



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUÍS POTOSÍ**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**RELATORÍA DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL**  
**EN LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD**  
**2003 - 2011**

**Por:**

**Armando Carlos Martínez Arroyo**

**Memoria de experiencia profesional presentada como requisito parcial para  
obtener el título de Ingeniero Agroecólogo**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUÍS POTOSÍ**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**RELATORÍA DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL**  
**EN LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD**  
**2003 - 2011**

**Por:**

**Armando Carlos Martínez Arroyo**

**Memoria de experiencia profesional presentada como requisito parcial para  
obtener el título de Ingeniero Agroecólogo**

**ASESOR: DR. JUAN CARLOS RODRÍGUEZ ORTÍZ**

**ASESOR: DR. JORGE ALONSO ALCALÁ JÁUREGUI**

**ASESOR: DR. JOSÉ JESÚS TAPIA GONÉ**

**Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.**

**Febrero 2011**

El trabajo titulado **“Relatoría de la experiencia profesional en la Comisión Federal de Electricidad 2003-2011”** fue realizado por: **“Armando Carlos Martínez Arroyo”** como requisito parcial para obtener el título de **“Ingeniero Agroecólogo”** y fue revisado y aprobado por el suscrito comité de tesis.

**Dr. Juan Carlos Rodríguez Ortíz**

---

**Dr. Jorge Alonso Alcalá Jáuregui**

---

**Dr. José Jesús Tapia Goné**

---

Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. a los 2 días del mes de Febrero de 2011.

## DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de vivir.

### **A mi esposa**

María de los Ángeles

Por su amor y comprensión.

### **A mis hijos**

Armando Jokhanan

Iran Altaír

Mi razón de vivir.

### **A mis Padres**

Sra. María Rosenda Arroyo Sánchez

Sr. Armando Martínez Hernández

Por sus consejos cuidado y principalmente por su amor.

### **A mis Hermanos**

Mara Lizbeth

Irma Elena

Wendy Gisela

Karim Armando

Grethel Naxhyely

Por su cariño y amistad.

### **A mis sobrinos**

Khalid

Jerónimo

Ximena

Estrella

Luna

Karim

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y a la Facultad de Agronomía por los conocimientos adquiridos en mi formación profesional.

### **A mis Asesores**

Dr. Juan Carlos Rodríguez Ortíz, Dr. Jorge Alonso Alcalá Jáuregui, Dr. J. Jesús Tapia Goné. por su atención y consejos para la realización de este trabajo.

### **A mis maestros**

M.C. Carlos Villar Morales, Dr. Miguel Ángel Tiscareño Iracheta, Ing. Alfonso Zedillo y M.C. Antonio Buen Abad Domínguez por su amistad y apoyo.

### **A mis Cuñados**

Pedro, Carmen, Noé, José, Jaime y Edgar

### **A mis Amigos y Compañeros**

Emiliano, Hugo, Salomon, Pedro, Isidro, Jaime, Camarillo, Tomas, Hector y Dan  
Al Lic. Jesús Oropesa Pérez por su valiosa colaboración en la elaboración de este trabajo y por su amistad incondicional.

### **A mi Jefe**

Ing. Eduardo Díaz Berumen por el apoyo que me ha brindado en todo momento y por creer en mi trabajo.

Y a todas aquellas personas que me han brindado su amistad dentro y fuera de la Facultad.

## CONTENIDO

	Página
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iv
<b>CONTENIDO</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	ix
<b>RESUMEN</b> .....	x
<b>SUMARY</b> .....	xi
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Antecedentes.....	1
<b>ÁREA DE TRABAJO</b> .....	2
¿Que es la Comisión Federal de Electricidad? .....	2
Política.....	2
Misión.....	2
Visión.....	3
Líneas prioritarias.....	3
Organigrama de la empresa.....	4
Antecedente estratégico.....	5
Tecnología de la centra.....	15
Proceso de generación hidroeléctrica.....	17
Evolución histórica de la Central Hidroeléctrica Fernando Hiriarth Balderrama.....	19
<b>DESARROLLO PROFESIONAL</b> .....	21
Entrevista laboral.....	21
Periodo laboral.....	21
Desempeño laboral.....	22
Funciones específicas desarrolladas en el puesto.....	24
Registros de control de proceso.....	29

	Página
Informe de operación de la planta de tratamiento de agua del mes.....	37
Utilización de agua.....	37
Observaciones.....	38
Torre de enfriamiento.....	38
Grafica de tendencias.....	41
Funciones específicas desarrolladas en otros puestos.....	45
Dificultades Presentadas en el Desempeño Profesional.....	46
Relación de la formación académica y desempeño laboral.....	47
Ventajas.....	48
Desventajas.....	48
<b>CONCLUSIONES Y COMENTARIOS.....</b>	<b>49</b>
Experiencia profesional.....	49
Aportaciones.....	50
Enseñanzas.....	50
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>51</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras		Página
1	Organigrama estructural de la Central Hidroeléctrica Fernando Hiriart Balderrama.....	4
2	Etapas de construcción cortina, casa de máquinas y etapa de operación casa de máquinas y subestación.....	5
3	Localización de instalaciones de la CH-FHB.....	6
4	Camino de acceso a Casa de Máquinas.....	7
5	Vista panorámica de Casa de Máquinas.....	8
6	Turbina de repuesto tipo Péltón CH-FHB.....	9
7	Piso de excitadores.....	10
8	Galería de transformadores.....	11
9	Edificio de subestación.....	12
10	Torre de enfriamiento.....	13
11	Planta de tratamiento de agua.....	14
12	Composición Turbina-Rotor- Generador-Excitación-Bus de fase aislada.....	15
13	Telecontrol CH-FHB / ACOC-CENACE.....	16
14	Cortina del embalse de la CH-FHB.....	17
15	Esquema del túnel de conducción de obra de toma- casa maquinas.....	17
16	Proceso de generación hidroeléctrica CH-FHB.....	18
17	Orden de inicio del proceso de la planta de tratamiento de agua.....	24
18	Actividades de operación.....	24
19	Muestreo de agua pretratada.....	25
20	Muestreo de agua en torre de enfriamiento.....	25
21	Monitoreo de temperaturas y flujos en intercambiadores....	26
22	Operación de bombas dosificadoras de ácido sulfúrico.....	26



Figura		Página
23	Sitio de acopio de lodos .....	27
24	Actividades del laboratorio químico.....	28
25	Oficina del laboratorio químico.....	29
26	Promedio mensual para dureza total en el agua pre tratada.....	41
27	Promedio mensual para pH en el agua pre tratada.....	41
28	Promedio mensual para la alcalinidad a la fenolftaleína.....	42
29	Promedio mensual para la alcalinidad al anaranjado de metilo.....	42
30	Horas de operación de la planta tratadora.....	43
31	Túnel de conducción.....	46

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Evolución histórica de la CH-FHB, como resultado del compromiso de una cultura de excelencia empresarial.....	19
2	Índice ryznar y consumo de reactivos en torre de enfriamiento.....	30
3	Análisis físico químico del agua pre tratada.....	32
4	Comportamiento químico de la planta de tratamiento y torre de enfriamiento.....	34
5	Análisis físico químico del agua cruda.....	35
6	Reporte de tiempo de operación de la planta tratadora.....	36
7	Reporte de consumo de reactivos en planta tratadora.....	37
8	Reporte del comportamiento químico de la planta tratadora....	37
9	Reporte del comportamiento químico de la torre de enfriamiento.....	38
10	Reporte del consumo de sustancias químicas empleadas en la torre de enfriamiento.....	39
11	Relación de índice contra. tendencia de corrosión/incrustación	40

## RESUMEN

El presente trabajo comprende las experiencias profesionales y laborales que a lo largo de ocho años he adquirido como trabajador en la Central Hidroeléctrica Fernando Hiriart Balderrama (C.H. FHB) perteneciente a la Comisión Federal de Electricidad (CFE), así como funciones específicas desarrolladas en el puesto y dificultades, cabe mencionar que mi función principal hoy en día es la operación y control físico químico de una planta tratadora, además de un sistema de enfriamiento para las unidades generadoras, todas las actividades realizadas en mi área de trabajo están basadas en procedimientos operativos y de control apegados a un sistema integral de gestión de calidad constantemente certificado.

La experiencia a través de todo este tiempo esta basada en los conocimientos adquiridos en mi formación académica como Ingeniero en Agroecología dentro de la Facultad de Agronomía, de la UASLP, la comprensión de temas relacionados a la ecología como lo son manejo, uso y conservación de los recursos naturales, química y física por mencionar algunos me han permitido un mejor entendimiento de las diferentes tareas derivadas de mis principales actividades, estas tareas son: el control de la disposición final en rellenos sanitarios de los lodos que se generan en la planta tratadora, identificación y control de aspectos ambientales significativos en mi área de trabajo, manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos y control del proceso de tratamiento de aguas residuales, además del control de descargas de las mismas al río, la cuales son utilizadas por los habitantes de las comunidades circunvecinas en actividades como la agricultura.

Uno de los temas importantes de este trabajo es la relación de la formación académica y el desempeño. Debido a la naturaleza del proceso de generación, es imposible aplicar la Agroecológica como tal ya que no esta ligada directamente a las actividades propias de la central, pero sí podemos rescatar de ella temas como la sustentabilidad ya que al regar con aguas residuales se reduce en cierta forma la sobre explotación de algunos recursos naturales, además de beneficiar ciertas características del suelo.

De una manera general se describen las diferentes actividades relacionadas al puesto.

## SUMMARY

This paper is comprehensive of my professional and work experiences throughout eight years of working for Central Hidroelectrica Fernando Hiriart Balderrama (C.H. FHB) a division of Comision Federal de Electricidad (CFE) it also includes specific functions carried out in the post. Nowadays I'm in charge of the operation and control of a residual-water-treatment plant and a cooling system of production units. All my activities are based on operations and control procedures complying with a constantly certified integral quality control system.

All my experience has been acquired through my formal education as an Agroecology engineer received at Universidad Autonoma de San Luis Potosi. the study and understanding of topics regarding ecology and its elements such as use and preservation of natural resources; Physics; Chemistry, just to mention a few, have led me to grasp the full meaning of my many activities; such activities include: control and disposal of mud generated by the residual-water-treatment plant, identification and control of environmentally significant aspects, the handling of hazardous solid and liquid residues, and the control of the process of residual water treatment itself along with the disposal of it when dumped in nearby rivers. This water is used by locals in agricultural activities.

One of the main topics approached in this paper is the relation of formal education with performance. Due to the nature of production of electricity complying with Agroecology canons is far from difficult since both of them don't have a direct relation with each other. We can recover some aspects of it such as the sustainability, though, for watering soils with treated water reduces, to some extent, the overexploitation of water bodies, aside from benefiting certain characteristics of the soils themselves.

In a general way the different activities of the job are described.

## INTRODUCCIÓN

El trabajo es un medio a través del cual nos podemos sentir muy satisfechos con nosotros mismos y con nuestra vida. Nos sentimos socialmente activos, útiles e independientes económicamente, lo que influye positivamente en nosotros y determina en cierto modo, nuestra manera de ser y de actuar.

Supone un esfuerzo continuo, implica disciplina y voluntad. Es un mecanismo de superación personal que ennoblece, da seguridad, cultura e independencia. Puede considerarse como una necesidad para cualquier persona.

Para muchos es una fuente de autorrealización personal, ya que a través de él ponen en práctica y van adquiriendo nuevos conocimientos, toman decisiones de cierta responsabilidad y comprueban el fruto del trabajo.

