

61



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGON

AUTOMATIZACION DE LA EVALUACION  
TECNICA-ECONOMICA PARA PLANTAS  
GENERADORAS DE ENERGIA ELECTRICA  
DE CICLO COMBINADO

293980

**T E S I S**

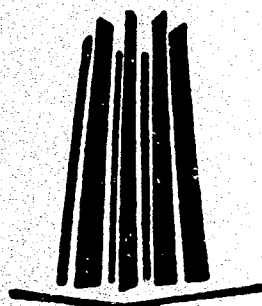
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO EN COMPUTACION

P R E S E N T A N :

CLAUDIA JUDITH SANTIAGO SALDAÑA

DAVID ULISES CORTES ABAD

ASESOR: ING. HUGO PORTILLA VAZQUEZ



SAN JUAN DE ARAGON, ESTADO DE MEXICO

2001

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**PAGINACIÓN**

**DISCONTINUA**



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGON  
DIRECCION

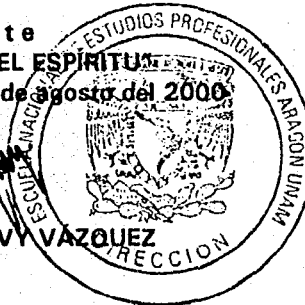
**DAVID ULISES CORTÉS ABAD  
PRESENTE.**

En contestación a la solicitud de fecha 5 de julio del año en curso, presentada por Claudia Judith Santiago Saldaña y usted, relativa a la autorización que se les debe conceder para que el señor profesor, Ing. HUGO PORTILLA VÁZQUEZ pueda dirigirles el trabajo de tesis denominado, "AUTOMATIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA PARA PLANTAS GENERADORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE CICLO COMBINADO", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, 21 de agosto del 2000  
EL DIRECTOR

Lic. CARLOS EDUARDO LEVY VÁZQUEZ



- C p Secretaría Académica.
- C p Jefatura de la Carrera de Ingeniería en Computación.
- C p Asesor de Tesis.

CELV/AIR/VER/lla.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGON  
DIRECCION

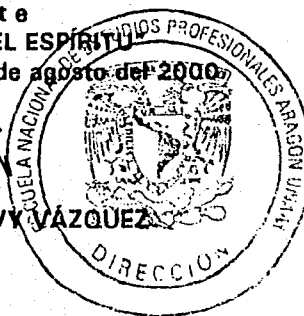
**CLAUDIA JUDITH SANTIAGO SALDAÑA  
PRESENTE.**

En contestación a la solicitud de fecha 5 de julio del año en curso, presentada por David Ulises Cortés Abad y usted, relativa a la autorización que se les debe conceder para que el señor profesor, Ing. HUGO PORTILLA VÁZQUEZ pueda dirigirles el trabajo de tesis denominado, "AUTOMATIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA PARA PLANTAS GENERADORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE CICLO COMBINADO", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, 21 de agosto del 2000  
EL DIRECTOR

Lic. CARLOS EDUARDO LEVY VÁZQUEZ



*Cy B*

- C p Secretaría Académica.
- C p Jefatura de la Carrera de Ingeniería en Computación.
- C p Asesor de Tesis.

CELV/AIR/VSP/lla.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGON  
DIRECCION

**CLAUDIA JUDITH SANTIAGO SALDAÑA  
PRESENTE.**

En contestación a la solicitud de fecha 5 de julio del año en curso, presentada por David Ulises Cortés Abad y usted, relativa a la autorización que se les debe conceder para que el señor profesor, Ing. HUGO PORTILLA VÁZQUEZ pueda dirigirles el trabajo de tesis denominado, "AUTOMATIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN TÉCNICA-ECONÓMICA PARA PLANTAS GENERADORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE CICLO COMBINADO", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, 21 de agosto del 2000  
EL DIRECTOR

Lic. CARLOS EDUARDO LEVY VÁZQUEZ



*Cy B*

C p Secretaría Académica.  
C p Jefatura de la Carrera de Ingeniería en Computación.  
C p Asesor de Tesis.

CELV/AIR/VER/lla.

**Al Ing. Hugo Portilla:**

**Por honrarnos al asesorar esta tesis, que representa nuestro último proyecto como estudiantes y primer trabajo como profesionistas gracias a su interés, aportación y a su vasta experiencia en la realización de este trabajo.**

**Atte.**

**Claudia y David.**

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A MIS PADRES**

**A quienes me han heredado el tesoro más  
Valioso que pueda dársele a un hijo; amor.  
A quienes sin escatimar esfuerzo alguno  
Han sacrificado gran parte de su vida.  
Me han formado y educado.**

**A quienes la ilusión de su existencia ha sido  
Vernos convertidos, en personas de provecho.  
A quienes nunca podré pagar todos sus  
Desvelos ni con las riquezas más grandes  
Del mundo.**

**Y en especial a mi padre que siempre  
estará presente en mi corazón**

**A mi madre que siempre me ha apoyado  
y me ha brindado todo su cariño**

**También gracias David que quisiste  
compartir tu vida conmigo y por todo el  
amor que me has dado además de  
el gran apoyo**

**Viridiana el momento en que me convertiste  
en mamá, ha sido el más valioso de mi existencia.**

**CLAUDIA JUDITH**



**A mis Padres:**

**Mi infinita gratitud por legarme el tesoro mas preciado de mi vida; su ejemplo, educación y responsabilidad son el instrumento que impulso mi deseo de una constante superación en todos mis proyectos, esta tesis, representa sus esfuerzos y desvelos así que se las dedico con todo mi corazón porque simboliza mi profunda gratitud hacia ustedes.**

**Atte.**

**Su hijo que los ama y les agradece profundamente todo lo que he recibido de ustedes.**

**David.**

**A mis Hermanos y Hermanas:**

**Por su comprensión y la motivación que recibí de ustedes en la realización de mis estudios y en la elaboración de este proyecto.**

**Atte.**

**David**

**A mi Esposa Claudia:**

**Gracias por hacerme el hombre más feliz del mundo al aceptarme como tu esposo y compartir tu vida conmigo, por tu amor y paciencia que representan un apoyo muy importante en la realización de todos mis proyectos.**

**A mi hija Viridiana:**

**Quien me dio la dicha de realizarme como padre y a quien dedico este trabajo profesional con la intención de que en algo te sirva hija mía en tus proyectos futuros.**

## **OBJETIVO**

**El presente Proyecto, tiene como propósito, el presentar la automatización de la evaluación técnica – económica por medio de un equipo de computo para una planta generadora de producción de energía eléctrica que trabajara bajo el sistema de ciclo combinado, utilizando modelos de maquinas y considerando su funcionamiento, utilidad, proyección y perspectivas hacia el futuro.**

## INDICE

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>I</b>
<b>I. LA IMPORTANCIA DE LA AUTOMATIZACION.....</b>	<b>1</b>
<b>II. PRESENTACION DEL PROYECTO.....</b>	<b>13</b>
Consumo eléctrico.....	13
a) Planteamiento de los requerimientos de electricidad.....	13
b) Planta (“EL CARMEN”).....	19
c) Inversiones.....	22
<b>III. ESTUDIO DE MERCADO</b>	
<b>1) PLANTEAMIENTO GENERAL.....</b>	<b>24</b>
a) Uso y descripción del servicio.....	27
b) Estadísticas.....	27
c) Tipo de consumidores y distribución geográfica de la zona.....	28
d) Distribución geográfica de la zona.....	29
e) Costo del kw/h a la venta.....	30
f) Criterios de localización, ubicación y recursos naturales.....	30
g) Insumos principales.....	31
<b>IV. EVALUACION TECNICA.....</b>	<b>32</b>
<b>1) DESCRIPCION DE LA INVESTIGACION.....</b>	<b>32</b>
a) Antecedentes.....	32
Fundamentos.....	32
Determinación del déficit de generación.....	32
Jerarquización de la carga global propuesta.....	32
b) Necesidades e incremento de la demanda.....	33
<b>2) ALTERNATIVAS TÉCNICAS.....</b>	<b>33</b>
a) Alternativas de tecnologías.....	33
b) Análisis de alternativas.....	33

	Pág.
<b>3) ESPECIFICACIONES GENERALES DE LA PLANTA.....</b>	<b>36</b>
a) Descripción.....	36
b) Principales sistemas unidades turbo gas.....	37
c) Principales sistemas constitutivos para la unidad de vapor.....	37
d) Proyectos Complementarios.....	38
<b>4) RENDIMIENTOS TÉCNICOS ESTIMADOS.....</b>	<b>38</b>
<b>5) ANALISIS ECONOMICO-FINANCIERO POR MODELO DE CICLO COMBINADO:.....</b>	<b>38</b>
a) C.C. 2XS-207 EA bis.....	39
b) C.C. S-207 EA-2.....	52
c) C.C. S-207 FA-1.....	62
d) C.C. S-507 EA bis.....	72
<b>V. EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIAMIENTO.....</b>	<b>82</b>
<b>1) INVERSIONES.....</b>	<b>82</b>
a) Estructura y costo.....	82
b) Inversión de las investigaciones y estudios previos.....	82
c) Inversión por terrenos y recursos naturales.....	82
d) Inversión de los equipos puestos en obra y sus instalaciones.....	82
e) Inversión de las instalaciones complementarias.....	83
f) Costos indirectos de la inversión.....	83
g) Inversión por instalación de equipos y edificación de obras (labor).....	83
h) Inversión de material, transporte e imprevistos.....	83
i) Estimación del capital circulante.....	84
j) Calendario de inversiones.....	84
<b>2) PRESUPUESTO DE GASTOS E INGRESOS.....</b>	<b>86</b>
a) Costos Unitarios de Inversión, Combustible, Operación, Mantenimiento y de Generación.....	86
b) Ingreso Unitario por la venta de energía eléctrica.....	88
c) Determinación del punto de equilibrio.....	89
d) Antecedentes para la evaluación social y beneficios inherentes al proyecto.....	89

	Pág.
<b>3) RENTABILIDAD.....</b>	<b>90</b>
a) Utilidades brutas.....	90
b) Tasa interna de retorno.....	90
c) Relación beneficio-costo.....	91
d) Rotación de capital.....	91
e) Observaciones.....	91
f) Conclusiones.....	92
g) Valor agregado por unidad de capital.....	92
h) Intensidad de capital.....	93
i) Ocupación del personal por unidad de capital.....	93
j) Valor agregado por unidad de insumos totales.....	93
<b>4) FINANCIAMIENTO.....</b>	<b>94</b>
a) Calendario de aportaciones de capital.....	94
b) Fuentes de financiamiento.....	95
c) Financiamiento de la moneda local y de las divisas.....	96
d) Presupuesto de gastos e ingresos en la operación del proyecto.....	96
e) Coeficientes de solidez de la estructura financiera de la futura empresa.....	96
Tablas de Análisis Económico.....	97
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>101</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>106</b>

## INTRODUCCION

En nuestro tiempo, es importante reconocer que el avance tecnológico, apoya de manera muy sustancial el trabajo que se realiza en diferentes empresas; las diversas áreas que emplean una computadora para el desarrollo de sus labores, logran una ventaja fructuosa en la obtención de resultados.

En instituciones como la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, ya se aplican nuevas técnicas para realizar algunos procesos administrativos; es el caso de la ENEP ARAGON donde, las inscripciones ahora se realizan de forma automatizada mediante una red de computadoras, por mencionar otras aplicaciones de la tecnología, existen despachos jurídicos, que cuentan con computadoras que facilitan al abogado la consulta de las leyes; el área de medicina también ha aprovechado la tecnología, en algunas instituciones de este ramo, las consultas y exámenes médicos se realizan mediante una computadora o bien, sus investigaciones se realizan también mediante la programación de ordenadores.

Por otro lado, encontramos en la actualidad que, la demanda del consumo eléctrico cada vez va mas en aumento, por lo tanto se hace necesario disponer de plantas generadoras que absorban esta exigencia; pero su diseño y planeación, por su importancia y funcionamiento, debe ser realizado bajo una perspectiva adecuada, es menester que los resultados obtenidos de una investigación rigurosa sean sometidos a un análisis exhaustivo y mediante una computadora, obtengamos el diseño mas apropiado para la planta generadora, lo que permite agilizar la comparación de diseños y maximizar los resultados que harán posible la conformación de dichas plantas.

En una breve descripción, nuestro proyecto presenta:

La automatización de una evaluación Técnica-Económica para obtener la mejor alternativa para el diseño de una planta generadora de energía eléctrica; la principal consideración que tomamos para el desarrollo del proyecto es, el requerimiento eléctrico necesario, para cubrir la demanda en el valle de México, un estudio de los costos, la rentabilidad, las inversiones, la descripción del servicio, las estadísticas de los tipos de consumidores, la distribución geográfica de la zona, el costo del kw/h a la venta, los recursos naturales, los insumos principales necesarios, la evaluación técnica y una descripción de la investigación de los antecedentes, así como un análisis de tecnologías y de alternativas para la planta. Las especificaciones de la planta, presentan diversos sistemas a analizar para elegir la tecnología adecuada que cumpla con el servicio de una manera apropiada y redituable.

La investigación se llevó a cabo mediante la consulta de reportes técnicos de la compañía de luz y fuerza del centro, el funcionamiento y forma de servicio de las plantas generadoras, para plantear una propuesta de mejoramiento en el diseño de una nueva planta. Cabe aclarar que por la confidencialidad de luz y fuerza del centro, la información que solo se nos permitió publicar es hasta el año de 1997.

En nuestra búsqueda, descubrimos que la mejor alternativa, que prevé costos y rentabilidad es la introducción de un modelo de ciclo combinado con el cual la planta trabajara de acuerdo a un sistema de turbinas de gas y de vapor.

**CAPITULO I**  
**LA IMPORTANCIA DE LA**  
**AUTOMATIZACION**



## LA IMPORTANCIA DE LA AUTOMATIZACIÓN DE LA EVALUACION TECNICO-ECONOMICA DE UNA PLANTA DE CICLO COMBINADO DE GENERACIÓN ELECTRICA

La automatización, es una tecnología que esta relacionada con el empleo de sistemas mecánicos y electrónicos, basados en una computadora para la operación, control y manejo de información que conlleva a obtener resultados eficaces en el desarrollo de una investigación o en el establecimiento de nuevos métodos de desarrollo industrial.

Las principales características de la automatización son:

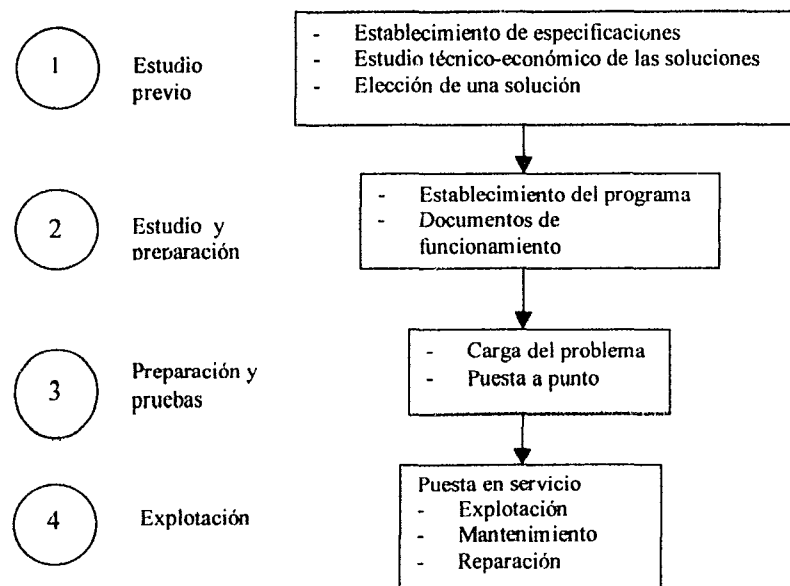
- Simplifica considerablemente el trabajo del ser humano.
- Agiliza las labores complejas de manera instantánea facilitando su ejecución.
- Permite economizar material y energía.
- Mejora el criterio de evaluación de la calidad de los productos y sus costos.
- Controla las instalaciones y las máquinas para un mejor servicio.

Un sistema a automatizar debe componerse de dos partes:

- 1) La parte de control o autómeta que elabora a las órdenes necesarias para la ejecución del proceso en función de las consignas que recibe a su entrada y de las informaciones de ejecución que le son proporcionadas por la parte operativa.
- 2) La parte operativa o de potencia que efectúa las operaciones ejecutando las órdenes que le proporciona la parte de control.

Aparte de este diálogo de órdenes e informaciones con la parte operativa, la parte de control intercambia otras informaciones con el exterior del sistema (usuario) de donde recibe consignas y a donde envia informaciones visuales o acústicas.

La realización de todo sistema automatizado implica el cumplimiento de una serie de etapas sucesivas e interdependientes. Se pueden distinguir cuatro grupos de tareas, representadas en la figura siguiente.



**Estudio Previo.** Se establecen las especificaciones obtenidas de una minuciosa investigación realizada por un equipo de técnicos especializados que tienen como principal función realizar un estudio detallado de las necesidades y exigencias requeridas para organizar y desarrollar las maniobras adecuadas para determinar una propuesta de solución.

El desarrollo de nuevas opciones, debe contemplar las condiciones requeridas para la conformación de un sistema apropiado que regule el funcionamiento de todo el proceso; así como instituir los cambios necesarios que permitirán impulsar el mejoramiento productivo de la demanda; es decir, examinar las características y necesidades para obtener un planteamiento que presente un análisis detallado y un diseño de solución.

**Estudio y Preparación.** Se establece un programa de operación que describe el funcionamiento de las acciones que se llevaran a cabo durante el desarrollo del proceso; su finalidad es fundamentar y justificar las actividades que se realizaran.

**Preparación y Pruebas.** Se establecen las condiciones de operación optimas, se planifica y organiza el proceso de desarrollo supervisando los resultados obtenidos para determinar las posibles propuestas a utilizar.

**Explotación.** Se establece de manera formal el proceso y los recursos adecuados para llevar a cabo el proyecto donde, se conjuntan elementos y técnicas apropiadas que regulen el desarrollo del mismo para prever deficiencias u omisiones en su consolidación.

La automatización, es un recurso que, hoy en día se emplea en diversas aplicaciones, su principal objetivo, es mantener un determinado control del desarrollo y funcionamiento de un sistema, la dimensión y disponibilidad de como se utilice y aplique la automatización permitirá realizar la ejecución de procesos de una manera apropiada para que responda positivamente a su entorno.

Así pues, la automatización se origina por la necesidad cada vez más impresionante de aumentar la productividad y conseguir productos acabados de una calidad uniforme, logrando que la industria gire hacia nuevos horizontes, esta situación, a generado un interés creciente por efectuar una variedad de funciones entorno a un trabajo más flexible con miras a mejorar los diversos requerimientos que exige la sociedad.

Es conveniente para la automatización, agrupar cronológicamente las diversas áreas o procesos para llevar a cabo su desarrollo de manera eficaz, los niveles principales a considerar son:

**a) Especificaciones funcionales.**

El primer nivel, describe un análisis del diseño del comportamiento que tendrá la parte reguladora, la cual, determina el tipo de funcionamiento que llevaran a cabo los diversos mecanismos que intervienen durante el proceso de control frente a la parte operativa de trabajo. En este aspecto, se debe definir de forma clara y precisa las diferentes funciones, informaciones y órdenes implicadas en la automatización de la parte operativa, así como las condiciones de organización previstas. Lo importante en este nivel es precisar bajo en que circunstancias actuara la automatización y que elementos son necesarios para su realización, sobre todo, distinguir de manera exacta la utilidad y el beneficio que se obtendrá con su introducción en la ejecución y desarrollo del proceso.

**b) Especificaciones Tecnológicas y operativas.**

El segundo nivel, completa las exigencias funcionales y aporta gracias a las especificaciones tecnológicas y operativas, las precisiones indispensables a las condiciones de funcionamiento de los materiales.

Las especificaciones tecnológicas establecen las condiciones bajo las que la automatización deberá, físicamente insertarse en el conjunto que constituye la estructura del organismo y su entorno; sólo en este nivel, es donde deben intervenir reseñas sobre la naturaleza exacta del tipo de sistema automatizado, sus características y las restricciones que pudieran derivarse.

Las especificaciones tecnológicas, consideran el comportamiento de la automatización a lo largo de todo el proceso; trata de los fines relativos al equipo una vez iniciado el servicio de la automatización.

Las especificaciones operativas, describen el comportamiento de la automatización a lo largo de su existencia, trata de los aspectos relacionados con el manejo y control de los diferentes procesos directamente vinculados con el sistema en general, su fiabilidad, disponibilidad y flexibilidad de transformación en función de las posibles modificaciones que deban realizarse con miras a mejorar la propia automatización para una conveniente proyección futura.

El **Automatismo** es un sistema constituido por diferentes dispositivos y elementos que al recibir una serie de informaciones procedentes de un procesamiento de información, es capaz de generar las órdenes necesarias para que los receptores por él controlados realicen la función para la cual fue diseñado.

La naturaleza de los dispositivos y elementos que constituyen un automatismo es muy variada; los primeros automatismos eran exclusivamente mecánicos, según fue evolucionando la técnica aparecieron los automatismos eléctricos y electrónicos, estando hoy en día constituidos básicamente por estos elementos, pero poseyendo también de elementos mecánicos, neumáticos e hidráulicos.

Así pues, dada la importancia y el desarrollo que se logra con la automatización de procesos, es trascendental que sea utilizada en otros campos de aplicación; donde su aprovechamiento puede ser muy redituable. En nuestra opinión, la Ingeniería en Computación es una ciencia que, debe apoyar el avance y desarrollo de otras; el soporte que brinde a estas ciencias en sus diferentes áreas de trabajo, será esencial para el progreso y el auge de las mismas.

Es precisamente por esta razón que la automatización no debe relegarse solo al control de mecanismos de trabajo; es necesario que desde el mismo diseño y planeación del proyecto a desarrollar, se utilice la automatización para facilitar en gran medida la organización, la regulación y proyección a futuro del proyecto mismo.

La prevención de los gastos de un nuevo proyecto a implantar, es un factor importante en el desarrollo de las perspectivas y el porvenir que tendrá en su aplicación y servicio; además su concepción y establecimiento estarán mejor planeados desde su explotación hasta su continuo mejoramiento.

La valoración técnica de los arreglos de ciclo combinado a utilizar deben ser planeados y organizados mediante la utilización de una computadora porque, con ello obtendremos toda la información que será confiable y precisa para determinar el desarrollo y trayectoria del proyecto.

La automatización de los medios que harán posible la continuidad de un nuevo proyecto, debe ser sometido a un análisis detallado para determinar el mejor recurso a utilizar; la mejor alternativa en este propósito dentro de la automatización, es suministrar los datos necesarios a una computadora para el procesamiento de información y obtener la mejor alternativa que garantice la realización y buen funcionamiento del proyecto.

En la actualidad, está creciendo aún más la necesidad de producir información legítima que haga posible la realización de una determinada operación o actividad empresarial; los inversionistas de una empresa requieren de información auténtica que les permita realizar una toma de decisiones; de igual manera, sus proveedores necesitan de cierta información procesada para evaluar la composición, el funcionamiento y el desempeño de los diferentes productos que están involucrados directamente con su fabricación, distribución y sobre todo la necesidad de cumplir con el servicio que proporcionara.

La información obtenida mediante una computadora, nos muestra una serie de indicadores importantes que identifican de manera específica la mejor opción a elegir para la elaboración de un proyecto que tiene como finalidad el prestar un servicio. Las investigaciones respecto a los diferentes parámetros que harán posible su impulso estarán mejor planificadas para implantar el nuevo sistema de servicio; su estructura y colocación estarán mas adecuados al tipo de prestación que ofrecerá; en consecuencia, el servicio y sostenimiento del proyecto tendrá mejores bases de desarrollo tanto económico como de producción.

La evaluación automatizada de un proyecto que se lleva a cabo mediante el procesamiento de información que realiza por medio de una computadora contempla dos tipos de evaluación:

- a) **Evaluación Técnica.** En este sentido, la automatización comprende un análisis de los productos que ofrecen los distintos fabricantes, detectando las diferencias esenciales para determinar el recurso técnico más apropiado tanto para los fines del servicio que se pretende obtener y la eficiencia que se logrará a partir de su funcionamiento dentro del proyecto.

En la presente investigación, se examinaron diversos modelos de producción de energía eléctrica para proponer el más apropiado que pueda ofrecer un servicio adecuado de producción con el fin de economizar los gastos que implica su establecimiento en el suministro de dicha energía.

El estudio se realizo mediante un análisis detallado de cada modelo mediante el procesamiento de información; se suministraron los datos necesarios a una computadora donde, las características de cada uno fueron comparadas para comprobar su eficiencia, funcionamiento y desempeño.

Los resultados obtenidos a partir de esta investigación, reflejaron diferencias importantes en su utilidad, rendimiento y efectividad con relación a las necesidades de producción así como el aprovechamiento y los beneficios entre los prestadores del servicio y los consumidores.

En nuestra investigación, encontramos que para mejorar la producción de energía eléctrica, el principal elemento es un ciclo combinado de producción; en dicho ciclo se integran en un bloque térmico dos tipos diferentes de turbinas; tres de Gas por una Turbina de Vapor que, trabajaran conjuntamente mediante el siguiente proceso:

La inyección de aire y gas natural serán el combustible que alimentaran a las Turbinas de Gas para hacer funcionar un generador de energía eléctrica; pero este proceso produce gases de combustión los cuales serán aprovechados por un recuperador de calor alimentado por agua para producir vapor que será utilizado por la Turbina de Vapor y por medio de otro generador producir la demás energía eléctrica necesaria para la subestación eléctrica.

Este proceso puede apreciarse en la figura 1.1.

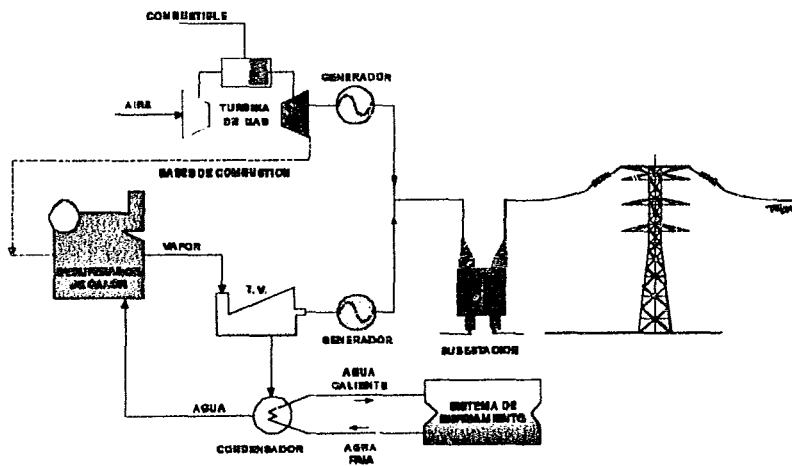


Fig. 1.1

En la actualidad, la mayoría de las plantas generadoras de energía eléctrica trabajan sobre la base de un sistema termoelectrico y su utilización representa costos altos por el tipo de combustible que utiliza, exclusivamente Gas Natural.

Es precisamente por esta razón que nuestra propuesta incluye en el sistema de generación de energía eléctrica una turbina de vapor y mediante un recuperador de calor que permita aprovechar el residuo que ocasiona la turbina de gas para que sea utilizado para producir el flujo eléctrico necesario que contribuya en la prestación del servicio.

La evaluación técnica, abarca las características individuales de cada máquina que ofrece cada productor de turbinas tanto en el sitio de colocación como en condiciones ISO (condiciones ideales en metros sobre el nivel del mar) en nuestro caso, las características ideales son a 0msnm, de 1bar de presión de aire a 1.014 bars a una temperatura de 20°C y humedad relativa del 50%.

Todo se proyecta bajo la combinación de un ciclo Ranking para ciclo combinado con la normatividad que representan los ingenieros mecánicos que calculan dichos funcionamientos y la supervisión de cada uno de ellos.

El estudio estadístico es elaborado por ingenieros en computación mediante un análisis realizado en hojas electrónicas de Excel para obtener la mayor velocidad de cálculo lo que nos refleja un 0% de error.

Este proceso anteriormente se llevaba a cabo mediante cálculos hechos a mano utilizando calculadoras comunes su desarrollo abarcaba hasta 6 meses para obtener la evaluación técnica sin contar el tiempo de la evaluación económica. Ahora en la actualidad, se puede evaluar en tiempo máquina de 1 min.

Por otro lado, para realizar este tipo de estudios, en 1998 se utilizó un paquete computacional llamado "Gate Cycle", el cual llegó a utilizarse por primera vez en México para la evaluación del ciclo combinado Mérida III (planta que se construye actualmente), ahora bien, este paquete tiene un costo de \$3,000 dólares más impuestos por derechos de uso y licencia, además, de la patente y su puesta en marcha. El cálculo que se realizó con dicho paquete es exactamente el mismo que puede efectuarse con las hojas electrónicas de Excel, las cuales representan además de un notable ahorro, una mayor facilidad, confiabilidad en el procesamiento de la información y prestan un mejor servicio.

El análisis de datos realizado con las hojas electrónicas de Excel, se lleva a cabo mediante un estudio apoyado en la elaboración de Tablas de trabajo que tienen como propósito el recabar la información necesaria y suficiente que hará posible la elección de los recursos técnicos adecuados para la instalación y puesta en marcha de la Planta Generadora de Energía Eléctrica.

**TABLA ANALISIS DE FACTIBILIDAD TECNICA:** Esta tabla, nos permite realizar el análisis detallado de las características de cada modelo y su eficiencia tanto en términos técnicos como económicos. En este estudio, la tabla nos permite modificar las características de los diferentes modelos para elegir el más óptimo para la Planta. El objetivo principal de este análisis es comprobar si el modelo elegido es el más apropiado sobre la base de su funcionamiento; los parámetros que se consideraron para determinar el recurso técnico del ciclo combinado fueron: Presión Atmosférica, temperatura ambiente promedio y humedad absoluta, entre otros aspectos. Cabe aclarar que el análisis también contempla las capacidades de las turbinas (de gas y de vapor), los consumos de combustible que requieren y la capacidad total de la planta.

**TABLA ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE FLUJOS DE EFECTIVO Vs TASA DE INTERÉS:** En esta tabla, podemos apreciar el estudio realizado sobre la trayectoria económica que tendrá la Planta comparada con la tasa de interés sobre la base de su desarrollo. El análisis fue realizado tomando en consideración la utilización de la planta en términos de porcentajes, para verificar la afectividad que tendrán los flujos de dinero.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON  
INGENIERIA EN COMPUTACION**

**ANALISIS DE FACTIBILIDAD TECNICA**

S-507EA

CAPACIDAD NOMINAL: 450 MW

Altitud	m.s.n.m.
Presión atmosférica	Bar
Temperatura ambiente promedio	°C
Pérdidas en el ducto de entrada	mBar
Pérdidas en el ducto de salida	mBar
Humedad absoluta	g
Capacidad unitaria (T.G. + T.V.)	kW
Configuración básica	T.G./T.V.
Capacidad Turbinas de Gas	kW
Capacidad Turbinas de Vapor	kW
HEAT RATE	kJ/kWh
Eficiencia	%
Consumo horario de Gas	m <sup>3</sup> /h

I. S. O.	
C. Sencillo.	C. Comb.
0	0
1.0126	1.0126
	15
	0
	0
	0
	620,000
5	3
416,000	83,200
	68,000
	7.121
	50.55%
	124,916

EL CARMEN	
C. Sencillo.	C. Comb.
2.209	2.209
0.7847	0.7847
	20
	0
	0
	0

301,335  
49,257

FACTORES DE CORRECCION			
F <sub>EAPO</sub>	= 1.000	F <sub>MAPO</sub>	= 1.000
F <sub>EAPD</sub>	= 1.000	F <sub>MAPD</sub>	= 1.000
F <sub>ETOROM</sub>	= 0.745	F <sub>MATOROM</sub>	= 0.745
F <sub>ETDA</sub>	= 0.970	F <sub>METDA</sub>	= 0.882
F <sub>ETVA</sub>	= 1.002	F <sub>METVA</sub>	= 1.000
F <sub>ETVAP</sub>	= 1.000	F <sub>ETVAP</sub>	= 1.000
F <sub>ETVAPD</sub>	= 1.000	F <sub>ETVAPD</sub>	= 1.000
F <sub>ETVAPOROM</sub>	= 1.000		
F <sub>ETVAPD</sub>	= 1.008		
F <sub>ETVAPD</sub>	= 0.997		

TURBINAS DE GAS 7000EA	
60,267	kW
49,257	kW
6,287	kW
7,156	kJ/kWh
50.31	%
90,931	m <sup>3</sup> /h
449,106	kW

CAPACIDAD CON TURBINAS DE GAS N° TRENES
CAPACIDAD CON TURBINA(S) DE VAPOR
CONSUMO DE AUXILIARES
HEAT RATE
EFICIENCIA
CONSUMO TOTAL DE GAS
CAPACIDAD INSTALADA TOTAL DE LA PLANTA

ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE FLUJOS DE EFECTIVO vs. TASA DE INTERES

1.0%	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%	11.0%	12.0%	13.0%	14.0%	15.0%	16.0%	17.0%	18.0%	19.0%	20.0%	21.0%
354453731	350960870	347553485	344211823	340933417	337717064	334560930	331463044	328422096	325438443	322504594	319625078	316805388	314041702	311287023	308643524	305995887	303372956	300823603	298316740	295851312
40768936	4002879	39229681	38479100	37749655	37040757	36351642	35681580	35029875	34395804	33778910	33178408	32593778	32024485	31469940	30935993	30420320	29921114	29426970	28947380	28482834
45533889	44207841	42932695	41708122	40525831	39389659	38298566	37241619	36222595	35240888	34302904	33392255	32513558	31665421	30848520	30055631	29291542	28553135	27839240	27149140	26482159
50735905	48775330	46906550	45130230	43435389	41819366	40277805	38806626	37402208	36003090	34778351	33522864	32390770	31259482	30166278	29158753	28174581	27211582	26272709	25461027	24679715
55477690	52811284	50298628	47924884	45685755	43571674	41572745	39683394	37901151	36220454	34622918	33085483	31647206	30283309	28989344	27761162	26548695	25448931	24433699	23422647	22402229
33544489	31819000	29821248	28141622	26571335	25102327	23727201	22438162	21231984	20098801	19037560	18040187	17103245	16222585	15394377	14615081	13881423	13190374	12539130	11925091	11345648
36787203	34335843	32069029	29971813	28029884	26230425	24561786	23013364	21575502	20230306	18967022	17841043	16784756	15782040	14827281	13955341	13141513	12381474	11671258	11007220	10388011
42368342	39157151	36217183	33523222	31052807	28784954	26701005	24789112	23025044	21402819	19908046	18529695	17257779	16083244	14967875	13944215	13065486	12205523	11468718	10806953	9984573
50041599	45795508	41945887	38452480	35279362	32394525	29786422	27378560	25199152	23210807	21396282	19736139	18218743	16829869	15557645	14391382	13321455	12339181	11426727	10607015	9843648
51795193	48935503	42572675	38651807	35124504	31848063	29064755	26501206	24167961	22068518	20149924	18421414	16854812	15433154	14142454	12969502	11902675	10931585	10046835	9240399	8504514
93802823	84168232	75003277	67980345	61188218	55129693	49710705	44883714	40556327	36980104	33204529	30085127	27282692	24782628	22494371	20450890	18608254	16945251	15443066	14084985	12856153
97323201	86471065	76917580	68497197	61066254	54500751	48693113	43549684	38990149	34943037	31347082	28148587	25300642	22782222	20497400	18474683	16686428	15048347	13599074	12296796	11133928
108331128	98709525	88792525	78142727	68919017	60857148	53801729	47819340	42195250	37430705	33040602	29551107	26208637	23428944	20893414	18650933	16655511	14905634	13344625	11958095	10725489
104557615	91086182	79457291	69404583	60702240	53158509	46810312	40918747	35665320	31848804	27882596	24562495	21714843	19194950	16885786	15048762	13342980	11844229	10524402	9360887	8334119
108449109	93550101	80814347	69611198	60562096	52538224	45634172	39690950	34566019	30140824	26314926	23002577	20131224	17639004	15473168	13588671	11947001	10515180	9284936	8171996	7215468
112235771	95867307	82012053	70265129	60289890	51805925	44578258	38414323	33147388	28641141	24780246	21487670	18621651	16173189	14063087	12244924	10673319	9314535	8139079	7118252	6203147
115531115	97714586	82780777	70241787	59895863	50811568	43314878	36979282	31618359	27098901	23209615	19927845	17132817	14749586	12714493	10974262	9484243	8206603	7109908	6187102	5355636
118297008	96073072	83118772	69484744	58796480	49573908	41884983	35410423	29997271	25450182	21824451	18400908	15680024	13380471	11433984	9783965	8383285	7192545	6178932	5314914	4577434
121198687	100508012	83501901	69497711	57843830	48394110	40486880	33927557	28477410	23941035	20158924	17000493	14358647	12145399	10288032	8727747	7414341	6307334	5372908	4583110	3614551
124319681	102085452	83969075	69230984	57171727	47288785	39200512	32545592	27096826	22548289	18815151	15725588	13164320	11037486	9288522	7794945	6595232	5637671	4677854	3958784	3351856
127743007	103888145	84929088	69685333	58508100	48308724	39821273	31274265	25770697	21273532	17591523	14571809	12090344	10048104	8364333	6973779	5823484	4870391	4079433	3421999	2874704
130784948	105282888	84945640	69679655	58641284	48188174	39738250	29939114	24444357	19995000	16385362	13451325	11062055	9112883	7519648	6215639	5146034	4267342	3544283	2948317	2458311
133262217	106577030	85115294	69154881	54890248	43977331	35435383	28809969	23144847	18758984	15234747	12365078	10103214	8249667	6748596	5530092	4539301	3732309	3073857	2535684	2096078
136340637	107830205	85181813	67536437	53677850	42759545	34129319	27300348	21882772	17575749	14144474	11405275	9214158	7457991	6047698	4912998	3998321	3259644	2682019	2177652	1784388
136990745	108951208	85135042	68686023	52638603	41532908	32843126	25028257	20971718	16452118	13120927	10485462	8398108	6736242	5414931	4361032	3518763	2844388	2303377	1868563	1519465
141857751	10945688	85080145	68180377	51802921	40331425	31584082	24807238	19521227	15395322	12187423	9636591	7848152	6082329	4840780	3869788	3095734	2481212	1992383	1602916	1291744
144305804	110602087	84987850	65472772	50584977	39147384	30380778	23633035	18429610	14389964	11278217	8852670	6963748	5489464	4386299	3432378	27... '42	2163449	1722834	1374255	1098388
14683875	111484920	84820480	64715880	48504266	37964597	29107523	22494579	17378051	13450987	10444758	8125281	6335000	4950023	3878176	3041721	2391877	1884720	1488086	1172346	933153
149382983	112257660	84594388	63822555	48431878	36791786	28021502	21365974	16377685	12567043	9686173	7452437	5758987	4480486	3482451	2892638	210456	1640751	1284574	1007778	762219
151808799	112902185	84298805	63888725	47343372	35625601	26878725	20334125	15422090	11722208	8933174	6829635	5231002	4015990	3090316	2383408	1842308	1427177	1107973	861987	672012

