

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

SEDE CONCEPCIÓN

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE REPLAZO
MANTENIMIENTO BÁSICO A MANTENIMIENTO PREDICTIVO.**

JUAN IGNACIO SANHUEZA MOLINA.

- 2018 -

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN.

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE REMPLAZO
MANTENIMIENTO BÁSICO A MANTENIMIENTO PREDICTIVO.

Trabajo para optar al título Profesional de
Ingeniero de Ejecución en Gestión Industrial.

Alumno : Sr. Juan Ignacio Sanhueza Molina.
Profesor Guía: Sr. Jorge Alejandro Urrutia Delucchi.

Agradecimientos:

Agradezco a Dios, Mi esposa y familia por apoyo y sacrificio brindado en estos años de estudios, siendo cada uno importante y fundamentales para darme fuerzas en este camino de perfeccionamiento. A todos ellos muchas gracia. Le doy gracias a Dios y a la vida que me permitió cumplir mis objetivos, para así lograr mis metas, les agradezco a mis profesores de la Universidad Técnica Federico Santa María Sede Concepción-Chile por la enseñanza y experiencias adquiridas en sus aulas y en especial a mi Jefe de Carrera y Profesor Guía Sr. Jorge Urrutia Delucchi, quien me ayudó con asertivas observaciones a mi trabajo de tesis. Antes de comenzar a exponer mi trabajo de investigación, quisiera expresar mi profunda gratitud al Dios Todopoderoso, ya que todo lo que en la vida he alcanzado, se lo debo a él.

A todos ellos, MUCHAS GRACIAS.

INDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN.	1
OBJETIVO GENERAL.	2
OBJETIVO ESPECIFICO.	3
METODOLOGIA DE TRABAJO.	4
 Capitulo 1: ESTUDIO DE MERCADO.	 5
1.1 Análisis de Estudio de Mercado.	6
1.1.1 Descripción del Proyecto y Localización del proyecto.	7
1.1.2 Descripción actual mantenimiento Preventivo Básico.	9
1.1.3 Planteamiento del proyecto sometido a estudio.	10

1.1.4	Esquema Objetivo Sistema Monitoreo continuo.	11
1.1.5	Organigrama funcional área mantenimiento.	12
1.1.6	Análisis de las 5 fuerzas de Porter.	13
1.1.7	Esquema Objetivo Matriz FODA.	14
1.1.8	Cadena de Valor de Porte.	15
1.1.9	Conclusión Estudio de Mercado.	16
Capitulo 2:	ESTUDIO TECNICO.	17
2.1	Análisis de Estudio de Técnico.	18
2.1.1	Análisis de estudio de los costos involucrados (Mantenimiento anual).	19
2.1.2	Costo Mantenimiento Preventivo Básico MPB.	20
2.1.3	Inversión nuevo modelo mantenimiento (Predictivo bajo condición).	21
2.1.4	Aspectos organizacionales del Personal.	22
2.1.5	Misión del Proyecto.	25
2.1.6	Visión del proyecto.	25
2.1.7	Conclusión estudio técnico.	26
Capitulo 3:	ESTUDIO TECNICO – ECONOMICO.	27
3.1	Análisis Estudio Técnico - Económico.	28
3.1.1	Depreciación de los Equipos Existentes.	29

3.1.2	Financiamiento al 50 %.	30
3.1.3	Financiamiento al 75 %.	31
3.1.4	Flujo de caja antes de implementar el reemplazo.	32
3.1.5	Flujo de caja del proyecto con la mejora implementada.	33
3.1.6	Plazo de recuperación de la inversión Pay Back.	34
3.1.7	Comparación CAE antes la mejora / CAE después de la mejora.	35
3.1.8	Flujo de caja proyecto al 50 %.	36
3.1.9	Flujo de caja proyecto al 75 %.	37
3.1.10	Análisis de sensibilidad.	38
3.1.11	Conclusión Estudio Técnico Económico.	40
3.1.12	Conclusiones generales.	41

INTRODUCCIÓN.

Proyecto de estudio Pre-factibilidad técnica y económica de pasar de mantenimiento básico a mantenimiento predictivo, tiene como propósito optimizar el mantenimiento preventivo de las unidades de generación, aumentando su disponibilidad versus la reducción de costos, además de mejorar la gestión de los activos.

Dentro de diversas formas esta el conceptualizar el mantenimiento predictivo, al menor costo posible, el Proyecto, Integra datos de diferentes sistemas y distribuye la información a:

Mantenimiento, para hacer frente a los riesgos a largo plazo, aportar la información en función de la responsabilidad e interés del usuario, facilitándole la toma de decisiones para la reducción del tiempo de inactividad y mantenimiento.

El mantenimiento predictivo es una disciplina integradora que garantiza la disponibilidad y conservación del equipamiento, siempre que se aplique correctamente, este nuevo modelo disminuye los costos de mantenimiento, optimiza los tiempos de parada de planta y mejora la

disponibilidad del servicio. Visto esto a través del mantenimiento predictivo; sencillamente porque se necesita saber cuán eficiente es la aplicación para el entorno productivo de la empresa. Este nuevo modelo permite actuar de forma rápida y precisa sobre los factores débiles en nuestro estudio de mantenimiento predictivo. En la actualidad la toma de decisiones respecto la factibilidad de cambiar de mantenimiento básico a mantenimiento predictivo, contribuye indiscutiblemente un aspecto de primer orden a resolver, ya que mediante la garantía del mismo se propicia, no solo la adecuada mantención si no que también mejorara la disponibilidad del servicio.

Las funciones únicas del nuevo modelo Mantenimiento Predictivo (monitoreo continuo) es para crear datos fiables sobre los síntomas de fallo para diagnóstico automático de estos, tanto Instantáneo como Predictivo, con predicción y registro del tiempo de inactividad.

1

OBJETIVOS GENERALES.

Pasar de mantenimiento básico a mantenimiento predictivo, (Reemplazar el Mantenimiento Básico basado en calendario (240 hrs) por un nuevo modelo de mantenimiento que permitirá optimizar los tiempos de parada de planta 120 hrs), tiene como propósito optimizar el mantenimiento preventivo de las unidades de generación, prolongar la vida útil de los equipos, mejorar la eficiencia y disponibilidad del servicio.

Lograr el nuevo diseño de mantenimiento se dedique a la conservación de equipos de producción, para asegurar que éste se encuentre constantemente y por el mayor tiempo posible, en óptimas condiciones de confiabilidad y que sea seguro de operar.

Lograr una mejora potencial del negocio para aplicar una metodología dirigida a identificar los problemas de la maquinaria y su correspondiente riesgo para el negocio, en un estado de desarrollo lo más temprano posible, con un enfoque innovador así como con un alto nivel de automatización, a fin de descubrir los riesgos ocultos (lo que normalmente se denomina “la planta

oculta”) y poder definir así las medidas adecuadas a adoptar el mejor momento de aplicación de las mismas desde una perspectiva de producción y de riesgo para el negocio.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Aplicar una metodología dirigida a identificar los problemas de la maquinaria y su correspondiente riesgo para el negocio, en un estado de desarrollo lo más temprano posible
- Descubrir los riesgos ocultos (lo que normalmente se denomina “la planta oculta”) y definir así las medidas adecuadas para adoptar el mejor momento de aplicación de una perspectiva de producción y de riesgo para el negocio.
- Optimizar los tiempos de paradas de planta no planificadas.
- Disminuir los costos de mantenimiento.
- Mejora de la eficiencia y disponibilidad del servicio.