Debido a la necesidad de trabajo, a la falta de este y a la escasa experiencia, para algunos egresados es necesario ofrecer sus servicios en el sector laboral que en algunos casos las actividades que se desarrollan en este no tienen relación con la preparación profesional del trabajador. En la mayoría de los casos requieren de experiencia laboral siendo esta una limitante ya que al egresar uno cuenta con cierta preparación la cual no es suficiente para realizar ciertas actividades propias del empleo; pero no hay que olvidar que el egresado cuenta con un gran número de conocimientos adquiridos a lo largo de toda su preparación académica y que si sabe hacer uso de estos puede abrirse paso y buscar nuevas áreas de oportunidad.

### **Antecedentes**

El presente trabajo es una recopilación de las vivencias en el aspecto laboral así como experiencias y aprendizaje en la Central Hidroeléctrica Fernando Hiriart Balderrama (CH-FHB) perteneciente a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) adquiridos en el periodo del 2003 a 2011 tiempo en el cual adquirí ciertos conocimientos que combinados con mi formación profesional me han llevado a ocupar cargos como son: Auxiliar Administrativo, Técnico y hasta la fecha el de Técnico Superior encargado del Área Química perteneciente al Departamento Mecánico.

## **AREA DE TRABAJO**

### **¿Qué es la Comisión Federal de Electricidad?**

La Comisión Federal de Electricidad es un Organismo Público con personalidad jurídica y patrimonio propio; genera, transmite, distribuye y comercializa energía eléctrica para 25.4 millones de clientes (900,000 clientes nuevos cada año), lo que representa más de ochenta millones de mexicanos.

Cuenta con 177 centrales generadoras, 48,547 km. de red de transmisión y 140,835 MVA de capacidad de transformación.

Desde su creación en 1937, la CFE se ha destacado por su servicio a la sociedad y su firme participación en el desarrollo del país.

### **Política**

Satisfacer las necesidades de energía eléctrica de la sociedad, mejorando la competitividad asegurando la eficacia de los procesos de la Dirección de Operación, sustentados en la autonomía de gestión de sus áreas y el compromiso de:

Desarrollar el capital humano.

Prevenir y controlar los riesgos que afectan la integridad de los trabajadores e instalaciones.

Cumplir con la legislación, reglamentación y otros requisitos aplicables.

Prevenir la contaminación.

Mejorando continuamente la eficacia de nuestro Sistema Integral de Gestión.

### **Misión**

Asegurar, dentro de un marco de competencia y actualizado tecnológicamente, el servicio de energía eléctrica, en condiciones de cantidad, calidad y precio, con la adecuada diversificación de fuentes de energía.

Optimizar la utilización de su infraestructura física, comercial y de recursos humanos.  
Proporcionar una atención de excelencia a nuestros clientes.

Proteger el ambiente, promover el desarrollo social y respetar los valores de las poblaciones donde se ubican las obras de electrificación.

### **Visión**

Una empresa de clase mundial que participa competitivamente en la satisfacción de la demanda de energía eléctrica nacional e internacional, que optimiza el uso de su infraestructura física y comercial, a la vanguardia en tecnología rentable, con imagen de excelencia, industria limpia y recursos humanos altamente calificados.

### **Líneas Prioritarias**

Ofrecer servicios de excelencia, garantizando altos índices de calidad en todos sus procesos al nivel de las mejores empresas eléctricas del mundo.

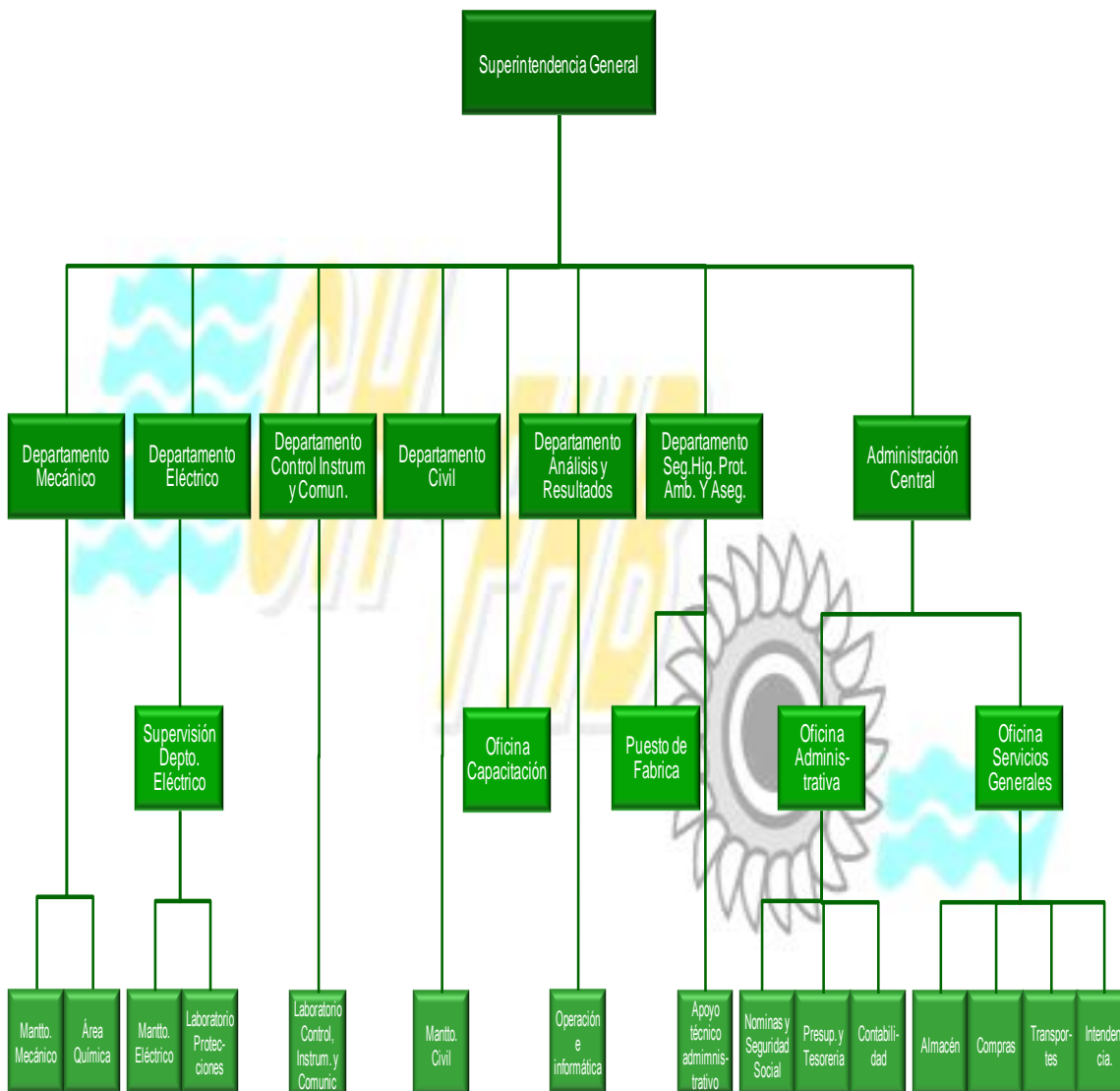
Mantener la continuidad del servicio en el suministro de energía eléctrica con seguridad, eficiencia, calidad y costo competitivo.

Proporcionar una atención esmerada a clientes y usuarios finales.

Proteger el medio ambiente, promover el desarrollo social, respetar los valores de las poblaciones donde se ubican las instalaciones.

## Organigrama de la Empresa

En la figura 1 se muestra la estructura de la empresa y se puede observar como los siete departamentos existentes en la central dependen directamente de la superintendencia la cual es el mando mas alto en esta central. El área química lugar en donde desempeño mis funciones trabaja en estrecha coordinación con el departamento mecánico además de interactuar en todo momento con las demás áreas y departamentos.



**Figura 1.** Organigrama estructural de la Central. Hidroeléctrica Fernando Hiriart Balderrama (C.H.FHB).



## Antecedente Estratégico

La CH-FHB, se encuentra integrada a la Gerencia Regional de Producción Central (GRPC) de la CFE, es considerada desde su inicio de operación en 1995, como una instalación estratégica para el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), por su capacidad de participación en la regulación de frecuencia y voltaje, así como su rápida respuesta a las variaciones en la demanda instantánea de energía eléctrica (*cinco minutos de cero MW a carga máxima*), contribuyendo eficazmente a la estabilidad del SEN. Además es considerada para su cliente, el Área de Control Occidental del Centro Nacional de Control de Energía (ACOC/CENACE), parte vital para el restablecimiento del SEN ante una situación de colapso, al ser punto de inicio para restablecimiento de la red eléctrica del país.

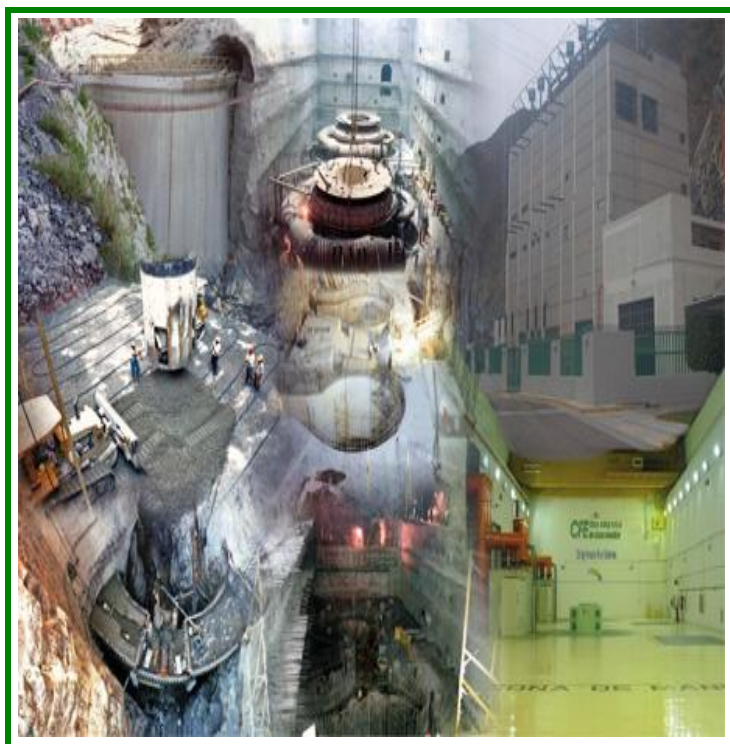


Figura 2. Etapa de construcción cortina, casa de máquinas y etapa de operación casa de máquinas y subestación.

La construcción y puesta en operación de la CH-FHB requirió una inversión total de \$ 829 millones de dólares (año 1995), originando un impacto positivo en la región al abrir grandes posibilidades de desarrollo, generación de empleos, creación de redes de comunicación terrestre, derrama económica e infraestructura de servicio médico. En la **Figura 2** se muestra una composición del proceso de construcción de la cortina y casa de máquinas.

La CH-FHB esta localiza en la zona central del País como se observa en la **Figura 3**; en los límites de los estados de Hidalgo y Querétaro, aprovecha el potencial energético del Río Moctezuma donde convergen los Ríos Tula y San Juan.



Figura 3. Localización de instalaciones de la CH-FHB

En la **Figura 4** se aprecia el camino de acceso a la casa de máquinas de la central. El poblado mas proximo es San Joaquín se encuentra a 32 km de Casa de máquinas se tiene un diferencial de nivel de 1500 metros en una distancia de 24 kilometros, la orografía de la zona fue un gran reto para la ingeniería mexicana el trazar un camino en este terreno tan accidentado.



Figura 4. Camino de acceso a Casa de Máquinas

Como se puede observar en la **Figura 5** la central Hidroeléctrica se ubica en los márgenes del río Moctezuma y es aquí donde se encuentran las unidades generadoras así como la subestación encapsulada en exafloruro de azufre. Se puede observar la mezcla de las aguas turbinadas provenientes del proceso de generación las cuales ya cumplieron su función, con el agua de río proveniente de manantiales y filtraciones, estas aguas cumplen con las características de calidad establecidas por la NOM-001-SEMARNAT/1996 para ser utilizadas por las comunidades aledañas en actividades agrícolas y cría de peces.



