

137



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

“PROYECTO PARA LA CONTRUCCION
DE LA CENTRAL TERMO ELECTRICA SALTILLO”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

JOSE RAUL SERVOT BENITEZ

2891003



MÉXICO, D.F.

2001



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTTI/026/99

Señor
JOSE RAUL SERVOT BENITEZ
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. LUIS ZARATE ROCHA**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

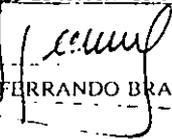
"PROYECTO PARA LA CONSTRUCCION DE LA CENTRAL TERMoeLECTRICA SALTILLO"

- I. ANTECEDENTES
- II. SITUACION ACTUAL
- III. ESTUDIOS PREVIOS
- IV. ANALISIS TECNICO
- V. ANALISIS CIVIL-ESTRUCTURAL DEL PROYECTO
- VI. OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL
- VII. PLAN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL
- VIII. ANALISIS FINANCIERO
- IX. CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÉ EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 25 de febrero de 1999.
EL DIRECTOR


ING. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/GMP/mstg.

Dedico este trabajo, con mucho cariño, a mis padres Arg. José Raúl Servot Ugalde y Sra. Maria Teresa Benitez de Servot, que sin ellos me hubiera sido imposible terminar esta difícil empresa.

Gracias por su apoyo y sobre todo por su confianza.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, que me brindo y abrió sus brazos y me dio la formación integral con la que hoy cuento.

A todos mis compañeros y amigos.

Con agradecimiento a:

La Facultad de Ingeniería, UNAM.

La División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodesica.

Mis maestros.

Las secretarias de la DICTyG.

Y muy especialmente a:

Ing. Luis Zarate Rocha

Por su gran ayuda en la realización y dirección de esta tesis.

Ing. Martín Cordero Rodríguez

Por su valiosa y desinteresada colaboración.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
I. ANTECEDENTES	3
II. SITUACIÓN ACTUAL	8
II.1 Marco Legal	
II.2 Justificación del Proyecto	
II.3 IPP como nuevo esquema en la generación de energía eléctrica	
III. ESTUDIOS PREVIOS	15
III.1 Estudio Geológico	
III.2 Estudio Geotécnico	
III.3 Estudio Geofísico	
III.4 Estudio Climatológico	
IV. ANÁLISIS TÉCNICO	28
IV.1 Localización del sitio	
IV.2 Tipo de tecnología a emplear	
IV.3 Características del combustible base y alternativo	
IV.5 Estudio de agregados para concreto	
V. ANÁLISIS CIVIL - ESTRUCTURAL DEL PROYECTO	42
V.1 Alcance de las instalaciones	
V.2 Bases de Diseño Civil - Estructural	
VI. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL	52
VI 1 Filosofía de operación	
VI 2 Servicios de la fase preoperativa	
VI 3 Organización del personal y plan de contratación de personal	
VI 4 Organización de la central de energía	
VI 5 Servicios de rutina de la fase preoperativa	
VI 6 Programa de capacitación de personal	
VI 7 Estándar de conducta	
VI 8 Programas de operación de la planta	
VI 9 Programa de mantenimiento	
VI 10 Programa de administración de material	
VI 11 Administración de recursos y programación de paros	





- VI.12 Programa de materiales peligrosos
- VI.13 Programa de seguridad
- VI.14 Reportes

VII. PLAN GENERAL DE ADMINISTRACION AMBIENTAL **64**

- VII.1 Política ambiental
- VII.2 Emisiones a la atmósfera
- VII.3 Aspectos ambientales
- VII.4 Identificación de impactos

VIII. ANÁLISIS FINANCIERO **97**

- VIII.1 Financiación con recursos propios y / o créditos bancarios
- VIII.2 Metodología seguida para el estudio económico – financiero
- VIII.3 Estudios de mercado, tendencias de consumo y nichos de mercado
- VIII.4 Costo del proyecto

IX CONCLUSIONES **103**

BIBLIOGRAFÍA **108**





INTRODUCCIÓN

La termoelectricidad, es la conversión directa de calor en energía eléctrica, o viceversa, en conductores sólidos o líquidos, por medio de tres fenómenos interrelacionados - los efectos Seebeck, Peltier y Thomson - incluyendo la influencia de un campo magnético sobre cada uno de ellos. El efecto Seebeck toma en cuenta la fuerza electromotriz que se encuentra en un circuito compuesto por dos conductores distintos cuyas uniones se mantienen a temperaturas distintas. El efecto Peltier se relaciona con el calor reversible generado en la unión de dos conductores diferentes cuando una corriente fluye por dicha unión. El efecto Thomson incluye la generación reversible de calor a lo largo de un solo conductor con corriente en el que se mantiene un gradiente de temperatura. Los fenómenos de calentamiento de Joule y emisión termoiónica se excluyen de la definición de la termoelectricidad.

Los tres efectos termoeléctricos se describen en términos de tres coeficientes: la energía termoeléctrica absoluta (o termo potencia) S , el coeficiente Peltier Π y el coeficiente Thomson μ , cada uno de los cuales se define por un conductor homogéneo a temperatura constante. Estos coeficientes se conectan por las relaciones de Kelvin, que convierten toda la información acerca de uno de ellos en información completa de los tres. Por tanto, sólo se necesita medir uno de los tres coeficientes; normalmente se elige la termo potencia S .

La aplicación práctica más importante de los fenómenos termoeléctricos es la medición precisa de la temperatura. El fenómeno empleado es el efecto Seebeck. De menor importancia es la generación directa de energía eléctrica por la aplicación de calor (también depende del efecto Seebeck) así como el calentamiento y enfriamiento termoeléctrico (que incluyen al efecto Peltier).

Los sistemas termoeléctricos fabricados con los mejores materiales disponibles aún tienen la desventaja de eficiencias relativamente bajas y, por consiguiente, alto costo por unidad de salida, y su empleo se ha restringido a la generación de energía, calefacción y enfriamiento en condiciones en que las ventajas superan a las desventajas que presentan como: tamaños pequeños, bajo costo de mantenimiento por eliminación de piezas móviles, funcionamiento silencioso, peso ligero y larga vida. Como son los generadores termoeléctricos de energía, que son dispositivos que convierten directamente la energía calorífica en energía eléctrica aprovechando el efecto Seebeck, que es un fenómeno termoeléctrico descubierto en 1821 por T.J. Seebeck, quien encontró que en la proximidad de un circuito cerrado, compuesto de dos conductores lineales de metales diferentes, una aguja magnética se desvía si y sólo si ambas uniones están a temperaturas distintas, además de que si la unión más fría se calienta, por encima de la temperatura de la otra, la dirección de la desviación se invierte. La fuerza electromotriz Seebeck que origina la corriente puede medirse directamente con un voltímetro o un potenciómetro. Sólo depende del material y de las temperaturas. Un generador termoeléctrico se compone, al menos, de dos metales diferentes: una unión de éstos queda en contacto con la fuente de calor, y la otra con un sumidero de calor.





La energía convertida de calor en electricidad depende de los materiales utilizados, de las temperaturas de la fuente calorífica y del disipador, del diseño térmico y eléctrico del termopar, así como de la carga del termopar. El generador más común es el de telururo de plomo, que tiene un intervalo útil de temperatura de aproximadamente 300 - 700 K (80-800 °F). En pares segmentados, se emplea a veces el telururo de bismuto y sus aleaciones en el extremo de baja temperatura.

Los generadores termoeléctricos se construyen en tamaños de hasta 5 kW; en éstos, las fuentes primarias de energía son los hidrocarburos, los radioisótopos y la energía solar. La máxima eficiencia térmica teórica para materiales en el intervalo de temperaturas de 300 - 1300 K (80 - 1880 °F) es de aproximadamente 18%. La máxima eficiencia térmica real de los dispositivos construidos se encuentra entre el 6 y 10% y se obtiene funcionando entre 300 y 950 K (80 y 1250°F).





I ANTECEDENTES

Las reformas estructurales le han permitido al gobierno de la República destinar más recursos que nunca al desarrollo social y al combate a la pobreza. Ese compromiso se refleja en el hecho de que en 1999 el gobierno destinará casi el sesenta por ciento de los recursos del gasto programable al gasto social. Sólo perseverando en el rumbo y profundizando los cambios estructurales, tendremos condiciones de progreso y justicia para todos.

Para generar los empleos que hacen falta, mejorar gradual y consistentemente los ingresos y elevar el nivel de vida de los mexicanos, es esencial lograr un crecimiento sostenido, así como incrementos constantes en la productividad de nuestra economía. Nada de esto es posible sin electricidad.

Para poder crecer, todos los sectores económicos dependen de la disponibilidad de un suministro eléctrico suficiente, confiable, de calidad y a precios competitivos. Con la industrialización del país y el crecimiento del sector servicios, la actividad económica en general se ha vuelto más intensiva en el uso de electricidad. Esto implica que se requiere cada vez de más electricidad para generar mayor valor agregado.

Además de ser esencial para el desarrollo de la planta productiva, la electricidad también lo es para que las familias mexicanas gocen de condiciones de vida dignas. Por la importancia que tiene en las más diversas áreas de la vida cotidiana de la población, en su seguridad y en su bienestar, la electricidad ha sido una demanda social muy sentida. Por ello, es motivo de especial orgullo que hoy 95 de cada 100 mexicanos dispongan ya de servicio eléctrico y disfruten de sus beneficios.

En sus inicios, a finales del siglo pasado, la electricidad fue generada por la industria privada, especialmente en los sectores textil y minero, destinándose principalmente al autoconsumo. Los excedentes que se comercializaban eran limitados y no cubrían la demanda de otros sectores de la economía ni de la población en general. La ausencia de un marco normativo y de instituciones que regularan su producción, transmisión y distribución, dio lugar a un desarrollo inicial sin coordinación en esta industria.

A partir de los años veinte, comenzó un primer esfuerzo para ordenar la industria eléctrica con la creación de la Comisión Nacional para el Fomento y Control de la Industria de Generación y Fuerza, más tarde conocida como Comisión Nacional de Fuerza Motriz. Para dar sustento a la regulación que empezaba a realizar el Estado, en 1926 se promulgó el Código Nacional Eléctrico y en 1934 se reformó la fracción X del artículo 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en lo que respecta a la facultad del H. Congreso de la Unión para legislar en materia de energía eléctrica.

Hasta mediados de la década de los treinta, el papel del Estado se concretó a expedir disposiciones jurídicas para la industria eléctrica y a desarrollar una estructura institucional, como complemento de las labores de las empresas privadas. En 1937, el gobierno federal





creó la Comisión Federal de Electricidad (CFE) con el objetivo fundamental de acelerar la cobertura del suministro.

En las décadas de los cuarenta y cincuenta, el Estado adquirió un papel creciente en la industria eléctrica, a través de una activa política de inversión, ya que sólo las grandes concentraciones urbanas y las incipientes zonas industriales gozaban de este servicio. Durante los cuarenta, debido a la limitada capacidad de generación, sólo la mitad de los mexicanos contaban con electricidad. La capacidad instalada en 1940 era tan sólo de 479 megawatts (alrededor del 1.3 por ciento de la actual). En los años cincuenta, se avanzó hacia la electrificación del país y se le dio impulso especial a la electrificación rural. Aun así, los sistemas eléctricos continuaban aislados y las interrupciones prolongadas y geográficamente extensas eran frecuentes.

En 1960, se nacionalizó la industria eléctrica. La reforma constitucional correspondiente estableció en el sexto párrafo del artículo 27 la exclusividad de la Nación en lo relativo a generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica para la prestación del servicio público. Para entonces, el gobierno federal había adquirido las acciones de las empresas eléctricas privadas, al tiempo que había reforzado el papel de la CFE. Con esto se logró la integración de los distintos sistemas eléctricos regionales que existían entonces en el país. A raíz de la fusión y compra de acciones de diversas empresas que prestaban el servicio eléctrico en la región central del país, surgió la Compañía de Luz y Fuerza del Centro. Esta compañía continuó operando de manera independiente respecto de la CFE para satisfacer la demanda de energía eléctrica en esa parte del territorio.

Las características técnicas de la industria en los años sesenta demandaban, por razones de economías de escala, grandes proyectos. Su financiamiento requirió la participación del sector público con el apoyo de la banca internacional de desarrollo.

En el decenio de los setenta, a iniciativa de CFE, se lograron la interconexión de los sistemas eléctricos que habían dejado las diversas empresas y la unificación de la frecuencia eléctrica en 60 ciclos por segundo. Esto abrió la posibilidad de normalizar equipos eléctricos y reducir significativamente los costos de la energía eléctrica para la planta industrial mexicana. Los avances en la legislación secundaria se plasmaron en la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, que desde 1975 estableció las normas de funcionamiento de la nueva industria eléctrica nacional bajo el criterio de exclusividad estatal en la prestación del servicio público.

Durante este periodo, se observaron tasas de inflación considerablemente superiores a las observadas en las dos décadas anteriores. Las tarifas del servicio eléctrico, a pesar de las necesidades de los suministradores, no se ajustaron al ritmo del crecimiento inflacionario, lo que debilitó las finanzas de los suministradores de la industria eléctrica. Las diferencias entre las tarifas eléctricas y los costos de la generación, transmisión, distribución y comercialización de electricidad provocaron niveles crecientes de subsidio, por lo que no fue suficiente el financiamiento bancario y se tuvo que recurrir a las aportaciones del gobierno federal.





Con este modelo, los subsidios a las tarifas eléctricas provocaron que la expansión del sector no fuera autofinanciable y que las entidades públicas responsables del sistema eléctrico adquirieran importantes pasivos financieros. Así, si bien continuó aumentando la capacidad instalada de nuestro sistema eléctrico, la expansión se dio de manera discontinua, dependiendo de las posibilidades de acceso a recursos crediticios.

En su momento, la nacionalización de la industria eléctrica respondió a las necesidades de una rápida integración del sistema eléctrico nacional y de extender la cobertura de los servicios eléctricos en el país. Hoy podemos afirmar que los objetivos que llevaron a la nacionalización de la industria eléctrica han sido plenamente cumplidos.

Contamos hoy con una plataforma eléctrica que aún es suficiente; pero que requiere del esfuerzo de nuevos participantes para su desarrollo futuro. Contamos con una capacidad de generación que satisface en estos momentos la demanda nacional, con una red de transmisión que cubre la mayor parte del territorio nacional y con sistemas de distribución en todas las localidades del país.

Durante décadas, México ha invertido grandes cantidades de recursos para desarrollar la infraestructura eléctrica con la que cuenta. Gracias a ello, ha cumplido el objetivo de llevar electricidad a prácticamente toda la población. El Estado mexicano ha cumplido su parte en el desarrollo de esta tarea. Nuestra infraestructura eléctrica es una de las más importantes del mundo.

Desde hace cincuenta años, la demanda de electricidad ha registrado un crecimiento anual superior al del producto interno bruto. La experiencia internacional muestra que la participación de la electricidad en el balance de la energía continúa aumentando en cada etapa de desarrollo. Con el crecimiento de la economía y del ingreso de las familias mexicanas, y dada la estructura demográfica de la población, deben esperarse incrementos muy importantes en la demanda de electricidad. Por ello, incluso bajo proyecciones moderadas de crecimiento económico para los siguientes años, la demanda de energía eléctrica aumentará cerca de 6 por ciento cada año. Ello obligará a aumentar rápidamente la capacidad de generación, así como a modernizar y ampliar los sistemas de transmisión y distribución.

El reto es aun mayor si se toma en cuenta el esfuerzo que entrañará mejorar la red de transmisión y elevar su confiabilidad, su seguridad, así como la calidad de servicio, ya que en años recientes los limitados niveles de inversión han estado condicionados por la escasez de recursos públicos y las restricciones presupuestarias. Esto ha retrasado mejoras o ampliaciones de instalaciones que limitan algunos enlaces del sistema interconectado nacional. Estas limitaciones no permiten aprovechar a plenitud la capacidad de generación, lo cual necesariamente incrementa el costo de producción de la energía eléctrica y reduce la eficiencia y confiabilidad del sistema.

Pretender enfrentar los retos del sector eléctrico exclusivamente con recursos fiscales, implicaría estar dispuestos a afectar programas de desarrollo e infraestructura social y así evitar que muchos mexicanos obtengan los mínimos de capacidades y bienestar necesarios





para acceder a un trabajo adecuadamente remunerado que les permita elevar su nivel de vida. El gobierno de la República no rehuye sus compromisos sociales. Sin embargo, los recursos públicos son limitados y las necesidades de inversión crecientes. Por esto, para asegurar la disponibilidad de inversiones públicas para el bienestar social, al tiempo que atendemos las necesidades de la industria eléctrica nacional, debemos ampliar los espacios necesarios para la concurrencia de los sectores público, social y privado en su desarrollo.

Hoy en día, las exigencias de desarrollo del sector eléctrico, los cambios tecnológicos y la transformación de las condiciones en las que opera, han dejado de ser compatibles con este esquema de exclusividad estatal. Se requieren nuevos mecanismos que permitan sumar al esfuerzo del sector público el del sector privado para enfrentar el enorme reto que tiene el país para contar con un suministro suficiente de energía eléctrica.

La participación exclusiva del Estado en el servicio público de energía eléctrica ya no puede ser el sustento de la evolución que requiere nuestro sistema eléctrico. De hecho, esa exclusividad puede llegar a convertirse en un obstáculo para su expansión y modernización. Postergar la apertura a la participación social y privada implicaría poner en riesgo la oferta de electricidad en el futuro cercano y con ello el potencial de progreso material y el bienestar de todos los mexicanos. Postergarla implicaría también poner en riesgo la capacidad del Estado para dar respuesta, con los mismos recursos globales, a las necesidades de inversión social y de expansión de otros tipos de infraestructura básica.

Durante los últimos años, los avances tecnológicos han cambiado fundamentalmente las posibilidades de participación y competencia en la industria eléctrica. En la generación de electricidad, los avances en resistencia de materiales y en métodos de fabricación de plantas turbogas y ciclos combinados han permitido reducir el tamaño económico de las plantas de generación, aumentando al mismo tiempo su eficiencia y disminuyendo los tiempos de construcción. De esta manera, se ha hecho posible la competencia entre generadores de energía en muchos de los sectores eléctricos de distintos países del mundo, lo que hace factible la creación de un mercado de energía en el que naturalmente podrían concurrir diversos participantes públicos y privados.

Los desarrollos tecnológicos en comunicaciones y en sistemas de información han permitido mejorar notablemente los estándares de calidad y confiabilidad de las redes de transmisión y distribución. Gracias a ello, en distintos países se ha abierto el acceso a las redes de transmisión y distribución para que generadores y usuarios puedan elegir con quiénes establecer relaciones comerciales para la venta y adquisición de electricidad.

Por razones similares, diversos países han reestructurado su sector eléctrico en los últimos años, constituyendo mercados competitivos que han alentado la participación de nuevos actores y han permitido elevar la competitividad en la prestación de este servicio. Tal ha sido el caso de Argentina, Chile, Noruega, Nueva Zelanda, Inglaterra y algunas regiones de América del Norte. Esa misma respuesta es la que se está aplicando en prácticamente todos los países latinoamericanos que están reestructurando su industria eléctrica, como Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Panamá, Perú, República Dominicana y Venezuela.





En el mundo, la empresa eléctrica integrada desde la generación hasta las ventas está dejando su lugar a empresas especializadas en cada segmento de la industria, en un ambiente de competencia creciente y de mayor atención a sus respectivos clientes.

El cambio estructural que se propone mediante la presente iniciativa se inscribe en una corriente de transformación mundial del sector eléctrico. Sin embargo, como se ha argumentado aquí, su necesidad en México obedece a razones propias y su planteamiento es congruente con la evolución del sector en los últimos años y con las necesidades particulares de la población y de la industria.





II SITUACIÓN ACTUAL

II.1 Marco Legal

Las reformas a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, de diciembre de 1992, y una nueva reglamentación abrieron un espacio limitado para la participación privada nacional y extranjera en el sector, al precisar el criterio de servicio público y delimitar las actividades que están a cargo del Estado en forma exclusiva y aquellas en las que pueden participar los particulares. Este cambio implicó un reconocimiento de la necesidad de sumar el esfuerzo privado para ampliar la oferta eléctrica, ante las limitaciones financieras del gobierno federal y las demandas sociales de una población creciente. Esta suma de esfuerzos se volvió también posible gracias a cambios tecnológicos en el sector eléctrico que abrieron nuevas oportunidades de participación privada.

En virtud de esas reformas, los particulares pueden participar en la generación de energía eléctrica bajo esquemas de autoabastecimiento, cogeneración, pequeña producción (menos de 30 MW) y producción independiente de energía eléctrica. Sin embargo, debe reconocerse que dadas las restricciones que todavía impone la estructura institucional a los inversionistas, el número de participantes privados es muy limitado. Además, en el caso de los productores independientes, dado que los suministradores públicos son por mandato de Ley sus únicos compradores, la realización de estos proyectos exige obligaciones de largo plazo a cargo de éstos y, en última instancia, del gobierno federal.

En Mayo de 1993 se publicó el Reglamento de la Ley, estableciéndose los mecanismos para el uso de la red eléctrica nacional por los particulares.

Octubre de 1996, la Comisión Reguladora de Energía (CRE) publicó el Modelo de Contrato de Interconexión para el uso de la red eléctrica nacional por permissionarios.

Enero de 1997, la CRE publicó los convenios de Servicios de Transmisión (Porteo), Servicio de Energía de Respaldo y de Compraventa de Excedentes de Energía Eléctrica (Energía Económica).

Marzo de 1997, se publicó la metodología para la escalación mensual de las tarifas de electricidad, que incorporan los índices de precios y de combustibles.

La reforma propone reservar a la Nación en forma exclusiva, en el sexto párrafo del artículo 27 constitucional, el control operativo de la red nacional de transmisión, abriendo las demás actividades de la industria eléctrica a la concurrencia de los sectores público, social y privado. En congruencia, la iniciativa propone modificar el cuarto párrafo del artículo 28 constitucional, a efecto de establecer que dicho control operativo sea una actividad estratégica y de redefinir a la electricidad en sus diferentes segmentos como un área prioritaria para el desarrollo nacional sobre la que el Estado ejerce su rectoría en los términos del artículo 25 constitucional. Para reafirmar esta rectoría, el Estado conservaría el dominio sobre los bienes que integran las redes generales de transmisión y de distribución,





vitales para el suministro de energía eléctrica. Asimismo, el Estado conservaría como área estratégica la generación de energía núcleo eléctrica.

La reforma que se propone pretende sentar las bases constitucionales para establecer el marco legal e institucional de una nueva industria eléctrica nacional, en la que se permitiría la participación del sector privado en la generación, transmisión, distribución y comercialización de la electricidad. En consecuencia, el esfuerzo inicial debe centrarse en desarrollar el marco institucional para reforzar la rectoría del Estado y establecer un mercado de electricidad.

Para el proceso de reforma y reestructuración, el sector eléctrico nacional deberá seguir una serie de etapas que permitan una transición sólida y ordenada. El proceso comenzaría con la reorganización de CFE y Luz y Fuerza del Centro (LFC), para prepararlas para el nuevo entorno. Posteriormente, tendría que haber una etapa de apertura de la industria eléctrica, que permita la participación en nuevos proyectos de inversionistas privados. Sólo hasta después de esta etapa se iniciaría el proceso de apertura a la participación privada en el capital social de las empresas públicas. Esto implica que esta participación no se realizaría durante la presente administración. Una reforma como la que se plantea, debe hacerse minuciosamente, sin apresuramientos que pudiesen afectar sus beneficios potenciales o la transparencia del proceso.

Una vez constituido un mercado eléctrico competitivo, existiría un mayor número de participantes en la industria que en la actualidad. Así, deberán distinguirse las empresas de generación encargadas de la producción de energía eléctrica; las empresas de transmisión responsables de la conducción de energía eléctrica a través de las líneas de alta tensión; las empresas regionales de distribución responsables de la conducción de energía eléctrica en líneas de media y baja tensión a los usuarios finales, y el organismo encargado del control operativo de la red nacional de transmisión y de la operación del mercado eléctrico mayorista, responsable de las operaciones del sistema de transmisión y el mercado mayorista.

En la nueva industria eléctrica, la actividad de generación se convertiría en una actividad completamente competitiva, en la que podrían concurrir los sectores público, social y privado. El Estado continuaría a cargo, en forma exclusiva, de la generación de energía núcleo eléctrica, a través de un organismo descentralizado de la Administración Pública Federal que habría de constituirse para este efecto. También se constituirían una o varias empresas de participación estatal para administrar las plantas hidroeléctricas que están destinadas a propósitos múltiples y que por sus dimensiones no tienen la capacidad de afectar substantivamente la operación del mercado. Por su parte, la infraestructura de generación eléctrica de las demás centrales hidroeléctricas podría ser concesionada a los particulares, quienes además podrían ser propietarios y operar libremente cualquier otro tipo de plantas de generación.

En virtud de que la red nacional de transmisión constituye el sistema físico a través del cual se lleva a cabo la conducción de la electricidad en la mayor parte del país, su operación tiene una importancia estratégica. Por ello, se propone que el Estado mantenga en forma





exclusiva el control operativo de la red nacional de transmisión y, en consecuencia, el llamado despacho de energía eléctrica, por conducto de un organismo descentralizado de la Administración Pública Federal.

Este organismo se encargaría de determinar el orden de entrada de las centrales generadoras a la red nacional de transmisión, bajo criterios técnicos y económicos preestablecidos, asegurando el acceso no discriminatorio a esta red y la transparencia en la operación del mercado.

Por su parte, una empresa podría tener concesionados los activos físicos de la red nacional de transmisión que corresponde al sistema interconectado nacional. Esta empresa sería responsable de la ampliación, conservación y mantenimiento de estos activos, pudiendo recibir una contraprestación por estas actividades. La empresa concesionaria tendría la obligación de ejecutar las maniobras ordenadas por el organismo descentralizado en su carácter de controlador operativo del sistema.

La distribución de energía eléctrica a través de redes de media y baja tensión estaría concesionada a empresas regionales de distribución. El país se dividiría en varias áreas de distribución en las que podrían operar empresas privadas.

Para efectos de su regulación, las redes de transmisión y de distribución habrían de identificarse como generales o particulares. Las redes generales estarían integradas por la infraestructura destinada al suministro de energía eléctrica a gran escala, mientras que las redes particulares lo estarían por las líneas de transmisión y distribución necesarias para el autoabastecimiento y para el suministro en pequeña escala.

Los activos físicos que integrasen las redes generales de transmisión serían del dominio público de la Federación. Los activos de las redes generales de distribución, las cuales estarían a cargo de las nuevas empresas regionales una vez que se haya llevado a cabo el proceso de reestructuración, también serían del dominio público de la Federación.

Los concesionarios de redes generales de transmisión y de distribución estarían sujetos a regulación por parte del Estado, sobre seguridad, calidad y precio. El Estado establecería las tarifas máximas y definiría mecanismos de control y revisión tarifaria para que las ventajas que produzca la competencia, el avance tecnológico, la productividad y el funcionamiento del mercado sean trasladadas a los consumidores.

Los generadores, distribuidores y los usuarios que por sus consumos elevados sean considerados calificados operarían a través de un mercado eléctrico mayorista. Conviene que este mercado sea operado por el mismo organismo público que tenga a su cargo el control operativo de la red nacional de transmisión. Este organismo tendría la función de determinar, con base en criterios de costo mínimo y de seguridad de la red, la asignación de la capacidad de generación que cubra la demanda de los usuarios.