↑  
Tasa de referencia



22.0%	23.0%	24.0%	25.0%	26.0%	27.0%	28.0%	29.0%	30.0%	31.0%	32.0%	33.0%	34.0%	35.0%	36.0%	37.0%	38.0%	39.0%	40.0%
293426302	291040722	288939619	286384070	284111181	281874085	279671944	277503944	275369268	273267243	271197036	269157061	267149319	265170435	263220653	261299334	259405061	257539832	255700063
27862238	27509416	27097505	26636157	26215038	25833829	25492219	25099912	24656624	24252060	23886016	23528179	23178322	22836211	22501619	22174327	21854125	21540808	21234181
25835708	25210678	24605046	24019822	23452448	22922804	22370202	21853988	21353534	20868245	20397551	19940607	19497762	19067709	18650183	18244758	17851001	17468462	17096835
23832080	23069534	223311208	21625230	20946850	20294856	19668038	19065231	18485342	17927335	17390224	16873079	16375015	15895194	15432819	14987136	14557425	14143005	13743228
21572889	20711049	19889285	19106341	18360002	17648548	16969840	16322213	15704020	15113711	14549830	14011008	13495954	13003455	12532365	12081808	11650167	11237083	10841451
10796165	10282988	9795330	9334458	8898586	8486485	8098351	7727000	7377157	7045655	6731403	6433382	6150641	5882292	5627503	5385497	5155548	4936969	4729127
9804549	9259992	8749729	8271348	7822528	7401510	7006104	6634856	6285545	5957270	5648445	5357780	5084085	4826252	4583255	4354140	4138022	3934078	3741538
9348325	8757327	8208031	7697193	7221644	6779286	6369969	5982996	5624263	5289635	4977812	4685968	4413408	4158554	3920137	3696987	3489028	3292256	3106767
9140836	8493336	7896402	7345719	6837377	6367822	5933824	5532444	5161005	4817098	4498410	4203002	3929993	3674868	3436541	3219136	3015176	2825473	2648940
7832581	7218585	6657119	6143319	5672903	5241825	4846224	4483386	4152008	3844061	3552574	3303595	3085175	2845545	2643103	2456391	2284085	2124462	1977064
11743349	10734798	9820002	8989591	8235199	7549343	6925329	6357182	5839487	5367423	4936701	4543411	4184054	3855482	3554657	3274622	3027472	2799323	2584293
10096835	9145586	8298749	7536205	6848987	6229142	5699811	5164120	4707082	4293559	3919094	3579754	3272015	2992731	2739088	2508599	2298920	2108120	1934356
8651565	7780474	7003104	6308735	5687945	5132443	4634927	4189960	3788863	3429317	3106786	2818444	2555113	2319709	2107496	1918042	1743186	1587012	1445759
7427096	6624861	5914953	5285849	4727989	4232557	3792410	3400940	3052446	2741923	2455017	2217949	1997044	1799626	1622989	1454782	1322993	1195770	1081599
6377484	5642462	4997140	4429628	3930870	3491331	3103825	2781857	2456782	2192991	1968311	1746917	1501259	1396498	1250153	1120052	1004293	901208	809331
5484087	4795032	4212368	3704339	3260953	2873517	2534825	2237886	1977788	1749575	1548139	1372928	1217858	1081267	960839	854583	760690	677698	604261
4658345	4052988	3531780	3081003	2690686	2352334	2058399	1803588	1591704	1388514	1220128	1073209	944889	832960	734515	648504	573083	506886	448731
3947133	3407742	2945563	2549051	2208457	1915542	1663333	1445919	1256283	1096104	955934	834595	729243	637897	558545	499540	429472	377131	331479
3347859	2869862	2458057	2110152	1813692	1500750	1346866	1159844	1001568	865993	749273	649286	563135	488948	424978	369754	322034	280752	245003
2842900	2414710	2053984	1748908	1491270	1273189	1088348	931479	798179	684785	588151	505748	435383	375225	323735	279812	241781	209253	181304
2418408	2037411	1718821	1452030	1228300	1040418	882423	749280	637200	542486	462417	394810	337198	288454	247041	211814	181813	156234	134396
2049488	1712572	1433128	1200965	1007882	846993	712758	600904	506766	428147	362189	306779	260169	220912	187804	159849	136214	116208	99253
1733755	1436985	1192793	991593	825548	688301	574691	480508	402315	337306	283181	238054	200380	168883	142518	120418	101870	86283	73168
1464544	1203970	991329	817519	675220	558533	462699	383871	318632	265355	221087	184459	154107	128922	107995	90583	76075	63971	53800
1236070	1007885	823184	673424	551782	452841	372211	308405	252613	209872	172481	142806	118418	98332	81765	68081	56793	47388	39613
1042895	843457	683333	554544	451777	367028	299321	244491	200018	163889	134485	110523	90964	74975	61885	51152	42339	35092	29125
879519	705542	566990	456447	368062	297345	240598	195002	158303	129717	104829	85500	69844	57141	48818	38415	31586	25975	21404
741085	589958	470041	375373	300309	240679	193225	155393	125178	101000	81834	66084	53561	43511	35388	28825	23514	19210	15717
624002	492482	389397	306483	244836	194676	155971	123743	98915	79205	63530	51641	41075	33109	26730	21613	17504	14197	11532
524961	410946	322320	253302	199444	157335	124348	98457	78098	62058	49399	39390	31483	25172	20173	16193	13019	10483	8455

**b) Evaluación Económica.** La evaluación económica de los recursos a utilizarse en el proyecto, se lleva a cabo tomando en consideración varios puntos importantes que deberán ser precisados:

- El recurso técnico a utilizar, debe proporcionar un rendimiento optimo, en su tiempo de servicio de la planta 30 años.
- El modelo debe cumplir con las expectativas del proyecto sobre la base de su eficiencia, producción y los costos que genera; es decir, costos sobre su operación y servicio.
- Tendencias sobre el costo del combustible (gas natural) y la proyección del precio de venta de la energía eléctrica comparada al de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).
- Como el proyecto es una aplicación que tendrá como principal objetivo la prestación de un servicio, el modelo a utilizar debe responder a ciertos aspectos económicos en los ingresos del prestador de servicios, basados en la teoría de la Tasa Interna de Retorno.
- La elección final que determinara el modelo a utilizar dependerá de los costos que se generen o ahorren a partir de su introducción, funcionamiento, la eficiencia de su producción y operación y la trayectoria que tenga durante la permanencia de su puesta en marcha, que dura de 3 a 5 años hasta el inicio de generación y 30 años de venta de energía o vida útil, con pagos uniformes y gastos de operación promedio.

Es importante recalcar que la diferencia que permite tomar la decisión adecuada depende en todo momento de un análisis exhaustivo realizado por medio de una computadora; dicho análisis es un estudio cuidadoso que se realiza también sobre la base de las hojas electrónicas de Excel. Este estudio se apoya de la misma forma en una tabla de trabajo, en la cual se fundamenta cual es la opción más apropiada para la planta generadora de energía eléctrica.

Dicha Tabla presenta la siguiente evaluación:

**TABLA ANALISIS ECONOMICO:** En esta tabla, se realizo un estudio minucioso del modelo de Ciclo Combinado que se propone como él mas adecuado para la planta, el análisis se apoya en consideraciones tales como su capacidad, costos, ganancias y proyección futura así como la vida útil de la central.

**TABLAS DE TENDENCIAS DE COSTO DE COMBUSTIBLE:** En estas tablas, se calcularon las bases de la proyección de los flujos de efectivo y sus costos o parámetros durante los 30 años de vida útil de la Planta.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON  
INGENIERIA EN COMPUTACION**

**PROYECTO DE CICLO COMBINADO**

**ANALISIS ECONOMICO**

S-507EA

PLANTA:	EL CARMEN						
CAPACIDAD:	449	MW					
ALTITUD:	2.209	mnm					
CONSIDERACIONES :		PROGRAMA DE INSTALACION					
	AÑO	5	4	3	2	1	SUMA
	% FLUJO	0%	0%	20%	40%	40%	100%
FACTOR DE VALOR PRESENTE	1.19						
FACTOR DE PLANTA	80%						
CONSUMO DE AUXILIARES	6.287	MW					
GANANCIAS POR TRANSMISIÓN *	-8.870	MW					
PARIDAD	10.40	\$/USD	CANTIDAD	SUBTOTAL			
COSTO DE TERRENO	70	\$/m2	146589	986.522	USD		
COSTO DE LINEA DE TRANSMISION (Dir. + Ind.)	159714	USD/km	107.7	17,201,198	USD		
COSTO DE GASODUCTO (Dir. + Ind.)	352626	USD/km	1.5	528,939	USD		
COSTO DE SUBESTACION (Dir. + Ind.)	47,000,000	USD/Lote	1	47,000,000	USD		
COSTO DE LA COMPENSACION (Dir. + Ind.)	2,700,000	USD/Lote	1	2,700,000	USD		
INDIRECTOS		USD	5.3%	13,250,000	USD		
COSTOS DIRECTOS (Incluye Instalación)	250,000,000	USD	1	#####	USD		
COSTO DE PRODUCCIÓN	0.0152	USD/kWh	C. UNITARIO	303.18	USD/kWh <sub>(const. 80%)</sub>		
VALOR PRESENTE UTILIDAD RED. EN COSTOS GENERACIÓN		USD		878.97	USD/kWh <sub>(neto)</sub>		
VALOR PRESENTE NETO DE LAS UTILIDADES		1,080,292,315	USD				
VALOR PRESENTE DE INGRESOS TOTALES		2,454,232,409	USD				
VALOR PRESENTE DE INVERSION		394,749,657	USD				
VALOR PRESENTE DE COMBUSTIBLE		973,653,740	USD				
VALOR PRESENTE DE OP. Y MANTO		69,112,503	USD				
VALOR PRESENTE BONIFICACIÓN POR TRANSMISIÓN		63,575,806	USD				
TASA DE INTERES DE LA DEUDA		10	%				
TASA MINIMA ATRACTIVA DE RETORNO		7	%				
INCREMENTO DE PAGOS ANUALES		0	%				
RELACION BENEFICIO COSTO		1.71	Adim.				
ROTACION DE CAPITAL		8.70	Adim.				
AMORTIZACION DE LA DEUDA		10	AÑOS				
VIDA UTIL DE LA CENTRAL		30	AÑOS				
TASA INTERNA DE RETORNO DE LA INVERSION		24.590	%				

\*Nota: El valor negativo denota ganancias

**CASSETAS DE REGULACION Y MEDICION DE GAS NATURAL**

TIPOS DE CASSETAS DE REGULACION Y MEDICION DE GAS NATURAL Y COSTOS POR INGENIERIA Y SUPERVISION						
TIPO	OBRA CIVIL	CAPACIDAD*	COSTO	INGENIERIA	SUPERVISION	TOTAL
PM-3D	TIPO I	6720	\$ 115,973	\$ 5,799	\$ 11,597	\$ 17,396
PM-5D	TIPO I	11280	\$ 131,890	\$ 6,594	\$ 13,189	\$ 19,783
PM-10D	TIPO I	22560	\$ 146,590	\$ 7,330	\$ 14,659	\$ 21,989
PM-2T	TIPO I	20480	\$ 170,187	\$ 8,509	\$ 17,019	\$ 25,528
PM-3T	TIPO II	39400	\$ 201,863	\$ 10,084	\$ 20,168	\$ 30,252
PM-4T	TIPO II	73100	\$ 261,575	\$ 11,579	\$ 23,158	\$ 34,737
PM-6T	TIPO II	170600	\$ 379,134	\$ 18,957	\$ 37,913	\$ 56,870
PM-8T	TIPO III	291500	\$ 428,997	\$ 21,450	\$ 42,900	\$ 64,350
PM-10T	TIPO III	465500	\$ 538,438	\$ 26,922	\$ 53,844	\$ 80,766
PM-15T	TIPO III	1050566	\$ 680,369	\$ 34,229	\$ 68,458	\$ 102,687

Nota: \* m<sup>3</sup>/día

COSTOS POR INGENIERIA Y SUPERVISION DE CONSTRUCCION DE RAMALES ESPECIFICOS								
DIÁMETRO	COSTO x 100m	INGENIERIA	COSTO x 500m	INGENIERIA	SUPERVISION	COSTO x 1000m	INGENIERIA	SUPERVISION
2" Diám.	\$ 12,076	\$ 428	\$ 60,379	\$ 2,140	\$ 5,766	\$ 118,077	\$ 4,146	\$ 11,276
3" Diám.	\$ 14,096	\$ 428	\$ 70,481	\$ 2,140	\$ 5,540	\$ 138,965	\$ 4,146	\$ 10,923
4" Diám.	\$ 17,959	\$ 428	\$ 89,797	\$ 2,140	\$ 5,406	\$ 177,799	\$ 4,146	\$ 10,704
6" Diám.	\$ 26,715	\$ 428	\$ 133,577	\$ 2,140	\$ 5,409	\$ 265,521	\$ 4,146	\$ 10,754
8" Diám.	\$ 32,85	\$ 428	\$ 160,926	\$ 2,140	\$ 5,488	\$ 320,318	\$ 4,146	\$ 10,923
10" Diám.	\$ 40,091	\$ 428	\$ 200,453	\$ 2,140	\$ 5,593	\$ 400,564	\$ 4,146	\$ 11,176
15" Diám.	\$ 69,278	\$ 428	\$ 346,389	\$ 2,140	\$ 5,593	\$ 692,780	\$ 4,146	\$ 11,176

COSTOS POR INGENIERIA Y SUPERVISION DE CONSTRUCCION PARA LA INTERCONEXION DE RAMALES ESPECIFICOS Y REGISTROS							
DIÁMETRO	2" Diám.	3" Diám.	4" Diám.	6" Diám.	8" Diám.	10" Diám.	15" Diám.
COSTO OBRA	\$ 4,928	\$ 6,540	\$ 11,167	\$ 18,307	\$ 23,826	\$ 33,487	\$ 50,231
INGENIERIA	\$ 246	\$ 327	\$ 558	\$ 915	\$ 1,191	\$ 1,674	\$ 2,511
SUPERVISION	\$ 493	\$ 654	\$ 1,117	\$ 1,831	\$ 2,383	\$ 3,349	\$ 5,024
MANO DE OBRA	\$ 498	\$ 499	\$ 499	\$ 1,000	\$ 1,003	\$ 1,006	\$ 1,207
TOTAL	\$ 1,237	\$ 1,480	\$ 2,174	\$ 3,746	\$ 4,577	\$ 6,029	\$ 8,742

## **CAPITULO II**

### **PRESENTACION DEL PROYECTO**

## PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

### Consumo eléctrico.

En la actualidad el número de consumidores crece a cada momento de manera vertiginosa, la demanda del consumo eléctrico ocasiona un fuerte conflicto a nivel nacional, ya que es necesario solventar esta demanda realizando primeramente un estudio profundo de los tipos de consumidores, y el uso que le dan a la energía eléctrica.

En primera instancia tenemos los consumidores de uso doméstico, los cuales representan el 88.5% del consumo a nivel nacional; la principal característica de este tipo de consumidores es que utilizan la energía eléctrica en base a las necesidades propias de cada consumidor ó empresa (aparatos eléctricos como son videograbadoras, estufas, computadoras, o incluso sistemas de seguridad privada en circuito cerrado). Este tipo de consumidores por ser el que representa el más alto índice de la demanda, es necesario e importante asegurar la producción de energía para proporcionarles el servicio; nuestra propuesta para ello es introducir un nuevo sistema de producción que conjunte dos diferentes sistemas en uno mismo; donde el costo de producción sea menor y los insumos básicos sean fundamentalmente agua y gas natural, además su tiempo de rendimiento será el mismo que el de otras plantas generadoras (aprox. 30 años).

En segundo lugar tenemos los consumidores de tipo gubernamental. Este servicio es proporcionado a oficinas de gobierno, empresas públicas, escuelas y alumbrado público en general, la demanda que representa este tipo de consumidores es del 11.5% restante.

Nuestra propuesta también contempla la producción de energía eléctrica para satisfacer el consumo de este tipo de usuarios, ya que la planta tendrá la capacidad de aportar una producción que contribuya a mejorar el servicio.

#### a) Planteamiento de los requerimientos de electricidad

Evolución del crecimiento de usuarios atendidos por Luz y Fuerza del Centro. ( Fig. 2.1).

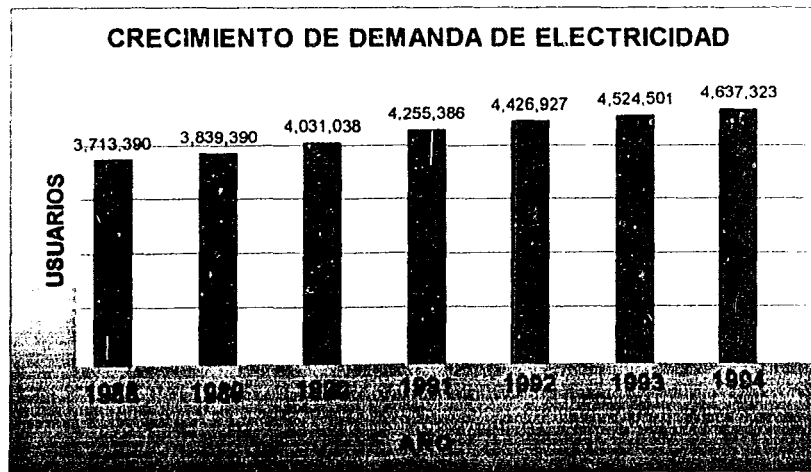


Fig. 2.1

CAPITULO II. PRESENTACION DEL PROYECTO

Para satisfacer la demanda de energía eléctrica, de la Zona Central del País LFC y CFE cuentan con una capacidad instalada de **5,221.33 MW** a través de **30 Centrales Generadoras**, dispuestas en la forma siguiente (Tabla 2.1):

TECNOLOGIA	CAPACIDAD MAXIMA MW	CAPACIDAD MINIMA MW	No. DE CENTRALES	CAPACIDAD TOTAL MW
HIDROELECTRICAS	1000	0.24	23	1911.33
TERMOELECTRICAS	1500	224	3	2454.00
CICLOS COMBINADOS	482	482	1	482
TURBO GAS	148	88	3	374

Tabla 2.1.

En la siguiente figura 2.2 se muestran las aportaciones de flujos de energía para el 5 de diciembre de 1994 fecha en la cual se presentó la demanda máxima.

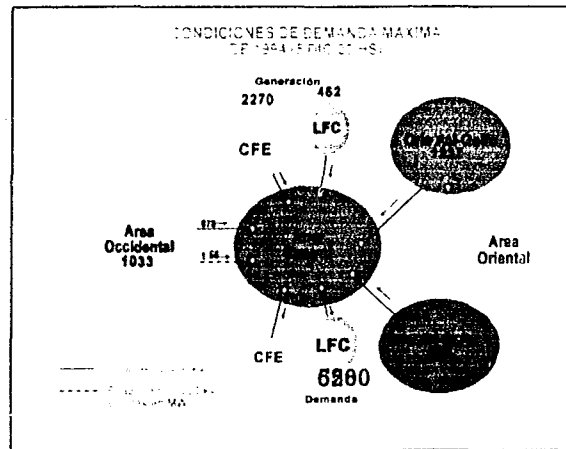


Fig. 2.2

Por lo que fue necesario importar de las áreas occidental, oriente-golfo y oriental-sureste, una cantidad de **3126 MW** equivalente al **53.4%** de esta demanda. La capacidad efectiva del ACC<sup>1</sup> corresponde al **89%** de la demanda máxima que se presentó durante 1994.

<sup>1</sup> ACC. Area Central Conurbana

Para garantizar a los usuarios atendidos por **Luz y Fuerza del Centro** un servicio de energía eléctrica confiable, es necesario que la entidad cuente con centrales generadoras propias que aporten por lo menos el 50% de la demanda.

La carga que atiende **Luz y Fuerza del Centro**, está constituida por el tipo de consumidores y el servicio proporcionado, como se puede apreciar en la siguiente tabla 2.2:

NIVEL	CONSUMIDORES
1	PARQUE INDUSTRIAL
2	SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO
3	INSTALACIONES DE BOMBEO DE AGUA
4	SERVICIOS HOSPITALARIOS
5	ALUMBRADO PUBLICO
6	OFICINAS GUBERNAMENTALES
7	SERVICIOS DOMESTICOS
8	SERVICIOS DE SEGURIDAD PUBLICA

Tabla 2.2

En la siguiente tabla 2.3, se presentan las aportaciones de energía bruta necesaria para satisfacer la demanda que se presentó en el área de **Luz y Fuerza del Centro**.

ENTIDAD/AÑO O GENERACIÓN	1988 GWh	1989 GWh	1990 GWh	1991 GWh	1992 GWh	1993 GWh
LFC	2,128	1,526	1,902	1,797	1,566	1,482
CFE	19,760	21,587	22,508	23,389	24,988	26,060
TOTAL	21,888	23,113	24,210	25,186	26,554	27,542

Tabla 2.3



La distribución de los usuarios de LFC<sup>2</sup> por entidad federativa (fig. 2.4) es:

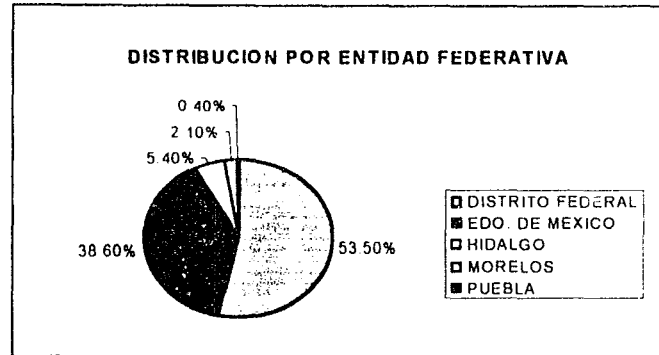


Fig. 2.4

Los pronósticos de demandas máximas anuales (fig. 2.5), hasta el año 2005 para el ACC son:

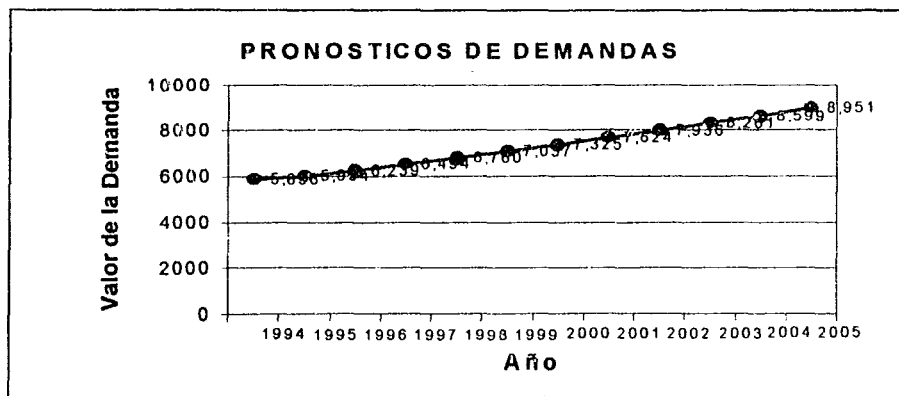


Fig. 2.5

De acuerdo con el escenario bajo de crecimiento del PIB<sup>3</sup>, la proyección de las ventas de energía eléctrica se ubican, con 80% de probabilidad, entre 3.5% y 4.1% de crecimiento anual promedio, con una media de 3.8% anual. Por lo que con este escenario se espera que las ventas de energía lleguen a 150 KWh en el año 2003.

<sup>2</sup> LFC. Luz y Fuerza del Centro

<sup>3</sup> PIB. Producto Interno Bruto

CAPITULO II. PRESENTACION DEL PROYECTO

Las condiciones operativas para satisfacer la demanda (tabla 2.4), en los próximos 11 años serán:

DESCRIPCION	1995	2000	2005
DEMANDA (MW)	5,994	7,325	8,951
CAPACIDAD EFECTIVA DE GENERACION (MW)	3,575	2,785	2000
SUMINISTRO A TRAVES DE ENLACES (MW)	2,419	4,540	6,951
DEFICIT DE GENERACIÓN	43,20 %	62,00 %	77,00 %

Tabla 2.4

Al combinarse el crecimiento de la demanda y la disminución en la capacidad efectiva de generación, en el Area Central Conurbana, se verá incrementado el déficit de generación año con año, acentuándose la dependencia respecto de la energía generada por las Centrales de las Areas Oriental y Occidental, tal como se muestra en la siguiente figura 2.6:

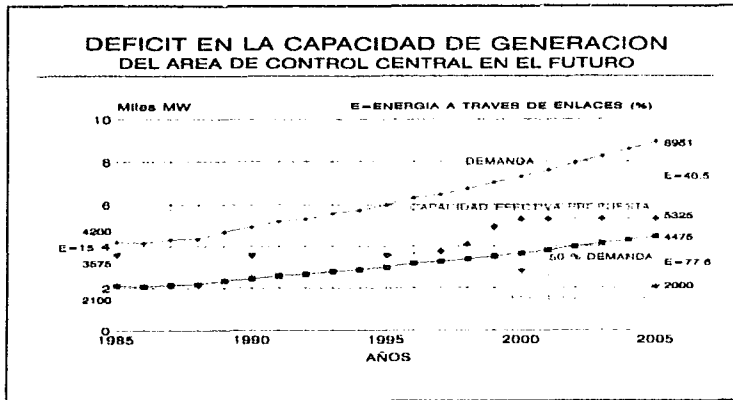


Fig. 2.6

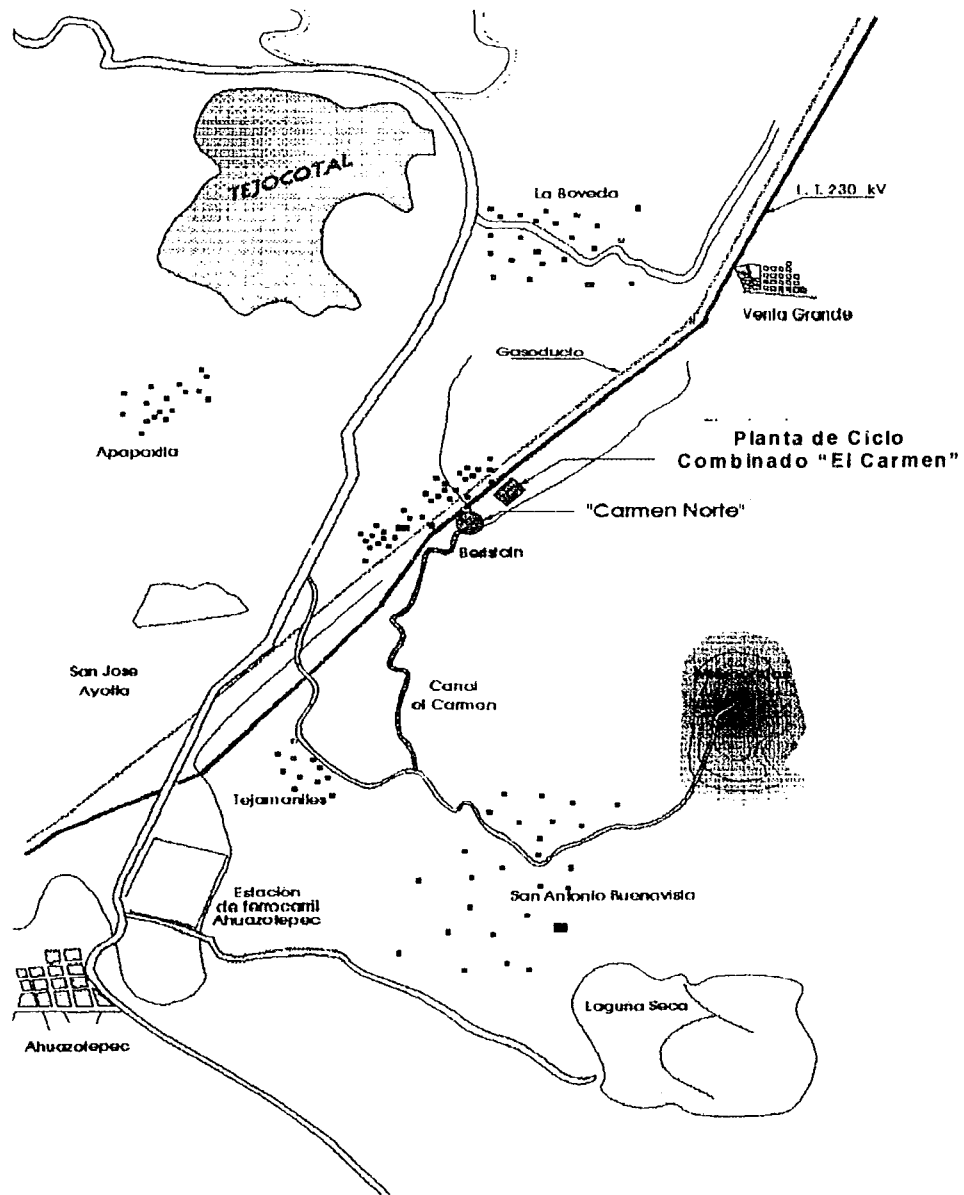
De acuerdo con la Prospectiva, corresponde a LFC aportar la cantidad de 1750 MW. Parte de esa energía será aportada por la Central de Ciclo Combinado<sup>4</sup> de 400 MW.

Por la limitante de capacidad de terreno, en combinación con la cercanía de los insumos fue seleccionado el sitio denominado "CARMEN NORTE" como el más apropiado. Aunque el caudal de agua factible puede llegar a 500 l/s, para no incurrir en impactos ambientales significativos, se limitó la capacidad de la Central de Ciclo Combinado "EL CARMEN" a 400 MW con su consumo estimado a plena carga de 180 l/s.

<sup>4</sup> Central de Ciclo Combinado. Esta integrada por dos tipos diferentes de ciclos termodinámicos, as

Donde estará localizada en el municipio de Ahuazotepec en el estado de Puebla a la altura del poblado de "EL CARMEN" cercano a la Carretera México-Tuxpan en un paraje denominado Carmen Norte, a una elevación de 2209 msnm. (Fig. 2.7).

**CROQUIS DE LOCALIZACION  
CENTRAL DE CICLO COMBINADO  
"EL CARMEN"**



ABC

## CAPITULO II. PRESENTACION DEL PROYECTO

---

Los insumos necesarios para la operación de esta Central, serán los siguientes:

- 1) Gasoducto de 1500 m. de longitud, con capacidad de 70,000 m<sup>3</sup>/h.
- 2) El consumo de agua es del orden de 180 l/s.
- 3) La planta propuesta deberá desarrollarse en un área de 14,657 hectáreas.
- 4) Se cuenta con la línea de transmisión proveniente de la planta Hidroeléctrica Necaxa que requiere ser modificada para transmitir la energía de la Central de Ciclo Combinado "El Carmen" y además de las plantas Necaxa, Tepexic y Patla.

La localización de la demanda para este proyecto se encontrará a 180 km por la carretera México-Tuxpan.

### b) PLANTA "EL CARMEN"

Los estudios de crecimiento de demanda de energía para la región del Area Central Conurbada y Luz y Fuerza del Centro son la base para no reducir la capacidad de la Planta de Ciclo Combinado "EL CARMEN". Debido al decremento de capacidad que sufren las unidades que atienden al Área Central Conurbana, origina que la dependencia LFC y CFE, crezca de un 15% en 1985 hasta un 77.6% para el año 2005.

A partir de 1997, se pronostica que la dependencia será mayor del 50% de no hacerse ninguna inversión en plantas de generación, lo cual provocará problemas de estabilidad en el sistema. Debido a esto se determinó adicionar a la capacidad de generación, 1,750 MW al Área Central para disminuir la dependencia a un valor de 40.5% al año 2005.

Con fundamento en la curva de duración de Carga de 1992, se dedujo tres niveles de capacidad instalada requerida, cuyos valores ideales son de 3,182.4 MW en carga base 1,591.2 MW en carga media y para cargas pico de 530.4 MW.

Después de análisis de tecnologías de punta por aplicar, se concluyó usar como base de este proyecto el Ciclo Combinado (Ver Capitulo I. La importancia de la Automatización).

Se elaboraron cuatro modelos de central basados en turbinas de gas comerciales, funcionando en Ciclo Abierto y en Ciclo Combinado en condiciones de sitio.

CONCEPTO	MINIMO	MAXIMO
CAPACIDAD	376 MW	450 MW
CONFIGURACION	2 T.G. X 1 T.V.	4 T.G. X 1 T.V.
UTILIDADES BRUTAS ANUALES	40,098,018. <sup>00</sup> USD	48,395,997. <sup>00</sup> USD
T.I.R.	7.15%	8.24%

Tabla 2.5

CAPITULO II. PRESENTACION DEL PROYECTO

Entre las variantes plasmadas en la Tabla 2.5, concluyó en un Modelo que servirá de referencia con capacidad de 424.3 MW, una configuración de tres Turbinas de Gas por una Turbina de Vapor, la cual tendrá 48.4 millones de dólares de utilidad bruta anual y una tasa interna de retorno de 8.24%

ARREGLO DE CICLO COMBINADO:  
TRES TURBINAS DE GAS POR UNA  
TURBINA DE VAPOR

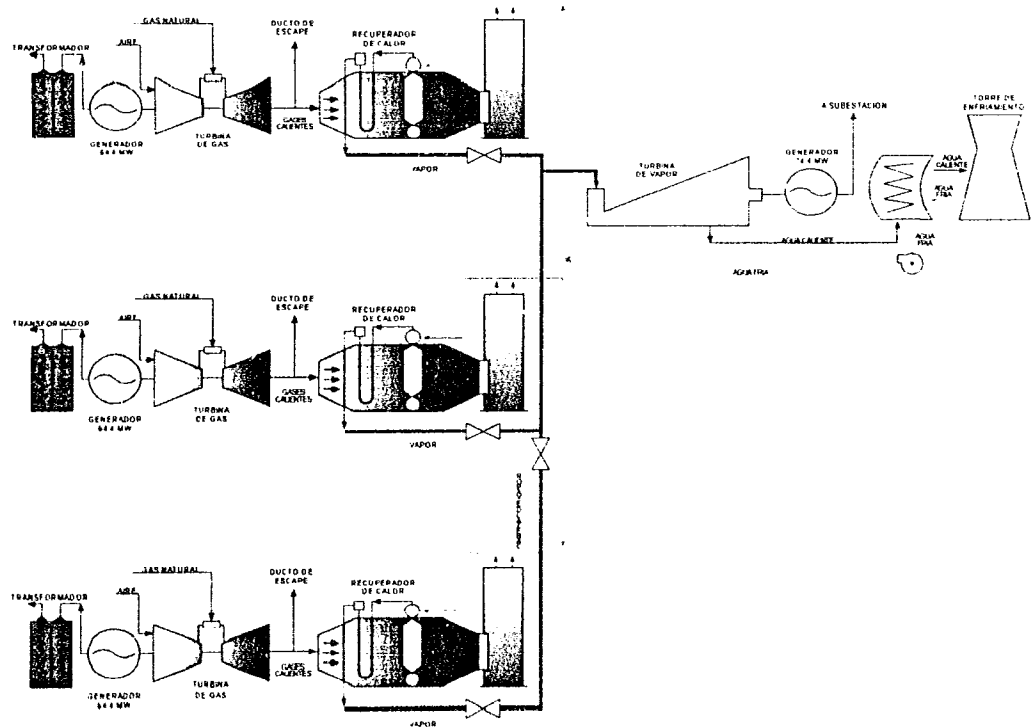


Fig. 2.8

CAPITULO II. PRESENTACION DEL PROYECTO

Sobre el modelo de referencia se listan los principales equipos y sistemas que constituyen la Central de Ciclo Combinado "EL CARMEN" de 425 MW (Tabla 2.6):

Tres Grupos Turbina de Gas	Generador de 82 MW cada una
Tres Calderas recuperadoras de calor	Para producir 302.5 ton/h de vapor c/u.
Un Grupo Turbina de Vapor	Generador con capacidad de 178.4 MW
Un Condensador y Torre de Enfriamiento Tipo Húmedo de 2,000 MJ/h.	
Un Gasoducto con estación de Medición de Gas Natural de 70,000 m <sup>3</sup> /h	
Una Planta Desmineralizadora de agua	
Edificios Varios	
Una Subestación Elevadora en SF6 con capacidad total de 500 MVA	
Tres Bancos de Transformación de 100 MVA, 13.8/230 kV.	
Un Banco de Transformación de 200 MVA, 13.8/230 kV.	
Sistemas y equipos auxiliares.	

Tabla 2.6

La Central y sus sistemas auxiliares serán distribuidos en una superficie de 146,569 m<sup>2</sup>. Los proyectos complementarios a realizar posteriormente son iluminación, red hidráulica, sanitaria, grúas viajeras, drenajes y pavimentos, red neumática y red eléctrica interior.

De acuerdo con el modelo de referencia, se prevén los siguientes consumos:

Capacidad nominal	400,000 kW
Capacidad en sitio	424,327 Kw
Capacidad efectiva	411,597 kW
Consumo horario de gas	69,073 m <sup>3</sup> /h
Heat Rate Ciclo Combinado	6,246 kJ/(kw/h)
Consumo Teórico de Agua	179 l/s

La capacidad real de la Central de Ciclo Combinado **El Carmen**, oscilará entre 376 MW y 450 MW con una producción anual entre 2,077.2 GWh y 2,486.0 Gwh

CAPITULO II. PRESENTACION DEL PROYECTO

Según el modelo, los gastos e ingresos actualizados y nivelados, que tendrá la Central de Ciclo Combinado "El Carmen" (Tabla 2.7), serán:

CAPACIDAD DE LA CENTRAL Kw	COSTO INVERSION USD/kWh	COSTO COMBUSTIBLE USD/kWh	COSTO DE M.O. Y MANTO USD/kWh	COSTO TOTAL USD/kWh	INGRESO POR VENTA DE ENERGIA ELECTRICA USD/kWh
424.327	0.011631	0.018005	0.004314	0.033950	0.05460

Tabla 2.7

Se determino que el proyecto requerirá de una inversión total aproximada de 286,251,906.<sup>00</sup>USD

El punto de equilibrio de este proyecto, se encuentra entre los valores de 0.25 y 0.30 del Factor de Planta.