Con este enfoque innovador sólo es necesario llevar a cabo la verificación y validación del inicio de los problemas potenciales incorporando toda la tecnología necesaria para mejorar la calidad, mantenimiento y gestión proactiva.

RESUMEN.

El presente Trabajo está enfocado a determinar la factibilidad de un proyecto de inversión, consistente en reemplazar el Mantenimiento Preventivo Básico por Mantenimiento Predictivo, en la zona comprendida Centrales hidráulica Pehuenche Maule Talca.

Con tal propósito, se ha realizado un acucioso estudio de mercado, el estudio técnico del proyecto y el estudio de evaluación económica, para establecer la viabilidad del proyecto

3

METODOLOGIA DE TRABAJO.

Este estudio de Factibilidad Técnica y Económica, se realizará sobre la base de cuatro puntos principales, los cuales se analizarán en detalle:

- Se efectuará un estudio de mercado, donde se analizará principalmente los temas concernientes a la Oferta y la Demanda.
- Se realizará un estudio técnico, utilizando los antecedentes recopilados durante el período de investigación.
- A la vez, se realizará el estudio financiero del proyecto de inversión, con el propósito de determinar el tamaño del proyecto y los costos que significarían implementarla en la realidad.

- Finalmente se hará un estudio de evaluación económica, con el propósito de determinar la viabilidad del reemplazo mantenimiento preventivo básico a mantenimiento Predictivo, en otras palabras comprobar si es o no rentable.

ESTUDIO MERCADO

5

1.1. Análisis Estudio de Mercado.

El Estudio de Mercado es un proceso sistemático del Proyecto y análisis de datos e información del mercado objetivo, permitiendo así crear un **plan de negocios**, proporcionar un nuevo servicio o mejorar servicios existentes y/o expandirse a nuevos mercados.

Con un mercado que se torna cada vez más competitivo, el manejo científico de las variables que influyen en él, es imprescindible que para poder reducir los riesgos de un negocio, sea fundamental realizar un estudio acabado del proyecto que se quiere realizar.

Para analizar la realización de un proyecto es de suma importancia el estudio de mercado, el cual debe abordarse desde una perspectiva en donde se tome en cuenta todos los factores que intervienen en él, es decir en forma integral.

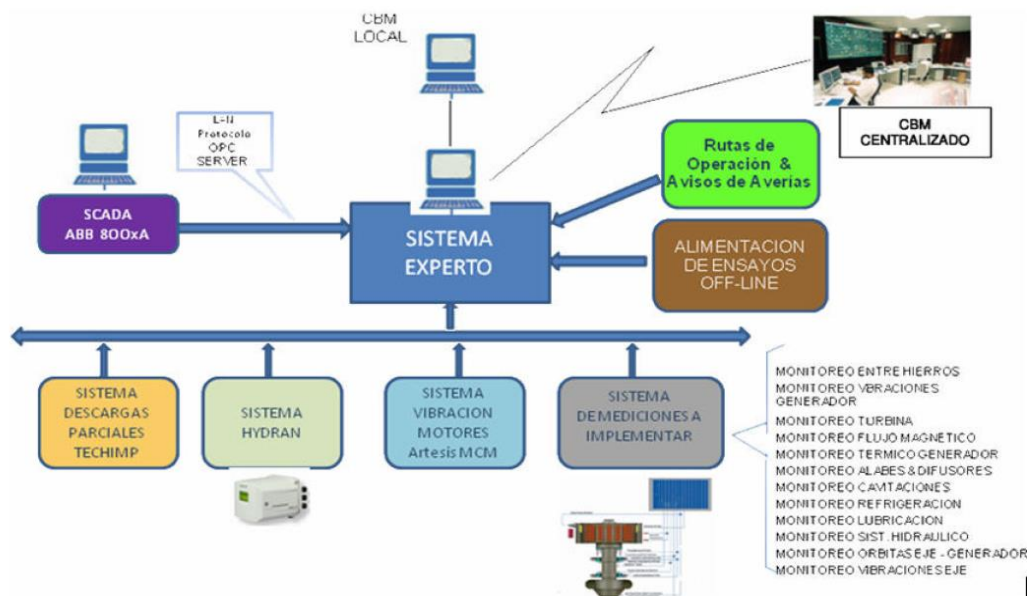
Es muy importante indicar que el tomar decisiones requiere contar con una gran gama de antecedentes que permitan que el estudio del proyecto se efectúe de acuerdo a lo planificado.

Sin embargo el éxito de un negocio depende de una adecuada planificación de la gestión, fuera de toda situación oportunista, del estudio científico previo de cada uno de los pasos que exige la realización del proyecto.

1.1.1. Descripción del Proyecto y Localización del proyecto.

Para la Central Pehuenche de potencia 280 MW se realizó un Proyecto de Estudio Prefactibilidad Técnica y Económica de pasar de Mantenimiento **Preventivo Básico a Mantenimiento Predictivo “bajo condición”** (Es un Proyecto de Estudio de un nuevo modelo de mantenimiento que permitiría simplificar y aumentar la rapidez en la toma de decisiones de los procesos de mantenimiento, lo que conllevaría a un mejor análisis de modos de fallo y sus efectos a alto nivel sobre las máquinas que actualmente son consideradas en el plan de mantenimiento bajo calendario que conllevan un tiempo de parada de planta considerable)

El nuevo modelo de mantenimiento bajo condición “monitoreo continuo”, se encargará de una identificación temprana de los síntomas de fallo ayudará a agrupar y programar las actividades de mantenimiento en el momento que tengan el menor impacto económico y a establecer prioridades de qué máquinas deberán ser mantenidas y cuáles continuarán en operación.



7

Localización

La decisión acerca de dónde ubicar el proyecto, En Central Generadora hidráulica (CGH) Pehuenche de potencia 280 MW, ubicada a 65 km respectivamente, al sur - riente de la ciudad de Talca. Generadora hidráulica Pehuenche perteneciente a ENDESA (Endesa, Empresa Nacional de Electricidad S.A junto a sus filiales es una empresa internacional que desarrolla las actividades de generación, comercialización de energía eléctrica, Endesa es la principal generadora de energía eléctrica en Chile y una de las empresas más grandes del país.. Es por ello que la decisión final de implementar este proyecto está influida por criterios económicos, estratégicos, institucionales.

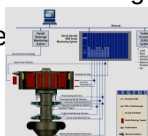
La localización fue una decisión de largo plazo, lo cual significo que este proceso estaría influido por factores económicos, técnicos y normas internas de la Empresa Endesa.

Figura N°1:

Mapa Cuenca del Maule Central Hidráulica generadora

Pehuenche

280 MW





1.1.2. Descripción actual Mantenimiento Preventivo Básico.

Descripción actual de cómo funciona y porque se va a cambiar. El manteniendo Preventivo básico de los equipos electromecánicos de la Central Generadora Pehuenche, actualmente funciona a través de un plan de mantenimiento basado en calendario con tareas programadas fijas en el tiempo. El tiempo de parada o inactividad programado está relacionado con el tiempo de mantenimiento basado en el calendario, corresponde a los trabajos relacionados con el equipo o sistema en el cual se realizan inspecciones, desarmes, medidas, pruebas, ajustes, calibraciones, limpieza periódica, reemplazo de componentes, etc, con el objetivo de mantener las instalaciones en el más alto nivel de disponibilidad y confiabilidad. (son tareas de mantenimiento periódico a todos los equipos que están relacionadas con el riesgo para el negocio).