Los generadores conectados a la red nacional de transmisión venderían energía al mercado, al que concurrirían como compradores los distribuidores, los comercializadores de energía





y los usuarios calificados. Los generadores podrían también celebrar contratos de largo plazo para el pago de las diferencias que resultasen entre el precio de las transacciones efectuadas en dicho mercado y el precio pactado por las partes. El funcionamiento de este sistema fomentaría la competencia entre los generadores, teniendo como resultado una mejor calidad y un menor precio.

La gran mayoría de los usuarios del servicio de distribución serían los que tuviesen consumos relativamente bajos, como las empresas medianas y pequeñas y los clientes residenciales. Estos usuarios recibirían un servicio integrado por parte de la empresa de distribución de su región. El suministro que recibiesen incluiría la conducción y venta de la energía eléctrica. El precio que pagarían al distribuidor sería regulado y la metodología para su cálculo establecería incentivos que promoviesen la reducción del precio al consumidor final.

La factura de los consumidores desglosaría el precio de generación, la tarifa de transmisión y la tarifa de distribución. El precio de generación sería determinado en el mercado eléctrico mayorista, mientras que las tarifas de transmisión y distribución serían reguladas por el Estado a través de un régimen de tarifas máximas.

La reforma permitiría que los usuarios del servicio de distribución se beneficien de la competencia en la generación de energía eléctrica y del establecimiento de incentivos para que los distribuidores mejoren su eficiencia y disminuyan sus costos. Una adecuada regulación y vigilancia del Estado permitiría que las ganancias que se obtengan beneficien a los usuarios finales.

Para los usuarios calificados, entre los que estarían las grandes empresas industriales, los beneficios de elegir al suministrador podrían ser mayores que contratar el suministro integrado con la empresa de distribución. Por ello, estos usuarios podrían adquirir la energía eléctrica con una empresa de generación, con un comercializador o en el mercado eléctrico mayorista, o bien contratar el suministro con la empresa de distribución de su región. En caso de requerirlo, el usuario podría contratar con la empresa de distribución únicamente el servicio de conducción de energía eléctrica.

La segmentación funcional de la industria eléctrica y la creación de un mercado eléctrico harían indispensable la adecuación del marco institucional del sector para lograr una clara separación de atribuciones y fortalecer la función reguladora del Estado.

El ámbito de participación del Estado en la industria eléctrica comprendería la conducción de la política energética del país; la definición y financiamiento de programas de electrificación rural y en zonas populares que aseguren el suministro eléctrico a todos los mexicanos; el otorgamiento de subsidios transparentes y directos a quienes verdaderamente los necesitan; la generación exclusiva de energía eléctrica de origen nuclear; la operación de algunas plantas hidroeléctricas y la de otras para respaldo del sistema; el control operativo de la red nacional de transmisión; la operación del mercado mayorista, y la expedición y aplicación de la regulación de la industria eléctrica en general.





II.2 Justificación del Proyecto

En años recientes se ha incrementado sensiblemente el consumo de energía eléctrica en México debido al rápido desarrollo de la industria en algunas regiones y al crecimiento económico de nuestro país. En consecuencia, para hacer frente a los requerimientos de nueva capacidad de generación de electricidad y garantizar el suministro de energía eléctrica en condiciones de calidad, cantidad y precio, será necesario destinar recursos presupuestales cada vez mayores, ya que la industria eléctrica es intensiva en el uso de capital. En este contexto, a raíz de las modificaciones a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica realizadas en 1992 y 1993, respectivamente, se han abierto nuevas oportunidades de inversión para el desarrollo de proyectos, ya se para generar electricidad destinada a la Comisión Federal de Electricidad (CFE), o bien para consumo privado.

La capacidad instalada de todo el país asciende en estos momentos a más de 36 mil megawatts. La infraestructura eléctrica, si bien es suficiente en la actualidad, está llegando a sus límites y presenta insuficiencias para hacer frente a los retos inmediatos del sector.

Para el año 2005 se requerirá que la capacidad de generación aumente en cuando menos 13 mil megawatts para poder hacer frente a las necesidades del país. Ello implica un incremento equivalente a más de una tercera parte de la capacidad hoy disponible, que ha sido instalada a lo largo de más de un siglo. De este modo, habrá que hacer en unos cuantos años lo que antes tomó décadas. Asimismo, habrá que hacerlo durante muchos años más para poder sostener el crecimiento continuo de la economía y crear los empleos permanentes, productivos y bien remunerados que demandará una población económicamente activa en expansión. Además, habrá que hacerlo con una menor disponibilidad de recursos presupuestarios que en el pasado.

El objetivo del proyecto de la "CCC Saltillo IPP", acueducto y ramal del gasoducto es satisfacer la creciente demanda de energía en la zona Noreste del país y principalmente la del Área Metropolitana de Saltillo (AMS) De acuerdo a los estudios del mercado eléctrico, se estima para el periodo 1996-2001 un incremento anual promedio del 6,7 % basándose en el desarrollo de la pequeña, mediana y gran industria, que por consecuencia provocará un crecimiento natural en el consumo de energía de los sectores de servicio y comercio

La "CCC Saltillo IPP" tendrá una capacidad de 225 MW ($\pm 10\%$) y estará diseñada para quemar gas natural como combustible principal, por lo que el proyecto incluye la construcción de un gasoducto, de aproximadamente 2,0 km de longitud y 8" de diámetro, el cual estará interconectado al gasoducto Reynosa - Saltillo - Torreón.





II.3 IPP como nuevo esquema en la generación de energía eléctrica

El nuevo marco legal permite al sector privado participar en actividades que anteriormente estaban reservadas al Estado. En este sentido, las actividades que no están consideradas como servicio público son:

- **Cogeneración.** Producción de energía eléctrica conjuntamente con vapor u otro tipo de energía térmica secundaria, o ambos; producción directa o indirecta de energía eléctrica a partir de energía térmica no aprovechada en los procesos de que se trate; producción directa o indirecta de energía eléctrica utilizando combustibles producidos en los procesos de que se trate.
- **Autoabastecimiento.** La utilización de la energía eléctrica para fines de autoconsumo siempre y cuando dicha energía provenga de plantas destinadas a la satisfacción de las necesidades del conjunto de los copropietarios o socios.
- **Producción independiente.** La generación de energía eléctrica proveniente de una planta con capacidad mayor a 30MW, destinada exclusivamente a su venta a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) o a la exportación.
- **Pequeña producción.** La venta a la Comisión Federal de Electricidad de la totalidad de la electricidad generada, en cuyo caso no podrán tener una capacidad mayor de 30 MW en un área determinada por la Secretaría de Energía.
- **Exportación.** Los permisionarios de cogeneración, pequeña producción independiente pueden destinar parte de su capacidad de generación su venta en el extranjero.
- **Importación.** Para cubrir las necesidades propias del permisionarios con energía eléctrica proveniente de fuentes ubicadas en el extranjero.

Las modalidades antes mencionadas permiten al sector privado participar en el desarrollo de proyectos de generación de electricidad, tanto para la venta a la CFE como para el suministro de las necesidades de energía de la industria nacional, mediante la integración de sociedades de autoconsumo. Asimismo, la ley permite que instituciones públicas, estatales y municipales generen electricidad para cubrir sus necesidades de alumbrado público, bombeo de agua, etcétera.

Las diversas modalidades de participación privada requieren de un permiso de generación de electricidad. La Comisión Reguladora de Energía (CRE) es la entidad responsable de la autorización de dichos permisos, así como de la administración (seguimiento) de éstos durante la vida del proyecto.

Cabe señalar que en el área de transmisión el sector privado puede construir y operar líneas para uso propio. En el caso de que dichas líneas se interconecten con la red del servicio público, los particulares deberán suscribir el contrato correspondiente con CFE y/o LFC.





Para apoyar los proyectos privados de generación de electricidad, los permisionarios pueden utilizar las líneas de transmisión de la red nacional para suministrar electricidad generada en sus plantas a sus socios consumidores, ubicados en sitios distantes. El mecanismo que permite a los permisionarios hacer uso de estos servicios se encuentra descrito en el Contrato de interconexión y servicio conexos. Entre estos últimos se tiene:

- * Servicio de transmisión
- * Energía de respaldo
- * Compraventa de energía eléctrica (energía económica)

Los permisionarios pueden recibir energía de respaldo en caso de falla y/o mantenimiento de sus instalaciones, así como vender sus excedentes a CFE y/o LFC con base en los costos variables (marginarles de corto plazo) de CFE en el nodo de entrega de la energía.

Estos convenios anexos fueron publicados en el Diario Oficial de la Federación en enero de 1997, y posteriormente fueron actualizados en febrero de 1998. Cabe señalar que la Metodología para determinar los cargos correspondientes a los servicios de transmisión que presenten la CFE y LFC a los permisionarios fue publicada en mayo de 1998, en la cual se especifican los casos de servicio de transmisión en alta tensión, así como los casos de media y baja tensión para cargas dispersas y para cargas puntuales. De esta manera, se hacen factibles proyectos de importación y exportación de electricidad, principalmente en las zonas fronterizas. Con estos documentos queda establecido el marco contractual necesario para dar viabilidad operativa a los proyectos de importación y exportación de electricidad, principalmente en las zonas fronterizas. Con estos documentos queda establecido el marco contractual necesario para dar viabilidad operativa a los proyectos privados en su relación con los organismos del sector.





III ESTUDIOS PREVIOS

III.1 Estudio Geológico.

Durante varios años los alrededores de la ciudad de Saltillo, capital del estado de Coahuila fueron estudiados, con el propósito de determinar un sitio con las características geológicas, geohidrológicas y geotécnicas adecuadas para la construcción de una central de generación, encontrando el predio denominado Santo Toribio II, el cual se localiza aproximadamente a 7.5 km al N40°E del centro de la ciudad de Ramos Arizpe, Coah, y tiene una extensión aproximada de 245,000 m². Al predio se tiene fácil acceso a través de la carretera federal No. 40, en el km 18 hay una desviación al norte pavimentada en su totalidad que comunica al autódromo de Saltillo con la carretera y a través de la cual también es posible acceder al sitio del proyecto.

El objetivo del presente estudio fue complementar la cartografía geológica del área en el cual se enmarca el predio de la futura central y realizar la interpretación de la estructura presente en el subsuelo.

III.1.1 Geología Estructural.

La sierra San José de Nuncios es la expresión de un pliegue anticlinal asimétrico buzante al oeste abierto en calizas masivas. El flanco sur presenta echados relativamente suaves de 23° a 44°, en su parte media el buzamiento varía de 4° a 11° al oeste y su flanco norte tiene echados de 20° a 56°. Al norte del área esta estructura se hace recostada hacia el norte.

Las sierras al norte del área, formadas por areniscas y lutitas presentan, en el extremo oeste echados subverticales que hacia el norte se suavizan ligeramente variando en intensidad de 88° a 64°. Hacia la porción oriental las capas presentan echados mas moderados variando de 78° a 66°. No se observan pliegues en esta zona, solamente se define el flanco de un plegamiento anticlinal cuyo eje debe encontrarse mas al sur en la zona del valle.

En las sierras que limitan al área, en la zona del valle se interpretaron dos estructuras, una anticlinal en su porción norte y una sinclinal en la porción sur, con sus ejes orientados subparalelos al eje del anticlinal de la sierra San José de Nuncios. Estos pliegues prácticamente cruzan toda el área de este a oeste. ambas estructuras se proponen que abren en sedimentos arcillosos y se profundizan hacia el norte.

Los sistemas de fracturas muestran la presencia consistente, en ambas sierras, de dos sistemas burdamente perpendiculares entre si y orientados E - W y N - S, con ligeras variaciones, de unos cuantos grados, en ambas.





III.1.2 Perforación.

Con el propósito de determinar la columna litológica, se realizó un barreno de exploración con núcleo continuo a por lo menos 30 m de profundidad o a determinar el contacto roca suelo y obtener núcleos de los primeros metros de la roca, con lo cual se obtuvo la siguiente columna:

PROFUNDIDAD (m)	LITOLOGÍA
0.0 - 14.50	Costra de caliche con gravas boleas, gravas, gravilla y arenas, empacadas en arcilla, sin compactación ni cementación. Los fragmentos son de caliza y arenisca y en las arenas abunda los fragmentos de roca, calcita y cuarzo bien redondeado.
14.50 - 25.10	Conglomerado polimictico con fragmentos de caliza y arenisca, de color gris claro, sin clasificación, cementados por calcita con matriz areno - arcillosa. Con oquedades parcialmente rellenas de aragonita.
25.10 - 34.10	Lutitas calcáreas de color negro a negro verdoso.

Durante los trabajos se tuvieron numerosas fugas del lodo de la perforación, principalmente en los 14.50 m superiores, así como zonas con muy alto consumo de agua y bentonita.

La recuperación de los primeros 14.50 m fue muy baja debido a lo suelto del material y a que tanto las arenas como las arcillas eran lavadas y no se recuperaban, en promedio fue de apenas el 28% con máximos de 65% y tramos sin recuperación. En el conglomerado y en la lutita la recuperación mejoro bastante con un promedio de 84.9% con mínimo de 60% y máximo del 100%.

El parámetro de RQD (Rock Quality Designation) fue de 0 (cero) hasta los 14.50 m que corresponden al material suelto, para el conglomerado fue de 67.29% debido a la presencia de zonas arcillosas muy alteradas en la muestra. Finalmente para la lutita este parámetro fue de 67.6% con tendencia a mejorar a profundidad. Con base en lo anterior las unidades se clasifican de arriba hacia abajo como muy mala, regular y regular respectivamente.





III.2 Estudio Geotécnico.

III.2.1 Del predio.

III.2.1.1 Geología regional y sismicidad.

Con base en el área en estudio (al igual que el sitio Santo Toribio) se encuentra localizado en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental. Su elevación varía desde los 900 hasta los 2700 msnmm. El predio que nos ocupa está asentado en el Valle denominado Saltillo Ramos Arizpe Casa Blanca, teniendo una altitud de 1300 msnmm; sin embargo, al oriente aproximadamente a 5 km se encuentra la sierra San José de los Nuncios, que se eleva hasta los 2000 msnmm y al norte, a 4 km aproximadamente se encuentran los Cerros Grande, Las Tinajas y Las Palmas con altitud máxima de 1650 msnmm. La Sierra de los Nuncios consiste básicamente de calizas y lutitas calcáreas. Los Cerros Grande, Las Tinajas y Las Palmas son constituidos en su parte alta por areniscas y lutitas y en la baja por lutitas. El terreno está situado en la zona sísmica tipo A (baja intensidad) y el subsuelo puede clasificarse como tipo II (terreno intermedio).

III.2.1.2 Descripción del predio

El terreno explorado tiene una superficie aproximada de 28 hectáreas y dimensiones de 700 x 400 m, con un desnivel máximo de 19 m, partiendo de la elevación 1329 de su parte sur, a la elevación 1310 en la zona norte.

En la superficie del predio existen zonas aisladas de pastizales, arbustos y árboles pequeños, aproximadamente al centro del predio y recorriéndolo de poniente a oriente existe un canal de aguas negras, de aproximadamente 1 m de ancho por 60 cm de tirante.

III.2.1.3 Trabajos de campo.

Se ejecutaron cuatro sondeos exploratorios a profundidades variables de 7.75 a 9.45 m, combinando las pruebas de penetración estándar y barril de diamante NQ. Cabe aclarar que debido al tipo de material encontrado, no fue posible de extraer muestras inalteradas con tubo shelby.

En la prueba de penetración estándar se recuperaron muestras alteradas con el penetrómetro a cada 45 cm, obteniendo además, la resistencia a la penetración en número de golpes para hincar los 30 cm centrales del muestreador. Con el barril NQ se extrajeron núcleos de roca de 4.6 cm de diámetro.





Adicionalmente se excavaron 4 pozos a cielo abierto (PCA), a profundidades variables entre 1.0 y 2.5 m, de los cuales se obtuvieron muestras alteradas de cada uno de los estratos. Todas las muestras se clasificaron en campo y fueron enviadas a laboratorio para su ensaye.

III.2.1.4 Estratigrafía.

En base a los resultados de campo y laboratorio, se concluye que el material existente es el siguiente:

De 0 a 1 m de profundidad, existe arcilla arenosa o arena arcillosa café clara, oscura y grisácea, de consistencia media a muy dura con gravas y boleos de 50 cm de tamaño máximo y gran cantidad de carbonato de calcio. El contenido de agua resultó de 3% a 16%, el límite líquido de 35%, el límite plástico de 13% y el índice de plasticidad de 22%. La resistencia a la penetración estándar fue mayor de 50 golpes.

Subyaciendo el estrato anterior y desde la superficie se encontraron boleos y gravas de color gris de 80 cm de tamaño máximo, empacados en matriz arcillo - arenosa café claro y oscuro, de compacidad muy densa y con gran cantidad de carbonato de calcio. El contenido de agua resultó de 1% a 9%. La resistencia a la penetración estándar fue mayor a 50 golpes. Solo de 7.2 a 8.65 m de profundidad, se encontró una capa de arena arcillosa café clara de consistencia media a dura. El contenido de agua resultó de 20% a 26%, el límite líquido de 62%, el límite plástico de 37% y el índice de plasticidad de 25%. La resistencia a la penetración estándar fue de 20 a 45 golpes.

III.2.1.5 Capacidad de carga

III.2.1.5.1 Cimentación en suelo natural.

Con base en los estudios de campo y laboratorio, se concluye que las estructuras de la Central podrán cimentarse mediante zapatas aisladas, corridas o losa de cimentación, desplantadas a una profundidad mínima de 1.5 m.

El material sobre el que se desplantarán las cimentaciones de las estructuras será a base de boleos y gravas de color gris de 80 cm de tamaño máximo, empacados en matriz arcillo - arenosa café claro y oscuro, de compacidad muy densa y con gran cantidad de carbonato de calcio. En ocasiones se podrá encontrar arcilla arenosa o arena arcillosa café clara, oscura y grisácea, de consistencia media a muy dura.

Considerando la resistencia a la penetración estándar obtenida a la profundidad de desplante (1.5 m), se concluye que los parámetros a considerar para el cálculo de capacidad de carga son los siguientes:





Resistencia a la penetración estándar
 Densidad relativa muy densa
 Ángulo de fricción interna
 Peso volumétrico
 Cohesión

SPT = 50 golpes
 Dr = 0.85
 $\phi = 45^\circ$
 $\gamma = 1938 \text{ kgf/m}^3$
 $c = 20400 \text{ kg/m}^2$

Usando la ecuación de Meyerhof para cargas verticales, en suelos con cohesión y fricción.

$$q_{ult} = cN_c s_c d_c + q' N_q s_q d_q + 0.5 \gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$$q_A = \frac{q_{ult}}{FS}$$

donde:

q_A - capacidad de carga admisible (kg/m^2)
 FS - factor de seguridad = 3
 q_{ult} - capacidad de carga ultima (kg/m^2)
 c - cohesión (kg/m^2)
 $q' = \gamma / D$ - esfuerzo efectivo al nivel de desplante (kg/m^2)
 γ - peso volumétrico sobreyacente al nivel de desplante (kgf/m^3)
 D - profundidad de desplante (m)
 B' - ancho de cimentación (m)
 N_c, N_q, N_γ - factores de capacidad de carga
 s_c, s_q, s_γ - factores de forma
 d_c, d_q, d_γ - factores de profundidad

Considerando una eventual saturación de los materiales (lo cual disminuiría ligeramente sus propiedades), se concluye que para el diseño de las cimentaciones podrá utilizarse una descarga al terreno de $30,600 \text{ kg/m}^2$.

III.2.1.5.2 Cimentación en relleno.

Las estructuras auxiliares o poco importantes, tanto de la planta como de la subestación, se podrán desplantar en rellenos, mediante zapatas aisladas o corridas de concreto reforzado, diseñadas para transmitir al terreno una presión de contacto máxima de $10,195 \text{ kg/m}^2$ y se desplantarán a una profundidad mínima de 1.5 m a partir del nivel de piso terminado de la plataforma.





Si se presentan esfuerzos de tensión en las zapatas, la profundidad de desplante deberá ser la necesaria para garantizar que el peso del conjunto, cimiento más relleno, sea suficiente para anular dichos esfuerzos.

Será conveniente la ejecución de pruebas de placa para la determinación de módulos de reacción del subsuelo, en aquellos sitios donde vayan a ubicarse estructuras importantes susceptibles de sufrir asentamientos diferenciales. Las dimensiones de las placas deberán ser acordes a las dimensiones de la cimentación de que se trate.

III.2.1.5.3 Asentamientos.

Considerando que el material es muy poco deformable, los asentamientos serán inmediatos (elásticos) y se producirán en su totalidad durante la construcción de las estructuras y serán menores a 1cm.

En la zona, donde se encontró la capa de arena arcillosa café clara de consistencia media a dura, considerando la profundidad a la que se encuentra (7.2 m) y su espesor (1.45 m), se concluye que los esfuerzos que le producirían las estructuras no serían importantes y por lo tanto los asentamientos serían despreciables.

III.2.1.5.4 Cortes y rellenos.

Debido a que el desnivel máximo del terreno natural del predio es del orden de 19 m, es posible que se requiera, en algún caso realizar cortes o rellenos para dar los niveles de piso terminado de las plataformas.

La inclinación de los taludes de estos cortes deberá ser como máximo 1.5H:1V (en suelo), y deberán protegerse mediante zampeado o concreto lanzado para evitar su erosión

Así mismo deberán contar con drenes transversales que atraviesen el recubrimiento, colocados en trespelillo con una separación de 2m centro a centro. Es conveniente rellenarlos con arena o colocar un geotextil no tejido para evitar que al escurrir el agua eventualmente hubiera acarreo de las partículas finas del terreno natural. En la parte exterior de estos drenes deberá colocarse una malla mosquitero para evitar su obstrucción.

En caso de que el proyecto contemple la construcción de algún relleno, éste deberá realizarse con material producto de la excavación, eliminando los boleos y fragmentos de roca mayores a 7.5 cm, compactándolo como más adelante se indica.





III.2.1.5.5 Construcción.

Si es necesario conformar rellenos para dar el nivel de piso terminado de las plataformas, el material producto de las excavaciones deberá revolverse para formar un material homogéneo en cuanto a granulometría y contenido de agua, eliminando los fragmentos mayores de 7.5 cm. Deberá compactarse en capas de 25 cm de espesor máximo en estado suelto, con el número de pasadas necesarias de un rodillo liso vibratorio de 10,200 kgf de peso estático mínimo, para obtener el 95% del peso volumétrico seco máximo del material con su contenido de agua óptimo, referidos a la prueba Porter.

Una vez conformadas las plataformas, se procederá a realizar las excavaciones para alojar los cimientos para las estructuras.

Los taludes de las cepas para las zapatas podrán ser verticales, si se mantienen abiertas poco tiempo y se evita que escurra agua hacia ellas.

El relleno de las cepas podrá hacerse con material producto de la excavación, retirando los fragmentos de roca mayores de 7.5 cm y previamente homogeneizado. Deberá colocarse en capas de 10 cm de espesor en estado suelto y compactarlo con bailarina, con el número de pasadas necesario para obtener el 95% de su peso volumétrico seco máximo con el contenido de agua óptimo, referidos a la prueba Porter.

III.2.2 Del gasoducto.

III.2.2.1 Localización y características del gasoducto.

Con el fin de llevar gas natural a la Central Ciclo Combinado Saltillo, se decidió construir un gasoducto, que partirá del predio hacia el gasoducto de PEMEX en servicio Saltillo - Monterrey. La trayectoria para el gasoducto de la Central tiene una longitud de 1.843 km. Se consideró un gasoducto típico de tubo de acero al carbón de 30.5 cm de diámetro y que siempre irá enterrado a una profundidad máxima de 1.2 m.

III.2.2.2 Descripción del subsuelo.

La topografía del trazo es ligeramente accidentado (de un nivel de 1288 en el inicio del trazo a 1306 en el predio) y está conformado por algunas zonas de cultivo, pastizales, arbustos y árboles pequeños.

Con base en los resultados de los trabajos de campo y laboratorio se concluye que, en general, la estratigrafía encontrada corresponde a lo siguiente.





En toda la profundidad (1.55 y 1.97 m) existe arena fina gris oscura o café verdosa, con grava y raíces, de compacidad suelta y con carbonato de calcio. El contenido de arena fue de 91% y 96% respectivamente, con un contenido de agua de 21% y 25%. En otras profundidades el contenido de arena varió de 57% a 86% y el contenido de agua natural de 2% a 10%.

Superficialmente, entre 0 - 0.85 m, existe arena con grava café clara, de compacidad suelta con carbonato de calcio. El contenido de agua natural varió de 1% a 10%. Subyaciendo a este estrato, y hasta 2 m de profundidad, se encontró arena con grava café clara o verdosa, con algunos boleos de 60 cm de tamaño máximo, de compacidad media con carbonato de calcio. El contenido de agua natural varió de 1% a 6%.

III.2.2.3 Construcción.

El fondo de la zanja no debe tener irregularidades ni objetos que generen concentraciones de esfuerzos, ya que debe permitir un apoyo uniforme sin forzamientos ni dobleces mecánicos de la tubería.

Los rellenos de las zanjas se realizarán con material granular, colocando además alrededor del tubo, un relleno de acostillamiento con espesor mínimo de 20 cm de arena que tenga un contenido de finos menor al 15%, compactándolo con equipo manual hasta alcanzar el 95% de su peso volumétrico seco máximo obtenido con la prueba Proctor. El material para completar el relleno de la zanja no debe contener boleos o fragmentos de roca mayores de 20 cm.

III.3 Estudio Geofísico.

III.3.1 Objetivo.

Mediante el método eléctrico de resistividad, delimitar las capas o estratos del subsuelo y determinar su correspondencia con el medio geológico para estimar sus posibilidades acuíferas.

Con el método sísmico caracterizar las condiciones geomecánicas de los materiales y ponderar las condiciones geotécnicas en algunas áreas previstas para el bloque de fuerzas.





III.3.2 Levantamiento de campo.

De acuerdo a los objetivos propuestos, en el método eléctrico de resistividad se utilizó la técnica del sondeo eléctrico vertical (SEV) en su modalidad Schlumberger, realizando un total de 16 SEV, con apertura electródicas (AB/2) variable desde 10 a 500 m, distribuidos en 5 líneas geofísicas con orientación SW - NE; tres de ellas con una longitud de 600 m y las otras dos de 300 m. La separación entre las líneas se dio a cada 100 m mientras que los puntos de atribución de los SEV a cada 200 m. Además con el fin de contar con parámetros de calibración, se realizó un SEV con apertura electródica (AB/2) máxima de 200 m, en el sitio de un pozo de 230 m de profundidad, localizado aproximadamente a 900 m rumbo al NW del límite superior izquierdo del predio.

Con el método sísmico se efectuaron 12 tendidos de refracción (TSR) de 60 m de longitud, distribuidos en la zona donde se pretende implantar las obras civiles. Nueve de esos tendidos (TSR-1 a TSR-9) se ubicaron sobre tres de las líneas geoeléctricas; uno más en el área del aerocondensador (TSR-10), otro en el área de turbinas (TSR-11) y el último en el área del tanque de almacenamiento de diesel (TSR-12). Cada TSR consta de 12 geófonos separados 5 m entre sí y 5 puntos de tiros, colocados uno en el centro del arreglo y 2 en cada extremo del mismo, a 2.5 y 20 m de los geófonos exteriores, respectivamente.

III.3.3 Procesado de datos.

Los SEV se procesaron mediante el programa "Resixp" de modelación directa e inversa para el tratamiento de datos en términos de modelos de un suelo estratificado. El programa opera a partir de la introducción de datos de resistividad contra espaciamiento, permitiendo al usuario mediante su operador de modelación directa, calcular curvas sintéticas de resistividad para modelos hasta de 10 capas planas, y con el de modelación inversa obtener el modelo que más ajuste a los datos de campo.