La Central de Ciclo Combinado "EL CARMEN" tiene una rentabilidad atractiva (Tabla 2.8), expresada en los siguientes términos desarrollados:

- Utilidades Brutas Anuales:	48,395,996. <sup>63</sup> USD
- Tasa Interna de Retorno:	8.24%
- Relación Beneficio Costo:	1.6082
- Rotación de Capital:	4.69

Tabla 2.8

**b) INVERSIONES**

La inversión estimada sobre investigación y estudios previos, será del orden de 100,000.<sup>00</sup> USD que quedará incluido dentro de los costos indirectos de la inversión.

Por situarse en área rural, el valor de la inversión por terreno se estimó en 2,699,955.<sup>00</sup> USD. Se tiene la siguiente estimación de la inversión de los equipos puestos en obra y sus instalaciones.

- Turbinas de gas (Incluye costo de Calderas Recuperadoras de calor, equipos auxiliares, S.E <sup>5</sup> y obras civiles.	256,594,494. <sup>00</sup> USD
- Línea de 230 kV de la S.E. El Carmen a S.E. Valle de México (Modificación).	26,793,096. <sup>00</sup> USD
- Gasoducto y planta de medición	164,361. <sup>00</sup> USD
<b>TOTAL</b>	<b>283,551,951.<sup>00</sup> USD</b>

<sup>5</sup> S.E. Secretaría de Energía

## CAPITULO II. PRESENTACION DEL PROYECTO

Las erogaciones de dinero para las obras civiles se encuentran incluidas en los costos de inversión y ascienden a 12,829,724.<sup>00</sup> USD

Los costos indirectos de la inversión se calcularon en 12,829,724.<sup>00</sup> USD

El costo de Inversión por Labor asciende a 19,526.840.<sup>00</sup> USD.

El costo de Inversión de material transporte, e imprevisto es 51,318,898.<sup>00</sup> USD

Se recomienda un nivel de capital circulante de 6,298.326.<sup>00</sup> USD

De acuerdo con el calendario de construcción los flujos de dinero son necesarios para realizar este proyecto de inversión son los siguientes fig. 2.9:

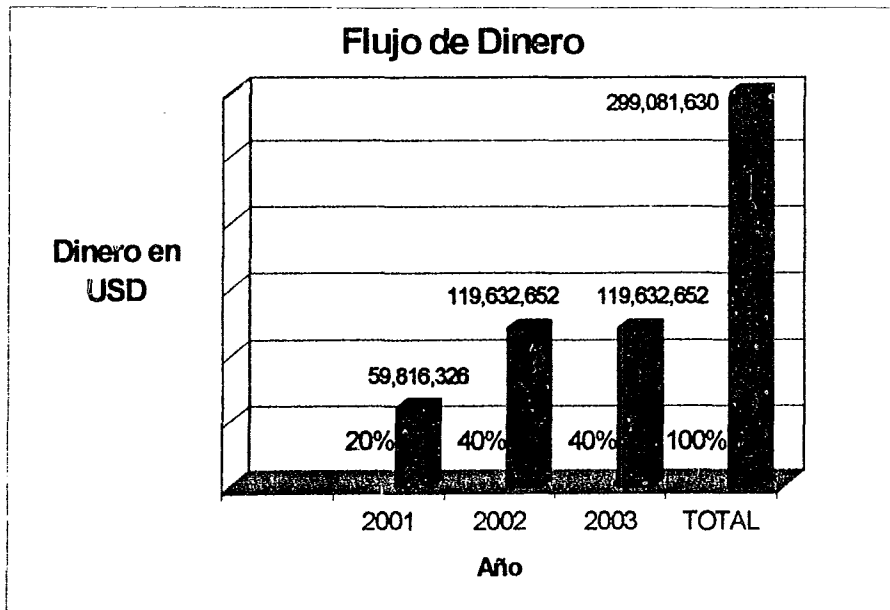


Fig. 2.9



## **CAPITULO III**

# **ESTUDIO DE MERCADO**

**ESTUDIO DE MERCADO**

**1) PLANTEAMIENTO GENERAL**

Luz y Fuerza del Centro (LFC) atiende actualmente a aproximadamente 4.89 millones de usuarios cantidad que anualmente se incrementa en promedio 130,000 servicios. La demanda de energía eléctrica representa en conjunto aproximadamente el 24% de la del país.

En la siguiente fig. 3.1 muestra la evolución de usuarios totales atendidos por este organismo.

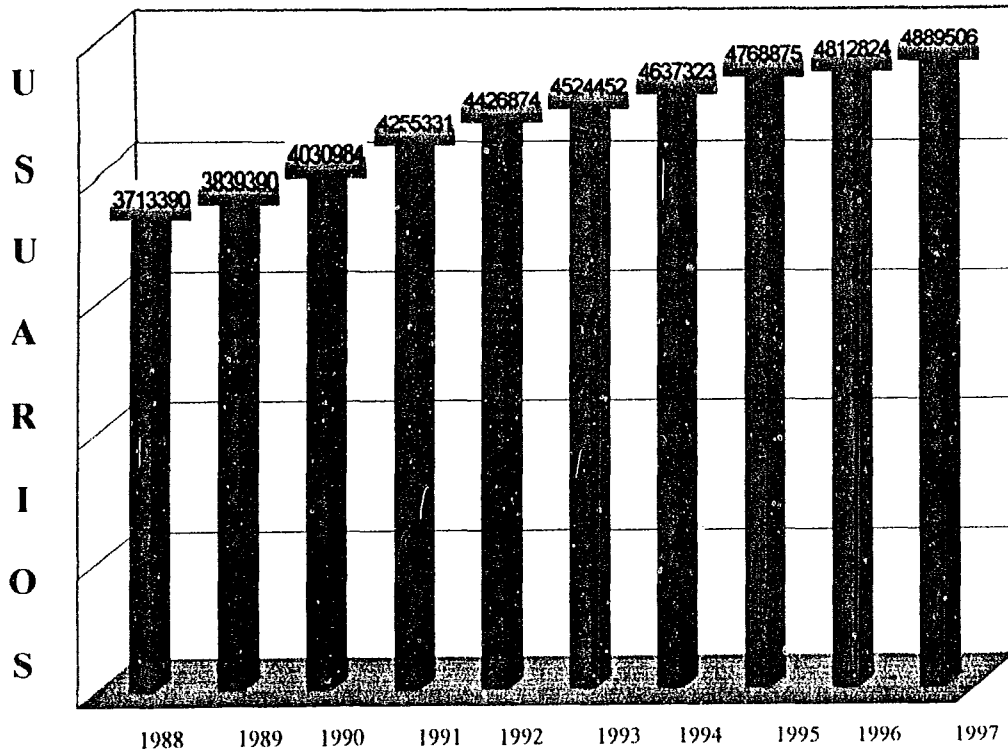


Fig. 3.1

Para satisfacer la demanda de energía eléctrica, se cuenta con Centrales Generadoras, que están dentro de la Zona Metropolitana y Áreas Conurbadas (ZMAC) de la ciudad de México, siendo de las que se indican en la siguiente tabla 3.1:

CAPITULO III. ESTUDIO DE MERCADO

NOMBRE	U1	U2	U3	U4	U5	U6	TOTAL
<b><u>UNIDAD HIDROELECTRICA.</u></b>							
ALAMEDA	2.33	2.33	2.33				6.99
JUANDO	1.5	1.5					3.00
TEMASCALTEPEC	0.40	0.40	0.40	1.14			2.34
SAN SIMON	0.45	0.89					1.34
FERNANDEZ LEAL	1.12						1.12
CAÑADA	0.97						0.97
VILLADA	0.86						0.86
TLILAN	0.66						0.66
ZEPAYAUTLA	0.49						0.49
ZICTEPEC	0.24						0.24
TOTAL							<b>18.01</b>
<b><u>UNIDADES DE VAPOR</u></b>							
PEREZ RIOS	300	300	300	300	300		1500
VALLE DE MEXICO	150	150	150	280			730
LUQUE L.	32	32	80	80			224
TOTAL							<b>2454</b>
<b><u>UNIDAD DE CICLO COMBINADO</u></b>							
PEREZ RIOS	69	69	100	72	72	100	482
TOTAL							<b>482</b>
<b><u>UNIDAD DE TURBO GAS</u></b>							
NONOALCO	32	32	42	42			148
LECHERIA	32	32	32	42			138
VALLE DE MEXICO		28	32	28			88
TOTAL							<b>374</b>
CAPACIDAD NOMINAL (MW)							<b>3328</b>
CAPACIDAD EFECTIVA (MW)							<b>2496</b>

Tabla 3.1

En la siguiente figura 3.2, se muestra la demanda máxima anual que fue de 5679 MW, en donde se observa que las centrales (Plantas Generadoras) que están dentro de la ZMAC<sup>1</sup> de CFE<sup>2</sup> con LFC<sup>3</sup> aportaron 2266 MW que representa el 39.9% de la demanda, de este porcentaje LFC aportó únicamente el 9.26% por lo que es recomendable aumentar la capacidad con centrales generadoras.

### Aportaciones a la demanda de Electricidad

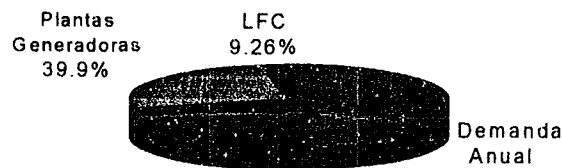


Fig. 3.2

La diferencia entre la demanda máxima y lo que aportaron CFE y LFC, representa la energía que fue necesario importar de las áreas occidental, oriental, División Necaxa y las hidroeléctricas Infiernillo, Villita y ZM<sup>4</sup> con un valor de 3410 MW.

Por su parte la demanda máxima que aportó CFE y LFC fue de el 40 % y el 60% restante, que fue suministrada por los enlaces de 400,230 y 85 KV. Para garantizar a los usuarios del centro del país, que se encuentran concentrados en el área atendida por LFC, ver la siguiente figura 3.3:

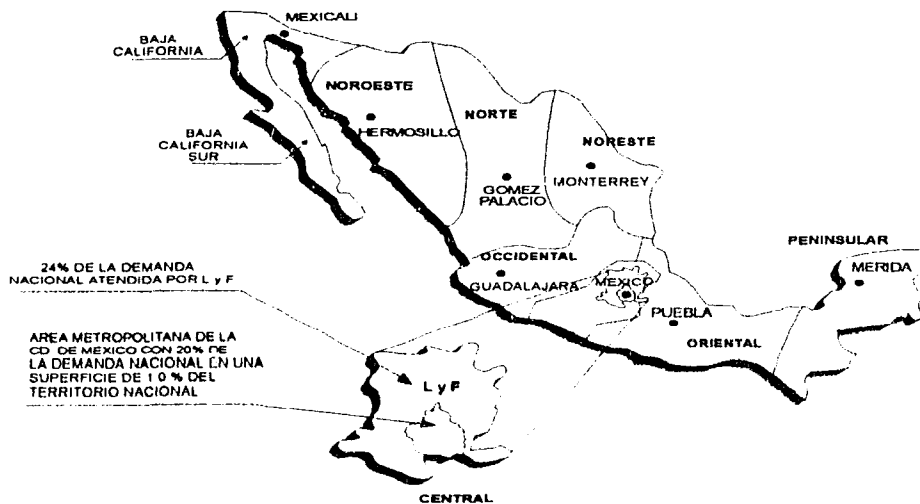


Fig. 3.3

<sup>1</sup>ZMAC: Zona Metropolitana y Areas Conurbanas

<sup>2</sup>CFE: Comisión Federal de Electricidad

<sup>3</sup>LFC: Luz y Fuerza del Centro

<sup>4</sup>ZM. Zona Metropolitana

Con centrales generadoras propias que aporten por lo menos el 55% de la demanda (y el suministro restante provenga de aportaciones de los enlaces de las Áreas de Control Oriental y Occidental), lo que permitirá la óptima operación del sistema.

**a) Uso y descripción del servicio**

Por la importancia de la carga que atiende LFC, la cual está constituida básicamente por el parque industrial, sistema de transporte colectivo (METRO), instalaciones de bombeo de agua potable y aguas negras, servicios hospitalarios, alumbrado público, oficinas gubernamentales, servicios domésticos, servicios de seguridad pública, etc., se hace necesario que éste organismo cuente con un suministro de energía eléctrica que ofrezca una óptima estabilidad, calidad y seguridad, para cumplir con las especificaciones de voltaje, frecuencia y factor de potencia requerido por los usuarios.

**b) Estadísticas**

La siguiente fig. 3.4, nos muestra la energía bruta generada por LFC, así como la energía aportada por CFE con sus plantas generadoras a través de enlaces, para satisfacer la demanda que se presentó en el Sistema de Luz y Fuerza del Centro.

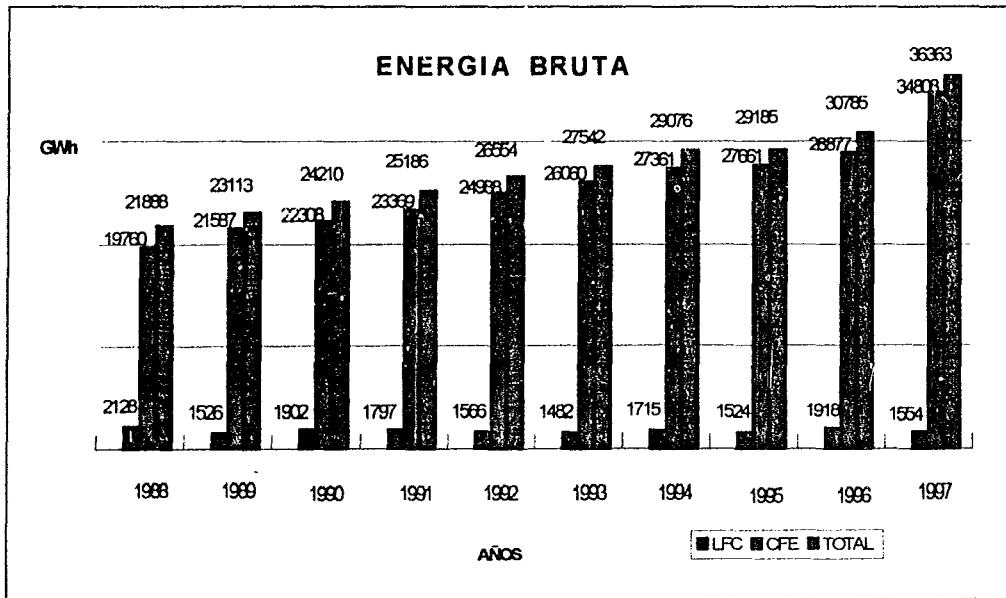


Fig. 3.4

En la Fig. 3.5 se muestran las ventas e ingresos de los últimos años, las ventas difieren en valor de la generación bruta indicada en la Fig. 3.4, debido a que se tiene un intercambio de exportación e importación con las Áreas Oriental y Occidental, sin embargo la condición más frecuente en la hora de demanda máxima diaria, es la de importar el fluido eléctrico al Sistema de Luz y Fuerza del Centro.

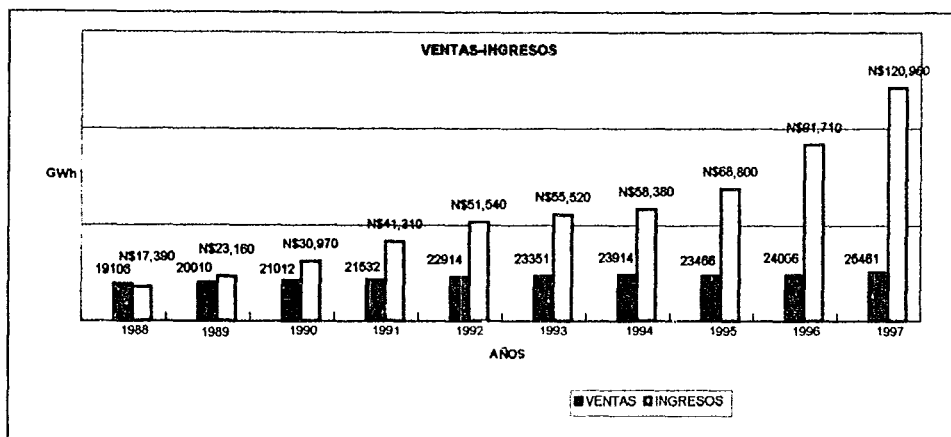


Fig. 3.5

**c) Tipo de consumidores y distribución geográfica de la zona**

Los tipos de consumidores que atendió LFC en 1997 están clasificados de acuerdo con la tarifa y servicio que se les brinda, los cuales se describen a continuación:

TARIFA	SERVICIO	NUMERO
1	Domestico	4,335,484
2	General hasta 25 kW	527,932
5 Y 5 A	Alumbrado público	470
6	Bombeo aguas potables o negras	2,677
OM	General media T.<1000 kW	7,606
HM	General media T.>1000 kW	1,158
9	Bombeo para riego agricola	1,392
HIS	General A.T. nivel subtransmisión	18
HSL	General A.T. nivel subtransmisión larga duración	12
HT	General A.T. nivel transmisión	4
<b>TOTAL</b>		<b>4,889,506</b>

Fig. 3.6

**d) Distribución geográfica de la zona**

El área atendida actualmente por este organismo se presenta en la figura 3.7 dentro de la cual se encuentran centrales generadoras, subestaciones, líneas de distribución, transmisión y unidades de atención al público.



Figura 3.7

La distribución de los usuarios por entidad federativa se indican en la Fig. 3.8

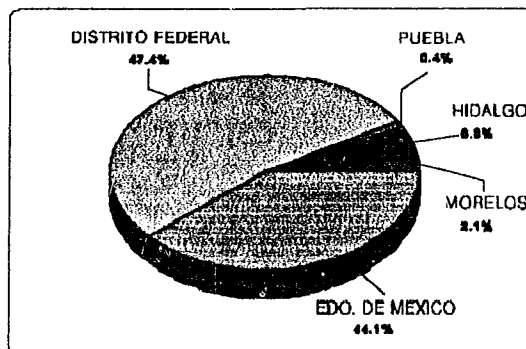


Fig. 3.8

**e) Costo del Kw/h a la venta**

El costo promedio del kWh a la venta, está determinado por la política nacional, la cual al analizar los costos de producción y distribución, las condiciones existentes del país en lo referente

a combustibles, salarios, prestaciones, etc., determinan el valor de venta de las diferentes tarifas de energía eléctrica al público.

Para tomar la decisión anterior, se analizan costos y por consiguiente los precios de la energía eléctrica dependen de varios factores entre las que se cuentan, en 1º termino la mezcla de tecnologías que se emplean para su generación y en 2º término, factores como: economías de escala, patrones de consumos de los usuarios, distancias de transmisión, etc. Estos precios incluyen impuestos, es decir, son precios al consumidor final.

La relación de la facturación y la energía vendida, da como resultado el rubro de evolución del costo del kWh, en la gráfica 2.5 se indica el comportamiento que ha tenido en los últimos años, para uniformizar unidades los precios anteriores a 1993 están indicados en N\$.

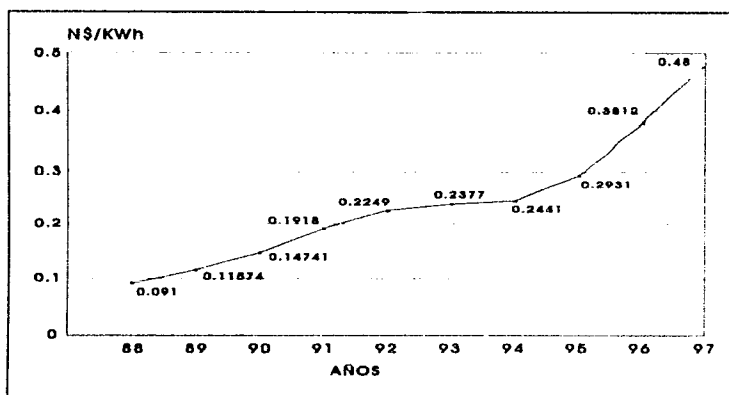


Fig. 3.9

#### f) Criterios de localización, ubicación y recursos naturales

El primero de los criterios para la selección de lugar, fue la facilidad de contar con las dimensiones de terreno que permitieran la construcción de la central. Esta limitante hizo que todas las propuestas salieran del área del Valle de México.

La cercanía de los insumos necesarios para operar la planta cobraron interés con la premisa de disminuir al máximo las inversiones de infraestructura de la planta. Se elaboraron estudios preliminares con visitas al sitio, de los cuales seis lugares cercanos a la zona seleccionada fueron considerados de interés y de estos el sitio denominado "Carmen Norte" fue el más apropiado.

En este punto se encontró la mayor cercanía hacia los insumos necesarios (Terreno, gas, agua), además de contar con la existencia de una línea de transmisión y de vías de comunicación vía carretera. La línea de transmisión existente deberá modificarse para transmitir tanto la capacidad que generará la Central de Ciclo Combinado "El Carmen" así como también toda la capacidad del Sistema Hidroeléctrico Necaxa en conjunto.

La Central de Ciclo Combinado "El Carmen" estará localizada en el municipio de Ahuazotepc en el Estado de Puebla a la altura del poblado de Beristáin cercano a la Carretera México-Tuxpan en un paraje denominado Carmen Norte. Geográficamente se encuentra localizada entre los 20E05' y los 20E06' de latitud Norte y entre los 98°06' y los 98°08' de longitud al oeste del meridiano de Greenwich a una elevación de 2209 msnm, la



temperatura ambiente varía entre 0-35°C, su temperatura media anual es de 15°C, la presión barométrica media es de 585 mm columna de mercurio, la intensidad media anual de lluvia es de 848 mm y la humedad relativa del aire varía entre 10-95%.

El terreno seleccionado se encuentra localizado en una zona geológica de derrames basálticos, cuya capa superior es de suelos residuales de poco espesor. A pesar de que la topografía está constituida por lomeríos, el sitio elegido es sensiblemente plano con un desnivel máximo de 3 a 5 m entre el sitio y el canal Carmen Norte.

#### **g) Insumos principales**

Los insumos necesarios para la operación de esta Central, serán los siguientes:

- **Gas Natural**

La central de Ciclo Combinado "El Carmen", requerirá de un gasoducto de 1500 m de longitud, con un diámetro aproximado de 254 mm, con capacidad de conducción de 80,000 m<sup>3</sup>/h. Además este ramal deberá de estar equipado con su estación de medición propia con la aprobación y supervisión de PEMEX, tanto en su diseño y construcción.

- **Agua de repuesto al sistema de enfriamiento y al ciclo de vapor.**

El agua requerida para los sistemas de enfriamiento y de repuesto a generadores de vapor es del orden de 180 l/s, esta agua será suministrada de acuerdo con permisos y tarifas proporcionados por la Comisión Nacional del Agua.

- **Mano de Obra**

Por ser una obra bajo la modalidad de productor independiente, la operación y mantenimiento de la central correrá por cuenta del licitador. Se estima que para la operación de la planta se contará con una plantilla de 30 trabajadores. Se requerirá contar con mano de obra calificada tanto para la operación como para el mantenimiento.

- **Area del terreno**

Se calcula que la planta propuesta deberá desarrollarse en un área rural de 14,657 hectáreas considerando una franja de 50 m en la periferia como barrera arbolada, solicitada por la Secretaría de Pesca y Protección al Ambiente.

- **Líneas de transmisión**

Como se citó anteriormente se cuenta con una Línea de transmisión que transmite la energía proveniente de la planta hidroeléctrica Necaxa. Aquí se requiere de modificar los 107.7 km de Línea para que pueda transmitir la Energía de la Central de Ciclo Combinado "El Carmen" y la generación del Complejo Hidroeléctrico de las plantas Necaxa, Tepexic y Patla a 230 kV utilizando el derecho de Vía existente de 85 kV.

**CAPITULO IV**  
**EVALUACION TECNICA**

## **EVALUACION TECNICA**

### **1) DESCRIPCION DE LA INVESTIGACION.**

#### **a) ANTECEDENTES**

Consciente del rezago que sufre el área asignada a Luz y Fuerza del Centro (LFC<sup>1</sup>) en materia de generación, este organismo ha elaborado a través de los años, una serie de estudios internos y propuestas, enfocados a satisfacer las necesidades del Área de Control Central (ACC<sup>2</sup>) relacionadas con este rubro. Resaltan por su trascendencia, el Estudio Sobre Factibilidad de Incrementar la Capacidad Instalada de Generación del Organismo Luz y Fuerza del Centro presentado en agosto de 1994, y el Estudio de Prospectiva de repotenciación y Nueva Generación de noviembre de 1994. De estos trabajos, se tomaron los datos que sirvieron de base, para el documento de prospectiva del Sector Eléctrico editado por la Secretaría de Minas e Industria Paraestatal (SEMIP<sup>3</sup>), en lo que a LFC correspondió.

#### **FUNDAMENTOS**

La base para estos estudios, se encuentra en la observación de las estadísticas de crecimiento del ACC, y en los estudios hechos por LFC de los pronósticos de las demandas máximas anuales.

#### **DETERMINACIÓN DEL DEFICIT DE GENERACIÓN**

Otro punto que se analizó, fue el decremento en la capacidad de las unidades que atienden al ACC, debido al "Ervejecimiento" de dichas unidades. Esto origina que la tendencia de generación sea a la baja con respecto al tiempo, y en combinación con la tendencia del crecimiento de la demanda requerida, presenta el panorama de dependencia real el cual crece desde un 15% en 1985 hasta un 77.6% para el año 2005.

A partir de 1997, de acuerdo con los estudios hechos, la dependencia será mayor del 50% de no hacerse ninguna inversión en cuestión de plantas de generación, lo cual provocará que se presente el problema mencionado. Aquí se justifica una adición de 1,750 MW<sup>4</sup> necesarios para corregir la dependencia de generación lejana hasta un valor de 40.5% al año 2005.

#### **JERARQUIZACIÓN DE LA CARGA GLOBAL PROPUESTA.**

Hasta este punto se tienen localizados 1,750 MW como una solución global, viable para afrontar las condiciones futuras en calidad y cantidad, por lo que es necesario que este total sea distribuido con un criterio más selectivo, jerarquizando la generación en tres tipos: Generación base, Generación Media y Generación pico, cuyos valores ideales para 1992

---

<sup>1</sup> LFC. Luz y Fuerza del Centro

<sup>2</sup> ACC. Area Central Conurbana

<sup>3</sup> SEMIP. Secretaría de Minas e Industria Paraestatal

<sup>4</sup> MW. Mega Watts

son de 3,182.4 MW en carga base 1,591.2 MW en carga media y para cargas pico de 530.4 MW.

### **b) NECESIDADES E INCREMENTO DE LA DEMANDA**

Bajo el criterio anterior los requerimientos ideales de capacidad instalada por región de generación se comportan en la forma siguiente:

## **2) ALTERNATIVAS TÉCNICAS**

### **a) ALTERNATIVAS DE TECNOLOGÍAS**

Se hizo un análisis de alternativas de punta por aplicar a los proyectos de expansión de generación, entre un listado de 30 alternativas. Por sus antecedentes técnicos y económicos, se recomiendan las siguientes tecnologías como las más adecuadas en los proyectos de generación en el ACC<sup>5</sup>:

- Plantas de ciclo combinado
- Plantas Termoeléctricas convencionales
- Plantas Termoeléctricas con Calderas de Lecho fluidizado Circulante.
- Plantas con turbinas de gas en ciclo abierto.

Se consideraron en base a la experiencia internacional, tres rangos de tamaños óptimos de unidades para las diferentes partes del esquema de generación propuesto:

- Unidades para carga pico entre 30 y 80 MW de capacidad.
- Unidades para carga media entre 100 y 200 MW de capacidad
- Unidades para carga base entre 300 y 400 MW de capacidad

Este esquema, para el caso del ACC, no se cumple cabalmente debido a dos factores fundamentales. Uno es la limitante que se tiene en el ACC de disponibilidad de agua, y la segunda es el hecho que las centrales propuestas se ubiquen a más de 2,000 msnm. Debido a la altitud de los sitios propuestos se favorecerán la aplicación de plantas termoeléctricas convencionales, pero tomando en cuenta la falta de disponibilidad de agua, los ciclos combinados resultan los más adecuados tanto para la región media como para la región base de generación, a pesar que algunas de las unidades en condiciones de sitio no llegarán a desarrollar los 100 MW. De cumplirse en algún lugar la disponibilidad de agua suficiente se aconseja la utilización de Centrales Termoeléctricas de más de 300 MW de capacidad por unidad.

### **b) ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS**

Ubicados conforme a las necesidades de “El Carmen” de 400 MW de capacidad nominal, se elaboraron una serie de modelos basados en las características de cuatro

---

<sup>5</sup> ACC. Area Central Conurbana

#### CAPITULO IV. EVALUACIÓN TECNICA

---

turbinas de gas comerciales. Este programa calculó el funcionamiento tanto en ciclo abierto como en ciclo combinado para las condiciones de sitio, además de establecer tres alternativas de producción de vapor lo cual representa un análisis técnico de funcionamiento el análisis financiero caso por caso considerando los consumos de energía de los sistemas auxiliares y los costos asociados a la construcción de la central en cuestión, al mayor detalle posible.

Como parte final del análisis de alternativas se determinaron los costos unitarios nivelados de generación para todas las variantes y comparándolos contra el costo nivelado de venta de energía en bloque.

Del análisis mencionado anteriormente, se encontraron las siguientes variantes:

CONCEPTO	MINIMO	MAXIMO
CAPACIDAD	376 MW	450 MW
CONFIGURACION	2 T.G. x 1 T.V.	4 T.G. x 1 T.V.
UTILIDADES BRUTAS ANUALES	40,098,018. <sup>00</sup> USD	48,395,997. <sup>00</sup> USD
T. I. R.	7.15 %	8.24%

Fig. 4.1

Sobre las variantes plasmadas en la tabla anterior (fig. 4.1) se concluyó en un modelo técnicamente factible y económicamente rentable con una capacidad de 424.3 MW, una configuración de tres Turbinas de Gas por una Turbina de Vapor (Fig. 4.2), la cual probablemente rendirá 48.4 millones de dólares de utilidad bruta anual con una tasa interna de retorno de 8.24% y se tomará como el modelo de referencia para este perfil.

### PLANTA DE CICLO COMBINADO EL CARMEN 406 MW

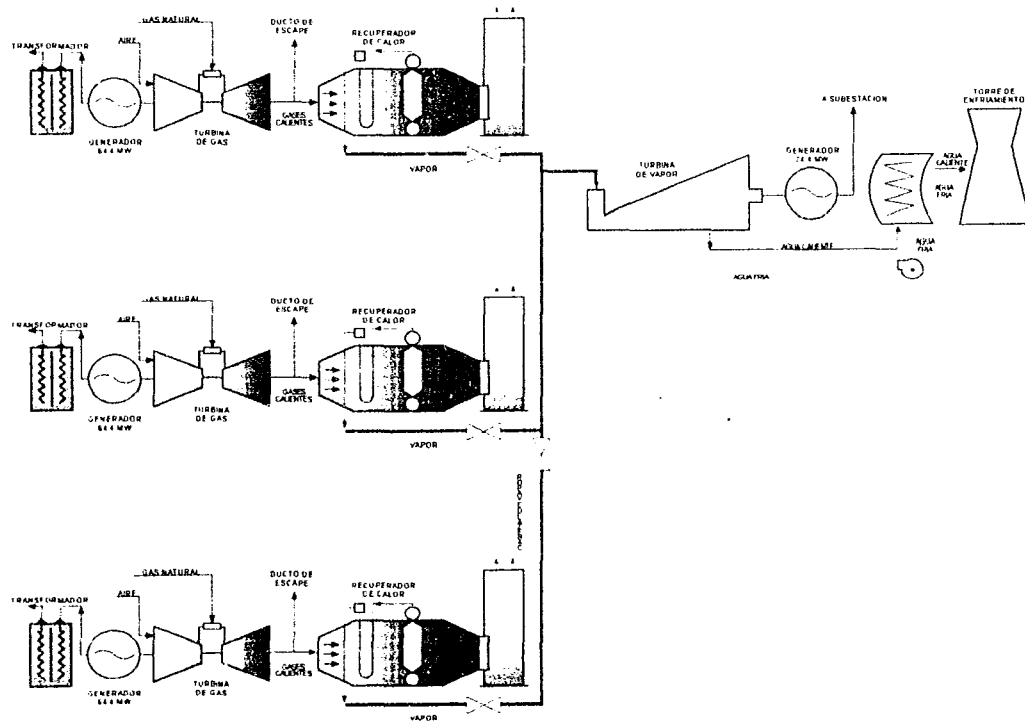


Fig. 4.2

### 3) ESPECIFICACIONES GENERALES DE LA PLANTA

#### a) DESCRIPCIÓN

Sobre el modelo definido anteriormente, a continuación se presenta una breve descripción de los principales equipos y sistemas que constituyen la Central de Ciclo Combinado "El Carmen" de 425 MW<sup>6</sup>.

- Tres Turbinas de Gas tipo Industrial (FRAMES) con acoplamiento directo a generadores eléctricos, de 82 MW cada una.
- Tres Calderas Recuperadoras de Calor, directamente acopladas a la salida de las Turbinas de Gas, para producir 302.5 ton/h de vapor a 513°C y 105 Bar cada una.
- Una Turbina de Vapor con capacidad de 178.4 MW, con acoplamiento directo a un Generador Eléctrico.
- Un Condensador de Vacío y Sistema de Agua de Circulación con capacidad de 2,000 MJ/h<sup>7</sup>.
- Una Torre de Enfriamiento de tipo Húmedo con capacidad de 2,000 MJ/h.
- Una Estación de Medición para suministro de Gas Natural con capacidad de conducción de 70,000 m<sup>3</sup>/h.
- Tres Casetas de Control de las Turbinas de Gas.
- Una planta Desmineralizadora de agua para el Tratamiento del agua de alimentación a Calderas.
- Una Casa de Máquinas (Turbina de Vapor).
- Un Edificio para alojar Talleres.
- Un Almacén.
- Un Edificio Administrativo.
- Una Subestación Elevadora tipo convencional o en SF6 con arreglo de interruptor y medio con capacidad total de 500 MW.
- Tres Bancos de Transformación de 100 MW, 13.8/230 kv, conexión Delta-Estrella sólidamente aterrizada.
- Un Banco de Transformación de 200 MW, 13.8/230 kv, conexión Delta-Estrella sólidamente aterrizada.
- Sistema y equipos auxiliares.
- Dos Líneas de Transmisión de 230 kV con una longitud aproximada de 107.7 Km.
- Un Ramal de Gasoducto de 254 mm de diámetro con una longitud de 1,500 m aproximadamente, para un consumo horario de 70,000 m<sup>3</sup>/h aproximadamente.

---

<sup>6</sup> MW. Mega Watts

<sup>7</sup> MJ/h. Mega Joules por hora.

**b) PRINCIPALES SISTEMAS UNIDADES TURBOGAS**

- Sistema de gas combustible estación primaria.
- Sistema de gas combustible estación secundaria y suministro a la cámara de combustión.
- Sistema de filtro de aire.
- Sistema de aceite de lubricación.
- Sistema de aceite de gateo.
- Sistema de aceite para el convertidor de torsión del arrancador.
- Sistema de aceite de control.
- Sistema de agua de enfriamiento de circuito cerrado (Glycol).
- Sistema de drenes del ducto Aire-Gases.
- Sistema eléctrico principal 13.8 kV y 230 kV
- Sistema eléctrico de 4160 V.C.A.
- Sistema eléctrico de 480-220-127 V.C.A.
- Sistema eléctrico de 125 V.C.D.

**c) PRINCIPALES SISTEMAS CONSTITUTIVOS PARA LA UNIDAD DE VAPOR.**

- Sistema de suministro de agua central.
- Sistema de agua de enfriamiento principal.
- Sistema de agua de enfriamiento secundario (circuito cerrado).
- Sistema de tratamiento de agua para el Ciclo (Planta Desmineralizadora)
- Sistema de agua de repuesto al ciclo.
- Sistema de condensado.
- Sistema de agua de alimentación de alta presión.
- Sistema de agua de alimentación de baja presión.
- Sistema de vapor principal.
- Sistema de vapor auxiliar.
- Sistema de vapor de baja presión.
- Sistema de vapor desvío (By-pass T.V.)
- Sistema de extracción de gases incondensables de la T.V.
- Sistema de vapor de sellos.
- Sistema de vapor drenes misceláneos.
- Sistema de aceite de lubricación.
- Sistema de aceite de gateo.
- Sistema de aceite de control.
- Sistema Eléctrico principal 13.8 kV y 230 kV.
- Sistema eléctrico de 4160 V.C.A.
- Sistema eléctrico de 480-220-127 V.C.A.
- Sistema eléctrico de 125 V.C.D. Y 24 C.D.
- Sistema ininterrumpible de potencial (UPS).



**d) PROYECTOS COMPLEMENTARIOS**

Se consideran como complementarios los proyectos de: iluminación, red hidráulica, sanitaria, grúas viajeras, drenajes y pavimentos, red neumática y red eléctrica interior.

**4) RENDIMIENTOS TÉCNICOS ESTIMADOS**

De acuerdo con el modelo de referencia, se prevén los siguientes resultados en materia de consumos y rendimientos para el funcionamiento de la Central de Ciclo Combinado "El Carmen" en su sitio de instalación (Tabla 4.1):

Capacidad nominal	400,000 kW
Capacidad en sitio	424,327 kW
Capacidad efectiva	411,597 kW
Consumo horario de gas	69,073 m <sup>3</sup> /h
Heat Rate Ciclo Combinado	6,246 kJ/kWh
Consumo Teórico de Agua	179 l/s

Tabla 4.1

**5) ANALISIS ECONOMICO-FINANCIERO POR MODELO DE CICLO COMBINADO:**

- a) C.C. 2XS-207 EA bis
- b) C.C. S-207 EA-2
- c) C.C. S-207 FA-1
- d) C.C. S-507 EA bis (revancha)

**ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD  
TÉCNICA DEL MODELO:**

**C.C. 2XS-207 EA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON**  
**INGENIERIA EN COMPUTACION**  
**ANALISIS DE FACTIBILIDAD TECNICA**

S-507EA

CAPACIDAD NOMINAL: 450 MW

Altitud	m.s.n.m.
Presión atmosférica	Bar
Temperatura ambiente promedio	°C
Pérdidas en el ducto de entrada	mBar
Pérdidas en el ducto de salida	mBar
Humedad absoluta	g
Capacidad unitaria (T.G. + T.V.)	kW
Configuración básica	T.G./T.V.
Capacidad Turbinas de Gas	kW
Capacidad Turbinas de Vapor	kW
HEAT RATE	kJ/kWh
Eficiencia	%
Consumo horario de Gas	m <sup>3</sup> /h

I. S. O.	
C. Sencillo.	C. Comb.
0	0
1.0126	1.0126
	15
	0
	0
	0
	620.000
5	3
416.000	83.200
	68.000
	7.121
	50.55%
	124.916

EL CARMEN	
C. Sencillo.	C. Comb.
2.209	2.209
0.7847	0.7847
	20
	0
	0
	0
	301.335
	49.257

FACTORES DE CORRECCION			
F <sub>ENps</sub> =	1.000	F <sub>INps</sub> =	1.000
F <sub>EApp</sub> =	1.000	F <sub>INApp</sub> =	1.000
F <sub>Eman</sub> =	0.745	F <sub>INman</sub> =	0.745
F <sub>Etsa</sub> =	0.970	F <sub>INtsa</sub> =	0.982
F <sub>EJA</sub> =	1.002	F <sub>INJA</sub> =	1.000
F <sub>ETRAps</sub> =	1.000	F <sub>INRAps</sub> =	1.000
F <sub>ETRAApp</sub> =	1.000	F <sub>INRAApp</sub> =	1.000
F <sub>EINman</sub> =	1.000		
F <sub>EINtsa</sub> =	1.008		
F <sub>EINJA</sub> =	0.967		

CAPACIDAD CON TURBINAS DE GAS Nº TRENES
CAPACIDAD CON TURBINA(S) DE VAPOR
CONSUMO DE AUXILIARES
HEAT RATE
EFICIENCIA
CONSUMO TOTAL DE GAS
CAPACIDAD INSTALADA TOTAL DE LA PLANTA

TURBINAS DE GAS 7000EA		
60.267	kW	1
49.257	kW	
6.287	kW	
7.156	kJ/kWh	
50.31	%	
90.931	m <sup>3</sup> /h	
449.106	kW	

DEDUCCION DE FACTORES DE CORRECCION PARA TURBINAS DE GAS:  
por temperatura ambiente (bulbo seco).