La nueva metodología de trabajo se busca por sobre todas las cosas la mayor rentabilidad económica en base a la máxima producción, se podrá reducir la cantidad de mantenimiento y al mismo tiempo se reducirá el riesgo de paradas no programadas.



9

1.1.3. Planteamiento Nuevo Proyecto Sometido a Estudio.

El estudio de pre-factibilidad técnica y económica de cambiar el sistema de mantenimiento básico basado en calendario a mantenimiento predictivo basado en condición, específicamente en Centrales Generadoras hidráulicas Pehuenche Endesa, tiene como propósito capturar información bajo condiciones para optimizar el mantenimiento predictivo de las unidades de generación, aumentando su disponibilidad versus la reducción de costos a demás de mejorar la reducción de los activos, con tres principales competitivas:

- 1.- Monitoriza la condición de las máquinas con un planteamiento global a diferencia de otros sistemas que acumulan datos de medida de variables eléctricas necesitando la intervención de un experto analista para su interpretación.
- 2.- Auto diagnóstico instantáneo para la detección de modos de fallo a corto plazo.

Mensajes de auto diagnóstico y Auto diagnóstico Predictivo para la predicción a medio/largo plazo de los diferentes modos de fallo asociados con la máquina mediante herramientas de predicción automática.

3. Integración e interfaz con sistemas de instrumentación de campo. Estudio de equipos (pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda en base a un monitoreo continuo pueda ser atendido, justo antes de que falle). La nueva metodología de trabajo se busca por sobre todas las cosas la mayor rentabilidad económica en base a la máxima producción, se podrá reducir la cantidad de mantenimiento y al mismo tiempo se reducirá el riesgo de paradas no programadas.

10

1.1.4. Esquema Objetivo Sistema Monitoreo Continuo.

El Sistema Monitoreo Continuo es una plataforma de información que permite la recolección de datos de una variedad de fuentes tales como:

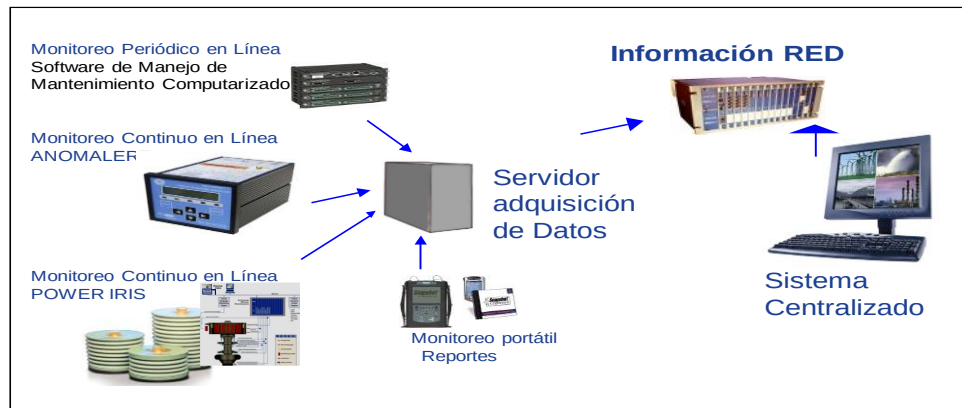
- Monitoreo Continuo en Línea
- Monitoreo Periódico en Línea
- Monitoreo Periódico en Línea (Recolectores Portátiles de Datos)
- Sistemas de Control Distribuido
- Historiadores de la Planta

Además, el Sistema Monitoreo Continuo permite almacenar muchas otras clases de información de modo que el Sistema puede ser una plataforma sencilla para acceso a toda la información de los activos. Tiene capacidad de realizar las tareas sobre los

siguientes objetivos:

- Navegar la configuración, cambiar la configuración, cambiar las opciones de tráfico de un System1 Display, visualizar las gráficas de barra de los puntos de medición seleccionada.

PLATAFORMA

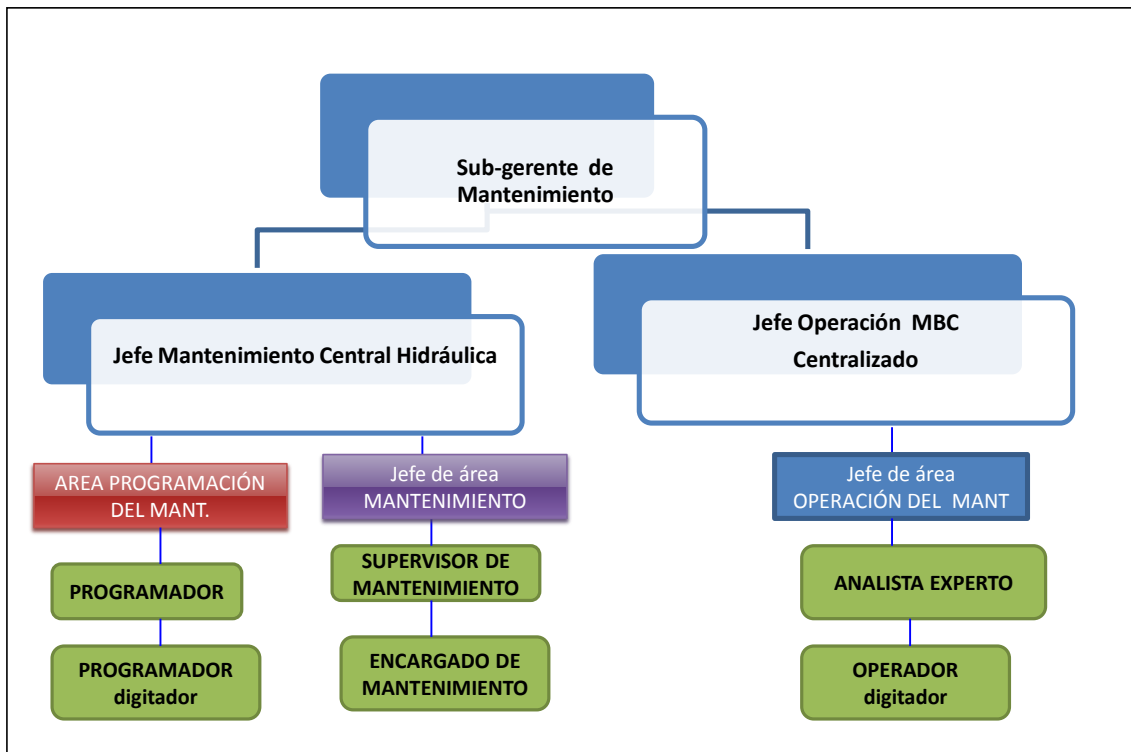


11

1.1.5. Organigrama Funcional Área Mantenimiento.

Característica organizacional.

Es la representación gráfica que se hace con el fin de mostrar cómo quedarán los puestos y jerarquías dentro de esta área Empresa Endesa. En este caso, es un organigrama de jerarquización vertical simple.