Asimismo, el programa, permite generar un conjunto de modelos equivalentes que representan alternativas de interpretación, de donde se selecciona la más coherente.

El SEV realizado a un lado del pozo, determina para las lutitas una resistividad de 50 Ω m en los primeros 60 m, y se incrementa a 132 Ω m en su parte más profunda, lo que viene a sustentar los rangos de valores asignados a las unidades U_2 y U_3 .

Los resultados de la exploración sísmica definieron únicamente dos capas sísmicas, ambas ubicadas en los materiales de relleno de la Unidad U_1 , una superior diferenciada como capa sísmica #1 y otra inferior como capa sísmica #2:

Capa Sísmica #1: Presenta espesores de 1.5 a 3.5 m con velocidades de onda longitudinal (V_p) de 750 a 1200 m/s.

En los TSR seleccionado para la determinación de la velocidad de onda transversal (V_s), se encontraron para la primera capa los siguientes valores:





TENDIDO	ZONA ABARCADA	Vp (m/s)	Vs (m/s)
TRS-6	EDIFICIO ELECTRICO Y CONTROL	750	280
TSR-10	AEROCONDENSADOR	800	310
TSR-11	TURBINAS	900	310
TSR-12	TANQUE DE ALMCTO. DE DIESEL	900	330

Tabla No.1 Valores de velocidad Vp y Vs de la primera capa sísmica

A partir de esos valores de velocidad se estimaron los módulos dinámicos para esta primera capa sísmica, considerando una densidad (ρ) promedio de 1700 kg/m^3 , valor estimado a partir de la relación empírica $\rho = 0.23V_p^{0.25}$; con V_p dado en pies/s (de Garner y Gregory). Esto conduce a.

	TSR-6	TSR-10	TSR-11	TSR-12
Relación de Poisson	0.42	0.41	0.43	0.42
Modulo de Young (kg/cm^2)	3855.60	4702.20	4773.60	5375.40
Modulo de rigidez (kg/cm^2)	1356.60	1662.60	1662.60	1887
Modulo de expansión volumétrica (kg/cm^2)	7945.80	8874	11821.80	11526

Tabla No.2 Parámetros elásticos dinámicos de la capa sísmica superior

Capa Sísmica #2: Se detecta con velocidades de onda longitudinal que van de 1940 a 2280 m/s, con un espesor indeterminado. Las velocidades para las ondas longitudinales y transversales para los mismos TSR señalados en la Tabla No.1 son:

TENDIDO	ZONA ABARCADA	Vp (m/s)	Vs (m/s)
TRS-6	EDIFICIO ELECTRICO Y CONTROL	2000	1100
TSR-10	AEROCONDENSADOR	2150	1100
TSR-11	TURBINAS	2000	1100
TSR-12	TANQUE DE ALMCTO. DE DIESEL	2200	1100

Tabla No.3 Valores de velocidades Vp y Vs de la segunda capa sísmica

El procedimiento de la interpretación sísmica fue el implicado en la familia de programas SIPx que inicia mediante el programa SIPIK con una lectura automática de tiempos (que el usuario acepta o modifica) de los primeros arribos de la onda P o S según sea el caso. Dichos tiempos y el arreglo geométrico o disposición relativa entre los elementos del tendido sísmico (puntos de generación de ondas y geófonos) que se indican al ordenador con el programa SIPIN, permite la construcción de gráficos tiempo - distancia y con el programa SIPT2 se establecen modelos bidimensionales de velocidad - profundidad (secciones sísmicas) del medio estratificado.





El programa SIPT2, calcula la velocidad de la primera capa con los arribos directos, dividiendo la distancia directa de cada punto de generación de ondas a cada geófono, entre el tiempo de arribo que le corresponde. Los arribos derivados de refracciones de otras capas debajo de la primera, se calculan por dos métodos; (1) el de regresión, en el cual se define una recta (por mínimos cuadrados a los tiempos de arribo) que representa la velocidad de la capa y (2) el de Hobson - Overton que es una adaptación por mínimos cuadrados del método de Diferencias. El rango y valor medio que se reportan para las velocidades corresponde a la conjugación de ambos.

Asociando los datos de la información geológica del área y los datos del pozo antes mencionado, se pudo hacer una correspondencia geológica - geohidrológica con las unidades resistivas determinadas. Con base en ello se identificaron para el sitio 3 unidades geofísicas principales, la primera asociada con un material de relleno y las dos restantes con roca sedimentaria.

Unidad U₁. Unidad correspondiente a material de relleno construido por boleos, gravas, arenas y arcillas principalmente, su rango resistivo varía de 74 a 456 Ω m, con espesores de 14 a 19 m. Por su disposición litológica y por no expresar saturación carece de interés geohidrológico

Unidad U₂. Subyace a la unidad anterior con espesores de 64 a 103 m y resistividades de 49 a 92 Ω m, se asocia con una roca sedimentaria constituida por lutitas calcáreas, coronada con una delgada capa de conglomerado, la cual no fue definida por no tener suficiente contraste entre sus valores resistivos con los de las lutitas. A pesar de ser una unidad litológica de baja permeabilidad, geohidrológicamente puede ser parte de un acuífero somero, ya que no hay que descartar fracturas secundarias sobre todo en zonas donde se encontraron bajos resistivos.

Unidad U₃. Última unidad detectada, su techo se presenta a una profundidad de 78 a 119 m y exhibe valores resistivos en el rango de 112 a 400 Ω m, se considera que podría contener agua (debido a fracturas) y formar parte del mismo acuífero somero de baja permeabilidad. Litológicamente puede corresponder a la misma lutita calcárea de la unidad anterior con un posible cambio en su porción mineralógica.

Con el mismo procedimiento que en la capa anterior, la densidad estimada para esta unidad se considero de 2100 kg/m³, por lo que los parámetros elásticos arrojan valores de:

	TSR-6	TSR-10	TSR-11	TSR-12
Relación de Poisson	0.29	0.31	0.29	0.33
Modulo de Young (kg/cm ²)	66514.20	68564.40	66514.20	68095.20
Modulo de rigidez (kg/cm ²)	25908	25908	25908	25908
Modulo de expansión volumétrica (kg/cm ²)	51000	64260	51000	69360





III.4 Estudio Climatológico.

Los datos que a continuación se muestran, son el resultado de este estudio.

Altitud sobre el nivel del mar	1324 msnm aproximadamente
Temperatura de bulbo seco:	
-Máxima	37.4°C
- De diseño verano/invierno	29.6°C / 4°C
- Promedio Anual	18.0°C
- Mínima extrema	-8.5°C
Temperatura de bulbo húmedo:	
- De diseño verano/invierno	24.3°C / 1.5°C
- Promedio Anual	13.7°C
Humedad relativa:	
- Diseño de verano	65.0%
- Diseño de invierno	62.0%
- Promedio anual	62.0%
Temperatura de agua de enfriamiento:	
- Máxima	33.3°C
- De diseño	28.05°C
- Mínima	20.0°C
Precipitación pluvial.	
- Máxima diaria	116 mm
- Máxima horaria	52 mm
- Años registrados	56 mm
- Promedio anual	262 mm
- Intensidad máxima por día	116 mm





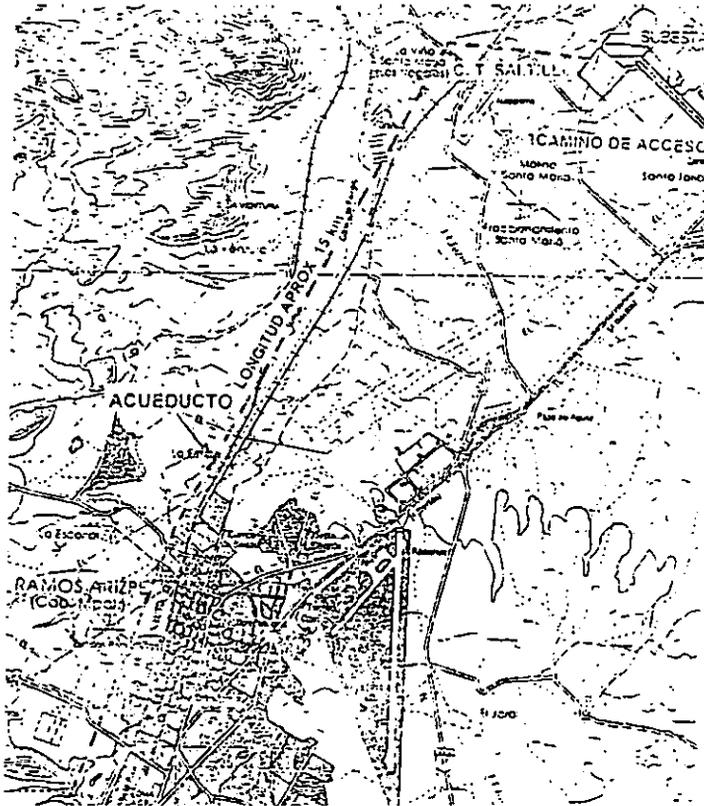
Curva Intensidad - Duración - Período de retorno	véase gráfica 4.4.1.6-1 (e)
Evaporación máxima registrada	1526 mm
Zona climática	BSoh α
Velocidad del viento para diseño	150 km/hr corresponde a estructuras tipo A y se refiere a la velocidad regional.
Coefficiente sísmico Cs	0.24 Cs de acuerdo a la zona sísmica A, estructuras tipo A y suelo tipo II.





IV ANÁLISIS TÉCNICO

IV.1 Localización del sitio.



Se localiza aproximadamente a 7.5 km al N40°E del centro de la ciudad de Ramos Arizpe, Coah. y tiene una extensión aproximada de 245,000 m². Al predio se tiene fácil acceso a través de la carretera federal No. 40, en el km 18 hay una desviación al norte pavimentada en su totalidad que comunica al autódromo de Saltillo con la carretera y a través de la cual también es posible acceder al sitio del proyecto.





IV.2 Tipo de tecnología a emplear.

La Central Termoeléctrica propuesta, es un Ciclo Combinado con una capacidad neta garantizada de 247.5 MW de generación de energía eléctrica a condiciones de diseño en verano, obtenida por medio de una avanzada tecnología Siemens Westinghouse para la isla de fuerza con equipo de turbinas de gas W 501G que provee seguridad, con alta confiabilidad, eficiencia y disponibilidad a un bajo costo de electricidad. Las características de la planta han sido cuidadosamente consideradas, resultando en un óptimo balance entre costo de capital y comportamiento (eficiencia), beneficios en la operación y el mantenimiento. Esta planta también está diseñada para reducir el impacto ambiental utilizando tecnologías avanzadas de quemado limpio de combustibles. La Central está integrada por un turbogenerador de gas con descarga de gases de combustión a un generador de vapor de recuperación de calor (HRSG), el cual suministra vapor sobrecalentado, recalentado que alimenta a un turbogenerador a vapor, con escape de vapor a un condensador del tipo superficie enfriado con agua de una torre de enfriamiento.

La Central está provista de todos sus sistemas y equipos: auxiliares, de tratamiento de agua y efluentes, una subestación elevadora de tensión y los sistemas de suministro de gas natural, aceite diesel y agua cruda para usos múltiples entre otros usos

Que la central sea de ciclo combinado significa que aprovecha la energía más de una vez, en este caso específico se tiene una turbina a gas la cual es muy similar a las utilizadas en los aviones, esta se alimenta de gas natural el cual aún siendo mucho más limpio con respecto a otras fuentes de energía de todas formas pasa primero por una serie de filtros que eliminan toda partícula que pudiese alterar el normal funcionamiento de la planta. Además de gas se inyecta aire a la turbina para la combustión y este también debe ser filtrado, eliminando partículas de hasta 5 micrones. Una vez aprovechada parte de la energía en hacer funcionar el generador, los gases expulsados a altas temperaturas (550 °C) se aprovechan para crear vapor y alimentar la turbina a vapor la que es en realidad un conjunto de 3 turbinas en serie (una de alta presión, otra de media y una tercera de baja presión) las cuales mueven el mismo generador. Esto se logra mediante una serie de expansiones y recalentamientos del vapor, el cual vuelve a pasar por el escape de la turbina repetidas veces antes de condensarlo; el cual se refrigera mediante una corriente de agua externa, este sistema de enfriamiento es cerrado, ya que el agua utilizada es reaprovechada luego de pasar por las torres de enfriamiento.

Una importante característica de la planta es que las turbinas no son independientes, por lo cual el ciclo es siempre el mismo y no puede ser alterado. Además de esto se puede decir que la central esta totalmente computarizada por lo cual el numero de personas necesarias para su funcionamiento se reducen a 5 personas por turno.



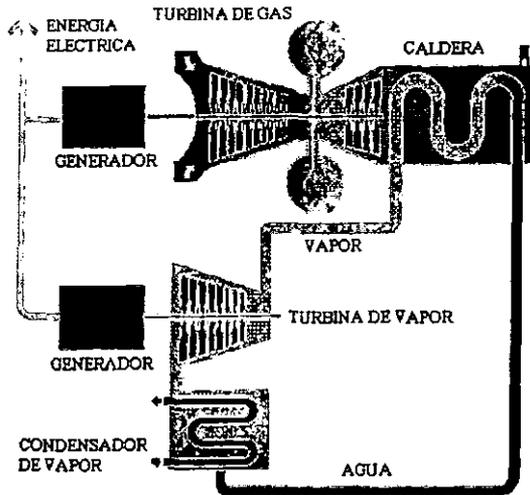


Figura IV-1 esquema del ciclo de una central termoeléctrica

IV.3 Características del combustible base y alterno.

En esta parte del capítulo se trata de establecer las propiedades físicas y químicas del gas natural que se inyecte a los sistemas de transporte, almacenamiento y distribución. El gas natural debe cumplir con dichas propiedades para disponer de un combustible limpio que evite daños a los equipos y a los sistemas de combustión en general

IV.3.1 Definiciones.

Condiciones Base: Condiciones bajo las que se mide el gas natural correspondientes a la presión absoluta de 9998 kg/m^2 y a la temperatura de $19.85 \text{ }^\circ\text{C}$.

Gas o gas natural: La mezcla de hidrocarburos compuesta primordialmente por metano.

Gravedad específica: Relación de la densidad de un gas con respecto de la densidad del aire seco a las mismas condiciones de presión y temperatura.

Poder calorífico bruto en base seca: Energía producida por la combustión completa a presión constante de una unidad de volumen de gas natural seco con aire, a condiciones base de presión y temperatura. En la determinación del poder calorífico los productos de la combustión se mantienen a una temperatura de $19.85 \text{ }^\circ\text{C}$ y la entalpía del agua formada durante el proceso de combustión se determina en la fase líquida.





Temperatura de rocío: Temperatura correspondiente a la presión de operación del sistema, a la cual el vapor del agua contenida se condensa.

IV.3.1.1 Terminología.

Análisis cromatográfico: Método para la determinación de la composición química del gas natural. Los componentes de una muestra representativa se separan físicamente por medio del método de Cromatografía de gas y se comparan con los de una mezcla de referencia de composición conocida. La composición del gas natural incluye metano, etano, propano, butanos, hidrocarburos más pesados, nitrógeno, bióxido de carbono y oxígeno. El análisis cromatográfico proporciona datos para el cálculo de las propiedades fisicoquímicas tales como el poder calorífico y la densidad relativa.

Acido sulfhídrico (H₂S): Gas contaminante presente en el gas natural, el cual representa una impureza que debe eliminarse antes de que sea inyectado en el sistema de tuberías, ya sean de transporte o distribución. Reacciona en presencia de humedad formando el ácido sulfúrico (H₂SO₄), el cual incrementa la acción corrosiva en las tuberías de acero.

Azufre: Elemento químico contaminante presente en el gas natural que forma compuestos de sulfuros orgánicos e inorgánicos cuya concentración debe reducirse por sus propiedades altamente corrosivas.

Bióxido de carbono (CO₂): Gas contaminante presente en el gas natural. En ausencia de agua no es corrosivo, sin embargo, en presencia de agua forma el ácido carbónico que produce corrosión en los sistemas de tuberías metálicas. El bióxido de carbono reacciona con el oxígeno y el ácido sulfhídrico incrementando la acción corrosiva y reduce el poder calorífico del gas natural por dilución volumétrica

Humedad: Contenido de vapor de agua presente en el gas natural; se determina midiendo la temperatura de rocío de éste. El gas transportado por una red de tuberías debe deshidratarse para evitar la condensación, corrosión, y/o formación de hidratos.

Nitrógeno (N₂): Elemento presente en el gas natural que ocasiona una reducción en su contenido calorífico; en grandes concentraciones genera la formación de óxidos de nitrógeno al momento de la combustión, mismos que conducen a la producción de ozono en la atmósfera y resultan en compuestos contaminantes.

Oxígeno (O₂): Elemento del gas natural que causa corrosión en tuberías de acero en presencia de humedad.





IV.3.2 Especificaciones.

El gas natural que se inyecte a los sistemas de transporte, almacenamiento y distribución debe cumplir, como mínimo, con las especificaciones siguientes:

Especificaciones del gas natural

Determinación de	Método	Unidades	Especificación	
			Mínimo	Máximo
Poder calorífico bruto en base seca	ASTM D-1826	MJ/m ³	35.42	---
Acido sulfhídrico (H ₂ S)	ASTM D-4468	mg/m ³ ppm	---	6.1 4.4
Azufre total (S)	ASTM D-4468	mg/m ³ ppm	---	258 200
Humedad (H ₂ O)	ASTM D-1142 Higrómetro	mg/m ³	---	112
Nitrógeno (N ₂) + Bióxido de carbono (CO ₂)	ASTM D-1945	% Vol	---	3
Contenido de licuables a partir del propano	ASTM D-1945	l/m ³	---	0.059
Temperatura	---	K	---	323
Oxígeno	ASTM D-1945	% Vol	---	0.5
Material sólido	---	---	Libre de polvos, gomas y de cualquier sólido que pueda ocasionar problemas en la tubería	
Líquidos	---	---	Libre de agua y de hidrocarburos líquidos	
Microbiológicos	---	---	Libre	

donde:

- MJ/m³ megajoules por metro cúbico
- mg/m³ miligramos por metro cúbico
- Ppm partes por millón
- % Vol por ciento en volumen
- l/m³ litros por metro cúbico
- K grados Kelvin
- kPa Kilopascal





Las propiedades fisicoquímicas del gas deben determinarse utilizando los métodos de pruebas establecidos por las normas o métodos descritos en el cuadro anterior. Dichos métodos establecen la tolerancia del método de prueba.

IV.3.3 Uno de los productos de alta calidad que se destilan en México.

Por la naturaleza del crudo mexicano y nuestra tecnología de punta, PEMEX Diesel es uno de los mejores del mundo, además de ser entre 25 y 40% más barato que cualquier Diesel en Estados Unidos. Se ha demostrado que desde hace varios años, cientos de vehículos extranjeros cruzan la frontera para vacacionar en nuestras gasolineras y abastecerse de nuestro preciado Diesel.

La calidad de PEMEX Diesel, antes Diesel Sin, es de las mejores del mundo *. La empresa Exxon Chemical realizó un estudio comparativo de los atributos del Diesel que se comercializa en diferentes países. De los 32 tipos estudiados, PEMEX Diesel ocupó el cuarto lugar por su contenido de cetano y el quinto lugar por su contenido de azufre. Adicionalmente, en pruebas de laboratorio, la empresa Ethyl Petroleum Additives, certificó que la calidad del PEMEX Diesel no requiere del uso de aditivos.

La industria automotriz está lanzando al mercado nuevos motores Diesel con mayor relación de compresión, potencia y alto rendimiento exigiendo, asimismo, combustibles adecuados a estos equipos, por lo que PEMEX Refinación ha puesto a la disposición del moderno parque vehicular, el combustible PEMEX Diesel con bajo contenido de azufre, aromáticos e índices de cetano y calidades equiparables a las del mercado internacional.

Este combustible elaborado por PEMEX Refinación, cumple con los estándares de calidad más estrictos, con los códigos, normas y especificaciones establecidas por instituciones de prestigio internacional tales como la Environmental Protection Agency (EPA), el California Air Resources Board (CARB) y otras asociaciones europeas y del Japón, así como por el Instituto Nacional de Ecología (INE), el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) y otras instituciones nacionales.

IV.3.3.1 ¿Qué es el diesel?

El Diesel es un combustible hidrocarburo, derivado de la destilación atmosférica del petróleo crudo.

Se consume principalmente en máquinas de combustión interna de alto aprovechamiento de energía, con elevado rendimiento y eficiencia mecánica.

Su uso se orienta fundamentalmente como energético en el parque vehicular equipado con motores diseñados para combustible Diesel, tales como camiones de carga de servicio ligero y pesado, autobuses de servicio urbano y de transporte foráneo, locomotoras,

*Fuente: Exxon Chemical Paramms Worldwide 1995 Winter Diesel Fuel Quality Survey





embarcaciones, maquinaria agrícola, industrial y de la construcción (trascabos, grúas, tractores, aplanadoras, entre otros).

IV.3.3.2 Especificaciones de los combustibles diesel.

Desde 1986, Pemex Refinación ha venido elevando la calidad del Diesel, reduciendo gradualmente los niveles de azufre, hasta llegar en la actualidad a un contenido máximo de 0.5 por ciento para el Diesel Desulfurado y de 0.5 por ciento para el Pemex Diesel, este último con un contenido de aromáticos del 30 por ciento y con un índice de cetano desde 52 hasta 55, superando a las especificaciones de este combustible producido en otros países, colocándose a la vanguardia del mercado mundial.

Por otra parte, Pemex Refinación está llevando a cabo pláticas periódicas con las empresas fabricantes de motores que operan en el mercado nacional automotriz, a fin de detectar los requerimientos de calidad del Diesel y reducir las emisiones de bióxido de azufre y otras partículas contaminantes de este energético.

IV.3.3.3 Calidad del diesel.

El índice de cetano es la medida de la calidad de ignición y capacidad antidetonante del Diesel y es indicativo del grado de eficiencia de la combustión de este energético en el motor, de forma tal que se produzca la máxima cantidad de energía aprovechable. Otro parámetro importante es el contenido de azufre, su efecto se manifiesta en un desgaste de la máquina.

A menor contenido de este elemento, el combustible es más limpio y menos contaminante.

IV.4 Características del agua.

La termoeléctrica dependerá del abastecimiento de agua residual descrito anteriormente que requerirá tratamiento para poder ser utilizarla en los servicios de la Central. Los requerimientos de calidad del agua en la entrada del sitio de la Central después del tratamiento de son los siguientes:

- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	Menos	de	10	mg/l
- Sólidos suspendidos volátiles (SSV)	Menos	de	10	ppm
- Grasas y aceites	Menos	de	5	ppm
- Turbiedad	Menos de 5 unidades nefelométricas			





Considerando que la fuente de suministro la conforman principalmente aguas residuales domésticas, el proceso base más eficiente y económico para el tratamiento de las aguas es el biológico aerobio mediante lodos activados en la variante de aireación extendida (18 a 24 horas de residencia hidráulica), con el cual se pueden alcanzar eficiencias de remoción de materia orgánica de 90 a 95 %.

Para satisfacer el límite de sólidos suspendidos volátiles y de turbiedad es necesario complementar el tratamiento biológico (nivel secundario) con filtración de las aguas en medios granulares (antracita y arena) y para cumplir con el límite aceptable de la DBO se requiere un proceso de adsorción empleando lechos de carbón activado granular.

Para satisfacer el requisito de calidad de grasas y aceites es necesario aplicar un tratamiento primario mediante flotación con aire disuelto con el que se logran eficiencias de más de 95%.

Para mejorar las condiciones del agua residual a tratar, así como para proteger los equipos de bombeo de agua cruda se prevé un sistema de tratamiento preliminar basado en cribado grueso y fino y desarenación.

Con el fin de controlar los procesos y la cantidad de agua a tratar y tratada, se instalarán medidores de flujo con transmisión ultrasónica para tener el registro en tiempo real de los caudales.

Los subproductos de los procesos de tratamiento, como son el material retenido en los sistemas de cribado, arenas, grasas y aceites, se mezclarán con la basura generada en la Central Termoeléctrica y así disponerla en un relleno sanitario. Los lodos producidos en el sistema de desgrasado y en la clarificación del agua efluente del proceso biológico se estabilizará mediante un proceso de digestión aerobia, espesamiento y deshidratación para lograr concentraciones de sólidos de 20 a 25%. Este producto es manejable para depositarlo en camiones de volteo y transportarlo hasta un relleno sanitario.

Los sobrenadantes del lavado de filtros y de los lechos de carbón activado, del espesamiento y de la deshidratación de los lodos, se retomarán a la línea de proceso de las aguas residuales.

El agua residual tratada se almacenará y se conducirá a la Central Termoeléctrica de acuerdo con los requerimientos que se establezcan.





IV.5 Estudio de agregados para concreto.

IV.5.1 Trabajos realizados en campo.

IV.5.1.1 Visita al sitio.

Se localizaron los bancos: San José, Río Seco y San Toribio, y se visitaron las plantas clasificadoras y trituradoras de material denominadas: Materiales Triturados en General "Trimaco"

Se obtuvieron muestras de agua de tres posibles fuentes de suministro para la elaboración de concreto: las fuentes de suministro muestreadas fueron la red de agua potable del fraccionamiento Santa María, el manantial de la Hacienda Santa María y un pozo profundo de la Granja Pollo II

Se visitó la Planta de Cementos Hidalgo ubicada en Ciudad Hidalgo N. L., de esta planta se obtuvo cemento Tipo I en cantidad suficiente para elaborar las mezclas de prueba y realizar su análisis físico-químico.

IV.5.2 Localización de los bancos muestreados.

Banco "San José"

Este banco se localiza aproximadamente a 10 km del Sitio de proyecto sobre el camino de terracería que lleva al poblado de San José de Los Nuncios muy cerca del cruce de este camino con la autopista de cuota Ramos Arizpe - Matehuala.

Banco Río Seco

Este banco se localiza aproximadamente a 1 km del Sitio del Proyecto. sobre el camino de terracería que entronca con la autopista Ramos Arizpe — Monterrey

Banco "San Toribio"

Se encuentra ubicado a 2 km aguas arriba del puente San Toribio, este se localiza sobre la autopista Ramos Arizpe — Monterrey. Para llegar del sitio del Proyecto al banco se recorren 4 km de terracería y 3 km de carretera pavimentada.

Planta "Materiales Triturados en General"

Para llegar a esta planta se toma la carretera libre Ramos Arizpe - Matehuala, la planta se localiza a la altura del poblado El Saucillo de Abajo, aproximadamente a 17 km del Sitio del proyecto Del total del recorrido existen 13 km de carretera pavimentada y el resto es terracería.





Planta "Clasificadora y Trituradora Trimaco"

Esta planta se encuentra sobre el camino de terracería que lleva a Cañada de Los Pinos, aproximadamente a 20 km del sitio del proyecto. Para llegar a esta planta se recorren 17 km de la autopista Ramos Arizpe – Monterrey y posteriormente se toma el camino de terracería mencionado.

IV.5.2.1 Características de los bancos y plantas clasificadoras

Banco "San José"

Para el muestreo del banco se realizaron dos pozos a cielo abierto de 1.5 m x 1.5 m de sección y 3.25 m de profundidad cada uno. En estos pozos se pudo observar que la arena presenta una ligera contaminación con arcilla: de cada pozo se tomo una muestra representativa para determinar su composición granulométrica en el sitio, el mismo material se trasladó al Laboratorio de Materiales para realizar su análisis físico químico y elaborar los diseños de mezcla correspondientes. El banco cuenta con un volumen de material aprovechable de aproximadamente 170 000 m³ de los cuales el 66.5% es grava y el 33.5% es arena.