Abcisas		Ordenadas <sub>HR</sub>		Ordenadas <sub>F1</sub>		Ordenadas <sub>POT</sub>	
X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>
-15	45	0.9505	1.049	1.11	0.89	1.18	0.82
		Tanθ	0.00164167	Tanθ	-0.00366667	Tanθ	-0.006
		b	0.9751	b	1.0550	b	1.0900
Ecuaciones		y = 0.0011641667x + 0.9751		y = -0.003666667x + 1.055		y = -0.006x + 1.090	
		x	20	x	20	x	20
		y	1.008	y	0.982	y	0.970

por humedad absoluta.

Abcisas		Ordenadas <sub>HR</sub>		Ordenadas <sub>F1</sub>		Ordenadas <sub>POT</sub>	
X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>
0	0.03	0.997	1.0087	1	1	1.0019	0.996
		Tanθ	0.39	Tanθ	0	Tanθ	-0.19666667
		b	0.9970	b	1.0000	b	1.0019
Ecuaciones		y = 0.39x + 0.997		y = 0.0x + 1.0		y = -0.19666667x + 1.019	
		x	0.0000	x	0.0000	x	0.0000
		y	1.00	y	1.00	y	1.00

por elevación sobre nivel del mar.

Abcisas		Ordenadas <sub>HR</sub>		Ordenadas <sub>F1</sub>		Ordenadas <sub>POT</sub>	
X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>
0	2000	1	1	1	0.769444	1	0.769444
		Tanθ	0	Tanθ	-0.00011528	Tanθ	-0.00011528
		b	1.0000	b	1.0000	b	1.0000
Ecuaciones		y = 0.0x + 1.0		y = -0.000115278x + 1.0		y = -0.000115278x + 1.0	
		x	2209	x	2209	x	2209
		y	1.0000	y	0.7454	y	0.7454

por caída de presión a la entrada de la turbina de gas.

Abcisas		Ordenadas <sub>HR</sub>		Ordenadas <sub>F1</sub>		Ordenadas <sub>POT</sub>		Ordenadas <sub>13</sub>
X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>
0	30	1	1.0161	1	0.9725	1	0.956	1
		Tanθ	0.00053704	Tanθ	-0.00091667	Tanθ	-0.00146667	Tanθ
		b	1.0000	b	1.0000	b	1.0000	b
Ecuaciones		y = 0.000537037x + 1.0		y = -0.000916667x + 1.0		y = -0.001466667x + 1.0		y = 0.0003x + 1.0
		x	0	x	0	x	0	x
		y	1.0000	y	1.0000	y	1.000	y

por caída de presión a la salida de la turbina de gas.

Abcisas		Ordenadas <sub>HR</sub>		Ordenadas <sub>F1</sub>		Ordenadas <sub>POT</sub>		Ordenadas <sub>13</sub>
X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>
0	30	1	1.0220	1	0.998	1	0.976	1
		Tanθ	0.00073333	Tanθ	-6.6667E-05	Tanθ	-0.0008	Tanθ
		b	1.0000	b	1.0000	b	1.0000	b
Ecuaciones		y = 0.000733333x + 1.0		y = -6.6667E-05x + 1.0		y = -0.0008x + 1.0		y = 0.000392333x + 1.0
		x	0	x	0	x	0	x
		y	1.0000	y	1.000	y	1.000	y

**ANALISIS DE SENSIBILIDAD SOBRE FLUJOS DE EFECTIVO vs. TASA DE INTERES**

1.0%	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%	11.0%	12.0%	13.0%	14.0%	15.0%	16.0%	17.0%	18.0%	19.0%	20.0%	21.0%
354435731	350908070	347553483	344211623	340953417	337717084	334500830	331463044	328422099	325438643	322504584	319625078	316805538	3140417821	311287033	308633524	305985887	303372958	300823603	298336740	29591312
40798836	40002879	39229894	38479100	37749855	37040757	36351842	35681980	35022975	34393894	33778910	33178408	32591378	32024465	31486940	30965931	30456534	299580114	294809870	289202080	284292334
45533088	44207841	42932695	41705122	40525831	39396959	38299586	37241816	36225995	35240668	34320204	33322255	32351558	31685421	30846529	30055931	29291542	28553135	27839340	27149140	26481599
50735905	48775330	46985550	45130230	43435389	41819399	40277805	38809626	37402008	36000399	34778351	33526204	32346787	31259462	30186578	29158753	28174581	27231582	26327790	25461027	24629717
55477660	52811284	50269928	47924864	45685785	43571074	41572745	39683384	37909151	36246634	34692918	33265483	319647206	30283309	28983344	27781182	26564895	25428931	24333899	23282677	22400229
33544489	31619000	29821248	28141822	26571335	25102327	23727201	22439182	21231084	20090891	19037580	18040187	17103245	16222585	15394377	14615081	13881423	13190374	12539130	11925091	11345848
36787203	34339643	32059229	29971813	28029884	26230425	24561786	23013384	21575502	20239380	18997022	17841043	16764758	15762040	14827281	13955341	13141513	12381474	11671258	11007220	10386011
42368342	39157151	36211183	33523222	31092807	28784954	26701805	24789212	23025044	21402219	19908046	18529695	17257779	16083244	14967875	13942125	13005498	12205523	11408718	10666953	9984573
50041699	45795508	41945887	38452480	35279362	32384525	29786422	27378580	25109152	23110807	21395282	19736139	18218743	16820899	15557845	14391382	13321455	12339181	11438727	10607015	9843648
51795193	46935503	42972975	38851807	35124504	31848083	29084755	26501208	24187861	22058818	20149924	18421414	16854812	15433154	14142454	12989502	11902875	10931585	10046935	9240390	8504514
93802823	84188232	75033277	67080345	61183216	55129693	49719705	44883714	40556327	36800104	33204529	30085127	27282682	24782828	22494371	20450890	18608254	16945251	15443069	14084985	12850153
97323201	86471085	76917880	68497197	61098254	54500711	48993113	43549984	38990149	34843037	31347082	28148587	25300842	22782222	20497400	18474893	16696428	15048347	13598074	12296796	11133928
100831128	88709525	78142727	68919017	60657148	53801729	47819340	42195280	37430705	33240002	29551107	26298937	23428844	20883414	18650933	16665511	14905834	13344825	11958905	10725489	9628589
104557815	91089182	78457291	68404583	60702240	53158509	46810312	40918747	35905320	31648804	27882596	24524295	21714843	19194950	16985788	15046782	13342980	11844229	10524402	9360887	8334119
108449189	93550101	80814347	69911198	60562996	52536224	45834172	39690880	34566019	30140024	26314626	23002577	20131224	17639004	15473188	13588071	11947001	10515180	9284936	8171996	7215498
112235771	95687307	82012053	70285129	60288990	51805925	44570258	38414323	33147388	28841141	24780248	21468780	18621651	16173188	14083987	12244824	10873319	9314535	8138079	7118252	6233147
115531115	97714586	82780777	70241787	59695983	50811569	43314878	36979282	31616359	27099001	23209815	19927843	17132817	14749588	12714493	10974262	9484243	8200693	7106908	6187101	5359596
118297088	99073070	83118772	69848744	58796480	49573908	41884083	35410423	29997271	25450152	21824451	18400988	15680024	13380471	11433994	9783985	8383285	7192545	6118932	5314914	4577434
121198887	100508012	83501981	69497711	57943839	48394110	40488880	33827557	28477410	23941035	20158924	17000493	14339847	12145399	10288332	8727747	7414341	6307334	5372936	4583110	3914551
124319681	102085452	83689075	69230984	57171727	47286785	39220512	32545592	27089828	22548289	18815151	15725588	13184320	11037489	9288522	7794845	6585232	5537871	4677854	3958784	3351656
127743307	103888145	84029089	69085333	56508100	46038724	38021273	31274265	25779897	21273532	17581523	14571809	12060344	10048104	8364333	6973779	5823484	4870391	4079433	3421999	2874704
130784948	105287888	84645940	69679655	56841264	45188174	36738250	29939114	24444357	19990550	16385382	13451325	11062055	9112883	7519848	6215630	5146034	4267342	3544283	2948317	2458311
133920217	106527930	85115294	69154981	56800248	43977331	35435383	28690699	23144847	18759964	15234747	12395078	10195214	8249987	6748596	5530082	4538301	3732309	3073857	2535664	2065078
136340637	107630205	85181813	67336437	53677850	42759545	34129319	27300346	21882772	17573749	14144474	11405275	9214158	7457991	6047898	4912998	3998321	3259844	2620219	2177652	1784388
138909745	108651238	85135042	68869023	52638983	41532908	32843120	26028257	20671716	16452118	13120927	10485482	8396108	6739242	5414931	4361032	3516783	2844388	2303377	1868563	1518485
141657751	109645698	85080145	68130377	51802921	40331425	31594982	24807236	19521227	15306292	12187423	9639681	7648152	6082328	4848758	3869798	3095734	2481212	1992393	1602818	1291744
144305904	110600287	84887950	68472772	50564977	39147384	30380778	23833035	18426616	14369994	11278217	8698746	6943746	5436299	3432379	2722342	2163449	1722834	1374255	1068986	8488986
148873875	111484820	84820480	64715680	49504287	37964597	28187523	22494579	17378051	13450987	10444788	8125281	6335000	4950023	3878176	3041721	2391877	1884720	1488086	1177248	933153
149382983	112257980	84584368	63922555	48431878	36791786	28021502	21395974	16377085	12567043	9686173	7452437	5758987	4460486	3462451	2693838	2100056	1640751	1284874	1007778	792219
151808799	112962185	84288805	63086725	47343372	35825501	26879725	20334125	15422960	11726208	8938174	6929635	5211002	4015990	3090316	2393408	1842308	1427177	1107973	861987	672012

Tasa de referencia

22.0%	23.0%	24.0%	25.0%	26.0%	27.0%	28.0%	29.0%	30.0%	31.0%	32.0%	33.0%	34.0%	35.0%	36.0%	37.0%	38.0%	39.0%	40.0%
293426302	291040722	-288693819	-286384070	-284111181	-281874085	-279671844	-277503944	-275359298	-273267203	-271197036	-269157061	-267149319	-265170435	-263220053	-261299334	-259405861	-257539632	-255700063
27962238	27509416	27067505	26636157	26215038	25803820	25402219	25009912	24626924	24252060	23886010	23528179	23178322	22836211	22501619	22174327	21854125	21540808	21234181
25835700	25210670	24805646	24019822	23452448	22902804	22370202	21853988	21353534	20868245	20397551	19940907	19497792	19067709	18650183	18244759	17851001	17468402	17096835
23610090	23096434	22331308	21525209	20646850	20204858	19698038	19052231	18485342	17927335	17390224	16873079	16375915	15895194	15432818	14987136	14557425	14143005	13743226
21573889	20711046	19889285	19106341	18360092	17648548	16968840	16322219	15704020	15113711	14549830	14011008	13495954	13003455	12532385	12081808	11650167	11237083	10841451
10790195	10282988	9795330	9344458	8928686	8496485	8098351	7720000	7377157	7045855	6731403	6433282	6150841	5882292	5627503	5385497	5155548	4936969	4729127
9804548	9259992	8749729	8271348	7822628	7401510	7006104	6634856	6285545	5957270	5648445	5357780	5084085	4826252	4583255	4354140	4138022	3934078	3741538
9348325	8757327	82098031	7697183	7221844	6779296	6369989	5982986	5624263	5286835	4977612	4685988	4413408	4158554	3920137	3696967	3488026	3292259	3108747
9140836	8493338	7866402	7345719	6837377	6367822	5933824	5532444	5161005	4817088	4464410	4203002	3928883	3674688	3438541	3216136	3015176	2825473	2649943
7832581	7218585	6657119	6143319	5672803	5241825	4846224	4483386	4150208	3844061	3562574	3303595	3065175	2845545	2643103	2456391	2284085	2124982	1977684
11743490	10734798	9820002	8989591	8235199	7549343	6925326	6357162	5839487	5367423	4938701	4543411	4184054	3855482	3548587	3279822	3024742	2790323	2584263
10088835	9145586	8298749	7536205	6849887	6229142	5699611	5164120	4707092	4293558	3919094	3579754	3272015	2992731	2739088	2508569	2298920	2108120	1934358
8851985	7780474	7003104	6308735	5687845	5132443	4634927	4188900	3788883	3429617	3106786	2816444	2555113	2319706	2107496	1916042	1743189	1587012	1445799
7427066	6624061	5914953	5265849	4727888	4232557	3782410	3400640	3052448	2741933	2465017	2217849	1997044	1799626	1622089	1484782	1322963	1195770	1081589
6377484	5642482	4997140	4429628	3930870	3491331	3103825	2761857	2459782	2192691	1950311	1746917	1561259	1396498	1250153	1120052	1004293	901208	809331
5464087	4795032	4212388	3704359	3260953	2873517	2534625	2237886	1977788	1748675	1549139	1372926	1217856	1081287	960839	854583	760690	677898	604261
4658345	4052989	3511780	3081003	2690086	2352334	2058699	1803588	1581704	1388514	1220128	1073209	944889	832699	734515	648504	573083	506886	448721
3947133	3407742	2945583	2549051	2208457	1915542	1663333	1455919	1258283	1098184	959934	834505	720243	637897	558545	489540	426472	377131	331478
3347859	2888862	2458057	2110152	1813692	1580750	1344866	1156644	1001568	865883	749375	649298	563135	488948	424976	369754	322034	280752	245003
2842980	2414710	2053984	1748968	1491270	1273189	1088348	931478	798176	684785	588151	505748	435383	375225	323735	279912	241781	209253	181304
2418408	2037411	1718821	1452030	1228300	1040418	882423	749380	637200	542486	462417	394840	337198	288454	247041	211814	181813	156234	134399
2049488	1712573	1433126	1200995	1007882	848993	712758	600804	508766	429147	362188	306779	260159	220912	187804	159849	136214	116208	99253
1733755	1436985	1192793	991593	825546	688301	574891	480508	402315	337306	283181	238054	200380	168883	142518	120418	101870	86283	73168
1464544	1223970	991329	817519	675220	558533	462696	383871	318922	265355	221087	184459	154107	128622	107995	90583	76075	63971	53880
1238070	1007885	823184	673424	551792	452841	372211	308405	252913	208572	172461	142806	118418	98332	81765	68081	56793	47388	39613
1042895	843457	683333	554544	450777	367028	296321	244401	200018	163880	134485	110523	90964	74975	61885	51152	42330	35092	29125
879519	705542	569990	458447	368092	297345	240596	195002	158303	128717	104825	85500	69844	57141	46818	38415	31588	25975	21404
741085	589858	470041	375373	300309	240679	193225	155393	125178	101008	81834	66094	53581	43511	35388	28825	23514	19210	15717
624002	492462	389387	308483	244836	194678	155071	123743	98915	79205	63530	51041	41075	33109	26730	21813	17504	14187	11532
524981	410946	322320	253302	199444	157335	124348	98457	78098	62058	49399	39390	31483	25172	20173	16193	13019	10483	8455

CAPITULO IV. EVALUACIÓN TECNICA

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON**  
**INGENIERIA EN COMPUTACION**

PROYECTO DE CICLO COMBINADO  
ANALISIS ECONOMICO

TABLA DE FLUJOS ANUALES

PLANTA: EL CARMEN		S-607EA	
FACTOR DE PLANTA	0.80		
CAPACIDAD	448		
GENERACION ANUAL	3147333		
GENERACION NETA ANUAL	3185431		
COSTO DE OP. Y MANTO. DE LA			
CENTRAL (DOLARES/AÑO 1994)	6740807		

AÑO	AÑO DE VIDA UTL.	INGRESOS POR VENTA DE E.E. CORRIENTE USD	SALDO DEUDA CORRIENTE USD	COSTO POR CAPITAL CORRIENTE USD	COSTO DE COMBUSTIBLE CORRIENTE USD	OPERACION Y MANTO. CORRIENTE USD	DEPRECIACION EQUIPO CORRIENTE USD	BASE GRAVABLE CORRIENTE USD	IMPUESTOS L.A. (1.8%) CORRIENTE USD	IMPUESTOS L.R. (34%) CORRIENTE USD	FLUJO DE EFECTIVO CORRIENTE USD
1998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1999	1	152120904	-384749857	-64243689	-55330216	-6740807	78949931	-53143739	-7105494	-18068871	-357980089
2000	2	165784497	0	-64243689	-61588728	-6808216	78949931	-45798125	-7105494	-15570683	41818995
2001	3	180681873	0	-64243689	-68585778	-6876298	78949931	-37773823	-7105494	-12843100	46913715
2002	4	196857285	0	-64243689	-75579694	-6945060	78949931	-28881290	-7105494	-9812839	52795988
2003	5	211709801	0	-64243689	-82101537	-7014511	78949931	-20509867	-7105494	-6973355	58307925
2004	6	224477792	0	-64243689	-88431835	-7084658	0	64717612	-7105494	22003888	35608130
2005	7	235174862	0	-64243689	-93250890	-7155503	0	70524780	-7105494	23278425	39440861
2006	8	247548488	0	-64243689	-95796443	-7227058	0	80279299	-7105494	27294982	45878843
2007	9	264214696	0	-64243689	-98931735	-7299328	0	93689944	-7105494	31854581	54779869
2008	10	277918269	0	-64243689	-108848304	-7372322	0	97453954	-7105494	33134344	57214116
2009	11	291343648	0	0	-114587131	-7445045	0	169330472	-7105494	37572360	104652617
2010	12	304433848	0	0	-119988503	-7520505	0	176926838	-7105494	60155125	109668219
2011	13	317489513	0	0	-125258343	-7595710	0	184637459	-7105494	82776736	114755229
2012	14	330933076	0	0	-130395081	-7671867	0	192868328	-7105494	85574551	120188282
2013	15	344864639	0	0	-135583508	-7748384	0	201532746	-7105494	68521134	125906119
2014	16	358934067	0	0	-140940376	-7825868	0	210167822	-7105494	71457060	131605269
2015	17	372492884	0	0	-146513751	-7904127	0	21875007	-7105494	74145502	136824011
2016	18	385544795	0	0	-152400657	-7983168	0	225180960	-7105494	76554726	141500740
2017	19	398078420	0	0	-158399228	-8063000	0	232616194	-7105494	79089506	146421194
2018	20	412707738	0	0	-163964403	-8143630	0	240604705	-7105494	81805600	151893612
2019	21	426388273	0	0	-168987835	-8225066	0	249265372	-7105494	84760427	157429452
2020	22	440042794	0	0	-174355630	-8307317	0	257378847	-7105494	87509148	162785206
2021	23	453592352	0	0	-179917282	-8390390	0	265284681	-7105494	90196791	167982395
2022	24	467058820	0	0	-185521104	-8474294	0	273083527	-7105494	92841598	173118431
2023	25	480545888	0	0	-191193326	-8559037	0	280847525	-7105494	95488159	178253873
2024	26	494143199	0	0	-196727980	-8644827	0	289770592	-7105494	98182001	183403097
2025	27	507792414	0	0	-202281906	-8731073	0	296799435	-7105494	100911808	188782133
2026	28	521358504	0	0	-207739183	-8818384	0	304900293	-7105494	103632319	194063124
2027	29	534901840	0	0	-213180730	-8906569	0	312814642	-7105494	106356978	199352170
2028	30	548437659	0	0	-218642906	-8995833	0	320789120	-7105494	109068301	204615325

CAPITULO IV. EVALUACIÓN TECNICA

AÑO	CONSEC.	PARIDAD \$/USD	COMPRA DE ENERGIA EN BLOQUE LFC A CFE		VENTA DE ENERGIA AL PUBLICO (PROMEDIO)		COMPRA DE GAS NATURAL INDUSTRIAL		DIFERENCIAL USD/kWh
			\$/kWh	USD/kWh	\$/kWh	USD/kWh	\$/m³	USD/m³	
1975		*****	0.00016473	*****	*****	*****	*****	*****	*****
1976		*****	0.00019917	*****	*****	*****	*****	*****	*****
1977		*****	0.00023692	*****	*****	*****	*****	*****	*****
1978		*****	0.00024891	*****	*****	*****	*****	*****	*****
1979		*****	0.00024891	*****	*****	*****	*****	*****	*****
1980		*****	0.00038283	*****	*****	*****	*****	*****	*****
1981		*****	0.00052110	*****	*****	*****	*****	*****	*****
1982		*****	0.0005670	*****	*****	*****	*****	*****	*****
1983		*****	0.00220261	*****	*****	*****	*****	*****	*****
1984		*****	0.00345120	*****	*****	*****	*****	*****	*****
1985		*****	0.00556960	*****	*****	*****	*****	*****	*****
1986		*****	0.01075160	*****	*****	*****	0.058	*****	*****
1987		*****	0.02485780	*****	*****	*****	0.183	*****	*****
1988		*****	0.05799380	*****	0.09100403	*****	0.183	*****	*****
1989		*****	0.07048380	*****	0.11574833	*****	0.243	*****	*****
1990		*****	0.08748820	*****	0.14741400	*****	0.243	*****	*****
1991		*****	0.09995940	*****	0.19337416	*****	0.237	*****	*****
1992		*****	0.11245060	*****	0.22664239	*****	0.290	*****	*****
1993		*****	0.13858000	*****	0.23945775	*****	0.269	*****	*****
1994		*****	0.17214000	*****	0.25478683	*****	0.282	*****	*****
1995		*****	0.19305000	*****	0.29319373	*****	0.533	*****	*****
1996		*****	0.25580000	*****	0.38126916	*****	1.152	*****	*****
1997		*****	0.37033867	0.0356	0.47508260	0.0457	0.725	0.0697	0.0101
1998		10.40	0.40014000	0.0385	0.45577254	0.0438	0.803	0.0772	0.0053
1999	1		0.40357397	0.0388	0.49979208	0.0481	0.903	0.0888	0.0093
2000	2		0.45717283	0.0440	0.54471656	0.0524	1.005	0.0966	0.0084
2001	3		0.51206802	0.0492	0.59428602	0.0571	1.119	0.1076	0.0079
2002	4		0.56541004	0.0544	0.64677312	0.0622	1.233	0.1186	0.0078
2003	5		0.61714218	0.0593	0.69586664	0.0669	1.340	0.1288	0.0078
2004	6		0.66855160	0.0641	0.73752009	0.0709	1.443	0.1388	0.0069
2005	7		0.70722848	0.0680	0.77266523	0.0743	1.522	0.1463	0.0083
2006	8		0.74589416	0.0717	0.81331211	0.0782	1.583	0.1503	0.0065
2007	9		0.79863706	0.0768	0.86807538	0.0835	1.615	0.1553	0.0067
2008	10		0.85293693	0.0820	0.91309179	0.0878	1.778	0.1708	0.0058
2009	11		0.89921125	0.0865	0.95720735	0.0920	1.870	0.1798	0.0056
2010	12		0.94498248	0.0909	1.00021509	0.0962	1.958	0.1883	0.0053
2011	13		0.99103342	0.0953	1.04310939	0.1003	2.044	0.1966	0.0050
2012	14		1.03777422	0.0998	1.08727811	0.1045	2.128	0.2048	0.0048
2013	15		1.08582713	0.1044	1.13306016	0.1089	2.213	0.2128	0.0046
2014	16		1.13479268	0.1091	1.17927516	0.1134	2.300	0.2212	0.0043
2015	17		1.18331500	0.1138	1.22382255	0.1177	2.391	0.2299	0.0039
2016	18		1.22952633	0.1182	1.26870450	0.1218	2.487	0.2392	0.0038
2017	19		1.27598482	0.1227	1.31116912	0.1261	2.585	0.2486	0.0034
2018	20		1.32377524	0.1273	1.35593172	0.1304	2.676	0.2573	0.0031
2019	21		1.37169152	0.1319	1.40089544	0.1347	2.758	0.2650	0.0028
2020	22		1.41950925	0.1365	1.44576726	0.1390	2.846	0.2736	0.0025
2021	23		1.46709134	0.1411	1.49027424	0.1433	2.936	0.2823	0.0022
2022	24		1.51439661	0.1456	1.53451854	0.1475	3.028	0.2911	0.0019
2023	25		1.56157175	0.1502	1.57882987	0.1518	3.119	0.2999	0.0017
2024	26		1.60900582	0.1547	1.62350374	0.1561	3.211	0.3087	0.0014
2025	27		1.65678257	0.1593	1.66834813	0.1604	3.301	0.3174	0.0011
2026	28		1.70443982	0.1639	1.71291941	0.1647	3.390	0.3260	0.0008
2027	29		1.75188849	0.1684	1.75741827	0.1690	3.479	0.3346	0.0005
2028	30		1.79927495	0.1730	1.80188777	0.1733	3.568	0.3431	0.0003



CAPITULO IV. EVALUACIÓN TECNICA

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON**  
**INGENIERIA EN COMPUTACION**

**PROYECTO DE CICLO COMBINADO**  
**ANALISIS ECONOMICO**

**TABLA DE DATOS PARA ANALISIS DE SENSIBILIDAD CUG vs. COSTOS CFE**

FACTOR DE PLANTA	PLANTA: EL CARMEN			S-507EA		
	GENERACION EN 30 AÑOS kWh	INVERSION POR CAPITAL USD	GASTO DE GAS NAT. USD	GASTO POR O. y M. USD	COSTO UNIT. DE GEN. USD/kWh	COSTO UNIT. E.E. CFE USD/kWh
0.05	5,901,249.065	394,749.657	60,853.359	58,803.885	0.08717	0.02440
0.10	11,802,498.130	394,749.657	121,706.718	59,537.201	0.04880	0.02440
0.15	17,703,747.195	394,749.657	182,560.076	60,270.518	0.03601	0.02440
0.20	23,604,996.260	394,749.657	243,413.435	61,003.834	0.02962	0.02440
0.25	29,506,245.325	394,749.657	304,266.794	61,737.150	0.02578	0.02440
0.30	35,407,494.390	394,749.657	365,120.153	62,470.466	0.02323	0.02440
0.35	41,308,743.455	394,749.657	425,973.511	63,203.782	0.02140	0.02440
0.40	47,209,992.521	394,749.657	486,826.870	63,937.099	0.02003	0.02440
0.45	53,111,241.586	394,749.657	547,680.229	64,670.415	0.01896	0.02440
0.50	59,012,490.651	394,749.657	608,533.588	65,403.731	0.01811	0.02440
0.55	64,913,739.716	394,749.657	669,386.946	66,137.047	0.01741	0.02440
0.60	70,814,988.781	394,749.657	730,240.305	66,870.363	0.01683	0.02440
0.65	76,716,237.846	394,749.657	791,093.664	67,603.680	0.01634	0.02440
0.70	82,617,486.911	394,749.657	851,947.023	68,336.996	0.01592	0.02440
0.75	88,518,735.976	394,749.657	912,800.382	69,070.312	0.01555	0.02440
0.80	94,419,985.041	394,749.657	973,653.740	69,803.628	0.01523	0.02440
0.85	100,321,234.106	394,749.657	1,034,507.099	70,536.944	0.01495	0.02440
0.90	106,222,483.171	394,749.657	1,095,360.458	71,270.261	0.01470	0.02440
0.95	112,123,732.236	394,749.657	1,156,213.817	72,003.577	0.01447	0.02440
1.00	118,024,981.301	394,749.657	1,217,067.175	72,736.893	0.01427	0.02440

CAPITULO IV. EVALUACIÓN TECNICA

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON**  
**INGENIERIA EN COMPUTACION**

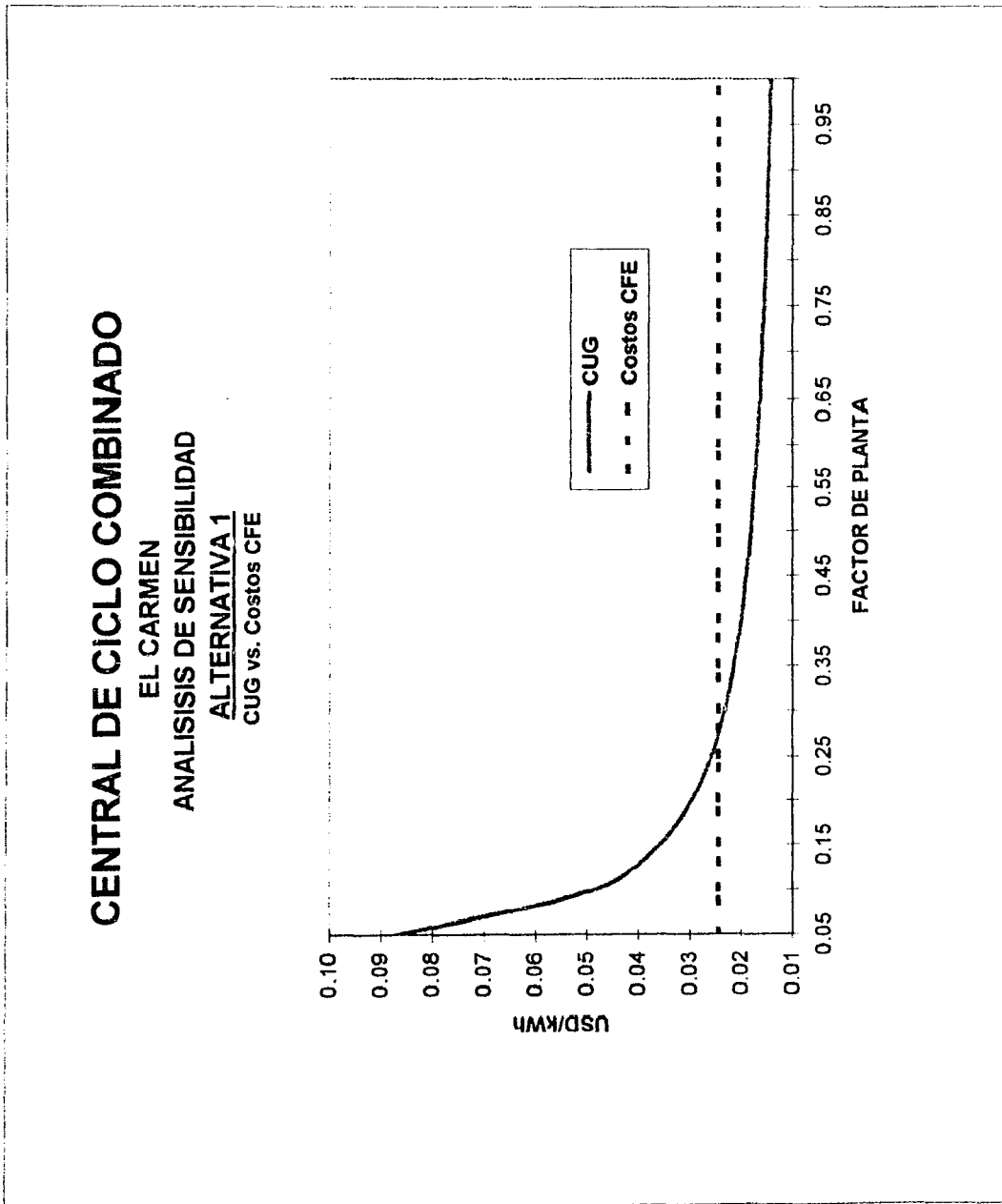
PROYECTO DE CICLO COMBINADO  
ANALISIS ECONOMICO

**TABLA DE FLUJOS ANUALES**

<b>PLANTA: EL CARMEN</b>		<b>S-507EA</b>					
FACTOR DE PLANTA		0.80					
CAPACIDAD		449					
GENERACION ANUAL		3147333					
GENERACION NETA ANUAL		3103270					
COSTO DE OP. Y MANTO. DE LA CENTRAL (DOLARES/AÑO 1994)		6740807					
		* ACTUALIZADO					

AÑO	AÑO DE VIDA UTIL	COSTO DE COMBUSTIBLE V. PRESENTE USD	OPERACION Y MANTO. V. PRESENTE USD	INGRESOS POR VENTA DE E.E. V. PRESENTE USD	BONIFICACION POR TRANS. V. PRESENTE USD	UTILIDAD NOMINAL V. PRESENTE USD	UTILIDAD POR RED. COSTOS V. PRESENTE USD
1998	0	0	0	0	0	0	
1999	1	50300196	6128007	135576035	3394619	24139098	26100593
2000	2	50899823	5626624	134329518	3363408	28072522	21588672
2001	3	51529510	5166264	133230516	3335891	31603398	18432112
2002	4	51622085	4743570	131815799	3300469	34871310	16582227
2003	5	50978585	4355460	128928473	3228174	36932317	14585880
2004	6	49917466	3999104	124223565	3110371	37153479	11953516
2005	7	47852451	3671904	118312006	2962354	36782834	10020113
2006	8	44689747	3371476	113214488	2834720	38017829	9412539
2007	9	41977918	3095628	109852393	2750538	40283790	8787216
2008	10	41964962	2842349	105044625	2630159	38098750	6920383
2009	11	40155081	2609793	100108910	2506576	59850612	6065484
2010	12	38231198	2396265	95097134	2381089	56850561	5251336
2011	13	36282301	2200207	90159438	2257456	53934386	4501100
2012	14	34337100	2020190	85433717	2139131	51215558	3889807
2013	15	32457614	1854902	80936628	2229184	48853296	3387547
2014	16	30672732	1703137	76580542	2109207	46313880	2886633
2015	17	28986964	1563789	72248536	1989894	43687676	2391369
2016	18	27410600	1435843	67931889	1872380	41007827	1995290
2017	19	25899539	1318365	63971118	1761914	38515129	1716630
2018	20	24370777	1210499	60140961	1656423	36216108	1426268
2019	21	22819207	1111458	56486619	1555774	34111728	1177554
2020	22	21418887	1020520	52995935	1459632	32016159	962152
2021	23	20092831	937023	49661597	1367797	29999540	772542
2022	24	18835141	860358	46487259	1280368	28072129	609581
2023	25	17641395	789965	43481494	1197582	26247716	475294
2024	26	16506550	725331	40647115	1119517	24534750	362984
2025	27	15428070	665986	37972608	1045854	22924407	263239
2026	28	14405331	611496	35442798	976178	21402148	175459
2027	29	13438787	561465	33057729	910487	19967965	104358
2028	30	12530682	515527	30812961	848661	18615413	44680
		SUMA			63,575,806	1,080,292,315	102,844,557



<sup>8</sup> CUG. Costo Unitario de Generación

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON  
INGENIERIA EN COMPUTACION**

PROYECTO DE CICLO COMBINADO  
ANALISIS ECONOMICO

**TABLA DE PAGOS A CAPITAL**

PLANTA: EL CARMEN		S-507EA			
PERIODO	DEUDA PERIODO	INTERESES PERIODO	PAGO EN PERIODO		SALDO
			CORRIENTE	V. PRESENTE	
0	394,749,657				394,749,657
1	394,749,657	39,474,966	64,243,689	58,403,354	369,980,934
2	369,980,934	36,998,093	64,243,689	53,093,958	342,735,339
3	342,735,339	34,273,534	64,243,689	48,267,234	312,765,184
4	312,765,184	31,276,518	64,243,689	43,879,304	279,798,013
5	279,798,013	27,979,801	64,243,689	39,890,276	243,534,126
6	243,534,126	24,353,413	64,243,689	36,263,888	203,643,850
7	203,643,850	20,364,385	64,243,689	32,967,170	159,764,546
8	159,764,546	15,976,455	64,243,689	29,970,155	111,497,311
9	111,497,311	11,149,731	64,243,689	27,245,595	58,403,354
10	58,403,354	5,840,335	64,243,689	24,768,723	0
			SUMA	394,749,657	

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON  
INGENIERIA EN COMPUTACION**