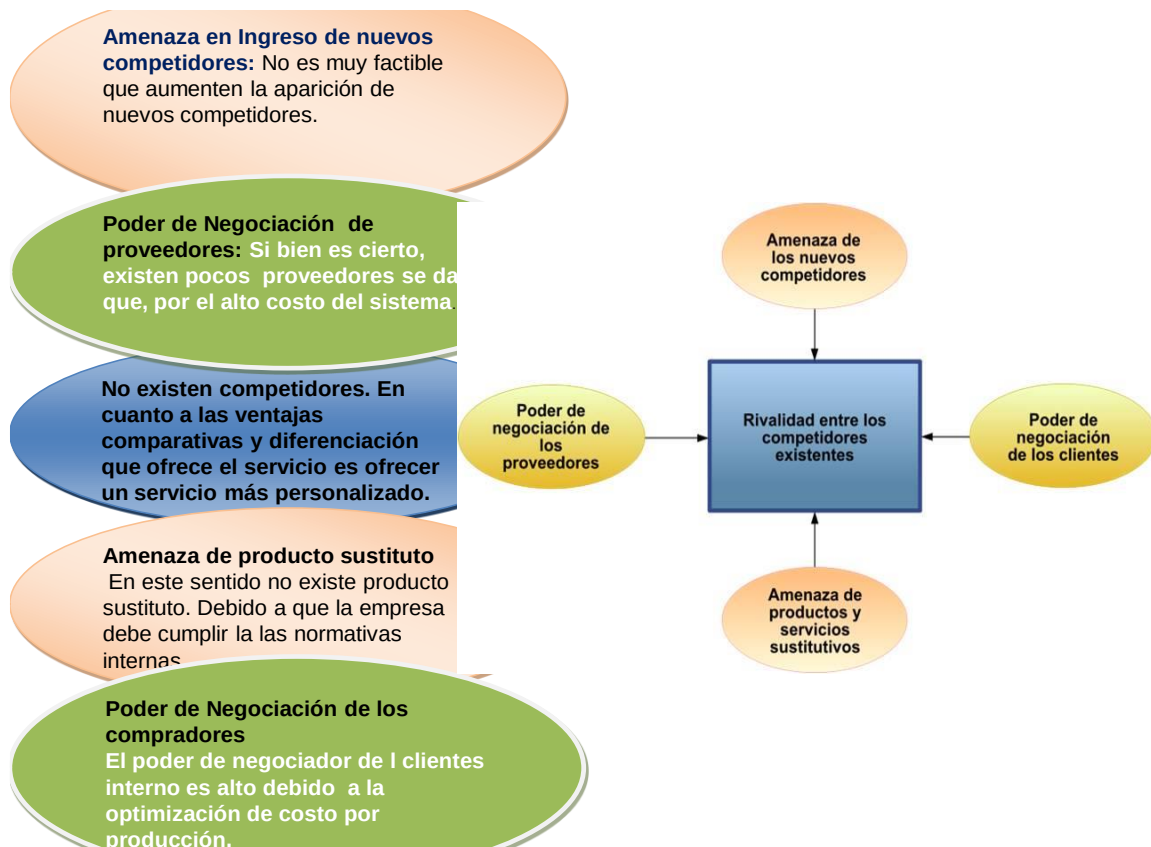


En este caso los 4 profesionales nombrados en el área Mantenimiento Predictivo Bajo Condición pasarán a formar parte de la empresa Endesa Chile. De todas formas cuando la situación lo amerite, la empresa deberá contratar éstos profesionales,

1.1.6. Análisis de las 5 fuerzas de Porter.

El Modelo de las Cinco Fuerzas de Porter:

Este modelo señala que el proyecto está rodeada de cinco factores fundamentales, para lo cual sirve para tomar buenas decisiones, de tal manera que lleven al éxito el nuevo modelo de Mantenimiento predictivo.



1.1.7. Esquema Objetivo Matriz FODA.

La evaluación interna y externa del Proyecto permite evaluar de forma objetiva los aspectos que necesitan mejorar para ser competitiva. La matriz FODA es una herramienta de ajuste importante que ayuda a crear cuatro tipos de estrategias, las cuales son: Estrategias de fortalezas y oportunidades (FO), Estrategias de debilidades y oportunidades (DO), Estrategias de fortalezas y amenazas (FA), Estrategias de debilidades y amenazas (DA)

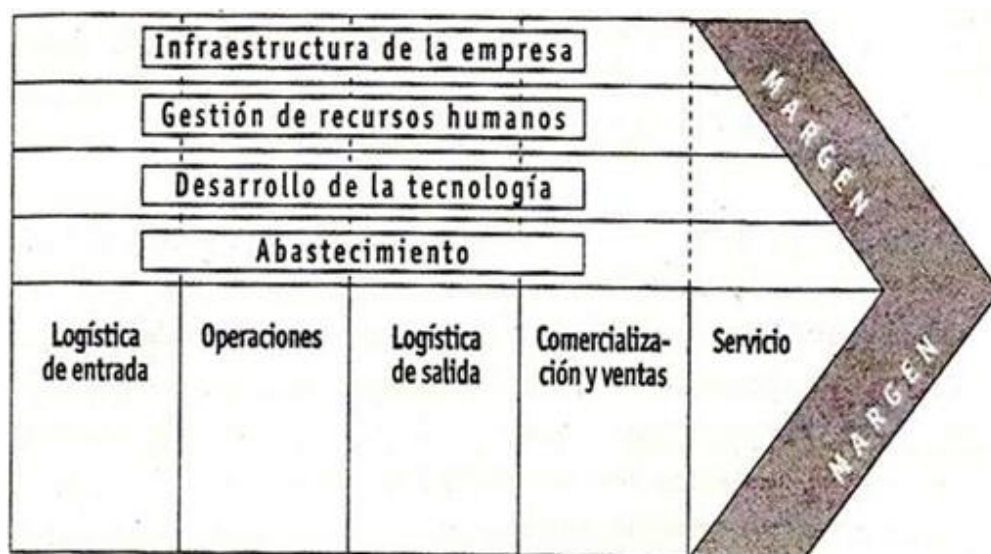
Factores Internos Factores Externos	Fortalezas Internas (F)	Debilidades Internas (D)
	➤ Innovación Tecnológica ➤ Variedad en los servicios ➤ Misión y Objetivos bien claros	➤ No hay Proveedores de en la zona de los equipos eléctricos. ➤ Altos costos de producción ➤ No Hay expertos analistas ➤ No hay Especialistas sénior ➤ Falta de reconocimiento en el mercado eléctrico.
Oportunidades Externas (O)	Estrategias FO: Maxi-Maxi ✓ Destinar costos para la compañía de Energía Endesa ✓ Obtención de instrumentación eléctricas de última tecnología para realizar monitoreo continuo de los equipos que no hace la competencia.	Estrategias DO: Mini-Maxi ✓ Hacer convenios con las universidades para certificar y capacitar al Personal. ✓ Establecer sistemas de monitoreo continuo en las distintas Centrales de Endesa. ✓ Modernizar los sistemas eléctricos MBC en todas las Centrales a nivel País.
Amenazas Externas (A)	Estrategias FA: Maxi-Mini ✓ Crear alianzas con Empresas del área de generación e industrias del sector. ✓ Implementar políticas de aseguramiento de la calidad de los servicios eléctricos MBC ✓ Personal en cantidad suficiente y calidad de primera.	Estrategias DA: Mini-Mini ✓ Hacer convenios con proveedores de productos eléctricos para disminuir costos. ✓ Capacitación al personal del mant. Predictivo para la confiabilidad del servicio

1.1.8. Cadena de Valor de Porter

Es una herramienta de análisis de la actividad empresarial, mediante la cual se descompone un proyecto en sus partes constitutivas, buscando identificar fuentes de ventaja competitiva sostenibles en aquellas actividades generadoras de valor. Por consiguiente, la Cadena de Valor es una herramienta que está conformada por todas sus actividades generadoras de valor

agregado y por la imagen que proyecta la empresa, la cual es fortalecida por el grado de satisfacción del cliente.