Banco "Río Seco"

Para la inspección del banco se realizaron dos pozos a cielo abierto de 1.5 m X 1.5 m X 3.5 m, en estos se pudo observar la presencia de estratos limo arcillosos cuyos espesores varían de 15 cm a 40 cm, por lo que la arena se encuentra muy contaminada con estos materiales y resulta aprovechable únicamente la grava: por esta razón no se tomaron muestras de material de este banco.

Banco "San Toribio"

En este banco se encuentra un filón de material cuya superficie aproximada es de 7000 m², con un espesor aproximado de 2 m. De este banco no se tomaron muestras porque presenta un volumen pequeño de material comparado con otros bancos, y el material es muy similar al del banco San José

Planta Materiales Triturados en General

De esta planta se obtuvieron muestras de arena y grava con tamaño máximo de 25.4 mm estas se enviaron al Laboratorio de Materiales para su análisis físico químico y la elaboración de las mezclas de prueba. El volumen de agregados de esa planta es suficiente para satisfacer el volumen de materia requerido por el proyecto.





Planta "Clasificadora y Trituradora Trimaco"

De esta planta se obtuvo una muestra de grava con tamaño máximo de 25.4 mm y una muestra de arena en cantidad suficiente para realizar su análisis físico químico y los diseños de mezclas correspondientes.

Trabajos realizados en el laboratorio.

Identificación de muestras y pruebas realizadas. Las muestras de agregados recibidas en el Laboratorio de Concreto se identificaron para su control interno con su respectivo nombre del banco o planta a que pertenecen.

IV.5.2.2 Características de los materiales.

Banco "San José"

Características físicas de la arena

Los resultados de las pruebas físicas presentados muestran que la arena es densa (2575 kgf/m³) y de baja absorción (2.5 %) sin embargo la pérdida por lavado (14.77 %) es muy superior a lo que especifica la norma ASTM-C-33 (5 % máximo) y el contenido de materia orgánica es mayor al especificado. El módulo de finura (2.71) indica que la arena es adecuada para la fabricación de concreto, pero la composición granulométrica de la arena es irregular, ya que el porcentaje de material retenido en la malla No. 100 es menor que el límite inferior establecido en la norma.

Debido a que el material presenta un porcentaje de finos y un contenido de materia orgánica superior a lo permitido es necesario someterlo a un proceso de lavado para disminuir. Estos parámetros a valores aceptables. Los resultados de las pruebas físicas de la arena lavada, muestran que el porcentaje de pérdida por lavado disminuye (1.39 %) no obstante el contenido de materia orgánica cumple con lo indicado en ASTM-C-33 adicionalmente no obstante que el módulo de finura se incrementa ligeramente (3.04), la curva granulométrica de la arena lavada esta dentro de los límites establecidos en la norma mencionada.

Los resultados de las pruebas de sanidad realizadas a la arena lavada, indican que la pérdida total de material (0.41 %) es inferior a la máxima permitida C-33 (10 %)

Características físicas de las gravas

Los resultados presentados, indican que la grava de este banco es de buena calidad física su densidad (2681 kgf/m³) es adecuada para producir concretos de peso normal la absorción promedio de sus tres clasificaciones (0.77 %) es muy bajo y el porcentaje de pérdida por lavado promedio (0.9) es aceptable.





El resultado de la prueba de sanidad presentado indica que la pérdida total de material (0.22 %) es inferior a la máxima permitida (12 %). El resultado de la prueba de absorción mostrado indica que el porcentaje de pérdida de material (26.35 %) también es inferior al máximo especificado (50%).

Características químicas de arena y grava

De acuerdo con los resultados de las pruebas químicas mostrados tanto la arena como las gravas no contienen sulfatos, presentan bajo contenido de cloruros. Los resultados de las pruebas de reactividad, indican que la arena y la grava y no reaccionan con los álcalis del cemento.

Banco Materiales Triturados en General.

Características físicas de la arena

Los resultados de las pruebas físicas presentados indican que la densidad (2633 kgf/m^3), la absorción (41.20 %) y el contenido de materia orgánica muestran valores adecuados para la fabricación de concreto; sin embargo, debido a la naturaleza del agregado, la pérdida por lavado (18.79 %) es mayor que la permitida. El módulo de finura (2.36) se encuentra en el límite inferior recomendado (2.30), lo que indica que se trata de una arena muy fina. Como puede observarse la curva granulométrica de este material se sale del límite inferior establecido para el tamaño correspondiente a la malla No. 100.

Los resultados de las pruebas de sanidad indican que la pérdida de material (1.32 %) es inferior a la máxima permitida (10 %)

Características físicas de las gravas

Los resultados mostrados indican que la grava de este banco es de buena calidad física; su densidad (2667 kgf/m^3), absorción (0.97%) y el porcentaje de pérdida por lavado promedio (0.95 %) son satisfactorias.

Los resultados de las pruebas de sanidad (1.74 %) y abrasión (28.82 %), están dentro de los límites que establece la norma ASTM C-33.

Características químicas de arena y grava

De acuerdo con los resultados mostrados, la arena y la grava no contienen sulfatos y presentan bajo contenido de cloruros. Los resultados de las pruebas de reactividad mostrados indican que la arena y la grava no reaccionan con los álcalis del cemento.





Planta Clasificadora y Trituradora Trimaco'

Características físicas de la arena

De acuerdo con los resultados mostrados, la densidad (2703 kgf/m^3), la absorción (10 %), y el contenido de materia orgánica son satisfactorias sin embargo, el porcentaje de pérdida por lavado (13.55 %) excede el valor permitido. El módulo de finura de la arena (2.97), esta dentro de los límites indicados en la norma ASTM C-33, pero la curva granulométrica mostrada, se sale de los límites establecidos para los tamaños correspondientes a las mallas Nos. 8 y 100.

Los resultados de las pruebas de sanidad, indican que la pérdida total de material (0.76%) es inferior a la máxima permitida.

Características físicas de la grava

Los resultados de las pruebas físicas realizadas a la grava indican que la densidad (2685 kgf/m^3) y la absorción (0.91 %) son aceptables sin embargo el porcentaje de pérdida por lavado promedio (1.42 %) es ligeramente superior al máximo permitido por la norma ASTM C-33 (1 %).

El resultado de la prueba de sanidad presentado indica que la pérdida total de material (0.51 %) es interior a la máxima permitida, se puede observar que el porcentaje de pérdida de material obtenido en la prueba de absorción (27.26 %) también es inferior al máximo especificado (50 %).

Características químicas de arena y grava

Los resultados de las pruebas químicas, indican que la arena no contiene sulfatos, presenta bajo contenido de cloruros y no reacciona con los álcalis del cemento.

Agua

Los resultados de las pruebas físicas y químicas realizadas a las muestras de agua, el agua del fraccionamiento Santa María y la de la Granja Pollo II cumplen con lo especificado para aguas de mezclado. El agua tomada de la filtración de la Hacienda Santa María presenta un alto contenido de sulfatos y sólidos disueltos por lo que no se recomienda utilizarla en la fabricación de concreto.

Cemento

En los resultados obtenidos en las pruebas físico químicas realizadas al cemento tipo I procedente de la planta Cementos Hidalgo, de acuerdo con estos el cemento cumple con la especificación ASTM C-150 y presenta un bajo contenido de álcalis totales (0.57 %)





Diseño de mezclas de concreto

Para la elaboración de las mezclas de prueba se seleccionaron dos de los tres bancos muestreados. En la selección de los bancos se tomaron en cuenta los resultados de las pruebas físico químicas, el volumen de material de los bancos y la distancia que existe entre estos y el Sitio del proyecto de acuerdo con lo anterior los bancos de agregados que presentan las mejores características son el banco San José y la planta Materiales Triturados en General.

Con los materiales de los dos bancos seleccionados se elaboraron ocho mezclas de prueba, cuatro con agregados del banco San José y cuatro con agregados de la planta Materiales Triturados en General. Las relaciones agua / cemento en peso de las mezclas de prueba elaboradas con ambos agregados fueron: 0.70, 0.62, 0.54 y 0.4. En las ocho mezclas se utilizó arena lavada.

Los proporcionamientos y los resultados de las pruebas realizadas al concreto en estado fresco y endurecidos se presentan. Como se puede observar, para una misma relación agua / cemento se requiere menor consumo de cemento cuando se emplean agregados de banco San José adicionalmente la resistencia a compresión, el módulo de elasticidad, y la resistencia a tensión indirecta de los concretos fabricados con agregados de este banco presentan en general, valores más altos que los fabricados con agregados de la planta Materiales Triturados en General.





V ANÁLISIS CIVIL - ESTRUCTURAL DEL PROYECTO

En este capítulo no se pretende hacer el análisis matemático de una estructura, mas bien lo que se pretende es, dar a conocer el diseño conceptual de una Central Termoeléctrica como esta, tomando como base los conocimientos adquiridos en el aula de clases y en la práctica.

V.1 Alcance de las instalaciones.

a) Desarrollo de Sitio

- Plataformas, Pavimentos y Vialidades.

Plataformas (preparación de sitio) con acabado en grava y pavimento hidráulico solo para el área de fuerza; las vialidades incluidos los estacionamientos, serán de concreto asfáltico, con guarnición de concreto reforzado a lo largo del desarrollo de dichas vialidades y sin banquetas.

- Drenaje Pluvial

Conducción por gravedad; perimetral al área construida, a partir de cunetas, para su posterior encauzamiento acorde con el escurrimiento natural del predio.

- Drenaje Sanitario

Conducción por gravedad; tubería de PVC en interiores y concreto simple en exteriores; registros de tabique rojo recocido con tapas ciegas.

- Drenaje Químico

Conducción por gravedad; tubería resistente a la corrosión y registros de concreto reforzado protegidos con membrana antiácida.

- Drenaje Aceitoso

Conducción por gravedad; tubería de fierro fundido (Fo.Fo) y registros de concreto reforzado.

- Bancos de Ductos Eléctricos y Registros

Suministro del acero de refuerzo de acuerdo con lo establecido por el ACI-318-95, para el número de secciones requeridas por el arreglo de ductos, tanto de fuerza, control y alumbrado (en caso de requerirse); registros de concreto reforzado.





b) Cimentaciones para tanques

-Cimentación Tanque de Almacenamiento de Diesel

Cimentación a base de anillo perimetral de concreto reforzado y relleno con material de banco compactado al 95% de su PVSM; el diámetro de dicha cimentación (al centro de línea), corresponde con el del tanque; se proveerá de una losa de concreto reforzado en toda el área en contacto con la placa base del tanque de aproximadamente 15 cm de espesor y armada con malla electrosoldada en ambos lechos, dicha losa será provista de juntas de expansión, contracción y/o construcción debidamente selladas.

Dique de concreto reforzado: Losas de piso de concreto con malla electrosoldada en un área aprox. de 92.0 m x 92.0 m y muro perimetral de 0.2 m de espesor y una altura de 1.8 m aprox.

-Cimentación Tanque Almacenamiento de Agua de Servicios y Contra incendio

Cimentación a base de anillo perimetral de concreto reforzado y relleno con material de banco compactado al 95% de su PVSM; el diámetro de dicha cimentación (al centro de línea), corresponde con el del tanque; se proveerá de una losa de concreto reforzado en toda el área en contacto con la placa base del tanque de aproximadamente 15 cm de espesor y armada con malla electrosoldada en ambos lechos, dicha losa será provista de juntas de expansión, contracción y/o construcción debidamente selladas.

-Cimentación Tanque de Almacenamiento Agua Desmineralizada

Cimentación a base de anillo perimetral de concreto reforzado y relleno con material de banco compactado al 95% de su PVSM; el diámetro de dicha cimentación (al centro de línea), corresponde con el del tanque.

-Cimentación Tanque de Almacenamiento de Destilados

Cimentación a base de anillo perimetral de concreto reforzado y relleno con material de banco compactado al 95% de su PVSM; el diámetro de dicha cimentación (al centro de línea), corresponde con el del tanque.

-Cimentación Tanque de Purgas Continuo Cimentación a base de zapata y pedestal de concreto reforzado.

-Cimentación Tanque de Purgas Intermitente Cimentación a base de zapata y pedestal de concreto reforzado.





c) Cimentaciones para equipos

-Cimentación Turbina de Gas/Generador (CTG)

Cimentación masiva de concreto reforzado, según como se requiera por el equipo y desplantada a -2.0 m (aprox.), respecto del nivel de piso terminado.

-Cimentación Turbina de Vapor/Generador (STG)

Cimentación masiva de concreto reforzado, según como se requiera por el equipo y desplantada a -2.0 m (aprox.), respecto del nivel de piso terminado.

-Cimentación Recuperador de Calor (HRSG)

Losa de cimentación con pedestales de concreto reforzado, según como se requiera por el equipo y desplantada a -2.0 m (aprox.), respecto del nivel de piso terminado.

-Cimentación Transformadores Principales (2)

Incluye fosa de captación de aceite y tapa a base de rejilla y piedra bola con granulometría de 8" a 12" y sistema de fijación según requerimientos del equipo

-Cimentación Transformador Auxiliar (1)

Incluye fosa de captación de aceite y tapa a base de rejilla y piedra bola con granulometría de 8" a 12" y sistema de fijación según requerimientos del equipo.

-Cimentación Torre de Enfriamiento y Cárcamo de Bombeo

La cimentación de la torre de enfriamiento, constará de un cajón a base de concreto reforzado, mismo que funcionará como bacín de agua para dicha torre, este cajón, se proyectará lo necesario en uno de sus extremos para el desarrollo del Cárcamo de Bombeo.

En el compartimento correspondiente al Cárcamo de Bombeo, se proveerá de una losa tapa, sobre la cual se apoyarán las Bombas.

-Fosa para Separador de Agua Aceite, Planta de tratamiento de Aguas Residuales y Compartimento para Agua de Riego

A base de Concreto reforzado; se desarrollará de acuerdo con la capacidad y características propias de los equipos y volúmenes a contener. Se pretende disponer de tres compartimentos, dos de los cuales contará con tapas y acceso de hombre (uno p/Separador de Agua Aceite y otro p/Planta de tratamiento de Aguas Residuales), el tercer compartimento se refiere a la Fosa de Agua para Riego y con una capacidad de 15Cm³ (a cielo abierto)





-Cimentación Casetas de Monitoreo Atmosférico (3)

Losa de cimentación de 4.0 m x 4.0 m aprox. proyectada en +0.3 m c/r al Nivel de Terreno Natural, y dala perimetral desplantada a -0.6 m (aprox.) c/r de la misma referencia.

-Cimentación Estación Meteorológica

Losa de cimentación de 9.0 m x 21.0 m (aprox.) proyectada en +0.2 m c/r al Nivel Final de Terreno, y dala perimetral desplantada a -0.6 m (aprox.) c/r de la misma referencia.

-Cimentación Batería de Filtros

Losa de cimentación de 4.0 m x 4.0 m (aprox.) proyectada en +0.3 m c/r al Nivel de Terreno Natural, y dala perimetral desplantada a -0.6 m (aprox.) c/r de la misma referencia.

-Cimentación Cristalizador

Losa de cimentación de 8.0 m x 4.0 m (aprox.) proyectada en +0.2 m c/r al Nivel de Piso Terminado, y dala perimetral desplantada a -0.6 m (aprox.) c/r de la misma referencia.

-Cimentaciones Para Bombas

La geometría de estas cimentaciones, dependerá de las características propias del equipo, así como de los requerimientos de estabilidad y capacidad de carga del terreno.

d) Rack y Soportes Para Tubería

- Rack para tuberías

Geometría Tentativa: Marcos de acero estructural a cada 6.0 m, por 6.0 m de ancho, en módulos de 5 crujiás, de las cuales sé contraventearán las extremas (de cada módulo); dos camas a 5.7 m y 7.2 m de altura aprox.; cimentación a base de zapatas aisladas desplantadas a -2.0 m aprox. y traves de liga; estructura de Acero ASTM A-36.

Mochetas para línea de agua de Servicio y Combustible Geometría Tentativa: Mochetas de concreto reforzado, con zapata corrida desplantada a -1.2m aprox.

e) Edificios

-Cuarto Eléctrico (Incluye Tableros Eléctricos y Baterías)

Se desarrollará de acuerdo con los requerimientos del área eléctrica, en un área de aprox. 19.0 m x 12.0 m; cimentación a base de zapatas aisladas, desplantadas a -1.5 m aprox.; estructura reticular de concreto reforzado y cubierta de concreto reforzado.





-Almacén y Taller de Mantenimiento

Se desarrollará de acuerdo con los requerimientos del servicio, en un área de aprox. 20.0 m x 16.0 m; cimentación a base de zapatas aisladas, desplantadas a -1.5 m aprox.; estructura reticular de acero estructural; cubierta a base de lámina de acero galvanizado (en almacén y taller) y concreto armado (en oficinas).

-Cuarto de Control Central

Se desarrollará de acuerdo con los requerimientos del área eléctrica, en un área de aprox. 14.0 m x 12.0 m; cimentación a base de zapatas aisladas, desplantadas a -1.5 m aprox.; estructura reticular de concreto reforzado y cubierta a base de concreto reforzado.

-Edificio de Tratamiento de Agua Desmineralizada

Se desarrollará de acuerdo con los requerimientos del servicio, en un área de aprox. 18.0 m x 20.0 m; cimentación a base de zapatas aisladas, desplantadas a -1.5 m aprox.; estructura reticular de acero estructural y cubierta a base de lámina de acero galvanizado.

-Edificio de Tratamiento Lateral de la Torre de Enfriamiento

Se desarrollará de acuerdo con los requerimientos del servicio, en un área de aprox. 10.0 m x 10.0 m; cimentación a base de zapatas aisladas, desplantadas a -1.5 m aprox.; estructura reticular de acero estructural y cubierta a base de lámina de acero galvanizado.

-Cobertizo Para Bombas de Agua de servicio y Contra incendio

Se desarrollará de acuerdo con los requerimientos del área mecánica y tuberías, en un área de aprox. 4.0 m x 6.0 m; cimentación a base de zapatas aisladas, desplantadas a -1.2 m aprox.; estructura reticular de concreto reforzado y cubierta a base de concreto reforzado.

-Cobertizo Para Almacén de CO₂ y H₂.

Se desarrollará de acuerdo con los requerimientos del área mecánica, tuberías y ambiental, en un área de aprox. 10.0 m x 7.0 m, cimentación a base de zapatas aisladas, desplantadas a -1.2 m aprox.; estructura reticular de acero estructural y cubierta a base de lámina de acero galvanizado.

-Cobertizo Para Estación de Medición y Regulación de Gas

Se desarrollará de acuerdo con los requerimientos de proceso, mecánica y tuberías, en un área de aprox. 10.0 m x 6.0 m; cimentación a base de zapatas aisladas, desplantadas a -1.2 m aprox.; estructura reticular de concreto reforzado y cubierta a base de concreto reforzado.





-Edificio Administrativo

Se desarrollará de acuerdo con los requerimientos arquitectónicos, en un área de aprox. 18.0 m x 8.0 m; cimentación a base de zapatas aisladas, desplantadas a -1.5 m aprox.; estructura reticular de concreto reforzado y cubierta a base de concreto reforzado.

- Caseta de Acceso

Se desarrollará de acuerdo con los requerimientos arquitectónicos, en un área 5.0 m x 3.0 m; cimentación a base de zapatas corridas, desplantadas a -1.2 m; estructura con muros de carga, columnas y travesaños; cubierta a base de concreto reforzado.

- Cuarto de Control de la Subestación

Se desarrollará de acuerdo con los requerimientos del área eléctrica, en un aprox. 8.0 m x 12.0 m; cimentación a base de zapatas aisladas, desplantadas aprox.; estructura reticular de concreto reforzado y cubierta a base de concreto reforzado.

-Cuarto Eléctrico (incluye equipo de las torres de enfriamiento, enfriador de servicios auxiliares)

Se desarrollará de acuerdo con los requerimientos del área eléctrica, en un aprox. 10.0 m x 7.0 m; cimentación a base de zapatas aisladas, desplantadas aprox.; estructura reticular de concreto reforzado y cubierta a base de concreto reforzado.

-Cobertizo de Bombas de Descarga de Diesel

Se desarrollará de acuerdo con los requerimientos del área mecánica y tuberías, en un área de aprox. 6.0 m x 6.0 m; cimentación a base de zapatas aisladas, desplantadas a -1.2 m aprox.; estructura reticular de acero estructural y cubierta a base de lámina de acero galvanizado.

-Cobertizo de Bombas de Transferencia de Diesel

Se desarrollará de acuerdo con los requerimientos del área mecánica y tuberías, en un área de aprox. 10.0 m x 6.0 m; cimentación a base de zapatas aisladas, desplantadas a -1.2 m aprox., estructura reticular de acero estructural y cubierta a base de lámina de acero galvanizado.

-Almacén de Químicos y Desechos Peligrosos -

Se desarrollará de acuerdo con los requerimientos de servicio y ambiental, en un área de aprox. 15.0 m x 5.0 m; cimentación a base de zapatas aisladas, desplantadas a -1.2 m aprox., estructura reticular de concreto reforzado y cubierta a base de concreto reforzado. Contará con una fosa para alojar productos y un rodapié perimetral de aprox. 1.0 m de altura (en el compartimento de químicos), para prevenir posibles derrames y su descarga al drenaje químico.





-Edificio Sindical

Se desarrollará de acuerdo con los requerimientos arquitectónicos, en un área de aprox. 6.0 m x 4.0 m; cimentación a base de zapatas corridas, desplantadas a -1.2 m aprox.; estructurado con muros de carga, columnas y trabes y cubierta a base de concreto reforzado.

-Torres de líneas de salida (Subestación Eléctrica)

Cimentaciones a base de zapatas aisladas y pedestales, desplantadas a -2.0 m aprox.; estructura metálica tipo celosía de acero ASTM A-36 con acabado Galvanizado según norma NMX-H-4-1995.

-Torre de Comunicaciones

Cimentación a base de zapata aislada y muertos de anclaje para Arriostamiento; estructura metálica tipo celosía de 21.0 m de altura (arriostada), de acero ASTM A-36.

V.1.1 Consideraciones estructurales para los edificios.

Las estructuras de los diferentes edificios se definirán de acuerdo con el desarrollo de la ingeniería de detalle, preliminarmente se consideran de la siguiente manera:

Cimentaciones, Columnas, Trabes y Cubiertas.

Las cimentaciones, columnas, trabes y cubiertas indicadas de concreto armado, serán de concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo ASTM A-615, Grado 60 ($f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$).

Para los caso donde se indica estructura metálica, las columnas y trabes, serán de material ASTM A-36 ($f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$), en general.

Estructural correspondiente.

Muros.

Los muros de block hueco serán estructurados con dalas de remate e interiores según sea el caso y castillos de concreto $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ el block será junteado con mezcla de cemento arena; los castillos y dalas serán reforzados con varillas de acero $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.





V.1.2 Descripción de áreas.

El área donde será desarrollada la C.C.C. "Saltillo", se caracteriza por una topografía con pendiente del 1% (aprox.) hacia el norte, por lo que se han propuesto cuatro (4) plataformas con elevaciones tales que los volúmenes correspondientes a cortes y rellenos, sean los mínimos posibles, de tal manera que se tendrán cuatro (4) zonas por cuanto a preparación de sitio se refiere y son:

- a) La primera zona se comprende al área del tanque de almacenamiento de Diesel.
- b) La segunda zona comprende la isla de Fuerza y Servicios (incluye un estacionamiento).
- c) La tercera zona comprende la Subestación y la planta de tratamiento de aguas residuales, así como también el acceso, el edificio administrativo, almacén y estacionamiento.
- d) La cuarta zona se refiere a la plataforma para el tanque de agua cruda.

V.1.3 Requerimientos de servicio.

Puntos principales a considerar:

El desarrollo de sitio se realizará de acuerdo con el levantamiento topográfico y estudio Geotécnico correspondiente.

- El diseño de vialidades se efectuará considerando el tipo de vehículo y su frecuencia, así como las recomendaciones de mecánica de suelos.
- Las cimentaciones de tanques de almacenamiento y equipos (incluida la torre de enfriamiento), serán diseñadas conforme a las recomendaciones de los estudios de mecánica de suelos y los requerimientos de estabilidad y resistencia en las mismas.
- El Rack será diseñado de acuerdo con los códigos indicados en el punto 5.2.2.
- El tipo de cemento para la fabricación del concreto de las cimentaciones, así como para las estructuras, será del tipo I 6 II





V.2 Bases de Diseño Civil - Estructural.

La Ingeniería correspondiente tanto a obras Civiles, como acuerdo con las siguientes normas, códigos, especificaciones y Estructurales, será de criterios de diseño:

- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF 1997)
- Manual de Construcción en Acero, Instituto Mexicano de la Construcción en Acero (IMCA)
- Manual de Diseño de Obras Civiles de la C.F. E. (Diseño por Viento 1993)
- Manual de Diseño de Obras Civiles de la C.F. E. (Diseño por Sismo 1993)
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)
- Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Comisión Nacional del Agua (MAPAS)
- American Concrete Institute (ACI-318-95)
- American Institute of Steel Construction (AISC 9a Edición)
- American Welding Society, Structural Welding Code (AWS)
- American Society of Civil Engineers (ASCE 7-95)
- American Association of State Highway and Traffic Officials (AASHTO)

V.2.1 Cargas.

a) Cargas Muertas y Vivas.

Se considerarán las cargas muertas y vivas establecidas por los códigos, normas y reglamentos indicados en el punto V.2.

b) Cargas De Operación.

Se definen como la carga muerta más el peso de cualquier liquido ó sólido dentro de los recipientes, equipo, o conducto durante la operación normal.

c) Cargas De Prueba.

Se definen como la carga muerta más el peso de cualquier liquido necesario para pruebas a presión de recipientes, equipos, o conductos.

d) Cargas Accidentales.

De igual forma deberá considerarse la acción de cargas accidentales, como viento y sismo y de acuerdo con lo establecido por los Manuales de Diseño de Obras Civiles de la CFE 1993 correspondientes:





V.2.2 Sismo.

De acuerdo con los requerimientos de las Bases de Diseño para la Central de Ciclo Combinado "Saltillo" y el Estudio Geotécnico correspondiente, se tiene:

Zona sísmica:	A
Suelo tipo:	II (se verificará con el Estudio Geotécnico)
Estructuras tipo:	A
Coefficiente sísmico:	$c = 0.16 * 1.5 = 0.24$
Factor de ductilidad:	Q - De acuerdo con el tipo de Estructura y/o Equipo
Relación sísmica:	c/Q - Depende del Factor de Ductilidad

V.2.3 Viento.

Velocidad regional del viento $v = 150$ km/hr (para estructuras tipo "A")

V.2.4 Materiales y Filosofía Estructural.

Las cimentaciones y estructuras serán diseñadas considerando los siguientes materiales de construcción:

- Concreto $f'c = 250$ kg/cm²
- Acero de refuerzo $f_y = 4200$ kg/cm²
- Las estructuras de acero estructural se diseñarán usando acero ASTM A-36
- Tornillos alta resistencia ASTM A-325
- Largueros rolados en frío $f_y = 3500$ kg/cm²
- Anclas de acero ASTM A-36





VI OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA CENTRAL

El siguiente Plan de Operación está preparado como las bases de un contrato que será firmado con una compañía profesional de operación de plantas de fuerza para servicios operativos que será constituida de acuerdo con la descripción de responsabilidades de la presente propuesta.

El presente Plan de Operación considera que el proyecto se desarrollará en dos fases básicas, la preoperativa y la operativa.

VI.1 Filosofía de operación

Personal altamente calificado, desarrollará una revisión de todos los planos y especificaciones de diseño de la planta, para llevar la seguridad más allá de cualquier falla potencial, la cual pudiera resultar en una excesiva atención de operación y mantenimiento, riesgos a la seguridad, equipo no confiable, o una protección inadecuada del ambiente.