Figura 5. Vista panorámica de Casa de Máquinas

La **Figura 6** muestra una turbina hidráulica, tipo Pélton vertical en la CH-FHB, se tienen instaladas dos de 146 Mw de potencia cada una, con un diámetro de 4.5 m, alcanzan 300 rpm con un consumo específico de  $0.7 \text{ m}^3$  por cada Mwh de energía eléctrica generada.

Los dos generadores síncronos, con una capacidad nominal de 153.5 MvA y una tensión de generación de 16 Kv, permiten la transformación de la energía mecánica proveniente de la turbina a energía eléctrica.

Para transmitir la energía eléctrica de manera económica, sin pérdidas, se cuenta con seis transformadores monofásicos de potencia, con una capacidad de 55 Mva cada uno, que elevan el voltaje de 16 a 230 Kv, para ser distribuida a través de una subestación encapsulada (*aislada en gas SF6*) hacia los centros de consumo a través de 2 líneas de transmisión en 230 Kv y 2 líneas de sub-transmisión en 115 Kv.



Figura 6. Turbina de repuesto tipo Pélton CH-FHB

Por medio de los transformadores de excitación se inyecta corriente al anillo de excitación para poder iniciar el proceso de generación de energía eléctrica, la energía generada se transporta del generador a los transformadores de potencia a través de un bus de fase aislada (tubo color naranja) como lo muestra la **Figura 7**.



Figura 7. Piso de excitadores

En la **Figura 8** se pueden apreciar los transformadores de potencia monofásicos que se encargan de transformar la energía proveniente del generador de 16 Kv a 230 Kv. Una vez elevada la energía se conduce por un cable de características especiales a la subestación encapsulada de donde será distribuida con voltajes de 230/115/34.5 Kv a la red de transmisión para finalmente ser entregada al usuario final, a través de la red de distribución del territorio nacional.



Figura 8. Galería de Transformadores

La **Figura 9** muestra el edificio en donde se encuentra la subestación encapsulada en hexafluoruro de azufre de 230 Kv, la de 115 Kv, además de la sala de supervisión y control donde se encuentra la estación de ingeniería que concentra todos los datos requeridos y permite la operación automática de la Central, mediante el Sistema de Control y Adquisición Automática de Datos (SCAAD).

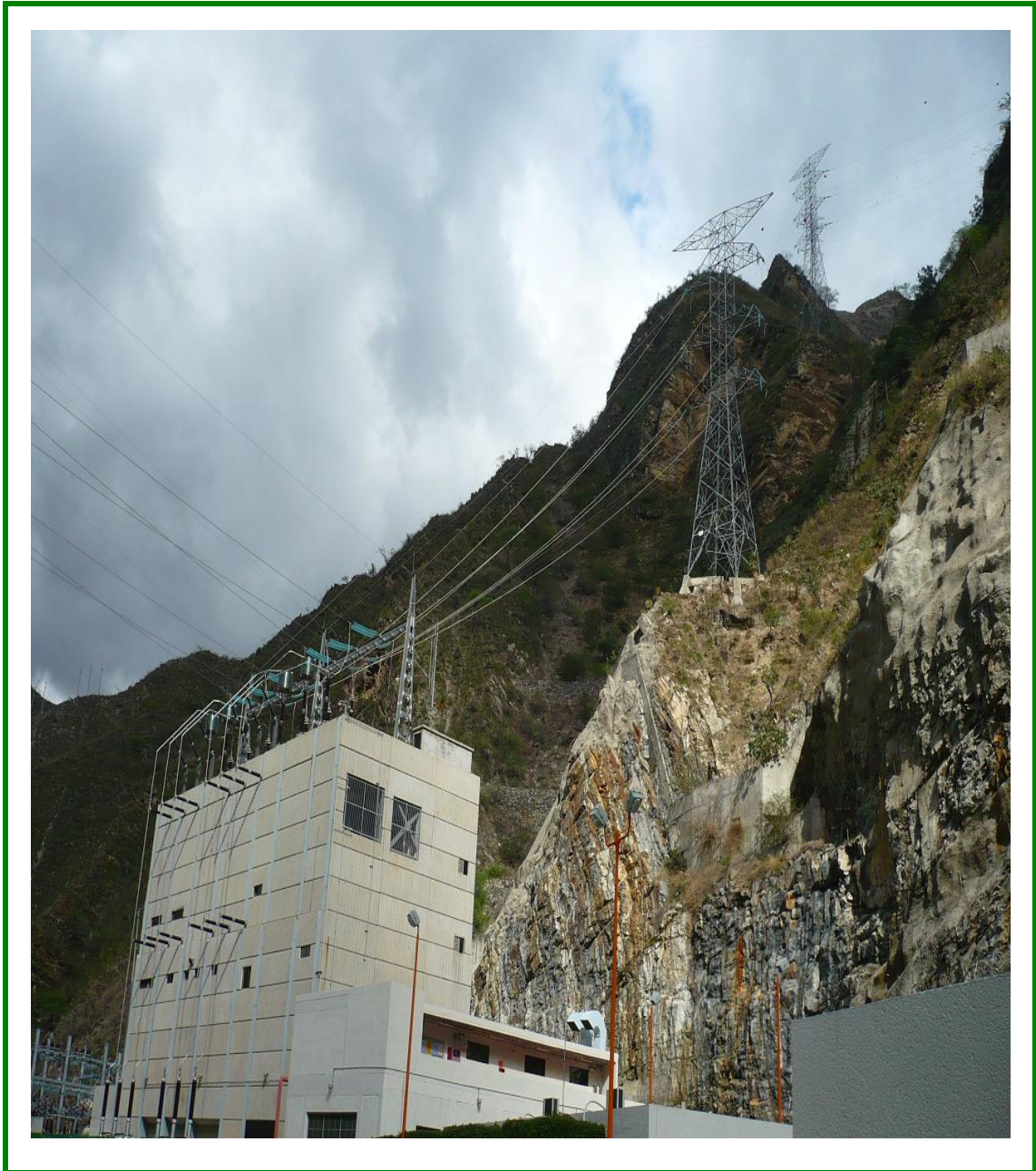


Figura 9. Edificio de Subestación



La torre de enfriamiento, **Figura 10**, forma parte del sistema de enfriamiento de las unidades generadoras, sistema que se encarga de mantener en condiciones operativas la temperatura del aceite de lubricación de los generadores; utilizando para ello, el agua previamente tratada bajo el proceso de ablandamiento en frío en la planta de tratamiento de agua, la cual se encarga de mantener las características físico químicas que la mantienen dentro de intervalos previamente establecidos en las especificaciones de diseño para evitar incrustación o corrosión bajo depósito.

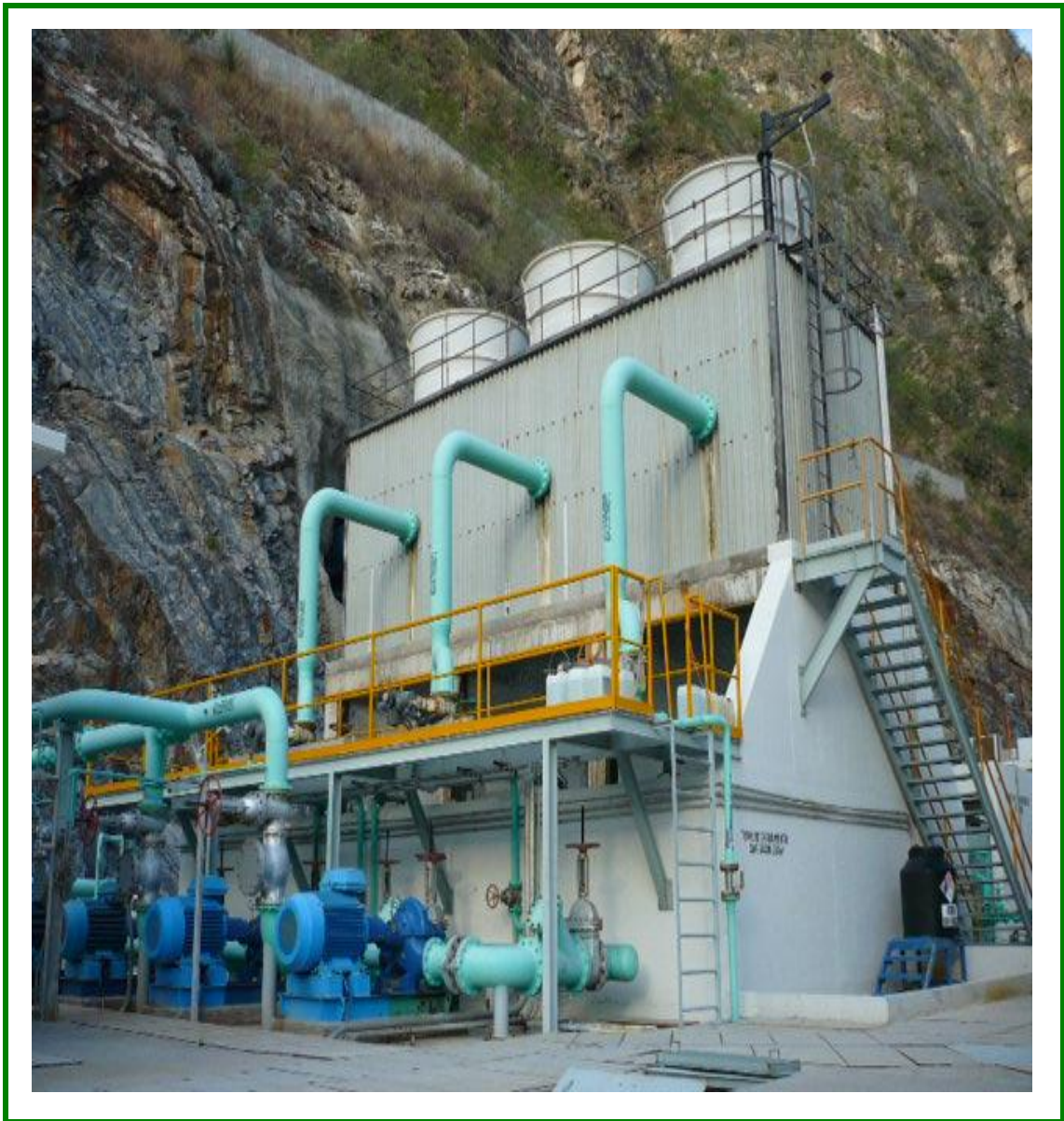


Figura 10. Torre de enfriamiento

La **Figura 11** muestra la planta tratadora, la cual suministra agua a tres sistemas esenciales para el proceso de generación, utiliza el proceso de ablandamiento en frío de las aguas residuales provenientes del embalse, con la finalidad de suministrarla en el sistema de enfriamiento, sistema de contraincendio y servicios propios de la central, para lo cual debe cumplir con características de calidad que exige cada uno de los sistemas.



Figura 11. Planta de tratamiento de agua

## Tecnología de la Central

La CH-FHB cuenta con dos unidades generadoras con capacidad de 146 Mw cada una; en la **Figura 12**, se muestra una composición de un generador, aportan una generación media anual de energía eléctrica de 1,300 Gwh, suficiente para satisfacer la demanda de energía eléctrica equivalente a la requerida por cualquier ciudad en el mundo con un millón de habitantes.