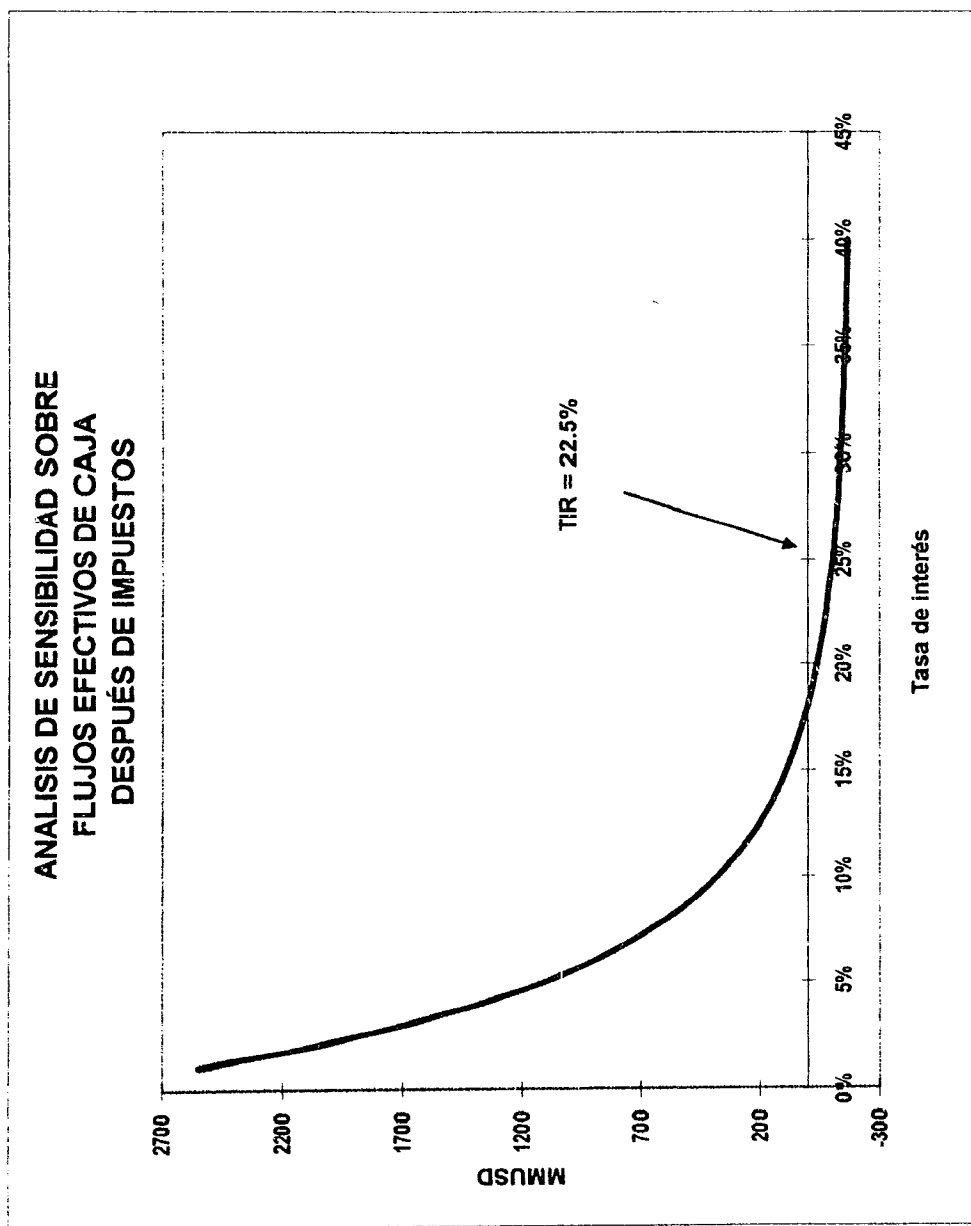
**PROYECTO DE CICLO COMBINADO**

**ANALISIS ECONOMICO**

S-627EA

PLANTA:	EL CARMEN						
CAPACIDAD:	449	MW					
ALTITUD:	2,209	msnm					
CONSIDERACIONES :		PROGRAMA DE INSTALACION					
	AÑO	5	4	3	2	1	SUMA
	% FLUJO	0%	0%	20%	40%	40%	100%
FACTOR DE VALOR PRESENTE	1.19						
FACTOR DE PLANTA	80%						
CONSUMO DE AUXILIARES	6.287	MW					
GANANCIAS POR TRANSMISIÓN *	-8 870	MW					
PARIDAD	10.40	\$/USD	CANTIDAD	SUBTOTAL			
COSTO DE TERRENO	70	\$/m2	146569	986,522	USD		
COSTO DE LINEA DE TRANSMISION (Dir. + Ind.)	159714	USD/km	107.7	17,201,198	USD		
COSTO DE GASODUCTO (Dir. + Ind.)	352626	USD/km	1.5	528,939	USD		
COSTO DE SUBESTACION (Dir. + Ind.)	47,000,000	USD/Lote	1	47,000,000	USD		
COSTO DE LA COMPENSACION (Dir. + Ind.)	2,700,000	USD/Lote	1	2,700,000	USD		
INDIRECTOS		USD	5.3%	13,250,000	USD		
COSTOS DIRECTOS (Incluye instalación)	250,000,000	USD	1	250,000,000	USD		
COSTO DE PRODUCCIÓN	0.0152	USD/kwh	C. UNITARIO	303.18	USD/kwh <sub>Costo Fijo</sub>		
VALOR PRESENTE UTILIDAD RED. EN COSTOS GENERACIÓN		182,844,557	USD	878.97	USD/kwh <sub>Costo Fijo</sub>		
VALOR PRESENTE NETO DE LAS UTILIDADES		1,080,292,315	USD				
VALOR PRESENTE DE INGRESOS TOTALES		2,454,232,409	USD				
VALOR PRESENTE DE INVERSION		394,749,657	USD				
VALOR PRESENTE DE COMBUSTIBLE		973,653,740	USD				
VALOR PRESENTE DE OP. Y MANTO		69,112,503	USD				
VALOR PRESENTE BONIFICACIÓN POR TRANSMISIÓN		63,576,808	USD				
TASA DE INTERES DE LA DEUDA		10	%				
TASA MINIMA ATRACTIVA DE RETORNO		7	%				
INCREMENTO DE PAGOS ANUALES		0	%				
RELACION BENEFICIO COSTO		1.71	Adim.				
ROTACION DE CAPITAL		8.70	Adim.				
AMORTIZACION DE LA DEUDA		10	AÑOS				
VIDA UTIL DE LA CENTRAL		30	AÑOS				
TASA INTERNA DE RETORNO DE LA INVERSION		24.590	%				

\*Nota: El valor negativo denota ganancias



**ANALISIS DE FACTIBILIDAD  
TECNICA DEL MODELO:**

**C.C. S-207 EA-2**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN  
INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN**

**ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA**

S-207EA-2

CAPACIDAD NOMINAL:  MW

I. S. O.

Altitud	m.s.n.m.
Presión atmosférica	Bar
Capacidad unitaria (T.G. + T. V.)	kW
Configuración básica	T.G./T.V.
Capacidad Turbinas de Gas	kW
Capacidad Turbinas de Vapor	kW
HEAT RATE	kJ/kWh
Eficiencia	%
Consumo horario de Gas	m <sup>3</sup> /h

C. Sencillo.	C. Comb.
0	0
1.0126	1.0126
	262,200
	2
84,042	166,200
	96,000
	7,115
	50.60%
	52,785

C. Sencillo.	C. Comb.
2,209	2,209
0.7847	0.7847
	203,173
	2
65,122	128,785
	74,388
	7,115
	50.60%
	40,902

*FCP: kJ/kWh.	<input type="text" value="35342.5"/>	kJ/m <sup>3</sup>	LHV
---------------	--------------------------------------	-------------------	-----

CONFIGURACION

kW      4      TURBINAS DE GAS

kW      PG7111(EA)

kW

m<sup>3</sup>/h

kW



CAPITULO IV. EVALUACIÓN TECNICA

	FACTOR : AÑO CALENDARIO	1 GAS \$/1000 FT3 DOLARES	PRECIO DE VENTA E.E. DOLARES	PRECIO DE COMPRA E.E. DOLARES	ESCENARIO ENERGIA ELECTRICA 1996	ESCENARIO MEDIO-GAS \$/1000 FT3 DOLARES 1993	ESCENARIO ALTO-GAS \$/1000 FT3 DOLARES 1993	PRECIO DE VENTA E.E. DOLARES anterior	GAS \$/1000 FT3 DOLARES anterior
1	1.996	1.74	0.0583	0.0344					
2	1.997	1.78	0.0597	0.0351	3 37833				
3	1.998	1.88	0.0635	0.0358	3.44458				
4	1.999	1.99	0.0674	0.0364	3 51084				
5	2.000	2.11	0.0716	0.0371	3 5771				
6	2.001	2.22	0.0758	0.0378	3 64335				
7	2.002	2.36	0.0803	0.0384	3 70961				
8	2.003	2.48	0.0845	0.0391	3 77587				
9	2.004	2.61	0.0890	0.0397	3 84212				
10	2.005	2.75	0.0937	0.0404	3 90838				
11	2.006	2.90	0.0985	0.0411	3.97463				
12	2.007	3.05	0.1036	0.0417	4 04089				
13	2.008	3.11	0.1055	0.0424	4.10715				
14	2.009	3.18	0.1076	0.0431	4.1734				
16	2.010	3.25	0.1097	0.0437	4.23966				
16	2.011	3.31	0.1118	0.0444	4 30592				
17	2.012	3.38	0.1128	0.0450	4.37217				
18	2.013	3.41	0.1151	0.0457	4 43843				
19	2.014	3.44	0.1160	0.0464	4 50469				
20	2.015	3.48	0.1172	0.0470	4 57094				
21	2.016	3.52	0.1183	0.0477	4 6372				
22	2.017	3.55	0.1195	0.0484	4 70345				
23	2.018	3.59	0.1206	0.0490	4 76971				
24	2.019	3.62	0.1215	0.0497	4 83597				
25	2.020	3.66	0.1227	0.0503	4 90222				
26	2.021	3.69	0.1238	0.0510	4 96848				
27	2.022	3.73	0.1249	0.0517	5 03474				
28	2.023	3.77	0.1261	0.0523	5 10099				
29	2.024	3.80	0.1272	0.0530	5 16725				
30	2.025	3.83	0.1283	0.0537	5 23351				
31	2.026	3.87	0.1295	0.0543	5 29976				
32	2.027	3.91	0.1306	0.0550	5 36602				
33	2.028	3.94	0.1318	0.0556	5 43227				
34	2.029	3.98	0.1329	0.0563	5 49853				
35	2.030	4.02	0.1341	0.0570	5 56479				
36	2.031	4.06	0.1353	0.0576	5 63104				
37	2.032	4.91	0.1365	0.0583	5 6973				
38	2.033	4.96	0.1377	0.0590	5 76356				
39	2.034	5.02	0.1389	0.0596	5 82981				
40	2.035	5.07	0.1401	0.0603	5 89607				
41	2.036	5.13	0.1414	0.0609	5 96233				
42	2.037	5.18	0.1426	0.0616	6 02858				
43	2.038	5.24	0.1439	0.0623	6 09484				
44	2.039	5.30	0.1451	0.0629	6 1611				
45	2.040	5.35	0.1464	0.0636	6 22735				
46	2.041	5.41	0.1477	0.0643	6 29361				
47	2.042	5.47	0.1490	0.0649	6 35986				
48	2.043	5.53	0.1503	0.0656	6 42612				
49	2.044	5.59	0.1517	0.0662	6 49238				
50	2.045	5.66	0.1530	0.0669	6 55863				
51	2.046	5.72	0.1544	0.0676	6 62489				
52	2.047	5.78	0.1557	0.0682	6 69115				
	2.048	5.84		0.0689	6 7574				
				0.0696	6 82366				
				0.0702	6 88992				
				0.0000	6 95617				
					7 02243				

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON**  
**INGENIERIA EN COMPUTACION**

**ANALISIS DE LOS COSTOS DE GENERACION**

**DATOS:**

PLANTA:	EL CARMEN	S-207EA-2	
		msnm: 2.209	
CAPACIDAD KW:	406.346	COSTO DLS:	208.065.000
VIDA UTIL. AÑOS:	30	COSTO INDIRECTOS %:	5
CONSUMO AUX. %:	3	COSTO INST. AUXS:	14.828.706
		COSTO CENTRAL:	233.296.956
TASA DE INTERES %:	9	AÑOS DE INST.:	3
COSTO DIRECTO DLS./kw:	512	PARIDAD \$/DLS.:	7.6
HEAT RATE kJ/kWh:	7.115	INICIO DE INST.:	2.000
		P. C. I. kJ/m3:	35.343

**PROGRAMA DE INSTALACION**

AÑO	5	4	3	2	1	SUMA
% FLUJO	0	0	20	40	40	100
IVP=	1.1702					
IIC=	0.097336					
COSTO AL INICIO DE OPERACION DLS.	273.014.783					
						REALIZACION DE OPERACIONES: 2.032

**COSTOS NIVELADOS DLS./kWh**

F. de P.	GNA (kWh)	INVERSION	COMB.	M. O.	C. TOTAL
0.05	172.640.301	0.153929	0.021607	0.057164	0.232699
0.10	345.280.602	0.076964	0.021607	0.028602	0.127173
0.15	517.920.903	0.051310	0.021607	0.019082	0.091998
0.20	690.561.204	0.038482	0.021607	0.014321	0.074410
0.25	863.201.505	0.030786	0.021607	0.011465	0.063857
0.30	1.035.841.806	0.025655	0.021607	0.009561	0.056822
0.35	1.208.482.107	0.021990	0.021607	0.008201	0.051797
0.40	1.381.122.408	0.019241	0.021607	0.007181	0.048028
0.45	1.553.762.709	0.017103	0.021607	0.006388	0.045097
0.50	1.726.403.010	0.015393	0.021607	0.005753	0.042752
0.55	1.899.043.311	0.013994	0.021607	0.005234	0.040834
0.60	2.071.683.612	0.012827	0.021607	0.004801	0.039235
0.65	2.244.323.913	0.011841	0.021607	0.004435	0.037882
0.70	2.416.964.214	0.010995	0.021607	0.004121	0.036722
0.75	2.589.604.515	0.010262	0.021607	0.003849	0.035717
0.80	2.762.244.816	0.009621	0.021607	0.003611	0.034838
0.85	2.934.885.116	0.009055	0.021607	0.003401	0.034062
0.90	3.107.525.417	0.008552	0.021607	0.003214	0.033372
0.95	3.280.165.718	0.008102	0.021607	0.003047	0.032755
1.00	3.452.806.019	0.007696	0.021607	0.002897	0.032200

CAPITULO IV. EVALUACIÓN TECNICA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON  
 INGENIERIA EN COMPUTACION

ANALISIS ECONOMICO-FINANCIERO

PLANTA:	EL CARMEN	S-207EA-2
CAPACIDAD:	406	MW
ALTITUD:	2,209	msnm

CONSIDERACIONES:	FACTOR DE PLANTA:		85%	
	UNIDAD	COSTO UNIT.	CANTIDAD	
PARIDAD	\$/USD	7.6		
COSTO DE TERRENO	\$/m2	70	146,569	1,349,978 USD
COSTO DE LINEA DE TRANSMISION	\$/km	945,346	108	13,396,548 USD
COSTO DE GASODUCTO	\$/100m	41,638	15	82,180 USD
COSTO DE INDIRECTOS	USD		5%	10,403,250 USD
COSTO DEL CICLO COMBINADO	USD/kW	512.04	406,346	208,065,000 USD
VALOR PRESENTE NETO DE LAS UTILIDADES				274,087,044 USD
VALOR PRESENTE DE INGRESOS TOTALES				1,311,618,000 USD
VALOR PRESENTE DE INVERSION				273,014,783 USD
VALOR PRESENTE DE COMBUSTIBLE				652,432,482 USD
VALOR PRESENTE DE OP. Y MANTO				112,083,692 USD
COSTO DE LA CENTRAL				233,296,956 USD
TASA DE INTERES DE LA DEUDA				9.00 %
TASA REQUERIDA DE RETORNO				7.00 %
INCREMENTO DE PAGOS ANUALES				0.00 %
ROTACION DE CAPITAL				6.53770
AMORTIZACION DE LA DEUDA				10 AÑOS
VIDA UTIL DE LA CENTRAL				30 AÑOS
TASA INTERNA DE RETORNO DE LA INVERSION				16.72 %

CAPITULO IV. EVALUACIÓN TECNICA

<b>TABLA DE PAGOS</b>					
<b>PERIODO</b>	<b>DEUDA</b>	<b>INTERESES</b>	<b>PAGO</b>	<b>SALDO</b>	<b>VALOR</b>
	<b>INICIAL</b>	<b>PERIODO</b>			<b>PRESENTE</b>
<b>0</b>	<b>273,014,783</b>			<b>273,014,783</b>	
<b>1</b>	<b>273,014,783</b>	<b>24,571,330</b>	<b>42,541,188</b>	<b>255,044,925</b>	<b>39,028,613</b>
<b>2</b>	<b>255,044,925</b>	<b>22,954,043</b>	<b>42,541,188</b>	<b>235,457,780</b>	<b>35,806,067</b>
<b>3</b>	<b>235,457,780</b>	<b>21,191,200</b>	<b>42,541,188</b>	<b>214,107,793</b>	<b>32,849,603</b>
<b>4</b>	<b>214,107,793</b>	<b>19,269,701</b>	<b>42,541,188</b>	<b>190,836,306</b>	<b>30,137,250</b>
<b>5</b>	<b>190,836,306</b>	<b>17,175,268</b>	<b>42,541,188</b>	<b>165,470,386</b>	<b>27,648,853</b>
<b>6</b>	<b>165,470,386</b>	<b>14,892,335</b>	<b>42,541,188</b>	<b>137,821,532</b>	<b>25,365,920</b>
<b>7</b>	<b>137,821,532</b>	<b>12,403,938</b>	<b>42,541,188</b>	<b>107,684,282</b>	<b>23,271,487</b>
<b>8</b>	<b>107,684,282</b>	<b>9,691,585</b>	<b>42,541,188</b>	<b>74,834,680</b>	<b>21,349,988</b>
<b>9</b>	<b>74,834,680</b>	<b>6,735,121</b>	<b>42,541,188</b>	<b>39,028,613</b>	<b>19,587,145</b>
<b>10</b>	<b>39,028,613</b>	<b>3,512,575</b>	<b>42,541,188</b>	<b>0</b>	<b>17,969,858</b>

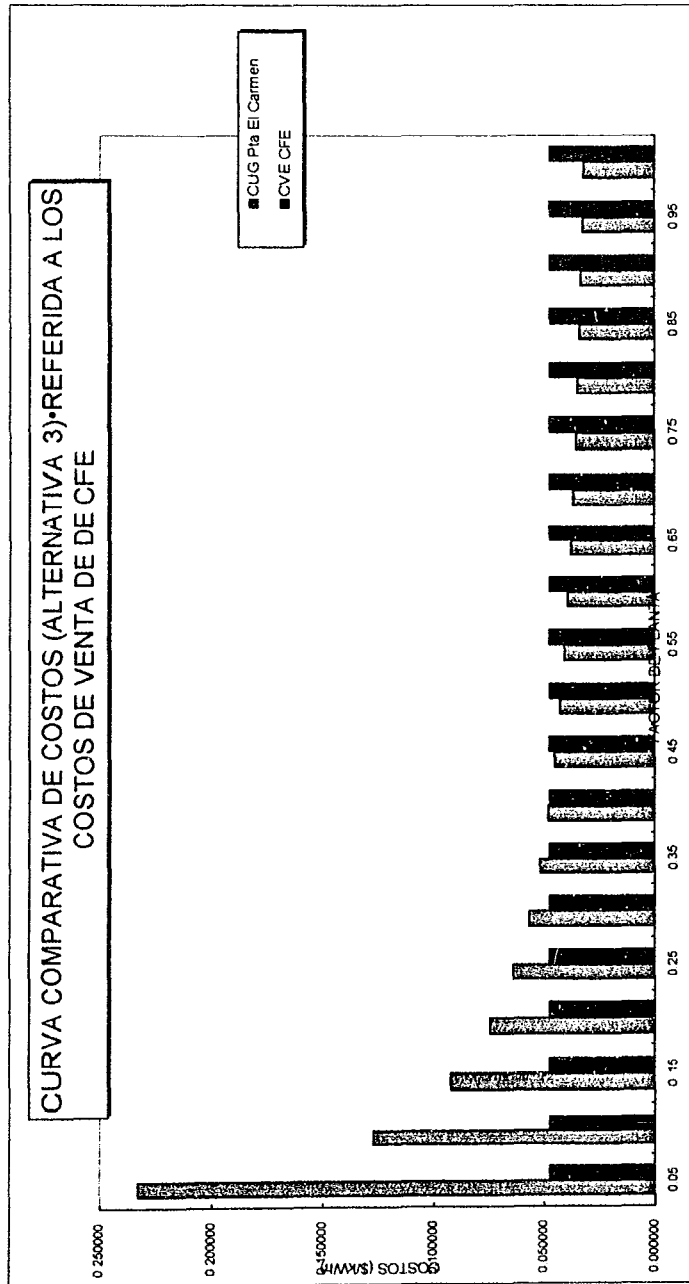
<b>SUMA</b>	<b>273,014,783</b>
-------------	--------------------

<b>CAUE</b>	<b>22,001,279</b>
-------------	-------------------

<sup>9</sup> CAUE. Costo Anual Unitario Equivalente

NOMBRE DE LA PLANTA	EL CARRER	EFICIENCIA DE CONVERSION	7.11	kWh/Wh
CAPACIDAD DE LA PLANTA	406 MW	GENERACION NETA ANUAL	2,934,885	MWh
FACTOR DE PLANTA	0.85	COSTO DE OP. Y MANTENIMIENTO		
PRECIO DE VENTA ENERGIA ELECT.	0.0378 USD/kWh	DE LA CENTRAL (DOLARES/AÑO 1984)	9,980.615	* ACTUALIZADO

AÑO	AÑO DE VIDA UTIL	GAS \$/1000 FT3 PRECIO EXT. DE REF	COSTO DE COMBUSTIBLE C. CORRIENTES	VALOR PRESENTE COMBUSTIBLE	OPERACION Y MANTO. C. CORRIENTES	VALOR PRESENTE OP. Y MANTO	PARTICIP. DE COMB. EN C. TOT.	CUG \$/kWh	PRECIO EN. ELECT. (\$/kWh)	INGRESOS POR VENTA DE E.E. C. CORRIENTES	VALOR PRESENTE INGRESOS	UTILIDAD NOMINAL	TIR
1988	0	2.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-273,014,782.70	
1989	1	2.22	46,321,320.19	42,496,624.03	9,980,615.07	9,156,527.59	0.47	0.03	0.037759	110,817,446.65	101,667,382.25	11,974,323.39	#INUMI
2000	2	2.38	49,242,484.53	41,465,414.05	10,080,421.23	8,484,488.87	0.51	0.03	0.038421	112,751,808.04	94,909,357.83	10,897,714.30	#INUMI
2001	3	2.48	51,746,339.68	39,957,668.63	10,181,225.44	7,861,774.09	0.62	0.03	0.039084	114,706,462.92	88,574,435.72	10,237,709.82	#INUMI
2002	4	2.61	54,458,849.42	38,580,021.89	10,283,037.69	7,284,763.15	0.63	0.03	0.039746	116,650,824.90	82,638,384.83	9,367,749.21	#INUMI
2003	5	2.75	57,380,013.75	37,293,071.88	10,385,868.07	6,750,101.63	0.64	0.03	0.040409	118,595,479.18	77,078,924.19	8,288,409.38	#INUMI
2004	6	2.80	60,509,832.69	36,080,036.19	10,489,725.75	6,254,681.33	0.65	0.03	0.041072	120,540,134.06	71,874,143.52	6,999,386.64	#INUMI
2005	7	3.05	63,639,651.62	34,813,068.76	10,594,624.02	5,795,622.15	0.66	0.03	0.041734	122,484,495.45	67,003,213.47	5,709,031.83	#INUMI
2006	8	3.17	64,891,579.19	32,566,895.43	10,700,570.26	5,370,235.59	0.66	0.03	0.042397	124,429,150.33	62,446,794.76	6,293,812.90	#INUMI
2007	9	3.18	66,352,161.36	30,350,378.32	10,807,575.96	4,976,108.20	0.67	0.03	0.043059	126,373,805.21	58,186,010.52	6,672,879.90	#IDIV01
2008	10	3.28	67,812,743.53	28,644,833.71	10,915,651.72	4,610,889.25	0.67	0.03	0.043722	128,318,166.60	54,202,980.29	7,048,583.37	#IDIV01
2009	11	3.31	69,064,671.10	26,764,828.85	11,024,808.24	4,272,475.36	0.68	0.03	0.044384	130,262,821.48	50,481,122.50	50,175,342.14	#INUMI
2010	12	3.38	70,523,233.27	25,074,176.53	11,135,056.32	3,958,899.19	0.68	0.04	0.045047	132,207,476.35	47,004,348.76	50,547,166.77	#IDIV01
2011	13	3.41	71,151,217.05	23,208,007.70	11,246,406.88	3,668,337.78	0.68	0.04	0.045709	134,151,837.74	43,757,464.91	51,754,213.81	#IDIV01
2012	14	3.44	71,777,180.84	21,479,067.64	11,358,870.95	3,399,101.98	0.68	0.04	0.046372	136,096,492.62	40,726,394.32	52,960,440.83	#IDIV01
2013	15	3.48	72,611,799.22	19,934,701.13	11,472,459.66	3,149,626.60	0.68	0.04	0.047035	138,040,854.01	37,897,465.68	53,956,595.13	#IDIV01
2014	16	3.52	73,446,417.60	18,498,931.77	11,587,184.26	2,918,461.35	0.69	0.04	0.047697	139,985,508.89	35,258,116.90	54,951,907.03	#IDIV01
2015	17	3.55	74,072,381.39	17,116,140.48	11,703,056.10	2,704,262.35	0.69	0.04	0.048360	141,930,163.77	32,796,283.82	56,154,736.28	#IDIV01
2016	18	3.58	74,906,999.77	15,879,814.05	11,820,086.66	2,505,784.38	0.69	0.04	0.049022	143,874,525.16	30,500,498.70	57,147,438.72	#IDIV01
2017	19	3.62	75,532,963.56	14,690,381.15	11,938,287.33	2,321,873.60	0.69	0.04	0.049685	145,819,180.04	28,360,324.18	58,347,928.95	#IDIV01
2018	20	3.68	76,993,543.73	13,738,026.67	12,057,670.40	2,151,460.86	0.69	0.04	0.050347	147,763,834.91	26,365,632.54	58,712,616.78	#IDIV01
2019	21	3.73	77,828,164.11	12,740,319.79	12,178,247.11	1,993,555.47	0.69	0.04	0.051010	149,708,196.30	24,506,941.90	59,701,785.09	#IDIV01
2020	22	3.77	78,662,782.49	11,815,711.20	12,300,029.58	1,847,239.48	0.70	0.04	0.051673	151,652,851.18	22,775,484.53	60,690,039.11	#IDIV01
2021	23	3.80	79,288,746.28	10,924,513.31	12,423,029.87	1,711,662.27	0.70	0.04	0.052335	153,597,506.06	21,162,877.18	61,885,729.91	#IDIV01
2022	24	3.83	79,914,710.06	10,101,614.19	12,547,260.17	1,586,035.68	0.70	0.04	0.052998	155,541,867.45	19,661,260.54	63,079,897.21	#IDIV01
2023	25	3.87	80,749,328.45	9,364,324.84	12,672,732.77	1,469,629.39	0.70	0.04	0.053660	157,486,522.33	18,263,371.12	64,064,461.11	#IDIV01
2024	26	3.81	81,583,945.63	8,679,920.85	12,799,460.10	1,361,766.68	0.70	0.04	0.054323	159,430,883.72	16,962,251.84	65,047,476.79	#IDIV01
2025	27	3.84	82,209,910.61	8,024,329.09	12,927,454.70	1,261,820.50	0.70	0.04	0.054985	161,375,538.59	15,751,512.43	66,238,173.28	#IDIV01
2026	28	3.88	83,044,529.00	7,436,508.59	13,056,729.25	1,169,209.82	0.70	0.04	0.055648	163,320,193.47	14,625,069.66	67,218,935.23	#IDIV01
2027	29	4.02	83,879,147.38	6,891,052.63	13,187,296.34	1,083,396.26	0.70	0.04	0.056310	165,264,554.86	13,577,233.22	68,198,110.94	#IDIV01
2028	30	4.08	101,406,133.40	7,643,093.48	13,319,169.51	1,003,880.96	0.74	0.05	0.056973	167,209,209.74	12,602,748.11	52,483,906.84	#IDIV01
			652,432,482.07		112,083,691.59		0.65	0.03	0.047966		1,311,618,000.25	32,793,057.07	#IDIV01
			SUMA		SUMA		MEDIA	MEDIA	MEDIA		SUMA		TIR



ESCENARIOS DE GAS EN DOLARES POR 1000 FT3

CONS	AÑO	MEDIO	CONS	AÑO	MEDIO														
1	1994	1.74																	
2	1995	1.79																	
3	1996	1.93																	
4	1997	2.08																	
			CONS	AÑO	MEDIO	COSTO A F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA				
						V P	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4					
5	1998	2.24	1	1998	2 1100	1 9357798	2,449,399	4,898,798	7,348,198	9,797,597	12,246,996	14,696,395	17,145,794	19,595,193					
6	1999	2.40	2	1999	2 2200	1 9685296	2,364,305	4,728,611	7,092,916	9,457,222	11,821,527	14,185,833	16,550,138	18,914,444					
7	2000	2.58	3	2000	2 3600	1 822353	2,305,877	4,611,754	6,917,631	9,223,508	11,529,384	13,835,261	16,141,138	18,447,015					
8	2001	2.75	4	2001	2 4800	1 7568945	2,223,050	4,446,101	6,669,151	8,892,201	11,115,252	13,338,302	15,561,352	17,784,403					
9	2002	2.93	5	2002	2 6100	1 6963209	2,146,405	4,292,810	6,439,214	8,585,619	10,732,024	12,878,429	15,024,833	17,171,238					
10	2003	3.12	6	2003	2 7500	1 6397351	2,074,805	4,149,610	6,224,415	8,299,221	10,374,026	12,448,831	14,523,636	16,598,441					
11	2004	3.32	7	2004	2 9000	1 5863993	2,007,318	4,014,635	6,021,953	8,029,271	10,036,589	12,043,906	14,051,224	16,058,542					
12	2005	3.53	8	2005	3 0500	1 5306922	1,936,830	3,873,660	5,810,489	7,747,319	9,684,149	11,620,979	13,557,809	15,494,639					
13	2006	3.61	9	2006	3 1100	1 4319304	1,811,864	3,623,727	5,435,591	7,247,455	9,059,318	10,871,182	12,683,046	14,494,909					
14	2007	3.70	10	2007	3 1800	1 3432664	1,699,674	3,399,349	5,099,023	6,798,698	8,498,372	10,198,047	11,897,721	13,597,396					
15	2008	3.79	11	2008	3 2500	1 2594818	1,593,659	3,187,319	4,780,978	6,374,637	7,968,297	9,561,956	11,155,615	12,749,275					
16	2009	3.88	12	2009	3 3100	1 1768199	1,489,065	2,978,130	4,467,195	5,956,260	7,445,325	8,934,389	10,423,454	11,912,519					
17	2010	3.92	13	2010	3 3800	1 1024838	1,395,005	2,790,010	4,185,016	5,580,021	6,975,026	8,370,031	9,765,037	11,160,042					
18	2011	4.02	14	2011	3 4100	1 0204304	1,291,181	2,582,361	3,873,542	5,164,723	6,455,903	7,747,084	9,038,265	10,329,445					
19	2012	4.06	15	2012	3 4400	0 9444109	1,194,991	2,389,982	3,584,973	4,779,963	5,974,954	7,169,945	8,364,936	9,559,927					
20	2013	4.11	16	2013	3 4800	0 8765068	1,109,070	2,218,140	3,327,209	4,436,279	5,545,349	6,654,419	7,763,489	8,872,559					
21	2014	4.16	17	2014	3 5200	0 8133776	1,029,191	2,058,381	3,087,572	4,116,762	5,145,953	6,175,144	7,204,334	8,233,525					
22	2015	4.21	18	2015	3 5500	0 7525778	952,259	1,904,518	2,856,776	3,809,035	4,761,294	5,713,553	6,665,812	7,618,070					
23	2016	4.26	19	2016	3 5900	0 6982179	883,476	1,766,951	2,650,427	3,533,903	4,417,378	5,300,854	6,184,330	7,067,805					
24	2017	4.30	20	2017	3 6200	0 6459198													
25	2018	4.36	21	2018	3 6900	0 6040459	817,301	1,634,603	2,451,904	3,269,205	4,086,507	4,903,808	5,721,110	6,538,411					
26	2019	4.40	22	2019	3 7300	0 5601778	764,317	1,528,634	2,292,951	3,057,268	3,821,585	4,585,902	5,350,219	6,114,536					
27	2020	4.45	23	2020	3 7700	0 5194358	708,809	1,417,619	2,126,428	2,835,238	3,544,047	4,252,857	4,961,666	5,670,475					
28	2021	4.50	24	2021	3 8000	0 4803388	657,257	1,314,515	1,971,772	2,629,030	3,286,287	3,943,545	4,600,802	5,258,059					
29	2022	4.55	25	2022	3 8300	0 4441568	607,787	1,215,574	1,823,360	2,431,147	3,038,934	3,646,721	4,254,508	4,862,294					
30	2023	4.60	26	2023	3 8700	0 411739	562,005	1,124,009	1,686,014	2,248,019	2,810,023	3,372,028	3,934,033	4,496,037					
31	2024	4.65	27	2024	3 9100	0 3816465	520,985	1,041,971	1,562,956	2,083,942	2,604,927	3,125,913	3,646,898	4,167,884					
32	2025	4.70	28	2025	3 9400	0 3528209	482,909	965,817	1,448,726	1,931,634	2,414,543	2,897,451	3,380,360	3,863,269					
33	2026	4.75	29	2026	3 9800	0 3269751	446,435	892,869	1,339,304	1,785,739	2,232,173	2,678,608	3,125,043	3,571,477					
34	2027	4.80	30	2027	4 0200	0 302992	413,731	827,462	1,241,194	1,654,925	2,068,656	2,482,387	2,896,118	3,309,849					
							C. TOT	383,385	766,769	1,150,154	1,533,539	1,916,923	2,300,308	2,683,693	3,067,077				
							C. NV	39,322,345	76,644,689	114,967,034	153,289,379	191,611,723	229,934,068	268,256,412	306,578,757				
								3,730,157	7,460,314	11,190,472	14,920,629	18,650,786	22,380,943	26,111,100	29,841,258				

F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA
0 45	0 5	0 55	0 6	0 65	0 7	0 75	0 8	0 85	0 9	0 95	1				
22,044,593	24,493,992	26,943,391	29,392,790	31,842,189	34,291,588	36,740,988	39,190,387	41,639,785	44,089,185	46,538,584	48,987,983	42			
21,278,749	23,643,055	26,007,360	28,371,666	30,735,971	33,100,277	35,464,582	37,828,888	40,193,193	42,557,498	44,921,804	47,286,109	48			
20,752,892	23,058,769	25,364,646	27,670,523	29,976,400	32,282,277	34,588,153	36,894,030	39,199,907	41,505,784	43,811,661	46,117,537	97			
20,007,453	22,230,503	24,453,564	26,676,604	28,899,654	31,122,705	33,345,755	35,568,806	37,791,855	40,014,906	42,237,956	44,461,006	91			
19,317,643	21,464,048	23,610,453	25,756,857	27,903,262	30,049,667	32,196,072	34,342,476	36,488,831	38,635,286	40,781,690	42,928,095	6			
18,673,246	20,748,051	22,822,857	24,897,662	26,972,467	29,047,272	31,122,077	33,196,882	35,271,687	37,346,492	39,421,297	41,496,102	82			
18,065,860	20,073,177	22,080,495	24,087,813	26,095,131	28,102,448	30,109,766	32,117,084	34,124,401	36,131,719	38,150,369	40,146,354	68			
17,431,468	19,358,298	21,305,128	23,241,958	25,178,788	27,115,618	29,052,447	30,989,277	32,926,107	34,862,936	36,799,766	38,736,596	58			
16,306,773	18,118,637	19,930,500	21,742,364	23,554,228	25,366,091	27,177,955	28,989,819	30,801,682	32,613,546	34,425,409	36,237,273	38			
15,297,070	16,996,745	18,696,419	20,396,094	22,095,758	23,795,443	25,495,117	27,194,791	28,894,465	30,594,140	32,293,814	33,993,489	29			
14,342,934	15,936,593	17,530,253	19,123,912	20,717,571	22,311,231	23,904,890	25,498,549	27,092,208	28,685,868	30,275,527	31,873,186	83			
13,401,584	14,890,649	16,379,714	17,868,779	19,357,844	20,846,909	22,335,974	23,825,038	25,314,103	26,803,168	28,292,233	29,781,298	07			
12,555,047	13,950,052	15,345,058	16,740,063	18,135,068	19,530,073	20,925,078	22,320,084	23,715,089	25,110,094	26,505,099	27,900,104	63			
11,620,626	12,911,807	14,202,987	15,494,168	16,785,349	18,076,529	19,367,710	20,658,891	21,950,071	23,241,252	24,532,432	25,823,613	48			
10,754,918	11,949,909	13,144,899	14,339,890	15,534,881	16,729,872	17,924,863	19,119,854	20,314,844	21,509,835	22,704,826	23,899,817	15			
9,981,628	11,090,898	12,199,768	13,308,638	14,417,508	15,526,377	16,635,247	17,744,117	18,853,088	19,962,059	21,071,030	22,180,001	33			
9,262,715	10,291,906	11,321,097	12,350,287	13,379,478	14,408,668	15,437,859	16,467,049	17,496,240	18,525,430	19,554,621	20,583,811	84			
8,570,329	9,522,588	10,474,847	11,427,106	12,379,365	13,331,623	14,283,882	15,236,141	16,188,399	17,140,658	18,092,917	19,045,176	2			
7,951,281	8,834,757	9,718,232	10,601,708	11,485,184	12,368,659	13,252,135	14,135,611	15,019,086	15,902,562	16,786,037	17,669,513	52			
7,355,712	8,173,014	8,990,315	9,807,616	10,624,918	11,442,219	12,259,520	13,076,822	13,894,123	14,711,424	15,528,725	16,346,027	17			
6,878,853	7,643,170	8,407,487	9,171,804	9,936,121	10,700,438	11,464,755	12,229,072	12,993,388	13,757,705	14,522,022	15,286,339	98			
6,379,285	7,088,094	7,796,904	8,505,713	9,214,523	9,923,332	10,632,141	11,340,951	12,049,760	12,758,569	13,467,379	14,176,188	58			
5,915,317	6,572,574	7,229,832	7,887,089	8,544,347	9,201,604	9,858,862	10,516,119	11,173,376	11,830,633	12,487,891	13,145,148	67			
5,470,081	6,077,868	6,685,655	7,293,441	7,901,228	8,509,015	9,116,802	9,724,589	10,332,375	10,940,162	11,547,948	12,155,735	76			
5,058,042	5,620,047	6,182,052	6,744,056	7,306,061	7,868,066	8,430,070	8,992,075	9,554,079	10,116,084	10,678,088	11,240,093	67			
4,688,869	5,209,855	5,730,840	6,251,826	6,772,811	7,293,797	7,814,782	8,335,768	8,856,753	9,377,738	9,898,724	10,419,709	8			
4,346,177	4,829,086	5,311,994	5,794,903	6,277,812	6,760,720	7,243,629	7,726,537	8,209,445	8,692,354	9,175,263	9,658,171	61			
4,017,912	4,464,346	4,910,781	5,357,216	5,803,650	6,250,085	6,696,520	7,142,954	7,589,388	8,035,823	8,482,258	8,928,692	871			
3,723,581	4,137,312	4,551,043	4,964,774	5,378,505	5,792,236	6,205,968	6,619,699	7,033,429	7,447,161	7,860,892	8,274,623	393			
3,450,462	3,833,847	4,217,231	4,600,616	4,984,000	5,367,385	5,750,770	6,134,154	6,517,539	6,900,923	7,284,308	7,667,693	062			
344,901,102	383,223,446	421,545,791	459,868,136	498,190,480	536,512,825	574,835,170	613,157,514	651,479,859	689,802,203	728,124,548	766,446,893				
33,571,415	37,301,572	41,031,729	44,761,886	48,492,044	52,222,201	55,952,358	59,682,515	63,412,672	67,142,830	70,872,987	74,603,144				