El proceso de entrega de planta incluye una revisión del sistema de entrega de paquetes de información relacionada con los equipos de la Central y verificación de que el sistema está completo y opera adecuadamente. Una lista de verificación del diseño y la construcción se mantendrá para todas las partidas que requieran corrección o adiciones, antes de la aceptación de la planta. La lista de verificación deberá ser actualizada cada quince días.

Otro aspecto importante es que los operadores recibirán el entrenamiento necesario para evaluar una situación dada y elegir la mejor solución. La combinación del equipo, personal y planeación, asegurará los requerimientos de confiabilidad de la CFE.

Los equipos auxiliares tendrán la redundancia requerida para cumplir con lo especificado en las Bases de Licitación.

VI.2 Servicios de la fase preoperativa

La duración esperada de la fase preoperativa es de once meses, comenzando con la asignación del Gerente de la Central de Energía. Durante esta fase, la instalación de apoyo será reclutada, contratada y entrenada, además de poner en práctica todos los programas de operación, administración, mantenimiento, seguridad y protección al ambiente. De forma adicional, todas las refacciones, suministros y consumibles iniciales, herramientas, equipo y amueblado de oficina, se comprarán durante la fase preoperativa y serán colocados con prontitud para la fase operativa.

El objetivo primordial del programa de refacciones es mantener un valor de inventario óptimo, sin poner en riesgo la disponibilidad de producción de la instalación. Para todo el equipo clave, los fabricantes han recomendado que las refacciones sean revisadas con el siguiente criterio:





- Importancia del equipo para la disponibilidad de la instalación.
- Papel que desempeña la parte de repuesto del equipo en operación y la probabilidad de falla.
- Disponibilidad de refacciones.
- Costo de las refacciones
- Reproducción de partes de reemplazo en maquinaria local o taller de fabricación.

VI.3 Organización del personal y plan de contratación de personal

La Central de Energía deberá ser apoyada con un equipo de dieciocho (18) personas de base permanente y de tiempo completo. El personal incluye una combinación de personal diurno y personal de rotación de turnos, seleccionado para actividades de administración, operación y mantenimiento. La distribución del personal es de 8 personas en el sitio durante el turno diurno entre semana, con 10 personas de rotación de turnos en las noches y en los fines de semana.

Los cambios serán cada cuatro turnos, trabajando con cambio cada 12 horas. El personal desarrollará la operación diaria, horarios de trabajo, rutinas de mantenimiento y administración de acuerdo con las prácticas del Sindicato Unico de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana (SUTERM). Nuestra mayor prioridad después de la adjudicación, será una coordinación inmediata del personal de la Central de Energía con el SUTERM.

El mantenimiento por paros programados y/o de emergencia deberán ser manejados por el personal además de los contratistas externos según se juzgue necesario.

Además del personal de la Central de Energía, está planeado tener un grupo de soporte de cinco (5) personas. El grupo de soporte estará constituido de cuatro (4) guardias de seguridad y un (1) portero. En caso de ser necesario se ajustará el número de guardias durante la operación.





VI.4 Organización de la central de energía.

Número de empleados por puesto, títulos y responsabilidades:

- (1) Gerente de la Central de Energía: Es responsable de todos los manejos de la unidad de negocios. Se encarga de la continua vigilancia de la operación de las instalaciones y es la interface con la gerencia de la Empresa al coordinar las operaciones del servicio eléctrico con las operaciones de la CFE. Establece los objetivos de la instalación, dirige, prepara y monitorea el presupuesto anual, se hace cargo de la administración del contrato y actúa como la primera interfaz con las organizaciones externas. Le reporta a la Gerencia.
- (1) Gerente de Producción: Es responsable de todas las actividades operativas, incluyendo el apoyo para desarrollar el mantenimiento necesario para sostener los altos niveles de producción. Le reporta directamente al Gerente de la Central de Energía.
- (5) Operadores del Cuarto de Control: Son responsables de la operación, desde el cuarto de control, de todos los sistemas utilizando el sistema de control distribuido, paneles de control de turbina/generador e interruptores de los aparos de conexión. También es responsable del mantenimiento de la operación de las bitácoras de operación, procedimientos actuales de operación, comunicaciones de primer nivel con los operadores correspondientes de CFE (como corresponda), y de la limpieza del Area del Cuarto de Control. El Operador del Cuarto de Control dirigirá las actividades operativas de los operadores de equipo como se requiera. Le reporta al Gerente de Producción.
- (5) Operadores de Equipo: Es responsable del monitoreo visual del equipo de la planta y de los ajustes manuales al proceso requeridos durante arranques, paros y operación normal de la planta. Es responsable del mantenimiento preventivo menor, limpieza general y ajustes de tratamiento de agua. Le reporta directamente al Gerente de Producción, pero puede recibir instrucciones de operación de parte de los Operadores del Cuarto de Control.
- (1) Ingeniero de Apoyo de Producción: Es responsable del mantenimiento mecánico preventivo y reparaciones de todo el equipo de la planta para asegurar que toda la maquinaria de la planta se encuentra en óptimas condiciones y que funcione de manera segura. El Ingeniero de Apoyo de Producción es responsable de coordinar al personal y las adquisiciones de material, de modo que el tiempo de mantenimiento se utilice de forma segura y expedita. Es responsable de coordinar la planeación rutinaria y de paros. También es responsable de la requisición de material crítico y de la contratación de servicios de mantenimiento. Le reporta directamente al Gerente de la Central de Energía.
- (1) Químicos: Son responsables del tratamiento del agua para asegurar la calidad de la misma. Le reporta directamente al Ingeniero de Apoyo de Producción.





- (1) Mecánicos: Son responsables del mantenimiento mecánico preventivo y de que las reparaciones de todo el equipo de la planta se realicen de forma oportuna y de una manera segura. Le reportan al Ingeniero de Apoyo de Producción.
- (2) Técnicos de Instrumentos y Controles Eléctricos: Son responsables del mantenimiento preventivo, solución de problemas y reparaciones de todos los componentes del sistema eléctrico y de control. Es un requisito tener habilidad y capacidad para solucionar problemas de instrumentación y control para ocupar a este puesto. Le reportan directamente al Ingeniero de Apoyo de Producción.
- (1) Asistentes Administrativos: Son responsables de coordinar todas las compras de material, solicitudes y administración de inventarios y subcontratos de proveedores. También es responsable de los costos de material y subcontratos, así como de reportar el material peligroso. Desarrolla tareas de recepcionista y apoyo de oficina del personal del Proyecto, incluyendo captura, archivado, copiado, reportes, mecanografiado, etc. Es responsable de todo el control de documentos y de la administración de las prestaciones de los empleados. Adicionalmente, se hará cargo de procesar la alimentación de la nómina, órdenes de compra, cuentas por pagar y cuentas por cobrar al sistema de cómputo. Le reporta directamente al Gerente de la Central de Energía.

En resumen, el total del Personal que trabajará en la central será de dieciocho (18) personas como se puede ver en los párrafos anteriores.

La selección y movilización del Gerente de la Central de Energía y subsecuentemente del Gerente de Producción y el Ingeniero de Apoyo de Producción, serán elementos críticos en las actividades del proyecto, ya que estos individuos formarán parte del proceso de selección y contratación del resto del personal permanente de la planta. Nuestro objetivo será suministrar una operación capacitada, mantenimiento óptimo y una organización de apoyo que efectivamente interactúe y asista al Productor de Energía.

La búsqueda del personal se llevará a cabo convocando a individuos calificados para que se incorporen a la planta. Las respuestas que se reciban serán revisadas, clasificadas por calificaciones y su cumplimiento será evaluado de acuerdo a las habilidades requeridas, educación y experiencia. Todos los aplicantes calificados serán entrevistados para confirmar el nivel de sus calificaciones. Si la selección de candidatos disponibles para las posiciones críticas resulta ser por debajo del estándar, una firma reconocida de reclutamiento será contratada para unirse a ésta actividad.

El programa de reclutamiento de la fase preoperativa para el personal permanente es presentado a continuación. El programa de reclutamiento es iniciado en la fecha de encendido de la turbina de gas, que es la primera fecha clave en que los operadores deberán estar disponibles para operar la instalación. Está programado que el encendido ocurra cuatro (4) meses antes de la operación comercial, por lo que la mayor parte del personal deberá estar en la nómina aproximadamente seis (6) meses antes de la operación comercial.





VI.5 Servicios de rutina de la fase preoperativa.

Una vez que se ha completado la Fase Preoperativa, el alcance del trabajo deberá cambiar hacia un ciclo de repetición de tareas de rutina relacionadas con la Operación Comercial. En el reporte mensual describirán en un formato narrativo y de datos, los resultados cuantitativos del mes anterior y se discutirán planes y objetivos para meses futuros.

Para enfocar la tarea de la operación de la planta, se ha adoptado una misión: tener el costo más bajo y el valor agregado más alto de productor de electricidad. No creemos que "costo bajo y "valor alto" sean contradictorios, de hecho son consistentes cuando son vistos a largo plazo desde la perspectiva del cliente. Con el fin de que esta misión se lleve a cabo en un ambiente operativo, nos hemos enfocado en cuatro áreas que se relacionan y apoyan mutuamente:

- a) Seguridad: La instalación deberá ser operada de tal forma que garantice la seguridad de los empleados, clientes y la comunidad.
- b) Confiabilidad: Se deberá asegurar la confiabilidad de la producción y el tiempo de entrega.
- c) Eficiencia: Maximizar la producción, no garantiza seguridad, confiabilidad y eficiencia. Sin embargo, maximizar la eficiencia garantizará seguridad, confiabilidad y un desarrollo del ambiente. Consecuentemente, deseamos implementar prácticas que sostengan la mayor eficiencia térmica posible para la planta.
- d) Responsabilidad Ambiental: Con el fin de continuar suministrando valor agregado, es comprensible la importancia de instituir prácticas operativas que se responsabilicen con el medio ambiente. Al asegurar el cumplimiento de las regulaciones del aire, agua y basura, estamos en la posición de asegurar un servicio confiable a largo plazo

VI.6 Programa de capacitación de personal.

El comienzo de la Fase Operativa marcará un cambio en el programa de entrenamiento. De un entrenamiento inicial a un programa continuo diseñado para mantener y aumentar más las habilidades y la conciencia de seguridad de cada clasificación de trabajo especializado.

A continuación se describe la forma de desarrollar un programa de entrenamiento de dos (2) partes:

VI.6.1 Primera parte del programa de capacitación.

Deberá incluir la elaboración de los manuales Operativos de la Planta.

Estos manuales serán emitidos durante un Curso Completo a Operadores, de seis semanas.





que comenzará poco después de que los Operadores recién contratados reciban orientación. Los Manuales Operativos de la Planta y el Curso de Capacitación a Operadores serán específicos del sitio en cada detalle e incluirán Sistemas de Turbina de Vapor y todo el balance de los sistemas de la planta. Los Manuales serán suministrados en el sitio del Proyecto para cubrir las necesidades diarias del personal operativo con relación a la descripción del sistema de la planta, procedimientos de operación y esquemas de solución de problemas para todas las condiciones anormales que se presenten por toda la planta.

A cada empleado / estudiante se le suministrará una copia del Manual Operativo de la Planta que se usará como material de referencia durante el curso de entrenamiento. La capacitación en clase incluye prácticas con el equipo para mejorar el proceso de aprendizaje. Durante el entrenamiento, se realizarán exámenes progresivos de manera extensiva.

VI.6.2 Segunda parte del programa de capacitación

Será el programa continuo de capacitación técnica "en el trabajo". El programa consiste en módulos de entrenamiento que están diseñados para desarrollar las habilidades prácticas generales con respecto a los componentes mecánicos, eléctricos y de instrumentos contenidos en la planta. El programa consiste de instrucción en salón de clases y en prácticas de laboratorio.

VI.7 Estándar de conducta.

Un Manual de Políticas y Procedimientos deberá suministrarse para la conducta en el mantenimiento y las operaciones, seguridad, aseo y administración de registros. Las políticas serán diseñadas para asegurar un alto nivel de desempeño hacia todo el personal de Operación y Mantenimiento. Estas políticas serán modificadas para cumplir las necesidades específicas de esta planta y definir claramente la conducta apropiada del personal de operación.

VI.8 Programas de operación de la planta.

El desarrollo de los programas de operación de la planta se genera para conocer las necesidades específicas de la planta, mientras que al mismo tiempo se maximiza la eficiencia de la operación y se minimiza el costo.

El programa de rotación de turnos de Operadores será de cuatro cambios, de 12 horas cada uno para aquellos responsables de la operación y actividades de rutina de mantenimiento preventivo, cada 24 horas.

Las rondas están diseñadas para hacerse como mínimo dos veces por turno, y ser registradas en la Lista de Revisión de Rondas por Turno. Estas Listas de Revisión son desarrolladas durante la Fase Preoperativa y están diseñadas para medir y monitorear adecuadamente el desempeño de la planta y las piezas individuales del equipo.





VI.9 Programa de mantenimiento.

El Programa de Mantenimiento suministrará los requerimientos para:

- Órdenes de Trabajo
- Planeación
- Procedimientos
- Mantenimiento Programable
- Mantenimiento Esperado
- Entrenamiento para el Mantenimiento
- Interfaz de la Administración de Materiales
- Preparación de Presupuestos para Mantenimiento Mayor

La base del programa de mantenimiento deberá ser un paquete de software para computadora específicamente diseñado para las condiciones de mantenimiento industrial. El sistema incorporará las áreas de mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo e historial de mantenimiento.

Las órdenes de trabajo para mantenimiento preventivo se generarán automáticamente a la frecuencia correcta desde la lista maestra de mantenimiento preventivo programada en la base de datos del sistema. Los supervisores asignarán el trabajo a personal calificado el cual completará el trabajo y cerrará la orden de trabajo. Cerrar la orden de trabajo en el sistema, permite recopilar información, tal como herramienta y material necesario, también como el trabajo necesario para terminar las tareas asignadas. Esta información se utiliza para actualizar la orden de trabajo de mantenimiento preventivo y puede reducir el tiempo que se necesita para terminar la orden de trabajo durante el próximo ciclo.

Cualquiera de los miembros del personal de Mantenimiento y Operación de la Planta puede alimentar al sistema con las órdenes de trabajo de mantenimiento correctivo. Después de la aprobación de un supervisor, las órdenes de trabajo de mantenimiento correctivo son entonces impresas automáticamente y distribuidas al taller apropiado. El personal de mantenimiento asignado para las tareas de mantenimiento correctivo toma la responsabilidad de liberar el equipo y elegir el juego correcto de ras herramientas y los materiales. Cuando la tarea correctiva está completa, se cierra la orden de trabajo de la misma manera que las órdenes de trabajo del mantenimiento preventivo, y el archivo del historial del equipo se actualiza con la información.





La sencillez del sistema alentará la interacción de los empleados. Esto elimina los esfuerzos duplicados para reportar y planear el trabajo necesario, y mejorar la productividad en las actividades.

La capacidad del sistema para llevar el historial del equipo, permitirá la generación de una variedad de reportes, los que se refieren a temas tan específicos como un elemento individual, o tan amplio como un sistema entero. Esta característica resalta las áreas con problemas, las cuales requerirán asistencia. La función de reporte ayuda al personal de operaciones y mantenimiento a la planeación de paros y previsión de flujos de gasto de mantenimiento. La revisión periódica del historial del sistema aumenta la efectividad del costo del inventario y los esfuerzos para la procuración de material.

También se desarrollarán medidas de pronóstico para reducir el potencial de pérdidas de tiempo forzosas. Estas incluyen un programa de monitoreo de vibración basado en un equipo de computadora, inspección infrarroja del equipo eléctrico, prueba de aceite del equipo rotatorio y transformadores, y prueba ultrasónica de la caldera y los tubos del condensador.

Se conducirá de manera rutinaria, un programa de prueba de desempeño para complementar las medidas de mantenimiento predecible. El programa de prueba proveerá al personal de operación de la planta con las herramientas necesarias para maximizar la producción y optimizar la eficiencia. La prueba de desempeño se basará en los códigos de prueba American Society of Mechanical Engineers (ASME) de desempeño apropiados, y cubrirá equipo principal tal como los turbogeneradores de gas y de vapor, generador de vapor por recuperación de calor (HRSG), y condensador. Lograr que el Operador se involucre a través de la rutina de la prueba de desempeño es un paso importante hacia la práctica del mejoramiento continuo de los procesos.

VI.10 Programa de administración de material.

La procuración de material para la planta se logrará primeramente utilizando un Sistema de Administración de Material. El sistema permite la compra, recepción y pago de materiales y servicios a través del Productor Externo de Energía, eliminando la necesidad de tener por separado la Procuración y las funciones de Contabilidad en la Planta.

VI.11 Administración de recursos y programación de paros.

Las partidas de las órdenes de trabajo de la Planta se les dará seguimiento de forma continua usando el software del sistema de mantenimiento. Las actividades del mantenimiento esperado serán actividades estándar para paros planeados.

Las partidas de trabajo se alimentarán en la base de datos junto con los recursos y los datos de costos. Aquellas partidas que requieran paros de la planta, se clasificarán por separado





Donde se requiera, se emitirá un programa mensual mostrando el trabajo que debe desempeñarse durante el periodo. Se hará una lista con los requerimientos y disponibilidad de fuerza de trabajo, contratistas y materiales. Si está planeado un paro y se tiene que lograr una actividad específica se preparará un programa más detallado.

El Trabajo de Paro se conducirá de manera consistente con el objetivo de maximizar el valor de la planta. Consecuentemente, la medida de tiempo precisa para cualquier actividad programada considerará y apoyará las necesidades de CFE.

Anualmente, el Contratista de Operación proveerá a la CFE un programa de mantenimiento previendo el año siguiente, también como una proyección actualizada para los próximos cinco años. El factor de disponibilidad promedio planeado a 25 años para esta planta está por encima del 90%.

El Gerente de la Planta de Energía y el personal de Supervisión conducirán la Planeación para Paros de rutina y mayores. Las partidas a las que deberá referirse serán aquellas órdenes de trabajo correctivo, las cuales necesitan tiempo de paro, partidas preventivas recomendadas por fabricantes de equipo y partidas rutinarias de mantenimiento preventivo. Durante un paro rutinario, el personal de Operaciones desempeñará funciones de Mantenimiento hasta el alcance para el que están calificados y disponibles. Los operadores son alentados para participar en tareas de paros como un medio para aumentar el trabajo de equipo entre operaciones y mantenimiento y acumular un sentido de compañerismo entre los operadores. La experiencia confirma que los operadores se alistarán de manera voluntaria, con respecto a estos paros, como una oportunidad para aprender y percibir ingresos adicionales. Se tomarían los servicios de un contratista para tareas específicas, en las cuales el personal de la planta no tuviera la habilidad o la capacidad de trabajo. Entre los paros, en ocasiones extraordinarias sería utilizada la mano de obra subcontratada.

Los paros mayores del HRSG y de la turbina de gas se conducirán a intervalos de 6 años (el equivalente a 48,000 horas de operación), dependiendo del desempeño, demanda del sistema y las recomendaciones de los fabricantes. Durante un paro mayor, que normalmente es de 4 semanas de duración será asignado un Gerente de Proyecto quién reportará al Gerente de la Planta para conducir cada paro.

Las revisiones mayores de la turbina de vapor se conducirán a intervalos de 6 años (el equivalente a 48,000 horas de operación), dependiendo del desempeño, demanda del sistema y recomendaciones de los fabricantes. Los paros de la turbina de vapor están planeados para hacerse al mismo tiempo que los paros mayores de la turbina de gas. Ya que el alcance de trabajo del paro mayor es más extenso que el de los paros de rutina (los paros de rutina están planeados para 8,000 horas equivalentes durante nueve días de duración) se utilizan más contratistas externos. Las inspecciones de desmontaje de la turbina se conducen de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes, tomando en consideración el tiempo, arranque, tipo de combustible, y datos de la capacidad y desempeño térmico





El trabajo continúa las 24 horas y algún personal de mantenimiento de la planta actuará como oficial de tareas, dirigiendo y coordinando las actividades de los contratistas. El Gerente de la Central de Energía, normalmente señala un Supervisor como Coordinador de Paro, para asistir al Ingeniero de Apoyo de Producción para alcanzar oportunamente el acceso al equipo. Otro Supervisor es señalado como Supervisor de Seguridad de Paro de tal forma que suministre un estricto control sobre la liberación de equipos, así como asegurar el cumplimiento con los programas establecidos, tales como el acceso a espacios cerrados, y protección con respirador. Aún cuando el personal de apoyo es responsable del desempeño de varios deberes durante el paro, el Gerente de la Central de Energía sigue siendo el responsable final de la efectividad del paro.

Durante los paros de rutina se utilizarán contratistas para reemplazar el material refractario del HRSG, operar los camiones de vacío y conducir las rutinas del mantenimiento preventivo de los relevadores eléctricos y otro equipo eléctrico. Durante los paros mayores, los contratistas desempeñarán normalmente estas tareas al igual que suministrar el reemplazo de válvulas y tuberías y reponer tubos del HRSG. En cada caso, el uso de un contratista es dictado por la capacidad y economía del sitio. Sólo se utilizarán contratistas de buena reputación que hayan llevado a cabo estas mismas tareas o similares en plantas generadoras de energía en el pasado reciente. La selección de contratistas se basa en la determinación del mayor valor agregado y no estrictamente en el menor precio.

La salida máxima de capacidad durante los periodos de mantenimiento de las piezas mayores del equipo programado será un decremento del 100% de la capacidad, esto es que en a capacidad se reducirá a 0 MW.

VI.12 Programa de materiales peligrosos.

Todos los empleados cursarán el Curso de Seguridad. La capacitación comienza con el Curso de Comunicación sobre Materiales Peligrosos, (Hazardous Materials Communication, HAZCOM). Un empleado de la planta será designado Coordinador HAZCOM por el Gerente de Planta y recibirá capacitación. El Coordinador HAZCOM llevará entonces la capacitación a cada empleado al igual que renovará dicha capacitación cuando sea necesario. Esta capacitación tendrá procedimientos para:

- Responsabilidades
- Etiquetas
- Hojas de Datos de Seguridad de Materiales (MSDS)
- Higiene Industrial
- Compras/Recepción/Almacenaje
- Lista de químicos peligrosos





Durante la fase preoperativa del proyecto, estos procedimientos serán revisados y Juego modificados conforme sea necesario para cumplir con los requisitos específicos de las licencias de la planta.

VI.13 Programa de seguridad.

Se enfatiza el compromiso personal necesario de cada empleado para crear y mantener un ambiente de trabajo seguro. Cualquier resistencia de parte de un empleado a adoptar los objetivos y procedimientos de cualquier programa de seguridad puede resultar en su evaluación y despido inmediato. Cada empleado recibirá un Manual de Seguridad que incluye las Reglas de Trabajo Seguro para llevar a cabo las tareas rutinarias.

Para subrayar la importancia del compromiso personal, todo el personal será entrenado en primeros auxilios. Para alentar la participación e Interés personal en todos los niveles, la planta tendrá un Comité de Seguridad Permanente, integrado por miembros de cada turno o grupo de trabajo que se reunirán mensualmente o con mayor frecuencia si es necesario y aplicarán las campañas de seguridad. Las campañas de seguridad enfocan la atención del empleado en riesgos o prácticas especiales, o en el desempeño seguro en general, y serán parte permanente de la operación. Se llevarán a cabo juntas semanales de seguridad en cada turno y grupo de trabajo para cubrir temas específicos.

Las inspecciones periódicas servirán a la gerencia de planta para identificar las áreas de mejora y darán información sobre reglamentos o equipo nuevo. Adicionalmente, una auditoría anual se llevará a cabo como parte de un programa continuo para asegurar el cumplimiento así como para demostrar diligencia. Para programas especiales de pruebas o monitoreo, como el de Conservación de la Audición y Protección Respiratoria, se facilitará coordinación y guía. El entrenamiento se obtendrá por parte del personal de planta en lo relativo a Procedimientos de Investigación de Accidentes, Identificación de Riesgos, Prueba e inspección de Equipo contra Incendios y las Prácticas Administrativas necesarias para cumplir completamente con los estándares de las leyes mexicanas de salud, seguridad y trabajo así como del *Occupational Safety and Health Act* (OSHA). La capacitación también será llevada para cerrojos y etiquetas, herramientas y equipo, acceso a espacios cerrados y otras actividades especiales de trabajo, equipo de protección personal y equipo móvil.

VI.14 Reportes.

Se generarán sistemas de reporte mensual o anual del desempeño de la planta.

El pronóstico de un año de desempeño usado en el Plan Anual de Operación de la Planta tendrá pronósticos completos mensuales. Este formato se usará como la base de los reportes mensuales, y se llevará registro del desempeño real contra el predicho. Algunos de los registros que se llevarán serán:





Partidas cuantitativas:

- Electricidad y consumo
- Consumo de combustible
- Desempeño de la planta y eficiencia térmica
- Uso y descarga de agua

Partidas cualitativas

- Resumen de partidas críticas.
- Programa de Mejoramiento de las Instalaciones.
- Paros programados y no programados.
- Cuestiones de coordinación con CFE, el contratista PC y autoridades regulatorias.
- Actividades principales planeadas para los dos siguientes periodos de reporte
- Relaciones laborales.
- Asuntos de importancia no previstos en el Plan de Operación de la Planta.

Este reporte estará disponible dentro de los diez primeros días de cada mes.





VII PLAN GENERAL DE ADMINISTRACIÓN AMBIENTAL

En este capítulo se presentan las acciones generales de prevención y control de la contaminación y acciones de mitigación de impactos ambientales considerados durante las actividades de construcción, operación y mantenimiento de la Central Termoeléctrica " Saltillo ", en Saltillo, Coahuila.

El plan de administración ambiental cumplirá con los requisitos de la norma ISO 14001 que son los siguientes.

VII.1 Política ambiental.

Esta se basará en los impactos al ambiente de las actividades requeridas para el proyecto. Incluirá un compromiso para mejorar el sistema de manera periódica, y prevenir la contaminación, así como cumplir con las leyes y reglamentación aplicables.

Se presenta a continuación como declaración formal de la organización sobre sus intenciones y principios en relación con su desempeño ambiental total.

Buscar las maneras más eficaces para proteger y mejorar el medio ambiente mientras se provee electricidad de alta calidad a precios competitivos.

VII.1.1 Código de conducta - medio ambiente.

La Jefatura del Departamento de Ingeniería Ambiental y el personal de la Central Generadora de Electricidad se comprometen a la excelencia y liderazgo ambiental para alcanzar los niveles más altos de protección y mejoras ambientales consistentes con un suministro económico y de calidad de energía eléctrica. Todo el personal deberá referirse a la Declaración de Principios Ambientales de la compañía, la cual provee los lineamientos en cuanto a la conducta del personal para el cumplimiento con las regulaciones y obligaciones ambientales.

La concientización y el compromiso hacia el cumplimiento con los requisitos ambientales son la clave para completar las obligaciones legales y los deseos de mejorar la calidad ambiental. La lucha para obtener una excelencia ambiental depende del esfuerzo de cada uno de los empleados trabajando juntos con la meta común de proteger y mejorar al ambiente.

Se espera que todo el personal tome la responsabilidad de proteger el medio ambiente, y que serán responsables por sus acciones. Las violaciones a las leyes ambientales pueden resultar desde multas hasta en prisión.





