,49	8760,00	30572,40	0,14	1211,19	4,21	5099,13
2008	15.246,75	3.720,92	3,49	8760,00	30572,40	0,12	1066,17	4,21	4488,56
2009	19.420,75	7.894,92	3,49	8760,00	30572,40	0,26	2262,16	4,21	9523,68
2010	19.905,51	8.379,68	3,49	8760,00	30572,40	0,27	2401,06	4,21	10108,44
2011	20.371,31	8.845,48	3,49	8760,00	30572,40	0,29	2534,52	4,21	10670,33
2012	22.600,38	11.074,55	3,49	8760,00	30572,40	0,36	3173,22	4,21	13359,27
2013	19.545,45	8.019,62	3,49	8760,00	30572,40	0,26	2297,89	4,21	9674,10
2014	19.261,59	7.735,76	3,49	8760,00	30572,40	0,25	2216,55	4,21	9331,68
2015	18.695,99	7.170,16	3,49	8760,00	30572,40	0,23	2054,49	4,21	8649,39
2016	16.818,90	5.293,07	3,49	8760,00	30572,40	0,17	1516,64	4,21	6385,05
2017	18.047,53	6.521,70	3,49	8760,00	30572,40	0,21	1868,68	4,21	7867,15
2018	17.849,62	6.323,79	3,49	8760,00	30572,40	0,21	1811,97	4,21	7628,41
2019	17.651,71	6.125,88	3,49	8760,00	30572,40	0,20	1755,27	4,21	7389,67
2020	17.453,80	5.927,97	3,49	8760,00	30572,40	0,19	1698,56	4,21	7150,93
2021	17.255,89	5.730,06	3,49	8760,00	30572,40	0,19	1641,85	4,21	6912,19
2022	17.057,98	5.532,15	3,49	8760,00	30572,40	0,18	1585,14	4,21	6673,45
2023	16.860,07	5.334,24	3,49	8760,00	30572,40	0,17	1528,44	4,21	6434,71
2024	16.662,16	5.136,33	3,49	8760,00	30572,40	0,17	1471,73	4,21	6195,97
2025	16.464,25	4.938,42	3,49	8760,00	30572,40	0,16	1415,02	4,21	5957,23
2026	16.266,34	4.740,51	3,49	8760,00	30572,40	0,16	1358,31	4,21	5718,49
2027	16.068,43	4.542,60	3,49	8760,00	30572,40	0,15	1301,60	4,21	5479,76
2028	15.870,52	4.344,69	3,49	8760,00	30572,40	0,14	1244,90	4,21	5241,02
2029	15.672,61	4.146,78	3,49	8760,00	30572,40	0,14	1188,19	4,21	5002,28
2030	15.474,70	3.948,87	3,49	8760,00	30572,40	0,13	1131,48	4,21	4763,54
2031	15.276,79	3.750,96	3,49	8760,00	30572,40	0,12	1074,77	4,21	4524,80



Cuadro 60: Energía vendida planta Angostura repotenciada

Ingresos:

Energía [MWh/año]	Precio energía [\$/MWh]	Potencia[kW/año]	Precio potencia [\$/kW]	Ingreso[\$/año]
7.867,15	18,82	4.210,00	120,00	653.259,78
7.628,41	18,82	4.210,00	120,00	648.766,70
7.389,67	18,82	4.210,00	120,00	644.273,62
7.150,93	18,82	4.210,00	120,00	639.780,55
6.912,19	18,82	4.210,00	120,00	635.287,47
6.673,45	18,82	4.210,00	120,00	630.794,39
6.434,71	18,82	4.210,00	120,00	626.301,31
6.195,97	18,82	4.210,00	120,00	621.808,23
5.957,23	18,82	4.210,00	120,00	617.315,15
5.718,49	18,82	4.210,00	120,00	612.822,07
5.479,76	18,82	4.210,00	120,00	608.328,99
5.241,02	18,82	4.210,00	120,00	603.835,92
5.002,28	18,82	4.210,00	120,00	599.342,84
4.763,54	18,82	4.210,00	120,00	594.849,76
4.524,80	18,82	4.210,00	120,00	590.356,68

Cuadro 61: Ingresos planta Angostura repotenciada

Planta Choquetanga. –

Año	Energía [MWh]	Pot.ef. [Mw]	Tiempo teórico [h]	Energía.t[MWh]	Fac. de Planta	Tiempo real [h]	Pot.nueva [MW]	Energía [MWh]
1990	39.478,95	6,20	8760,00	54312,00	0,73	6367,57	7,75	49348,69
1991	37.863,34	6,20	8760,00	54312,00	0,70	6106,99	7,75	47329,18
1992	39.246,94	6,20	8760,00	54312,00	0,72	6330,15	7,75	49058,68
1993	45.016,04	6,20	8760,00	54312,00	0,83	7260,65	7,75	56270,05
1994	40.314,40	6,20	8760,00	54312,00	0,74	6502,32	7,75	50393,00
1995	40.387,50	6,20	8760,00	54312,00	0,74	6514,11	7,75	50484,38
1996	45.778,20	6,20	8760,00	54312,00	0,84	7383,58	7,75	57222,75
1997	38.414,20	6,20	8760,00	54312,00	0,71	6195,84	7,75	48017,75
1998	43.319,93	6,20	8760,00	54312,00	0,80	6987,09	7,75	54149,91
1999	38.433,00	6,20	8760,00	54312,00	0,71	6198,87	7,75	48041,25
2000	38.101,90	6,20	8760,00	54312,00	0,70	6145,47	7,75	47627,38
2001	43.927,50	6,20	8760,00	54312,00	0,81	7085,08	7,75	54909,38
2002	42.451,40	6,20	8760,00	54312,00	0,78	6847,00	7,75	53064,25
2003	36.812,90	6,20	8760,00	54312,00	0,68	5937,56	7,75	46016,13
2004	39.346,00	6,20	8760,00	54312,00	0,72	6346,13	7,75	49182,50
2005	38.207,80	6,20	8760,00	54312,00	0,70	6162,55	7,75	47759,75
2006	39.281,13	6,20	8760,00	54312,00	0,72	6335,67	7,75	49101,41
2007	36.343,40	6,20	8760,00	54312,00	0,67	5861,84	7,75	45429,25
2008	36.382,10	6,20	8760,00	54312,00	0,67	5868,08	7,75	45477,63
2009	37.366,31	6,20	8760,00	54312,00	0,69	6026,82	7,75	46707,88
2010	38.152,72	6,20	8760,00	54312,00	0,70	6153,66	7,75	47690,90
2011	37.057,27	6,20	8760,00	54312,00	0,68	5976,98	7,75	46321,59
2012	39.509,33	6,20	8760,00	54312,00	0,73	6372,47	7,75	49386,67
2013	40.151,31	6,20	8760,00	54312,00	0,74	6476,02	7,75	50189,14
2014	36.947,54	6,20	8760,00	54312,00	0,68	5959,28	7,75	46184,42
2015	37.497,50	6,20	8760,00	54312,00	0,69	6047,98	7,75	46871,88
2016	29.963,31	6,20	8760,00	54312,00	0,55	4832,79	7,75	37454,13
2017	36.107,18	6,20	8760,00	54312,00	0,66	5823,74	7,75	45133,98
2018	35.893,72	6,20	8760,00	54312,00	0,66	5789,31	7,75	44867,15
2019	35.680,26	6,20	8760,00	54312,00	0,66	5754,88	7,75	44600,33
2020	35.466,80	6,20	8760,00	54312,00	0,65	5720,45	7,75	44333,50
2021	35.253,34	6,20	8760,00	54312,00	0,65	5686,02	7,75	44066,68
2022	35.039,88	6,20	8760,00	54312,00	0,65	5651,59	7,75	43799,85
2023	34.826,42	6,20	8760,00	54312,00	0,64	5617,16	7,75	43533,03
2024	34.612,96	6,20	8760,00	54312,00	0,64	5582,74	7,75	43266,20
2025	34.399,50	6,20	8760,00	54312,00	0,63	5548,31	7,75	42999,38
2026	34.186,04	6,20	8760,00	54312,00	0,63	5513,88	7,75	42732,55
2027	33.972,58	6,20	8760,00	54312,00	0,63	5479,45	7,75	42465,72
2028	33.759,12	6,20	8760,00	54312,00	0,62	5445,02	7,75	42198,90
2029	33.545,66	6,20	8760,00	54312,00	0,62	5410,59	7,75	41932,08
2030	33.332,20	6,20	8760,00	54312,00	0,61	5376,16	7,75	41665,25
2031	33.118,74	6,20	8760,00	54312,00	0,61	5341,73	7,75	41398,43

Cuadro 62: Energía vendida planta Choquetanga repotenciada



Ingresos:

Energía [MWh/año]	Precio energía [\$/MWh]	Potencia[kW/año]	Precio potencia [\$/kW]	Ingreso[\$/año]
45.133,98	18,82	7.750,00	120,00	1.779.421,41
44.867,15	18,82	7.750,00	120,00	1.774.399,76
44.600,33	18,82	7.750,00	120,00	1.769.378,12
44.333,50	18,82	7.750,00	120,00	1.764.356,47
44.066,68	18,82	7.750,00	120,00	1.759.334,82
43.799,85	18,82	7.750,00	120,00	1.754.313,18
43.533,03	18,82	7.750,00	120,00	1.749.291,53
43.266,20	18,82	7.750,00	120,00	1.744.269,88
42.999,38	18,82	7.750,00	120,00	1.739.248,24
42.732,55	18,82	7.750,00	120,00	1.734.226,59
42.465,72	18,82	7.750,00	120,00	1.729.204,94
42.198,90	18,82	7.750,00	120,00	1.724.183,30
41.932,08	18,82	7.750,00	120,00	1.719.161,65
41.665,25	18,82	7.750,00	120,00	1.714.140,01
41.398,43	18,82	7.750,00	120,00	1.709.118,36

Cuadro 63: Ingresos planta Choquetanga repotenciada

Planta Botijlaca. –

Año	Energía [MWh]	Pot.ef. [Mw]	Tiempo teórico [h]	Energía.t[MWh]	Fac. de Planta	Tiempo real [h]	Pot.nueva [MW]	Energía [MWh]
1990	20.608,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,02	0,00
1991	21.103,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,02	0,00
1992	21.576,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,02	0,00
1993	21.514,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,02	0,00
1994	20.846,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,02	0,00
1995	22.463,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,02	0,00
1996	23.208,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,02	0,00
1997	23.196,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,02	0,00
1998	17.838,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,02	0,00
1999	35.313,09	6,81	8760,00	59655,60	0,59	5183,48	7,88	40861,55
2000	37.234,42	6,81	8760,00	59655,60	0,62	5467,61	7,88	43084,76
2001	42.937,05	6,81	8760,00	59655,60	0,72	6305,00	7,88	49683,39
2002	37.493,10	6,81	8760,00	59655,60	0,63	5505,60	7,88	43384,09
2003	36.270,57	6,81	8760,00	59655,60	0,61	5326,07	7,88	41969,47
2004	35.726,59	6,81	8760,00	59655,60	0,60	5246,20	7,88	41340,02
2005	33.165,07	6,81	8760,00	59655,60	0,56	4870,05	7,88	38376,03
2006	41.268,78	6,81	8760,00	59655,60	0,69	6060,03	7,88	47753,01
2007	41.734,91	6,81	8760,00	59655,60	0,70	6128,47	7,88	48292,38
2008	35.529,23	6,81	8760,00	59655,60	0,60	5217,21	7,88	41111,65
2009	36.592,98	6,81	8760,00	59655,60	0,61	5373,42	7,88	42342,54
2010	36.051,81	6,81	8760,00	59655,60	0,60	5293,95	7,88	41716,33
2011	36.588,93	6,81	8760,00	59655,60	0,61	5372,82	7,88	42337,85
2012	38.783,22	6,81	8760,00	59655,60	0,65	5695,04	7,88	44876,91
2013	37.750,96	6,81	8760,00	59655,60	0,63	5543,46	7,88	43682,47
2014	33.453,19	6,81	8760,00	59655,60	0,56	4912,36	7,88	38709,41
2015	39.602,79	6,81	8760,00	59655,60	0,66	5815,39	7,88	45825,26
2016	27.373,85	6,81	8760,00	59655,60	0,46	4019,65	7,88	31674,88
2017	37.051,51	6,81	8760,00	59655,60	0,62	5440,75	7,88	42873,11
2018	37.018,54	6,81	8760,00	59655,60	0,62	5435,91	7,88	42834,96
2019	36.985,57	6,81	8760,00	59655,60	0,62	5431,07	7,88	42796,81
2020	36.952,60	6,81	8760,00	59655,60	0,62	5426,23	7,88	42758,66
2021	36.919,63	6,81	8760,00	59655,60	0,62	5421,38	7,88	42720,51
2022	36.886,66	6,81	8760,00	59655,60	0,62	5416,54	7,88	42682,36
2023	36.853,69	6,81	8760,00	59655,60	0,62	5411,70	7,88	42644,21
2024	36.820,72	6,81	8760,00	59655,60	0,62	5406,86	7,88	42606,06
2025	36.787,75	6,81	8760,00	59655,60	0,62	5402,02	7,88	42567,91
2026	36.754,78	6,81	8760,00	59655,60	0,62	5397,18	7,88	42529,76
2027	36.721,81	6,81	8760,00	59655,60	0,62	5392,34	7,88	42491,61
2028	36.688,84	6,81	8760,00	59655,60	0,62	5387,49	7,88	42453,46
2029	36.655,87	6,81	8760,00	59655,60	0,61	5382,65	7,88	42415,31
2030	36.622,90	6,81	8760,00	59655,60	0,61	5377,81	7,88	42377,16
2031	36.589,93	6,81	8760,00	59655,60	0,61	5372,97	7,88	42339,01

Cuadro 64: Energía vendida planta Botijlaca repotenciada

Ingresos:

Energía [MWh/año]	Precio energía [\$/MWh]	Potencia[kW/año]	Precio potencia [\$/kW]	Ingreso[\$/año]
42.873,11	18,82	7.880,00	120,00	1.752.471,98
42.834,96	18,82	7.880,00	120,00	1.751.754,00
42.796,81	18,82	7.880,00	120,00	1.751.036,01
42.758,66	18,82	7.880,00	120,00	1.750.318,02
42.720,51	18,82	7.880,00	120,00	1.749.600,03
42.682,36	18,82	7.880,00	120,00	1.748.882,04
42.644,21	18,82	7.880,00	120,00	1.748.164,05
42.606,06	18,82	7.880,00	120,00	1.747.446,06
42.567,91	18,82	7.880,00	120,00	1.746.728,07
42.529,76	18,82	7.880,00	120,00	1.746.010,09
42.491,61	18,82	7.880,00	120,00	1.745.292,10
42.453,46	18,82	7.880,00	120,00	1.744.574,11
42.415,31	18,82	7.880,00	120,00	1.743.856,12
42.377,16	18,82	7.880,00	120,00	1.743.138,13
42.339,01	18,82	7.880,00	120,00	1.742.420,14

Cuadro 65: Ingresos planta Botijlaca repotenciada

Planta Cuticucho. –

Año	Energía [MWh]	Energía [MWh] Un.1, 2, 4 y 5	Pot.ef. [Mw]	Tiempo teórico [h]	Energía.t[MWh]	Fac. de Planta	Tiempo real [h]	Pot.nueva [MW]	Energía [MWh]
1999	118.918,04	47.015,96	8,50	8760,00	74460,00	0,63	5531,29	10,75	59461,36
2000	110.556,49	38.654,41	8,50	8760,00	74460,00	0,52	4547,58	10,75	48886,46
2001	122.875,82	50.973,74	8,50	8760,00	74460,00	0,68	5996,91	10,75	64466,79
2002	120.984,13	49.082,05	8,50	8760,00	74460,00	0,66	5774,36	10,75	62074,35
2003	109.930,67	38.028,59	8,50	8760,00	74460,00	0,51	4473,95	10,75	48094,98
2004	110.784,22	38.882,14	8,50	8760,00	74460,00	0,52	4574,37	10,75	49174,47
2005	106.463,06	34.560,98	8,50	8760,00	74460,00	0,46	4066,00	10,75	43709,47
2006	122.299,19	50.397,11	8,50	8760,00	74460,00	0,68	5929,07	10,75	63737,52
2007	130.109,03	58.206,95	8,50	8760,00	74460,00	0,78	6847,88	10,75	73614,67
2008	110.557,66	38.655,58	8,50	8760,00	74460,00	0,52	4547,72	10,75	48887,94
2009	124.390,22	52.488,14	8,50	8760,00	74460,00	0,70	6175,08	10,75	66382,06
2010	116.621,23	44.719,15	8,50	8760,00	74460,00	0,60	5261,08	10,75	56556,58
2011	129.559,85	57.657,77	8,50	8760,00	74460,00	0,77	6783,27	10,75	72920,12
2012	125.862,30	53.960,22	8,50	8760,00	74460,00	0,72	6348,26	10,75	68243,81
2013	103.795,78	31.893,70	8,50	8760,00	74460,00	0,43	3752,20	10,75	40336,16
2014	90.477,84	18.575,76	8,50	8760,00	74460,00	0,25	2185,38	10,75	23492,88
2015	127.716,46	55.814,38	8,50	8760,00	74460,00	0,75	6566,40	10,75	70588,77
2016	94.038,13	22.136,05	8,50	8760,00	74460,00	0,30	2604,24	10,75	27995,59
2017	112.294,94	40.392,86	8,50	8760,00	74460,00	0,54	4752,10	10,75	51085,09
2018	112.043,76	40.141,68	8,50	8760,00	74460,00	0,54	4722,55	10,75	50767,42
2019	111.792,58	39.890,50	8,50	8760,00	74460,00	0,54	4693,00	10,75	50449,75
2020	111.541,40	39.639,32	8,50	8760,00	74460,00	0,53	4663,45	10,75	50132,08
2021	111.290,22	39.388,14	8,50	8760,00	74460,00	0,53	4633,90	10,75	49814,41
2022	111.039,04	39.136,96	8,50	8760,00	74460,00	0,53	4604,35	10,75	49496,74
2023	110.787,86	38.885,78	8,50	8760,00	74460,00	0,52	4574,80	10,75	49179,07
2024	110.536,68	38.634,60	8,50	8760,00	74460,00	0,52	4545,25	10,75	48861,41
2025	110.285,50	38.383,42	8,50	8760,00	74460,00	0,52	4515,70	10,75	48543,74
2026	110.034,32	38.132,24	8,50	8760,00	74460,00	0,51	4486,15	10,75	48226,07
2027	109.783,14	37.881,06	8,50	8760,00	74460,00	0,51	4456,60	10,75	47908,40
2028	109.531,96	37.629,88	8,50	8760,00	74460,00	0,51	4427,04	10,75	47590,73
2029	109.280,78	37.378,70	8,50	8760,00	74460,00	0,50	4397,49	10,75	47273,06
2030	109.029,60	37.127,52	8,50	8760,00	74460,00	0,50	4367,94	10,75	46955,39
2031	108.778,42	36.876,34	8,50	8760,00	74460,00	0,50	4338,39	10,75	46637,72

Cuadro 66: Energía vendida planta Cuticucho repotenciada

Ingresos:

Energía [MWh/año]	Precio energía [\$/MWh]	Potencia[MW/año]	Precio potencia [\$/MWh]	Ingreso[\$/año]
51.085,09	18,82	10.750,00	120,00	2.251.421,35
50.767,42	18,82	10.750,00	120,00	2.245.442,82
50.449,75	18,82	10.750,00	120,00	2.239.464,30
50.132,08	18,82	10.750,00	120,00	2.233.485,77
49.814,41	18,82	10.750,00	120,00	2.227.507,24
49.496,74	18,82	10.750,00	120,00	2.221.528,71
49.179,07	18,82	10.750,00	120,00	2.215.550,19
48.861,41	18,82	10.750,00	120,00	2.209.571,66
48.543,74	18,82	10.750,00	120,00	2.203.593,13
48.226,07	18,82	10.750,00	120,00	2.197.614,60
47.908,40	18,82	10.750,00	120,00	2.191.636,08
47.590,73	18,82	10.750,00	120,00	2.185.657,55
47.273,06	18,82	10.750,00	120,00	2.179.679,02
46.955,39	18,82	10.750,00	120,00	2.173.700,50
46.637,72	18,82	10.750,00	120,00	2.167.721,97

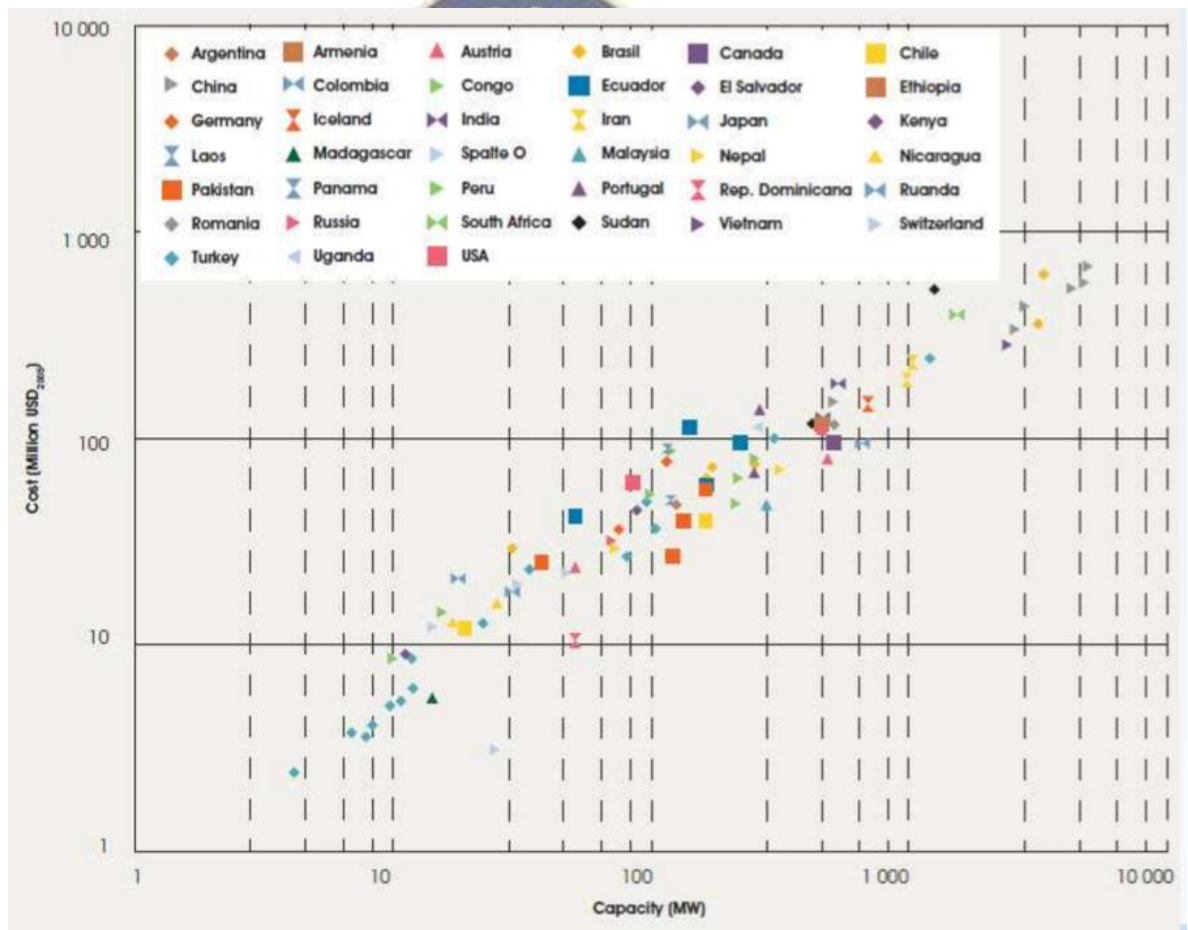
Cuadro 67: Ingresos planta Cuticucho repotenciada

## 11.3.2. COSTOS

### 11.3.2.1. Costos de inversión

De acuerdo al siguiente cuadro veremos estadísticamente los costos de inversión al reemplazar los equipos electromecánicos:

## COSTO DE EQUIPOS ELÉCTRO – MECÁNICO

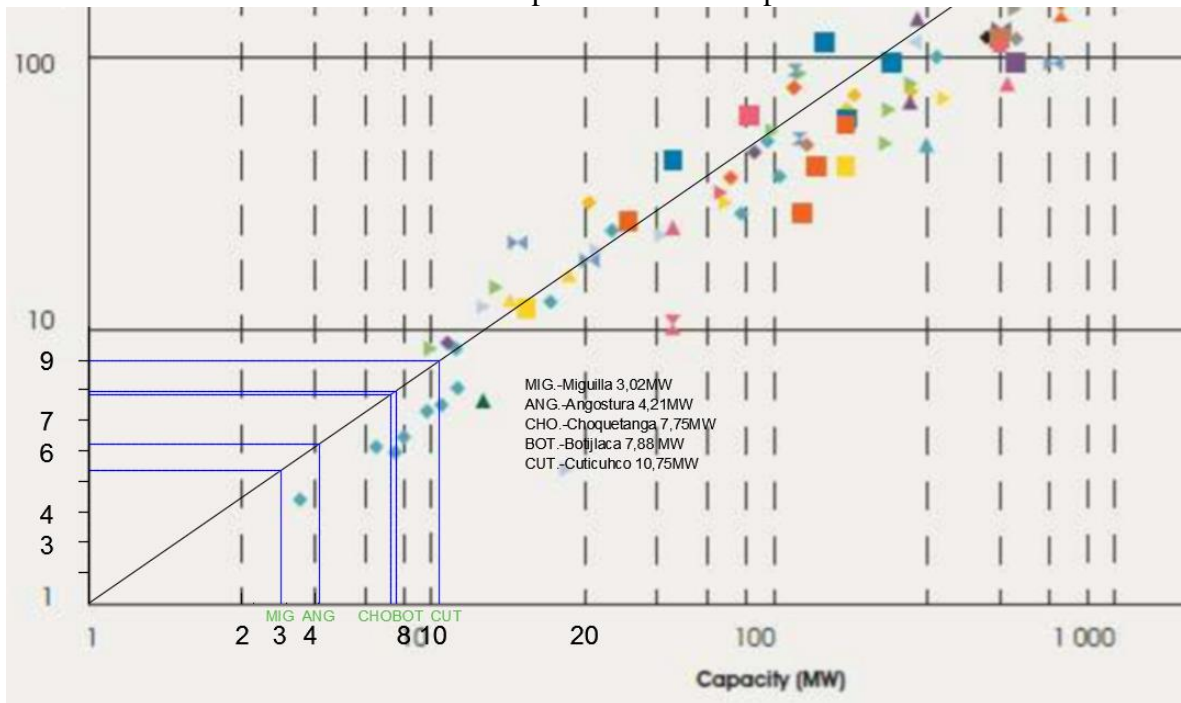


Cuadro 68: Costo equipo electromecánico

Fuente: Apuntes Centrales Eléctricas I

Prof.: Ing. Juan José Torres Obleas Docente titular

Tomando en cuenta el valor máximo a repotenciar en cada planta los costos serán:



Fuente: Apuntes Centrales Eléctricas I  
 Prof.: Ing. Juan José Torres Obleas Docente titular

Planta Miguilla. –

Según datos del cuadro los costos de inversión son:

$$C_{Inv.MIG} = 5,25 \text{ millones USD}$$

Planta Angostura. –

Según datos del cuadro los costos de inversión son:

$$C_{Inv.ANG} = 6,15 \text{ millones USD}$$

Planta Choquetanga. –

Según datos del cuadro los costos de inversión son:

$$C_{Inv.CHO} = 7,80 \text{ millones USD}$$

Planta Botijlaca. –

Según datos del cuadro los costos de inversión son:

$$C_{Inv.BOT} = 7,90 \text{ millones USD}$$

Planta Cuticucho. –

Según datos del cuadro los costos de inversión son:

$$C_{Inv.CUT} = 8,95 \text{ millones USD}$$

11.3.2.2. Sueldos:

Al repotenciar y cambiar las unidades por más modernas, también se automatizarán las unidades, pudiendo así evitar contratar más personal y reduciendo personal a 1 persona por planta.

Planta Miguilla. –

	empleados por planta	Sueldo [Bs/mes]	Sueldo total por planta [Bs/mes]	Sueldo total [Bs/año]	Sueldo total [Sus/año]
Mayores a 25 años	1	23740,00	23740,00	284880,00	40931,03448
De 11 a 25 años	0	14308,67	0,00	0,00	0
Menores a 5 años	0	4568,33	0,00	0,00	0
Mayores 58 años	0	7906,67	0,00	0,00	0
				<b>TOTAL.MIG</b>	<b>40931,03448</b>

Cuadro 69: Estimación sueldos planta Miguilla repotenciada

Planta Angostura. –

	empleados por planta	Sueldo [Bs/mes]	Sueldo total por planta [Bs/mes]	Sueldo total [Bs/año]	Sueldo total [Sus/año]
Mayores a 25 años	1	23740,00	23740,00	284880,00	40931,03448
De 11 a 25 años	0	14308,67	0,00	0,00	0
Menores a 5 años	0	4568,33	0,00	0,00	0
Mayores 58 años	0	7906,67	0,00	0,00	0
				<b>TOTAL.ANG</b>	<b>40931,03448</b>

Cuadro 70: Estimación sueldos planta Angostura repotenciada



Planta Choquetanga. –

	empleados por planta	Sueldo [Bs/mes]	Sueldo total por planta [Bs/mes]	Sueldo total [Bs/año]	Sueldo total [Sus/año]
Mayores a 25 años	1	23740,00	23740,00	284880,00	40931,03448
De 11 a 25 años	0	14308,67	0,00	0,00	0
Menores a 5 años	0	4568,33	0,00	0,00	0
Mayores 58 años	0	7906,67	0,00	0,00	0
				<b>TOTAL.ANG</b>	<b>40931,03448</b>

Cuadro 71: Estimación sueldos planta Choquetanga repotenciada

Planta Botijlaca. –

	empleados por planta	Sueldo [Bs/mes]	Sueldo total por planta [Bs/mes]	Sueldo total [Bs/año]	Sueldo total [Sus/año]
Mayores a 25 años	1	23740,00	23740,00	284880,00	40931,03448
De 11 a 25 años	0	14308,67	0,00	0,00	0
Menores a 5 años	0	4568,33	0,00	0,00	0
Mayores 58 años	0	7906,67	0,00	0,00	0
				<b>TOTAL.ANG</b>	<b>40931,03448</b>

Cuadro 72: Estimación sueldos planta Botijlaca repotenciada

Planta Cuticucho. –

	empleados por planta	Sueldo [Bs/mes]	Sueldo total por planta [Bs/mes]	Sueldo total [Bs/año]	Sueldo total [Sus/año]
Mayores a 25 años	1	23740,00	23740,00	284880,00	40931,03448
De 11 a 25 años	0	14308,67	0,00	0,00	0
Menores a 5 años	0	4568,33	0,00	0,00	0
Mayores 58 años	0	7906,67	0,00	0,00	0
				<b>TOTAL.ANG</b>	<b>40931,03448</b>

Cuadro 73: Estimación sueldos planta Cuticucho repotenciada

### 11.3.2.3. Operación y mantenimiento:

*De acuerdo al informe de precios de nodo del comité nacional de despacho de carga, los costos de operación y mantenimiento deben representar el 3% de la inversión.*

#### Planta Miguilla. –

Inversión de 5,25 millones USD, al 3% los costos de operación y mantenimiento son:

$$CO\&M_{MIG} = 157500,00 \frac{\$}{\text{año}}$$

#### Planta Angostura. –

Inversión de 6,15 millones USD, al 3% los costos de operación y mantenimiento son:

$$CO\&M_{ANG} = 184500,00 \frac{\$}{\text{año}}$$

#### Planta Choquetanga. –

Inversión de 7,80 millones USD, al 3% los costos de operación y mantenimiento son:

$$CO\&M_{CHO} = 234000,00 \frac{\$}{\text{año}}$$

#### Planta Botijlaca. –

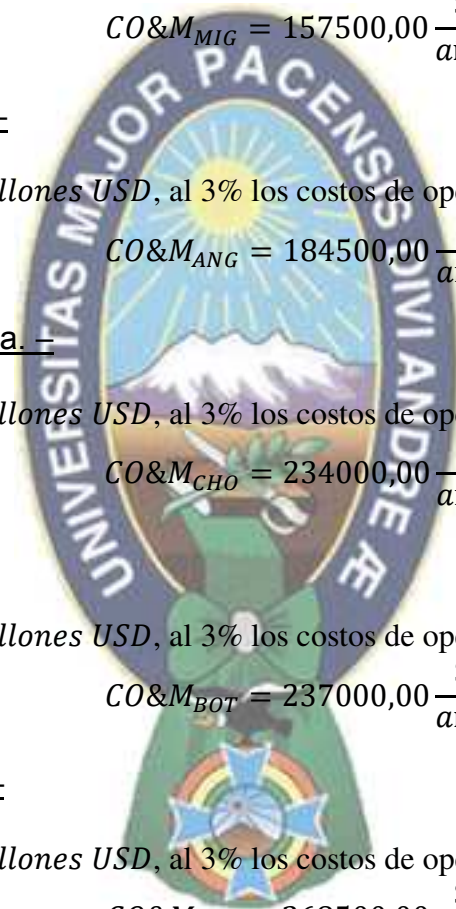
Inversión de 7,90 millones USD, al 3% los costos de operación y mantenimiento son:

$$CO\&M_{BOT} = 237000,00 \frac{\$}{\text{año}}$$

#### Planta Cuticucho. –

Inversión de 8,95 millones USD, al 3% los costos de operación y mantenimiento son:

$$CO\&M_{CUT} = 268500,00 \frac{\$}{\text{año}}$$



## **12. ÍNDICES ECONÓMICOS A CONSIDERARSE EN LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO**

### **12.1. Flujo neto de caja**

Las oportunidades de inversión, se describen generalmente con los ingresos y desembolsos de caja que se anticipa; se tendrán en realidad en caso de que la inversión se realice. La representación de las cantidades, y el momento en el cual se presentan los ingresos y desembolsos se conoce con el nombre de flujo de caja de inversión.

Se considerarán los siguientes datos:

Los sueldos aumentan en un 5% anualmente

Los costos de operación y mantenimiento actualmente aumentan 5% anualmente

Años del proyecto: 10 años

Tasa de interés: 10 %

Inflación: 3,5%

Prima de riesgo: 9%

#### **12.1.1. PROYECTO MODERNIZACIÓN**

Se hará mayor hincapié en las centrales Miguilla, Angostura y Choquetanga, ya que las centrales Botijlaca y Cuticucho ya son automáticas.

En las plantas Miguilla Angostura y Choquetanga se consideran tres incisos

- a) La inversión se la realiza 50% préstamo del Banco y 50% de los accionistas
- b) La inversión se la realiza 25% préstamo del Banco y 75% de los accionistas
- c) La inversión se la realiza al 100% con préstamo del banco

##### **12.1.1.1 Planta Miguilla**

a)



COSTO PROMEDIO PONDERADO DE CAPITAL		Inversión	Valor
% DEUDA	50%	165649,11	82824,555
% CAPITAL	50%		82824,555
TOTAL	100%		
TASA DE INTERES	10%		

DESCRIPCIÓN	SIGLAS	CIFRAS
Depreciación	DP	224600
No. Periodos Anual	No. PER.	10
INFLACION	INFL.	0,035
PRIMA DE RIESGO	PR	0,09
Tasa Mínima Activa de Riesgo	TMAR	11%

Cuadro 74: Costo promedio ponderado de capital modernización planta Miguilla 50% Deuda, 50% capital

Item	Descripción	Capital [USD]	Interes [USD]	Amortización [USD]	Cuota [USD]	Saldo [USD]
1	Año 0	82.824,56	8.282,46	0,00	0,00	82.824,56
2	Año 1	82.824,56	8.282,46	5.196,86	13.479,31	77.627,70
3	Año 2	77.627,70	7.762,77	5.716,55	13.479,31	71.911,15
4	Año 3	71.911,15	7.191,12	6.288,20	13.479,31	65.622,95
5	Año 4	65.622,95	6.562,30	6.917,02	13.479,31	58.705,93
6	Año 5	58.705,93	5.870,59	7.608,72	13.479,31	51.097,21
7	Año 6	51.097,21	5.109,72	8.369,59	13.479,31	42.727,61
8	Año 7	42.727,61	4.272,76	9.206,55	13.479,31	33.521,06
9	Año 8	33.521,06	3.352,11	10.127,21	13.479,31	23.393,85
10	Año 9	23.393,85	2.339,39	11.139,93	13.479,31	12.253,92
11	Año 10	12.253,92	1.225,39	12.253,92	13.479,31	0,00
CUOTA	13479,31491					

GESTIÓN	AÑO 0 [USD/AÑO] 0	AÑO 1 [USD/AÑO] 1	AÑO 2 [USD/AÑO] 2	AÑO 3 [USD/AÑO] 3	AÑO 4 [USD/AÑO] 4	AÑO 5 [USD/AÑO] 5	AÑO 6 [USD/AÑO] 6	AÑO 7 [USD/AÑO] 7	AÑO 8 [USD/AÑO] 8	AÑO 9 [USD/AÑO] 9	AÑO 10 [USD/AÑO] 10
INGRESOS POR VENTAS DE ENERGÍA	0	467.094,63	466.741,21	466.387,79	466.034,36	465.680,94	465.327,52	464.974,10	464.620,68	464.267,26	463.913,84
TOTAL INGRESOS	0,00	467.094,63	466.741,21	466.387,79	466.034,36	465.680,94	465.327,52	464.974,10	464.620,68	464.267,26	463.913,84
COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	0,00	69.530,00	73.006,50	76.656,83	80.489,67	84.514,15	88.739,86	93.176,85	97.835,69	102.727,48	107.863,85
PEAJE DEL STI	0,00	16.879,84	16.842,81	16.805,78	16.768,74	16.731,71	16.694,68	16.657,65	16.620,62	16.583,58	16.546,55
PAGO CNDC	0,00	3.316,37	3.313,86	3.311,35	3.308,84	3.306,33	3.303,83	3.301,32	3.298,81	3.296,30	3.293,79
PAGO AE (REGULACIÓN)	0,00	4.203,85	4.200,67	4.197,49	4.194,31	4.191,13	4.187,95	4.184,77	4.181,59	4.178,41	4.175,22
PAGO AE (REGISTRO)	0,00	1.868,38	1.866,96	1.865,55	1.864,14	1.862,72	1.861,31	1.859,90	1.858,48	1.857,07	1.855,66
SUELDOS	0,00	122.793,10	128.932,76	135.379,40	142.148,37	149.255,78	156.718,57	164.554,50	172.782,23	181.421,34	190.492,41
TOTAL EGRESOS	0,00	218.591,55	228.163,57	238.216,39	248.774,07	259.861,83	271.506,19	283.734,98	296.577,41	310.064,17	324.227,48
INTERESES (CRÉDITO)	0,00	-8.282,46	-7.762,77	-7.191,12	-6.562,30	-5.870,59	-5.109,72	-4.272,76	-3.352,11	-2.339,39	-1.225,39
UTILIDAD BRUTA	0,00	240.220,62	230.814,87	220.980,28	210.698,00	199.948,52	188.711,61	176.966,36	164.691,16	151.863,70	138.460,97
Inversión propia	-82.824,56										
Crédito	82.824,56										
AMORTIZACIÓN (CRÉDITO)	0,00	-5.196,86	-5.716,55	-6.288,20	-6.917,02	-7.608,72	-8.369,59	-9.206,55	-10.127,21	-11.139,93	-12.253,92
Flujo de caja	-165.649,11	235.023,77	225.098,33	214.692,08	203.780,98	192.339,80	180.342,01	167.759,81	154.563,96	140.723,77	126.207,05
INTERÉS (CAPITAL)		-8.282,46	-7.762,77	-7.191,12	-6.562,30	-5.870,59	-5.109,72	-4.272,76	-3.352,11	-2.339,39	-1.225,39
	82.824,56										
AMORTIZACIÓN (CAPITAL)		-5.196,86	-5.716,55	-6.288,20	-6.917,02	-7.608,72	-8.369,59	-9.206,55	-10.127,21	-11.139,93	-12.253,92
	-82.824,56	221.544,45	211.619,01	201.212,76	190.301,67	178.860,48	166.862,70	154.280,49	141.084,64	127.244,46	112.727,73
UTILIDAD NETA		221.544,45	211.619,01	201.212,76	190.301,67	178.860,48	166.862,70	154.280,49	141.084,64	127.244,46	112.727,73