En términos competitivos, el valor es la cantidad que el cliente interno están dispuestos a pagar por lo que el proyecto proporciona, se mide por el ingreso total, además es un reflejo del alcance del producto en cuanto al proyecto.



Cuadro: Cadena del Valor de Porter.

1.1.9. Conclusión estudio de mercado.

La propuesta planteada en este estudio de mercado da mayor confiabilidad y robusteza la toma de decisiones, en resumen, la incorporación de los distintos elementos que integran la propuesta planteada en este trabajo permite obtener una mayor seguridad para dar cumplimiento a mejorar la eficiencia y disponibilidad del servicio. Se puede constatar por los datos arrojados

por el estudio de mercado que para el reemplazo de mantenimiento básico a mantenimiento predictivo, se realizó un análisis FODA donde se pudo determinar los puntos a cubrir y el mejoramiento en estos sistemas de gestión del mantenimiento predictivo que se implementara. Con un mercado que se torna cada vez más competitivo, el manejo científico de las variables que influyen en él, es imprescindible que para poder reducir los riesgos de un negocio, sea fundamental realizar un estudio acabado del proyecto que se quiere realizar.

Para analizar la realización de un proyecto es de suma importancia el estudio de mercado, el cual debe abordarse desde una perspectiva en donde se tome en cuenta todos los factores que intervienen en él, es decir en forma integral.

A pesar de las grandes sumas de recursos económicos que se manejan en el sector de la generación, una parte importante en las tomas de decisiones de inversión se toman basándose en la intuición, simple imitación o experiencia anterior de quienes intervienen en la confección del proyecto.

Es muy importante indicar que el tomar decisiones requiere contar con una gran gama de antecedentes que permitan que el estudio del proyecto se efectúe de acuerdo a lo planificado.

Capitulo 2

ESTUDIO TECNICO

17

2.1 Análisis Estudio Técnico.

El Estudio Técnico contempla los aspectos técnicos y operativos necesarios en el uso eficiente de los recursos disponibles para la producción de un servicio y en el cual se analizan los niveles

de producción, localización, instalaciones y organización requeridos para llevar a cabo el proyecto. La importancia de este estudio se deriva de la posibilidad de llevar a cabo una valorización técnica económica de las variables técnicas del proyecto, que permitan una apreciación exacta o aproximada de los recursos necesarios para el proyecto. Para el Estudio Técnico, se debe determinar la función de producción óptima para la utilización eficiente de los recursos disponibles para la producción del bien o servicio deseado.

Primeramente hay que determinar el tamaño óptimo, en la actualidad no existe un método seguro y eficiente que lo determine. Por eso es comprensible considerar separadamente toda serie de factores que puedan limitar el tamaño, ya sea el mercado, los recursos monetarios disponibles y la tecnología, e ir realizando una serie de aproximaciones, hasta llegar a un tamaño que se supone óptimo.

Por otro lado debemos considerar un estudio de ingeniería, incluyendo técnicas que permitan analizar el proceso, tales como, diagramas, cuadros, gráficos, tablas que se pueden elevar a diagramas de bloques y de flujo y un curso grama analítico.

En un estudio técnico es siempre considerable el análisis administrativo, incluyendo aspectos organizacionales, administrativos.

2.1.1 Análisis de Estudio de los Costos Involucrados (Mantenimiento anual)

La Central Generadora Pehuenche, potencia nominal de 280 MW, durante el periodo de MMA (tiempo planificado 240 hh), por indisponibilidad de la máquina se generaron durante el año 2011, 2012 y 2013 los siguientes costos:

- Costo por no Generación, se basa al Precio marginal de la energía
100U\$/MWh= 100 MILLS U\$/KWh.
- Costo por Mantenimiento Preventivo Básico, se basa al contrato N°ENDman204.09.
\$ 36.666.666.
- Costo por Mantenimiento Correctivo Menor, se basa al contrato N°ENDman204.09.
\$ 3.643.916

Planta 240 Horas F/S	Costos 2011 (U\$=\$480)	Costos 2012 (U\$=\$490)	Costos 2013 (U\$=\$513)			
Perdida por no generación	\$ 4.032.000	\$ 4.445.280	\$ 5.171.040			
Mantenimiento Preventivo Básico	\$ 36.666	\$ 36.666	\$ 36.666			
Mantenimiento correctivo menor	\$ 3.643	\$ 3.643	\$ 3.643			
COSTO TOTAL	\$ 4.072.310 (En miles)	\$ 4.485.590 (En miles)	\$ 5.211.350 (En miles)			

2.1.2 Costos Mantenimiento Preventivo Básico MPB.

La presente Bases Especiales se aplican exclusivamente a un contrato N°ENDman204.09 denominado “Mantenimiento Equipos Electromecánicos de Central Hidráulica de Endesa Chile”. Este Contrato es del tipo denominado “A suma Alzada” para los trabajos denominados:

- 1.- Mantenimiento Preventivo Básico MMA \$ 36.666.666,67. “Costo Anual”
- 2.- Mantenimiento Correctivo Menor MMA \$ 3.643.916. “Costo Anual”

Periodo	2011 (IPC 3.0)	2012 (IPC1.7)	2013 (IPC1.2)			
Mantenimiento Preventivo Básico Costo Anual	\$ 36.666	\$ 36.666	\$ 36.666			
Mantenimiento correctivo menor Costo Anual	\$ 3.643	\$ 3.643	\$ 3.643			
COSTO TOTAL	\$ 40.310 (En miles)	\$ 40.310 (En miles)	\$ 40.310 (En miles)			

2.1.3 Inversión nuevo modelo de mantenimiento (Predictivo Bajo Condición)

TABLA DE VALORES DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN.

La siguiente tabla muestra los valores de la inversión que se necesita para implementar el proyecto.

Equipos monitoreas	Costo Equipo nuevo Sistema	Costo Montaje monitoreo continuo
Anomalert	\$ 1.090.000*20 = 21.800.000	\$ 50.500.000
Power iris	\$ 2.000.000*4 = 8.000.000	\$ 39.000.000
Analizador de redes	\$ 1.800.000*5 = 9.000.000	\$ 5.500.000
Instrumentación de campo	\$ 50.000.000	\$ 80.000.000
Costo por indisponibilidad	Costo Total Equipos	Costo total Montaje
\$ 2.585.520 (En miles)	\$ 88.800 (En miles)	\$ 175.000 (En miles)
Costo Total	\$ 2.849.320 (En miles)	

Desde el punto de vista contable, este capital se define como la diferencia entre el activo circulante y el pasivo circulante. Desde el punto de vista práctico, está representado por el capital adicional Inversión del Proyecto (distinto de la inversión en activo fijo y diferido) con que hay que contar para que comience a funcionar el proyecto.