En los últimos cinco años se ha rebasado consistentemente los requerimientos de energía eléctrica convenidos con el ACOC/CENACE, debido a su preferencia por la confiabilidad y calidad de nuestro proceso de generación de energía, así como al bajo costo de producción (\$5.20 USD/ Kwh;), entregando en 5 años el equivalente de energía de 7.5 años lo que representó ingresos por venta de energía de \$437.50 millones de USD, contra una meta planeada de \$266.75 millones de USD.



Figura 12. Composición Turbina-Rotor-Generador-Excitación-Bus de fase aislada

Gracias a la alta tecnología de los equipos de control programables, permiten el control automático del proceso de generación desde las instalaciones del cliente; así como el monitoreo de las unidades generadoras a lo largo y ancho de la organización, esta soportada por una red de fibra óptica de 110 km de longitud (*que se enlaza a la red nacional de miles de km*).

Dando una ventaja competitiva para la CH-FHB, ya que nuestro cliente directo ACOC/CENACE opera de manera continua desde hace trece años las unidades generadoras desde sus centros de control, ubicados en las ciudades de Querétaro, Qro. y Guadalajara, Jal. (*a 220 y 550 km. de distancia de la Central*), auto despachándose y controlando nuestras unidades.

Aunado a esto se cuenta con el respaldo de una infraestructura de comunicaciones vía satélite, que permite la transmisión de voz y datos, manteniéndonos comunicados al resto del mundo.

Una infraestructura de sistemas de información soportados por software y hardware de tecnología de punta (*My Sap 5.0, Lotus Notes, entre otros*) todos ellos sistemas de clase mundial.

La **Figura 13** muestra la composición de la tecnología de punta utilizada para el telecontrol y los sistemas de comunicación disponibles en la CH-FHB.



Figura 13. Telecontrol CH-FHB / ACOC-CENACE

## Proceso de Generación Hidroeléctrica

El proceso inicia con la captación de agua en el embalse, con la infraestructura de ingeniería civil correspondiente, con una cortina de 203 m. de altura, tipo arco-bóveda, única en el mundo, mostrada por su cara posterior y anterior en la **Figura 14**, fue construida con 220,000 m<sup>3</sup> de concreto que fueron vertidos durante 700 días ininterrumpidos, para lograr contener el agua y captar en el embalse 1460 millones de m<sup>3</sup> de agua.

Posteriormente el agua es conducida hacia la casa de máquinas, a través de un túnel de conducción de 20.7 Km de longitud (*El más largo hasta ahora, para una central hidroeléctrica*), con un diámetro de 4.7 m, desplazando 60 m<sup>3</sup>/seg. y generando una presión hidrostática de 60 Bars, en la **Figura 15** se muestra un esquema del túnel de conducción.

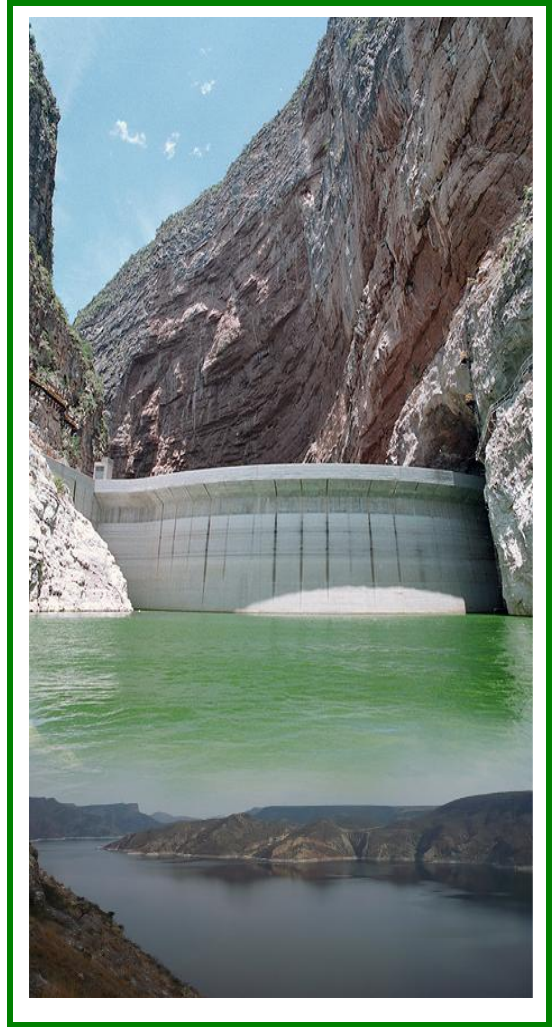


Figura 14. Cortina del embalse de la CH-FHB

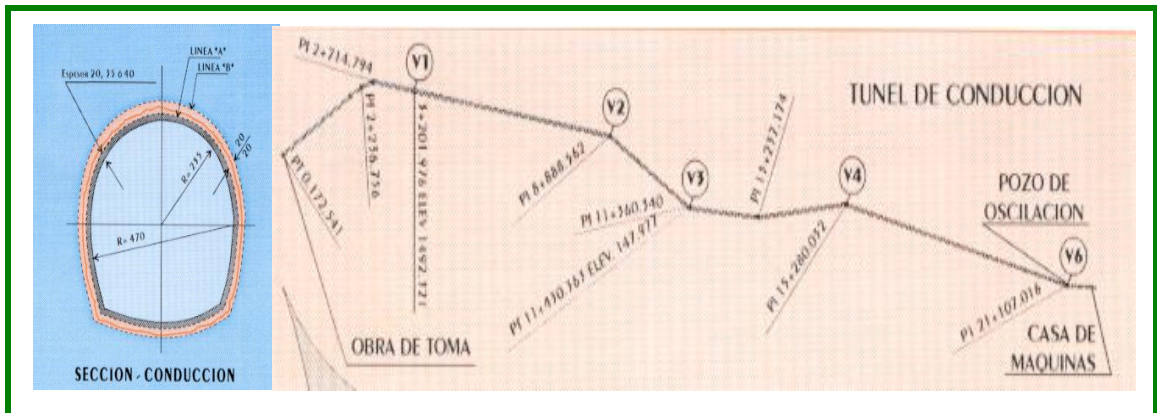


Figura 15. Esquema del túnel de conducción de obra de toma- casa maquinas

De una manera esquemática se representa el proceso de generación de energía eléctrica y sus sistemas asociados en la **Figura 16**, se puede observar el proceso de transformación de la energía potencial almacenada en el embalse a energía cinética en el túnel de conducción para posteriormente ser transformada a energía mecánica en la turbina y por medio de la flecha acoplada al generador a energía eléctrica, elevando su voltaje en los transformadores de potencia y distribuyéndola por medio de la subestación encapsulada a las diferentes líneas de transmisión para ser entregada a nuestro cliente el ACOC/CENACE.

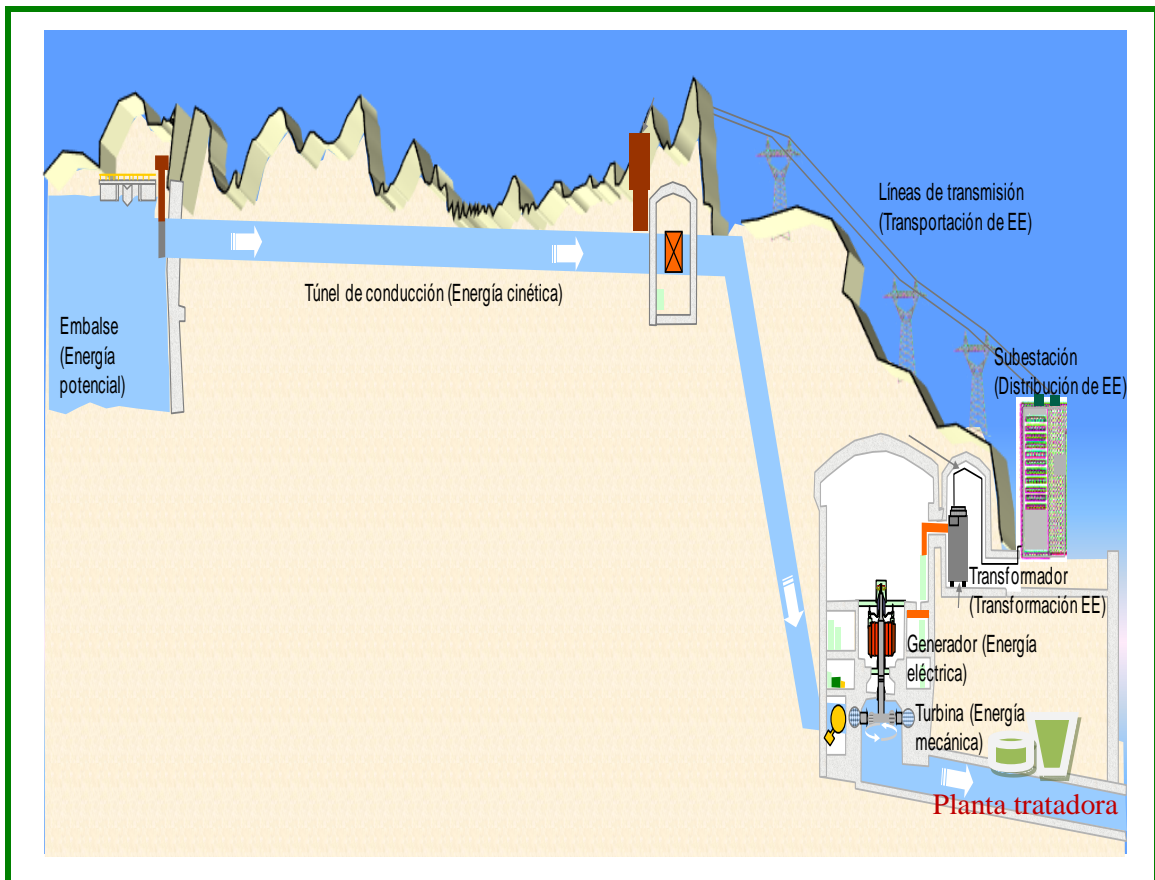


Figura 16. Proceso de generación hidroeléctrica CH-FHB

## Evolución Histórica de la Central Hidroeléctrica Fernando Hiriart Balderrama

Cuadro 1 Evolución histórica de la CH-FHB, como resultado del compromiso de una cultura de excelencia empresarial

Año	Concepto
1995	Inicio de operaciones con <i>tecnología de vanguardia</i> para dar respuesta a la creciente demanda de energía eléctrica del país, bajo los principios del <i>Programa Institucional de Calidad y Competitividad de CFE</i> .
1997	Implantación de la <i>Administración por Calidad Total</i> contemplando elementos de planeación y liderazgo, mejora del ambiente de trabajo, metodologías de trabajo para grupos de mejora y un sistema de aseguramiento de calidad.
1999	Certificación del sistema de administración de calidad bajo los requisitos de la norma <i>ISO-9002:1994</i> con un enfoque de control de proceso y satisfacción de los requerimientos del cliente.
2000	Con la finalidad de entrar en un proceso sistemático de innovación y mejora continua la CH-FHB toma como estrategia participar en premios de calidad en el ámbito regional y nacional obteniendo <i>Mención Honorífica en el Premio Hidalgo a la Calidad</i> en su primera participación.
2002	Congruente con su visión y el compromiso del cuidado y preservación del ambiente la CH-FHB, certifica su sistema de administración ambiental en la Norma <i>ISO-14001:1996</i>
2003	Certificación en el <i>Sistema Control Total de Pérdidas</i> (Det Norske Veritas) con un nivel 5, el más alto a nivel mundial para centrales hidroeléctricas, que comprende aspectos de calidad, ambiental y seguridad.  La CH-FHB se integra a la certificación en <i>ISO-9001:2000</i> multisitios a nivel Gerencia (Sistema Integral de Administración por Calidad Total, <i>SIACT</i> ), <b>compartiendo así sus mejores prácticas y experiencias a nivel regional</b> , adquiridas en el camino de la mejora continua en busca de la excelencia.
2004	Como un reconocimiento al desarrollo y mejora de sus procesos productivos y de gestión la CH-FHB obtiene el Premio Estatal de Calidad " <b>Premio Hidalgo a la Calidad</b> ".  Como resultado del proceso de comparación referencial con organizaciones líderes, se inicia el desarrollo e implantación del <i>Modelo de Dirección de Clase Mundial (MDCM)</i> , que busca generar valor superior a clientes, empresa, personal y sociedad y generar energía eléctrica para el desarrollo competitivo del país. Se establece el Convenio de Competitividad Cliente-Proveedor con evaluaciones cuantitativas de los factores críticos del cliente y usuarios finales identificados en la cadena de valor.
2005	<b>Consolidación de su estructura para la administración de la mejora continua en la CH-FHB (<i>Organización con Equipos Naturales de Alto Desempeño Autoadministrados, ENAD's</i>).</b>