Cuadro 75: Flujo neto de caja modernización planta Miguilla 50% Deuda, 50% capital



b)

<b>COSTO PROMEDIO PONDERADO DE CAPITAL</b>	
% DEUDA	25%
% CAPITAL	75%

Cuadro 76: Costo promedio ponderado de capital modernización planta Miguilla 25% Deuda, 75% capital

Item	Descripción	Capital [USD]	Interes [USD]	Amortización [USD]	Cuota [USD]	Saldo [USD]
1	Año 0	41.412,28	4.141,23	0,00	0,00	41.412,28
2	Año 1	41.412,28	4.141,23	2.598,43	6.739,66	38.813,85
3	Año 2	38.813,85	3.881,38	2.858,27	6.739,66	35.955,58
5	Año 3	35.955,58	3.595,56	3.144,10	6.739,66	32.811,48
6	Año 4	32.811,48	3.281,15	3.458,51	6.739,66	29.352,97
7	Año 5	29.352,97	2.935,30	3.804,36	6.739,66	25.548,60
8	Año 6	25.548,60	2.554,86	4.184,80	6.739,66	21.363,81
9	Año 7	21.363,81	2.136,38	4.603,28	6.739,66	16.760,53
10	Año 8	16.760,53	1.676,05	5.063,60	6.739,66	11.696,93
11	Año 9	11.696,93	1.169,69	5.569,96	6.739,66	6.126,96
12	Año 10	6.126,96	612,70	6.126,96	6.739,66	0,00
CUOTA	6739,657455					

GESTIÓN	AÑO 0 [USD/AÑO]	AÑO 1 [USD/AÑO]	AÑO 2 [USD/AÑO]	AÑO 3 [USD/AÑO]	AÑO 4 [USD/AÑO]	AÑO 5 [USD/AÑO]	AÑO 6 [USD/AÑO]	AÑO 7 [USD/AÑO]	AÑO 8 [USD/AÑO]	AÑO 9 [USD/AÑO]	AÑO 10 [USD/AÑO]
INGRESOS POR VENTAS DE ENERGÍA	0	467.094,63	466.741,21	466.387,79	466.034,36	465.680,94	465.327,52	464.974,10	464.620,68	464.267,26	463.913,84
TOTAL INGRESOS	0,00	467.094,63	466.741,21	466.387,79	466.034,36	465.680,94	465.327,52	464.974,10	464.620,68	464.267,26	463.913,84
COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	0,00	69.530,00	73.006,50	76.656,83	80.489,67	84.514,15	88.739,86	93.176,85	97.835,69	102.727,48	107.863,85
PEAJE DEL STI	0,00	16.879,84	16.842,81	16.805,78	16.768,74	16.731,71	16.694,68	16.657,65	16.620,62	16.583,58	16.546,55
PAGO CNDC	0,00	3.316,37	3.313,86	3.311,35	3.308,84	3.306,33	3.303,83	3.301,32	3.298,81	3.296,30	3.293,79
PAGO AE (REGULACIÓN)	0,00	4.203,85	4.200,67	4.197,49	4.194,31	4.191,13	4.187,95	4.184,77	4.181,59	4.178,41	4.175,22
PAGO AE (REGISTRO)	0,00	1.868,38	1.866,96	1.865,55	1.864,14	1.862,72	1.861,31	1.859,90	1.858,48	1.857,07	1.855,66
SUELDOS	0,00	122.793,10	128.932,76	135.379,40	142.148,37	149.255,78	156.718,57	164.554,50	172.782,23	181.421,34	190.492,41
TOTAL EGRESOS	0,00	218.591,55	228.163,57	238.216,39	248.774,07	259.861,83	271.506,19	283.734,98	296.577,41	310.064,17	324.227,48
INTERESES (CRÉDITO)	0,00	-4.141,23	-3.881,38	-3.595,56	-3.281,15	-2.935,30	-2.554,86	-2.136,38	-1.676,05	-1.169,69	-612,70
UTILIDAD BRUTA	0,00	244.361,85	234.696,26	224.575,84	213.979,15	202.883,81	191.266,47	179.102,74	166.367,22	153.033,40	139.073,67
Inversión propia	-124.236,83										
Crédito	41.412,28										
AMORTIZACIÓN (CRÉDITO)	0,00	-2.598,43	-2.858,27	-3.144,10	-3.458,51	-3.804,36	-4.184,80	-4.603,28	-5.063,60	-5.569,96	-6.126,96
Flujo de caja	-165.649,11	241.763,42	231.837,98	221.431,74	210.520,64	199.079,45	187.081,67	174.499,46	161.303,61	147.463,43	132.946,71
INTERÉS (CAPITAL)		-12.423,68	-11.644,15	-10.786,67	-9.843,44	-8.805,89	-7.664,58	-6.409,14	-5.028,16	-3.509,08	-1.838,09
	124.236,83										
AMORTIZACIÓN (CAPITAL)		-7.795,29	-8.574,82	-9.432,30	-10.375,53	-11.413,08	-12.554,39	-13.809,83	-15.190,81	-16.709,89	-18.380,88
	-124.236,83	221.544,45	211.619,01	201.212,76	190.301,67	178.860,48	166.862,70	154.280,49	141.084,64	127.244,46	112.727,73
UTILIDAD NETA		221.544,45	211.619,01	201.212,76	190.301,67	178.860,48	166.862,70	154.280,49	141.084,64	127.244,46	112.727,73

Cuadro 77: Flujo neto de caja modernización planta Miguilla 25% Deuda, 75% capital



c)

% DEUDA	100%
TASA DE INTERES	10%

Item	Descripción	Capital [USD]	Interes [USD]	Amortización [USD]	Cuota [USD]	Saldo [USD]
1	Año 0	165.649,11	16.564,91	0,00	0,00	165.649,11
2	Año 1	165.649,11	16.564,91	10.393,72	26.958,63	155.255,39
3	Año 2	155.255,39	15.525,54	11.433,09	26.958,63	143.822,30
5	Año 3	143.822,30	14.382,23	12.576,40	26.958,63	131.245,90
6	Año 4	131.245,90	13.124,59	13.834,04	26.958,63	117.411,86
7	Año 5	117.411,86	11.741,19	15.217,44	26.958,63	102.194,42
8	Año 6	102.194,42	10.219,44	16.739,19	26.958,63	85.455,23
9	Año 7	85.455,23	8.545,52	18.413,11	26.958,63	67.042,12
10	Año 8	67.042,12	6.704,21	20.254,42	26.958,63	46.787,70
11	Año 9	46.787,70	4.678,77	22.279,86	26.958,63	24.507,85
12	Año 10	24.507,85	2.450,78	24.507,85	26.958,63	0,00
CUOTA	26958,62982					



GESTIÓN	AÑO 0 [USD/AÑO]	AÑO 1 [USD/AÑO]	AÑO 2 [USD/AÑO]	AÑO 3 [USD/AÑO]	AÑO 4 [USD/AÑO]	AÑO 5 [USD/AÑO]	AÑO 6 [USD/AÑO]	AÑO 7 [USD/AÑO]	AÑO 8 [USD/AÑO]	AÑO 9 [USD/AÑO]	AÑO 10 [USD/AÑO]
INGRESOS POR VENTAS DE ENERGÍA	0	467.094,63	466.741,21	466.387,79	466.034,36	465.680,94	465.327,52	464.974,10	464.620,68	464.267,26	463.913,84
TOTAL INGRESOS	0,00	467.094,63	466.741,21	466.387,79	466.034,36	465.680,94	465.327,52	464.974,10	464.620,68	464.267,26	463.913,84
COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	0,00	69.530,00	73.006,50	76.656,83	80.489,67	84.514,15	88.739,86	93.176,85	97.835,69	102.727,48	107.863,85
PEAJE DEL STI	0,00	16.879,84	16.842,81	16.805,78	16.768,74	16.731,71	16.694,68	16.657,65	16.620,62	16.583,58	16.546,55
PAGO CNDC	0,00	3.316,37	3.313,86	3.311,35	3.308,84	3.306,33	3.303,83	3.301,32	3.298,81	3.296,30	3.293,79
PAGO AE (REGULACIÓN)	0,00	4.203,85	4.200,67	4.197,49	4.194,31	4.191,13	4.187,95	4.184,77	4.181,59	4.178,41	4.175,22
PAGO AE (REGISTRO)	0,00	1.868,38	1.866,96	1.865,55	1.864,14	1.862,72	1.861,31	1.859,90	1.858,48	1.857,07	1.855,66
SUELDOS	0,00	122.793,10	128.932,76	135.379,40	142.148,37	149.255,78	156.718,57	164.554,50	172.782,23	181.421,34	190.492,41
TOTAL EGRESOS	0,00	218.591,55	228.163,57	238.216,39	248.774,07	259.861,83	271.506,19	283.734,98	296.577,41	310.064,17	324.227,48
INTERESES (CRÉDITO)	0,00	-16.564,91	-15.525,54	-14.382,23	-13.124,59	-11.741,19	-10.219,44	-8.545,52	-6.704,21	-4.678,77	-2.450,78
UTILIDAD BRUTA	0,00	231.938,17	223.052,10	213.789,16	204.135,71	194.077,92	183.601,89	172.693,60	161.339,06	149.524,32	137.235,58
Inversión propia	0,00										
Crédito	165.649,11										
AMORTIZACIÓN (CRÉDITO)	0,00	-10.393,72	-11.433,09	-12.576,40	-13.834,04	-15.217,44	-16.739,19	-18.413,11	-20.254,42	-22.279,86	-24.507,85
Flujo de caja	-165.649,11	221.544,45	211.619,01	201.212,76	190.301,67	178.860,48	166.862,70	154.280,49	141.084,64	127.244,46	112.727,73
INTERÉS (CAPITAL)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00										
AMORTIZACIÓN (CAPITAL)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	221.544,45	211.619,01	201.212,76	190.301,67	178.860,48	166.862,70	154.280,49	141.084,64	127.244,46	112.727,73
UTILIDAD NETA		221.544,45	211.619,01	201.212,76	190.301,67	178.860,48	166.862,70	154.280,49	141.084,64	127.244,46	112.727,73

Cuadro 78: Flujo neto de caja modernización planta Miguilla 100% Deuda, 0% capital



### 12.1.1.2 Planta Angostura

a)

COSTO PROMEDIO PONDERADO DE CAPITAL		Inversión	Valor
% DEUDA	50%	223.133,14	111566,57
% CAPITAL	50%		111566,57
TOTAL	100%		
TASA DE INTERES	10%		

DESCRIPCIÓN	SIGLAS	CIFRAS
Depreciación	DP	224600
No. Periodos Anual	No. PER.	10
INFLACION	INFL.	0,035
PRIMA DE RIESGO	PR	0,09
Tasa Mínima Activa de	TMAR	11%

Cuadro 79: Costo promedio ponderado de capital modernización planta Angostura 50% Deuda, 50% capital

Item	Descripción	Capital [USD]	Interes [USD]	Amortización [USD]	Cuota [USD]	Saldo [USD]
1	Año 0	111.566,57	11.156,66	0,00	0,00	111.566,57
2	Año 1	111.566,57	11.156,66	7.000,29	18.156,95	104.566,28
3	Año 2	104.566,28	10.456,63	7.700,32	18.156,95	96.865,96
4	Año 3	96.865,96	9.686,60	8.470,35	18.156,95	88.395,62
5	Año 4	88.395,62	8.839,56	9.317,38	18.156,95	79.078,23
6	Año 5	79.078,23	7.907,82	10.249,12	18.156,95	68.829,11
7	Año 6	68.829,11	6.882,91	11.274,03	18.156,95	57.555,07
8	Año 7	57.555,07	5.755,51	12.401,44	18.156,95	45.153,64
9	Año 8	45.153,64	4.515,36	13.641,58	18.156,95	31.512,05
10	Año 9	31.512,05	3.151,21	15.005,74	18.156,95	16.506,31
11	Año 10	16.506,31	1.650,63	16.506,31	18.156,95	0,00
CUOTA	18156,94549					

GESTIÓN	AÑO 0 [USD/AÑO]	AÑO 1 [USD/AÑO]	AÑO 2 [USD/AÑO]	AÑO 3 [USD/AÑO]	AÑO 4 [USD/AÑO]	AÑO 5 [USD/AÑO]	AÑO 6 [USD/AÑO]	AÑO 7 [USD/AÑO]	AÑO 8 [USD/AÑO]	AÑO 9 [USD/AÑO]	AÑO 10 [USD/AÑO]
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS POR VENTAS DE ENERGÍA	0,00	541.538,39	537.813,73	534.089,06	530.364,40	526.639,73	522.915,06	519.190,40	515.465,73	511.741,06	508.016,40
TOTAL INGRESOS	0,00	541.538,39	537.813,73	534.089,06	530.364,40	526.639,73	522.915,06	519.190,40	515.465,73	511.741,06	508.016,40
COSTO DE OP. Y MANTENIMIENTO	0,00	66.617,00	69.947,85	73.445,24	77.117,50	80.973,38	85.022,05	89.273,15	93.736,81	98.423,65	103.344,83
PEAJE DEL STI	0,00	21.661,54	21.512,55	21.363,56	21.214,58	21.065,59	20.916,60	20.767,62	20.618,63	20.469,64	20.320,66
PAGO CNDC	0,00	3.844,92	3.818,48	3.792,03	3.765,59	3.739,14	3.712,70	3.686,25	3.659,81	3.633,36	3.606,92
PAGO AE (REGULACIÓN)	0,00	4.873,85	4.840,32	4.806,80	4.773,28	4.739,76	4.706,24	4.672,71	4.639,19	4.605,67	4.572,15
PAGO AE (REGISTRO)	0,00	2.166,15	2.151,25	2.136,36	2.121,46	2.106,56	2.091,66	2.076,76	2.061,86	2.046,96	2.032,07
SUELDOS	0,00	106.532,18	111.858,79	117.451,73	123.324,32	129.490,54	135.965,06	142.763,32	149.901,48	157.396,56	165.266,38
TOTAL EGRESOS	0,00	205.695,64	214.129,25	222.995,73	232.316,72	242.114,96	252.414,31	263.239,81	274.617,78	286.575,84	299.143,00
INTERESES (CRÉDITO)	0,00	-11.156,66	-10.456,63	-9.686,60	-8.839,56	-7.907,82	-6.882,91	-5.755,51	-4.515,36	-3.151,21	-1.650,63
UTILIDAD BRUTA	0,00	324.686,10	313.227,85	301.406,74	289.208,11	276.616,94	263.617,85	250.195,08	236.332,59	222.014,02	207.222,77
Inversión propia	-111.566,57										
Crédito	111.566,57										
AMORTIZACIÓN (CRÉDITO)	0,00	-7.000,29	-7.700,32	-8.470,35	-9.317,38	-10.249,12	-11.274,03	-12.401,44	-13.641,58	-15.005,74	-16.506,31
Flujo de caja	-223.133,14	317.685,81	305.527,53	292.936,39	279.890,73	266.367,82	252.343,81	237.793,64	222.691,00	207.008,28	190.716,45
INTERÉS (CAPITAL)		-11.156,66	-10.456,63	-9.686,60	-8.839,56	-7.907,82	-6.882,91	-5.755,51	-4.515,36	-3.151,21	-1.650,63
	111.566,57										
AMORTIZACIÓN (CAPITAL)		-7.000,29	-7.700,32	-8.470,35	-9.317,38	-10.249,12	-11.274,03	-12.401,44	-13.641,58	-15.005,74	-16.506,31
	-111.566,57	299.528,86	287.370,59	274.779,44	261.733,78	248.210,88	234.186,87	219.636,70	204.534,06	188.851,33	172.559,51
UTILIDAD NETA		299.528,86	287.370,59	274.779,44	261.733,78	248.210,88	234.186,87	219.636,70	204.534,06	188.851,33	172.559,51

Cuadro 80: Flujo neto de caja modernización planta Angostura 50% Deuda, 50% capital



b)

<b>COSTO PROMEDIO PONDERADO DE CAPITAL</b>	
% DEUDA	25%
% CAPITAL	75%

Cuadro 81: Costo promedio ponderado de capital modernización planta Angostura 25% Deuda, 75% capital

Item	Descripción	Capital [USD]	Interes [USD]	Amortización [USD]	Cuota [USD]	Saldo [USD]
1	Año 0	55.783,29	5.578,33	0,00	0,00	55.783,29
2	Año 1	55.783,29	5.578,33	3.500,14	9.078,47	52.283,14
3	Año 2	52.283,14	5.228,31	3.850,16	9.078,47	48.432,98
4	Año 3	48.432,98	4.843,30	4.235,17	9.078,47	44.197,81
5	Año 4	44.197,81	4.419,78	4.658,69	9.078,47	39.539,12
6	Año 5	39.539,12	3.953,91	5.124,56	9.078,47	34.414,55
7	Año 6	34.414,55	3.441,46	5.637,02	9.078,47	28.777,54
8	Año 7	28.777,54	2.877,75	6.200,72	9.078,47	22.576,82
9	Año 8	22.576,82	2.257,68	6.820,79	9.078,47	15.756,03
10	Año 9	15.756,03	1.575,60	7.502,87	9.078,47	8.253,16
11	Año 10	8.253,16	825,32	8.253,16	9.078,47	0,00
CUOTA	9078,472745					