2.1.4 Aspectos organizacionales del Personal.

La estructura organizacional de la nueva área indica los cargos y responsabilidades que deben cumplir los miembros en la organización; es un sistema de roles que han de desarrollar los miembros de una entidad para trabajar en equipo.

Distribución y remuneración del personal					
Área	Cargo	Profesión	Cant.	Sueldo mensual	Sueldo anual
Ejecutiva	Jefe de operación MBC	Ingeniero Civil industrial	01	\$2.600.000	\$31.200.000
Técnica	Jefe de área operación del mantenimiento	Ingeniero de ejecución eléctrico	01	\$2.000.000	\$24.000.000
	Analista experto	Ingeniero en control Instrumentación	01	\$ 1.600.000	\$19.200.000
	Operador digitador	Ingeniero en gestión industrial	01	\$ 1.200.000	\$ 14.400.000
TOTAL CAPITAL DE TRABAJO			4	\$ 7.400.000	\$ 88.800.000

Perfil del Personal Área Ejecutiva.

Jefe de operaciones: Debe ser un Ingeniero Civil industrial en Gestión Industrial, debe tener estudios previos en electricidad. Además debe ser un profesional capaz de establecer las

normativas de los procedimientos que le permiten realizar una buena gestión del ámbito empresarial.

Funciones del jefe de operaciones:

- ✓ Responsable legal
- ✓ Autorizar y firmar órdenes de trabajos
- ✓ Planificar y proyectar los mantenimientos (gestión del mantenimiento)
- ✓ Gestión del mantenimiento.

Perfil del personal Área Técnica

Jefe de área operación del mantenimiento: Debe ser un Ingeniero de ejecución eléctrico, en Gestión Industrial, además debe ser un profesional con manejo en técnicas de mantenimiento y tecnología eléctrica. Para cubrir este puesto se requiere como mínimo 6 años de experiencia.

Funciones del jefe de operaciones del mantenimiento:

- ✓ Planificar y proyectar los mantenimientos (gestión del mantenimiento) Supervisar y controlar la ejecución de los trabajos.
- ✓ Gestionar los recursos para gastos administrativos y operativos
- ✓ Supervisar y controlar la ejecución de trabajos en terreno
- ✓ Gestionar los recursos para gastos administrativos y operativos.

Analista experto: Debe ser un ingeniero en control e instrumentación de campo.

Funciones del Analista experto:

- ✓ Planificar y proyectar los mantenimientos (gestión del mantenimiento) Supervisar y controlar la ejecución de los trabajos.
- ✓ Analizador y controlador de las averías.
- ✓ Gestión del mantenimiento.
- ✓ Gestionar, planificar, controlar, asignar y mantener vigente y en línea el monitoreo continuo de los equipos,

Operador digitador: Debe ser un ingeniero en gestión industrial.

Funciones del operador digitador:

- ✓ Planificar y proyectar los mantenimientos (gestión del mantenimiento).
- ✓ Analizador y digitador de los planes de mantenimiento.
- ✓ Controlador de las averías, gestionar, planificar, controlar, asignar y mantener vigente y en línea el monitoreo continuo de los equipo

2.1.5 Misión del Proyecto.

- Monitorear los equipos, para detectar el nivel de falla que se está presentando, el cual permitirá retirarlo del servicio, cuando se requiera, optimizando los tiempos, reduciendo los costos y prolongando la vida útil de los equipos .
- Tener las unidades disponibles para la generación el máximo de tiempo posible.
- Esto involucra dosificar las intervenciones de mantenimiento, de tal forma que sean lo más breves posible sin perder de vista la calidad.

2.1.6 Visión del Proyecto.

- Un PROYECTO preparado para competir, logrando el reconocimiento por la capacidad de gestión y calidad del servicio en un plazo de tres años.
- Que sea un modelo de mantenimiento a seguir, un proyecto viable, eficiente y competitivo (un Proyecto preparado para competir, logrando el reconocimiento por la capacidad de gestión y calidad del servicio en un plazo de tres años). Para eso se requiere de un esfuerzo importante de parte de los diferentes entes que conforman la organización, como son: la administración, supervisión, encargados y especialista. Este esfuerzo se basa en tres puntales fundamentales, los cuales son:

Capacitación : Para la Confiabilidad.

Mantenimiento Predictivo : Para la Disponibilidad.

Administración de información : Para la Efectividad.

2.1.7 Conclusión Estudio Técnico.

La propuesta de la evaluación técnica de Reemplazar el mantenimiento, fue analizada en este estudio de prefactibilidad técnico - económico, donde cada capítulo sirvió para evaluar y justificar que el reemplazo debe realizarse ya que es muy importante mantener en optimas condiciones las instalaciones, prolongar la vida útil de los equipos, mejorar la eficiencia y disponibilidad del servicio.

Por lo tanto todas estas justificaciones nos permiten presentar este proyecto con toda confianza, ya que es totalmente factible y rentable su implementación.

Para el Estudio Técnico, se debe determinar la función de producción óptima para la utilización eficiente de los recursos disponibles para la producción del bien o servicio deseado.

Primeramente hay que determinar el tamaño óptimo, en la actualidad no existe un método seguro y eficiente que lo determine. Por eso es comprensible considerar separadamente toda serie de factores que puedan limitar el tamaño, ya sea el mercado, los recursos monetarios disponibles y la tecnología, e ir realizando una serie de aproximaciones, hasta llegar a una tamaño que se supone óptimo.

También se ha querido afirmar que la toma de la decisión acerca de la ubicación o localización de un determinado proyecto, es determinante para su evaluación, debido a que de esto depende en su mayoría las recuperaciones económicas. Por otro lado debemos considerar un estudio de ingeniería, incluyendo técnicas que permitan analizar el proceso, tales como, diagramas, cuadros, gráficos, tablas que se pueden elevar a diagramas de bloques y de flujo y un curso grama analítico.

Capitulo 3
ESTUDIO TECNICO - ECONOMICO

3.1. Análisis Estudio Técnico - Económico.

El análisis económico de un proyecto se encarga de realizar las evaluaciones económicas de un proyecto de inversión, para así determinar la factibilidad económica. Además determina el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto, cuál será el costo total de la empresa, en las funciones de producción, administración y ventas.

Para determinar el Estudio Económico se considero un periodo de 3 Años.

Se presentarán elementos que se consideran indispensables en el análisis económico de un proyecto y que son la base para realizar la evaluación económica.

Primeramente se determinan los costos totales, los cuales se pueden clasificar de manera genérica como costos de producción, administración y de ventas. Otros costos importantes son los financieros, sólo se incurre en ellos para pedir un préstamo, ya que consisten en los intereses que se pagan periódicamente por la cantidad prestada.

Las inversiones que una empresa requiere para operar son básicamente: inversiones de activo fijo y diferido, ambas sujetas a la depreciación y amortización, inversión de capital de trabajo que es de naturaleza líquida o circulante por lo que no está sujeto a recuperación por cargos de depreciación.

También se podrá decir que el punto de equilibrio no es una técnica de evaluación económica, sino que es una importante referencia que siempre debe tenerse en cuenta, pues señala el nivel de producción en el cual los ingresos son iguales a los costos totales incurridos, a pesar de las desventajas que presenta.