Cuadro 1 Evolución histórica de la CH-FHB, como resultado del compromiso de una cultura de excelencia empresarial

Año	Concepto
	<p>Con base a los resultados obtenidos en el SIACT a nivel regional, la Subdirección de Generación adopta esta buena práctica e integra bajo el mismo esquema, el Sistema Integral de Gestión (<i>SIG; comprende aspectos de calidad, ambiental y seguridad</i>), que permite a la CH-FHB compartir y adquirir experiencias a nivel nacional.</p> <p>El Gobierno de la República Mexicana otorga el <b>Premio Intragob a la CH-FHB</b> por su consolidación en la implantación de sistemas de gestión bajo las directrices de calidad, modernización y competitividad y la participación activa y decidida de todo el personal que da impulso al desarrollo del capital intelectual para administrar con efectividad el conocimiento y el acervo tecnológico de la organización.</p> <p>La CFE otorga el Premio Institucional de Calidad y Competitividad a la CH-FHB.</p>
2006	<p>Obtiene el <b>Premio Nacional de Calidad</b>, siendo la primera central de generación de energía eléctrica de CFE en obtener esta distinción.</p>
2007	<p><b>Consolidación del Modelo de Dirección de Clase Mundial</b>, implementación y puesta en servicio del control automático de generación (AGC) a través de un canal digital.</p> <p>El ACOC/CENACE nos distingue como <b>la mejor central a nivel nacional</b> por la contribución a la estabilidad del Sistema Eléctrico Nacional.</p> <p><b>Certificación de industria limpia en los estados de Querétaro e Hidalgo.</b></p>
2008	<p><b>Ganadora del Premio Iberoamericano de la Calidad</b>, siendo la primer central generadora a nivel nacional en obtener éste reconocimiento. El cual es otorgado a las empresas que se distinguen por su desempeño con estándares de Clase Mundial.</p>
<p><i>Fuente: Reporte del Modelo Iberoamericano de Excelencia en la Gestión de la CH-FHB proceso facilitador Liderazgo y Estilo de Gestión.</i></p>	



## **DESARROLLO PROFESIONAL**

### **Entrevista Laboral**

Debido a la necesidad de trabajo y al gran deseo de superación, después de haber trabajado en algunos programas de gobierno en el Estado de San Luis Potosí y con poco éxito; debido a la corta duración de los mismos, decidí solicitar trabajo en la Central Hidroeléctrica Fernando Hiriart Balderrama perteneciente a la Comisión Federal de Electricidad ubicada en el Estado de Hidalgo en Marzo de 2003 con la finalidad de trabajar en alguna de las áreas relacionadas a la preservación del medio ambiente como lo es el Departamento de Seguridad, Higiene, Protección Ambiental y Aseguramiento (DSHPAA), así como en el Área Química.

Fui entrevistado en aquel entonces por el Secretario General de la sección 212 perteneciente al Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana y por el Superintendente General de la central los cuales me comentaron que por el momento no había plazas disponibles a cubrir, pero aun así me brindaron la oportunidad de capacitarme temporalmente en el Departamento de servicios generales en área de compras.

### **Periodo Laboral**

Ingrese a la Comisión Federal de Electricidad el 27 Marzo del 2003 con la idea de integrarme en el DSHPAA, que estaba en la fase de alineación o bien formarme en el área química de la central, donde se veían los aspectos relacionados con el cumplimiento legal ambiental, cuidado y preservación del ambiente en el ámbito geográfico donde se encuentran ubicadas las instalaciones de la central.

Durante este proceso, y en espera de la oportunidad de pertenecer a alguno de estos equipos de trabajo, se me brindaron las facilidades necesarias para capacitarme, obtener las constancias de aptitud necesarias y cubrir puestos temporales en el área administrativa y química de la central.

Actualmente soy empleado de base sindicalizado en la CFE, desempeño mis funciones de forma consistente aplicando la mejora continúa exigida por los sistemas de gestión de la central y desde el 27 de abril de 2005 tengo el nombramiento de Técnico Superior Químico ante la Junta de Conciliación y Arbitraje.

### **Desempeño Laboral**

En primera instancia labore en el Departamento de Compras, el cual se dedica al suministro de bienes, servicios y control del parque vehicular haciendo uso de módulos del sistema informático para la planeación y gestión de los recursos en la empresa My Sap 5.0, dichos módulos aplicables de este sistema son: compras y contratos, almacenes y parque vehicular, además de sistemas que permiten efectuar las adquisiciones de bienes servicios de una forma transparente y que puede ser consultada por el público en general bajo la plataforma de internet SAI (sistema de adquisiciones por internet).

Con la visión de entrar en el Laboratorio del Área Química perteneciente al Departamento Mecánico, me capacite durante un año; en el cual, además de obtener las habilidades necesarias y la competencia requerida para encargarme del control físico químico del sistema de enfriamiento de la central, me involucre en la revisión, actualización y desarrollo de los procedimientos operativos de sus equipos y subsistemas (laboratorio químico, planta de tratamiento de agua, torre de enfriamiento, intercambiadores de calor y planta potabilizadora), coordinándome con el DSHPAA para llevar a cabo esta tarea; con la finalidad de incorporar los cambios pertinentes en el sistema integral de gestión.

En Noviembre del 2003 participe en el examen de selección para ocupar el puesto de Técnico Químico, obteniendo la constancia y pude cubrir el puesto de forma transitoria, cuando los titulares tenían necesidad de salir por cuestiones personales o laborales.

En Mayo del 2004 presente el examen para el puesto de Técnico Superior Químico, que con la capacitación constante, la práctica en el laboratorio químico y la colaboración estrecha con el departamento mecánico y el DSHPAA; pude obtener el puesto de Técnico Superior en el área Química.

Parte fundamental para ser creativo e innovador en los proyectos de mejora que he desarrollado en mi área, son los conocimientos que me brindo mi alma máter, además de la constante capacitación que se proporciona dentro y fuera de la central, tanto en aspectos técnicos, de mejora continua, como de desarrollo humano y de trabajo en equipo llevándome esto a la certificación de algunas de mis actividades.

Esto ha permitido que en la mejora de los procesos, se tome en cuenta el cuidado y preservación del medio ambiente, haciendo uso de las tecnologías limpias que existen en la actualidad, el uso de productos amigables con el ambiente tanto en mi área de trabajo como en los departamentos de mantenimiento de la central, apoyando en el desarrollo de programas para el cuidado del agua, el manejo adecuado de residuos industriales y residuos peligrosos; participando activamente como responsable en la sección de medio ambiente del boletín informativo de la central.

La experiencia que he adquirido a lo largo de estos ocho años esta basada en las diferentes actividades que se requieren en el puesto como son:

Conocimiento general del funcionamiento de la Central, para interactuar de forma adecuada y con conocimiento de causa en problemáticas y proyectos de mejora que involucran la participación de los diferentes departamentos de la central, además de ubicar mis funciones y responsabilidades en la parte del Proceso de Generación en que se encuentra el área donde realizo mis funciones.

## Funciones Específicas Desarrolladas en el Puesto

La función principal en mi puesto es la operación, monitoreo y control de la planta de tratamiento de agua así como del sistema de enfriamiento; los cuales son parte fundamental en el proceso de Generación eléctrica.

La planta tratadora cuenta con un cuarto de control en donde se encuentran instalados los dispositivos eléctricos y electrónicos que controlan las bombas de transferencia, dosificadoras, así como electro niveles y electro válvulas que hacen posible la operación del sistema de tratamiento de agua, así como el del sistema de enfriamiento. En la **Figura 17** se muestra el momento en que se da orden de encendido a la planta tratadora.



Figura 17. Orden de inicio del proceso de la planta de tratamiento



Figura 18. Actividades de operación.

En la **Figura 18** se muestra la apertura de la línea del tanque mezclador al tanque reactor coagulador la cual es una de las actividades primordiales que se realizan para estabilizar el proceso de operación de la planta tratadora.



Figura. 19 Muestreo de agua pre tratada

En la **Figura 19**, se observa la toma de una de las muestras de agua pre tratada al final del proceso en la planta tratadora de aguas negras. Cabe mencionar que el muestreo se lleva a cabo en varios puntos del sistema con la finalidad de asegurar la estabilidad del proceso.

Antes de llevar a cabo los análisis físico químicos se hace la toma de muestras como se puede apreciar en la **Figura 20** apegándome a los procedimientos que para este fin apliquen, así como a los de seguridad debido al grado de peligrosidad y con la finalidad de evitar situaciones que pongan en riesgo la integridad física de los que aquí laboramos. En esta imagen se observa la toma de muestra en la cascada del bacín # 1 de la torre de enfriamiento.

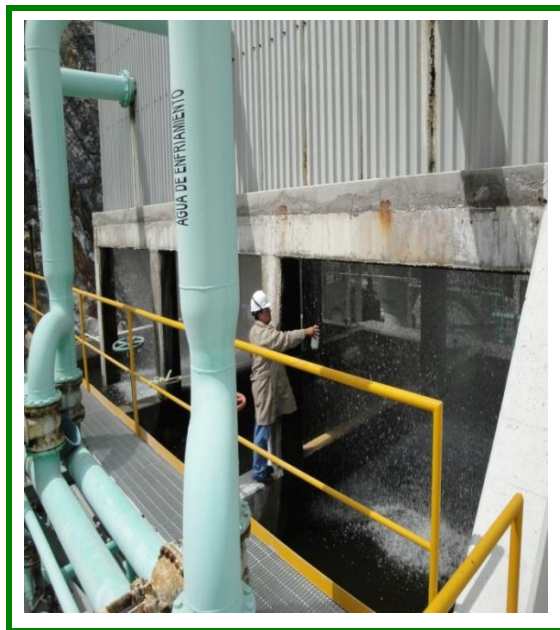


Figura 20. Muestreo de agua en torre de enfriamiento

En mi área llevo a cabo la supervisión de actividades de mantenimiento a los equipos que componen los diferentes sistemas como son: bombas dosificadoras de reactivos, tanques contenedores de reactivos, reactor y cisternas de agua, además del manejo adecuado de reactivos químicos bajo procedimientos seguros, teniendo especial cuidado para no provocar aspectos que puedan impactar al ambiente; todo esto se realiza con el apoyo del personal que forma parte de mi equipo de trabajo y del cual soy responsable.

Otra de las actividades que desempeño propias de mi puesto, como se observa en la **Figura 21**, consiste en la verificación de flujos y temperaturas de agua en los intercambiadores de calor de chumaceras, radiadores del generador y de transformadores de potencia, sistemas primordiales para el proceso de generación.



Figura 21. Monitoreo de temperaturas y flujos



Figura 22. Operación de bombas dosificadoras de ácido sulfúrico

Ya que existen concentraciones elevadas de carbonatos en la torre de enfriamiento originadas por la evaporación del agua; dosificamos continuamente ácido sulfúrico en cantidades y concentración previamente establecidas. En la **Figura 22** se puede apreciar la puesta en marcha de las bombas dosificadoras de ácido las cuales operan de forma automática con sensores en línea que miden el pH en tiempo real.