GESTIÓN	AÑO 0 [USD/AÑO]	AÑO 1 [USD/AÑO]	AÑO 2 [USD/AÑO]	AÑO 3 [USD/AÑO]	AÑO 4 [USD/AÑO]	AÑO 5 [USD/AÑO]	AÑO 6 [USD/AÑO]	AÑO 7 [USD/AÑO]	AÑO 8 [USD/AÑO]	AÑO 9 [USD/AÑO]	AÑO 10 [USD/AÑO]
INGRESOS POR VENTAS DE ENERGÍA	0,00	541.538,39	537.813,73	534.089,06	530.364,40	526.639,73	522.915,06	519.190,40	515.465,73	511.741,06	508.016,40
TOTAL INGRESOS	0,00	541.538,39	537.813,73	534.089,06	530.364,40	526.639,73	522.915,06	519.190,40	515.465,73	511.741,06	508.016,40
COSTO DE OP. Y MANTENIMIENTO	0,00	66.617,00	69.947,85	73.445,24	77.117,50	80.973,38	85.022,05	89.273,15	93.736,81	98.423,65	103.344,83
PEAJE DEL STI	0,00	14.869,48	14.418,24	13.967,01	13.515,77	13.064,54	12.613,30	12.162,07	11.710,83	11.259,60	10.808,36
PAGO CNDC	0,00	3.844,92	3.818,48	3.792,03	3.765,59	3.739,14	3.712,70	3.686,25	3.659,81	3.633,36	3.606,92
PAGO AE (REGULACIÓN)	0,00	4.873,85	4.840,32	4.806,80	4.773,28	4.739,76	4.706,24	4.672,71	4.639,19	4.605,67	4.572,15
PAGO AE (REGISTRO)	0,00	2.166,15	2.151,25	2.136,36	2.121,46	2.106,56	2.091,66	2.076,76	2.061,86	2.046,96	2.032,07
SUELDOS	0,00	106.532,18	111.858,79	117.451,73	123.324,32	129.490,54	135.965,06	142.763,32	149.901,48	157.396,56	165.266,38
TOTAL EGRESOS	0,00	198.903,58	207.034,94	215.599,17	224.617,92	234.113,91	244.111,01	254.634,26	265.709,98	277.365,80	289.630,71
INTERESES (CRÉDITO)	0,00	-5.578,33	-5.228,31	-4.843,30	-4.419,78	-3.953,91	-3.441,46	-2.877,75	-2.257,68	-1.575,60	-825,32
UTILIDAD BRUTA	0,00	337.056,48	325.550,47	313.646,59	301.326,69	288.571,91	275.362,60	261.678,38	247.498,07	232.799,66	217.560,38
Inversión propia	-167.349,86										
Crédito	55.783,29										
AMORTIZACIÓN (CRÉDITO)	0,00	-3.500,14	-3.850,16	-4.235,17	-4.658,69	-5.124,56	-5.637,02	-6.200,72	-6.820,79	-7.502,87	-8.253,16
Flujo de caja	-223.133,14	333.556,34	321.700,31	309.411,42	296.668,00	283.447,35	269.725,58	255.477,66	240.677,27	225.296,79	209.307,22
INTERÉS (CAPITAL)		-16.734,99	-15.684,94	-14.529,89	-13.259,34	-11.861,73	-10.324,37	-8.633,26	-6.773,05	-4.726,81	-2.475,95
	167.349,86										
AMORTIZACIÓN (CAPITAL)		-10.500,43	-11.550,48	-12.705,52	-13.976,08	-15.373,68	-16.911,05	-18.602,16	-20.462,37	-22.508,61	-24.759,47
	-167.349,86	306.320,92	294.464,90	282.176,00	269.432,58	256.211,93	242.490,17	228.242,25	213.441,86	198.061,38	182.071,80
UTILIDAD NETA		306.320,92	294.464,90	282.176,00	269.432,58	256.211,93	242.490,17	228.242,25	213.441,86	198.061,38	182.071,80

Cuadro 82: Flujo neto de caja modernización planta Angostura 25% Deuda, 75% capital



c)

% DEUDA	100%
TASA DE INTERES	10%

Item	Descripción	Capital [USD]	Interes [USD]	Amortización [USD]	Cuota [USD]	Saldo [USD]
1	Año 0	223.133,14	22.313,31	0,00	0,00	223.133,14
2	Año 1	223.133,14	22.313,31	14.000,58	36.313,89	209.132,56
3	Año 2	209.132,56	20.913,26	15.400,63	36.313,89	193.731,93
4	Año 3	193.731,93	19.373,19	16.940,70	36.313,89	176.791,23
5	Año 4	176.791,23	17.679,12	18.634,77	36.313,89	158.156,46
6	Año 5	158.156,46	15.815,65	20.498,24	36.313,89	137.658,22
7	Año 6	137.658,22	13.765,82	22.548,07	36.313,89	115.110,15
8	Año 7	115.110,15	11.511,01	24.802,88	36.313,89	90.307,27
9	Año 8	90.307,27	9.030,73	27.283,16	36.313,89	63.024,11
10	Año 9	63.024,11	6.302,41	30.011,48	36.313,89	33.012,63
11	Año 10	33.012,63	3.301,26	33.012,63	36.313,89	0,00
CUOTA	36313,89098					

GESTIÓN	AÑO 0 [USD/AÑO]	AÑO 1 [USD/AÑO]	AÑO 2 [USD/AÑO]	AÑO 3 [USD/AÑO]	AÑO 4 [USD/AÑO]	AÑO 5 [USD/AÑO]	AÑO 6 [USD/AÑO]	AÑO 7 [USD/AÑO]	AÑO 8 [USD/AÑO]	AÑO 9 [USD/AÑO]	AÑO 10 [USD/AÑO]
INGRESOS POR VENTAS DE ENERGÍA	0,00	541.538,39	537.813,73	534.089,06	530.364,40	526.639,73	522.915,06	519.190,40	515.465,73	511.741,06	508.016,40
TOTAL INGRESOS	0,00	541.538,39	537.813,73	534.089,06	530.364,40	526.639,73	522.915,06	519.190,40	515.465,73	511.741,06	508.016,40
COSTO DE OP. Y MANTENIMIENTO	0,00	66.617,00	69.947,85	73.445,24	77.117,50	80.973,38	85.022,05	89.273,15	93.736,81	98.423,65	103.344,83
PEAJE DEL STI	0,00	21.661,54	21.512,55	21.363,56	21.214,58	21.065,59	20.916,60	20.767,62	20.618,63	20.469,64	20.320,66
PAGO CNDC	0,00	3.844,92	3.818,48	3.792,03	3.765,59	3.739,14	3.712,70	3.686,25	3.659,81	3.633,36	3.606,92
PAGO AE (REGULACIÓN)	0,00	4.873,85	4.840,32	4.806,80	4.773,28	4.739,76	4.706,24	4.672,71	4.639,19	4.605,67	4.572,15
PAGO AE (REGISTRO)	0,00	2.166,15	2.151,25	2.136,36	2.121,46	2.106,56	2.091,66	2.076,76	2.061,86	2.046,96	2.032,07
SUELDOS	0,00	106.532,18	111.858,79	117.451,73	123.324,32	129.490,54	135.965,06	142.763,32	149.901,48	157.396,56	165.266,38
TOTAL EGRESOS	0,00	205.695,64	214.129,25	222.995,73	232.316,72	242.114,96	252.414,31	263.239,81	274.617,78	286.575,84	299.143,00
INTERESES (CRÉDITO)	0,00	-22.313,31	-20.913,26	-19.373,19	-17.679,12	-15.815,65	-13.765,82	-11.511,01	-9.030,73	-6.302,41	-3.301,26
UTILIDAD BRUTA	0,00	313.529,44	302.771,22	291.720,14	280.368,55	268.709,12	256.734,93	244.439,57	231.817,22	218.862,81	205.572,14
Inversión propia	0,00										
Crédito	223.133,14										
AMORTIZACIÓN (CRÉDITO)	0,00	-14.000,58	-15.400,63	-16.940,70	-18.634,77	-20.498,24	-22.548,07	-24.802,88	-27.283,16	-30.011,48	-33.012,63
Flujo de caja	-223.133,14	299.528,86	287.370,59	274.779,44	261.733,78	248.210,88	234.186,87	219.636,70	204.534,06	188.851,33	172.559,51
INTERÉS (CAPITAL)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00										
AMORTIZACIÓN (CAPITAL)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	299.528,86	287.370,59	274.779,44	261.733,78	248.210,88	234.186,87	219.636,70	204.534,06	188.851,33	172.559,51
UTILIDAD NETA		299.528,86	287.370,59	274.779,44	261.733,78	248.210,88	234.186,87	219.636,70	204.534,06	188.851,33	172.559,51

Cuadro 83: Flujo neto de caja modernización planta Angostura 100% Deuda, 0% capital



### 12.1.1.3 Planta Choquetanga

a)

COSTO PROMEDIO PONDERADO DE CAPITAL		Inversión	Valor
% DEUDA	50%	266.976,81	133488,405
% CAPITAL	50%		133488,405
TOTAL	100%		
TASA DE INTERES	10%		

DESCRIPCIÓN	SIGLAS	CIFRAS
Depreciacion	DP	224600
No. Periodos Anual	No. PER.	10
INFLACION	INFL.	0,035
PRIMA DE RIESGO	PR	0,09
Tasa Mínima Activa de Riesgo	TMAR	11%

Cuadro 84: Costo promedio ponderado de capital modernización planta Choquetanga  
50% Deuda, 50% capital

Item	Descripción	Capital [USD]	Interés [USD]	Amortización [USD]	Cuota [USD]	Saldo [USD]
1	Año 0	133.488,41	13.348,84	0,00	0,00	133.488,41
2	Año 1	133.488,41	13.348,84	8.375,78	21.724,62	125.112,62
3	Año 2	125.112,62	12.511,26	9.213,36	21.724,62	115.899,26
4	Año 3	115.899,26	11.589,93	10.134,70	21.724,62	105.764,56
5	Año 4	105.764,56	10.576,46	11.148,17	21.724,62	94.616,40
6	Año 5	94.616,40	9.461,64	12.262,98	21.724,62	82.353,41
7	Año 6	82.353,41	8.235,34	13.489,28	21.724,62	68.864,13
8	Año 7	68.864,13	6.886,41	14.838,21	21.724,62	54.025,92
9	Año 8	54.025,92	5.402,59	16.322,03	21.724,62	37.703,89
10	Año 9	37.703,89	3.770,39	17.954,23	21.724,62	19.749,66
11	Año 10	19.749,66	1.974,97	19.749,66	21.724,62	0,00
CUOTA	21724,62318					



GESTIÓN	AÑO 0 [USD/AÑO] 0	AÑO 1 [USD/AÑO] 1	AÑO 2 [USD/AÑO] 2	AÑO 3 [USD/AÑO] 3	AÑO 4 [USD/AÑO] 4	AÑO 5 [USD/AÑO] 5	AÑO 6 [USD/AÑO] 6	AÑO 7 [USD/AÑO] 7	AÑO 8 [USD/AÑO] 8	AÑO 9 [USD/AÑO] 9	AÑO 10 [USD/AÑO] 10
INGRESOS POR VENTAS DE ENERGÍA	0,00	1.423.537,13	1.419.519,81	1.415.502,49	1.411.485,18	1.407.467,86	1.403.450,54	1.399.433,22	1.395.415,91	1.391.398,59	1.387.381,27
TOTAL INGRESOS	0,00	1.423.537,13	1.419.519,81	1.415.502,49	1.411.485,18	1.407.467,86	1.403.450,54	1.399.433,22	1.395.415,91	1.391.398,59	1.387.381,27
COSTO DE OP. Y MANTENIMIENTO	0,00	119.918,00	125.913,90	132.209,60	138.820,07	145.761,08	153.049,13	160.701,59	168.736,67	177.173,50	186.032,18
PEAJE DEL STI	0,00	56.941,49	56.780,79	56.620,10	56.459,41	56.298,71	56.138,02	55.977,33	55.816,64	55.655,94	55.495,25
PAGO CNDC	0,00	10.107,11	10.078,59	10.050,07	10.021,54	9.993,02	9.964,50	9.935,98	9.907,45	9.878,93	9.850,41
PAGO AE (REGULACIÓN)	0,00	12.811,83	12.775,68	12.739,52	12.703,37	12.667,21	12.631,05	12.594,90	12.558,74	12.522,59	12.486,43
PAGO AE (REGISTRO)	0,00	5.694,15	5.678,08	5.662,01	5.645,94	5.629,87	5.613,80	5.597,73	5.581,66	5.565,59	5.549,53
SUELDOS	0,00	106.532,18	111.858,79	117.451,73	123.324,32	129.490,54	135.965,06	142.763,32	149.901,48	157.396,56	165.266,38
TOTAL EGRESOS	0,00	312.004,77	323.085,83	334.733,03	346.974,65	359.840,43	373.361,57	387.570,84	402.502,65	418.193,11	434.680,17
INTERESES (CRÉDITO)	0,00	-13.348,84	-12.511,26	-11.589,93	-10.576,46	-9.461,64	-8.235,34	-6.886,41	-5.402,59	-3.770,39	-1.974,97
UTILIDAD BRUTA	0,00	1.098.183,52	1.083.922,71	1.069.179,54	1.053.934,07	1.038.165,79	1.021.853,63	1.004.975,97	987.510,67	969.435,09	950.726,13
Inversión propia	-133.488,41										
Crédito	133.488,41										
AMORTIZACIÓN (CRÉDITO)	0,00	-8.375,78	-9.213,36	-10.134,70	-11.148,17	-12.262,98	-13.489,28	-14.838,21	-16.322,03	-17.954,23	-19.749,66
Flujo de caja	-266.976,81	1.089.807,74	1.074.709,35	1.059.044,84	1.042.785,90	1.025.902,80	1.008.364,35	990.137,76	971.188,64	951.480,85	930.976,48
INTERÉS (CAPITAL)		-13.348,84	-12.511,26	-11.589,93	-10.576,46	-9.461,64	-8.235,34	-6.886,41	-5.402,59	-3.770,39	-1.974,97
	133.488,41										
AMORTIZACIÓN (CAPITAL)		-8.375,78	-9.213,36	-10.134,70	-11.148,17	-12.262,98	-13.489,28	-14.838,21	-16.322,03	-17.954,23	-19.749,66
	-133.488,41	1.068.083,12	1.052.984,73	1.037.320,22	1.021.061,28	1.004.178,18	986.639,72	968.413,14	949.464,02	929.756,23	909.251,85
UTILIDAD NETA		1.068.083,12	1.052.984,73	1.037.320,22	1.021.061,28	1.004.178,18	986.639,72	968.413,14	949.464,02	929.756,23	909.251,85

Cuadro 85: Flujo neto de caja modernización planta Choquetanga 50% Deuda, 50% capital

b)

<b>COSTO PROMEDIO PONDERADO DE CAPITAL</b>	
% DEUDA	25%
% CAPITAL	75%

Cuadro 86: Costo promedio ponderado de capital modernización planta Choquetanga  
25% Deuda, 75% capital

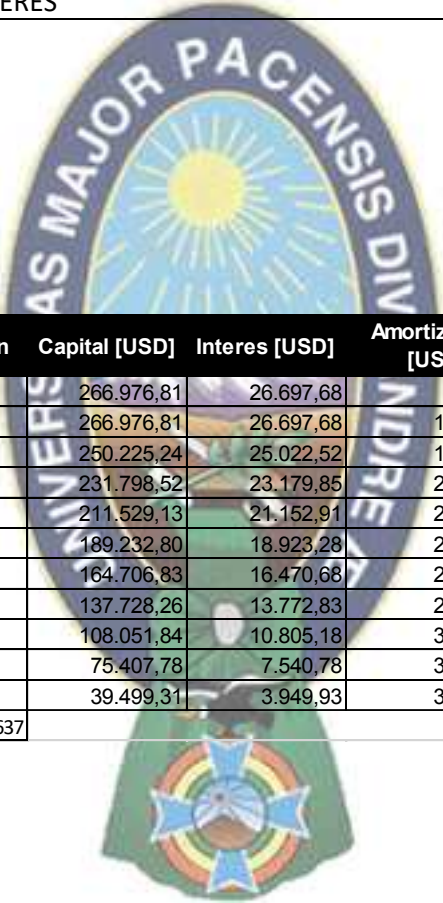
Item	Descripción	Capital [USD]	Interés [USD]	Amortización [USD]	Cuota [USD]	Saldo [USD]
1	Año 0	66.744,20	6.674,42	0,00	0,00	66.744,20
2	Año 1	66.744,20	6.674,42	4.187,89	10.862,31	62.556,31
3	Año 2	62.556,31	6.255,63	4.606,68	10.862,31	57.949,63
4	Año 3	57.949,63	5.794,96	5.067,35	10.862,31	52.882,28
5	Año 4	52.882,28	5.288,23	5.574,08	10.862,31	47.308,20
6	Año 5	47.308,20	4.730,82	6.131,49	10.862,31	41.176,71
7	Año 6	41.176,71	4.117,67	6.744,64	10.862,31	34.432,07
8	Año 7	34.432,07	3.443,21	7.419,10	10.862,31	27.012,96
9	Año 8	27.012,96	2.701,30	8.161,02	10.862,31	18.851,95
10	Año 9	18.851,95	1.885,19	8.977,12	10.862,31	9.874,83
11	Año 10	9.874,83	987,48	9.874,83	10.862,31	0,00
CUOTA	10862,31159					

GESTIÓN	AÑO 0 [USD/AÑO]	AÑO 1 [USD/AÑO]	AÑO 2 [USD/AÑO]	AÑO 3 [USD/AÑO]	AÑO 4 [USD/AÑO]	AÑO 5 [USD/AÑO]	AÑO 6 [USD/AÑO]	AÑO 7 [USD/AÑO]	AÑO 8 [USD/AÑO]	AÑO 9 [USD/AÑO]	AÑO 10 [USD/AÑO]
INGRESOS POR VENTAS DE ENERGÍA	0,00	1.423.537,13	1.419.519,81	1.415.502,49	1.411.485,18	1.407.467,86	1.403.450,54	1.399.433,22	1.395.415,91	1.391.398,59	1.387.381,27
TOTAL INGRESOS	0,00	1.423.537,13	1.419.519,81	1.415.502,49	1.411.485,18	1.407.467,86	1.403.450,54	1.399.433,22	1.395.415,91	1.391.398,59	1.387.381,27
COSTO DE OP. Y MANTENIMIENTO	0,00	119.918,00	125.913,90	132.209,60	138.820,07	145.761,08	153.049,13	160.701,59	168.736,67	177.173,50	186.032,18
PEAJE DEL STI	0,00	82.324,37	81.837,68	81.350,99	80.864,30	80.377,62	79.890,93	79.404,24	78.917,55	78.430,86	77.944,17
PAGO CNDC	0,00	10.107,11	10.078,59	10.050,07	10.021,54	9.993,02	9.964,50	9.935,98	9.907,45	9.878,93	9.850,41
PAGO AE (REGULACIÓN)	0,00	12.811,83	12.775,68	12.739,52	12.703,37	12.667,21	12.631,05	12.594,90	12.558,74	12.522,59	12.486,43
PAGO AE (REGISTRO)	0,00	5.694,15	5.678,08	5.662,01	5.645,94	5.629,87	5.613,80	5.597,73	5.581,66	5.565,59	5.549,53
SUELDOS	0,00	106.532,18	111.858,79	117.451,73	123.324,32	129.490,54	135.965,06	142.763,32	149.901,48	157.396,56	165.266,38
TOTAL EGRESOS	0,00	337.387,65	348.142,72	359.463,92	371.379,55	383.919,33	397.114,48	410.997,75	425.603,56	440.968,03	457.129,09
INTERESES (CRÉDITO)	0,00	-6.674,42	-6.255,63	-5.794,96	-5.288,23	-4.730,82	-4.117,67	-3.443,21	-2.701,30	-1.885,19	-987,48
UTILIDAD BRUTA	0,00	1.079.475,06	1.065.121,46	1.050.243,61	1.034.817,40	1.018.817,71	1.002.218,39	984.992,27	967.111,05	948.545,37	929.264,70
Inversión propia	-200.232,61										
Crédito	66.744,20										
AMORTIZACIÓN (CRÉDITO)	0,00	-4.187,89	-4.606,68	-5.067,35	-5.574,08	-6.131,49	-6.744,64	-7.419,10	-8.161,02	-8.977,12	-9.874,83
Flujo de caja	-266.976,81	1.075.287,17	1.060.514,78	1.045.176,26	1.029.243,31	1.012.686,21	995.473,75	977.573,16	958.950,04	939.568,25	919.389,87
INTERÉS (CAPITAL)		-20.023,26	-18.766,89	-17.384,89	-15.864,68	-14.192,46	-12.353,01	-10.329,62	-8.103,89	-5.655,58	-2.962,45
	200.232,61										
AMORTIZACIÓN (CAPITAL)		-12.563,67	-13.820,04	-15.202,05	-16.722,25	-18.394,48	-20.233,92	-22.257,31	-24.483,05	-26.931,35	-29.624,49
	-200.232,61	1.042.700,23	1.027.927,84	1.012.589,33	996.656,38	980.099,28	962.886,82	944.986,23	926.363,10	906.981,32	886.802,93
UTILIDAD NETA		1.042.700,23	1.027.927,84	1.012.589,33	996.656,38	980.099,28	962.886,82	944.986,23	926.363,10	906.981,32	886.802,93