# **ANALISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL MODELO:**

## **C.C. S-207 FA-1**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON  
 INGENIERIA EN COMPUTACION

## ANALISIS DE FACTIBILIDAD TECNICA

S-207FA-1

Altitud	m.s.n.m.
Presion atmosférica	Bar
Capacidad unitaria (T.G. + T. V.)	kW
Configuración básica	T.G./T.V.
Capacidad Turbinas de Gas	kW
Capacidad Turbinas de Vapor	kW
HEAT RATE	kJ/kWh
Eficiencia	%
Consumo horario de Gas	m <sup>3</sup> /h

*FCP: kJ/kWh.	
35342.5	kJ/m <sup>3</sup> LHV

## CONFIGURACION

CAPACIDAD CON TURBINAS DE GAS N° TRENS	
CAPACIDAD CON TURBINA(S) DE VAPOR	
CONSUMO DE AUXILIARES	
CONSUMO TOTAL DE GAS m <sup>3</sup> /h	
CAPACIDAD INSTALADA TOTAL DE LA PLANTA	

CAPACIDAD NOMINAL: 400 MW

I. S. O.

C. Sencillo.	C. Comb.
0	0
1.0126	1.0126
	253,500
	1
162,320	160,500
	93,000
	6,498
	55.40%
	46,608

EL CARMEN

C. Sencillo.	C. Comb.
2,209	2,209
0.7847	0.7847
	196,432
	1
125,778	124,368
	72,064
	6,498
	55.40%
	36,116

248,736	kW	2	TURBINAS DE GAS PG7231(FA)
144,127	kW		
11,786	kW		
71,421	m <sup>3</sup> /h		
392,863	kW		

CAPITULO IV. EVALUACIÓN TECNICA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 ESCUELA NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 INGENIERIA EN COMPUTACION

ANALISIS DE LOS COSTOS DE GENERACION

DATOS:

PLANTA: **EL CARMEN**

**S-207FA-I**

msnm: **2,209**

CAPACIDAD kW: **392,863**  
 VIDA UTIL AÑOS: **30**  
 CONSUMO AUX. %: **3**  
 TASA DE INTERES %: **9**  
 COSTO DIRECTO DLS./kw: **582**  
 HEAT RATE kJ/kWh: **6,498**

COSTO DLS.: **228,726,000**  
 COSTO INDIRECTOS %: **5**  
 COSTO INST. AUXS: **14,828,706**  
 COSTO CENTRAL: **254,991,006**

AÑOS DE INST.: **3**  
 PARIDAD \$/DLS.: **7.6**  
 INICIO DE INST.: **2,000**  
 P. C. I. kJ/m3: **35,343**

PROGRAMA DE INSTALACION

AÑO	5	4	3	2	1	SUMA
% FLUJO	0	0	20	40	40	100
FVP=	1.1702					
FRC=	0.097336					

COSTO AL INICIO DE OPERACION DLS: **298,402,154**

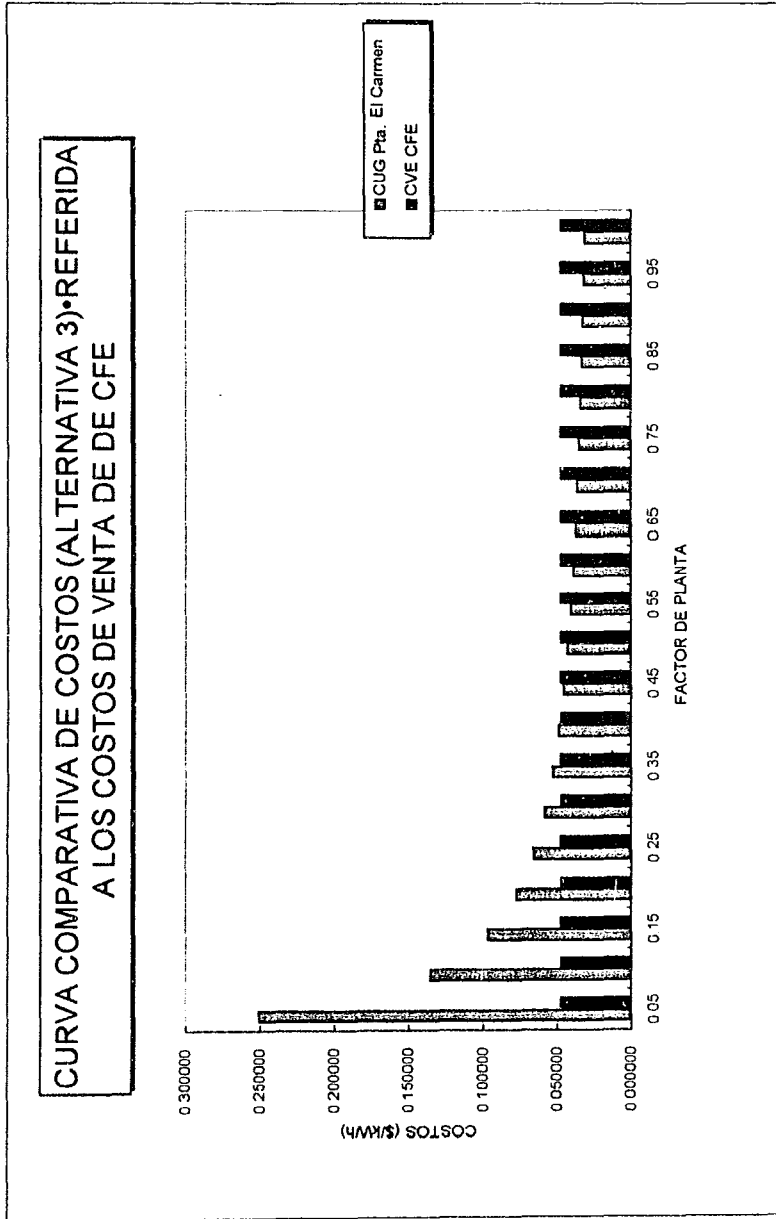
FINALIZACION DE OPERACIONES: **2,032**

COSTOS NIVELADOS DLS./kWh

F.de P.	GNA (kWh)	INVERSION	COMB.	M. O.	C. TOTAL
0.05	166,911,961	0.174016	0.019733	0.057164	0.250913
0.10	333,823,923	0.087008	0.019733	0.028602	0.135343
0.15	500,735,884	0.058005	0.019733	0.019082	0.096820
0.20	667,647,846	0.043504	0.019733	0.014321	0.077558
0.25	834,559,807	0.034803	0.019733	0.011465	0.066001
0.30	1,001,471,769	0.029003	0.019733	0.009561	0.058297
0.35	1,168,383,730	0.024859	0.019733	0.008201	0.052793
0.40	1,335,295,692	0.021752	0.019733	0.007181	0.048666
0.45	1,502,207,653	0.019335	0.019733	0.006388	0.045455
0.50	1,669,119,615	0.017402	0.019733	0.005753	0.042887
0.55	1,836,031,576	0.015820	0.019733	0.005234	0.040786
0.60	2,002,943,538	0.014501	0.019733	0.004801	0.039035
0.65	2,169,855,499	0.013386	0.019733	0.004435	0.037553
0.70	2,336,767,460	0.012430	0.019733	0.004121	0.036283
0.75	2,503,679,422	0.011601	0.019733	0.003849	0.035183
0.80	2,670,591,383	0.010876	0.019733	0.003611	0.034220
0.85	2,837,503,345	0.010236	0.019733	0.003401	0.033370
0.90	3,004,415,306	0.009668	0.019733	0.003214	0.032614
0.95	3,171,327,268	0.009159	0.019733	0.003047	0.031939
1.00	3,338,239,229	0.008701	0.019733	0.002897	0.031330

ESCENARIOS DE GAS EN DOLARES POR 1000 FT3														
CONS	AÑO	MEDIO	CONS	AÑO	MEDIO									
1	1994	1.74				COSTO A F PLANTA								
2	1995	1.79				V P	0 05	0 1	0 15	0 2	0 25	0 3	0 35	
3	1996	1.93												
4	1997	2.08												
5	1998	2.24	1	1998	2 1100	1 9357798	2,162,767	4,325,533	6,488,300	8,651,066	10,813,833	12,976,599	15,139,366	
6	1999	2.40	2	1999	2 2200	1 8685296	2,087,631	4,175,261	6,262,892	8,350,523	10,438,153	12,525,784	14,613,415	
7	2000	2.58	3	2000	2 3600	1 822353	2,036,039	4,072,079	6,108,118	8,144,158	10,180,197	12,216,237	14,252,276	
8	2001	2.75	4	2001	2 4800	1 7568945	1,962,905	3,925,811	5,888,716	7,851,622	9,814,527	11,777,433	13,740,338	
9	2002	2.93	5	2002	2 6100	1 6963209	1,895,229	3,790,458	5,685,687	7,580,916	9,476,145	11,371,374	13,266,603	
10	2003	3.12	6	2003	2 7500	1 6397351	1,832,008	3,664,016	5,496,024	7,328,032	9,160,041	10,992,049	12,824,057	
11	2004	3.32	7	2004	2 9000	1 5863993	1,772,418	3,544,836	5,317,255	7,089,673	8,862,091	10,634,509	12,406,927	
12	2005	3.53	8	2005	3 0500	1 5306922	1,710,179	3,420,358	5,130,537	6,840,716	8,550,895	10,261,073	11,971,252	
13	2006	3.61	9	2006	3 1100	1 4319304	1,599,836	3,199,673	4,799,509	6,399,346	7,999,182	9,599,019	11,198,855	
14	2007	3.70	10	2007	3 1800	1 3432664	1,500,776	3,001,552	4,502,328	6,003,103	7,503,879	9,004,655	10,505,431	
15	2008	3.79	11	2008	3 2500	1 2594818	1,407,167	2,814,334	4,221,500	5,628,667	7,035,834	8,443,001	9,850,167	
16	2009	3.88	12	2009	3 3100	1 1768199	1,314,812	2,629,624	3,944,436	5,259,249	6,574,061	7,888,873	9,203,685	
17	2010	3.92	13	2010	3 3800	1 1024838	1,231,759	2,463,519	3,695,278	4,927,038	6,158,797	7,390,557	8,622,316	
18	2011	4.02	14	2011	3 4100	1 0204304	1,140,085	2,280,169	3,420,254	4,560,339	5,700,423	6,840,508	7,980,593	
19	2012	4.06	15	2012	3 4400	0 9444109	1,055,151	2,110,302	3,165,453	4,220,604	5,275,756	6,330,907	7,386,058	
20	2013	4.11	16	2013	3 4800	0 8765068	979,285	1,958,569	2,937,854	3,917,139	4,896,423	5,875,708	6,854,993	
21	2014	4.16	17	2014	3 5200	0 8133776	908,753	1,817,506	2,726,259	3,635,012	4,543,765	5,452,518	6,361,271	
22	2015	4.21	18	2015	3 5500	0 7525778	840,824	1,681,648	2,522,472	3,363,296	4,204,120	5,044,944	5,885,768	
23	2016	4.26	19	2016	3 5900	0 6982179	780,090	1,560,180	2,340,270	3,120,360	3,900,450	4,680,540	5,460,630	
24	2017	4.30	20	2017	3 6200	0 6459198								
25	2018	4.35	21	2018	3 6900	0 6040459	721,659	1,443,319	2,164,978	2,886,638	3,608,297	4,329,957	5,051,616	
26	2019	4.40	22	2019	3 7300	0 5601778	674,875	1,349,751	2,024,626	2,699,502	3,374,377	4,049,252	4,724,128	
27	2020	4.45	23	2020	3 7700	0 5194358	625,863	1,251,727	1,877,590	2,503,454	3,129,317	3,755,180	4,381,044	
28	2021	4.50	24	2021	3 8000	0 4803388	580,344	1,160,688	1,741,032	2,321,376	2,901,721	3,482,065	4,062,409	
29	2022	4.55	25	2022	3 8300	0 4441568	536,663	1,073,325	1,609,988	2,146,650	2,683,313	3,219,976	3,756,538	
30	2023	4.60	26	2023	3 8700	0 411739	496,238	992,476	1,488,714	1,984,952	2,481,190	2,977,428	3,473,666	
31	2024	4.65	27	2024	3 9100	0 3816465	460,019	920,038	1,380,057	1,840,076	2,300,095	2,760,114	3,220,133	
32	2025	4.70	28	2025	3 9400	0 3528209	426,398	852,796	1,279,194	1,705,591	2,131,989	2,558,387	2,984,785	
33	2026	4.75	29	2026	3 9800	0 3269751	354,192	788,384	1,182,576	1,576,769	1,970,961	2,365,153	2,759,345	
34	2027	4.80	30	2027	4 0200	0 302992	365,316	730,631	1,095,947	1,461,263	1,826,578	2,191,894	2,557,210	
							C TOT	338,520	677,041	1,015,561	1,354,081	1,692,602	2,031,122	2,369,643
							C NV	33,837,802	67,675,605	101,513,407	135,351,210	169,189,012	203,026,815	236,864,617
								3,293,648	6,587,296	9,880,945	13,174,593	16,468,241	19,761,889	23,055,538

F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA	F PLANTA
0 4	0 45	0 5	0 55	0 6	0 65	0 7	0 75	0 8	0 85	0 9	0 95	1				
17,302,132	19,464,899	21,627,666	23,790,432	25,953,199	28,115,965	30,278,732	32,441,498	34,604,265	36,767,031	38,929,798	41,092,564	43,255,331	45,418,098	47,580,865	49,743,632	51,906,399
16,701,045	18,788,676	20,876,307	22,963,937	25,051,568	27,139,199	29,226,829	31,314,460	33,402,091	35,489,721	37,577,351	39,664,982	41,752,613	43,840,244	45,927,875	48,015,506	50,103,137
16,288,316	18,324,355	20,360,395	22,396,434	24,432,474	26,468,513	28,504,553	30,540,592	32,576,632	34,612,671	36,648,710	38,684,750	40,720,789	42,756,829	44,792,868	46,828,908	48,864,947
15,703,243	17,666,149	19,629,054	21,591,960	23,554,865	25,517,771	27,480,676	29,443,582	31,406,487	33,369,392	35,332,297	37,295,203	39,258,108	41,221,014	43,183,919	45,146,825	47,109,730
15,161,832	17,057,061	18,952,291	20,847,520	22,742,749	24,637,978	26,533,207	28,428,436	30,323,665	32,218,893	34,114,122	36,009,352	37,904,581	39,800,010	41,695,439	43,590,868	45,486,297
14,656,065	16,488,073	18,320,081	20,152,089	21,984,097	23,816,106	25,648,114	27,480,122	29,312,130	31,144,138	32,976,146	34,808,154	36,640,162	38,472,171	40,304,186	42,136,200	43,968,214
14,179,346	15,951,764	17,724,182	19,496,600	21,269,018	23,041,437	24,813,855	26,586,273	28,358,691	30,131,109	31,903,527	33,675,945	35,448,363	37,220,781	39,003,199	40,777,617	42,552,035
13,681,431	15,391,610	17,101,789	18,811,968	20,522,147	22,232,326	23,942,505	25,652,684	27,362,862	29,073,041	30,783,220	32,493,399	34,203,578	35,913,757	37,623,936	39,334,115	41,044,294
12,798,692	14,398,528	15,998,365	17,598,201	19,198,038	20,797,874	22,397,711	23,997,547	25,597,384	27,197,220	28,797,056	30,396,893	31,996,729	33,596,565	35,196,402	36,796,238	38,396,075
12,006,207	13,506,983	15,007,758	16,508,534	18,009,310	19,510,086	21,010,862	22,511,638	24,012,413	25,513,189	27,014,965	28,516,741	30,019,517	31,522,293	33,025,069	34,527,845	36,030,621
11,257,334	12,664,501	14,071,668	15,478,835	16,886,001	18,293,168	19,700,335	21,107,502	22,514,668	23,921,835	25,329,001	26,736,168	28,143,335	29,550,502	30,957,669	32,364,836	33,771,999
10,518,497	11,833,309	13,148,121	14,462,934	15,777,746	17,092,558	18,407,370	19,722,182	21,036,994	22,351,806	23,666,618	24,981,430	26,296,242	27,611,054	28,925,866	30,240,678	31,555,490
9,854,076	11,085,835	12,317,595	13,549,354	14,781,114	16,012,873	17,244,633	18,476,392	19,708,152	20,939,911	22,171,670	23,403,430	24,635,189	25,866,949	27,098,708	28,330,468	29,562,227
9,120,677	10,260,762	11,400,846	12,540,931	13,681,016	14,821,100	15,961,185	17,101,270	18,241,354	19,381,438	20,521,523	21,661,607	22,801,692	23,941,776	25,081,861	26,221,945	27,362,030
8,441,209	9,496,360	10,551,511	11,606,662	12,661,813	13,716,964	14,772,115	15,827,267	16,882,418	17,937,569	18,992,720	20,047,871	21,103,022	22,158,173	23,213,324	24,268,475	25,323,626
7,834,278	8,813,562	9,792,847	10,772,132	11,751,416	12,730,701	13,709,986	14,689,270	15,668,555	16,647,839	17,627,124	18,606,409	19,585,693	20,564,978	21,544,263	22,523,547	23,502,832
7,270,024	8,178,778	9,087,531	9,996,284	10,905,037	11,813,790	12,722,543	13,631,296	14,540,049	15,448,802	16,357,555	17,266,308	18,175,061	19,083,814	19,992,567	20,901,320	21,810,073
6,726,592	7,567,416	8,408,240	9,249,064	10,089,888	10,930,711	11,771,535	12,612,359	13,453,183	14,294,007	15,134,831	15,975,655	16,816,479	17,657,303	18,498,127	19,338,951	20,179,775
6,240,719	7,020,809	7,800,899	8,580,989	9,361,079	10,141,169	10,921,259	11,701,349	12,481,439	13,261,529	14,041,619	14,821,709	15,601,799	16,381,889	17,161,979	17,942,069	18,722,159
5,773,276	6,494,935	7,216,594	7,938,254	8,659,913	9,381,573	10,103,232	10,824,892	11,546,551	12,268,210	12,989,870	13,711,529	14,433,188	15,154,848	15,876,507	16,598,167	17,319,826
5,399,003	6,073,879	6,748,754	7,423,629	8,098,505	8,773,380	9,448,256	10,123,131	10,798,006	11,472,881	12,147,757	12,822,632	13,497,507	14,172,382	14,847,257	15,522,132	16,197,007
5,006,907	5,632,771	6,258,634	6,884,498	7,510,361	8,136,224	8,762,088	9,387,951	10,013,815	10,639,678	11,265,541	11,891,404	12,517,267	13,143,130	13,768,993	14,394,856	15,020,719
4,642,753	5,223,097	5,803,441	6,383,785	6,964,129	7,544,474	8,124,818	8,705,162	9,285,506	9,865,849	10,446,194	11,026,538	11,606,882	12,187,226	12,767,570	13,347,914	13,928,258
4,293,301	4,829,963	5,366,626	5,903,289	6,439,951	6,976,614	7,513,276	8,049,939	8,586,602	9,123,264	9,659,927	10,195,590	10,731,253	11,266,916	11,802,579	12,338,242	12,873,905
3,969,904	4,466,142	4,962,380	5,458,618	5,954,856	6,451,094	6,947,332	7,443,570	7,939,808	8,436,046	8,932,284	9,428,522	9,924,760	10,420,998	10,917,236	11,413,474	11,909,712
3,680,151	4,140,170	4,600,189	5,060,208	5,520,227	5,980,246	6,440,265	6,900,284	7,360,303	7,820,322	8,280,341	8,740,360	9,200,379	9,660,398	10,120,417	10,580,436	11,040,455
3,411,183	3,837,581	4,263,978	4,690,376	5,116,774	5,543,172	5,969,570	6,395,968	6,822,366	7,248,763	7,675,161	8,101,559	8,527,957	8,954,355	9,380,753	9,807,151	10,233,549
3,153,537	3,547,729	3,941,921	4,336,114	4,730,306	5,124,498	5,518,690	5,912,882	6,307,074	6,701,266	7,095,458	7,489,650	7,883,842	8,278,034	8,672,226	9,066,418	9,460,610
2,922,525	3,287,841	3,653,157	4,018,473	4,383,788	4,749,104	5,114,420	5,479,735	5,845,051	6,210,366	6,575,682	6,941,000	7,306,316	7,671,632	8,036,948	8,402,264	8,767,580
2,708,163	3,046,683	3,385,204	3,723,724	4,062,244	4,400,765	4,739,285	5,077,806	5,416,326	5,754,846	6,093,366	6,431,886	6,770,406	7,108,926	7,447,446	7,785,966	8,124,486
270,702,420	304,540,222	338,378,025	372,215,827	406,053,630	439,891,433	473,729,235	507,567,037	541,404,840	575,242,642	609,080,445	642,918,247	676,756,050	710,593,853	744,431,655	778,269,458	812,107,261
26,349,186	29,642,834	32,936,482	36,230,131	39,523,779	42,817,427	46,111,075	49,404,724	52,698,372	55,992,020	59,285,668	62,579,316	65,872,965	69,166,613	72,460,261	75,753,909	79,047,557



<sup>11</sup> C.U.G. Costo Unitario de Generación

<sup>12</sup> C.V.E. Costo de Venta de Energía

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON  
 INGENIERIA EN COMPUTACION

ANALISIS ECONOMICO-FINANCIERO

<b>PLANTA:</b>	EL CARMEN		S-207FA-1
<b>CAPACIDAD:</b>	393	MW	
<b>ALTITUD:</b>	2.209	msnm	

CONSIDERACIONES :	FACTOR DE PLANTA:		85%	
	UNIDAD	COSTO UNIT.	CANTIDAD	
<b>PARIDAD</b>	\$/USD	7.6		
<b>COSTO DE TERRENO</b>	\$/m2	70	146,569	1,349,978 USD
<b>COSTO DE LINEA DE TRANSMISION</b>	\$/km	945.346	108	13,396,548 USD
<b>COSTO DE GASODUCTO</b>	\$/100m	41.638	15	82,180 USD
<b>COSTO DE INDIRECTOS</b>	USD		5%	11,436,300 USD
<b>COSTO DEL CICLO COMBINADO</b>	USD/kw	582.20	392,863	228,726,000 USD
<b>VALOR PRESENTE NETO DE LAS UTILIDADES</b>				285,246,885 USD
<b>VALOR PRESENTE DE INGRESOS TOTALES</b>				1,268,097,495 USD
<b>VALOR PRESENTE DE INVERSION</b>				298,402,154 USD
<b>VALOR PRESENTE DE COMBUSTIBLE</b>				576,083,788 USD
<b>VALOR PRESENTE DE OP. Y MANTO</b>				108,364,667 USD
<b>COSTO DE LA CENTRAL</b>				254,991,006 USD
<b>TASA DE INTERES DE LA DEUDA</b>				9.00 %
<b>TASA REQUERIDA DE RETORNO</b>				7.00 %
<b>INCREMENTO DE PAGOS ANUALES</b>				0.00 %
<b>ROTACION DE CAPITAL</b>				5.78302
<b>AMORTIZACION DE LA DEUDA</b>				10 AÑOS
<b>VIDA UTIL DE LA CENTRAL</b>				30 AÑOS
<b>TASA INTERNA DE RETORNO DE LA INVERSION</b>				16.33 %

<b>TABLA DE PAGOS</b>					
<b>PERIODO</b>	<b>DEUDA</b>	<b>INTERESES</b>	<b>PAGO</b>	<b>SALDO</b>	<b>VALOR</b>
	<b>INICIAL</b>	<b>PERIODO</b>			<b>PRESENTE</b>
<b>0</b>	<b>298,402,154</b>			<b>298,402,154</b>	
<b>1</b>	<b>298,402,154</b>	<b>26,856,194</b>	<b>46,497,050</b>	<b>278,761,297</b>	<b>42,657,844</b>
<b>2</b>	<b>278,761,297</b>	<b>25,088,517</b>	<b>46,497,050</b>	<b>257,352,763</b>	<b>39,135,637</b>
<b>3</b>	<b>257,352,763</b>	<b>23,161,749</b>	<b>46,497,050</b>	<b>234,017,462</b>	<b>35,904,254</b>
<b>4</b>	<b>234,017,462</b>	<b>21,061,572</b>	<b>46,497,050</b>	<b>208,581,983</b>	<b>32,939,683</b>
<b>5</b>	<b>208,581,983</b>	<b>18,772,378</b>	<b>46,497,050</b>	<b>180,857,311</b>	<b>30,219,892</b>
<b>6</b>	<b>180,857,311</b>	<b>16,277,158</b>	<b>46,497,050</b>	<b>150,637,418</b>	<b>27,724,672</b>
<b>7</b>	<b>150,637,418</b>	<b>13,557,368</b>	<b>46,497,050</b>	<b>117,697,736</b>	<b>25,435,479</b>
<b>8</b>	<b>117,697,736</b>	<b>10,592,796</b>	<b>46,497,050</b>	<b>81,793,481</b>	<b>23,335,302</b>
<b>9</b>	<b>81,793,481</b>	<b>7,361,413</b>	<b>46,497,050</b>	<b>42,657,844</b>	<b>21,408,534</b>
<b>10</b>	<b>42,657,844</b>	<b>3,839,206</b>	<b>46,497,050</b>	<b>0</b>	<b>19,640,857</b>

<b>SUMA</b>	<b>298,402,154</b>
-------------	--------------------

<b>CAUE</b>	<b>24,047,156</b>
-------------	-------------------



NOMBRE DE LA PLANTA  EFICIENCIA DE CONVERSION  %/año

CAPACIDAD DE LA PLANTA  MW GENERACION NETA ANUAL  MWh/a

FACTOR DE PLANTA  COSTO DE OP. Y MANTENIMIENTO  \*ACTUALIZADO

PRECIO DE VENTA ENERGIA ELECT.  USD/MWh DE LA CENTRAL (DOLARES/AÑO 1994)

AÑO	AÑO DE VIDA UTIL	GAS S/1000 FT3 PRECIO EXT. DE REF.	COSTO DE COMBUSTIBLE C. CORRIENTES	VALOR PRESENTE COMBUSTIBLE	OPERACION Y MANTO. C. CORRIENTES	VALOR PRESENTE OP. Y MANTO	PARTICIPA. DE COMB. EN C. TOT.	CUO S/kWh	PRECIO EN. ELECT. (\$/kWh)	INGRESOS POR VENTA DE E.E. C. CORRIENTES	VALOR PRESENTE INGRESOS	UTILIDAD NOMINAL	TIR
1999	0	2.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-298,402,153.59	
1999	1	2.22	40,900,725.11	37,523,601.02	9,649,450.50	8,832,706.88	0.42	0.03	0.037759	107,140,437.55	98,293,979.40	10,093,211.53	#INUMT
2000	2	2.38	43,480,050.12	36,596,288.29	9,746,945.01	8,202,966.93	0.56	0.03	0.038421	109,020,283.51	91,760,191.49	9,297,237.98	#INUMT
2001	3	2.48	45,690,900.13	35,281,758.27	9,843,404.46	7,600,914.51	0.67	0.03	0.039084	110,900,413.23	85,635,467.03	8,869,058.24	#INUMT
2002	4	2.61	48,085,987.63	34,065,325.94	9,941,838.80	7,043,049.04	0.59	0.03	0.039746	112,780,259.20	79,896,378.93	8,255,382.66	#INUMT
2003	5	2.75	50,565,912.64	32,928,976.86	10,041,256.89	6,536,128.01	0.60	0.03	0.040409	114,660,288.91	74,521,385.52	7,456,768.98	#INUMT
2004	6	2.90	53,428,875.15	31,857,892.56	10,141,569.45	6,047,146.14	0.61	0.03	0.041072	116,540,218.63	69,489,303.52	6,472,923.62	#INUMT
2005	7	3.06	56,192,437.66	30,739,187.70	10,243,086.15	5,603,318.90	0.62	0.03	0.041734	118,420,364.60	64,779,994.72	5,487,790.39	#INUMT
2006	8	3.11	57,297,862.66	28,753,855.17	10,345,517.01	5,192,066.13	0.62	0.03	0.042397	120,300,494.31	60,374,761.52	6,160,064.24	#IDIV01
2007	9	3.18	58,587,525.16	26,975,324.12	10,448,972.18	4,810,997.06	0.63	0.03	0.043059	122,180,624.03	56,255,353.42	6,647,076.28	#IDIV01
2008	10	3.26	59,877,187.67	25,292,771.16	10,553,461.90	4,457,896.36	0.63	0.03	0.043722	124,060,669.99	52,404,483.23	7,132,770.02	#IDIV01
2009	11	3.31	60,982,612.67	23,632,765.71	10,658,996.52	4,130,711.30	0.64	0.03	0.044384	125,940,599.71	48,806,119.58	84,298,990.52	#INUMT
2010	12	3.38	62,272,275.17	22,159,956.24	10,765,586.49	3,827,539.83	0.64	0.03	0.045047	127,820,729.43	45,444,707.90	54,782,867.77	#IDIV01
2011	13	3.41	63,824,987.68	20,492,169.47	10,873,242.35	3,546,619.48	0.64	0.03	0.045709	129,700,575.39	42,305,538.18	56,002,345.37	#IDIV01
2012	14	3.44	63,377,700.18	18,965,552.74	10,981,974.77	3,286,317.13	0.64	0.03	0.046372	131,580,705.11	39,375,060.87	57,221,030.16	#IDIV01
2013	15	3.44	64,114,650.18	17,601,910.48	11,091,794.52	3,045,119.54	0.65	0.03	0.047035	133,460,551.07	36,639,998.28	58,254,106.37	#IDIV01
2014	16	3.52	64,851,600.18	16,334,157.15	11,202,712.47	2,821,624.33	0.65	0.04	0.047697	135,340,680.79	34,088,225.15	59,286,368.14	#IDIV01
2015	17	3.55	65,404,212.68	15,114,182.51	11,314,759.59	2,614,552.82	0.65	0.04	0.048360	137,220,810.51	31,708,048.60	60,501,758.23	#IDIV01
2016	18	3.58	66,141,262.69	14,021,533.65	11,427,886.99	2,422,640.50	0.65	0.04	0.049022	139,100,636.47	29,488,458.42	61,551,506.80	#IDIV01
2017	19	3.62	66,693,975.19	12,971,289.22	11,543,165.85	2,244,832.03	0.65	0.04	0.049685	140,980,786.19	27,419,306.56	62,744,645.14	#IDIV01
2018	20	3.68	67,983,437.69	12,150,380.96	11,657,587.52	2,086,073.71	0.66	0.04	0.050347	142,860,915.91	25,490,800.34	63,219,690.70	#IDIV01
2019	21	3.73	68,720,587.69	11,249,427.16	11,774,163.59	1,927,407.75	0.66	0.04	0.051010	144,740,761.87	23,693,782.50	64,246,010.79	#IDIV01
2020	22	3.77	69,457,537.69	10,431,251.79	11,891,905.05	1,785,946.63	0.66	0.04	0.051673	146,620,891.59	22,019,776.24	65,271,448.87	#IDIV01
2021	23	3.80	70,010,250.20	9,646,109.27	12,010,824.08	1,654,867.98	0.66	0.04	0.052335	148,501,021.30	20,460,676.43	66,479,947.03	#IDIV01
2022	24	3.83	70,562,962.70	8,919,507.12	12,130,932.32	1,533,409.78	0.66	0.04	0.052998	150,380,867.27	19,008,884.62	67,686,922.26	#IDIV01
2023	25	3.87	71,299,912.70	8,268,496.55	12,252,241.64	1,420,865.94	0.66	0.04	0.053660	152,260,996.99	17,657,378.26	68,708,842.65	#IDIV01
2024	26	3.91	72,036,862.70	7,664,182.61	12,374,764.06	1,316,582.20	0.66	0.04	0.054323	154,140,842.93	16,399,431.13	69,729,216.19	#IDIV01
2025	27	3.94	72,549,575.20	7,085,509.25	12,498,511.70	1,219,952.52	0.67	0.04	0.054985	156,020,972.67	15,228,868.00	70,939,885.77	#IDIV01
2026	28	3.98	73,326,525.21	6,564,276.44	12,623,496.81	1,130,414.53	0.67	0.04	0.055648	157,901,102.39	14,159,798.47	71,951,080.37	#IDIV01
2027	29	4.02	74,063,475.21	6,074,650.62	12,749,731.78	1,047,448.33	0.67	0.04	0.056310	159,780,948.35	13,126,730.05	72,967,741.36	#IDIV01
2028	30	4.06	74,539,425.25	6,748,688.21	12,877,229.10	970,571.39	0.71	0.04	0.056973	161,661,078.07	12,184,579.12	59,244,423.72	#IDIV01
			576,083,788.06		108,364,667.49		0.61	0.03	0.047566		1,268,097,494.52	34,751,066.95	#IDIV01
			SUMA		SUMA		MEDIA	MEDIA	MEDIA		SUMA		TIR

CAPITULO IV. EVALUACIÓN TECNICA

	FACTOR : AÑO CALENDARIO	1 GAS \$/1000 FT3 DOLARES	PRECIO DE VENTA E.E. DOLARES	PRECIO DE COMPRA E.E. DOLARES	ESCENARIO ENERGIA ELECTRICA 1996	ESCENARIO MEDIO-GAS \$/1000 FT3 DOLARES 1993	ESCENARIO ALTO-GAS \$/1000 FT3 DOLARES 1993	PRECIO DE VENTA E.E. DOLARES anterior	GAS \$/1000 FT3 DOLARES anterior
1	1,996	1.74	0.0583	0.0344					
2	1,997	1.78	0.0597	0.0351	3.37833				
3	1,998	1.88	0.0635	0.0358	3.44458				
4	1,999	1.99	0.0674	0.0364	3.51084				
5	2,000	2.11	0.0716	0.0371	3.5771				
6	2,001	2.22	0.0758	0.0378	3.64335				
7	2,002	2.36	0.0803	0.0384	3.70961				
8	2,003	2.48	0.0845	0.0391	3.77587				
9	2,004	2.61	0.0890	0.0397	3.84212				
10	2,005	2.75	0.0937	0.0404	3.90838				
11	2,006	2.90	0.0985	0.0411	3.97463				
12	2,007	3.05	0.1036	0.0417	4.04089				
13	2,008	3.11	0.1055	0.0424	4.10715				
14	2,009	3.18	0.1076	0.0431	4.1734				
15	2,010	3.25	0.1097	0.0437	4.23966				
16	2,011	3.31	0.1118	0.0444	4.30592				
17	2,012	3.38	0.1128	0.0450	4.37217				
18	2,013	3.41	0.1151	0.0457	4.43843				
19	2,014	3.44	0.1160	0.0464	4.50469				
20	2,015	3.48	0.1172	0.0470	4.57094				
21	2,016	3.52	0.1183	0.0477	4.6372				
22	2,017	3.55	0.1195	0.0484	4.70345				
23	2,018	3.59	0.1206	0.0490	4.76971				
24	2,019	3.62	0.1215	0.0497	4.83597				
25	2,020	3.66	0.1227	0.0503	4.90222				
26	2,021	3.69	0.1238	0.0510	4.96848				
27	2,022	3.73	0.1249	0.0517	5.03474				
28	2,023	3.77	0.1261	0.0523	5.10099				
29	2,024	3.80	0.1272	0.0530	5.16725				
30	2,025	3.83	0.1283	0.0537	5.23351				
31	2,026	3.87	0.1295	0.0543	5.29976				
32	2,027	3.91	0.1306	0.0550	5.36602				
33	2,028	3.94	0.1318	0.0556	5.43227				
34	2,029	3.98	0.1329	0.0563	5.49853				
35	2,030	4.02	0.1341	0.0570	5.56479				
36	2,031	4.86	0.1353	0.0576	5.63104				
37	2,032	4.91	0.1365	0.0583	5.6973				
38	2,033	4.96	0.1377	0.0590	5.76356				
39	2,034	5.02	0.1389	0.0596	5.82981				
40	2,035	5.07	0.1401	0.0603	5.89607				
41	2,036	5.13	0.1414	0.0609	5.96233				
42	2,037	5.18	0.1426	0.0616	6.02858				
43	2,038	5.24	0.1439	0.0623	6.09484				
44	2,039	5.30	0.1451	0.0629	6.1611				
45	2,040	5.35	0.1464	0.0636	6.22735				
46	2,041	5.41	0.1477	0.0643	6.29361				
47	2,042	5.47	0.1490	0.0649	6.35986				
48	2,043	5.53	0.1503	0.0656	6.42612				
49	2,044	5.59	0.1517	0.0662	6.49238				
50	2,045	5.66	0.1530	0.0669	6.55863				
51	2,046	5.72	0.1544	0.0676	6.62489				
52	2,047	5.78	0.1557	0.0682	6.69115				
	2,048	5.84		0.0689	6.7574				
				0.0696	6.82366				
				0.0702	6.88992				
				0.0000	6.95617				
					7.02243				

# **ANALISIS DE FACTIBILIDAD TECNICA DEL MODELO:**

## **C.C. S-507 EA bis**

## UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN

### ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA

S-507EA

CAPACIDAD NOMINAL:  MW

Altitud	m.s.n.m.
Presión atmosférica	Bar
Temperatura ambiente promedio	°C
Pérdidas en el ducto de entrada	mBar
Pérdidas en el ducto de salida	mBar
Humedad absoluta	g
Capacidad unitaria (T.G. + T.V.)	kW
Configuración básica	T.G./T.V.
Capacidad Turbinas de Gas	kW
Capacidad Turbinas de Vapor	kW
HEAT RATE	kJ/kWh
Eficiencia	%
Consumo horario de Gas	m <sup>3</sup> /h

I. S. O.	
C. Sencillo.	C. Comb.
0	0
1.0126	1.0126
	15
	0
	0
	0
	620.000
5	3
416,000	83,200
	68.000
	7,121
	50.55%
	124,916

EL CARMEN	
C. Sencillo.	C. Comb.
2.209	2.209
0.7847	0.7847
	20
	0
	0
	0
	301,335
	49,257

FACTORES DE CORRECCION	
F <sub>EA</sub> = 1.000	F <sub>MA</sub> = 1.000
F <sub>EA</sub> = 1.000	F <sub>MA</sub> = 1.000
F <sub>CA</sub> = 0.745	F <sub>MA</sub> = 0.745
F <sub>EA</sub> = 0.970	F <sub>MA</sub> = 0.982
F <sub>EA</sub> = 1.002	F <sub>MA</sub> = 1.000
F <sub>EA</sub> = 1.000	F <sub>MA</sub> = 1.000
F <sub>EA</sub> = 1.000	F <sub>MA</sub> = 1.000
F <sub>EA</sub> = 1.000	F <sub>MA</sub> = 1.000
F <sub>EA</sub> = 1.008	
F <sub>EA</sub> = 0.997	

TURBINAS DE GAS 7000EA	
60,267	kW
49,257	kW
13,473	kW
7,156	kJ/kWh
50,31	%
90,931	m <sup>3</sup> /h
449,106	kW

CAPACIDAD CON TURBINAS DE GAS N° TRENES
CAPACIDAD CON TURBINA(S) DE VAPOR
CONSUMO DE AUXILIARES
HEAT RATE
EFICIENCIA
CONSUMO TOTAL DE GAS
CAPACIDAD INSTALADA TOTAL DE LA PLANTA

CAPITULO IV. EVALUACION TECNICA

DEDUCCION DE FACTORES DE CORRECCION PARA TURBINAS DE GAS:  
por temperatura ambiente (bulbo seco).