Algunas de las actividades que se realizan en el área tienen cierto grado de riesgo y en algún momento pueden afectar la integridad física de los trabajadores así como poner en riesgo el correcto funcionamiento de los equipos, debido a esto es necesario trabajar de forma coordinada con el DSHPAA; implementando y haciendo que se cumplan los requisitos operacionales establecidos en los diferentes procedimientos, tanto de operación de los sistemas, como de respuesta a emergencias; con la finalidad de evitar daños al personal, equipos, materiales y al medio ambiente; debido a que una de las políticas de la central es tener un estricto control y el cumplimiento de la legislación ambiental, trabajando en conjunto con los diferentes Organismos Estatales y Nacionales o Dependencias involucradas en cuanto a regulación ambiental se refieran.

Debido a la naturaleza del proceso de tratamiento y como producto final derivado del uso de ciertos reactivos, los lodos son retirados por medio de un filtro de la planta tratadora, una vez que se hace la limpieza del filtro prensa, los lodos son almacenados en un sitio de acopio como se muestra en la **Figura 23**, en donde se le harán los muestreos para los análisis y pruebas de corrosión, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y biológico infecciosos (CRETIB) y posteriormente ser enviados a su disposición final en un relleno sanitario. Con la finalidad de cumplir con la normatividad en materia ambiental y corroborar que no son residuos peligrosos, lo anterior se lleva a cabo de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas y la documentación del Sistema Integral de Gestión. Cabe mencionar que mi función en esta parte del proceso es asegurar el adecuado manejo de estos lodos por parte del personal a mi cargo para evitar accidentes así como la contaminación del lodo, también reportar cantidades generadas y verificar que la carga y traslado sea el adecuado para su disposición final.



Figura 23. Sitio acopio de lodos

Como lo muestra la **Figura 24** en el laboratorio del Área Química se llevan a cabo los análisis físico químicos correspondientes al agua del Sistema de Enfriamiento, Agua Pre tratada, Agua del Sistema de Contra incendio y Agua Cruda con la finalidad de mantener dentro de especificaciones las características previamente establecidas y de esta manera entregar un producto que cumpla con los requisitos de calidad exigidos, evitando de esta manera problemas de incrustación y corrosión.



Figura 24. Actividades en laboratorio químico





Figura 25. Oficina de laboratorio químico

En la oficina **Figura 25**, una vez hechos los análisis se registran los resultados en los formatos correspondientes con la finalidad de llevar un control ordenado y poder así emitir los informes requeridos por el departamento de calidad obedeciendo a los diferentes puntos que marcan la normas empleadas en el sistema integral de gestión (SIG).

### **Registros de Control de Proceso**

A continuación se muestran los diferentes formatos utilizados para registrar los resultados de los análisis químicos del comportamiento de la planta tratadora y el sistema de enfriamiento, mencionando una breve explicación de su utilización.

Los datos registrados en los diferentes formatos sirven para elaborar el reporte correspondiente al comportamiento de la planta y sistema de enfriamiento en el mes y en caso de correcciones tener una referencia; además de vigilar de forma gráfica si estamos dentro de los límites de control.

Del registro del **Cuadro 2** sacamos los promedios de los diferentes análisis, el consumo de reactivos, la cantidad de agua que tiramos para bajar la concentración de sales en el circuito y controlar posible incrustación o corrosión en el sistema.

Cuadro 2. Indice ryznar y consumos de reactivos en torre de enfriamiento

MES DE: **DICIEMBRE DE 2010**

FECHA	HORA	SITIO	DETERMINACION DE INDICE DE RYZNAR						CONSUMO DE REACTIVOS		
			DUREZA DE Ca++	ALCALINIDAD M	pH	°C AGUA	CONDUC. ELECT.	INDICE RYZNAR	INHIBIDOR Lts	ALGICIDA Lts	PURGA m <sup>3</sup>
01/12/2010	10:00	C1	360	130	8.1	34	5410	6.5	-	-	-
01/12/2010	17:45	C1	354	136	8.17	-	5700	-	20	-	40
02/12/2010	10:00	C1	356	126	8.1	36	5510	-	-	-	-
02/12/2010	20:00	C1	360	134	8.07	35	5604	-	20	40	26
03/12/2010	12:00	C1	250	126	8.1	34	3500	-	-	-	-
03/12/2010	20:00	C1	356	136	8.02	35	3510	-	20	-	35
04/12/2010	12:00	C1	356	126	8.05	34	3610	-	-	-	-
04/12/2010	20:00	C1	360	128	8.1	34	3640	-	20	40	-
05/12/2010	10:00	C1	360	128	8.05	34	3700	-	-	-	-
05/12/2010	17:50	C1	-	130	8	34	2900	6.6	-	-	-
06/12/2010	10:00	C1	396	128	8	35	3000	-	-	-	-
06/12/2010	19:30	C1	440	130	8	33	3580	-	20	40	-
07/12/2010	10:00	C1	368	126	8.1	35	4410	-	-	-	16
07/12/2010	17:45	C1	364	138	8.03	34	3980	6.53	20	40	26
08/12/2010	10:00	C1	368	126	8	34	4000	-	-	-	13
08/12/2010	18:30	C1	350	134	8.09	35	4900	-	20	40	-
09/12/2010	10:00	C1	368	126	8	35	4990	-	-	-	-
09/12/2010	17:50	C1	378	132	8.05	35	5409	-	-	-	-
10/12/2010	11:30	C1	384	140	8.11	35	5504	-	10	-	10
10/12/2010	20:29	C1	390	144	8.17	35	5560	-	10	40	10
11/12/2010	11:50	C1	386	130	8.07	35	5504	6.53	10	-	10
11/12/2010	18:50	C1	390	140	8.17	35	5608	-	10	-	17
12/12/2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/12/2010	20:00	C1	393	180	8.24	-	-	-	-	-	-
13/12/2010	10:00	C1	462	126	8.1	35	5040	-	-	-	-
13/12/2010	20:00	C1	504	136	8.28	32	5040	-	-	-	-
14/12/2010	10:00	C1	460	146	8.1	34	4510	-	-	-	18
14/12/2010	20:00	C1	520	140	8.23	36	-	6.37	40	40	-
15/12/2010	10:00	C1	526	126	8	35	4510	-	-	-	33
15/12/2010	19:40	C1	486	106	8.13	34	6200	-	-	-	-
<b>PROMEDIO</b>			<b>394</b>	<b>133</b>	<b>8.09</b>	<b>35</b>	<b>4623</b>	<b>6.506</b>	<b>220</b>	<b>280</b>	<b>254</b>
									<b>TOTALES</b>		

OBSERVACIONES:

ELABORO

ING. ARMANDO C. MARTINEZ A.

Técnico Superior Químico

Vo. Bo.

ING. EDUARDO DIAZ BERUMEN

Jefe de Departamento

Continuación del cuadro numero 2.

MES DE: **DICIEMBRE DE 2010**

FECHA	HORA	SITIO	DETERMINACIÓN DE INDICE DE RYZNAR						CONSUMO DE REACTIVOS		
			DUREZA DE Ca++	ALCALINIDAD M	pH	°C AGUA	CONDUC. ELECT.	INDICE RYZNAR	INHIBIDOR Lts	ALGICIDA Lts	PURGA m <sup>3</sup>
16/12/2010	10:00	C1	500	136	8	35	5510	-	-	-	48
16/12/2010	19:30	C1	540	90	8.07	35	4460	-	40	40	-
17/12/2010	12:00	C1	436	136	8	35	3300	-	-	-	41
17/12/2010	20:00	C1	432	126	8.05	35	3309	-	20	-	-
18/12/2010	12:00	C1	430	136	8.26	35	3260	-	-	-	34
18/12/2010	20:00	C1	428	128	8.1	35	3296	-	20	40	-
19/12/2010	10:00	C1	428	126	7.89	33	-	6.71	20	-	16
19/12/2010	20:00	C1	372	136	8.28	34	3300	-	-	-	-
20/12/2010	10:00	C1	400	134	8.1	35	-	-	20	-	14
20/12/2010	20:00	C1	366	134	8.14	34	5560	-	-	-	-
21/12/2010	10:00	C1	378	136	8.1	35	3510	-	-	-	51
21/12/2010	20:00	C1	328	108	8.26	35	5220	-	-	-	-
22/12/2010	10:00	C1	332	126	8	35	5310	-	-	-	35
22/12/2010	20:00	C1	346	106	8.19	37	5100	6.41	-	-	-
23/12/2010	10:00	C1	336	136	7.99	33	5110	-	-	-	22
23/12/2010	20:00	C1	328	112	8.16	38	5010	-	-	-	-
24/12/2010	12:00	C1	342	136	8	35	5410	-	-	-	30
24/12/2010	20:00	C1	338	130	8.1	35	5400	-	20	40	27
25/12/2010	17:00	C1	346	136	8.1	35	5420	6.5	-	-	44
25/12/2010	20:00	C1	342	128	8.03	35	5428	-	-	-	41
26/12/2010	10:00	C1	268	126	8.2	35	3760	-	20	-	26
26/12/2010	20:00	C1	236	132	8.34	37	3790	-	-	-	-
27/12/2010	10:00	C1	246	128	8	35	3800	-	-	-	-
27/12/2010	20:00	C1	256	158	8.46	35	4430	6.14	-	-	-
28/12/2010	10:00	C1	260	126	8.3	36	4510	-	40	-	13
28/12/2010	20:20	C1	284	170	8.5	32	4620	-	40	40	-
29/12/2010	10:00	C1	286	136	8.01	32	4660	-	20	-	13
29/12/2010	20:40	C1	292	174	8.36	32	4950	-	-	-	-
30/12/2010	11:17	C1	304	164	8.48	32	5190	-	-	-	-
30/12/2010	20:00	C1	280	170	8.34	32	4690	-	40	40	-
31/12/2010	12:30	C1	250	160	8.18	35	4990	6.42	-	-	-
31/12/2010	20:30	C1	214	166	8.61	36	4430	-	-	-	-
			<b>341</b>	<b>136</b>	<b>8.18</b>	<b>35</b>	<b>4558</b>	<b>6.44</b>	<b>300</b>	<b>160</b>	<b>455</b>
			<b>394</b>	<b>133</b>	<b>8.09</b>	<b>35</b>	<b>4623</b>	<b>6.506</b>	<b>220</b>	<b>280</b>	<b>254</b>
<b>PROMEDIO</b>			<b>368</b>	<b>134</b>	<b>8.13</b>	<b>35</b>	<b>4591</b>	<b>6.47</b>	<b>520</b>	<b>440</b>	<b>709</b>
									<b>TOTALES</b>		

OBSERVACIONES:

--

ELABORO

ING. ARMANDO C. MARTINEZ A.

Técnico Superior Químico

Vo. Bo.



ING. EDUARDO DIAZ BERUMEN

Jefe de Departamento

O-2097-551-R-06 Rev. 1

El siguiente registro de datos corresponde al **Cuadro 3**, en donde se descargan los resultados del agua tratada en el mes, en el se puede observar todos los análisis que hacemos a este tipo de agua. Se lleva un control de la hora en que se ejecutó para poder correlacionar con los parámetros operativos del sistema de enfriamiento en caso de presentarse problemáticas y poder efectuar las correcciones necesarias; además de registrar las actividades efectuadas a la planta.