3.1.1 Depreciación de los Equipos Existentes.

Para efecto de la depreciación se considera de forma lineal en un periodo de 3 años. En base a los valores de IPC se considera que los equipos eran 16 % más económicos en el periodo de inicio.

La depreciación corresponde a la pérdida del valor de los activos fijos por desgaste y obsolescencia. Esta en sí no constituye un flujo real de dinero, pero es necesario incluirlo en la elaboración de los flujos de caja para efectos tributarios.

Ahora los activos fijos sujetos a depreciación corresponden a edificaciones, maquinarias, equipos, inmuebles, etc, los cuales tendrán una vida útil como se verá en el siguiente cuadro de depreciaciones.

$$\text{Depreciación Anual} = \frac{\text{Inversión} - \text{Valor residual}}{\text{Años}}$$

Descripción	Forma de depreciación	Costo de Inversión	2014	2015	2016	
 Anomalert	Lineal a 3 años	\$ 21.800.000	\$ 7.266.666,667	\$ 7.266.666,667	\$ 7.266.666,667	
 Power iris	Lineal a 3 años	\$ 8.000.000	\$ 2.666.666,667	\$ 2.666.666,667	\$ 2.666.666,667	
 Analizador de redes	Lineal a 3 años	\$ 9.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	
 Instrumentación de campo	Lineal a 3 años	\$ 50.000.000	\$ 16.666.666,67	\$ 16.666.666,67	\$ 16.666.666,67	
Total		\$ 88.800.000	\$ 29.600.000	\$ 29.600.000	\$ 29.600.000	

3.1.2 Financiamiento al 50 %.

Financiamiento al 50%	
Inversión	2.938.120
K propio	1.469.060
Préstamo	1.469.060
Interés	14%
Periodos	3
Cuota	632.770

Año	Préstamo	Interés	cuota	Amortización	Saldo insoluto
1	1.469.060	205.668	632.770	427.102	1.041.958
2	1.041.958	145.874	632.770	486.896	555.062
3	555.062	77.709	632.770	555.062	-

En esta etapa de cálculo se obtiene la tasa de descuento que debe exigir el proyecto financiado, utilizando el dato de inflación proyectada antes promediado, además de la tasa de retorno esperada de un 10%. Para efectos del cálculo se solicita un crédito a la banca con una tasa de interés de un 14% anual.

La Tasa de descuento del proyecto financiado al 50%, se obtiene con la siguiente fórmula:

$$R_{pp} = C / (C+D) \times R_{corp} + D / (C+D) \times (i_{Banco}) \times (1-i)$$

Dónde:

C : Porcentaje de Capital Propio

D : Porcentaje Préstamo solicitado al Banco

R Corp : Tasa de Rentabilidad esperada por la empresa (10%)

i : Impuesto a la Renta (20%)

i Banco : Interés que ofrece el banco para la inversión (14%)

3.1.3 Financiamiento al 75 %.

Financiamiento al 75%	
Inversión	2.938.120
k propio	734.530
Préstamo	2.203.590
Interés	14%
Periodos	3
Cuota	949.156

Año	Préstamo	Interés	cuota	Amortización	Saldo insoluto
1	2.203.590	308.503	949.156	640.653	1.562.937
2	1.562.937	218.811	949.156	730.344	832.593
3	832.593	116.563	949.156	832.593	-

En esta etapa de cálculo se obtiene la tasa de descuento que debe exigir el proyecto financiado, utilizando el dato de inflación proyectada antes promediado, además de la tasa de retorno esperada de un 10%. Para efectos del cálculo se solicita un crédito a la banca con una tasa de interés de un 14% anual.

3.1.4 Flujo de caja antes de implementar el reemplazo.

VALORES EN MILES

FLUJO DE CAJA ANTES DE IMPLEMENTAR LA MEJORA		2014	2015	2016
Inversión	2.849.320			
Capital de trabajo	88.800			
Costo de mantención		40.310,58	40.310,58	40.310,58
Perdida por no generación		4.032.000	4.445.280	5.171.040
Depreciación		29.600	29.600	29.600
Utilidad bruta		4.101.911	4.515.191	5.240.951
Impuestos 20%				
Utilidad neta		4.101.911	4.515.191	5.240.951
Depreciación		29.600	29.600	29.600
FCN	2.938.120	4.072.311	4.485.591	5.211.351
FCN tasa descuento	14% 2.938.120	3.572.202	3.451.516	3.517.513
CAN	13.479.352			
CAE	5.805.981			

La tasa de descuento para proyectos de Endesa es de un 14%

3.1.5 Flujo de caja del proyecto con la mejora implementada.

VALORES EN MILES

DESPUES DE IMPLEMENTAR LA MEJORA				
		2014	2015	2016
Inversión	2.849.320			
Capital de trabajo	88.800			
Costo de mantención		18.000,00	18.000,00	18.000,00
Perdida por no generación		1.723.680	1.723.680	1.723.680
Depreciación		29.600	29.600	29.600
utilidad bruta (costos)		1.771.280	1.771.280	1.771.280
Impuestos 20%				
Utilidad neta		1.771.280	1.771.280	1.771.280
Depreciación		29.600	29.600	29.600
FCN	2.938.120	1.741.680	1.741.680	1.741.680
FCN tasa descuento	14%	2.938.120	1.527.789	1.340.166
CAN	6.981.660			
CAE	3.007.221			

La tasa de descuento para proyectos de Endesa es de un 14%

3.1.6 Plazo de recuperación de la inversión Pay Back.

El Pay Back mide en cuanto tiempo se recuperará el total de la inversión a valor presente, es decir, nos revela la fecha en la cual se cubre la inversión inicial en años, meses y días.

Para calcularlo se utiliza la siguiente fórmula:

$$PRI = a + \frac{(b - c)}{d}$$

Dónde:

a = Periodo inmediato anterior en que se recupera la inversión.

b = Inversión Inicial

c = Flujo de Efectivo Acumulado del año inmediato anterior en el que se recupera la inversión.

d = Flujo de efectivo del año en el que se recupera la inversión.

PERIODO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN CON LA MEJORA

PERIODO	0	1	2	3
	2.938.120	1.741.680	1.741.680	1.741.680
SALDO		1.196.440	8,24335	

Este método nos proporciona el plazo en el que recupera la inversión inicial a través de los flujos de caja neto, ingreso menos gastos, obtenidos con el proyecto. La inversión Inicial se recupera en 1 año 8 meses aproximadamente.

34

3.1.7 Comparación CAE antes la mejora / CAE después de la mejora

Comparación

CAE antes de la mejora	5.805.981
CAE después de la mejora	3.007.221

DIFERENCIA	2.798.760
------------	-----------

Al realizar la comparación de las dos realidades se puede concluir que al aplicar el nuevo modelo de mantenimiento se requerirá la unidad fuera de servicio por 120 horas eso indica que disminuirá el costo anual equivalente en \$ 2.798.760, permitiendo optimizar los tiempos de parada de planta, lo cual es favorable para la empresa y por otra parte se logra satisfacer al cliente interno el área de Operaciones de la Central.

3.1.8 Flujo de caja proyecto al 50 %.

A continuación se presenta el proyecto puro, que corresponde a la totalidad del financiamiento asumido por el inversionista., utilizando una tasa de descuento del 14%.