Abcisas		Ordenadas <sub>HR</sub>		Ordenadas <sub>F1</sub>		Ordenadas <sub>Pot</sub>	
X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>
-15	45	0.9505	1.049	1.11	0.89	1.18	0.82
		Tanθ	0.001641667	Tanθ	-0.00366667	Tanθ	-0.006
		b	0.9751	b	1.0550	b	1.0900
Ecuaciones		$y = 0.0011641667x + 0.9751$		$y = -0.00366667x + 1.055$		$y = -0.006x + 1.090$	
		x	20	x	20	x	20
		y	1.008	y	0.982	y	0.970

por humedad absoluta.

Abcisas		Ordenadas <sub>HR</sub>		Ordenadas <sub>F1</sub>		Ordenadas <sub>Pot</sub>	
X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>
0	0.03	0.997	1.0087	1	1	1.0019	0.996
		Tanθ	0.39	Tanθ	0	Tanθ	-0.19666667
		b	0.9970	b	1.0000	b	1.0019
Ecuaciones		$y = 0.39x + 0.997$		$y = 0.0x + 1.0$		$y = -0.19666667 + 1.019$	
		x	0.0000	x	0.0000	x	0.0000
		y	1.00	y	1.00	y	1.00

por elevación sobre nivel del mar.

Abcisas		Ordenadas <sub>HR</sub>		Ordenadas <sub>F1</sub>		Ordenadas <sub>Pot</sub>	
X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>
0	2000	1	1	1	0.769444	1	0.769444
		Tanθ	0	Tanθ	-0.00011528	Tanθ	-0.00011528
		b	1.0000	b	1.0000	b	1.0000
Ecuaciones		$y = 0.0x + 1.0$		$y = -0.000115278x + 1.0$		$y = -0.000115278x + 1.0$	
		x	2209	x	2209	x	2209
		y	1.0000	y	0.7454	y	0.7454

por caída de presión a la entrada de la turbina de gas.

Abcisas		Ordenadas <sub>HR</sub>		Ordenadas <sub>F1</sub>		Ordenadas <sub>Pot</sub>		Ordenadas <sub>13</sub>
X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>
0	30	1	1.0161	1	0.9725	1	0.956	1
		Tanθ	0.000537037	Tanθ	-0.00091667	Tanθ	-0.00146667	Tanθ
		b	1.0000	b	1.0000	b	1.0000	b
Ecuaciones		$y = 0.000537037x + 1.0$		$y = -0.00091667x + 1.0$		$y = -0.00146667x + 1.0$		$y = 0.0003x + 1.0$
		x	0	x	0	x	0	x
		y	1.0000	y	1.0000	y	1.000	y

por caída de presión a la salida de la turbina de gas.

Abcisas		Ordenadas <sub>HR</sub>		Ordenadas <sub>F1</sub>		Ordenadas <sub>Pot</sub>		Ordenadas <sub>13</sub>
X <sub>0</sub>	X <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>
0	30	1	1.0220	1	0.998	1	0.976	1
		Tanθ	0.000733333	Tanθ	-6.6667E-05	Tanθ	-0.0008	Tanθ
		b	1.0000	b	1.0000	b	1.0000	b
Ecuaciones		$y = 0.000733333x + 1.0$		$y = -6.6667E-05x + 1.0$		$y = -0.0008x + 1.0$		$y = 0.000392333x + 1.0$
		x	0	x	0	x	0	x
		y	1.0000	y	1.000	y	1.000	y

CAPITULO IV. EVALUACIÓN TECNICA

AÑO	CONSEC.	PARIDAD \$/USD	COMPRA DE ENERGIA EN BLOQUE LFC A CFE		VENTA DE ENERGIA AL PUBLICO (PROMEDIO)		COMPRA DE GAS NATURAL INDUSTRIAL		DIFERENCIAL USD/kWh
			\$/kWh	USD/kWh	\$/kWh	USD/kWh	\$/m <sup>3</sup>	USD/m <sup>3</sup>	
1975		.....	0.00016473	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1976		.....	0.00019917	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1977		.....	0.00023592	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1978		.....	0.00024891	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1979		.....	0.00024891	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1980		.....	0.00036263	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1981		.....	0.00052110	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1982		.....	0.00085670	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1983		.....	0.00220261	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1984		.....	0.00345120	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1985		.....	0.00556960	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1986		.....	0.01075180	.....	.....	.....	0.058	.....	.....
1987		.....	0.02465780	.....	.....	.....	0.183	.....	.....
1988		.....	0.05799080	.....	0.09100403	.....	0.183	.....	.....
1989		.....	0.07048380	.....	0.11574633	.....	0.243	.....	.....
1990		.....	0.08746820	.....	0.14741400	.....	0.243	.....	.....
1991		.....	0.09995940	.....	0.19337416	.....	0.237	.....	.....
1992		.....	0.11245060	.....	0.22664239	.....	0.290	.....	.....
1993		.....	0.13858000	.....	0.23945775	.....	0.269	.....	.....
1994		.....	0.17214000	.....	0.25478563	.....	0.262	.....	.....
1995		.....	0.19305000	.....	0.29319373	.....	0.533	.....	.....
1996		.....	0.25580000	.....	0.38125915	.....	1.152	.....	.....
1997		.....	0.24589972	0.0286	0.47508280	0.0552	0.725	0.0843	0.0266
1998		8.6	0.27391433	0.0319	0.45577254	0.0530	0.803	0.0934	0.0211
1999	1	.....	0.30253911	0.0352	0.49979209	0.0581	0.903	0.1050	0.0223
2000	2	.....	0.33212070	0.0386	0.54471656	0.0633	1.005	0.1169	0.0247
2001	3	.....	0.36074536	0.0419	0.59428602	0.0691	1.119	0.1302	0.0272
2002	4	.....	0.38656209	0.0449	0.64677312	0.0752	1.233	0.1434	0.0303
2003	5	.....	0.41114566	0.0478	0.69586664	0.0809	1.340	0.1556	0.0331
2004	6	.....	0.43624455	0.0507	0.73762009	0.0858	1.443	0.1676	0.0350
2005	7	.....	0.45897051	0.0534	0.77266523	0.0898	1.522	0.1770	0.0365
2006	8	.....	0.49070431	0.0571	0.81331211	0.0946	1.583	0.1818	0.0375
2007	9	.....	0.51656605	0.0601	0.86807538	0.1009	1.615	0.1878	0.0409
2008	10	.....	0.54213043	0.0630	0.91309179	0.1062	1.776	0.2066	0.0431
2009	11	.....	0.56755137	0.0660	0.95720735	0.1113	1.870	0.2174	0.0453
2010	12	.....	0.59334361	0.0690	1.00021509	0.1163	1.958	0.2277	0.0473
2011	13	.....	0.61972637	0.0721	1.04310939	0.1213	2.044	0.2377	0.0492
2012	14	.....	0.64633982	0.0752	1.08727811	0.1264	2.128	0.2475	0.0513
2013	15	.....	0.67286291	0.0782	1.13305016	0.1318	2.213	0.2573	0.0535
2014	16	.....	0.69924362	0.0813	1.17927516	0.1371	2.300	0.2675	0.0558
2015	17	.....	0.72457495	0.0843	1.22382256	0.1423	2.391	0.2780	0.0581
2016	18	.....	0.75083632	0.0873	1.26670450	0.1473	2.487	0.2892	0.0600
2017	19	.....	0.77719339	0.0904	1.31116912	0.1525	2.585	0.3006	0.0621
2018	20	.....	0.80354603	0.0934	1.35593172	0.1577	2.676	0.3111	0.0642
2019	21	.....	0.82978989	0.0965	1.40089544	0.1629	2.766	0.3205	0.0664
2020	22	.....	0.85591242	0.0995	1.44575726	0.1681	2.846	0.3309	0.0686
2021	23	.....	0.88200248	0.1026	1.49027424	0.1733	2.936	0.3414	0.0707
2022	24	.....	0.90813785	0.1056	1.53451854	0.1784	3.028	0.3521	0.0728
2023	25	.....	0.93435468	0.1086	1.57882987	0.1836	3.119	0.3627	0.0749
2024	26	.....	0.96067795	0.1117	1.62350374	0.1888	3.211	0.3733	0.0771
2025	27	.....	0.98684800	0.1147	1.66834813	0.1940	3.301	0.3838	0.0792
2026	28	.....	1.01299884	0.1178	1.71291941	0.1992	3.390	0.3942	0.0814
2027	29	.....	1.03915775	0.1208	1.75741627	0.2044	3.479	0.4046	0.0835
2028	30	.....	1.06534458	0.1239	1.80188777	0.2096	3.568	0.4149	0.0856

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON  
INGENIERIA EN COMPUTACION**

**PROYECTO DE CICLO COMBINADO**

**ANALISIS ECONOMICO**

S-527EA

PLANTA:	EL CARMEN						
CAPACIDAD:	449	MW					
ALTITUD:	2,209	mnm					
CONSIDERACIONES :		PROGRAMA DE INSTALACION					
	AÑO	5	4	3	2	1	SUMA
	% FLUJO	0%	0%	20%	40%	40%	100%
FACTOR DE VALOR PRESENTE	1.19						
FACTOR DE PLANTA	90%						
CONSUMO DE AUXILIARES	13.473	MW					
PARIDAD	8.60	\$/USD	CANTIDAD	SUBTOTAL			
COSTO DE TERRENO	70	\$/m <sup>2</sup>	146569	1,193,003	USD		
COSTO DE LINEA DE TRANSMISION	945346	\$/km	107.7	11,838,810	USD		
COSTO DE GASODUCTO	41538	\$/100m	15	72,624	USD		
COSTO DE SUBESTACION	47,000,000	USD/Lote	1	47,000,000	USD		
COSTO DE LA COMPENSACION	2,700,000	USD/Lote	1	2,700,000	USD		
INDIRECTOS		USD	5.3%	17,612,631	USD		
COSTOS DIRECTOS (Incluye instalación)	332,313,800	USD	1	332,313,800	USD		
COSTO DE PRODUCCION	0.0185	USD/kWh	C. UNITARIO	403.00	USD/kWh <sub>(Costo 1991)</sub>		
VALOR PRESENTE UTILIDAD RED. EN COSTOS GENERACION		1,179,794,754	USD	1093.80	USD/kWh(Sido)		
VALOR PRESENTE NETO DE LAS UTILIDADES		1,181,961,650	USD				
VALOR PRESENTE DE INGRESOS TC7ALES		2,919,748,165	USD				
VALOR PRESENTE DE INVERSION		491,232,280	USD				
VALOR PRESENTE DE COMBUSTIBLE		1,177,441,732	USD				
VALOR PRESENTE DE OP. Y MANTO		69,112,503	USD				
TASA DE INTERES DE LA DEUDA		10	%				
TASA MINIMA ATRACTIVA DE RETORNO		7	%				
INCREMENTO DE PAGOS ANUALES		0	%				
RELACION BENEFICIO COSTO		1.69	Adim.				
ROTACION DE CAPITAL		8.04	Adim.				
AMORTIZACION DE LA DEUDA		10	AÑOS				
VIDA UTIL DE LA CENTRAL		30	AÑOS				
TASA INTERNA DE RETORNO DE LA INVERSION		23.254	%				

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON  
INGENIERIA EN COMPUTACION**

PROYECTO DE CICLO COMBINADO  
ANALISIS ECONOMICO

**TABLA DE PAGOS A CAPITAL**

PLANTA: EL CARMEN			S-507EA		SALDO
PERIODO	DEUDA PERIODO	INTERESES PERIODO	PAGO EN PERIODO		
			CORRIENTE	V. PRESENTE	
0	491,232,280				491,232,280
1	491,232,280	49,123,228	79,945,791	72,677,992	460,409,717
2	460,409,717	46,040,972	79,945,791	66,070,902	426,504,897
3	426,504,897	42,650,490	79,945,791	60,064,466	389,209,596
4	389,209,596	38,920,960	79,945,791	54,604,051	348,184,764
5	348,184,764	34,818,476	79,945,791	49,640,047	303,057,449
6	303,057,449	30,305,745	79,945,791	45,127,315	253,417,402
7	253,417,402	25,341,740	79,945,791	41,024,832	198,813,351
8	198,813,351	19,881,335	79,945,791	37,295,302	138,748,894
9	138,748,894	13,874,889	79,945,791	33,904,820	72,677,992
10	72,677,992	7,267,799	79,945,791	30,822,563	0
			SUMA	491,232,280	



CAPITULO IV. EVALUACIÓN TECNICA

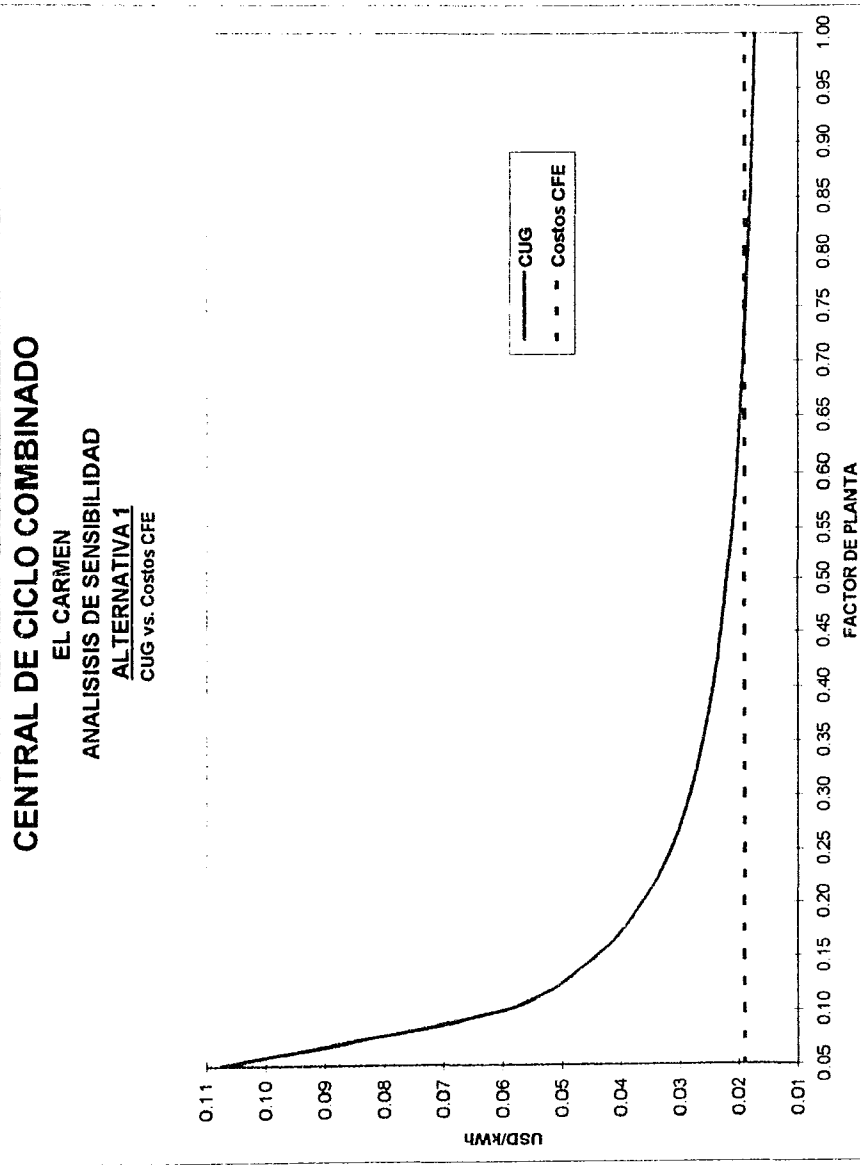
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON**  
**INGENIERIA EN COMPUTACION**

PROYECTO DE CICLO COMBINADO  
 ANALISIS ECONOMICO

**TABLA DE FLUJOS ANUALES**

PLANTA: EL CARMEN	S-507EA	
FACTOR DE PLANTA	0.80	
CAPACIDAD	449	MW
GENERACION ANUAL	3147333	MWh
GENERACION NETA ANUAL	3052913	MWh
COSTO DE OP. Y MANTO. DE LA CENTRAL (DOLARES/AÑO 1994)	6740807	* ACTUALIZADO

AÑO	AÑO DE VIDA UTIL	COSTO DE COMBUSTIBLE V. PRESENTE USD	OPERACION Y MANTO. V. PRESENTE USD	INGRESOS POR VENTA DE E.E. V. PRESENTE USD	UTILIDAD NOMINAL V. PRESENTE USD	UTILIDAD POR RED. COSTOS V. PRESENTE USD
1998	0	0	0	0	0	
1999	1	60828144	6128007	161291930	21657787	63857418
2000	2	61553275	5626624	159808975	26558174	82371387
2001	3	62314756	5166264	158601515	30956038	62287428
2002	4	62426707	4743570	156818457	35044129	63091509
2003	5	61648534	4355480	153383466	37739426	62768419
2004	6	60365307	3999104	147786137	38294411	60370353
2005	7	57868081	3671904	140753281	38188464	57144490
2006	8	54043415	3371476	134688871	39978678	53425592
2007	9	50753994	3095628	130689058	42924617	52916844
2008	10	50748326	2842349	124969359	40558121	50771242
2009	11	48559632	2609793	119097444	67928019	48481691
2010	12	46233318	2396265	113135041	64505458	46021623
2011	13	43676271	2200207	107260768	61184290	43536605
2012	14	41523935	2020190	101638678	58094553	41218879
2013	15	39251068	1854902	96288587	55182617	39107519
2014	16	37092807	1703137	91106244	52310500	37086382
2015	17	35054004	1563789	85952549	49334756	35063583
2016	18	33147702	1435843	80876610	46293065	32937049
2017	19	31320373	1318365	76105081	43466343	30993916
2018	20	29471638	1210499	71548424	40866288	29147725
2019	21	27595320	1111458	67200931	38494153	27395924
2020	22	25901910	1020520	63048138	36125708	25722589
2021	23	24298307	937023	59081347	33846017	24114699
2022	24	22777380	860358	55304905	31667168	22575110
2023	25	21333780	789985	51729009	29605265	21115678
2024	26	19961410	725331	48357009	27670268	19742664
2025	27	18657201	665986	45175205	25852019	18453528
2026	28	17420400	611496	42165543	24133647	17229375
2027	29	16251557	561465	39328079	22516067	16073441
2028	30	15153383	515527	36657525	20988616	14984202
					1,181,961,650	1,179,794,754
					SUMA	SUMA



ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON**  
**INGENIERIA EN COMPUTACION**

**PROYECTO DE CICLO COMBINADO**  
**ANALISIS ECONOMICO**

**TABLA DE DATOS PARA ANALISIS DE SENSIBILIDAD CUG vs.COSTOS CFE**

FACTOR DE PLANTA	PLANTA: EL CARMEN		GASTO DE GAS NAT. USD	S-507EA		COSTO UNIT. E.E. CFE USD/kWh
	GENERACION EN 30 AÑOS kWh	INVERSION POR CAPITAL USD		GASTO POR O. y M. USD	COSTO UNIT. DE GEN. USD/kWh	
	GNA x 20	C. Dir + C. In		-(CH <sub>4</sub> x CC)	-(CC y M <sub>1</sub> )	
0.05	5,901,249,065	491,232,280	73,590,108	70,612,425	0.10768	0.01900
0.10	11,802,498,130	491,232,280	147,180,217	70,816,123	0.06009	0.01900
0.15	17,703,747,195	491,232,280	220,770,325	71,019,822	0.04423	0.01900
0.20	23,604,996,260	491,232,280	294,360,433	71,223,521	0.03630	0.01900
0.25	29,506,245,325	491,232,280	367,950,541	71,427,220	0.03154	0.01900
0.30	35,407,494,390	491,232,280	441,540,650	71,630,919	0.02837	0.01900
0.35	41,308,743,455	491,232,280	515,130,758	71,834,618	0.02610	0.01900
0.40	47,209,992,521	491,232,280	588,720,866	72,038,317	0.02440	0.01900
0.45	53,111,241,586	491,232,280	662,310,975	72,242,016	0.02308	0.01900
0.50	59,012,490,651	491,232,280	735,901,083	72,445,715	0.02202	0.01900
0.55	64,913,739,716	491,232,280	809,491,191	72,649,414	0.02116	0.01900
0.60	70,814,988,781	491,232,280	883,081,299	72,853,113	0.02044	0.01900
0.65	76,716,237,846	491,232,280	956,671,408	73,056,812	0.01983	0.01900
0.70	82,617,486,911	491,232,280	1,030,261,516	73,260,511	0.01930	0.01900
0.75	88,518,735,976	491,232,280	1,103,851,624	73,464,210	0.01885	0.01900
0.80	94,419,985,041	491,232,280	1,177,441,732	73,667,909	0.01845	0.01900
0.85	100,321,234,106	491,232,280	1,251,031,841	73,871,608	0.01810	0.01900
0.90	106,222,483,171	491,232,280	1,324,621,949	74,075,307	0.01779	0.01900
0.95	112,123,732,236	491,232,280	1,398,212,057	74,279,006	0.01751	0.01900
1.00	118,024,981,301	491,232,280	1,471,802,166	74,482,704	0.01726	0.01900

CAPITULO IV. EVALUACION TECNICA

COSTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

CATEGORIA	COSTOS DE OPERACION		COSTOS DE MANTENIMIENTO		COSTO TOTAL
	MONEDA LOCAL	MONEDA EXTRANJERA	MONEDA LOCAL	MONEDA EXTRANJERA	
1.00	...	...	...	...	...
1.01	...	...	...	...	...
1.02	...	...	...	...	...
1.03	...	...	...	...	...
1.04	...	...	...	...	...
1.05	...	...	...	...	...
1.06	...	...	...	...	...
1.07	...	...	...	...	...
1.08	...	...	...	...	...
1.09	...	...	...	...	...
1.10	...	...	...	...	...
1.11	...	...	...	...	...
1.12	...	...	...	...	...
1.13	...	...	...	...	...
1.14	...	...	...	...	...
1.15	...	...	...	...	...
1.16	...	...	...	...	...
1.17	...	...	...	...	...
1.18	...	...	...	...	...
1.19	...	...	...	...	...
1.20	...	...	...	...	...
1.21	...	...	...	...	...
1.22	...	...	...	...	...
1.23	...	...	...	...	...
1.24	...	...	...	...	...
1.25	...	...	...	...	...
1.26	...	...	...	...	...
1.27	...	...	...	...	...
1.28	...	...	...	...	...
1.29	...	...	...	...	...
1.30	...	...	...	...	...
1.31	...	...	...	...	...
1.32	...	...	...	...	...
1.33	...	...	...	...	...
1.34	...	...	...	...	...
1.35	...	...	...	...	...
1.36	...	...	...	...	...
1.37	...	...	...	...	...
1.38	...	...	...	...	...
1.39	...	...	...	...	...
1.40	...	...	...	...	...
1.41	...	...	...	...	...
1.42	...	...	...	...	...
1.43	...	...	...	...	...
1.44	...	...	...	...	...
1.45	...	...	...	...	...
1.46	...	...	...	...	...
1.47	...	...	...	...	...
1.48	...	...	...	...	...
1.49	...	...	...	...	...
1.50	...	...	...	...	...
1.51	...	...	...	...	...
1.52	...	...	...	...	...
1.53	...	...	...	...	...
1.54	...	...	...	...	...
1.55	...	...	...	...	...
1.56	...	...	...	...	...
1.57	...	...	...	...	...
1.58	...	...	...	...	...
1.59	...	...	...	...	...
1.60	...	...	...	...	...
1.61	...	...	...	...	...
1.62	...	...	...	...	...
1.63	...	...	...	...	...
1.64	...	...	...	...	...
1.65	...	...	...	...	...
1.66	...	...	...	...	...
1.67	...	...	...	...	...
1.68	...	...	...	...	...
1.69	...	...	...	...	...
1.70	...	...	...	...	...
1.71	...	...	...	...	...
1.72	...	...	...	...	...
1.73	...	...	...	...	...
1.74	...	...	...	...	...
1.75	...	...	...	...	...
1.76	...	...	...	...	...
1.77	...	...	...	...	...
1.78	...	...	...	...	...
1.79	...	...	...	...	...
1.80	...	...	...	...	...
1.81	...	...	...	...	...
1.82	...	...	...	...	...
1.83	...	...	...	...	...
1.84	...	...	...	...	...
1.85	...	...	...	...	...
1.86	...	...	...	...	...
1.87	...	...	...	...	...
1.88	...	...	...	...	...
1.89	...	...	...	...	...
1.90	...	...	...	...	...
1.91	...	...	...	...	...
1.92	...	...	...	...	...
1.93	...	...	...	...	...
1.94	...	...	...	...	...
1.95	...	...	...	...	...
1.96	...	...	...	...	...
1.97	...	...	...	...	...
1.98	...	...	...	...	...
1.99	...	...	...	...	...
2.00	...	...	...	...	...

**CAPITULO V**  
**EVALUACION ECONOMICA Y**  
**FINANCIAMIENTO**

**EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIAMIENTO****1) INVERSIONES****a) ESTRUCTURA Y COSTO**

Por tratarse de un proyecto de productor independiente, se considera que el total de la inversión será financiada por el proponente que resulte triunfador en la licitación. Las erogaciones de dinero se efectuarán durante la etapa de construcción, de acuerdo con el programa de trabajo que abarca un período de tres años.

Con el fin de evitar al máximo distorsiones por los constantes cambios en la paridad de nuestra moneda en el mercado internacional, en este trabajo se utiliza como base monetaria el dólar estadounidense.

**b) INVERSIÓN DE LAS INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS PREVIOS.**

La inversión estimada sobre este rubro será del orden de 100.000 USD que quedará incluido dentro de los costos indirectos de la inversión.

**c) INVERSIÓN POR TERRENOS Y RECURSOS NATURALES**

El proyecto se desarrollará en un área rural, donde se ubicará la Central de Ciclo Combinado, dentro del área de influencia de LFC y como se citó se aprovechará el derecho de vía, modificando la línea de transmisión existente y tomando una mínima parte de agua de la cuenca del Complejo Hidroeléctrico Necaxa.

Respecto al costo de terreno, por situarse en área rural su valor se estimó en 1,349,978.<sup>00</sup>USD.

**d) INVERSIÓN DE LOS EQUIPOS PUESTOS EN OBRA Y SUS INSTALACIONES**

Para la finalidad de este concepto se tomaron como base las cotizaciones de varios proveedores, siendo del orden de:

• Turbinas de gas (Incluye costo de Calderas Recuperadoras de Calor, equipos auxiliares, S.E <sup>1</sup> , y obras civiles).	208,065,000. <sup>00</sup> USD
• Línea de 230 kV de la S.F. El Carmen a S. E. Valle de México. (Modificación).	13,396,548. <sup>00</sup> USD
• Gasoducto, y planta de medición.	<u>82,180.<sup>00</sup> USD</u>
<b>T O T A L</b>	<b>221,543,728.<sup>00</sup> USD</b>

<sup>1</sup> S. E. Secretaria de Energía

**e) INVERSIÓN DE LAS INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS.**

Las erogaciones de dinero para las obras civiles (cimentación para los grupos turbina-generador, caldera de recuperación de calor, torres de enfriamiento, equipos auxiliares menores, edificio, cimentación de las turbinas de vapor, almacenes, talleres y edificios administrativos), se encuentran incluidas en los costos de inversión.

De acuerdo con la publicación de Costos y Parámetros de referencia para la formulación de proyectos de Inversión en el Sector Eléctrico, en lo correspondiente a la composición de Inversión por Tipo de Recurso y Proceso publicado por la CFE<sup>2</sup>, para este concepto se estima que asciende al 5% del costo del equipo.

Costo de Inversión por Obra Civil	10,403,250. <sup>00</sup> USD
-----------------------------------	-------------------------------

**f) COSTOS INDIRECTOS DE LA INVERSIÓN**

Los costos indirectos de la inversión son originados por estudios previos, administrativos del proyecto durante la construcción, gastos por servicios de Ingeniería, control y otras actividades relacionadas con la obra, que se realizaran por el productor independiente. La estimación de este costo indirecto proporcionado por CFE, para proyectos nuevos de centrales de ciclo combinado es del 5% del costo directo.

Costo indirecto de la inversión	10,403,250. <sup>00</sup> USD
---------------------------------	-------------------------------

**g) INVERSIÓN POR INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y EDIFICACIÓN DE OBRAS (LABOR)**

Tomando como base la publicación, para este concepto se estima 7.61%. Este concepto se encuentra implícito en los costos de inversión.

Costo de Inversión por Labor	15,833,746. <sup>00</sup> USD
------------------------------	-------------------------------

**h) INVERSIÓN DE MATERIAL, TRANSPORTE E IMPREVISTOS.**

La inversión indicada por CFE para estos conceptos de una Central nueva es del orden de 20%. Este concepto también se encuentra implícito en los costos de inversión.

Costo de Inversión de Material transporte, e imprevistos.	41,613,000. <sup>00</sup> USD
---	-------------------------------

<sup>2</sup> CFE. Comisión Federal de Electricidad

**i) ESTIMACIÓN DEL CAPITAL CIRCULANTE.**

Este concepto consiste en la cantidad de dinero que requiere la central para que pueda operar. De hecho es el fondo inicial revolvente que se requiere para que trabaje una planta. Desde el punto de vista contable el capital circulante, se define como la diferencia aritmética entre el activo circulante y el pasivo circulante.

El activo circulante está compuesto por:

- Caja chica y dinero en documentos, para cubrir gastos y operaciones en forma cotidiana sea gastos de continencia, por ofertas y administrativos no previstos, etc. Se estima que este rubro asciende a 150,000.<sup>00</sup> USD.
- Inventarios de materiales menores, consumibles químicos, herramientas y stock (abastecimiento) de refacciones de mantenimiento menor. Se considera un nivel adecuado de inventario de almacenes de 1,500,000.<sup>00</sup> USD.
- Cuentas por cobrar: Resultado del tiempo que transcurre entre la generación de energía de la central y la capitalización de su correspondiente pago por concepto de la comercialización de esta. Se calcula un valor mensual del período promedio de recuperación de 3,643,383.<sup>00</sup> USD.

El pasivo circulante está compuesto por:

- Los financiamientos que se le otorgan a la planta de generación, los cuales pueden ser algunos servicios, proveedores, impuestos, pagos diferidos de material y administrativos, con créditos a corto plazo necesarios para cubrir parte de la inversión del capital circulante. Siendo aproximadamente el 40% del activo circulante, un nivel recomendable para este concepto 2,117,353.<sup>00</sup> USD. Por lo tanto el valor calculado para el Capital circulante es:

Capital Circulante	3,176,030. <sup>00</sup> USD
--------------------	------------------------------

**j) CALENDARIO DE INVERSIONES**

Tomando como base que la central entrará en operación en el primer trimestre de 1999, las erogaciones de la inversión se harán de acuerdo con el calendario de construcción fig. 5.1

Año	%	MONTO (USD)
2001	20	59,816,326. <sup>00</sup>
2002	40	119,632,652. <sup>00</sup>
2003	40	119,632,652. <sup>00</sup>

Fig 5.1



Estas erogaciones son las siguientes:

Año	%	Monto (USD)
2001	20	46,659,391. <sup>00</sup>
2002	40	93,318,782. <sup>00</sup>
2003	40	93,318,782. <sup>00</sup>

Fig. 5.2

## **2) PRESUPUESTO DE GASTOS E INGRESOS.**

En este capítulo se analizan los gastos e ingresos previstos en la operación y comercialización de la energía generada por la Central de Ciclo Combinado "EL CARMEN", durante un lapso de 30 años, que es su vida útil estimada. A partir de la puesta en marcha en 2003 y hasta el año de 2033. Tomando en cuenta que la depreciación de la planta se calculó para el final de este período.

Sin embargo se estima que la obsolescencia se empezará a notar pasados los primeros 15 años de operación continua en función directa del factor de planta con que se opere. A partir de ese año la merma en la capacidad de la planta podrá aparecer a razón de un 1% anualmente.

Respecto a los costos de producción en la generación de energía eléctrica de esta planta, a sus componentes los podemos agrupar en:

- Costos de inversión
- Costos por consumo de combustible
- Costos de mano de obra por operación y mantenimiento.

Se elaboraron cálculos de costos de generación, para todas las variantes, seleccionando entre todas las alternativas la correspondiente al modelo de referencia. esto es con la idea de presentar un estudio lo más real posible. Este estudio fue realizado haciendo variar el porcentaje de utilización de capacidad de producción de la central, a través del parámetro denominado Factor de Planta.

Para uniformizar todas las comparaciones se toma como base el valor de 0.85 como factor de planta.

### **PARAMETROS ECONOMICOS GENERALES**

- No se tomó en cuenta la inflación.
- Tasa de descuento del 7% anual.
- Período de vida útil. 30 años.
- Se tomaron en cuenta los costos de terreno, línea aérea y gasoducto.

#### **a) COSTOS UNITARIOS DE INVERSIÓN, COMBUSTIBLE, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y DE GENERACIÓN.**

##### **COSTO UNITARIO DE INVERSIÓN.**

Estos costos están formados por activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles, los cuales son bienes propiedad de la empresa. Los activos fijos tales como el equipo, maquinaria, terrenos, edificios, líneas de transmisión, gasoducto, etc., no pueden desprenderse fácilmente de la empresa sin que con ello se ocasionen problemas a las actividades productivas. Y los activos diferidos como lo son patentes de inversión, diseños industriales, nombres comerciales, asistencia técnica, transferencia de tecnología, gastos preoperativos, de instalación y puesta en marcha de equipos, contratos de servicios, estudios de ingeniería o administrativos, evaluaciones, capacitación, etc.,

tienen el mismo comportamiento que los activos fijos. En el cálculo de estos costos, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones que abarcan todo lo anterior:

- Factor de costos indirectos del 5%
- Factor de consumo de energía de instalaciones auxiliares, 3%
- Periodo de instalación. 3 años.

Bajo los criterios anteriores, se realizó el cálculo por computadora para un rango de factores de planta desde 0.05 hasta 1 con incrementos de 0.05. Se calcularon estos costos en forma unitaria, con el criterio de nivelación de costos, tomando en cuenta el valor del dinero respecto al tiempo, desde el inicio de la construcción con sus respectivos flujos de dinero para cada año de construcción, hasta el final de su período productivo.

### **COSTO UNITARIO DE COMBUSTIBLE**

Como el combustible es el principal insumo de la central, el costo por este concepto se toma también como componente del costo unitario de generación.

Las consideraciones principales para el cálculo de los costos unitarios por concepto de combustible son las siguientes:

- El consumible a utilizar en la central será exclusivamente gas natural.
- En el cálculo de estos costos, se utilizan precios de uso doméstico.

Basado en lo anterior, también se realizó el correspondiente cálculo por computadora para el mismo rango de factores de planta citados anteriormente, también se calcularon estos costos en forma unitaria, con el criterio de nivelación de costos, tomando en cuenta el valor del dinero respecto al tiempo, a partir del primer año de operación de la planta, hasta el final de su período productivo. Los costos calculados fueron corregidos de acuerdo al escenario de evolución de los precios del gas natural.

### **COSTO UNITARIO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Junto con los costos arriba descritos los costos de operación y mantenimiento complementan los costos unitarios de generación de la central aquí propuesta. A diferencia de los anteriores. Estos costos se distinguen por estar constituidos por un componente fijo y otro variable.

Los costos fijos son aquellos que se presentan independientemente de la operación de la planta y por tanto, no están relacionados directamente con la energía generada (salarios, prestaciones, etc.).

Los costos variables son aquellos que guardan una relación directa con la generación de energía eléctrica (refacciones y materiales, servicios de terceros, etc.).

Debido a la dificultad de reunir una estadística nacional; suficiente respecto a este rubro en lo que a ciclos combinados se refiere, los datos de costos fijos y variables, fueron tomados del "Energy Power research Institute" (EPRI), de los Estados Unidos de Norteamérica publicado en el documento "Technical Assesment Guide" (TAG'93).

Y los valores son los siguientes:

- El costo fijo considerado es de 0.0027 USD/Kw
- El costo variable de 0.00016 USD/kWh

Para este concepto, los cálculos también fueron nivelados para el mismo rango de factores de planta descrito en los dos puntos anteriores (inversión, combustible), tomando en cuenta las consideraciones del valor del dinero respecto al tiempo.

### COSTO UNITARIO DE GENERACION

Para determinar los costos unitarios de generación, una vez obtenidos bajo las mismas condiciones los "costos constitutivos", solo queda sumarlos.

En la tabla 1 se resumieron los datos más relevantes por lo que respecta al concepto de costos unitarios de esta central para un factor de planta de 0.85.

CAPACIDAD Kw	COSTO INVERSION USD/ kWh	COSTO COMBUSTIBLE USD/ kWh	COSTO M.O. Y MANTENIMIENTO USD/ kWh	COSTO TOTAL USD/ kWh
406.346	0.009055	0.021607	0.003401	0.034062

TABLA 1

#### a) INGRESO UNITARIO POR LA VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Para determinar los ingresos que se tendrán durante la vida útil de la central, se requiere de un costo de referencia, el cual no debe ser el costo comercial de CFE y LFC, ya que ahí se incluyen los costos de transmisión, distribución, etc. De todo el sistema eléctrico nacional, y sus utilidades. Siendo para el caso del productor independiente, que estos costos no repercutirán en sus costos de producción.

El costo por kWh<sup>3</sup> que se considera aplicable para este propósito, es el costo de la energía en bloque que CFE vende a LFC, y su costo a febrero de 1996, es N\$0.2614 (0.0344 USD).

Debido a que la tendencia del costo referido será a la alza respecto al tiempo, por estar este ligado a los precios del combustible y por la tendencia que las tarifas eléctricas tomen un nivel sin subsidio, se tomará su incremento de precio en forma similar al que se presenta en la evolución de los precios del combustible. Además este costo debe de ser trasladado a valor presente para obtener con fidelidad el ingreso marginal anual. Dándole unitario por la venta de energía eléctrica ser:

$$IU = 0.047366 \text{ USD/ kWh}$$

<sup>3</sup> kWh kilo watt hora

### **b) DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE EQUILIBRIO**

Comparando el costo unitario por venta de energía ( $IU^4$ ), con el costo unitario de generación y graficando a ambos con respecto al factor de planta, encontramos dos curvas que se cruzan en un punto. este cruce es el punto de equilibrio, el cual se localiza para este caso entre, 0.4 y 0.45 de factor de planta. Esto quiere decir que la central de Ciclo Combinado "El Carmen", en términos prácticos, producirá ganancias brutas; operando a partir de un factor de planta mínimo de 0.45.