Los principios ambientales básicos de la política ambiental corresponden al cumplimiento y responsabilidad en los siguientes aspectos:

- 1- Protección a la biosfera
- 2- Uso sostenido de recursos naturales
- 3- Reducción y descarga de residuos
- 4- Conservación y eficiencia eléctrica
- 5- Reducción de riesgos
- 6- Seguridad de productos y servicios
- 7- Restauración ambiental
- 8- Compromiso del Departamento de Ingeniería Ambiental
- 9- Inspecciones y registros

VII.1.2 Compromiso de cumplir con la legislación ambiental vigente.

De acuerdo a la norma ISO 14001, la empresa establecerá y mantendrá un procedimiento para identificar y tener acceso a los requerimientos legales y otros, a los cuales se suscriba, que sean aplicables a los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios. Los requerimientos legales que imponen obligaciones ambientales son básicamente la legislación ambiental vigente en México, además de cumplir con los límites más estrictos incluyendo los lineamientos del Banco Mundial, como son: límites máximos permitidos de ruido, disposición de residuos sólidos, manejo de materiales peligrosos, estándares de seguridad y emisiones provenientes de procesos propios de centrales termoeléctricas.

Se cumplirá con todas las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales establecidos en la Manifestación de Impacto Ambiental, así como los términos y condicionantes de la resolución en materia de impacto ambiental que emita la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP)

Se cumplirá con las obligaciones y requisitos establecidos por la legislación ambiental vigente, incluyendo la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley Forestal, la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Coahuila y sus reglamentos, así como en las normas oficiales mexicanas aplicables y las declaratorias de uso, destinos, reservas y provisiones, a fin de poder dar inicio a la construcción, operación y mantenimiento de la Central generadora de electricidad en Saltillo, Coahuila.

Se cumplirá con las obligaciones establecidas en la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento, Ley de la Comisión Reguladora de Energía (LCRE), Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos (LFAFE), Ley General de Asentamientos Humanos (LGAH), Ley de Desarrollo Urbano para el Estado de Coahuila, Programa Estatal de Desarrollo Urbano, Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Programa de Centros de Población.





VII.1.3 Organigrama, Responsabilidades y Autoridad.

Para establecer un sistema solido para la administración ambiental que incluye el monitoreo de las medidas de mitigación y sus resultados. La Central " Saltillo " contará con una estructura departamental definida dentro de la organización como Departamento de Ingeniería Ambiental. El Departamento de Ingeniería Ambiental contará con un Jefe de departamento, un supervisor y dos ingenieros coordinadores. uerimientos legales, definir y revisar de manera periódica los objetivos ambientales; y establecer programas para alcanzar los objetivos ambientales.

Cuadro 1. Responsabilidades y autoridad del Departamento de Ingeniería Ambiental.

Puesto	Responsabilidades	Autoridad
Jefe de Departamento	<ul style="list-style-type: none"> * Planear, organizar, dirigir y evaluar la implantación y desarrollo de los programas ambientales, sus acciones y procedimientos establecidos en el Plan de Administración Ambiental * Revisar y actualizar el Sistema de Administración Ambiental de la empresa en las diferentes etapas. construcción, operación y mantenimiento. * Vigilar el cumplimiento de los objetivos del Sistema de Administración Ambiental * Asignar y autorizar la distribución de recursos 	<ul style="list-style-type: none"> * Autorizar la sección de subcontratistas * Autorizar cambios o modificaciones de programas ambientales * Asignar prioridades en tareas * Solicitar, asignar y controlar el presupuesto
Supervisor	<ul style="list-style-type: none"> * Programar y vigilar la implantación de los programas ambientales, sus acciones y procedimientos * Evaluar y aprobar el diseño de los programas y procedimientos * Preparar presupuestos y gestionar la asignación de recursos * Vigilancia del cumplimiento de los programas ambientales y la legislación ambiental * Preparar e impartir cursos de capacitación 	<ul style="list-style-type: none"> * Selección y pre - evaluación de subcontratistas * Revisión de programas y propuestas de coordinadores * Revisiones periódicas de la implantación de las acciones de mitigación y compensación de impactos ambientales
Ingenieros	<ul style="list-style-type: none"> * Implantar los programas ambientales, sus acciones y procedimientos en cada una de las etapas del proyecto * Generar registros y reportes de seguimiento y cumplimiento * Implantar las acciones de mitigación y compensación de impactos ambientales 	<ul style="list-style-type: none"> * Diseñar los programas ambientales y su aplicación con base en las obligaciones necesidades y recursos de cada uno de los departamentos de la organización * Reportar incumplimiento de acciones específicas de cada departamento

Durante la construcción, las actividades de mitigación y compensación de los impactos identificados estarán bajo la responsabilidad del supervisor ambiental del proyecto.





Los responsables del Departamento de Ingeniería Ambiental realizarán revisiones continuas en todas las áreas de construcción o que están siendo restauradas. Estas revisiones determinarán si se está cumpliendo con las medidas de mitigación incluidas en este documento. Asimismo, el personal del Departamento de Ingeniería Ambiental revisará e inspeccionará lo siguiente:

- 1.- El derecho de vía para la tubería, para asegurar la implantación y eficiencia de los dispositivos de mitigación contra la erosión.
- 2.- La implantación y eficiencia de las medidas de mitigación para la calidad del agua.
- 3.- La implantación y eficiencia de las medidas de mitigación para los cuerpos de agua.
- 4.- La implantación y eficiencia de las medidas de mitigación contra las emisiones fugitivas de polvo.
- 5.- La implantación y eficiencia de las medidas de mitigación para la protección de fauna y flora, especialmente el reconocimiento y la implantación de acciones para la protección de especies protegidas si las hay.
- 6.- Que los escombros de construcción estén siendo descargados de manera apropiada y puntualmente.
- 7.- La implantación y eficiencia de un Plan de Descubrimiento Inesperado en caso de encontrarse objetos arqueológicos dentro del área del proyecto.

Además deberá:

- a) Participar en inspecciones de sitios arqueológicos, si se encuentran, previa a la construcción
- b) Preparar y conducir cursos de capacitación y preparar folletos de información.

Después de cada visita de inspección, el supervisor ambiental presentará un informe escrito declarando los puntos principales de la inspección. Este reporte incluirá recomendaciones para incumplimientos e ineficiencias.

Adicionalmente, para apresurar la aplicación de las Medidas de Mitigación sobre los incumplimientos con el Plan de Mitigación, el coordinador y supervisor ambiental notificarán al personal directamente responsable por la aplicación de esas medidas de mitigación que están siendo violadas para que se tome la acción inmediata.

El personal del Departamento de Ingeniería Ambiental se reunirá periódicamente con el Gerente del Proyecto para evaluar, basado en los informes de las inspecciones, las ineficiencias que se han encontrado y los cambios que deberán implementarse al Plan de Mitigación, si es necesario.





El supervisor de control ambiental preparará periódicamente un informe con un resumen de la implantación y eficiencia del Plan de Mitigación, y las acciones que se han tomado para mejorar el programa. También, pondrá toda la documentación (informes sobre las inspecciones del plan de mitigación, datos de reuniones, acciones tomadas, etc.) a la disposición del Gerente del Proyecto. Estos documentos serán guardados y estarán disponibles, si son requeridos por las autoridades correspondientes.

VII.1.4 Implantación y operación del sistema de administración ambiental (SAA)

Este definirá las responsabilidades y autoridad que aseguren la implantación del SAA. Se establecerán procedimientos de comunicación de funcionamiento del SAA a la Gerencia. También se identificarán las necesidades de entrenamiento de los empleados a cada nivel y departamento, de acuerdo con los objetivos de la información pertinente. Finalmente, se establecerán procedimientos y controles de las actividades asociadas con los aspectos ambientales pertinentes para asegurar el cumplimiento de los objetivos ambientales.

VII.1.4.1 Educación y capacitación ambiental.

Se identificarán las necesidades de capacitación y todo el personal cuyo trabajo pueda crear un impacto significativo sobre el ambiente. Los procedimientos de educación y capacitación tendrán como objetivos hacer que sus empleados en cada función y nivel pertinente tengan conciencia de:

- a) La importancia del cumplimiento con la política y procedimientos ambientales, y con los requisitos del SAA.
- b) Los impactos ambientales significativos, actuales o potenciales, de sus actividades laborales y los beneficios ambientales en la mejora del desempeño personal.
- c) Sus funciones y responsabilidades para alcanzar el cumplimiento con la política y los procedimientos ambientales y con los requisitos del SAA, incluyendo aquellos de preparación y respuesta ante emergencias.

VII.1.4.2 Comunicación.

En cuanto a los aspectos ambientales y al SAA se establecerán procedimientos para.

- a) Una comunicación interna entre los diferentes niveles y funciones de la organización.
- b) Recibir, documentar y responder a la comunicación importante proveniente de las partes externas interesadas.





La organización debe considerar los procesos para la comunicación externa e interna sobre sus aspectos ambientales significativos y registrar su decisión.

Los procedimientos pueden incluir un diálogo con las partes interesadas y la consideración de sus preocupaciones importantes. En algunas circunstancias las respuestas a las preocupaciones de las partes interesadas pueden incluir una información apropiada acerca de los impactos ambientales asociados con las operaciones de la organización. Estos procedimientos también deberían atender la comunicación necesaria con las autoridades públicas relacionadas con la planeación para responder a emergencias y otros asuntos relevantes.

VII.1.4.3 Documentación y control.

Se establecerá y mantendrá la información en forma impresa o electrónica, para:

- a) Se puedan localizar
- b) Sean periódicamente analizados, revisados según sea necesario y se aprueben adecuadamente por el personal autorizado.
- c) Las versiones actuales de los documentos pertinentes estén disponibles en todos los lugares donde se realicen operaciones esenciales para el funcionamiento eficaz del sistema de administración ambiental.
- d) Los documentos obsoletos sean eliminados rápidamente de todos los puntos de emisión y de los lugares de uso, o en caso contrario, evitar su uso no intencional.
- e) Se identifiquen adecuadamente cualquier documento obsoleto que se retenga para fines legales o de preservación para su conocimiento.

VII.1.4.4 Preparación y respuesta a emergencias.

Se establecerá y mantendrá a los procedimientos para identificar situaciones de emergencia potenciales y para responder a accidentes, así como para prevenir y mitigar los impactos ambientales que puedan estar asociados con ellas.

Se analizará y revisará donde sea necesario, su preparación para emergencias y los procedimientos de respuesta. Cuando sea posible la organización deberá poner a prueba periódicamente estos procedimientos.

El programa de prevención y atención de contingencias será diseñado conforme a las necesidades y características de la empresa, sin dejar de tomar en cuenta el ecosistema que rodea a la zona del proyecto.





Para realizar este programa se tomarán como parámetros los materiales y sustancias utilizados en el proceso en general, incluyendo servicios auxiliares y actividades de mantenimiento; tomando en cuenta los riesgos que pueden ocasionar, tales como incendios, intoxicaciones, contaminaciones, derrames y fugas.

Se elaborará un programa de prevención y atención de contingencias que será diseñado a detalle, con la finalidad de que sea fácilmente asimilado.

Se incluirán los siguientes temas:

1. Protección contra incendio
2. Derrames
3. Fugas
4. Orden y limpieza
5. Sismos
6. Inundaciones

Tal como requiere ISO 14001, se identificarán las operaciones y actividades que se asocian con los aspectos ambientales significativos en línea como la política, objetivos y metas. Se planearán estas actividades, incluyendo mantenimiento, para asegurar que se lleven a cabo bajo las condiciones especificadas mediante:

1. Establecimiento y mantenimiento del procedimiento, documentados para cubrir situaciones donde su ausencia podría llevar a desviaciones de la política ambiental y los objetivos y metas.
2. Estipulación de criterios de operación en los procedimientos.
3. Establecimiento y mantenimiento de procedimientos relacionados con los aspectos ambientales significativos de los bienes y servicios que se usen y comunicar los procedimientos relevantes y requisitos para los proveedores y contratistas.

VII.1.5 Control y mejora del sistema

Este incluirá el monitoreo regular, acciones correctivas y preventivas para mitigar impactos; documentación ambiental y sistemas de evaluaciones internas y externas del SAA.

VII.1.5.1 Vigilancia y monitoreo.

Se establecerá y mantendrán los procedimientos documentados para supervisar y medir periódicamente las características clave de sus operaciones y actividades que puedan tener un impacto significativo sobre el ambiente. Esto debe incluir el registro de la información para seguir el desempeño de los controles de operaciones relevantes y el cumplimiento con los objetivos y metas de la organización.





Se establecerá un procedimiento documentado para evaluar periódicamente la conformidad con la legislación y regulaciones ambientales aplicables.

VII.1.5.2 Acciones correctivas y preventivas.

Se establecerán procedimientos para definir la responsabilidad y autoridad de manejo e investigación de acciones que mitiguen cualquier impacto causado, así como para iniciar y completar la acción correctiva y preventiva.

Cualquier acción correctiva o preventiva tomada para eliminar las causas de las no conformidades actuales o potenciales, debe ser apropiada a la magnitud de los problemas y proporción con el impacto ambiental encontrado.

VII.1.5.3 Registros.

Se establecerán y mantendrán los procedimientos para la identificación, mantenimiento y disposición de registros ambientales. Estos registros deben incluir los de capacitación y los resultados de auditorías revisiones.

Los registros ambientales deben ser legibles, identificables y poder ser relacionados a la actividad, producto o servicio involucrado. Los registros ambientales deben ser almacenados y mantenerse de tal forma que sean recuperados prontamente y protegidos contra daño, deterioro y pérdida. Sus tiempos de retención deben ser establecidos y registrados.

Los registros deben mantenerse con base al sistema de la organización, para demostrar el cumplimiento con los requisitos de esta Norma Mexicana.

VII.1.5.4 Auditoría del sistema de administración ambiental.

Se establecerán y mantendrán programas y procedimientos para llevar a cabo auditorías periódicas del SAA, a fin de determinar si el SAA:

- 1) Es conforme a los arreglos planeados para la administración ambiental, incluyendo los requisitos de esta Norma Mexicana; y
- 2) Ha sido implantado y mantenidos apropiadamente.

El programa de auditoría de la organización, incluyendo cualquier calendario, debe basarse en la importancia ambiental de la actividad involucrada y los resultados de auditorías previas. A fin de que sean comprensivos, los procedimientos de auditoría deben cubrir el alcance, frecuencia y metodologías de la misma, así como las responsabilidades y requisitos para llevar a cabo las auditorías y reportar los resultados.





Las auditorias pueden ser llevadas a cabo por el personal dentro de la organización o por personal externo seleccionado por la organización. En ambos casos las personas que lleven a cabo las auditorias deberán ser imparciales y objetivas.

VII.1.6. Revisión por gerencia.

El propósito de ésta, es evaluar el SAA periódicamente, para identificar las mejoras que deben tener prioridad y así asegurar la mejora continua del sistema.

Para mantener la mejora continua, la compatibilidad y efectividad del SAA, y por lo tanto de su desempeño, la administración de la organización debería revisar y evaluar el SAA en intervalos definidos.

La dirección revisará periódicamente el SAA para asegurar que sea apropiado, suficiente y eficaz de manera permanente. El proceso de revisión por parte de la dirección asegurará que se obtenga la información necesaria para permitirle llevar a cabo esta evaluación. Dicha revisión será documentada.

La revisión por parte de la dirección debe atender a la posible necesidad de cambios en la política, objetivos y otros elementos del SAA, a la luz de los resultados de la auditoria del SAA, las circunstancias cambiantes y el compromiso con la mejora continua.

VII.2 Emisiones a la atmósfera.

Con base en los requerimientos de las Bases de Licitación, los programas de monitoreo indicados en la norma ISO 14001 y la normatividad ambiental vigente en México, las emisiones a la atmósfera generadas en las diferentes etapas del proyecto serán prevenidas y controladas desde las actividades, operaciones y equipos que las generen con diseños de la mejor tecnología disponible, eficiencias de equipo, operación y mantenimiento, así como con programas de monitoreo.

El objetivo es cumplir con los niveles máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera, por lo que también se instalará una red de monitoreo de calidad del aire.

VII.2.1 Programa de monitoreo de emisiones de la central a la atmósfera.

La Central instalará y operará un sistema de monitoreo de emisiones continuas (SMEC) que monitoreará los contaminantes emitidos desde la chimenea de la Central.

El objetivo principal de este programa de monitoreo es el asegurar que todas las variables ambientales que se originaron en la evaluación de impacto ambiental (EIA) se implementarán de acuerdo a lo establecido en la evaluación ambiental, además, el plan de monitoreo es necesario para verificar que todas las medidas de mitigación cumplan con las regulaciones aplicables, las buenas prácticas ambientales y las directrices más estrictas del Banco Mundial aplicables.





Este programa esta basado en la medición de concentraciones tanto de las emisiones de la Central como de la calidad del aire ambiental. México ha establecido normas de emisión, directrices para la medición de emisiones, y las concentraciones máximas de contaminantes permisibles en el aire ambiental.

La base principal de este programa es la norma mexicana NOM-085-ECOL-1994, la cual establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión. Entiéndase por calentamiento directo, la transferencia de calor por flama, gases de combustión o por ambos, al entrar en contacto directo con los materiales del proceso; y calentamiento indirecto, la transferencia de calor por gases de combustión que no entran en contacto directo con los materiales del proceso.

La norma requiere y condiciona para la operación de los equipos de combustión llevar una bitácora de operación y mantenimiento de los equipos de combustión, medición y análisis de las emisiones y de los certificados de calidad del combustible empleado.

La medición y análisis de las emisiones deben realizarse con frecuencia y con los métodos que se indican en el Cuadro 2.





Cuadro 2. Medición y análisis de gases de combustión

Capacidad del equipo de combustión MJ/h	Parámetro	Frecuencia mínima de medición	Tipo de evaluación	Tipo de combustible
Hasta 5250	Densidad de humo	1 vez cada 3 meses	Puntual (3 muestras); mancha de hollín	liquido y gas
	CO ₂ ,CO,O ₂ ,N ₂	1 vez cada 3 meses	Puntual (3 muestras); Método de evaluación Quimiluminiscencia infrarrojo no dispersivo Celdas electroquímicas Orsat (O ₂ ,CO ₂ y CO)	liquido y gas
	SO ₂	1 vez cada 3 meses	Medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles que emita el proveedor	liquido
De 5200 a 43000	Partículas suspendidas totales	1 vez por año	Isocinético (mínimo durante 60 minutos); 2 muestras definitivas	liquido
	NO _x	1 vez por año	Continuo; Método de evaluación: Quimiluminiscencia o equivalente	liquido y gas
	SO ₂	1 vez por año	Medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles que emita el proveedor	liquido
	CO ₂ ,CO,O ₂ ,N ₂	diario	Puntual (3 muestras); Método de evaluación Quimiluminiscencia infrarrojo no dispersivo Celdas electroquímicas Orsat (O ₂ ,CO ₂ y CO)	liquido y gas





Cuadro 2. Medición y análisis de gases de combustión

Capacidad del equipo de combustión MJ/h	Parámetro	Frecuencia mínima de medición	Tipo de evaluación	Tipo de combustible
De 43000 a 110000	Partículas suspendidas totales	1 vez por año	Isocinético (mínimo durante 60 minutos); 2 muestras definitivas	líquido
	NOx	1 vez cada 6 meses	Continuo; Método de evaluación: Quimiluminiscencia o equivalente	líquido y gas
	SO2	1 vez por año	Medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles que emita el proveedor	líquido
	CO2,CO,O2,N2	1 vez por turno	Puntual (3 muestras); Método de evaluación Quimiluminiscencia infrarrojo no dispersivo Celdas electroquímicas Orsat (O2,CO2 y CO)	líquido y gas
Mayor de 110000	Partículas suspendidas totales	1 vez cada 6 meses	Isocinético (mínimo durante 60 minutos); 2 muestras definitivas	sólido, líquido
	NOx	permanente (3)	Continuo; Método de evaluación: Quimiluminiscencia o equivalente	sólido, líquido y gas
	O2	permanente	Continua; campo magnético o equivalente con registrador como mínimo ó equivalente	líquido y gas
	SO2	1 vez por año	Medición indirecta a través de certificados de calidad de combustibles que emita el proveedor	sólido, líquido

Para los muestreos de las emisiones de gases, la chimenea contará con una plataforma semicircular de acuerdo a las especificaciones descritas en NOM-AA-09-1991. Los puntos de monitoreo estarán ubicados en la altura de la chimenea que indique la norma correspondiente.





VII.2.2 Programa de monitoreo de calidad de aire ambiental.

VII.2.2.1 Estaciones de monitoreo.

Para cumplir con este objetivo y con los requerimientos de la CFE, se instalará una red de monitoreo de la calidad del aire.

A fin de satisfacer los requerimientos de calidad del aire contenidos en las normas mexicanas, se propone la instalación de una red de monitoreo continuo de tipo vigilancia. Se hará un monitoreo continuo de los contaminantes críticos SO_2 , NO_x , PM_{10} y parámetros meteorológicos y el muestreo discontinuo de partículas suspendidas totales, así como de cualquier otro parámetro que sea requerido por las autoridades ambientales en cumplimiento con la legislación vigente y/o requerimientos del Banco Mundial si es necesario.

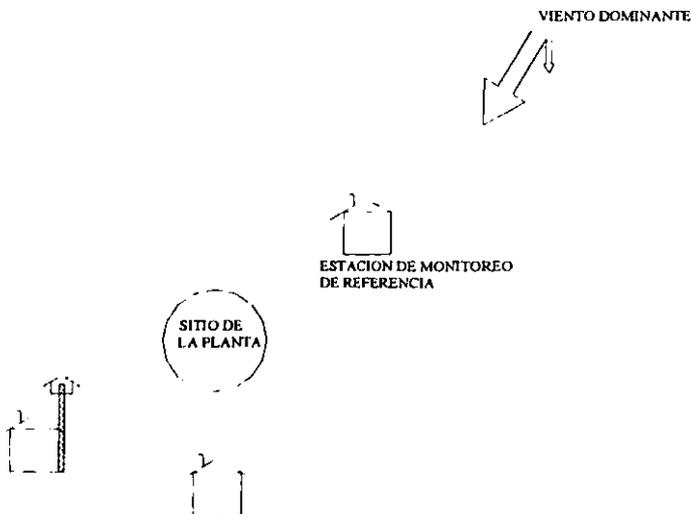
Se realizará un estudio de dispersión de contaminantes con referencia en los datos y estudios de campo y gabinete preliminares del sitio opcional que haya proporcionado la CFE; la información será verificada y complementada con investigación de gabinete y de campo más detallada, así como las bases de diseño de las instalaciones.

A través del estudio de dispersión de contaminantes en la zona del proyecto, se determinará la ubicación de al menos tres estaciones o casetas de monitoreo de la calidad del aire ambiental y en una también se obtendrán datos meteorológicos durante la operación de la Central. Los programas de monitoreo meteorológico y de calidad del aire serán implementados de acuerdo con los requisitos y normas de garantía de calidad establecidos por la legislación ambiental en México.

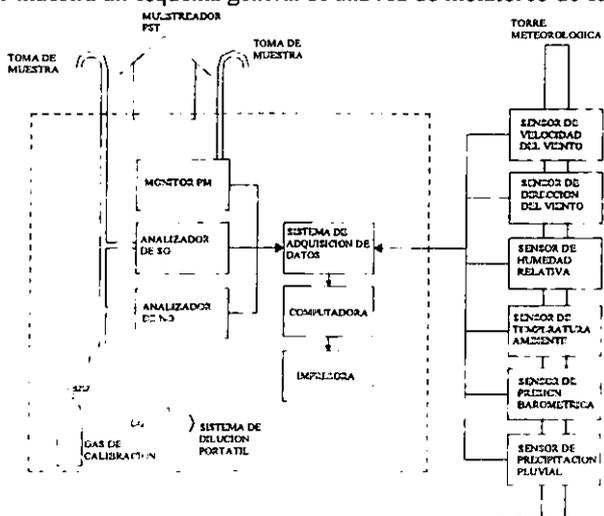
La red deberá tener por lo menos una estación de monitoreo viento arriba de los vientos dominantes en el sitio de la Central, y por lo menos dos estaciones de monitoreo viento abajo del mismo sitio. El número y localización de las estaciones de monitoreo se hará de conformidad con la validación de los modelos de dispersión atmosférica aplicados.

Dado que el terreno que rodea a la Central se encuentra llano, se propone que solo una de las estaciones de monitoreo contenga un sistema meteorológico de superficie consistente en una torre meteorológica de 10 metros equipada con sensores continuos para la determinación en tiempo real de la dirección y velocidad del viento, humedad relativa, temperatura ambiente, presión barométrica y precipitación pluvial.





La Figura VII-1 muestra un esquema general de una red de monitoreo de calidad del aire;



La Figura VII-2 muestra un diagrama funcional de los componentes de una estación de monitoreo típica.





VII.3 Aspectos ambientales.

Con base en los principios ambientales de la política definida, para la atención de los aspectos ambientales se tomará en cuenta la siguiente información básica:

- Los insumos y productos asociados con las actividades, productos y servicios que pueden ser significativos por sus impactos al ambiente.
- Impactos Ambientales típicos en proyectos de Centrales Generadora de Electricidad.

Debe considerarse el proceso de generación de energía, las actividades típicas de construcción y operación indicarán el potencial impacto al ambiente por el manejo de sustancias y/o materiales peligrosos, emisiones a la atmósfera, descarga de aguas residuales, generación de residuos peligrosos, etc.

VII.3.1 Programa de atención de compromisos de la MIA.

Con base en la información proporcionada por la CFE y la previsión general de los impactos ambientales que pueden presentarse en las diferentes etapas del proyecto, se estima que la mayor parte de los impactos en suelo, agua, aire, vegetación y fauna durante la construcción serán localizados y temporales.

Los impactos durante la operación serán minimizados y mitigados a través de la aplicación de tecnología actual, inspecciones rutinarias para asegurar el correcto desempeño de las instalaciones para así asegurar la implantación y funcionamiento de las medidas de mitigación, el cumplimiento con las regulaciones vigentes y la norma ISO 14001.

De acuerdo con la norma ISO 14001, se establecerán y mantendrán procedimientos para identificar los aspectos ambientales de las actividades, productos y servicios sobre los que se puede influir y controlar, para determinar aquellos que pueden tener impactos significativos. Se asegurará que la mitigación de los impactos significativos están contemplados entre los objetivos ambientales prioritarios.

VII.3.1.1.1 Impactos en la etapa de construcción.

VII.3.1.1.1 Aire y ruido.

1. Emisiones de polvos y gases derivadas de las actividades de trazo, nivelación, despalle, limpieza de terreno, movimiento de tierra, transporte de materiales, excavaciones.

2. Durante las etapas de construcción de la Central, gasoducto y acueducto, se generará ruido ocasionado por la circulación de vehículos automotores y el uso de maquinaria y equipo.





VII.3.1.1.2 Medidas de prevención y mitigación

- Se minimizará la emisión de polvos generados por el tránsito de vehículos, humidificando los principales caminos de tránsito vehicular dentro del predio de la Central, y en los caminos de acceso durante las horas de mayor tránsito, especialmente cerca de Los asentamientos humanos.
- Los camiones que transporten material férreo se cubrirán con lonas para evitar la dispersión de partículas. La lona cubrirá la totalidad de la caja de los camiones de transporte.
- Los vehículos automotores serán verificados, en caso de no haber programa de verificación vehicular en Saltillo, Coahuila, todos los vehículos automotores que se empleen durante la etapa de construcción cumplirán con un programa de mantenimiento periódico de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, con el objeto de estar en condiciones de cumplir con las normas:

NOM-041-ECOL-1993 Nivel máximo permisible de gases contaminantes de escapes de vehículos que usan gasolina.

NOM-042-ECOL-1993 Nivel máximo permisible de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno de automotores nuevos, así como hidrocarburos evaporados.

NOM-044-ECOL-1993 Nivel máximo permisible de hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas, opacidad de humo de motores que utilizan diesel

NOM-045-ECOL-1993 Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.