Cuadro 87: Flujo neto de caja modernización planta Choquetanga 25% Deuda, 75% capital

c)

% DEUDA	100%
TASA DE INTERES	10%



Item	Descripción	Capital [USD]	Interes [USD]	Amortización [USD]	Cuota [USD]	Saldo [USD]
1	Año 0	266.976,81	26.697,68	0,00	0,00	266.976,81
2	Año 1	266.976,81	26.697,68	16.751,57	43.449,25	250.225,24
3	Año 2	250.225,24	25.022,52	18.426,72	43.449,25	231.798,52
4	Año 3	231.798,52	23.179,85	20.269,39	43.449,25	211.529,13
5	Año 4	211.529,13	21.152,91	22.296,33	43.449,25	189.232,80
6	Año 5	189.232,80	18.923,28	24.525,97	43.449,25	164.706,83
7	Año 6	164.706,83	16.470,68	26.978,56	43.449,25	137.728,26
8	Año 7	137.728,26	13.772,83	29.676,42	43.449,25	108.051,84
9	Año 8	108.051,84	10.805,18	32.644,06	43.449,25	75.407,78
10	Año 9	75.407,78	7.540,78	35.908,47	43.449,25	39.499,31
11	Año 10	39.499,31	3.949,93	39.499,31	43.449,25	0,00
CUOTA	43449,24637					

GESTIÓN	AÑO 0 [USD/AÑO]	AÑO 1 [USD/AÑO]	AÑO 2 [USD/AÑO]	AÑO 3 [USD/AÑO]	AÑO 4 [USD/AÑO]	AÑO 5 [USD/AÑO]	AÑO 6 [USD/AÑO]	AÑO 7 [USD/AÑO]	AÑO 8 [USD/AÑO]	AÑO 9 [USD/AÑO]	AÑO 10 [USD/AÑO]
INGRESOS POR VENTAS DE ENERGÍA	0,00	1.423.537,13	1.419.519,81	1.415.502,49	1.411.485,18	1.407.467,86	1.403.450,54	1.399.433,22	1.395.415,91	1.391.398,59	1.387.381,27
TOTAL INGRESOS	0,00	1.423.537,13	1.419.519,81	1.415.502,49	1.411.485,18	1.407.467,86	1.403.450,54	1.399.433,22	1.395.415,91	1.391.398,59	1.387.381,27
COSTO DE OP. Y MANTENIMIENTO	0,00	119.918,00	125.913,90	132.209,60	138.820,07	145.761,08	153.049,13	160.701,59	168.736,67	177.173,50	186.032,18
PEAJE DEL STI	0,00	82.324,37	81.837,68	81.350,99	80.864,30	80.377,62	79.890,93	79.404,24	78.917,55	78.430,86	77.944,17
PAGO CNDC	0,00	10.107,11	10.078,59	10.050,07	10.021,54	9.993,02	9.964,50	9.935,98	9.907,45	9.878,93	9.850,41
PAGO AE (REGULACIÓN)	0,00	12.811,83	12.775,68	12.739,52	12.703,37	12.667,21	12.631,05	12.594,90	12.558,74	12.522,59	12.486,43
PAGO AE (REGISTRO)	0,00	5.694,15	5.678,08	5.662,01	5.645,94	5.629,87	5.613,80	5.597,73	5.581,66	5.565,59	5.549,53
SUELDOS	0,00	106.532,18	111.858,79	117.451,73	123.324,32	129.490,54	135.965,06	142.763,32	149.901,48	157.396,56	165.266,38
TOTAL EGRESOS	0,00	337.387,65	348.142,72	359.463,92	371.379,55	383.919,33	397.114,48	410.997,75	425.603,56	440.968,03	457.129,09
INTERESES (CRÉDITO)	0,00	-26.697,68	-25.022,52	-23.179,85	-21.152,91	-18.923,28	-16.470,68	-13.772,83	-10.805,18	-7.540,78	-3.949,93
UTILIDAD BRUTA	0,00	1.059.451,80	1.046.354,56	1.032.858,72	1.018.952,71	1.004.625,25	989.865,38	974.662,65	959.007,16	942.889,78	926.302,25
Inversión propia	0,00										
Crédito	266.976,81										
AMORTIZACIÓN (CRÉDITO)	0,00	-16.751,57	-18.426,72	-20.269,39	-22.296,33	-24.525,97	-26.978,56	-29.676,42	-32.644,06	-35.908,47	-39.499,31
Flujo de caja	-266.976,81	1.042.700,23	1.027.927,84	1.012.589,33	996.656,38	980.099,28	962.886,82	944.986,23	926.363,10	906.981,32	886.802,93
INTERÉS (CAPITAL)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00										
AMORTIZACIÓN (CAPITAL)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	1.042.700,23	1.027.927,84	1.012.589,33	996.656,38	980.099,28	962.886,82	944.986,23	926.363,10	906.981,32	886.802,93
UTILIDAD NETA		1.042.700,23	1.027.927,84	1.012.589,33	996.656,38	980.099,28	962.886,82	944.986,23	926.363,10	906.981,32	886.802,93

Cuadro 88: Flujo neto de caja modernización planta Choquetanga 100% Deuda, 0% capital



## 12.1.2. PROYECTO REPOTENCIACIÓN

Se tomarán dos incisos

- a) La inversión se la realiza 50% préstamo del Banco y 50% de los accionistas
- b) La inversión se la realiza al 100% con préstamo del banco a 10 años plazo

### 12.1.2.1 Planta Miguilla

a)

COSTO PROMEDIO PONDERADO DE CAPITAL		Inversión	Valor
% DEUDA	50%	5250000	2625000
% CAPITAL	50%		2625000
TOTAL	100%		
TASA DE INTERES	10%		

DESCRIPCIÓN	SIGLAS	CIFRAS
Depreciación	DP	224600
No. Periodos Anual	No. PER.	10
INFLACION	INFL.	0,035
PRIMA DE RIESGO	PR	0,09
Tasa Mínima Activa de Riesgo	TMAR	11%

Cuadro 89: Costo promedio ponderado de capital repotenciación planta Miguilla 50% Deuda, 50% capital

Item	Descripción	Capital [USD]	Interés [USD]	Amortización [USD]	Cuota [USD]	Saldo [USD]
1	Año 0	2.625.000,00	262.500,00	0,00	0,00	2.625.000,00
2	Año 1	2.625.000,00	262.500,00	164.706,66	427.206,66	2.460.293,34
3	Año 2	2.460.293,34	246.029,33	181.177,33	427.206,66	2.279.116,01
5	Año 3	2.279.116,01	227.911,60	199.295,06	427.206,66	2.079.820,95
6	Año 4	2.079.820,95	207.982,10	219.224,57	427.206,66	1.860.596,38
7	Año 5	1.860.596,38	186.059,64	241.147,02	427.206,66	1.619.449,36
8	Año 6	1.619.449,36	161.944,94	265.261,73	427.206,66	1.354.187,63
9	Año 7	1.354.187,63	135.418,76	291.787,90	427.206,66	1.062.399,74
10	Año 8	1.062.399,74	106.239,97	320.966,69	427.206,66	741.433,05
11	Año 9	741.433,05	74.143,30	353.063,36	427.206,66	388.369,69
12	Año 10	388.369,69	38.836,97	388.369,69	427.206,66	0,00
CUOTA		427206,6616				

GESTIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
	[USD/AÑO]	[USD/AÑO]	[USD/AÑO]	[USD/AÑO]	[USD/AÑO]	[USD/AÑO]	[USD/AÑO]	[USD/AÑO]	[USD/AÑO]	[USD/AÑO]	[USD/AÑO]
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS POR VENTAS DE ENERGÍA	0,00	553.186,58	552.768,02	552.349,46	551.930,89	551.512,33	551.093,77	550.675,21	550.256,65	549.838,09	549.419,53
TOTAL INGRESOS	0,00	553.186,58	552.768,02	552.349,46	551.930,89	551.512,33	551.093,77	550.675,21	550.256,65	549.838,09	549.419,53
COSTO DE OP. Y MANTENIMIENTO	0,00	157.500,00	157.500,00	157.500,00	157.500,00	157.500,00	157.500,00	157.500,00	157.500,00	157.500,00	157.500,00
PEAJE DEL STI	0,00	16.879,84	16.842,81	16.805,78	16.768,74	16.731,71	16.694,68	16.657,65	16.620,62	16.583,58	16.546,55
PAGO CNDC	0,00	3.927,62	3.924,65	3.921,68	3.918,71	3.915,74	3.912,77	3.909,79	3.906,82	3.903,85	3.900,88
PAGO AE (REGULACIÓN)	0,00	4.978,68	4.974,91	4.971,15	4.967,38	4.963,61	4.959,84	4.956,08	4.952,31	4.948,54	4.944,78
PAGO AE (REGISTRO)	0,00	2.212,75	2.211,07	2.209,40	2.207,72	2.206,05	2.204,38	2.202,70	2.201,03	2.199,35	2.197,68
SUELDOS	0,00	40.931,03	42.977,59	45.126,47	47.382,79	49.751,93	52.239,52	54.851,50	57.594,08	60.473,78	63.497,47
TOTAL EGRESOS	0,00	226.429,93	228.431,03	230.534,47	232.745,34	235.069,04	237.511,19	240.077,72	242.774,85	245.609,11	248.587,35
INTERESES (CRÉDITO)	0,00	-262.500,00	-246.029,33	-227.911,60	-207.982,10	-186.059,64	-161.944,94	-135.418,76	-106.239,97	-74.143,30	-38.836,97
UTILIDAD BRUTA	0,00	64.256,65	78.307,65	93.903,39	111.203,46	130.383,66	151.637,65	175.178,73	201.241,83	230.085,68	261.995,21
Inversión propia	-2.625.000,00										
Crédito	2.625.000,00										
AMORTIZACIÓN (CRÉDITO)	0,00	-164.706,66	-181.177,33	-199.295,06	-219.224,57	-241.147,02	-265.261,73	-291.787,90	-320.966,69	-353.063,36	-388.369,69
Flujo de caja	-5.250.000,00	-100.450,01	-102.869,68	-105.391,67	-108.021,11	-110.763,37	-113.624,08	-116.609,17	-119.724,86	-122.977,68	-126.374,49
INTERÉS (CAPITAL)		-262.500,00	-246.029,33	-227.911,60	-207.982,10	-186.059,64	-161.944,94	-135.418,76	-106.239,97	-74.143,30	-38.836,97
	2.625.000,00										
AMORTIZACIÓN (CAPITAL)		-164.706,66	-181.177,33	-199.295,06	-219.224,57	-241.147,02	-265.261,73	-291.787,90	-320.966,69	-353.063,36	-388.369,69
	-2.625.000,00	-527.656,67	-530.076,34	-532.598,33	-535.227,77	-537.970,03	-540.830,74	-543.815,83	-546.931,52	-550.184,34	-553.581,15
UTILIDAD NETA		-527.656,67	-530.076,34	-532.598,33	-535.227,77	-537.970,03	-540.830,74	-543.815,83	-546.931,52	-550.184,34	-553.581,15

Cuadro 90: Flujo neto de caja repotenciación planta Miguilla 50% Deuda, 50% capital



b)

% DEUDA	100%
TASA DE INTERES	10%

Item	Descripción	Capital [USD]	Interés [USD]	Amortización [USD]	Cuota [USD]	Saldo [USD]
1	Año 0	5.250.000,00	525.000,00	0,00	0,00	5.250.000,00
2	Año 1	5.250.000,00	525.000,00	329.413,32	854.413,32	4.920.586,68
3	Año 2	4.920.586,68	492.058,67	362.354,66	854.413,32	4.558.232,02
5	Año 3	4.558.232,02	455.823,20	398.590,12	854.413,32	4.159.641,90
6	Año 4	4.159.641,90	415.964,19	438.449,13	854.413,32	3.721.192,77
7	Año 5	3.721.192,77	372.119,28	482.294,05	854.413,32	3.238.898,72
8	Año 6	3.238.898,72	323.889,87	530.523,45	854.413,32	2.708.375,27
9	Año 7	2.708.375,27	270.837,53	583.575,80	854.413,32	2.124.799,47
10	Año 8	2.124.799,47	212.479,95	641.933,38	854.413,32	1.482.866,10
11	Año 9	1.482.866,10	148.286,61	706.126,71	854.413,32	776.739,38
12	Año 10	776.739,38	77.673,94	776.739,38	854.413,32	0,00
CUOTA	854413,3231					



GESTIÓN	AÑO 0 [USD/AÑO]	AÑO 1 [USD/AÑO]	AÑO 2 [USD/AÑO]	AÑO 3 [USD/AÑO]	AÑO 4 [USD/AÑO]	AÑO 5 [USD/AÑO]	AÑO 6 [USD/AÑO]	AÑO 7 [USD/AÑO]	AÑO 8 [USD/AÑO]	AÑO 9 [USD/AÑO]	AÑO 10 [USD/AÑO]
INGRESOS POR VENTAS DE ENERGÍA	0,00	553.186,58	552.768,02	552.349,46	551.930,89	551.512,33	551.093,77	550.675,21	550.256,65	549.838,09	549.419,53
TOTAL INGRESOS	0,00	553.186,58	552.768,02	552.349,46	551.930,89	551.512,33	551.093,77	550.675,21	550.256,65	549.838,09	549.419,53
COSTO DE OP. Y MANTENIMIENTO	0,00	157.500,00	157.500,00	157.500,00	157.500,00	157.500,00	157.500,00	157.500,00	157.500,00	157.500,00	157.500,00
PEAJE DEL STI	0,00	16.879,84	16.842,81	16.805,78	16.768,74	16.731,71	16.694,68	16.657,65	16.620,62	16.583,58	16.546,55
PAGO CNDC	0,00	3.927,62	3.924,65	3.921,68	3.918,71	3.915,74	3.912,77	3.909,79	3.906,82	3.903,85	3.900,88
PAGO AE (REGULACIÓN)	0,00	4.978,68	4.974,91	4.971,15	4.967,38	4.963,61	4.959,84	4.956,08	4.952,31	4.948,54	4.944,78
PAGO AE (REGISTRO)	0,00	2.212,75	2.211,07	2.209,40	2.207,72	2.206,05	2.204,38	2.202,70	2.201,03	2.199,35	2.197,68
SUELDOS	0,00	40.931,03	42.977,59	45.126,47	47.382,79	49.751,93	52.239,52	54.851,50	57.594,08	60.473,78	63.497,47
TOTAL EGRESOS	0,00	226.429,93	228.431,03	230.534,47	232.745,34	235.069,04	237.511,19	240.077,72	242.774,85	245.609,11	248.587,35
INTERESES (CRÉDITO)	0,00	-525.000,00	-492.058,67	-455.823,20	-415.964,19	-372.119,28	-323.889,87	-270.837,53	-212.479,95	-148.286,61	-77.673,94
UTILIDAD BRUTA	0,00	-198.243,35	-167.721,68	-134.008,21	-96.778,64	-55.675,98	-10.307,29	39.759,96	95.001,85	155.942,37	223.158,24
Inversión propia	0,00										
Crédito	5.250.000,00										
AMORTIZACIÓN (CRÉDITO)	0,00	-329.413,32	-362.354,66	-398.590,12	-438.449,13	-482.294,05	-530.523,45	-583.575,80	-641.933,38	-706.126,71	-776.739,38
Flujo de caja	-5.250.000,00	-527.656,67	-530.076,34	-532.598,33	-535.227,77	-537.970,03	-540.830,74	-543.815,83	-546.931,52	-550.184,34	-553.581,15
INTERÉS (CAPITAL)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00										
AMORTIZACIÓN (CAPITAL)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	-527.656,67	-530.076,34	-532.598,33	-535.227,77	-537.970,03	-540.830,74	-543.815,83	-546.931,52	-550.184,34	-553.581,15
UTILIDAD NETA		-527.656,67	-530.076,34	-532.598,33	-535.227,77	-537.970,03	-540.830,74	-543.815,83	-546.931,52	-550.184,34	-553.581,15

Cuadro 91: Flujo neto de caja repotenciación planta Miguilla 100% Deuda, 0% capital

### 12.1.2.2 Planta Angostura

a)

COSTO PROMEDIO PONDERADO DE CAPITAL		Inversión	Valor
% DEUDA	50%	6.150.000,00	3075000
% CAPITAL	50%		3075000
TOTAL	100%		
TASA DE INTERES	10%		

DESCRIPCIÓN	SIGLAS	CIFRAS
Depreciacion	DP	224600
No. Periodos Anual	No. PER.	10
INFLACION	INFL.	0,035
PRIMA DE RIESGO	PR	0,09
Tasa Mínima Activa de Riesgo	TMAR	11%

Cuadro 92: Costo promedio ponderado de capital repotenciación planta Angostura 50% Deuda, 50% capital

Item	Descripción	Capital [USD]	Interés [USD]	Amortización [USD]	Cuota [USD]	Saldo [USD]
1	Año 0	3.075.000,00	307.500,00	0,00	0,00	3.075.000,00
2	Año 1	3.075.000,00	307.500,00	192.942,09	500.442,09	2.882.057,91
3	Año 2	2.882.057,91	288.205,79	212.236,30	500.442,09	2.669.821,61
5	Año 3	2.669.821,61	266.982,16	233.459,93	500.442,09	2.436.361,68
6	Año 4	2.436.361,68	243.636,17	256.805,92	500.442,09	2.179.555,76
7	Año 5	2.179.555,76	217.955,58	282.486,51	500.442,09	1.897.069,25
8	Año 6	1.897.069,25	189.706,93	310.735,16	500.442,09	1.586.334,09
9	Año 7	1.586.334,09	158.633,41	341.808,68	500.442,09	1.244.525,41
10	Año 8	1.244.525,41	124.452,54	375.989,55	500.442,09	868.535,86
11	Año 9	868.535,86	86.853,59	413.588,50	500.442,09	454.947,35
12	Año 10	454.947,35	45.494,74	454.947,35	500.442,09	0,00
CUOTA	500442,0893					