FLUJO DE CAJA 50%				
		2014	2015	2016
Inversión	2.849.320			
Capital de trabajo	88.800			
Costo de mantención		18.000	18.000	18.000
Perdida por no generación		1.723.680	1.723.680	1.723.680
Depreciación		29.600	29.600	29.600
Interés		205.668	145.874	77.709
utilidad bruta (costos)		1.976.948	1.917.154	1.848.989
Impuestos 20%				
Utilidad neta		1.976.948	1.917.154	1.848.989
Amortización		427.102	486.896	555.062
Depreciación		29.600	29.600	29.600
Préstamo	1.469.060			
FCN	1.469.060	2.374.450	2.374.450	2.374.450
FCN tasa descuento	14%	1.469.060	2.082.851	1.827.062

CAN	6.981.660
CAE	3.007.221

3.1.9 Flujo de caja proyecto al 75 %

A continuación se presenta el proyecto puro, que corresponde a la totalidad del financiamiento asumido por el inversionista., utilizando una tasa de descuento del 14%.

FLUJO DE CAJA 75%					
		2.014	2.015	2.016	
Inversión	2.849.320				
Capital de trabajo	88.800				
Costo de mantención		18.000	18.000	18.000	
Perdida por no generación		1.723.680	1.723.680	1.723.680	
Depreciación		29.600	29.600	29.600	
Interés		308.503	218.811	116.563	
utilidad bruta (costos)		2.079.783	1.990.091	1.887.843	
Impuestos 20%					
Utilidad neta		2.079.783	1.990.091	1.887.843	
Amortización		640.653	730.344	832.593	
Depreciación		29.600	29.600	29.600	
Préstamo	2.203.590				
FCN	734.530	2.690.836	2.690.836	2.690.836	
FCN tasa descuento	14%	734.530	2.360.382	2.070.511	1.816.237

CAN	8.807.037
CAE	3.793.468

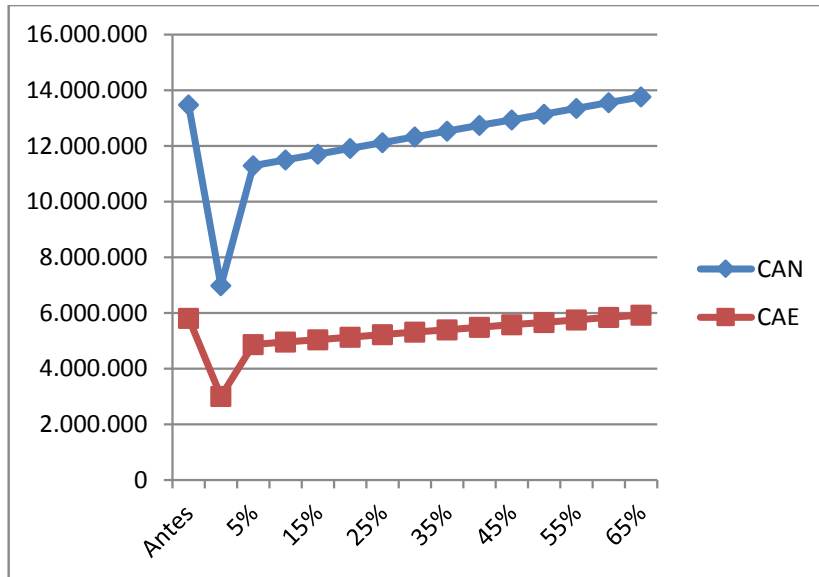
3.1.10 Análisis de sensibilidad.

Análisis de sensibilidad

Cosiste en analizar qué pasa con el proyecto desde el punto de vista económico, al modificar las variables que intervienen en el. En este caso por tratarse del reemplazo de un mantenimiento se analizara que pasa al aumentar los costos con la mejora implementada, hasta donde pueden aumentar para que su CAE sea menor al CAN con el proyecto antes de implementar la mejora y siga siendo viable.

La siguiente tabla muestra el aumento del CAE con el proyecto mejorado cuando ocurre un aumento en sus costos

		Costos	CAN	CAE
	Antes	4.101.911	13.479.352	5.805.981
	Después	1.771.280	6.981.660	3.007.221
AUMENTO DE COSTOS	5%	3.631.124	11.299.533	4.867.065
	10%	3.719.688	11.505.146	4.955.629
	15%	3.808.252	11.710.760	5.044.193
	20%	3.896.816	11.916.373	5.132.757
	25%	3.985.380	12.121.986	5.221.321
	30%	4.073.944	12.327.599	5.309.885
	35%	4.162.508	12.533.212	5.398.449
	40%	4.251.072	12.738.825	5.487.013
	45%	4.339.636	12.944.438	5.575.577
	50%	4.428.200	13.150.051	5.664.141
	55%	4.516.764	13.355.664	5.752.705
	60%	4.605.328	13.561.277	5.841.269
	65%	4.693.892	13.766.890	5.929.833



En la tabla anterior se puede observar que los costos con la mejora implementada pueden aumentar un 55% y seguiría siendo factible. Un aumento superior produciría un CAE superior al mantenimiento antes de la mejora y no sería factible su reemplazo.

3.1.11 Conclusión Estudio Financiero Económico.

El proyecto es viable económicamente, principalmente porque todos los costos directos involucrados son absorbidos directamente al aumentar la disponibilidad del servicio (están directamente relacionados con la optimización por los Costos por no generación y costo de mantenimiento). Este nuevo modelo de mantenimiento mejorara la eficiencia y disponibilidad del servicio. Es un proyecto que nos proporciona un plazo de recuperación de la inversión Inicial en un plazo de 1 año 8 meses aproximadamente. Es un proyecto viable principalmente responsable, eficiente y competitivo.

Ffinalizando el estudio Económico Financiero, es posible concluir que el proyecto es rentable tanto en la alternativa analizada con financiamiento al 50%, como en la alternativa de Financiamiento al 75%, las cuales arrojan resultados positivos de inversión. Al momento de definir cuál de ellas tomar, la decisión se inclina por la alternativa de Proyecto Financiado al 50%, debido a que brinda una mayor tasa interna de retorno.

3.1.12 Conclusión General.

Una vez terminado la presente investigación y haber analizado en forma responsable y acuciosa cada una de las etapas del proyecto:

De acuerdo al Estudio de Mercado podemos concluir que existe demanda suficiente para llevar a cabo el proyecto contemplado en este trabajo, ya que es necesario pasar a la tercera etapa del mantenimiento Predictivo.

Con respecto al Estudio Técnico podemos decir que la propuesta estudiada, es suficiente para que el proyecto se desarrolle en las condiciones planteadas, dado que de acuerdo a los estudios realizados, si bien es cierto, la inversión es cuantiosa, las expectativas y proyecciones del proyecto son muchas.

El Estudio Financiero nos sirvió para poder definir el tamaño del proyecto y los costos de la inversión inicial, información que fue utilizada para realizar los respectivos estados de resultados y los flujos de caja.

El presente estudio se orientó a identificar y analizar los diferentes factores que interceden en la creación de un nuevo modelo de mantenimiento y su viabilidad en el negocio de la generación.

Si bien, la inversión necesaria para partir, resulta ser elevada, esta se contrarresta a las altas expectativas y proyecciones de la empresa Endesa.