- Los vehículos circularán con el escape cerrado y a baja velocidad, tanto en los caminos de acceso como dentro del predio de la Central.
- Los vehículos cumplirán con las siguientes normas oficiales:

NOM-080-ECOL-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.

- El área de trabajo cumplirá con la norma:
NOM-011-STPS-1993 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido



79 **ESTA TESIS NO SALE**
José Raúl Serrón Benítez
DE LA BIBLIOTECA



Se proporcionará e inducirá el uso de protectores auditivos para el personal expuesto al ruido en todas las etapas del proyecto.

VII.3.1.1.3 Impactos en la etapa de operación.

- 1) La operación continua de la Central emitirá gases contaminantes a la atmósfera constituidos por óxidos de nitrógeno, lo cual afecta la calidad del aire. Excepcionalmente, se utilizará diesel como combustible de respaldo generándose además, partículas y óxido de azufre.
- 2) La operación continua de la Central generará ruido debido al funcionamiento de los equipos.

VII.3.1.1.4 Medidas de prevención y mitigación.

- Se contará con los dispositivos necesarios para no rebasar el límite máximo permisible de emisión especificado, a cualquier condición de generación de energía eléctrica y con cualquiera de los combustibles indicados en las bases de la licitación, exceptuando los periodos de arranque de acuerdo a lo indicado en la NOM-085-ECOL-1 994.

- Se contará con el equipo de medición continua de emisiones (NO, O₂), para verificar que la emisión de contaminantes, cumpla con lo establecido en la NCM-085-ECOL-1994 la cual también establece los principios de medición que tendrán los analizadores.

Estos datos serán registrados y recopilados por un sistema automático de adquisición de datos, el cual tendrá la capacidad de procesarlos y emitir los reporte de acuerdo a los requerimientos de la autoridad ambiental.

- Como seguimiento y para verificar que se cumplirá con lo establecido en la normativa ambiental referente a la calidad del aire, se contará con una red de monitoreo de la calidad del aire que determine al menos NO, la red contará con el número de estaciones necesarias para tener información confiable de la calidad del aire en la región o las que indique la autoridad ambiental. De acuerdo con la experiencia de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) se considerará un mínimo de tres estaciones fijas y una estación móvil. La ubicación de las estaciones se determinará con base en los resultados de la modelación matemática de la dispersión de emisiones a la atmósfera.





Los datos de calidad del aire se registrarán y recopilarán mediante un sistema de adquisición de datos, el cual contará con el software para presentar los reportes de acuerdo a lo que solicite la autoridad ambiental. Los analizadores de las estaciones de monitoreo cumplirán con lo establecido en la norma NOM-037-ECOL-1993, para el caso de NO_x,

- También, se contará con una estación meteorológica que registre todos los parámetros necesarios para poder correlacionar las emisiones de la chimenea con los valores registrados en las estaciones de monitoreo. Por lo menos contará con los sensores de velocidad y dirección de viento. Estos parámetros se registrarán en un sistema de adquisición de datos compatible a los de red de monitoreo.

- Se cumplirá con las siguientes normas:

NOM-011-STPS-94 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

NOM-081-ECOL-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido para fuentes fijas y su método de medición.

- Se establecerá una franja perimetral con flora nativa (barrera de amortiguamiento) de un ancho mínimo de 10 metros, y con una densidad que permita abatir el ruido en los límites del predio de la central, hasta los límites aceptados

VII.3.1.2.1 Impactos en la etapa de construcción

VII.3.1.2 Geomorfología

- 1.- Utilización de materiales pétreos.
- 2.- Actividades de despalme, relleno y nivelación de terreno

VII.3.1.2.2 Medidas de prevención y mitigación

- Los materiales pétreos que se requieran para la construcción se adquirirán en bancos de materiales autorizados por las autoridades competentes
- Las actividades que impliquen movimientos de tierra se harán estrictamente dentro del predio de la Central y en las áreas para el gasoducto, acueducto y caminos de acceso





- Las actividades de relleno se harán con el material de las excavaciones, si este es adecuado para tal fin. El material sobrante será enviado a un sitio autorizado por el municipio.
- Los trabajos de despalme, relleno y nivelación se realizarán sólo en los sitios donde se construirán las obras de la CT PEE “Saltillo”, gasoducto y acueducto.
- Todo el material sobrante de excavación será dispuesto adecuadamente después de haberse generado para evitar que sea arrastrado por la acción del viento o de la lluvia.

VII.3.1.3.1 Impactos en la etapa de construcción.

VII.3.1.3 Suelo.

- 1.- Los trabajos de limpieza del terreno, excavaciones y movimientos de tierra afectarán la superficie del terreno.
- 2.- El manejo de los residuos generados durante la construcción puede afectar el suelo.
- 3.- Se prevé el potencial efecto de erosión durante estas actividades

VII.3.1.3.2 Medidas de prevención y mitigación

- No se ejecutarán trabajos fuera del predio de la Central, en áreas de gasoducto, acueducto, ni en caminos de acceso.
- Se instalarán contenedores metálicos para almacenar los diferentes tipos de residuos no peligrosos; éstos se ubicarán estratégicamente dentro del predio de la Central, se mantendrán cerrados y tendrán letreros que indiquen su contenido.
- Todos los residuos no peligrosos serán dispuestos en la forma y en el lugar indicados por las autoridades y la legislación ambiental vigente.
- El material férreo producto de excavaciones podrá ser almacenado dentro del predio de la Central; cualquier residuo no peligroso diferente al material férreo se dispondrá en el sitio y forma que se acuerde con la autoridad municipal.





- De acuerdo a la norma oficial mexicana: NOM-052-ECOL-93 que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente, todos los residuos que tengan estas características serán almacenados en contenedores por separado y conforme a lo establecido en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos (Artículo 15 y 16 principalmente), y tomando en cuenta la norma oficial mexicana NOM-054-ECOL-93 que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos para la NOM-052-ECOL-93.
- De acuerdo a la norma oficial mexicana: NOM-052-ECOL-93, el material producto del mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipo tales como aceites lubricantes, botes, filtros y materiales contaminados con aceites, son considerados como residuos peligrosos.
- El manejo y traslado de los residuos peligrosos se ajustará a las normas:

NOM-005-SCT2-1994 Información de emergencia en transportación para el transporte de materiales y residuos peligrosos.

NQM-006-SCT2-1994 Aspectos básicos para la revisión ocular diaria de la unidad destinada al auto transporte de materiales y residuos peligrosos.

NOM-007-SCT2-1994 Marcado de envases y embalajes destinados al transporte de sustancias y residuos peligrosos.

- El retiro de los residuos peligrosos de la zona, será con la mayor frecuencia posible. El manejo y disposición de los residuos peligrosos se apegará a la normatividad ambiental vigente.
- El almacenamiento de combustibles durante construcción se hará bajo techo y con las previsiones para evitar la contaminación de suelo y agua durante su operación normal y en caso de fuga o derrame. Todas las áreas de almacén contarán con equipos de servicios de prevención y combate de incendios.
- El material de relleno y compactación estará libre de residuos peligrosos y no peligrosos.
- Al término de la construcción el predio quedará libre de todo residuo peligroso y no peligroso.





- Para evitar contaminación de agua y suelo, las áreas para manejo de combustibles y de aceites lubricantes estarán impermeabilizadas y contarán con trincheras y fosas colectoras de derrames.
- Todas las áreas que se contaminen con residuos peligrosos y no peligrosos se limpiarán antes de concluir la etapa de construcción. Todo material no peligroso que entre en contacto con residuos peligrosos se considerará como residuo peligroso.
- Se aplicarán las medidas de control de erosión necesarias para mitigar los impactos al suelo y los cuerpos de agua cercanos, a través de una variedad de métodos y prácticas durante y después de la construcción hasta que las áreas del derecho de vías sean restauradas.
- Modificaciones en las medidas de control de la erosión pueden ser requeridas debido a condiciones ambientales y climatológicas imprevistas. Tales modificaciones serán supervisadas por el supervisor ambiental u otros profesionales calificados con conocimiento de las condiciones del suelo y medidas de control de la erosión en el área.
- Se implementará un programa de reforestación de acuerdo a lo requerido en las medidas de mitigación. Las áreas en las cuales se haya perturbado la vegetación serán reforestadas en cuanto se completen las actividades de gradeamiento.
- Inspeccionar el derecho de vía y mantener control de erosión y sedimentos hasta obtener estabilización definitiva. Todas las estructuras y herramientas que se utilizarán para el control de erosión serán mantenidas durante todo el periodo de construcción, hasta que se determine que todas las medidas de reforestación permanente han producido los resultados esperados y el derecho de vía se encuentra en estado estable.

VII.3.1.3.3 Impactos en la etapa de operación

Durante la operación de la Central se generarán residuos peligrosos por el uso de productos químicos que pueden ser fuentes de contaminación de suelo, por ejemplo el diesel como combustible de respaldo.

VII.3.1.3.4 Medidas de prevención y mitigación

- Se contará con un almacén para residuos peligrosos que cumpla con la normatividad aplicable.
- Se establecerán áreas de almacén adecuadas para cada producto químico, de acuerdo a los requisitos de seguridad que marque el proveedor del producto (MSDS)





- Los tanques de almacenamiento de diesel contarán con un muro de contención con capacidad suficiente para contener el derrame en su totalidad. La superficie dentro del dique será diseñada para evitar contaminación del suelo en caso de fugas o derrames. Contará con las provisiones necesarias para evitar que el agua pluvial captada arrastre productos de derrames y fugas.
- Los tanques de almacenamiento de diesel contarán con los dispositivos de control y prevención de incendio según los códigos y normas aplicables.

VII.3.1.4 Vegetación.

VII.3.1.4.1 Etapa de construcción.

Los trabajos de desmonte y despalme removerán la cubierta vegetal.

VII.3.1.4.2 Medidas de prevención y mitigación

- Se tomarán acciones para fortalecer el aprovechamiento de los recursos por los habitantes de la zona de los productos del desmonte en: acueducto, gasoducto y predio de la Central. Los residuos orgánicos producto de las actividades de despalme, serán triturados, mezclados y depositados en un lugar aprobado por la autoridad local.
- No se permitirá acumular vegetación cortada fuera o dentro de los límites del predio, salvo en casos de emergencia y por periodos temporales muy breves.
- Queda estrictamente prohibido coleccionar, dañar o comercializar con las especies vegetales dentro y fuera del predio de la Central, o en las áreas del gasoducto, acueducto y camino de acceso, considerando un radio de influencia mínimo de 10 Km
- Para las actividades correspondientes al retiro de la vegetación, está prohibido quemar maleza, usar herbicidas y/o productos químicos en las actividades de desmonte y despalme.
- Se constatará que no exista vegetación con status de protección de acuerdo con la NOM-059-ECOL-1994, en el predio, previo a las actividades de despalme y desmonte: en caso de encontrarse algún ejemplar de los listados en esa norma se procederá a su rescate y ubicación en un sitio de características similares al del origen, previo acuerdo con la autoridad ambiental.
- Se contará con las instalaciones para el resguardo y cuidado de los ejemplares rescatados del predio, acueducto y gasoducto.





- Para la formación de la barrera de amortiguamiento ambiental que se colocará en los límites del predio se usarán los especímenes que se encuentren en las áreas de despalme y desmonte del interior del predio, acueducto, gasoducto.
- Después de concluida la construcción se implantará un Plan de reforestación para el desarrollo de áreas verdes dentro del predio de la Central, utilizando especies de la región. Para el caso del acueducto y gasoducto se devolverán a su uso de suelo original los derechos de vía temporales.

VII.3.1.5 Fauna.

VII.3.1.5.1 Etapa de construcción.

Las actividades de despalme y construcción pueden indirectamente alterar el hábitat de especies o incluso dañar individuos.

VII.3.1.5.2 Medidas de prevención y mitigación

- Queda estrictamente prohibido: cazar, capturar, dañar y comercializar especies de fauna silvestre, así como realizar actividades desmonte y aprovechamiento forestal en las zonas de anidación, refugio y alimentación de especies animales.
- Previo a las actividades de despalme y desmonte se constatará que no exista fauna con status de protección de acuerdo con la NOM-059-ECOL-1 994; en caso de encontrarse algún ejemplar de los listados en esa norma se procederá a su rescate y ubicación en un sitio de características similares al del origen, previo acuerdo con la autoridad ambiental.

VII.3.1.6 Agua

VII.3.1.6.1 Etapa de construcción.

1. Durante la construcción se requerirá agua para la compactación de rellenos y preparación del concreto, así como agua potable para consumo de los trabajadores y agua de servicios.
2. Se generarán residuos sanitarios.
3. Durante la etapa de puesta en servicio y pruebas se generarán residuos líquidos de proceso





VII.3.1.6.2 Medidas de prevención y mitigación

- Toda el agua que se requiera durante de la etapa de construcción y pruebas será obtenida de una fuente autorizada por la CEAS/ CNA.
- Durante todas las etapas del proyecto, el agua que se utilice será optimizada.
- Los residuos sanitarios que sean recolectados se dispondrán por medio de una empresa autorizada para el manejo de estos residuos. La disposición de este tipo de residuos se hará bajo procedimientos y condiciones que indique la autoridad.
- No se iniciará la puesta en servicio y prueba sin tener las previsiones necesarias para el adecuado manejo y disposición de los residuos líquidos generados, para cumplir con la normativa ambiental vigente.

VII.3.1.6.3 Impactos en la etapa de operación

Durante la etapa operativa de la Central se generarán aguas residuales de tipo industrial y sanitario.

VII.3.1.6.4 Medidas de prevención y mitigación

- Se construirá una red de drenajes separados, con ductos exclusivamente asignados para drenaje de proceso, aguas residuales sanitarias y para aguas pluviales. La red de drenaje se diseñará para recolectar aguas pluviales y dirígerlas al sistema de tratamiento de aguas residuales antes o después del proceso de tratamiento de aguas sanitarias. La red de drenaje será diseñada para coleccionar y volúmenes apropiados de aguas pluviales que se anticipa entrarán al sitio o en cumplimiento con regulaciones específicas disponibles.
- Las aguas residuales industriales que se generen serán tratadas para su descarga en un cuerpo receptor bajo las condiciones que indique la CNA o la autoridad conducir competente.
- Las aguas residuales sanitarias que se generen en la Central serán tratadas para cumplir con la normatividad ambiental vigente y serán utilizadas para riego de áreas verdes.

VII.3.1.7 Socioeconomía

1. Aumento de empleo. Para beneficiar económicamente a la comunidad, se contratará en lo posible mano de obra y servicios locales





2. Incremento de áreas verdes y de reforestación por la implantación de programas

3. De requerirse la instalación de campamentos se podría afectar los servicios de la comunidad.

VII.3.1.7.1 Medidas de prevención y mitigación

- Para la instalación de campamentos para los trabajadores de las obras, se conciliará su ubicación con las autoridades municipales.
- Los campamentos contarán con todos los servicios necesarios y los residuos generados por ellos se dispondrán adecuadamente en los sitios señalados por las autoridades competentes para los residuos peligrosos y no peligrosos.
- Se mantendrá comunicación e información continua con la comunidad.

VII.3.1.8 Higiene y salud

VII.3.1.8.1 Etapa de construcción

Los obreros estarán potencialmente expuestos a emisiones fugitivas de polvo y de gases de diesel combustibles durante las operaciones de arranque y pruebas.

VII.3.1.8.2 Medidas de prevención y mitigación

- Los camiones serán cubiertos con lonas o plásticos para reducir emisiones fugitivas de polvo.
- En las áreas donde no se podrá evitar contacto con polvos y gases, se proveerá de equipo de protección personal a todo personal trabajando en esas áreas.

VII.3.1.9 Riesgo

El riesgo de accidentes y/o contaminación por el transporte y manejo de combustible y otras sustancias de riesgo en la Central y a lo largo del gasoducto.

VII.3.1.9.1 Medidas de prevención y mitigación

- Para el gasoducto, estación de regulación y medición de combustible, se contará con todos los equipos y/o dispositivos de control, para el caso de alguna contingencia.





- Uso del Manual de Operación del Sistema de combustible.
- Revisión, inspección y mantenimiento a la instrumentación de medición de flujo, presión y temperatura de los fluidos de riesgo.
- Información a la población sobre cómo actuar frente a posibles contingencias derivadas del manejo de combustibles en la Central.
- Programas de capacitación del personal que operará y dará mantenimiento a los sistemas de mayor riesgo.
- Se cumplirá con las normas de seguridad para el manejo del combustible y sustancias riesgosas. Se empleará tecnología de punta para minimizar riesgos en las instalaciones, al personal y al medio ambiente.
- El almacenamiento, transporte y manejo de combustibles y derivados del petróleo contará con planes de contingencia autorizados por la autoridad ambiental, tanto para la etapa de construcción como de puesta en servicio y operación.
- Se elaborará la actualización del estudio de riesgo (de la Central y el gasoducto) con los datos de ingeniería de detalle y de acuerdo a lo indicado en la resolución ambiental. Se elaborará un Plan de Prevención de Accidentes de acuerdo a lo indicado por el Comité de Protección Civil.

VII.3.1.10 Medidas de prevención y mitigación generales

Se contará con personal con capacitado y con experiencia en el área ambiental en todos sus aspectos incluyendo la parte legal. Sus funciones serán dar seguimiento, vigilancia y atención a todas las actividades desde el punto de vista ambiental.

Se suspenderán las actividades de desmonte y nivelación en casos de encontrar vestigios de valor histórico (construcciones, cimientos, vasijas, flechas, tepalcates, etc.), y se dará aviso al Centro Regional del Instituto Nacional de Antropología e Historia. Lo anterior de acuerdo a la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas.

- Se prohíbe estrictamente derramar líquidos como: aceites, grasas fundidas, solventes, sustancias tóxicas, etc., generados durante las diferentes etapas de construcción y operación de la Central, en el suelo y cuerpos de agua, así como descargarlos al drenaje municipal. Todos los residuos generados durante la construcción serán colectados y transportados fuera del predio de la Central, y se entregarán a empresas que los utilicen o se dispondrán en la forma y sitios que las autoridades municipales o federales, determinen para ese fin
- Los residuos generados durante la operación de la Central serán debidamente





clasificados, los residuos catalogados como no peligrosos serán reusados, reciclados, incinerados o depositados en el sitio que aprueben las autoridades municipales.

- Los residuos generados durante la operación que sean catalogados como peligrosos serán retirados de la Central por una Compañía autorizada para este servicio, y se manejarán de acuerdo a la normativa ambiental vigente.
- Se dará a todo el personal que participe en la obra, capacitación en materia ambiental donde se inducirá la participación en las tareas de conservación, a través de pláticas y por medio de folletos y trípticos de carácter informativo.
- La Central contará con estacionamiento suficiente, tanto para empleados como para personas externas en los términos que indica el Reglamento de Construcción, sin considerar el uso de la vía pública para estos fines.
- Se contará con proyecto de sistema contra incendio, seguridad civil y emergencias aprobado por la autoridad competente.
- Las instalaciones no presentarán riesgos o molestias para la zona urbana aledaña, ni para otras industrias cercanas. No causarán conflictos viales, ni ambientales por emisiones a la atmósfera, ruidos, deslumbramientos o cualquier otro tipo de contaminación.
- En materia de residuos peligrosos, se cumplirán con las Leyes Generales para el Equilibrio Ecológico y la Protección del Medio Ambiente, y con los Requisitos sobre Residuos Peligrosos. También se cumplirá con todas las otras provisiones para la administración de los Materiales Peligrosos.

VII.3.2 Aguas residuales.

Por la disponibilidad de aguas residuales municipales de la Ciudad de Saltillo, es opcional la instalación y operación de un sistema de enfriamiento base húmeda para la Central, para lo cual se considera el diseño, construcción y operación de un sistema de tratamiento de éstas aguas residuales para su ingreso al sistema de enfriamiento. La planta de tratamiento de esta agua residual será diseñada, construida y operada para obtener agua con la calidad necesaria para su uso en el sistema de enfriamiento de la Central, incluyendo la posible desmineralización.

Por otro lado, se estima la generación de aguas residuales sanitarias provenientes de la Central, la generación de residuos líquidos durante las actividades de mantenimiento, purgas y limpieza de maquinaria e instalaciones, así como la descarga (eventual o continua) de agua proveniente del sistema de enfriamiento. Para ello se diseñará, construirá y operará una planta de tratamiento de aguas residuales sanitarias dentro del predio de la Central e incluirá el respectivo tratamiento de lodos residuales.





VII.3.2.1 Planta de tratamiento de aguas residuales.

Considerando que el uso del agua tratada descargada fuera de la Central será riego agrícola o de áreas verdes, la CNA puede establecer condiciones particulares de descarga, así como el posible uso del lodo estabilizado. Un esquema general de una planta de tratamiento típica de aguas residuales se presenta en la Figura 3.

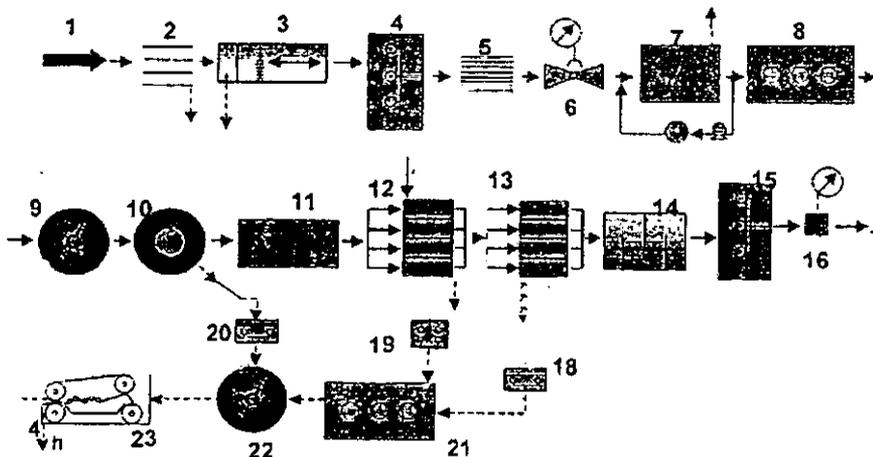


Figura 3. Esquema general de una planta de tratamiento típica.

1- Agua Residual Cruda	7- Flotación por aire disuelto	13- Adsorción en carbón activado	19- Bombeo de lodos secundarios
2- Cribado grueso	8- Proceso biológico aerobio	14- Tanque de contacto de cloro	20- Bombeo de lodos químicos
3- Desarenación	9- Sedimentación secundaria	15- Cárcamo de bombeo de agua tratada	21- Digestión aerobia de lodos
4- Cárcamo de bombeo	10- Ablandamiento químico	16- Medición de flujos	22- Espaciamento de lodos
5- Cribado fino	11- Recarbonatación	17- Agua tratada a la Termoeléctrica	23- Deshidratación de lodos
6- Medición de flujos	12- Filtración en entrecita y arena	18- Bombeo de lodos	24- Disposición final de lodos

VII.3.2.2 Tratamiento para agua de enfriamiento

Esta planta de tratamiento cumplirá con los requerimientos de la calidad de agua que se requiere para incluirlo en el sistema de enfriamiento, lo cual puede requerir la desmineralización.

VII.3.2.3 Tratamiento de lodos.

La generación de lodos biológicos como resultado del tratamiento de las aguas residuales es inevitable, por lo que el tratamiento de los lodos es parte de un tratamiento integral de las aguas residuales y la filosofía de descarga cero.





Las etapas que comprenden el tratamiento típico de lodos están esquematizadas en la Figura 3 y su descripción se menciona a continuación.

Espesamiento

Para que las etapas subsecuentes puedan obtener las mejores eficiencias posibles es necesario obtener una mayor concentración de sólidos en el lodo y así disminuir el volumen a manejar de lodo.

El espesamiento se lleva a cabo en una cámara de sedimentación con tiempos suficientes de retención para así obtener un lodo espesado.

Estabilización

Esta etapa del proceso es de vital importancia ya que su función es obtener un lodo digerido y estabilizado. Para tal efecto se propician las condiciones necesarias para la degradación biológica en una cámara de aireación con lo cual se obtendrá un lodo cuya actividad biológica será mínima reduciendo los malos olores.

Acondicionamiento químico

En esta etapa se lleva a cabo la adición de deshidratado para la siguiente etapa de agentes químicos que permitan obtener un lodo.

Deshidratación:

Con el objeto de reducir al mínimo el contenido de agua en el lodo se lleva a cabo una deshidratación a través de medios físicos como filtros prensa de banda o centrifugadora. Se obtiene así un lodo en condiciones de ser dispuesto en un relleno sanitario o ser empleado como mejorador de suelo agrícola.

VII.3.3 Residuos peligrosos y no peligrosos

El manejo de los residuos peligrosos y no peligrosos será dirigido con base en los programas específicos correspondientes incluyendo la capacitación de personal, la preparación de procedimientos, programas de supervisión y auditorías.

La presentación general de los programas se presenta en la sección VI.12 e incluyen las responsabilidades del personal y la documentación de reportes y manejo.

VII.4 Identificación de impactos

Para realizar la identificación de los impactos ambientales, es imprescindible el conocimiento del proyecto en su totalidad (desde selección del sitio hasta su abandono), un diagnóstico del estado actual del medio ambiente (físico, biológico y socioeconómico) en





donde se desarrollará el proyecto. Paralelamente se sigue un procedimiento, en donde se analiza por una parte el proyecto y por otro su entorno, el cruce de ambos estudios nos proporciona la identificación de los impactos.

Las etapas utilizadas en la identificación de impactos considerando la participación de expertos en mesas de trabajo, son las siguientes:

- 1 Listado Simple
- 2 Matrices cruzadas causa-efecto

VII.4.1 Valoración de impactos

Identificados tanto los impactos como los factores y componentes ambientales afectados más importantes, se realiza una valoración cualitativa y cuantitativa. Este proceso definirá en mayor detalle las medidas preventivas y/o correctoras a emplear en el proyecto. Esta etapa se subdivide en las siguientes fases.

1. Obtención del valor de importancia de cada impacto (valoración cualitativa).
2. Predicción de la magnitud del impacto sobre cada componente, que consiste en la valoración cuantitativa del impacto ambiental, incluyendo transformación de medidas de impactos en unidades inconmensurables a valores conmensurables de calidad ambiental.
3. Obtención del impacto total por componente ambiental, que consiste en obtener; los valores de impacto (considerando importancia y magnitud); el impacto por componente, la ponderación relativa de los factores ambientales y; finalmente el impacto ambiental total por suma ponderada de los impactos por componente.

VII.4.2 Importancia.

La importancia del impacto, es un parámetro mediante el cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos tipo cualitativo, los cuales fueron los siguientes:

carácter
intensidad
persistencia
extensión
reversibilidad.





Cada impacto identificado se caracterizó en función de los atributos antes mencionados de acuerdo a su propia escala ordinal y se determinó su valor de importancia utilizando la siguiente expresión:

$$IM = \pm (Intensidad + 2(Persistencia) + Extensión + 2(Reversibilidad))$$

En esta fase del estudio se cambió la escala (estandarización) de la importancia del impacto a valores entre 0 y 1, dividiendo todos los valores de importancia por el máximo valor de importancia que es posible obtener para todos los impactos ambientales identificados.

$$I_y = \frac{I_y}{27}$$

Nota: los valores de importancia que se obtienen con el modelo propuesto, pueden tomar valores positivos o negativos, entre 0 y 27.

Obtenidos los valores anteriores y al convertirlos a porcentajes, se consideraron como efectos despreciables o compatibles aquellos impactos con valores negativos menores a 33,33%, impactos significativos entre 33,33 y 66,66% y efectos importantes todos aquellos mayores de 66,66%. Todos los impactos positivos se consideran como efectos compatibles.