### **c) ANTECEDENTES PARA LA EVALUACIÓN SOCIAL Y BENEFICIOS INHERENTES AL PROYECTO.**

La propuesta de la Central de ciclo Combinado "El Carmen", aporta además del beneficio de recuperar una parte del nivel de generación requerido, arroja los siguientes beneficios inherentes:

- Este Proyecto aporta un ahorro de energía equivalente a las pérdidas de transmisión que se tendrían al generar esta capacidad, desde un punto mucho más lejano.
- Proporciona a la región local de un centro de acopio de trabajo calificado.
- También incide en el lugar, una derrama económica, producto del consumo de bienes y servicios requeridos por los trabajadores de la central.
- Por tratarse de una propuesta basada en tecnologías de punta, los requerimientos de impacto ambiental pueden ser cumplidos con facilidad.
- Se puede considerar en este rubro, el beneficio así, aumentando la capacidad estratégica de LFC
- Con la aportación de la generación de esta planta al sistema de ZMCM<sup>5</sup>, se reducen los riesgos de inestabilidad en el área citada.
- Con este lugar de generación, se diversifica el ingreso de reactivos solicitados por el sistema.
- El hecho de desahogar las líneas de los enlaces Oriente y Poniente, al generar desde un tercer punto, beneficia estas líneas de transmisión, ya que habitualmente trabajarán sus conductores a menor temperatura, alargando su vida de trabajo.
- El punto de aportación alterno de energía, también tiene como beneficio disminuir el riesgo de dependencia con respecto al número de líneas aéreas, beneficio que se busca en el diseño de las subestaciones al crearlas con alimentadores que respalden la salida de otros alimentadores.

---

<sup>4</sup> IU Ingreso Unitario.

<sup>5</sup> ZMCM Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

### 3) RENTABILIDAD

En los capítulos anteriores se demostró la factibilidad técnica de este proyecto, y para este capítulo es necesario complementar este perfil.

El monto de las inversiones totales del capital comprometido para este proyecto tendrá un valor de 236,472,986.<sup>00</sup> USD. Este monto será compuesto por 233,296,956.<sup>00</sup> USD que corresponde al valor presente de la inversión más 3,176,030.<sup>00</sup> USD que corresponde al capital circulante.

Los términos básicos de evaluación económica se fundamentan principalmente en los siguientes conceptos, los cuales fueron manejados desde el principio para aplicarlos en la sección de las alternativas de generación más ventajosas:

- a) Utilidades Brutas.
- b) Tasa Interna de Retorno
- c) Relación Beneficio-Costo
- d) Rotación de Capital.

Mencionando entre los criterios de evaluación, a continuación se describe punto a punto, cada una de las técnicas de evaluación y su factibilidad, de acuerdo a las siguientes:

#### CONSIDERACIONES:

- Factor de planta: 0.85
- Tasa de interés sobre la deuda: 9%
- Tasa requerida de retorno: 7%
- Plazo de amortización: 10 años
- Vida útil de la central: 30 años.

#### a) UTILIDADES BRUTAS.

Para el modelo Central de Ciclo Combinado "El Carmen", se obtuvo una utilidad bruta anual de 9,136,235.<sup>00</sup> USD aproximadamente.

#### b) TASA INTERNA DE RETORNO

Después de hacer un análisis económico al modelo de central de referencia, utilizando flujos constantes relacionados al valor presente neto (VPN<sup>6</sup>), tanto de ingresos como de egresos se calculó una tasa interna de retorno (TIR<sup>7</sup>) de 16.72% con financiamiento y sin tomar en cuenta la inflación. Es conveniente hacer esta última consideración simplificando el estudio, debido a que quedarían a la incertidumbre los resultados puesto que, la inflación no es predecible.

---

<sup>6</sup> VPN Valor Presente Neto

<sup>7</sup> T.I.R. Tasa Interna de Retorno

### c) RELACIÓN BENEFICIO-COSTO

El método para encontrar la Relación Beneficio-Costo (**B/C**), se utiliza regularmente para evaluar las inversiones gubernamentales o de interés social, tanto los beneficios como los costos no se cuantifican como se hacen en un proyecto de productor independiente, sino se toman en cuenta criterios sociales. Para este caso estos criterios son difíciles de ponderar. Aunque los otros beneficios como es la disminución de pérdidas por transmisión, la diversificación del abasto de energía al **ZMCM**<sup>7</sup>, son tan tenuous con respecto a la inversión lo cual influye para que esta evaluación resultaría como la de utilidades brutas, pero expresada en un cociente.

Debido a lo anterior es más recomendable la evaluación por medio de las evaluaciones anteriores, las cuales están basadas en los principios del **VPN**.

$$B/C = 1.39058$$

### d) ROTACION DE CAPITAL

Este parámetro nos indica la actividad final de la rotación del capital total. Definido como la relación de las ventas anuales entre los activos totales o capital total anualizado, sin importar el flujo de caja correspondiente al financiamiento o plan de pagos que se programe.

$$RC = 6.5377$$

### e) OBSERVACIONES

- De acuerdo con el parámetro de utilidades brutas, se registra que este valor es de 3.8035%, respecto a la inversión total de la planta.
- Respecto al **TIR** encontrado para este proyecto, cuyo valor fue de 16.72%, para hacer una evaluación aceptable, es necesario compararlo contra la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (**TMAR**). La **TMAR** está definida como la suma del índice inflacionario más el premio al riesgo. Considerando el índice inflacionario como cero debido a que este no fue considerado en el cálculo del **TIR** y su repercusión en la comparación se anula. Con respecto al riesgo, podemos decir que la inversión de la Central de Ciclo Combinado "El Carmen", es una inversión prácticamente sin riesgos; Primero, porque el mercado del producto de esta Central es cautivo; Segundo porque la demanda de energía es creciente respecto al tiempo y su valor de escasez irá también en aumento. Además que la energía es un insumo de primera necesidad tanto para la industria como para el consumo doméstico. Por lo que el valor de la **TMAR** para este caso debe de considerarse cero.
- Aunque en la aplicación del parámetro de beneficio-costo respecto al valor de 1.39058 nos indica una estricta rentabilidad comparando al valor de 1, el cual significa que la suma de beneficios son iguales que la suma de los costos y los desbeneficios que el proyecto implique.

---

<sup>7</sup> ZMCM Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

- Un valor aceptado para este concepto de rotación de capital, según los textos sobre esta materia es de 2.0 por lo que el valor encontrado para estos proyectos rebasa considerablemente el valor de referencia.

#### f) CONCLUSIONES

De acuerdo con los parámetros de evaluación económica este proyecto se puede considerar plenamente rentable, ya que en ninguno de los parámetros referidos se determinaron valores negativos.

#### g) VALOR AGREGADO POR UNIDAD DE CAPITAL

Para comenzar este punto primeramente se debe definir la unidad de capital. Esta unidad se puede tomar de los costos unitarios de generación, los cuales están compuestos de la siguiente forma:

$$\text{CUG} = \text{C. Inv.} + \text{C. Comb.} + \text{C. M. O.}$$

Donde:

**CUG = Costo Unitario de Generación**

**C. Inv. = Costo de Inversión**

**C. Comb. = Ciclo Combinado**

**C. M. O. = Costo de Mano de Obra**

Los costos de Inversión son costos asociados al capital (Activo fijo) y los costos de mano de obra, combustible, mantenimiento y operación son asociados al capital de trabajo (activo circulante).

Tomando el costo de ingreso unitario por la venta de energía eléctrica en bloque, se encontrará que la diferencia de costos unitarios es el valor agregado.

$$\text{VA} = \text{IU} - \text{CUG} = 0.013304 \text{ USD/kWh}$$

Donde:

**VA = Valor Agregado**

**IU = Ingreso Unitario**

**CUG = Costo Unitario de Generación**

Respecto a la unidad de capital el valor agregado por unidad de capital será:

$$\text{VAUC} = \text{VA}/\text{C. Inv.} = 1.4392 = 146.92\%$$

Donde:

**VAUC = Valor Agregado por Unidad de Capital**

**VA = Valor Agregado**

**C. Inv. = Costo de Inversión**



### **h) INTENSIDAD DE CAPITAL**

La intensidad de capital es una de las razones de liquidez, más empleada para medir la solvencia a corto plazo y a que indica a que grado es posible cubrir las deudas a corto plazo, solo con los activos que se convierten en efectivo en corto tiempo. Se obtiene dividiendo los activos circulantes sobre los pasivos circulantes. Para el caso de la Central de Ciclo Combinado "El Carmen" será:

$$IC = AC/PC = 2.5$$

Donde:

**IC = Intensidad de Capital**  
**AC = Activos Circulantes**  
**PC = Pasivos Circulantes**

### **i) OCUPACIÓN DEL PERSONAL POR UNIDAD DE CAPITAL**

Considerando una plantilla de 30 personas para la operación de la Central, la ocupación del personal por unidad de capital será:

$$OP = N/CT = 30/236,472,986.$$

Donde:

**OP = Ocupación del personal**  
**N = Núm. personal**  
**CT = Costo Total**

### **j) VALOR AGREGADO POR UNIDAD DE INSUMOS TOTALES.**

$$VAUI = VA / (C.Comb. + C. M. O.) = 0.013304 / 0.25008$$
$$VAUI = 0.532 = 53.20\%$$

Donde:

**VAUI = Valor Agregado por Unidad de Insumos**  
**VA = Valor Agregado**  
**C.Comb. = Ciclo Combinado**  
**C. M. O. = Costo de Mano de Obra**

#### 4) FINANCIAMIENTO

Aunque la mayor parte de los fondos empleados de LFC se generan internamente en el curso de sus actividades comerciales, las fuentes externas de financiamiento son un recurso importante al que se puede acudir en cierto tiempo para realizar obras, instalaciones o centrales nuevas. Es precisamente por la magnitud de la inversión en la Central de Ciclo Combinado "El Carmen", que se requiere de una fuente externa de financiamiento. Las instituciones Bancarias son las fuentes que pueden proporcionar la mayor parte de los fondos, y los préstamos bancarios a plazo fijo están disponibles en términos de hasta 10 años. Para el caso del proyecto en cuestión, los planes de financiamiento a largo plazo se consideran de 10 años.

##### a) CALENDARIO DE APORTACIONES DE CAPITAL

Para poder construir la Central de Ciclo Combinado "El Carmen" es necesario que de acuerdo al programa de inversión indicado en la tabla 2, se hagan las erogaciones correspondientes al avance de obra.

AÑO	%	MONTO (USD)
2001	20	46,659,391. <sup>00</sup>
2002	40	93,318,782. <sup>00</sup>
2003	40	93,318,782. <sup>00</sup>

TABLA 2

En forma más detallada, en la tabla 3, se muestra la composición aproximada del costo de inversión por tipo de recurso, expresada en millones de dólares.

##### CALENDARIO DE OBRAS

CONCEPTO	2001	2002	2003	TOTAL
MANO DE OBRA	3.166	6.334	6.334	15.834
EQUIPO NACIONAL	4.858	9.714	9.714	24.286
EQUIPO IMPORTADO	30.312	60.626	60.626	151.564
MATERIALES	3.746	7.490	7.490	18.726
OTROS	4.577	9.155	9.155	22.887
SUBTOTAL	46.659	93.319	93.319	233.297
INVERSION	20%	40%	40%	100%

TABLA 3

## **b) FUENTES DE FINANCIAMIENTO**

En este punto se proponen esquemas ideales de conformación del capital correspondiente para este proyecto, los cuales no pueden considerarse que sean normativos en su totalidad.

### **• CAPITAL PROPIO, CAPITAL FIJO Y CAPITAL CIRCULANTE**

Respecto al capital fijo, sería recomendable que su totalidad forme parte del capital propio, pero debido a la magnitud de la inversión se puede contar como aceptable un rango de financiamiento mayor del 30%.

En lo que respecta al capital circulante correspondiente de esta central, se considera que su totalidad debe formar parte del capital propio.

Para formación del Capital propio del Productor Independiente de la Central de Ciclo Combinado “El Carmen”, esto podrá hacer uso de la emisión de acciones, bonos u obligaciones colocadas en el mercado bursátil, conforme a las disposiciones que permita la ley, así como el acopio del circulante propio.

### **• CREDITOS Y FORMA DE PAGO.**

El productor independiente deberá indicar claramente el origen de los recursos financieros ya que los financiamientos propuestos para este proyecto deberán ser estructurados con recursos que no involucren directa o indirectamente al gobierno federal, y a la banca de desarrollo. Estos recursos, podrán proceder de las instituciones Bancarias y Financieras tanto nacionales como extranjeras.

El tipo de crédito al que estará sujeto el Productor Independiente será del tipo preferencial especial para el fomento de la industria. Esto debido a la necesidad urgente de disminuir el rezago de generación que la demanda del mercado está exigiendo. Además que el riesgo que presenta el mercado es muy bajo, y la demanda del producto de la Central de Ciclo Combinado “El Carmen” será creciente con un valor también creciente.

Previo a la licitación, se debe de establecer las condiciones de seguridad de la inversión que den a la banca o a las instituciones financieras la certeza de la retribución de los empresarios. Una de las condiciones que cualquier institución crediticia solicitará es la certificación de un abasto seguro de combustible de por lo menos quince años, y el consiguiente suministro de agua, los cuales serán negociados por LFC con PEMEX y la CNA. Al productor independiente se le facilitará un certificado por parte de LFC bajo el cual se asegure la compra del total de la energía generada, ya que incurre en esa obligación por ser la parte licitadora; siendo este certificado un documento de valioso apoyo para la obtención de un financiamiento.

Para LFC las formas de pago de la deuda que el productor Independiente realice, no necesitan llenar ningún requisito, estos se harán de acuerdo a lo que se establezca el licitador con su fuente financiera, obviamente estos pagos irán acordes al contrato en lo referente a los pagos de energía que LFC tenga que realizar al Productor Independiente.

**c) FINANCIAMIENTO DE LA MONEDA LOCAL Y DE LAS DIVISAS**

Por norma toda la evaluación debe ser expresada en una moneda estable, para este caso, en dólares Americanos.

Pero, se tiene que tomar en cuenta que los ingresos por venta de energía eléctrica serán en moneda nacional. Esto acarreará una diferencia por paridad.

**d) PRESUPUESTO DE GASTOS E INGRESOS EN LA OPERACIÓN DEL PROYECTO**

Basados en los modelos de referencia de la central y financiero, se presenta una tabla donde se aprecian anualmente los ingresos y egresos de la Central de Ciclo Combinado "El Carmen". Aquí se observa que las utilidades resultan negativas en los primeros cinco años de operación, en los cuales el costo financiero es máximo y al final de la vida comercial la TIR se eleva hasta un 16.72%.

**e) COEFICIENTES DE SOLIDES DE LA ESTRUCTURA FINANCIERA DE LA FUTURA EMPRESA.**

Se habrá de justificar plenamente la solidez de la futura empresa refiriéndose a las cuatro razones financieras que son:

1. Razones de liquidez; Que se componen de la tasa circulante y la prueba de activo.
2. Tasa de apalancamiento; Que se componen de la tasa de deuda y la tasa de ganancias del interés.
3. Tasas de actividad; Que se componen de la tasa de rotación del activo total y la tasa del período promedio de recolección.
4. Tasas de rentabilidad. Que se componen de la tasa de margen de beneficio sobre ventas, tasa del rendimiento sobre activos totales y la tasa del rendimiento sobre el valor neto de la empresa.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON  
INGENIERIA EN COMPUTACION**

**PROYECTO DE CICLO COMBINADO**

**ANALISIS ECONOMICO**

S-507EA

PLANTA.		EL CARMEN					
CAPACIDAD:	449	MW					
ALTITUD:	2,209	mnm					
CONSIDERACIONES :		PROGRAMA DE INSTALACION					
	AÑO	5	4	3	2	1	SUMA
	% FLUJO	0%	0%	20%	40%	40%	100%
FACTOR DE VALOR PRESENTE	1.19						
FACTOR DE PLANTA	80%						
CONSUMO DE AUXILIARES	6.287	MW					
GANANCIAS POR TRANSMISIÓN *	-8 870	MW					
PARIDAD	10.40	\$/USD	CANTIDAD	SUBTOTAL			
COSTO DE TERRENO	70	\$/m <sup>2</sup>	146569	996,522	USD		
COSTO DE LINEA DE TRANSMISION (Dir. + Ind.)	159714	USD/km	107.7	17,201,198	USD		
COSTO DE GASODUCTO (Dir. + Ind.)	352626	USD/km	1.5	528,939	USD		
COSTO DE SUBESTACION (Dir. + Ind.)	47,000,000	USD/Lote	1	47,000,000	USD		
COSTO DE LA COMPENSACION (Dir. + Ind.)	2,700,000	USD/Lote	1	2,700,000	USD		
INDIRECTOS		USD	5.3%	13,250,000	USD		
COSTOS DIRECTOS (Incluye Instalación)	250,000,000	USD	1	250,000,000	USD		
COSTO DE PRODUCCIÓN	0.0152	USD/kWh	C. UNITARIO	303.18	USD/kWh <sub>costo neto</sub>		
VALOR PRESENTE UTILIDAD RED. EN COSTOS GENERACIÓN		USD		878.97	USD/kWh <sub>costo neto</sub>		
VALOR PRESENTE NETO DE LAS UTILIDADES		USD		1,080,292,315	USD		
VALOR PRESENTE DE INGRESOS TOTALES		USD		2,454,232,409	USD		
VALOR PRESENTE DE INVERSION		USD		394,749,857	USD		
VALOR PRESENTE DE COMBUSTIBLE		USD		973,653,740	USD		
VALOR PRESENTE DE OP. Y MANTO		USD		69,112,503	USD		
VALOR PRESENTE BONIFICACIÓN POR TRANSMISIÓN		USD		63,579,806	USD		
TASA DE INTERES DE LA DEUDA		%		10	%		
TASA MINIMA ATRACTIVA DE RETORNO		%		7	%		
INCREMENTO DE PAGOS ANUALES		%		0	%		
RELACION BENEFICIO COSTO		Adim.		1.71	Adim.		
ROTACION DE CAPITAL		Adim.		8.70	Adim.		
AMORTIZACION DE LA DEUDA		AÑOS		10	AÑOS		
VIDA UTIL DE LA CENTRAL		AÑOS		30	AÑOS		
TASA INTERNA DE RETORNO DE LA INVERSION		%		24.590	%		

\*Nota: El valor negativo denota ganancias

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON  
INGENIERIA EN COMPUTACION

ANALISIS ECONOMICO-FINANCIERO

<b>PLANTA:</b>	<b>EL CARMEN</b>			<b>S-207EA-2</b>	
<b>CAPACIDAD:</b>	<b>406</b>	<b>MW</b>			
<b>ALTITUD:</b>	<b>2.209</b>	<b>msnm</b>			
<b>CONSIDERACIONES :</b>	<b>FACTOR DE PLANTA:</b>	<b>85%</b>			
	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO UNIT.</b>	<b>CANTIDAD</b>		
<b>PARIDAD</b>	<b>\$/USD</b>	<b>7.6</b>			
<b>COSTO DE TERRENO</b>	<b>\$/m2</b>	<b>70</b>	<b>146,569</b>	<b>1,349,978</b>	<b>USD</b>
<b>COSTO DE LINEA DE TRANSMISION</b>	<b>\$/km</b>	<b>945,346</b>	<b>108</b>	<b>13,396,548</b>	<b>USD</b>
<b>COSTO DE GASODUCTO</b>	<b>\$/100m</b>	<b>41,638</b>	<b>15</b>	<b>82,180</b>	<b>USD</b>
<b>COSTO DE INDIRECTOS</b>	<b>USD</b>		<b>5%</b>	<b>10,403,250</b>	<b>USD</b>
<b>COSTO DEL CICLO COMBINADO</b>	<b>USD/kW</b>	<b>512.04</b>	<b>406,346</b>	<b>208,065,000</b>	<b>USD</b>
<b>VALOR PRESENTE NETO DE LAS UTILIDADES</b>				<b>274,087,044</b>	<b>USD</b>
<b>VALOR PRESENTE DE INGRESOS TOTALES</b>				<b>1,311,618,000</b>	<b>USD</b>
<b>VALOR PRESENTE DE INVERSION</b>				<b>273,014,783</b>	<b>USD</b>
<b>VALOR PRESENTE DE COMBUSTIBLE</b>				<b>652,432,482</b>	<b>USD</b>
<b>VALOR PRESENTE DE OP. Y MANTO</b>				<b>112,083,692</b>	<b>USD</b>
<b>COSTO DE LA CENTRAL</b>				<b>233,296,956</b>	<b>USD</b>
<b>TASA DE INTERES DE LA DEUDA</b>				<b>9.00</b>	<b>%</b>
<b>TASA REQUERIDA DE RETORNO</b>				<b>7.00</b>	<b>%</b>
<b>INCREMENTO DE PAGOS ANUALES</b>				<b>0.00</b>	<b>%</b>
<b>ROTACION DE CAPITAL</b>				<b>6.53770</b>	
<b>AMORTIZACION DE LA DEUDA</b>				<b>10</b>	<b>AÑOS</b>
<b>VIDA UTIL DE LA CENTRAL</b>				<b>30</b>	<b>AÑOS</b>
<b>TASA INTERNA DE RETORNO DE LA INVERSION</b>				<b>16.72</b>	<b>%</b>

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON  
INGENIERIA EN COMPUTACION

ANALISIS ECONOMICO-FINANCIERO

<b>PLANTA:</b>	<b>EL CARMEN</b>	
<b>CAPACIDAD:</b>	<b>393</b>	<b>MW</b>
<b>ALTITUD:</b>	<b>2,209</b>	<b>msnm</b>

S-207FA-1

<b>CONSIDERACIONES :</b>	<b>FACTOR DE PLANTA:</b>		<b>85%</b>	
	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO UNIT.</b>	<b>CANTIDAD</b>	
<b>PARIDAD</b>	<b>\$/USD</b>	<b>7.6</b>		
<b>COSTO DE TERRENO</b>	<b>\$/m2</b>	<b>70</b>	<b>146,569</b>	<b>1,349,978 USD</b>
<b>COSTO DE LINEA DE TRANSMISION</b>	<b>\$/cm</b>	<b>945,346</b>	<b>108</b>	<b>13,396,548 USD</b>
<b>COSTO DE GASODUCTO</b>	<b>\$/100m</b>	<b>41,638</b>	<b>15</b>	<b>82,180 USD</b>
<b>COSTO DE INDIRECTOS</b>	<b>USD</b>		<b>5%</b>	<b>11,436,300 USD</b>
<b>COSTO DEL CICLO COMBINADO</b>	<b>USD/KW</b>	<b>582.20</b>	<b>392,863</b>	<b>228,726,000 USD</b>
<b>VALOR PRESENTE NETO DE LAS UTILIDADES</b>				<b>285,246,885 USD</b>
<b>VALOR PRESENTE DE INGRESOS TOTALES</b>				<b>1,268,097,495 USD</b>
<b>VALOR PRESENTE DE INVERSION</b>				<b>298,402,154 USD</b>
<b>VALOR PRESENTE DE COMBUSTIBLE</b>				<b>576,083,788 USD</b>
<b>VALOR PRESENTE DE OP. Y MANTO</b>				<b>108,364,667 USD</b>
<b>COSTO DE LA CENTRAL</b>				<b>254,991,006 USD</b>
<b>TASA DE INTERES DE LA DEUDA</b>				<b>9.00 %</b>
<b>TASA REQUERIDA DE RETORNO</b>				<b>7.00 %</b>
<b>INCREMENTO DE PAGOS ANUALES</b>				<b>0.00 %</b>
<b>ROTACION DE CAPITAL</b>				<b>5.78302</b>
<b>AMORTIZACION DE LA DEUDA</b>				<b>10 AÑOS</b>
<b>VIDA UTIL DE LA CENTRAL</b>				<b>30 AÑOS</b>
<b>TASA INTERNA DE RETORNO DE LA INVERSION</b>				<b>16.33 %</b>

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGON  
INGENIERIA EN COMPUTACION**

**PROYECTO DE CICLO COMBINADO**

**ANALISIS ECONOMICO**

S-507EA

PLANTA:	EL CARMEN						
CAPACIDAD:	449	MW					
ALTITUD:	2,209	manm					
CONSIDERACIONES :			PROGRAMA DE INSTALACION				
	AÑO	6	4	3	2	1	SUMA
	% FLUJO	0%	0%	20%	40%	40%	100%
FACTOR DE VALOR PRESENTE	1.19						
FACTOR DE PLANTA	80%						
CONSUMO DE AUXILIARES	13.473	MW					
PARIDAD	8.60	\$/USD	CANTIDAD	SUBTOTAL			
COSTO DE TERRENO	70	\$/m2	146569	1,193,002	USD		
COSTO DE LINEA DE TRANSMISION	945346	\$/km	107.7	11,838,810	USD		
COSTO DE GASODUCTO	41638	\$/100m	15	72,624	USD		
COSTO DE SUBESTACION	47,000,000	USD/Lote	1	47,000,000	USD		
COSTO DE LA COMPENSACION	2,700,000	USD/Lote	1	2,700,000	USD		
INDIRECTOS		USD	5.3%	17,612,631	USD		
COSTOS DIRECTOS (Incluye Instalación)	332,313,800	USD	1	332,313,800	USD		
COSTO DE PRODUCCION	0.0185	USD/kWh	C. UNITARIO	403.00	USD/kWh (Costo 1982)		
VALOR PRESENTE UTILIDAD RED. EN COSTOS GENERACION		1,179,794,754	USD	1093.80	USD/kWh (Sitio)		
VALOR PRESENTE NETO DE LAS UTILIDADES		1,181,961,650	USD				
VALOR PRESENTE DE INGRESOS TOTALES		2,919,748,165	USD				
VALOR PRESENTE DE INVERSION		491,232,280	USD				
VALOR PRESENTE DE COMBUSTIBLE		1,177,441,732	USD				
VALOR PRESENTE DE OP. Y MANTO		69,112,503	USD				
TASA DE INTERES DE LA DEUDA		10	%				
TASA MINIMA ATRACTIVA DE RETORNO		7	%				
INCREMENTO DE PAGOS ANUALES		0	%				
RELACION BENEFICIO COSTO		1.68	Adim.				
ROTACION DE CAPITAL		8.04	Adim.				
AMORTIZACION DE LA DEUDA		10	AÑOS				
VIDA UTIL DE LA CENTRAL		30	AÑOS				
TASA INTERNA DE RETORNO DE LA INVERSION		23.254	%				



**CAPITULO VI**  
**CONCLUSIONES**

## CONCLUSIONES

Como hemos visto, la automatización de operaciones, procesos y acciones, regula la toma de decisiones en el diseño y planeación de un proyecto que tiene como finalidad proporcionar un determinado servicio, así, la evaluación automatizada desarrolla mejor las condiciones útiles para establecer los requerimientos necesarios que harán posible su funcionamiento, ya que planea, organiza y prevé todas las características que tendrá en cuanto a su actuación y eficiencia al ser puesto en marcha.

La importancia de la automatización no solo radica en términos de trabajo mecánico o para la realización de procesos instantáneos que concluyan con la ejecución de una serie de ordenes previamente establecidas; es una herramienta eficaz que puede aprovecharse para diseñar la estructura que tendrá el proyecto, sus costos y utilidades en beneficio de resultados óptimos que permitan alcanzar finalmente el objetivo para el cual fue planeado.

Si aplicamos la automatización en la evaluación de recursos técnicos y materiales, un proyecto de aplicación y servicio, tendrá mejores expectativas de desarrollo; no es suficiente con la organización y la planeación de las etapas o las actividades que compondrán el sistema; es importante realizar un estudio minucioso de todo aquello relacionado con la finalidad que se pretende alcanzar. El principal objetivo de automatizar la evaluación de un proyecto, es establecer la dirección que tendrá desde su diseño y proyección hasta su desarrollo a su puesta en marcha.

Hoy en día, las computadoras, son un instrumento muy valioso en la evolución y el progreso industrial; las diversas ciencias, que se apoyan en una computadora para la realización de estudios y pruebas de campo, se ven grandemente beneficiadas con la productividad que obtienen en su avance y expansión al contemplar nuevas perspectivas de desarrollo.

Algunos casos importantes, donde ha intervenido claramente una computadora como centro de apoyo es, por ejemplo, en la medicina. Algunos descubrimientos han sido posibles gracias al procesamiento de información y al análisis exhaustivo de datos.

En la administración de las empresas o las industrias, una computadora puede auxiliar de una manera más conveniente su expansión y desarrollo, por eso es de suma importancia realizar una adecuada evaluación automatizada de los diversos propósitos que se buscan cumplir en la propia empresa. Así, el trabajo profesional se puede realizar tomando en consideración varios aspectos aparentemente sin importancia pero, que regulan de manera substancial el quehacer formativo de la empresa o industria; por consiguiente, una organización planificada de las operaciones y de las diversas actividades optimiza las funciones laborales minimizando costos y asegurando la adquisición de ingresos.

Así pues, en la actualidad, gracias a un equipo de computo, es posible realizar rápidamente una automatización de las estadísticas relativas al consumo y demanda de energía eléctrica y con ello buscar alternativas que hagan posible el satisfacer dicha demanda que, garantice a los usuarios un servicio confiable. Por esto es importante que la Compañía de Luz y

## CAPITULO VI. CONCLUSIONES

---

**Fuerza del Centro (LFC)** cuente con centrales generadoras propias que aporten por lo menos el 50% de la demanda que día con día va en aumento

Con el propósito de elaborar una propuesta de solución a la creciente demanda de energía eléctrica, realizamos una serie de investigaciones y estudios de consulta en la compañía de luz y fuerza y en la Comisión Federal de Electricidad para conocer aspectos relevantes que nos indiquen desde el lugar mas apropiado donde podría quedar ubicada la nueva Planta de Energía Eléctrica hasta la evaluación Técnica y Económica de los recursos necesarios para su instalación y puesta en marcha en la producción de dicha energía.

En nuestra investigación, encontramos que el lugar más adecuado donde podría estar ubicada la planta es en el municipio de Ahuazotepec en el estado de Puebla a la altura del poblado de "EL CARMEN" cercano a la Carretera México-Tuxpan en un paraje denominado Carmen Norte, geográficamente se encuentra localizada entre los 20E05' y los 20E06' de latitud Norte y entre los 98°06' y los 98°08' de longitud al oeste del meridiano de Greenwich a una elevación de 2209 msnm; por las características de su infraestructura y ubicación geográfica, este sitio ofrece buenas perspectivas de desarrollo para la planta; para este punto se encontró la mayor cercanía hacia los insumos necesarios (Terreno, gas, agua), además de contar con la existencia de una línea de transmisión y de vías de comunicación vía carretera. La línea de transmisión existente deberá modificarse para transmitir tanto la capacidad que generará la Central de Ciclo Combinado "El Carmen" así como también toda la capacidad del Sistema Hidroeléctrico Necaxa en conjunto.

Los estudios realizados sobre la ubicación donde quedara la Planta eléctrica arrojaron como resultado los siguientes insumos necesarios para su instalación:

- 1) Gasoducto de 1500 m. de longitud, con capacidad de 70,000 m<sup>3</sup>/h.
- 2) El consumo de agua es del orden de 180 l/s.
- 3) La planta propuesta deberá desarrollarse en un área de 14,657 hectáreas.
- 4) Se cuenta con la línea de transmisión proveniente de la planta Hidroeléctrica Necaxa que requiere ser modificada para transmitir la energía de la Central de Ciclo Combinado "El Carmen" y además de las plantas Necaxa, Tepexic y Patla.

Por las limitantes de capacidad de terreno, en combinación con la cercanía de los insumos y que el caudal de agua factible puede llegar a 500 l/s, para no incurrir en impactos ambientales significativos, se limitó la capacidad de la Central de Ciclo Combinado "EL CARMEN" a 400 MW con un consumo estimado a plena carga de 180 l/s.

Después un análisis de computo, se concluyó usar como base del proyecto el Modelo de Ciclo Combinado con una configuración de tres Turbinas de Gas tipo Industrial (FRAMES) con acoplamiento directo a generadores eléctricos, de 82 MW cada una. Por una Turbina de Vapor con capacidad de 178.4 MW, con acoplamiento directo a un Generador Eléctrico. (4 T.G. X 1 T.V.), la cual tendrá 48.4 millones de dólares de utilidad bruta anual y una tasa interna de retorno de 8.24% (ver especificaciones Capitulo II Presentación del Proyecto).

## CAPITULO VI. CONCLUSIONES

---

La elección del Modelo de ciclo Combinado obedece a un análisis de alternativas donde se determinaron los costos unitarios nivelados de generación para todas las variantes y una comparación contra el costo nivelado de venta de energía en bloque, es decir, por ser un modelo técnicamente factible y económicamente rentable.

Por tratarse de un proyecto de productor independiente, se considera que el total de la inversión será financiada por el proponente que resulte triunfador en la licitación. Las erogaciones de dinero se efectuarán durante la etapa de construcción, de acuerdo con el programa de trabajo que abarca un período de tres años.

Con el fin de evitar al máximo distorsiones por los constantes cambios en la paridad de nuestra moneda en el mercado internacional, en este trabajo se utiliza como base monetaria el dólar estadounidense.

La Central y sus sistemas auxiliares serán distribuidos en una superficie de 146,569 m<sup>2</sup>. Los proyectos complementarios a realizar posteriormente son iluminación, red hidráulica, sanitaria, grúas viajeras, drenajes y pavimentos, red neumática y red eléctrica interior.

La capacidad real de la Central de Ciclo Combinado **El Carmen**, oscilará entre 376 MW y 450 MW con una producción anual entre 2,077.2 GWh y 2,486.0 Gwh con una inversión total aproximada de 286,251,906.<sup>00</sup>USD (incluidos mano de obra, equipo nacional, equipo importado y materiales).

Como la Central, requerirá de un gasoducto de 1500 m de longitud, con un diámetro aproximado de 254 mm, con capacidad de conducción de 80,000 m<sup>3</sup>/h, será necesario que cuente con su estación de medición propia con la aprobación y supervisión de PEMEX, tanto en su diseño como para su construcción.

El agua requerida para los sistemas de enfriamiento y de repuesto a generadores de vapor es del orden de 180 l/s, esta agua será suministrada de acuerdo con permisos y tarifas proporcionados por la Comisión Nacional del Agua.

Por ser una obra bajo la modalidad de productor independiente, la operación y mantenimiento de la central correrá por cuenta del licitador; se estima que, para la operación de la planta se contará con una plantilla de 30 trabajadores de mano de obra calificada tanto para la operación como para el mantenimiento.

Se calcula que la planta propuesta deberá desarrollarse en un área rural de 14,657 hectáreas considerando una franja de 50 m en la periferia como barrera arbolada, solicitada por la Secretaría de Pesca y Protección al Ambiente.

Por último, se requiere de modificar los 107.7 km de Línea para que pueda transmitir la Energía de la Central de Ciclo Combinado "El Carmen" y la generación del Complejo Hidroeléctrico de las plantas Necaxa, Tepexic y Patla a 230 kV utilizando el derecho de Vía existente de 85 kV.

## CAPITULO VI. CONCLUSIONES

---

La operación y comercialización de la energía generada por la Central de Ciclo Combinado "EL CARMEN", durante un lapso de 30 años, que es en promedio su vida útil estimada a partir de la puesta en marcha en 2003 y hasta el año de 2033. Se toma en cuenta que el análisis de computo calculó como resultado la depreciación de la planta al final de este periodo. Además, se estima que la obsolescencia se empezará a notar pasados los primeros 15 años de operación continua en función directa del factor de planta con que se opere. A partir de ese año la merma en la capacidad de la planta podrá aparecer a razón de un 1% anualmente.

Los cálculos de costos de generación, se elaboraron para todas las variantes, seleccionando entre todas las alternativas la correspondiente al modelo de referencia, esto es con la idea de presentar un estudio lo real posible; este estudio fue realizado haciendo variar el porcentaje de utilización de capacidad de producción de la central, a través del parámetro denominado Factor de Planta.

La propuesta de la Central de ciclo Combinado "El Carmen", aporta además del beneficio de recuperar una parte del nivel de generación requerido, los siguientes beneficios inherentes:

- Un ahorro de energía equivalente a las pérdidas de transmisión que se tendrían al generar esta capacidad, desde un punto mucho más lejano.
- Proporciona a la región local de un centro de acopio de trabajo calificado.
- También incide en el lugar, una derrama económica, producto del consumo de bienes y servicios requeridos por los trabajadores de la central.
- Por tratarse de una propuesta basada en tecnologías de punta, los requerimientos de impacto ambiental pueden ser cumplidos con facilidad.
- Se puede considerar en este rubro, el beneficio así, aumentando la capacidad estratégica de LFC
- Con la aportación de la generación de esta planta al sistema de ZMCM, se reducen los riesgos de inestabilidad en el área citada.
- Con este lugar de generación, se diversifica el ingreso de reactivos solicitados por el sistema.
- El hecho de desahogar las líneas de los enlaces Oriente y Poniente, al generar desde un tercer punto, beneficia estas líneas de transmisión, ya que habitualmente trabajarán sus conductores a menor temperatura, alargando su vida de trabajo.
- El punto de aportación alterno de energía, también tiene como beneficio disminuir el riesgo de dependencia con respecto al número de líneas aéreas, beneficio que se busca en el diseño de las subestaciones al crearlas con alimentadores que respalden la salida de otros alimentadores.

## CAPITULO VI. CONCLUSIONES

---

Aunque la mayor parte de los fondos empleados de LFC se generan internamente en el curso de sus actividades comerciales, las fuentes externas de financiamiento son un recurso importante al que se puede acudir en cierto tiempo para realizar obras, instalaciones o centrales nuevas. Es precisamente por la magnitud de la inversión en la Central de Ciclo Combinado "El Carmen", que se requiere de una fuente externa de financiamiento. Nuestra propuesta, es que las instituciones Bancarias son las fuentes que pueden proporcionar la mayor parte de los fondos, y los préstamos bancarios a plazo fijo están disponibles en términos de hasta 10 años. Para el caso del proyecto en cuestión, los planes de financiamiento a largo plazo se consideran esos 10 años.

## **REFERENCIAS**

## VI. REFERENCIAS

---

- GAS TURBINE WORD  
COSTOS DE 1998
- GAS TURBINE WORD  
REVISTA BIMESTRAL 97-99
- GENERAL ELECTRIC  
TURBINE STATE OF THE AIR  
TECNOLOGY SEMINARY  
JULIO 95
- ABB SEMINARIO TECNOLOGICO DE TURBO GENERADORES  
Y PLANTAS DE CICLO COMBINADO  
NOVIEMBRE 1995
- UNIDADES GENERADORAS EN OPERACIÓN  
CFE