GESTIÓN	AÑO 0 [USD/AÑO] 0	AÑO 1 [USD/AÑO] 1	AÑO 2 [USD/AÑO] 2	AÑO 3 [USD/AÑO] 3	AÑO 4 [USD/AÑO] 4	AÑO 5 [USD/AÑO] 5	AÑO 6 [USD/AÑO] 6	AÑO 7 [USD/AÑO] 7	AÑO 8 [USD/AÑO] 8	AÑO 9 [USD/AÑO] 9	AÑO 10 [USD/AÑO] 10
INGRESOS POR VENTAS DE ENERGÍA	0,00	653.259,78	648.766,70	644.273,62	639.780,55	635.287,47	630.794,39	626.301,31	621.808,23	617.315,15	612.822,07
TOTAL INGRESOS	0,00	653.259,78	648.766,70	644.273,62	639.780,55	635.287,47	630.794,39	626.301,31	621.808,23	617.315,15	612.822,07
COSTO DE OP. Y MANTENIMIENTO	0,00	184.500,00	184.500,00	184.500,00	184.500,00	184.500,00	184.500,00	184.500,00	184.500,00	184.500,00	184.500,00
PEAJE DEL STI	0,00	17.937,10	17.392,78	16.848,45	16.304,13	15.759,80	15.215,47	14.671,15	14.126,82	13.582,49	13.038,17
PAGO CNDC	0,00	4.638,14	4.606,24	4.574,34	4.542,44	4.510,54	4.478,64	4.446,74	4.414,84	4.382,94	4.351,04
PAGO AE (REGULACIÓN)	0,00	5.879,34	5.838,90	5.798,46	5.758,02	5.717,59	5.677,15	5.636,71	5.596,27	5.555,84	5.515,40
PAGO AE (REGISTRO)	0,00	2.613,04	2.595,07	2.577,09	2.559,12	2.541,15	2.523,18	2.505,21	2.487,23	2.469,26	2.451,29
SUELDOS	0,00	40.931,03	42.977,59	45.126,47	47.382,79	49.751,93	52.239,52	54.851,50	57.594,08	60.473,78	63.497,47
TOTAL EGRESOS	0,00	256.498,66	257.910,58	259.424,82	261.046,50	262.781,01	264.633,97	266.611,30	268.719,24	270.964,31	273.353,36
INTERESES (CRÉDITO)	0,00	-307.500,00	-288.205,79	-266.982,16	-243.636,17	-217.955,58	-189.706,93	-158.633,41	-124.452,54	-86.853,59	-45.494,74
UTILIDAD BRUTA	0,00	89.261,12	102.650,34	117.866,65	135.097,87	154.550,88	176.453,50	201.056,60	228.636,45	259.497,26	293.973,98
Inversión propia	-3.075.000,00										
Crédito	3.075.000,00										
AMORTIZACIÓN (CRÉDITO)	0,00	-192.942,09	-212.236,30	-233.459,93	-256.805,92	-282.486,51	-310.735,16	-341.808,68	-375.989,55	-413.588,50	-454.947,35
Flujo de caja	-6.150.000,00	-103.680,97	-109.585,96	-115.593,28	-121.708,05	-127.935,63	-134.281,67	-140.752,08	-147.353,10	-154.091,25	-160.973,38
INTERÉS (CAPITAL)		-307.500,00	-288.205,79	-266.982,16	-243.636,17	-217.955,58	-189.706,93	-158.633,41	-124.452,54	-86.853,59	-45.494,74
	3.075.000,00										
AMORTIZACIÓN (CAPITAL)		-192.942,09	-212.236,30	-233.459,93	-256.805,92	-282.486,51	-310.735,16	-341.808,68	-375.989,55	-413.588,50	-454.947,35
	-3.075.000,00	-604.123,06	-610.028,05	-616.035,37	-622.150,14	-628.377,72	-634.723,76	-641.194,17	-647.795,19	-654.533,34	-661.415,47
UTILIDAD NETA		-604.123,06	-610.028,05	-616.035,37	-622.150,14	-628.377,72	-634.723,76	-641.194,17	-647.795,19	-654.533,34	-661.415,47

Cuadro 93: Flujo neto de caja repotenciación planta Angostura 50% Deuda, 50% capital



b)

% DEUDA	100%
TASA DE INTERES	10%

Item	Descripción	Capital [USD]	Interés [USD]	Amortización [USD]	Cuota [USD]	Saldo [USD]
1	Año 0	6.150.000,00	615.000,00	0,00	0,00	6.150.000,00
2	Año 1	6.150.000,00	615.000,00	385.884,18	1.000.884,18	5.764.115,82
3	Año 2	5.764.115,82	576.411,58	424.472,60	1.000.884,18	5.339.643,23
5	Año 3	5.339.643,23	533.964,32	466.919,86	1.000.884,18	4.872.723,37
6	Año 4	4.872.723,37	487.272,34	513.611,84	1.000.884,18	4.359.111,53
7	Año 5	4.359.111,53	435.911,15	564.973,03	1.000.884,18	3.794.138,50
8	Año 6	3.794.138,50	379.413,85	621.470,33	1.000.884,18	3.172.668,17
9	Año 7	3.172.668,17	317.266,82	683.617,36	1.000.884,18	2.489.050,81
10	Año 8	2.489.050,81	248.905,08	751.979,10	1.000.884,18	1.737.071,71
11	Año 9	1.737.071,71	173.707,17	827.177,01	1.000.884,18	909.894,71
12	Año 10	909.894,71	90.989,47	909.894,71	1.000.884,18	0,00
CUOTA	1000884,179					

GESTIÓN	AÑO 0 [USD/AÑO]	AÑO 1 [USD/AÑO]	AÑO 2 [USD/AÑO]	AÑO 3 [USD/AÑO]	AÑO 4 [USD/AÑO]	AÑO 5 [USD/AÑO]	AÑO 6 [USD/AÑO]	AÑO 7 [USD/AÑO]	AÑO 8 [USD/AÑO]	AÑO 9 [USD/AÑO]	AÑO 10 [USD/AÑO]
INGRESOS POR VENTAS DE ENERGÍA	0,00	653.259,78	648.766,70	644.273,62	639.780,55	635.287,47	630.794,39	626.301,31	621.808,23	617.315,15	612.822,07
TOTAL INGRESOS	0,00	653.259,78	648.766,70	644.273,62	639.780,55	635.287,47	630.794,39	626.301,31	621.808,23	617.315,15	612.822,07
COSTO DE OP. Y MANTENIMIENTO	0,00	184.500,00	184.500,00	184.500,00	184.500,00	184.500,00	184.500,00	184.500,00	184.500,00	184.500,00	184.500,00
PEAJE DEL STI	0,00	17.937,10	17.392,78	16.848,45	16.304,13	15.759,80	15.215,47	14.671,15	14.126,82	13.582,49	13.038,17
PAGO CNDC	0,00	4.638,14	4.606,24	4.574,34	4.542,44	4.510,54	4.478,64	4.446,74	4.414,84	4.382,94	4.351,04
PAGO AE (REGULACIÓN)	0,00	5.879,34	5.838,90	5.798,46	5.758,02	5.717,59	5.677,15	5.636,71	5.596,27	5.555,84	5.515,40
PAGO AE (REGISTRO)	0,00	2.613,04	2.595,07	2.577,09	2.559,12	2.541,15	2.523,18	2.505,21	2.487,23	2.469,26	2.451,29
SUELDOS	0,00	40.931,03	42.977,59	45.126,47	47.382,79	49.751,93	52.239,52	54.851,50	57.594,08	60.473,78	63.497,47
TOTAL EGRESOS	0,00	225.431,03	227.477,59	229.626,47	231.882,79	234.251,93	236.739,52	239.351,50	242.094,08	244.973,78	247.997,47
INTERESES (CRÉDITO)	0,00	-615.000,00	-576.411,58	-533.964,32	-487.272,34	-435.911,15	-379.413,85	-317.266,82	-248.905,08	-173.707,17	-90.989,47
UTILIDAD BRUTA	0,00	-187.171,25	-155.122,47	-119.317,16	-79.374,58	-34.875,61	14.641,01	69.682,99	130.809,07	198.634,20	273.835,13
Inversión propia	0,00										
Crédito	6.150.000,00										
AMORTIZACIÓN (CRÉDITO)	0,00	-385.884,18	-424.472,60	-466.919,86	-513.611,84	-564.973,03	-621.470,33	-683.617,36	-751.979,10	-827.177,01	-909.894,71
Flujo de caja	-6.150.000,00	-573.055,43	-579.595,06	-586.237,02	-592.986,42	-599.848,64	-606.829,31	-613.934,37	-621.170,02	-628.542,81	-636.059,57
INTERÉS (CAPITAL)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00										
AMORTIZACIÓN (CAPITAL)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	-573.055,43	-579.595,06	-586.237,02	-592.986,42	-599.848,64	-606.829,31	-613.934,37	-621.170,02	-628.542,81	-636.059,57
UTILIDAD NETA		-573.055,43	-579.595,06	-586.237,02	-592.986,42	-599.848,64	-606.829,31	-613.934,37	-621.170,02	-628.542,81	-636.059,57

Cuadro 94: Flujo neto de caja repotenciación planta Angostura 100% Deuda, 0% capital

### 12.1.2.3 Planta Choquetanga

a)

COSTO PROMEDIO PONDERADO DE CAPITAL		Inversión	Valor
% DEUDA	50%	7.800.000,00	3900000
% CAPITAL	50%		3900000
TOTAL	100%		
TASA DE INTERES	10%		

DESCRIPCIÓN	SIGLAS	CIFRAS
Depreciacion	DP	224600
No. Periodos Anual	No. PER.	10
INFLACION	INFL.	0,035
PRIMA DE RIESGO	PR	0,09
Tasa Mínima Activa de	TMAR	11%

Cuadro 95: Costo promedio ponderado de capital repotenciación planta Choquetanga  
50% Deuda, 50% capital

Item	Descripción	Capital [USD]	Interés [USD]	Amortización [USD]	Cuota [USD]	Saldo [USD]
1	Año 0	3.900.000,00	390.000,00	0,00	0,00	3.900.000,00
2	Año 1	3.900.000,00	390.000,00	244.707,04	634.707,04	3.655.292,96
3	Año 2	3.655.292,96	365.529,30	269.177,74	634.707,04	3.386.115,22
5	Año 3	3.386.115,22	338.611,52	296.095,52	634.707,04	3.090.019,70
6	Año 4	3.090.019,70	309.001,97	325.705,07	634.707,04	2.764.314,63
7	Año 5	2.764.314,63	276.431,46	358.275,58	634.707,04	2.406.039,05
8	Año 6	2.406.039,05	240.603,90	394.103,14	634.707,04	2.011.935,91
9	Año 7	2.011.935,91	201.193,59	433.513,45	634.707,04	1.578.422,47
10	Año 8	1.578.422,47	157.842,25	476.864,79	634.707,04	1.101.557,67
11	Año 9	1.101.557,67	110.155,77	524.551,27	634.707,04	577.006,40
12	Año 10	577.006,40	57.700,64	577.006,40	634.707,04	0,00
CUOTA	634707,04					

GESTIÓN	AÑO 0 [USD/AÑO]	AÑO 1 [USD/AÑO]	AÑO 2 [USD/AÑO]	AÑO 3 [USD/AÑO]	AÑO 4 [USD/AÑO]	AÑO 5 [USD/AÑO]	AÑO 6 [USD/AÑO]	AÑO 7 [USD/AÑO]	AÑO 8 [USD/AÑO]	AÑO 9 [USD/AÑO]	AÑO 10 [USD/AÑO]
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS POR VENTAS DE ENERGÍA	0,00	1.779.421,41	1.774.399,76	1.769.378,12	1.764.356,47	1.759.334,82	1.754.313,18	1.749.291,53	1.744.269,88	1.739.248,24	1.734.226,59
TOTAL INGRESOS	0,00	1.779.421,41	1.774.399,76	1.769.378,12	1.764.356,47	1.759.334,82	1.754.313,18	1.749.291,53	1.744.269,88	1.739.248,24	1.734.226,59
COSTO DE OP. Y MANTENIMIENTO	0,00	234.000,00	234.000,00	234.000,00	234.000,00	234.000,00	234.000,00	234.000,00	234.000,00	234.000,00	234.000,00
PEAJE DEL STI	0,00	102.905,46	102.297,10	101.688,74	101.080,38	100.472,02	99.863,66	99.255,30	98.646,94	98.038,58	97.430,21
PAGO CNDC	0,00	12.633,89	12.598,24	12.562,58	12.526,93	12.491,28	12.455,62	12.419,97	12.384,32	12.348,66	12.313,01
PAGO AE (REGULACIÓN)	0,00	16.014,79	15.969,60	15.924,40	15.879,21	15.834,01	15.788,82	15.743,62	15.698,43	15.653,23	15.608,04
PAGO AE (REGISTRO)	0,00	7.117,69	7.097,60	7.077,51	7.057,43	7.037,34	7.017,25	6.997,17	6.977,08	6.956,99	6.936,91
SUELDOS	0,00	40.931,03	42.977,59	45.126,47	47.382,79	49.751,93	52.239,52	54.851,50	57.594,08	60.473,78	63.497,47
TOTAL EGRESOS	0,00	413.602,87	414.940,12	416.379,71	417.926,73	419.586,58	421.364,88	423.267,56	425.300,84	427.471,24	429.785,64
INTERESES (CRÉDITO)	0,00	-390.000,00	-365.529,30	-338.611,52	-309.001,97	-276.431,46	-240.603,90	-201.193,59	-157.842,25	-110.155,77	-57.700,64
UTILIDAD BRUTA	0,00	975.818,54	993.930,34	1.014.386,89	1.037.427,77	1.063.316,78	1.092.344,39	1.124.830,38	1.161.126,80	1.201.621,23	1.246.740,31
Inversión propia	-3.900.000,00										
Crédito	3.900.000,00										
AMORTIZACIÓN (CRÉDITO)	0,00	-244.707,04	-269.177,74	-296.095,52	-325.705,07	-358.275,58	-394.103,14	-433.513,45	-476.864,79	-524.551,27	-577.006,40
Flujo de caja	-7.800.000,00	731.111,50	724.752,60	718.291,37	711.722,70	705.041,21	698.241,26	691.316,93	684.262,01	677.069,95	669.733,91
INTERÉS (CAPITAL)		-390.000,00	-365.529,30	-338.611,52	-309.001,97	-276.431,46	-240.603,90	-201.193,59	-157.842,25	-110.155,77	-57.700,64
	3.900.000,00										
AMORTIZACIÓN (CAPITAL)		-244.707,04	-269.177,74	-296.095,52	-325.705,07	-358.275,58	-394.103,14	-433.513,45	-476.864,79	-524.551,27	-577.006,40
	-3.900.000,00	96.404,46	90.045,56	83.584,33	77.015,66	70.334,17	63.534,22	56.609,89	49.554,97	42.362,91	35.026,87
UTILIDAD NETA		96.404,46	90.045,56	83.584,33	77.015,66	70.334,17	63.534,22	56.609,89	49.554,97	42.362,91	35.026,87

Cuadro 96: Flujo neto de caja repotenciación planta Choquetanga 50% Deuda, 50% capital



b)

% DEUDA	100%
TASA DE INTERES	10%

Item	Descripción	Capital [USD]	Interés [USD]	Amortización [USD]	Cuota [USD]	Saldo [USD]
1	Año 0	7.800.000,00	780.000,00	0,00	0,00	7.800.000,00
2	Año 1	7.800.000,00	780.000,00	489.414,08	1.269.414,08	7.310.585,92
3	Año 2	7.310.585,92	731.058,59	538.355,49	1.269.414,08	6.772.230,43
5	Año 3	6.772.230,43	677.223,04	592.191,04	1.269.414,08	6.180.039,39
6	Año 4	6.180.039,39	618.003,94	651.410,14	1.269.414,08	5.528.629,25
7	Año 5	5.528.629,25	552.862,93	716.551,15	1.269.414,08	4.812.078,10
8	Año 6	4.812.078,10	481.207,81	788.206,27	1.269.414,08	4.023.871,83
9	Año 7	4.023.871,83	402.387,18	867.026,90	1.269.414,08	3.156.844,93
10	Año 8	3.156.844,93	315.684,49	953.729,59	1.269.414,08	2.203.115,35
11	Año 9	2.203.115,35	220.311,53	1.049.102,55	1.269.414,08	1.154.012,80
12	Año 10	1.154.012,80	115.401,28	1.154.012,80	1.269.414,08	0,00
CUOTA	1269414,08					



GESTIÓN	AÑO 0 [USD/AÑO]	AÑO 1 [USD/AÑO]	AÑO 2 [USD/AÑO]	AÑO 3 [USD/AÑO]	AÑO 4 [USD/AÑO]	AÑO 5 [USD/AÑO]	AÑO 6 [USD/AÑO]	AÑO 7 [USD/AÑO]	AÑO 8 [USD/AÑO]	AÑO 9 [USD/AÑO]	AÑO 10 [USD/AÑO]
INGRESOS POR VENTAS DE ENERGÍA	0,00	1.779.421,41	1.774.399,76	1.769.378,12	1.764.356,47	1.759.334,82	1.754.313,18	1.749.291,53	1.744.269,88	1.739.248,24	1.734.226,59
TOTAL INGRESOS	0,00	1.779.421,41	1.774.399,76	1.769.378,12	1.764.356,47	1.759.334,82	1.754.313,18	1.749.291,53	1.744.269,88	1.739.248,24	1.734.226,59
COSTO DE OP. Y MANTENIMIENTO	0,00	234.000,00	234.000,00	234.000,00	234.000,00	234.000,00	234.000,00	234.000,00	234.000,00	234.000,00	234.000,00
PEAJE DEL STI	0,00	102.905,46	102.297,10	101.688,74	101.080,38	100.472,02	99.863,66	99.255,30	98.646,94	98.038,58	97.430,21
PAGO CNDC	0,00	12.633,89	12.598,24	12.562,58	12.526,93	12.491,28	12.455,62	12.419,97	12.384,32	12.348,66	12.313,01
PAGO AE (REGULACIÓN)	0,00	16.014,79	15.969,60	15.924,40	15.879,21	15.834,01	15.788,82	15.743,62	15.698,43	15.653,23	15.608,04
PAGO AE (REGISTRO)	0,00	7.117,69	7.097,60	7.077,51	7.057,43	7.037,34	7.017,25	6.997,17	6.977,08	6.956,99	6.936,91
SUELDOS	0,00	40.931,03	42.977,59	45.126,47	47.382,79	49.751,93	52.239,52	54.851,50	57.594,08	60.473,78	63.497,47
TOTAL EGRESOS	0,00	413.602,87	414.940,12	416.379,71	417.926,73	419.586,58	421.364,88	423.267,56	425.300,84	427.471,24	429.785,64
INTERESES (CRÉDITO)	0,00	-780.000,00	-731.058,59	-677.223,04	-618.003,94	-552.862,93	-481.207,81	-402.387,18	-315.684,49	-220.311,53	-115.401,28
UTILIDAD BRUTA	0,00	585.818,54	628.401,05	675.775,37	728.425,80	786.885,32	851.740,49	923.636,79	1.003.284,55	1.091.465,46	1.189.039,67
Inversión propia	0,00										
Crédito	7.800.000,00										
AMORTIZACIÓN (CRÉDITO)	0,00	-489.414,08	-538.355,49	-592.191,04	-651.410,14	-716.551,15	-788.206,27	-867.026,90	-953.729,59	-1.049.102,55	-1.154.012,80
Flujo de caja	-7.800.000,00	96.404,46	90.045,56	83.584,33	77.015,66	70.334,17	63.534,22	56.609,89	49.554,97	42.362,91	35.026,87
INTERÉS (CAPITAL)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00										
AMORTIZACIÓN (CAPITAL)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	96.404,46	90.045,56	83.584,33	77.015,66	70.334,17	63.534,22	56.609,89	49.554,97	42.362,91	35.026,87
UTILIDAD NETA		96.404,46	90.045,56	83.584,33	77.015,66	70.334,17	63.534,22	56.609,89	49.554,97	42.362,91	35.026,87