VII.4.3 Magnitud.

La determinación de la magnitud se realizó de manera cualitativa para los efectos despreciables y significativos y de manera cuantitativa para los importantes. El método cualitativo se realizó definiendo la calidad ambiental del componente en las situaciones "sin" y "con" proyecto, utilizando la siguiente escala ordinal con base en el criterio de cada uno de los especialistas:

1. Calidad muy baja
2. Calidad baja
3. Calidad media
4. Calidad alta
5. Calidad muy alta

La diferencia de las situaciones "sin" y "con" y ajustados a una función de transformación lineal, se obtienen los siguientes valores de magnitud acotados entre 0 y 1 de calidad ambiental (CA)

DIFERENCIA	IMPACTO EN UNIDADES DE CALIDAD AMBIENTAL
0	0
1	0.2
2	0.4
3	0.6
4	0.8





Para la determinación cuantitativa de la magnitud, se seleccionaron y/o definieron a través de los componente ambientales considerados los indicadores capaces de medirlos, la unidad de medida y la magnitud de los mismos, posteriormente se transformaron éstos valores en magnitudes representativas y comparables (conmensurables), no de su alteración, sino del impacto sobre el medio ambiente.

Cuantitativamente, para obtener valores de calidad comparables, se utilizaron las técnicas de funciones de transformación, las cuales acotan los valores de magnitud propias de cada indicador, con sus propias unidades de medida a valores de "calidad ambiental" acotados entre 0 y 1, al extremo óptimo de calidad ambiental se le asigna el 1 y al más desfavorable el 0, quedando comprendidos entre ambos extremos los valores intermedios para definir estados de calidad del componente ambiental.

La diferencia entre la CA que existe *con* el proyecto funcionando (situación final) y la que existía en la situación inicial *sin* proyecto (situación preoperacional), proporciona la magnitud del impacto en unidades conmensurables.

VII.4.4 Valor de impacto por factor ambiental

La obtención del valor de impacto acotado entre cero y uno (0,1), se obtuvo con el uso de la siguiente expresión:

$$V_v = (I_v \times M_{2v}) \times \frac{1}{3} *$$

VII.4.5 Impacto ambiental total

Este se obtuvo por suma ponderada de los impactos sobre cada factor, previo establecimiento de la importancia relativa de los factores entre sí.

Así pues, multiplicando el valor del impacto sobre cada factor por su índice ponderal o coeficiente de ponderación, se obtiene el impacto ambiental total que se produce sobre cada factor. Sumando de forma ponderada el valor del impacto sufrido por los diferentes factores, se obtiene el impacto sobre los componentes y factores ambientales, y el impacto ambiental total causado por el proyecto. Dado que los impactos pueden ser positivos o negativos, los valores del impacto ambiental total causado se encontrará en el intervalo de ± 1000 UA.

*Conesa F.V., 1995





VII.4.6 Resultados de la identificación y valoración de impactos.

Se identificaron 11 factores ambientales con 35 componentes susceptibles de ser afectados por las 28 acciones identificadas causantes de impacto, distribuidas en 9 fases y 4 etapas en la realización de la "CCC Saltillo IPP". Finalmente se identificaron 136 efectos potenciales. No se consideró la etapa de abandono, ya que no se cuentan con planes de uso del suelo para el área del proyecto al término de su vida útil (25 años). Sin embargo, lo más probable es que sea el mismo (uso industrial) y las instalaciones se sigan utilizando de algún modo en la generación y/o transmisión de energía.

VII.4.7 Valoración de impactos

En base a su valor de importancia se identificaron 43 impactos despreciables (32%), 34 efectos significativos (25%), 16 efectos importantes (12%) y 43 efectos positivos (32%).

Distribuidos como se presenta en las tabla VII-1 y VII-2.

TABLA VII-1. DISTRIBUCIÓN DE LOS TIPOS DE IMPACTO EN LAS DISTINTAS ETAPAS DEL PROYECTO EN BASE A SU IMPORTANCIA.

ETAPA/TIPO	DESPRECIABLE	SIGNIFICATIVO	IMPORTANTE	POSITIVO	TOTAL
Selección	2	0	0	1	3
Preparación	21	9	8	3	41
Construcción	19	12	1	22	54
Operación	1	13	7	17	38
TOTAL	43	34	16	43	136

TABLA VII-2. DISTRIBUCIÓN DE LOS TIPOS DE IMPACTO EN LOS FACTORES AMBIENTALES EN BASE A SU IMPORTANCIA.

FACTOR/TIPO	DESPRECIABLE	SIGNIFICATIVO	IMPORTANTE	POSITIVO	TOTAL
Aire	18	1	3	0	22
Geología	0	1	2	1	4
Suelo	0	16	3	7	26
Hidrología superficial	7	1	0	1	9
Hidrología subterránea	5	6	1	2	14
Paisaje	0	0	1	2	3
Vegetación	0	2	4	3	9
Fauna	8	1	2	4	15
Economía	0	0	0	9	9
Actividades Productivas	0	0	0	4	4
Calidad de vida	5	6	0	10	21
Total	43	34	16	43	136





VIII ANÁLISIS FINANCIERO

VIII.1 Financiación con recursos propios y/o créditos bancarios.

Es la modalidad más clásica. Una persona o empresa decide hacer el proyecto. Si dispone de suficientes recursos, efectúa todos los pagos con su propio capital. En el caso de que no disponga de suficientes recursos, tiene dos opciones: Ampliar el capital o solicitar un crédito a un banco. La financiación con recursos propios al 100% requiere que el usuario disponga de una economía saneada y una liquidez suficiente para hacer frente a los pagos.

Una vez efectuados éstos, no se está pendiente de devoluciones o pagos de intereses y los resultados del proyecto, si son peores de lo previsto, no pondrán en dificultades financieras a la Propiedad. La financiación con créditos bancarios permite que el usuario construya la planta a pesar de no disponer del dinero en ese preciso instante, a costa de devolverlo posteriormente con un pago adicional de intereses. Es necesario tener en cuenta el riesgo del proyecto, ya que los pagos financieros son fijos con independencia del resultado del mismo, y además deben darse suficientes garantías a la entidad financiera para que ésta ofrezca el crédito solicitado. Un mal resultado del proyecto puede poner en serias dificultades a la Propiedad, que deberá hacer frente a las obligaciones comprometidas.

VIII.1.1. Permiso y contrato

En el permiso para generar energía eléctrica en la modalidad de Productor Independiente de Energía Eléctrica (PIE) otorgado a Central Saltillo por la CRE. Se denota en el desarrollo de este proyecto, una estimación de inversión directa por 153 millones de dólares.

Central Saltillo generará energía eléctrica, para su venta exclusiva a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) con una capacidad total máxima de generación en sitio de 247.5 MW que utilizará gas natural como combustible principal. La producción estimada anual de energía será de 1,650 GWh.

El desarrollo de este proyecto está sujeto a un contrato suscrito entre CFE y PIE, a través del cual CFE adquirirá la capacidad y la producción de energía eléctrica que genere esta planta para transmitirla y distribuirla a los usuarios finales, como lo marca la Ley. Asimismo, la modalidad de PIE se establece que los inversionistas privados financiarán, construirán, operarán y mantendrán la Central generadora durante un periodo renovable de 27 años y siete meses. La planta se ubicará en el Municipio de Ramos Arizpe, Coahuila.





VIII.2 Metodología seguida para el estudio económico – financiero.

En su concepción más simple, el análisis económico de un proyecto supone la existencia ilimitada de recursos y de coste nulo pero, en la realidad, los recursos ni son ilimitados ni se obtienen gratuitamente.

Generalmente, los recursos son propios o se obtienen sobre la base de contraer unas obligaciones de retribución prácticamente independientes de la rentabilidad del proyecto y de unas obligaciones de devolución en unas fechas predeterminadas previamente, con independencia del resultado del proyecto.

El análisis financiero consistirá, por tanto, en determinar si los recursos generados por el proyecto permiten hacer frente a las obligaciones adquiridas para retribuir y devolver los recursos financieros empleados. La adecuada estructura financiera y una relación de aportación de capital y recursos ajenos será esencial para asegurar la viabilidad financiera.

Aún y cuando el análisis económico haya sido favorable es siempre necesario desarrollar un análisis financiero que cubra el periodo de vida del proyecto. La metodología de plantear este análisis se describe en los siguientes puntos:

En primer lugar, se determinan los pagos de inversiones que se deben efectuar durante la construcción de la planta, bien sean por parte de la propiedad (recursos propios) o por parte de la entidad financiera (créditos.)

En caso de que se haya utilizado capital externo, se calculan las obligaciones contraídas por la utilización de dicho capital, incluyendo la devolución de capital y el pago de intereses.

A continuación, se procede a calcular la cuenta de explotación de la planta para el periodo de estudio, obteniéndose para cada año los beneficios antes y después de impuestos, así como los impuestos que se deben pagar.

Finalmente, y con toda la información anterior, se determina la tesorería de la propiedad (Cash Flow.) La obtención de los flujos de caja anuales será lo que nos permitirá saber si podemos hacer frente a las obligaciones y pagos contraídos. La comparación de los flujos de caja obtenidos en cada una de las modalidades de financiación permitirá escoger la más adecuada para cada proyecto estudiado.

Todas las previsiones de futuro (y cualquier proyecto las conlleva) tienen un cierto riesgo. Es importante analizar las situaciones extremas que razonablemente sean posibles (aunque no probables) para determinar las posibles áreas de riesgo más importante. Esto se realiza mediante análisis de sensibilidad de las principales magnitudes para determinar la influencia de sus posibles variaciones durante el proyecto.





VIII.3 Estudios de mercado, tendencias de consumo y nichos de mercado.

En el siguiente cuadro es posible observar una vista global del sector eléctrico histórico (1988 y 1997) y proyectado (2027) en México. En 1988 la producción de electricidad fue de 1174 Kwh per capita. De las ventas totales de 83.9 TWh, 56% fueron consumidos por el sector industrial, 20% por el sector residencial, 9% por el sector comercial, 8% en actividades agrícolas, 5% por instituciones públicas y 2 % para exportaciones a los E.U.A. Aproximadamente 86% de la población mexicana tiene acceso a la electricidad, el acceso de la población urbana es de 94%, y rural de 67%. Es importante analizar que se encuentra un nicho de mercado bastante atractivo para nuestras inversiones en el sector eléctrico en México.

Desarrollo e Indicadores Financieros.

	1996	1997	1998	1999	2000
I. Penetración en el mercado	20830	22200	23700	25250	26900
Demanda pico (MW)	124192	132319	141115	150463	159991
Generación Neta (TWh)	108045	115322	123162	131563	140200
Ventas (TWh)	15860	16260	16650	17030	17400
Número de clientes al final del año	85800	87900	90000	92200	94300
2. Eficiencia					
Número de empleados	185	185	185	185	185
Clientes / empleados					
Pérdidas (% de Generación Neta)	13.00%	12.80%	12.70%	12.60%	12.40%
Grado promedio de calor (kcal/kWh)	2525	2510	2500	2500	2500
Plantas disponibles	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0
3. Financiamiento	7.10%	7.50%	7.90%	8.00%	8.00%
Grado de retorno	5.7	7.1	5.8	6.1	4.2
Cobertura de servicios de deuda	69.70%	71.90%	69.50%	71.20%	65.90%
Relación de autofinanciamiento	3.50%	3.40%	3.40%	3.4%	3.60%
Contribución gubernamental	33.10%	31.90%	34.30%	31.80%	37.90%
Cuentas por cobrar	60	60	60	60	60





Principales Cifras sobre la Generación y Demanda de Energía en México.

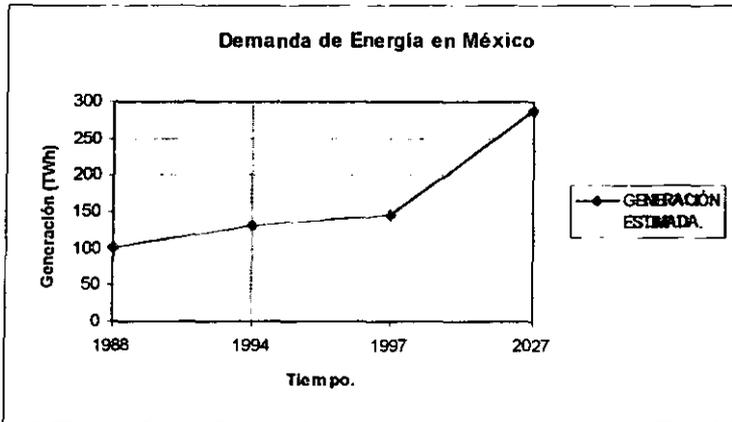
Generación y Demanda en México.	1994	1997	2027 (Estimada)
Capacidad Instalada (GW).			
Hidroplantas.	8.10	8.30	10.30
Planta de gas y aceite.	16.20	17.15	26.65
Plantas de carbón.	1.90	2.25	5.75
Plantas geotérmicas.	1.00	1.15	2.65
Plantas nucleares.	0.70	1.05	4.55
Capacidad Instalada Total.	27.90	29.90	49.90
Demanda Máxima Neta (GW).	20.80	23.15	46.65
Generación Bruta (TWh)			
Hidroplantas.	25.80	28.30	53.30
Plantas de gas y aceite.	85.30	93.10	171.10
Plantas de carbón.	9.80	11.10	24.10
Plantas geotérmicas.	6.40	7.40	17.40
Plantas Nucleares.	3.40	5.10	22.10
Generación Bruta Total.	130.70	145.0	288.00
Venta de Energía.	108.00	120.05	240.55
Pérdida de energía neta (%)	13.00	13.00	9.0
Número de Consumidores (Millones).	15.80	16.50	23.50
Población Servida (%)	88.00	89.00	99.00





Plan de Financiamiento.
(Millones de Dólares)

FINANCIAMIENTO TOTAL IPP.	153	100.00%
--------------------------------------	------------	----------------



VIII.4 Costo del proyecto.

El resumen del costo del Proyecto de Desarrollo Termoeléctrico es el siguiente:

CONCEPTOS	COSTO Millones de Dólares
PARTE A	
A-1 Construcción de la planta de generación de Saltillo	151.60
Programa Social y ambiental	
PARTE B	0.23
Estudios relativos a la energía:	
PARTE C	
. Conservación	0.77
Otros estudios:	
PARTE D	
. Mejoramiento de la operación del sistema eléctrico	
. Mejoramiento del sistema de administración	0.40
. Tarifas	
TOTAL	153





Costo del Proyecto.

Concepto	COSTO EN MILLONES (Precios corrientes)
	Dólares
Ingeniería, administración y supervisión de construcción.	17.80
Obras Civiles	70.55
Reasentamientos y medio ambiente	1.76
Equipo electromecánico	28.72
Contingencias físicas (imprevistos)	17.29
Contingencias de precios (escalaciones)	16.88
TOTAL	153

Resultados De Las Corridas Financieras.

En base a los escenarios que se muestran en la tabla, obtenidos de la corrida financiera, cuyos resultados favorables fueron arrojados al estimar un costo por Kwh de \$1.00 (un peso 00/100), se aprecia que la inversión en este proyecto es rentable.:

ESCENARIO	I.R.	T.I.R.	UTILIDAD NETA.
BAJO	1.10	22.10	\$10,262.33
MEDIO	1.14	22.76	\$10,572.17
ALTO	1.15	23.02	\$10,978.56





IX CONCLUSIONES

El área del predio tiene una geología muy simple en la cual únicamente aflora la unidad que hemos denominado *Gravas*, constituida en sus primeros 14 o 15 m por material compuesto por boleas, gravas, gravillas, arena y sicilia, esta última en forma de capas discontinuas o lentes. Bajo este material y de forma también irregular se encuentra una capa de hasta 10 m de espesor de un conglomerado con los mismos constituyentes de las gravas que construye el conglomerado basal de esta secuencia. A su vez bajo esta unidad se encuentran las lutitas de la Formación Parras.

De acuerdo a la reconstrucción del plegamiento en el área, el sitio se ubica dentro de la transición de un pliegue sinclinal al sur a un anticlinal al norte.

Como se desconoce la profundidad de la excavación para las cimentaciones de la estructuras es importante recomendar la realización de exploraciones previas en aquellas que por su importancia requieran mayor capacidad de carga ya que la presencia irregular de las arcillas impone la necesidad de un diseño especial para las zonas en que se encuentre presente a la profundidad propuesta.

Para llevar a cabo la construcción del gasoducto de referencia, se encontrarán a lo largo de su trayectoria los tipos de materiales que se han descrito en el capítulo correspondiente al estudio geotécnico. En la siguiente tabla y de acuerdo al tipo de material excavado, se le asigna la clasificación correspondiente, dándole un porcentaje aproximado de acuerdo a la dureza del suelo y considerando una profundidad de excavación de 2 m.

PORCENTAJE APROXIMADO DE MATERIAL A EXCAVAR

Material tipo				
Pozo No.	I	II	II-A	III
PCA-1	20	80	0	0
PCA-2	20	80	0	0
PCA-3	0	90	10	0
PCA-4	0	90	10	0
PCA-5	0	90	10	0

Donde:

Donde: tipo	HERRAMIENTA
I	Material excavable con pala
II	Material excavable con pico y pala
II-A	Material excavable con, cuñas, marros, Martillo neumático, ripper o herramienta similar
III	Material excavable con explosivos





Con el método de resistividad se definen en el área 3 unidades geofísicas principales. La unidad U_1 , asociado a material de relleno y con espesores menores de 20 m, carece de interés geohidrológico por no presentar saturación, su importancia radica en que en ella se cimentará la obra proyectada.

Geohidrológicamente, y tomando en cuenta los antecedentes del pozo mencionado, perforado a 230 m en las lutitas, aportación reducida de agua (7 l/s) y de posible característica salobre, se considera que las unidades U_2 y U_3 conformen un acuífero de baja permeabilidad primaria y una mejor permeabilidad secundaria por fracturas. Aún cuando no existe una zona preferencial que pudieran indicar un sitio más favorable para perforar, se sugieren los sitios donde dichas unidades presentan menor resistividad ya que esto puede estar asociado a una mayor saturación de agua conductora en el fracturamiento de la roca.

En el aspecto geotécnico se determinaron dos condiciones en los materiales de relleno de la unidad U_1 . Una capa de 1.5 a 3.5 m de espesor de baja consolidación (Relación de Poisson de 0.41, Modulo de Young de 460 Mpa y Modulo de Corte de 160Mpa) y debajo de ella una capa de material semicompacto y homogéneo en cuanto a su capacidad de carga en toda el área (Relación de Poisson de 0.31, Modulo de Young de 6635 Mpa y Modulo de Corte de 2540 Mpa).

Los agregados de los tres bancos que se muestrearon (San José, Materiales Triturados en General, y Trituradora Trimaco), son: Densos, sanos, duros, no reaccionan con los álcalis del cemento, no contienen sulfatos y presentan bajos contenidos de cloruros. Sin embargo todas las arenas tienen una pérdida por lavado superior al límite especificado por la norma ASTM C-33 adicionalmente la arena del banco San José y la de la planta Materiales Triturados en General presentan un excesivo contenido de materia orgánica. Para utilizar la arena de estos bancos en la fabricación de concreto se requiere someter el material a un proceso de lavado.

Por el volumen de material aprovechable por su cercanía al sitio de proyecto, por requerir menores consumos de cemento y por las características mecánicas que presenta el concreto, endurecido se recomienda utilizar os agregados del banco San José

Para la elaboración del concreto se recomienda utilizar el agua de la red del fraccionamiento Santa María o la de la Granja Pollo II. Por ningún motivo debe utilizarse el agua del manantial de la Hacienda Santa María.

El cemento Tipo I de la marca Hidalgo cumple con las especificaciones de la norma ASTM C-150 y es de bajo contenido de álcalis, por ello no se restringe su uso en la elaboración de los concretos. Sin embargo, en caso en que el concreto esté expuesto a un ataque moderado o severo de sulfatos se recomienda utilizar cemento Tipo IP o Tipo II.





Se realizó una evaluación integral del proyecto con el fin de obtener un balance de los impactos generados por la construcción y operación de la "CCC Saltillo IPP" y los beneficios que generará para la economía local y regional, y la calidad de vida de los habitantes en la región. Las conclusiones fueron las siguientes:

De los resultados de este estudio y criterios de selección del sitio, la ubicación de la "CCC Saltillo IPP" actualmente es una zona con uso de suelo industrial, que no es relevante desde el punto de vista de sus valores naturales y que tampoco representa un conflicto social, y más bien con amplia aceptación.

En el sitio del proyecto y trazo de los derechos de vía las áreas de vegetación que se afectarán (matorral micrófilo inerme) están ampliamente representadas en toda la zona de estudio del proyecto, siendo la proporción de las primeras con respecto a la segunda muy baja (0,09 %). Debido a que es una área de uso industrial, la vegetación ya se encuentra alterada por actuaciones anteriores al proyecto. De los resultados obtenidos en campo y en la bibliografía consultada, en el área de estudio existen 7 especies de flora con estatus de protección en la NOM-059-ECOL/1994, de éstas, individuos de 2 especies pueden potencialmente ser afectadas por acciones del proyecto. Se especificaron las medidas de mitigación para el caso.

Igualmente, con base a recorridos de campo y consultas bibliográficas, en el área de estudio del proyecto las condiciones de la fauna silvestre son precarias, ya que ésta ha mermado por destrucción del hábitat, furtivismo y presencia humana continua. No se detectaron áreas relevantes como sitios de anidación, de refugio o corredores biológicos, ni tampoco que se vayan a afectar a especies listadas en la norma NOM-059-ECOL/1994 y CITES.

En las áreas del sitio del proyecto y derechos de vía, son suelos del Tipo de Regosol calcárico, Xerosol háplico y en mucho menor proporción Yermosol cálcico todos de una textura media que no suponen ningún riesgo para la cimentación de la Central, o riesgos de daño para el gasoducto y acueducto.

Los riesgos naturales en el sitio del proyecto y derechos de vía son mínimos, ya que basándose en el estudio geológico y geotectónico, se concluye que se construirán en el área de menor sismicidad en toda la república, sin vulcanismo, deslizamientos o derrumbes que pongan en peligro la integridad de las instalaciones de la Central, acueducto y gasoducto.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción los factores más directamente afectados son vegetación y suelo (53,58 ha), sin embargo considerando el área de estudio, la magnitud de tales impactos no es significativo.

Globalmente, los factores ambientales más impactados son el aire y la hidrología subterránea. Las acciones de mayor impacto negativo se presentan en la fase de preparación del sitio y construcción y son despalle y desmonte, uso de vehículos, maquinaria y equipo; nivelación, relleno y compactación y generación de residuos.





Los mayores efectos benéficos del proyecto (impactos positivos) se presentan en las etapas de construcción y operación con las acciones de restitución de derechos provisionales de vía, creación de áreas verdes y construcción y operación de plantas tratadoras de aguas negras sobre los factores ambientales de suelo, hidrología superficial y subterránea, vegetación y fauna. En la etapa de operación la generación de energía eléctrica presenta los mayores impactos positivos en todos los componentes del medio socioeconómico, constituyendo la acción de mayor impacto (independiente del sentido) de todo el proyecto.

La generación de empleos durante todas las etapas del proyecto permitirá elevar la calidad de vida de los habitantes de algunos habitantes de la región.

Los efectos negativos en las etapas de preparación y construcción, son en su mayoría despreciables o no significativos (66%), en menor proporción los significativos (23%) y los importantes (13%), éstos últimos en su mayoría mitigables.

Las medidas de prevención, mitigación y compensación están enfocadas a la protección del suelo, del aire, de la hidrología superficial y subterránea, al cumplimiento de las normas oficiales mexicanas sobre emisiones a la atmósfera, aguas residuales, residuos peligrosos y no peligrosos y generación de ruido.

De acuerdo con los resultados del monitoreo de la calidad del aire y los arrojados por la simulación de emisiones a la atmósfera, los efectos en la calidad del aire por la operación de la "CCC Saltillo IPP" bajo condiciones normales (utilizando gas natural como combustible), serán mínimos y no constituirán una amenaza para la salud. Aún bajo la utilización de diesel, las emisiones a la atmósfera no rebasarán los límites establecidos en las normas oficiales mexicanas. Con la finalidad de vigilar que la calidad del aire en el área de influencia de la "CCC Saltillo IPP" se mantenga dentro de los límites establecidos por la normativa aplicable, la Central operará una red de monitoreo de la calidad del aire (NO_x), su programa será comunicado a la autoridad, previo al funcionamiento de la Central.

Con la finalidad de mantener los niveles de emisiones de gases de combustión (NO_x , SO_2 y partículas) dentro de los límites establecidos en la normativa ambiental vigente, la Central contará con combustores de baja emisión de NO_x , y cuando se utilice diesel se inyectará agua a la cámara de combustión con el objetivo de controlar la emisión de NO_x .

La evaluación del impacto global del proyecto, arrojó un balance positivo de 116,62 unidades ambientales, adjudicable no únicamente a las acciones sobre el medio socioeconómico (generación de energía eléctrica y contratación de personal, adquisición de materiales de construcción, entre otros), sino también y de manera muy importante por la planta tratadora de agua, la creación de áreas verdes y la restitución de áreas provisionales, lo cual reducirá los problemas de contaminación actuales, beneficiando a la hidrología superficial y subterránea, suelo, vegetación y fauna





La generación de energía por parte de la "CCC Saltillo IPP" es imprescindible para satisfacer la demanda que generará el crecimiento y desarrollo de la región del Valle de Saltillo, y en consecuencia del bienestar general de la población.

Desde un punto de vista ambiental la construcción de la "CCC Saltillo IPP" es SOCIAL Y ECOLÓGICAMENTE ACEPTABLE. Los efectos adversos de los impactos significativos e importantes son mitigables siempre y cuando se apliquen cada una de las medidas y recomendaciones propuestas en el capítulo correspondiente.

Desde el punto de vista de la infraestructura, la CCC Saltillo traerá un buen número de ventajas como lo es la generación de energía eléctrica y el tratamiento del agua.

Desde el punto de vista social, obras como estas, permiten el desarrollo de la industria y de infraestructura por lo que permite generar empleo de muchos obreros al igual que profesionistas y técnicos por un periodo de tiempo constante.

Desde el punto de vista económico, las ventajas son muy importantes. Por un lado, se consigue activar la economía reflejándose esto en el crecimiento del producto bruto del país pero con una muy importante diferencia, que el crecimiento se está dando en infraestructura.

Por las razones presentadas anteriormente en el capítulo correspondiente considero como excelente inversión la construcción de plantas que contribuyan a la generación de energía eléctrica en nuestro país, y teniendo como meta la obtención de la producción independiente de la energía eléctrica.





BIBLIOGRAFÍA

- Estudio Geohidrológico del Área Ramos Arizpe, Coah. Para analizar alternativas de abastecimiento a la CCC Saltillo, Informe Preliminar Julio de 1997. Elaborado por la Superintendencia de Estudios Zona Norte, Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil, CFE.
- Manual de Obras Civiles, Diseño por Sismo. Comisión Federal de Electricidad, Instituto de Ingeniería. 1993.
- Foundation Analysis and Design, Fifth Edition, Joseph E. Bowles, Editorial Mc Graw Hill. Capitulo 3.
- Gardner, G.H.F., L. W. Garner, and A.R. Gregory: "Formation velocity and density: the diagnostic basis for stratigrafic traps", Geophysics, vol. 39, pp. 770-780, 1974
- Davis. P. A. S. A. Greenhal, N. P. Merrick, 1980, "resistivity souding computations with anv array using a simple digital filter" Bull. Aust. Soc. explor. Geophys.. 11. pp 789-8 17.