Cuadro 3. Análisis físico químico del agua tratada

		 Una empresa de clase mundial	DIRECCIÓN DE OPERACIÓN Sistema Integral de Gestión						
PERIODO_ 01/12/2010 AL 15/12/2010									
FECHA	HORA	DUREZA TOTAL	ALCALINIDADES		RESULTADOS DEL TRATAMIENTO				
			*F (parcial)	**M (total)	2F-M	pH	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	CLORO RESIDUAL	SOLIDOS SEDIMEN
01/12/2010	12:00	144	62	140	-16	9.9	999	0.2	170
01/12/2010	17:45	146	68	150	-14	9.83	964	0.2	170
02/12/2010	13:00	140	66	136	-4	9.9	1000	0.2	170
02/12/2010	20:00	132	68	140	-4	9.87	904	0.2	170
03/12/2010	14:00	132	66	136	-4	9.9	1000	0.2	170
03/12/2010	21:00	138	62	138	-14	9.98	997	0.2	180
04/12/2010	14:00	128	64	126	2	9.9	999	0.2	170
04/12/2010	20:20	130	60	120	0	10.02	1010	0.2	180
05/12/2010	12:00	140	64	136	-8	9.96	956	0.2	170
05/12/2010	17:50	150	70	146	-6	9.84	1000	0.2	170
06/12/2010	13:05	136	66	140	-8	9.94	1005	0.2	170
06/12/2010	20:30	130	68	146	-10	9.75	9750	0.2	-
07/12/2010	13:00	128	64	136	-8	9.92	997	0.2	170
07/12/2010	17:45	134	62	138	-14	9.9	904	0.2	170
08/12/2010	12:35	138	64	132	-4	9.9	990	0.2	170
08/12/2010	18:30	146	68	136	0	9.87	1059	0.2	-
09/12/2010	13:00	146	66	138	-6	9.96	1010	0.2	170
09/12/2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10/12/2010	11:30	178	70	160	-20	9.59	1090	0.2	170
10/12/2010	20:29	180	72	170	-26	9.5	1099	0.2	170
11/12/2010	11:59	182	74	168	-20	9.57	1119	0.2	170
11/12/2010	18:50	184	76	170	-18	9.5	909	0.2	170
12/12/2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12/12/2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/12/2010	12:00	136	62	138	-14	9.96	1000	0.2	170
13/12/2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14/12/2010	12:30	140	64	136	-8	9.9	999	0.2	170
14/12/2010	20:30	152	94	160	28	9.95	-	-	-
15/12/2010	12:20	136	64	136	-8	9.9	997	0.2	170
15/12/2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ACEPTACION</b>		<b>180 max.</b>	<b>90 max.</b>	<b>160 max</b>	<b>0 ± 20</b>	<b>10.0 ± 0.2</b>	<b>1300 max.</b>	<b>2.0 max.</b>	<b>200 ± 50</b>
OBSERVACIONES:									
ELABORO					Vo. Bo.				
ING. ARMANDO C. MARTINEZ A.					ING. EDUARDO DIAZ BERUMEN				
Técnico Superior Químico					Jefe de Departamento				
O-2097-551-R-01 Rev. 1									

\* Alcalinidad a la fenoltaleína.

\*\* Alcalinidad al anaranjado de metilo.

Continuación del cuadro numero 3



DIRECCIÓN DE OPERACIÓN  
Sistema Integral de Gestión



PERIODO\_ 16/12/2010 AL 31/12/2010

FECHA	HORA	DUREZA TOTAL	ALCALINIDADES		RESULTADOS DEL TRATAMIENTO				
			F (parcial)	M (total)	2F-M	pH	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	CLORO RESIDUAL	SOLIDOS SEDIMEN
16/12/2010	12:00	146	64	126	2	9.8	1010	0.2	170
16/12/2010	20:00	90	70	154	-14	9.9	1050	-	-
17/12/2010	14:00	140	64	136	-8	9.96	1000	0.2	170
17/12/2010	21:00	138	66	134	-2	9.9	997	0.2	180
18/12/2010	14:00	140	62	128	-4	9.9	996	0.2	170
18/12/2010	21:00	142	66	132	0	9.92	1000	0.2	180
19/12/2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/12/2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/12/2010	13:00	140	64	138	-10	9.9	997	0.2	170
20/12/2010	20:20	130	74	148	0	-	1007	0.2	-
21/12/2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/12/2010	20:30	146	68	156	-20	9.7	1080	-	-
22/12/2010	13:00	146	62	132	-8	9.96	1000	0.2	170
22/12/2010	20:20	148	64	144	-16	9.75	1040	-	-
23/12/2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23/12/2010	20:20	120	54	162	-54	9.9	1050	-	-
24/12/2010	16:00	126	60	132	-12	9.84	976	0.2	170
24/12/2010	21:00	132	62	128	-4	9.84	988	0.2	180
25/12/2010	17:00	128	60	126	-6	9.9	926	0.2	170
25/12/2010	21:00	132	62	132	-8	9.86	997	0.2	180
26/12/2010	13:00	136	62	136	-12	10.01	1000	0.2	180
26/12/2010	20:20	120	58	112	4	10.12	-	-	-
27/12/2010	13:10	126	62	126	-2	9.9	1000	0.2	170
27/12/2010	20:33	148	60	144	-24	9.83	1120	-	-
28/12/2010	13:00	136	60	128	-8	10.02	991	0.2	170
28/12/2010	20:35	140	70	150	-10	10.01	1140	-	-
29/12/2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/12/2010	21:00	142	58	156	-40	9.54	1130	-	-
30/12/2010	11:17	162	70	150	-10	9.72	1120	-	-
30/12/2010	20:20	192	80	156	4	9.95	1140	-	-
31/12/2010	12:45	152	72	152	-8	9.85	1140	-	-
31/12/2010	20:50	138	74	166	-18	9.85	1120	-	-
<b>ACEPTACION</b>		<b>180 max.</b>	<b>90 max.</b>	<b>160 max</b>	<b>0 ± 20</b>	<b>10.0 ± 0.2</b>	<b>1300 max.</b>	<b>2.0 max.</b>	<b>200 ± 50</b>

OBSERVACIONES:

ELABORO

ING. ARMANDO C. MARTINEZ A.

Técnico Superior Químico

Vo. Bo.




ING. EDUARDO DIAZ BERUMEN

Jefe de Departamento

O-2097-551-R-01 Rev. 1

El siguiente registro de datos corresponde al **Cuadro 4**, en el se anotan los resultados de los análisis que se pueden correlacionar para mantener bajo control el sistema en su conjunto (planta tratadora y torre de enfriamiento) y tener bajo control el tratamiento integral a base de fosfonatos que se tiene implementado en el sistema de enfriamiento, con sus promedios para evaluar el impacto de forma mensual.

Cuadro 4. Comportamiento químico de la planta de tratamiento y torre de enfriamiento

MES DE: **DICIEMBRE DE 2010**

DIA	PLANTA DE TRATAMIENTO					TORRE DE ENFRIAMIENTO							
	DUREZA ppm CaCO3	TOT COMO	ALCALINIDAD F ppm CaCO3	ALCALINIDAD M ppm CaCO3	2F-M	pH	DUREZA ppm CaCO3	TOT COMO	ALCALINIDAD F ppm CaCO3	ALCALINIDAD M ppm CaCO3	pH	Fosfatos	Fosfonatos
1	145		65	145	-15	9.87	805		0	133	8.14	7.75	17.52
2	136		67	138	-4	9.89	793		0	130	8.09	8.25	18.65
3	134		65	138	-7	9.92	758		0	131	8.06	8.8	19.78
4	129		62	123	1	9.96	770		0	127	8.08	7.9	17.75
5	145		67	141	-7	9.90	794		0	129	8.03	7.8	17.63
6	133		67	143	-9	9.85	820		0	129	8	6.65	15.03
7	131		63	137	-11	9.91	831		0	132	8.07	7.55	17.07
8	146		68	136	0	9.87	800		0	130	8.05	7.4	16.73
9	146		66	138	-6	9.96	819		0	129	8.03	7.5	16.95
10	179		71	165	-23	9.55	850		0	142	8.14	-	-
11	183		75	169	-19	9.54	890		0	140	8.17	-	-
12	-		-	-	-	-	883		0	180	8.24	-	-
13	-		-	-	-	-	854		0	131	8.19	7.6	17.18
14	152		79	148	10	9.93	1050		0	140	8.23	-	-
15	-		-	-	-	-	1049		0	124	8	7.3	16.50
16	118		67	140	-6	9.85	985		0	113	8.04	7.2	16.27
17	138		66	134	-2	9.90	871		0	131	8.03	7.2	16.27
18	141		64	130	-2	9.91	875		0	132	8.18	7.1	16.05
19	-		-	-	-	-	871		0	131	8.09	7.2	16.27
20	130		74	148	0	-	865		0	134	8.12	6.7	15.14
21	146		68	156	-20	9.70	810		0	122	8.18	6.6	14.92
22	148		64	144	-16	9.75	751		0	116	8.10	6.5	14.69
23	120		54	162	-54	9.90	731		0	124	8.08	7	15.82
24	129		61	130	-8	9.84	820		0	130	8.1	7.4	16.73
25	130		61	129	-7	9.88	861		0	131	8	7.5	16.95
26	128		60	124	-4	10.07	562		0	129	8.27	7.1	16.05
27	137		61	135	-13	9.87	569		0	143	8.23	7	15.82
28	138		65	139	-9	10.02	615		0	148	8.4	6.1	13.79
29	142		58	156	-40	9.54	624		0	155	8.19	5.0	11.30
30	177		75	153	-3	9.84	663		0	-	8.41	5.54	12.52
31	145		73	159	-13	9.85	608		0	165	8.40	5.5	12.52
<b>PROMEDIO</b>	<b>142</b>		<b>66</b>	<b>143</b>	<b>-11</b>	<b>9.85</b>	<b>802</b>		<b>0</b>	<b>134</b>	<b>8.11</b>	<b>7</b>	<b>16</b>

ELABORO

ING. ARMANDO C. MARTINEZ A.  
Técnico Superior Químico




Vo. Bo.

ING EDUARDO DIAZ BERUMEN  
Jefe de Departamento

O-2097-551-R-05 Rev. 2

El siguiente registro de datos corresponde al **Cuadro 5**, en el se anotan los resultados de los análisis del agua cruda antes de entrar al proceso de ablandamiento y se utiliza como comparación contra el resultado de dicho proceso.

Cuadro 5. Análisis físico químico del agua cruda

PERIODO: **01/12/2010 al 30/12/2010**

FECHA	HORA	DUREZA TOTAL	ALCALINIDADES		pH	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA
			F (parcial)	M (total)		
01/12/2010	17:45	320	0	366	8	1304
02/12/2010	20:00	324	0	360	7.99	1302
05/12/2010	17:50	330	0	364	7.92	1310
07/12/2010	17:45	322	0	356	7.99	1377
08/12/2010	18:30	342	0	364	7.9	1400
10/12/2010	11:30	354	0	374	7.93	1369
10/12/2010	20:29	358	0	376	7.91	1333
11/12/2010	11:50	360	0	380	7.94	1300
11/12/2010	18:50	364	0	378	7.91	1344
16/12/2010	20:20	240	0	380	8.28	1220
19/12/2010	20:40	346	0	394	8.05	1190
22/12/2010	20:35	312	0	376	8.36	1160
26/12/2010	20:40	274	0	294	8.55	1270
30/12/2010	11:17	284	0	340	8.47	1240
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

OBSERVACIONES:

ELABORO  
ING. ARMANDO C. MARTINEZ A.  
 Técnico Superior Químico

Vo. Bo.  
ING. EDUARDO DIAZ BERUMEN  
 Jefe de Departamento

O-2097-551-R-02 Rev. 1

En el **Cuadro 6** además de registrar el consumo de los reactivos utilizados en el proceso de ablandamiento de agua cruda, así como el ácido sulfúrico utilizado en el sistema de enfriamiento, se lleva un registro del volumen del agua tratada el cual depende de las horas de operación de la planta la cual a su vez depende de las horas de operación de las unidades generadoras, así también se registran las pérdidas de agua en sus diferentes formas en la torre de enfriamiento y se lleva un control del agua disponible para la central.