Cuadro 97: Flujo neto de caja repotenciación planta Choquetanga 100% Deuda, 0% capital



### 12.1.2.4 Planta Botijlaca

a)

COSTO PROMEDIO PONDERADO DE CAPITAL		Inversión	Valor
% DEUDA	50%	7.900.000,00	3950000
% CAPITAL	50%		3950000
TOTAL	100%		
TASA DE INTERES	10%		

DESCRIPCIÓN	SIGLAS	CIFRAS
Depreciacion	DP	224600
No. Periodos Anual	No. PER.	10
INFLACION	INFL	0,035
PRIMA DE RIESGO	PR	0,09
Tasa Mínima Activa de Riesgo	TMAR	11%

Cuadro 98: Costo promedio ponderado de capital repotenciación planta Botijlaca 50% Deuda, 50% capital

Item	Descripción	Capital [USD]	Interés [USD]	Amortización [USD]	Cuota [USD]	Saldo [USD]
1	Año 0	3.950.000,00	395.000,00	0,00	0,00	3.950.000,00
2	Año 1	3.950.000,00	395.000,00	247.844,31	642.844,31	3.702.155,69
3	Año 2	3.702.155,69	370.215,57	272.628,74	642.844,31	3.429.526,95
4	Año 3	3.429.526,95	342.952,69	299.891,61	642.844,31	3.129.635,33
5	Año 4	3.129.635,33	312.963,53	329.880,78	642.844,31	2.799.754,56
6	Año 5	2.799.754,56	279.975,46	362.868,85	642.844,31	2.436.885,70
7	Año 6	2.436.885,70	243.688,57	399.155,74	642.844,31	2.037.729,96
8	Año 7	2.037.729,96	203.773,00	439.071,31	642.844,31	1.598.658,65
9	Año 8	1.598.658,65	159.865,87	482.978,44	642.844,31	1.115.680,21
10	Año 9	1.115.680,21	111.568,02	531.276,29	642.844,31	584.403,92
11	Año 10	584.403,92	58.440,39	584.403,92	642.844,31	0,00
CUOTA	642844,3098					

GESTIÓN	AÑO 0 [USD/AÑO]	AÑO 1 [USD/AÑO]	AÑO 2 [USD/AÑO]	AÑO 3 [USD/AÑO]	AÑO 4 [USD/AÑO]	AÑO 5 [USD/AÑO]	AÑO 6 [USD/AÑO]	AÑO 7 [USD/AÑO]	AÑO 8 [USD/AÑO]	AÑO 9 [USD/AÑO]	AÑO 10 [USD/AÑO]
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS POR VENTAS DE ENERGÍA	0,00	1.752.471,98	1.751.754,00	1.751.036,01	1.750.318,02	1.749.600,03	1.748.882,04	1.748.164,05	1.747.446,06	1.746.728,07	1.746.010,09
TOTAL INGRESOS	0,00	1.752.471,98	1.751.754,00	1.751.036,01	1.750.318,02	1.749.600,03	1.748.882,04	1.748.164,05	1.747.446,06	1.746.728,07	1.746.010,09
COSTO DE OP. Y MANTENIMIENTO	0,00	237.000,00	237.000,00	237.000,00	237.000,00	237.000,00	237.000,00	237.000,00	237.000,00	237.000,00	237.000,00
PEAJE DEL STI	0,00	97.750,70	97.663,71	97.576,73	97.489,75	97.402,77	97.315,78	97.228,80	97.141,82	97.054,84	96.967,85
PAGO CNDC	0,00	12.442,55	12.437,45	12.432,36	12.427,26	12.422,16	12.417,06	12.411,96	12.406,87	12.401,77	12.396,67
PAGO AE (REGULACIÓN)	0,00	15.772,25	15.765,79	15.759,32	15.752,86	15.746,40	15.739,94	15.733,48	15.727,01	15.720,55	15.714,09
PAGO AE (REGISTRO)	0,00	7.009,89	7.007,02	7.004,14	7.001,27	6.998,40	6.995,53	6.992,66	6.989,78	6.986,91	6.984,04
SUELDOS	0,00	40.931,03	42.977,59	45.126,47	47.382,79	49.751,93	52.239,52	54.851,50	57.594,08	60.473,78	63.497,47
TOTAL EGRESOS	0,00	410.906,42	412.851,56	414.899,02	417.053,93	419.321,66	421.707,84	424.218,40	426.859,56	429.637,85	432.560,12
INTERESES (CRÉDITO)	0,00	-395.000,00	-370.215,57	-342.952,69	-312.963,53	-279.975,46	-243.688,57	-203.773,00	-159.865,87	-111.568,02	-58.440,39
UTILIDAD BRUTA	0,00	946.565,57	968.686,87	993.184,29	1.020.300,55	1.050.302,92	1.083.485,63	1.120.172,66	1.160.720,64	1.205.522,20	1.255.009,57
Inversión propia	-3.950.000,00										
Crédito	3.950.000,00										
AMORTIZACIÓN (CRÉDITO)	0,00	-247.844,31	-272.628,74	-299.891,61	-329.880,78	-362.868,85	-399.155,74	-439.071,31	-482.978,44	-531.276,29	-584.403,92
Flujo de caja	-7.900.000,00	698.721,26	696.058,13	693.292,68	690.419,78	687.434,06	684.329,89	681.101,34	677.742,19	674.245,91	670.605,65
INTERÉS (CAPITAL)		-395.000,00	-370.215,57	-342.952,69	-312.963,53	-279.975,46	-243.688,57	-203.773,00	-159.865,87	-111.568,02	-58.440,39
	3.950.000,00										
AMORTIZACIÓN (CAPITAL)		-247.844,31	-272.628,74	-299.891,61	-329.880,78	-362.868,85	-399.155,74	-439.071,31	-482.978,44	-531.276,29	-584.403,92
	-3.950.000,00	55.876,95	53.213,82	50.448,37	47.575,47	44.589,75	41.485,58	38.257,03	34.897,88	31.401,60	27.761,34
UTILIDAD NETA		55.876,95	53.213,82	50.448,37	47.575,47	44.589,75	41.485,58	38.257,03	34.897,88	31.401,60	27.761,34

Cuadro 99: Flujo neto de caja repotenciación planta Botijlaca 50% Deuda, 50% capital



b)

% DEUDA	100%
TASA DE INTERES	10%

Item	Descripción	Capital [USD]	Interés [USD]	Amortización [USD]	Cuota [USD]	Saldo [USD]
1	Año 0	7.900.000,00	790.000,00	0,00	0,00	7.900.000,00
2	Año 1	7.900.000,00	790.000,00	495.688,62	1.285.688,62	7.404.311,38
3	Año 2	7.404.311,38	740.431,14	545.257,48	1.285.688,62	6.859.053,90
5	Año 3	6.859.053,90	685.905,39	599.783,23	1.285.688,62	6.259.270,67
6	Año 4	6.259.270,67	625.927,07	659.761,55	1.285.688,62	5.599.509,12
7	Año 5	5.599.509,12	559.950,91	725.737,71	1.285.688,62	4.873.771,41
8	Año 6	4.873.771,41	487.377,14	798.311,48	1.285.688,62	4.075.459,93
9	Año 7	4.075.459,93	407.545,99	878.142,63	1.285.688,62	3.197.317,30
10	Año 8	3.197.317,30	319.731,73	965.956,89	1.285.688,62	2.231.360,41
11	Año 9	2.231.360,41	223.136,04	1.062.552,58	1.285.688,62	1.168.807,84
12	Año 10	1.168.807,84	116.880,78	1.168.807,84	1.285.688,62	0,00
CUOTA	1285688,62					

GESTIÓN	AÑO 0 [USD/AÑO]	AÑO 1 [USD/AÑO]	AÑO 2 [USD/AÑO]	AÑO 3 [USD/AÑO]	AÑO 4 [USD/AÑO]	AÑO 5 [USD/AÑO]	AÑO 6 [USD/AÑO]	AÑO 7 [USD/AÑO]	AÑO 8 [USD/AÑO]	AÑO 9 [USD/AÑO]	AÑO 10 [USD/AÑO]
INGRESOS POR VENTAS DE ENERGÍA	0,00	1.752.471,98	1.751.754,00	1.751.036,01	1.750.318,02	1.749.600,03	1.748.882,04	1.748.164,05	1.747.446,06	1.746.728,07	1.746.010,09
TOTAL INGRESOS	0,00	1.752.471,98	1.751.754,00	1.751.036,01	1.750.318,02	1.749.600,03	1.748.882,04	1.748.164,05	1.747.446,06	1.746.728,07	1.746.010,09
COSTO DE OP. Y MANTENIMIENTO	0,00	237.000,00	237.000,00	237.000,00	237.000,00	237.000,00	237.000,00	237.000,00	237.000,00	237.000,00	237.000,00
PEAJE DEL STI	0,00	97.750,70	97.663,71	97.576,73	97.489,75	97.402,77	97.315,78	97.228,80	97.141,82	97.054,84	96.967,85
PAGO CNDC	0,00	12.442,55	12.437,45	12.432,36	12.427,26	12.422,16	12.417,06	12.411,96	12.406,87	12.401,77	12.396,67
PAGO AE (REGULACIÓN)	0,00	15.772,25	15.765,79	15.759,32	15.752,86	15.746,40	15.739,94	15.733,48	15.727,01	15.720,55	15.714,09
PAGO AE (REGISTRO)	0,00	7.009,89	7.007,02	7.004,14	7.001,27	6.998,40	6.995,53	6.992,66	6.989,78	6.986,91	6.984,04
SUELDOS	0,00	40.931,03	42.977,59	45.126,47	47.382,79	49.751,93	52.239,52	54.851,50	57.594,08	60.473,78	63.497,47
TOTAL EGRESOS	0,00	410.906,42	412.851,56	414.899,02	417.053,93	419.321,66	421.707,84	424.218,40	426.859,56	429.637,85	432.560,12
INTERESES (CRÉDITO)	0,00	-790.000,00	-740.431,14	-685.905,39	-625.927,07	-559.950,91	-487.377,14	-407.545,99	-319.731,73	-223.136,04	-116.880,78
UTILIDAD BRUTA	0,00	551.565,57	598.471,30	650.231,60	707.337,02	770.327,46	839.797,06	916.399,66	1.000.854,77	1.093.954,18	1.196.569,18
Inversión propia	0,00										
Crédito	7.900.000,00										
AMORTIZACIÓN (CRÉDITO)	0,00	-495.688,62	-545.257,48	-599.783,23	-659.761,55	-725.737,71	-798.311,48	-878.142,63	-965.956,89	-1.062.552,58	-1.168.807,84
Flujo de caja	-7.900.000,00	55.876,95	53.213,82	50.448,37	47.575,47	44.589,75	41.485,58	38.257,03	34.897,88	31.401,60	27.761,34
INTERÉS (CAPITAL)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		0,00									
AMORTIZACIÓN (CAPITAL)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		0,00	55.876,95	53.213,82	50.448,37	47.575,47	44.589,75	41.485,58	38.257,03	34.897,88	31.401,60
UTILIDAD NETA		55.876,95	53.213,82	50.448,37	47.575,47	44.589,75	41.485,58	38.257,03	34.897,88	31.401,60	27.761,34

Cuadro 100: Flujo neto de caja repotenciación planta Botijlaca 100% Deuda, 0% capital



### 12.1.2.5 Planta Cuticucho

a)

COSTO PROMEDIO PONDERADO DE CAPITAL		Inversión	Valor
% DEUDA	50%	8.950.000,00	4475000
% CAPITAL	50%		4475000
TOTAL	100%		
TASA DE INTERES	10%		

DESCRIPCIÓN	SIGLAS	CIFRAS
Depreciación	DP	224600
No. Periodos Anual	No. PER.	10
INFLACION	INFL.	0,035
PRIMA DE RIESGO	PR	0,09
Tasa Mínima Activa de Riesgo	TMAR	11%

Cuadro 101: Costo promedio ponderado de capital repotenciación planta Cuticucho 50% Deuda, 50% capital

Item	Descripción	Capital [USD]	Interés [USD]	Amortización [USD]	Cuota [USD]	Saldo [USD]
1	Año 0	4.475.000,00	447.500,00	0,00	0,00	4.475.000,00
2	Año 1	4.475.000,00	447.500,00	280.785,64	728.285,64	4.194.214,36
3	Año 2	4.194.214,36	419.421,44	308.864,21	728.285,64	3.885.350,15
5	Año 3	3.885.350,15	388.535,02	339.750,63	728.285,64	3.545.599,52
6	Año 4	3.545.599,52	354.559,95	373.725,69	728.285,64	3.171.873,84
7	Año 5	3.171.873,84	317.187,38	411.098,26	728.285,64	2.760.775,58
8	Año 6	2.760.775,58	276.077,56	452.208,08	728.285,64	2.308.567,49
9	Año 7	2.308.567,49	230.856,75	497.428,89	728.285,64	1.811.138,60
10	Año 8	1.811.138,60	181.113,86	547.171,78	728.285,64	1.263.966,82
11	Año 9	1.263.966,82	126.396,68	601.888,96	728.285,64	662.077,86
12	Año 10	662.077,86	66.207,79	662.077,86	728.285,64	0,00
CUOTA	728285,6421					

GESTIÓN	AÑO 0 [USD/AÑO] 0	AÑO 1 [USD/AÑO] 1	AÑO 2 [USD/AÑO] 2	AÑO 3 [USD/AÑO] 3	AÑO 4 [USD/AÑO] 4	AÑO 5 [USD/AÑO] 5	AÑO 6 [USD/AÑO] 6	AÑO 7 [USD/AÑO] 7	AÑO 8 [USD/AÑO] 8	AÑO 9 [USD/AÑO] 9	AÑO 10 [USD/AÑO] 10
INGRESOS POR VENTAS DE ENERGÍA	0,00	2.251.421,35	2.245.442,82	2.239.464,30	2.233.485,77	2.227.507,24	2.221.528,71	2.215.550,19	2.209.571,66	2.203.593,13	2.197.614,60
TOTAL INGRESOS	0,00	2.251.421,35	2.245.442,82	2.239.464,30	2.233.485,77	2.227.507,24	2.221.528,71	2.215.550,19	2.209.571,66	2.203.593,13	2.197.614,60
COSTO DE OP. Y MANTENIMIENTO	0,00	268.500,00	268.500,00	268.500,00	268.500,00	268.500,00	268.500,00	268.500,00	268.500,00	268.500,00	268.500,00
PEAJE DEL STI	0,00	116.474,00	115.749,71	115.025,43	114.301,15	113.576,86	112.852,58	112.128,29	111.404,01	110.679,72	109.955,44
PAGO CNDC	0,00	15.985,09	15.942,64	15.900,20	15.857,75	15.815,30	15.772,85	15.730,41	15.687,96	15.645,51	15.603,06
PAGO AE (REGULACIÓN)	0,00	20.262,79	20.208,99	20.155,18	20.101,37	20.047,57	19.993,76	19.939,95	19.886,14	19.832,34	19.778,53
PAGO AE (REGISTRO)	0,00	9.005,69	8.981,77	8.957,86	8.933,94	8.910,03	8.886,11	8.862,20	8.838,29	8.814,37	8.790,46
SUELDOS	0,00	40.931,03	42.977,59	45.126,47	47.382,79	49.751,93	52.239,52	54.851,50	57.594,08	60.473,78	63.497,47
TOTAL EGRESOS	0,00	471.158,60	472.360,70	473.665,13	475.077,00	476.601,68	478.244,83	480.012,35	481.910,47	483.945,72	486.124,96
INTERESES (CRÉDITO)	0,00	-447.500,00	-419.421,44	-388.535,02	-354.559,95	-317.187,38	-276.077,56	-230.856,75	-181.113,86	-126.396,68	-66.207,79
UTILIDAD BRUTA	0,00	1.332.762,75	1.353.660,68	1.377.264,15	1.403.848,82	1.433.718,17	1.467.206,33	1.504.681,09	1.546.547,33	1.593.250,73	1.645.281,86
Inversión propia	-4.475.000,00										
Crédito	4.475.000,00										
AMORTIZACIÓN (CRÉDITO)	0,00	-280.785,64	-308.864,21	-339.750,63	-373.725,69	-411.098,26	-452.208,08	-497.428,89	-547.171,78	-601.888,96	-662.077,86
Flujo de caja	-8.950.000,00	1.051.977,10	1.044.796,48	1.037.513,53	1.030.123,13	1.022.619,91	1.014.998,24	1.007.252,19	999.375,54	991.361,77	983.204,00
INTERÉS (CAPITAL)		-447.500,00	-419.421,44	-388.535,02	-354.559,95	-317.187,38	-276.077,56	-230.856,75	-181.113,86	-126.396,68	-66.207,79
	4.475.000,00										
AMORTIZACIÓN (CAPITAL)		-280.785,64	-308.864,21	-339.750,63	-373.725,69	-411.098,26	-452.208,08	-497.428,89	-547.171,78	-601.888,96	-662.077,86
	-4.475.000,00	323.691,46	316.510,84	309.227,88	301.837,49	294.334,27	286.712,60	278.966,55	271.089,90	263.076,13	254.918,36
UTILIDAD NETA		323.691,46	316.510,84	309.227,88	301.837,49	294.334,27	286.712,60	278.966,55	271.089,90	263.076,13	254.918,36

Cuadro 102: Flujo neto de caja repotenciación planta Cuticucho 50% Deuda, 50% capital



b)

% DEUDA	100%
TASA DE INTERES	10%

Item	Descripcion	Capital	Interes	Amortizacion	Cuota	Saldo
1	Año 0	8.950.000,00	895.000,00	0,00	0,00	8.950.000,00
2	Año 1	8.950.000,00	895.000,00	561.571,28	1.456.571,28	8.388.428,72
3	Año 2	8.388.428,72	838.842,87	617.728,41	1.456.571,28	7.770.700,30
5	Año 3	7.770.700,30	777.070,03	679.501,25	1.456.571,28	7.091.199,05
6	Año 4	7.091.199,05	709.119,90	747.451,38	1.456.571,28	6.343.747,67
7	Año 5	6.343.747,67	634.374,77	822.196,52	1.456.571,28	5.521.551,15
8	Año 6	5.521.551,15	552.155,12	904.416,17	1.456.571,28	4.617.134,98
9	Año 7	4.617.134,98	461.713,50	994.857,79	1.456.571,28	3.622.277,20
10	Año 8	3.622.277,20	362.227,72	1.094.343,56	1.456.571,28	2.527.933,63
11	Año 9	2.527.933,63	252.793,36	1.203.777,92	1.456.571,28	1.324.155,71
12	Año 10	1.324.155,71	132.415,57	1.324.155,71	1.456.571,28	0,00
CUOTA	1456571,284					



GESTIÓN	AÑO 0 [USD/AÑO]	AÑO 1 [USD/AÑO]	AÑO 2 [USD/AÑO]	AÑO 3 [USD/AÑO]	AÑO 4 [USD/AÑO]	AÑO 5 [USD/AÑO]	AÑO 6 [USD/AÑO]	AÑO 7 [USD/AÑO]	AÑO 8 [USD/AÑO]	AÑO 9 [USD/AÑO]	AÑO 10 [USD/AÑO]
INGRESOS POR VENTAS DE ENERGÍA	0,00	2.251.421,35	2.245.442,82	2.239.464,30	2.233.485,77	2.227.507,24	2.221.528,71	2.215.550,19	2.209.571,66	2.203.593,13	2.197.614,60
TOTAL INGRESOS	0,00	2.251.421,35	2.245.442,82	2.239.464,30	2.233.485,77	2.227.507,24	2.221.528,71	2.215.550,19	2.209.571,66	2.203.593,13	2.197.614,60
COSTO DE OP. Y MANTENIMIENTO	0,00	268.500,00	268.500,00	268.500,00	268.500,00	268.500,00	268.500,00	268.500,00	268.500,00	268.500,00	268.500,00
PEAJE DEL STI	0,00	116.474,00	115.749,71	115.025,43	114.301,15	113.576,86	112.852,58	112.128,29	111.404,01	110.679,72	109.955,44
PAGO CNDC	0,00	15.985,09	15.942,64	15.900,20	15.857,75	15.815,30	15.772,85	15.730,41	15.687,96	15.645,51	15.603,06
PAGO AE (REGULACIÓN)	0,00	20.262,79	20.208,99	20.155,18	20.101,37	20.047,57	19.993,76	19.939,95	19.886,14	19.832,34	19.778,53
PAGO AE (REGISTRO)	0,00	9.005,69	8.981,77	8.957,86	8.933,94	8.910,03	8.886,11	8.862,20	8.838,29	8.814,37	8.790,46
SUELDOS	0,00	40.931,03	42.977,59	45.126,47	47.382,79	49.751,93	52.239,52	54.851,50	57.594,08	60.473,78	63.497,47
TOTAL EGRESOS	0,00	471.158,60	472.360,70	473.665,13	475.077,00	476.601,68	478.244,83	480.012,35	481.910,47	483.945,72	486.124,96
INTERESES (CRÉDITO)	0,00	-895.000,00	-838.842,87	-777.070,03	-709.119,90	-634.374,77	-552.155,12	-461.713,50	-362.227,72	-252.793,36	-132.415,57
UTILIDAD BRUTA	0,00	885.262,75	934.239,25	988.729,14	1.049.288,87	1.116.530,79	1.191.128,77	1.273.824,34	1.365.433,47	1.466.854,05	1.579.074,08
Inversión propia	0,00										
Crédito	8.950.000,00										
AMORTIZACIÓN (CRÉDITO)	0,00	-561.571,28	-617.728,41	-679.501,25	-747.451,38	-822.196,52	-904.416,17	-994.857,79	-1.094.343,56	-1.203.777,92	-1.324.155,71
Flujo de caja	-8.950.000,00	323.691,46	316.510,84	309.227,88	301.837,49	294.334,27	286.712,60	278.966,55	271.089,90	263.076,13	254.918,36
INTERÉS (CAPITAL)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00										
AMORTIZACIÓN (CAPITAL)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	323.691,46	316.510,84	309.227,88	301.837,49	294.334,27	286.712,60	278.966,55	271.089,90	263.076,13	254.918,36
UTILIDAD NETA		323.691,46	316.510,84	309.227,88	301.837,49	294.334,27	286.712,60	278.966,55	271.089,90	263.076,13	254.918,36

Cuadro 103: Flujo neto de caja repotenciación planta Cuticucho 100% Deuda, 0% capital



## 12.2. Valor actual neto (VAN)

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

El valor neto consiste en encontrar la diferencia entre el valor actualizado de los flujos de beneficio y el valor, también actualizado, de las inversiones y otros egresos en efectivo. La tasa que se utiliza es el rendimiento mínimo aceptable que puede esperarse de la empresa.

Para el cálculo del valor actual neto (VAN) se utiliza la siguiente ecuación:

$$VAN = \sum_{t=1}^n F_t \left( \frac{1}{(1+i)^n} \right)$$

VAN = valor actual neto.

$F_t$  = Flujo de caja al año  $t$ .

$i$  = tasa de interés que se espera del proyecto.

$n$  = número de años de estudio del proyecto.

## 12.3 Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de Rendimiento (TIR) o Rentabilidad Interna Real (RIR), o Tasa Interna de Retorno, en un proyecto de inversión, es la tasa de interés  $i$  que hace que el valor actual de los flujos de beneficios (positivos) sea igual al valor actual de los flujos de inversión (negativos), considerando todo el tiempo de vida del proyecto.

Dicho de otra manera, es la tasa de interés  $i$  que reduce a cero, el valor presente  $P$  de una serie de ingresos y desembolsos.

El valor del TIR es el valor de  $i$  que hace cumplir la siguiente ecuación:

$$0 = \sum_{t=1}^n F_t \left( \frac{1}{(1+i)^n} \right)$$

$i$  = TIR

$F_t$  = Flujo de caja del año  $t$

$n$  = número de años, durante los cuales la suma de los valores actuales de los flujos de caja es cero.

En un anterior análisis se apreció que la alternativa de modernización es factible, en este acápite se analizará solo la repotenciación, debido a que en el anterior análisis el Valor Actual Neto (VAN), muestra resultados negativos.

## MODERNIZACIÓN

<b>MIGUILLA</b>						
	FLUJO DE CAJA CORRIENTE 50% INVERSIÓN, 50% PRÉSTAMO		FLUJO DE CAJA CORRIENTE 75% INVERSIÓN, 25% PRÉSTAMO		FLUJO DE CAJA CORRIENTE 0% INVERSIÓN, 100% PRÉSTAMO	
	CREDITO	INVERSIONISTA	CREDITO	INVERSIONISTA	CREDITO	INVERSIONISTA
VAN	949.651,54	954.431,65	958.973,21	886.662,16	923.392,98	1.089.042,09
TIR	136,21%	260,61%	140,42%	172,08%	127,25%	-

<b>ANGOSTURA</b>						
	FLUJO DE CAJA CORRIENTE 50% INVERSIÓN, 50% PRÉSTAMO		FLUJO DE CAJA CORRIENTE 75% INVERSIÓN, 25% PRÉSTAMO		FLUJO DE CAJA CORRIENTE 0% INVERSIÓN, 100% PRÉSTAMO	
	CREDITO	INVERSIONISTA	CREDITO	INVERSIONISTA	CREDITO	INVERSIONISTA
VAN	1.337.436,60	1.343.875,52	1.392.034,31	1.294.629,67	1.312.933,10	1.536.066,24
TIR	138,32%	264,30%	145,74%	179,00%	129,91%	-

<b>CHOQUETANGA</b>						
	FLUJO DE CAJA CORRIENTE 50% INVERSIÓN, 50% PRÉSTAMO		FLUJO DE CAJA CORRIENTE 75% INVERSIÓN, 25% PRÉSTAMO		FLUJO DE CAJA CORRIENTE 0% INVERSIÓN, 100% PRÉSTAMO	
	CREDITO	INVERSIONISTA	CREDITO	INVERSIONISTA	CREDITO	INVERSIONISTA
VAN	5.695.155,24	5.702.859,35	5.454.543,52	5.337.999,74	5.767.683,86	6.034.660,67
TIR	406,80%	798,71%	401,37%	519,31%	389,12%	-

## REPOTENCIACIÓN

<b>MIGUILLA</b>						
	FLUJO DE CAJA CORRIENTE 50% INVERSIÓN, 50% PRÉSTAMO		FLUJO DE CAJA CORRIENTE 75% INVERSIÓN, 25% PRÉSTAMO		FLUJO DE CAJA CORRIENTE 0% INVERSIÓN, 100% PRÉSTAMO	
	CREDITO	INVERSIONISTA	CREDITO	INVERSIONISTA	CREDITO	INVERSIONISTA
VAN	(5.923.772,82)	(5.772.274,27)	(4.702.325,87)	(6.994.116,04)	(8.591.767,88)	(3.341.767,88)
TIR	-	-	-23,73%	-	-	-

<b>ANGOSTURA</b>						
	FLUJO DE CAJA CORRIENTE 50% INVERSIÓN, 50% PRÉSTAMO		FLUJO DE CAJA CORRIENTE 75% INVERSIÓN, 25% PRÉSTAMO		FLUJO DE CAJA CORRIENTE 0% INVERSIÓN, 100% PRÉSTAMO	
	CREDITO	INVERSIONISTA	CREDITO	INVERSIONISTA	CREDITO	INVERSIONISTA
VAN	(6.879.843,95)	(6.702.374,22)	(5.287.900,38)	(7.972.568,87)	(9.827.045,87)	(3.677.045,87)
TIR	-	-	-21,07%	-	-	-

<b>CHOQUETANGA</b>						
	FLUJO DE CAJA CORRIENTE 50% INVERSIÓN, 50% PRÉSTAMO		FLUJO DE CAJA CORRIENTE 75% INVERSIÓN, 25% PRÉSTAMO		FLUJO DE CAJA CORRIENTE 0% INVERSIÓN, 100% PRÉSTAMO	
	CREDITO	INVERSIONISTA	CREDITO	INVERSIONISTA	CREDITO	INVERSIONISTA
VAN	(3.705.973,69)	(3.480.890,14)	(2.036.053,44)	(5.440.998,84)	(7.359.367,52)	440.632,48
TIR	-1,92%	-26,20%	5,23%	-30,28%	-32,93%	-

<b>BOTIJLACA</b>						
	FLUJO DE CAJA CORRIENTE 50% INVERSIÓN, 50% PRÉSTAMO		FLUJO DE CAJA CORRIENTE 75% INVERSIÓN, 25% PRÉSTAMO		FLUJO DE CAJA CORRIENTE 0% INVERSIÓN, 100% PRÉSTAMO	
	CREDITO	INVERSIONISTA	CREDITO	INVERSIONISTA	CREDITO	INVERSIONISTA
VAN	(3.915.924,59)	(3.687.955,35)	(2.220.995,49)	(5.669.594,04)	(7.623.790,29)	276.209,71
TIR	-2,52%	-29,92%	4,70%	-33,54%	-35,93%	-

<b>CUTICUCHO</b>						
	FLUJO DE CAJA CORRIENTE 50% INVERSIÓN, 50% PRÉSTAMO		FLUJO DE CAJA CORRIENTE 75% INVERSIÓN, 25% PRÉSTAMO		FLUJO DE CAJA CORRIENTE 0% INVERSIÓN, 100% PRÉSTAMO	
	CREDITO	INVERSIONISTA	CREDITO	INVERSIONISTA	CREDITO	INVERSIONISTA
VAN	(3.015.431,45)	(2.757.162,50)	(1.134.679,48)	(5.041.636,06)	(7.131.597,65)	1.818.402,35
TIR	2,45%	-7,45%	8,89%	-13,33%	-17,02%	-

### **13. ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS.**

Gracias a los resultados de la tasa interna de retorno (TIR), los cuales dieron negativos, se sabe que la alternativa de repotenciación no es factible, debido a los bajos ingresos que no serán capaces de recuperar la inversión. Por otro lado, la alternativa de modernización, si es rentable, por lo que la modernización de las plantas Miguilla, Angostura y Choquetanga es la mejor opción, considerando que para una mayor rentabilidad se recomienda un préstamo del banco a 10 años plazo con una tasa de interés del 10 %

Tomando en cuenta que las plantas Botijlaca y Cuticucho ya están modernizadas, no están trabajando en su punto óptimo, ya que se tiene exceso de personal.

### **14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

- Se analizó la factibilidad de modernización y/o repotenciación de las centrales hidroeléctricas Miguillas, Angostura, Choquetanga, Botijlaca y Cuticucho.
- Se diagnosticó el problema.
- Se hizo un análisis de la situación actual.
- Se plantearon tres posibles soluciones.
- Se obtuvieron datos fidedignos de los precios de los equipos.
- Se estudiaron las posibles soluciones.
- Se recomendó una.

### **15. ANEXOS DE CUADROS:**

Año	Energía [MWh]
1990	7.509,70
1991	8.643,40
1992	8.156,50
1993	9.333,00
1994	8.710,20
1995	9.698,00
1996	8.993,20
1997	9.780,84
1998	10.488,96
1999	9.493,56

2000	<b>8.676,66</b>
2001	<b>9.627,30</b>
2002	<b>8.901,40</b>
2003	<b>7.987,80</b>
2004	<b>8.920,58</b>
2005	<b>8.241,10</b>
2006	<b>9.466,35</b>
2007	<b>8.326,30</b>
2008	<b>8.689,00</b>
2009	<b>8.389,00</b>
2010	<b>8.309,00</b>
2011	<b>9.117,53</b>
2012	<b>9.594,25</b>
2013	<b>9.250,64</b>
2014	<b>8.582,19</b>
2015	<b>8.522,15</b>
2016	<b>6.795,56</b>

Cuadro 23: energía vendida desde el año 1990 al 2016 planta Miguilla

Año	Energía [MWh]
1990	<b>16.475,87</b>
1991	<b>19.959,48</b>
1992	<b>20.217,22</b>
1993	<b>22.403,04</b>
1994	<b>19.812,96</b>
1995	<b>23.378,52</b>
1996	<b>23.223,12</b>
1997	<b>23.809,92</b>
1998	<b>27.144,94</b>
1999	<b>22.123,30</b>
2000	<b>20.227,10</b>

2001	<b>24.286,90</b>
2002	<b>21.702,10</b>
2003	<b>19.099,88</b>
2004	<b>23.346,30</b>
2005	<b>18.329,50</b>
2006	<b>21.965,56</b>
2007	<b>15.752,90</b>
2008	<b>15.246,75</b>
2009	<b>19.420,75</b>
2010	<b>19.905,51</b>
2011	<b>20.371,31</b>
2012	<b>22.600,38</b>
2013	<b>19.545,45</b>
2014	<b>19.261,59</b>
2015	<b>18.695,99</b>
2016	<b>16.818,90</b>

Cuadro 27: energía vendida desde el año 1990 al 2016 planta Angostura

Año	Energía [MWh]
1990	<b>39.478,95</b>
1991	<b>37.863,34</b>
1992	<b>39.246,94</b>
1993	<b>45.016,04</b>
1994	<b>40.314,40</b>
1995	<b>40.387,50</b>
1996	<b>45.778,20</b>
1997	<b>38.414,20</b>
1998	<b>43.319,93</b>
1999	<b>38.433,00</b>
2000	<b>38.101,90</b>
2001	<b>43.927,50</b>

2002	42.451,40
2003	36.812,90
2004	39.346,00
2005	38.207,80
2006	39.281,13
2007	36.343,40
2008	36.382,10
2009	37.366,31
2010	38.152,72
2011	37.057,27
2012	39.509,33
2013	40.151,31
2014	36.947,54
2015	37.497,50
2016	29.963,31

Cuadro 32: energía vendida desde el año 1990 al 2016 planta Choquetanga

Año	Energía [MWh]
1990	20.608,50
1991	21.103,10
1992	21.576,00
1993	21.514,50
1994	20.846,10
1995	22.463,80
1996	23.208,80
1997	23.196,10
1998	17.838,56
1999	35.313,09
2000	37.234,42
2001	42.937,05

2002	<b>37.493,10</b>
2003	<b>36.270,57</b>
2004	<b>35.726,59</b>
2005	<b>33.165,07</b>
2006	<b>41.268,78</b>
2007	<b>41.734,91</b>
2008	<b>35.529,23</b>
2009	<b>36.592,98</b>
2010	<b>36.051,81</b>
2011	<b>36.588,93</b>
2012	<b>38.783,22</b>
2013	<b>37.750,96</b>
2014	<b>33.453,19</b>
2015	<b>39.602,79</b>
2016	<b>27.373,85</b>

Cuadro 36: energía vendida desde el año 1990 al 2016 planta Botijlaca

Año	Energía [MWh]
1990	<b>58.352,70</b>
1991	<b>55.262,90</b>
1992	<b>57.300,00</b>
1993	<b>59.729,00</b>
1994	<b>54.887,80</b>
1995	<b>56.412,50</b>
1996	<b>57.916,00</b>
1997	<b>60.189,00</b>
1998	<b>105.489,15</b>
1999	<b>118.918,04</b>
2000	<b>110.556,49</b>
2001	<b>122.875,82</b>
2002	<b>120.984,13</b>



2003	109.930,67
2004	110.784,22
2005	106.463,06
2006	122.299,19
2007	130.109,03
2008	110.557,66
2009	124.390,22
2010	116.621,23
2011	129.559,85
2012	125.862,30
2013	103.795,78
2014	90.477,84
2015	127.716,46
2016	94.038,13

Cuadro 40: energía vendida desde el año 1990 al 2016 planta Cuticucho

## 16. BIBLIOGRAFÍA

- <http://proyectos.aragua.gob.ve/descargas/ESTUDIOFACTIBILIDADECON%C3%93MIC A.pdf>
- [http://industrial.umsa.bo/documents/184826/324171/MDP002\\_APROBACION\\_DEL\\_TEMA\\_DE\\_PROYECTO\\_DE\\_GRADO.pdf](http://industrial.umsa.bo/documents/184826/324171/MDP002_APROBACION_DEL_TEMA_DE_PROYECTO_DE_GRADO.pdf)
- <https://www.rankia.mx/blog/analisis-ipc/2766281-que-utilidad-neta-bruta-operacional>
- <https://html.rincondelvago.com/disenio-de-una-minicentral-de-energia-hidroelectrica.html>
- [http://www.cnr.gob.cl/Home/Documentacin%20Complementaria/GUIA\\_Layman\\_ESHA\\_PCH.pdf](http://www.cnr.gob.cl/Home/Documentacin%20Complementaria/GUIA_Layman_ESHA_PCH.pdf)
- [http://www.bancafacil.cl/bancafacil/servlet/pdf/Glosario\\_completo\\_bancafacil.pdf](http://www.bancafacil.cl/bancafacil/servlet/pdf/Glosario_completo_bancafacil.pdf)
- <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7030/1/T1457.pdf>
- <http://www.fao.org/forestry/12826-03d7916c8bc67fef94da8c33bd643811d.pdf>

- [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/195892/Manual de Operaci n RMyT DR 2017 FOFAE ok.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/195892/Manual_de_Operaci_n_RMyT_DR_2017_FOFAE_ok.pdf)
- [http://www.udape.gob.bo/portales\\_html/diagnosticos/documentos/TOMO%20II%20SEC TOR%20EL%C3%89CTRICO.pdf](http://www.udape.gob.bo/portales_html/diagnosticos/documentos/TOMO%20II%20SEC TOR%20EL%C3%89CTRICO.pdf)
- MERCADOS COMPETITIVOS Y NO COMPETITIVOS  
[https://www.uv.es/~ssaz/Tema\\_5\\_CC\\_Ambientales.pdf](https://www.uv.es/~ssaz/Tema_5_CC_Ambientales.pdf)
- MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA, 2015, “*Compendio de Normas del Sector Eléctrico (2006-2015)*”, La Paz – Bolivia
- MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA, 2015, “*Compendio Normativo del Sector Electrico TOMO 1*”, La Paz – Bolivia
- MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA, 2015, “*Compendio Normativo del Sector Electrico TOMO 2*”, La Paz – Bolivia
- AUTORIDAD DE FISCALIZACIÓN Y CONTROL SOCIAL DE ELECTRICIDAD (AE), 2017, “*Anuario estadístico 2017*”, La Paz – Bolivia
- COMITÉ NACIONAL DE DESPACHO DE CARGA (CNDC), 2011, “*Plan óptimo de expansión del Sistema Interconectado Nacional 2012-2020*”, Cochabamba – Bolivia.
- VICEMINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍAS ALTERNATIVAS, 2014, “*Plan Eléctrico del Estado Plurinacional de Bolivia 2025*”, La Paz – Bolivia
- Normas operativas, resoluciones AE
- CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS CENTRALES HIDROELECTRICAS, Responsable José Luis Daza, 2016, La Paz – Bolivia
- COORDENADAS GEOGRAFICAS DE LAS CENTRALES ELECTRICAS, Responsable Raul Aruquipa, 2016