Cuadro 6. Reporte de tiempo de operación de la planta tratadora

CFE Una empresa de clase mundial		DIRECCIÓN DE OPERACIÓN Sistema Integral de Gestión		SIG		MES DE: <b>DICIEMBRE DE 2010</b>	
DÍA	OPERACIÓN	DE AGUA (m³)	CAL	SULFATO	HIPOCLORITO	NOTAS	
1	13.0	364.0	-	-	60	-	
2	12.0	336.0	175	25	-	-	
3	11.0	308.0	-	-	-	-	
4	10.5	294.0	-	25	-	150 KGS. DE ACIDO SULFURICO AL 98%	
5	12.5	350.0	150	-	-	-	
6	13.5	378.0	-	-	-	-	
7	12.5	350.0	-	-	-	-	
8	13.5	378.0	150	25	-	-	
9	13.0	364.0	-	25	-	-	
10	11.0	308.0	-	25	-	150 KGS. DE ACIDO SULFURICO AL 98%	
11	11.0	308.0	-	-	-	-	
12	11.5	322.0	100	13	-	-	
13	12.0	336.0	-	-	-	-	
14	12.5	350.0	200	-	-	-	
15	13.0	364.0	-	25	-	-	
16	13.0	364.0	175	25	60	-	
17	10.5	294.0	-	-	-	-	
18	10.5	294.0	-	25	-	150 KGS. DE ACIDO SULFURICO AL 98%	
19	10.0	280.0	-	-	-	-	
20	11.5	322.0	200	25	-	-	
21	9.0	252.0	-	-	-	-	
22	12.5	350.0	200	25	-	-	
23	6.0	168.0	-	-	-	-	
24	11.0	308.0	-	-	-	-	
25	6.0	168.0	-	25	-	-	
26	13.5	378.0	-	-	-	150 KGS. DE ACIDO SULFURICO AL 98%	
27	12.0	336.0	150	25	-	-	
28	10.0	280.0	-	-	-	-	
29	6.0	168.0	-	25	-	-	
30	12.5	350.0	-	-	-	-	
31	11.0	308.0	-	-	-	-	
<b>TOTALES</b>	<b>347.5</b>	<b>9730.0</b>	<b>1500</b>	<b>338</b>	<b>120</b>	<b>600 KGS. DE ACIDO SULFURICO AL 98%</b>	

VOLUMEN M³	/TIEMPO hrs.	CONCEPTO
<b>9730.0</b>		VOLUMEN DE AGUA TRATADA DURANTE EL MES
<b>734.95</b>		HORAS DE OPERACION DE LA UNIDAD 1
<b>802.01</b>		HORAS DE OPERACION DE LA UNIDAD 2
<b>9984</b>		PERDIDAS TOTALES DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO COMO EVAPORACION, PURGAS Y ARRASTRE
<b>254</b>		VOLUMEN DISPONIBLE PARA AGUA DE SERVICIO Y SISTEMA CONTRAINCENDIO

ELABORO	Vo. Bo.
<u>ING. ARMANDO C. MARTINEZ A.</u>	<u>ING. EDUARDO DIAZ BERUMEN</u>
Técnico Superior Químico	Jefe de Departamento

O-2097-551-R-04 Rev. 1



## Informe de Operación de la Planta de Tratamiento de Agua del Mes de Diciembre de 2010

En este se muestra el reporte que cada mes se genera con base a los resultados registrados en los **Cuadros 2, 3, 4, 5 y 6.**

Tiempo efectivo de producción de agua tratada. 347.5 Horas  
Producción de agua tratada. 9984 metros cúbicos

Cuadro 7.- Reporte de consumo de reactivos en planta tratadora

Cal	1500 kg
Sulfato	338 kg
Hipoclorito	120 kg
B. de sodio	0 kg

Utilización de agua

Recuperación de agua a torre de enfriamiento por evaporación, 7730 m<sup>3</sup>  
purgas y arrastre.

Volumen disponible para agua de servicio y sistema contra incendio. 254 m<sup>3</sup>

Cuadro 8. Reporte del comportamiento químico de la planta de tratamiento

Dureza total	142 ppm como CaCO <sub>3</sub>
Alcalinidad a la F	66 ppm como CaCO <sub>3</sub>
Alcalinidad a la M	143 ppm como CaCO <sub>3</sub>
2F-M	0
ph	9.85 unidades
Carbonatos	66 ppm como CaCO <sub>3</sub>
Bicarbonatos	143 ppm como CaCO <sub>3</sub>

## Observaciones

La planta de tratamiento tuvo un comportamiento estable durante el mes de diciembre de 2010.

El agua tratada presentó una dureza total promedio de 142 ppm y alcalinidades al anaranjado de metilo (m) y fenolftaleína (f) de 66 y 143 ppm respectivamente, lo que la convierte en un agua aceptable para el circuito de agua de enfriamiento, con un valor de 2F-M de -11 que indica un equilibrio en la dosificación de cal, con la finalidad de no tener una presencia de OH (hidróxidos).

El Agua cruda no varió sustancialmente sus propiedades fisicoquímicas respecto al mes de noviembre, presentando una dureza total ligeramente menor a su alcalinidad total, sin que llegue a presentar un valor de la alcalinidad a la (f), que nos habla de una ligera presencia de carbonatos en el agua cruda.

## Torre de enfriamiento

Cuadro 9. Reporte de comportamiento químico de la torre de enfriamiento

Parametros	Promedio	Limites de operacion.*
Dureza total	802 ppm como Ca CO <sub>3</sub>	O - 700 ppm
Dureza de calcio	368 p.p.m.	No establecido
Alcalinidad a la F	0 ppm como Ca CO <sub>3</sub>	No establecido
Alcalinidad a la M	134 ppm como Ca CO <sub>3</sub>	No establecido
ph	8.11 unidades	7.5–10 Unidades
Fosfatos	7.0 ppm	No establecido
Fosfonatos	16 ppm	10 – 20 p.p.m.
Carbonatos	0 ppm	No establecido
Bicarbonatos	134 p.p.m.	No establecido
Alcalinidad total	134 ppm	No establecido

\* Proporcionados por el proveedor del producto del tratamiento integral y aparecen en los reportes de atención al cliente.

Cuadro 10. Reporte del consumo de sustancias químicas empleadas en la torre de enfriamiento

<b>Consumo de algicida</b>	440 lts. de algaquim
<b>Consumo de inhibidor de corrosión</b>	520 lts de aguaquim 8000
<b>Consumo de ácido sulfúrico</b>	600 kg (aproximadamente)

Durante el mes de diciembre de 2010 el tratamiento integral se llevó a cabo con un inhibidor de corrosión, lo que permite estabilizar el sistema con respecto a los valores de operación que proporciona el proveedor del producto, el cual es surtido por el grupo QUIMISA, controlándose su adición por la determinación de fosfatos, cuyo valor promedio fue de 7.0 ppm valor correlacionado con 16 ppm de fosfonatos mediante una relación de linealidad o proporcionalidad para el cual se especifica un valor intermedio entre el rango de 15 – 20 ppm que recomienda el proveedor, aunque ligeramente mayor con la finalidad de amortiguar las posibles entradas nocturnas de las unidades generadoras, y salvar así un posible decremento de los fosfonatos por la reposición de agua tratada a los bacines de la torre de enfriamiento. La excesiva evaporación en la torre de enfriamiento obligó a trabajar con durezas elevadas para trabajar el bajo nivel en la cisterna de agua de enfriamiento a pesar de que se trabajaba un promedio de 10 horas semanales de más, lo que representa un total de 40 horas mensuales que se traduce en un total de 1120 metros cúbicos (dos cisternas de agua pre tratada).

En el cuadro 4, se presentan los resultados de los parámetros fisicoquímicos monitoreados tanto para la planta de tratamiento como para el agua del circuito de enfriamiento, los cuales no rebasaron los límites establecidos para la operación del sistema de enfriamiento.

Con los resultados obtenidos se definieron los niveles de purgado diario y la adición de sustancias químicas a la torre de enfriamiento, lo que asegura su buen funcionamiento. Durante este mes se purgaron 520 metros cúbicos, lo que fue suficiente para mantener el agua de recirculación con valores aceptables y dentro de rango.

A fin de monitorear de una forma continua el índice de ryznar, se continua con mediciones específicas en el circuito de agua de enfriamiento para detectar irregularidades en el tratamiento integral en la torre de enfriamiento como consta en el

cuadro 2, donde se especifican también el volumen de aplicación del inhibidor de corrosión, del algicida así como de las purgas diarias efectuadas. El promedio de éste parámetro fue de 6.5.

Cuadro 11. Relación de índice contra tendencia de corrosión/incrustación

<b>Índice</b>	<b>Tendencia</b>
4 a 5	Incrustaciones importantes
5 a 6	Pequeñas incrustaciones
6 a 7	Equilibrio
7 a 7.5	Ligera corrosividad
7.5 a 8.5	Corrosividad notable.

Por lo que podemos concluir que existe una tendencia al equilibrio sin tendencias corrosivas ni incrustantes.

## Gráficas de Tendencia

A continuación se muestran las **figuras 26, 27, 28 y 29** en donde se encuentran las graficas de tendencia para el agua pre tratada, en donde se puede observar que no se exceden los límites establecidos.

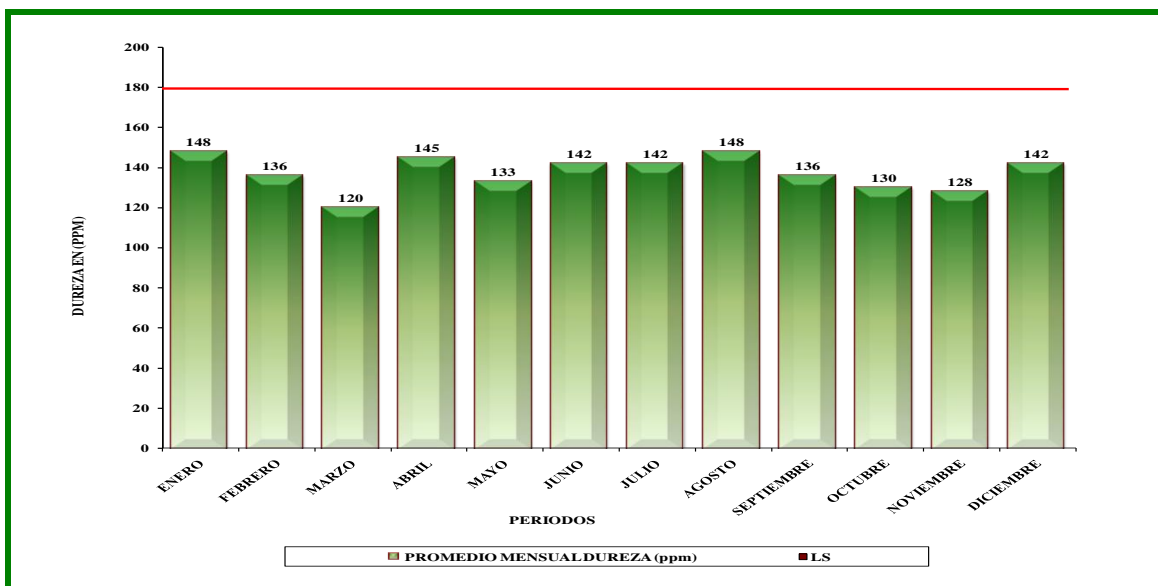


Figura 26. Promedio mensual para dureza total en el agua pre tratada

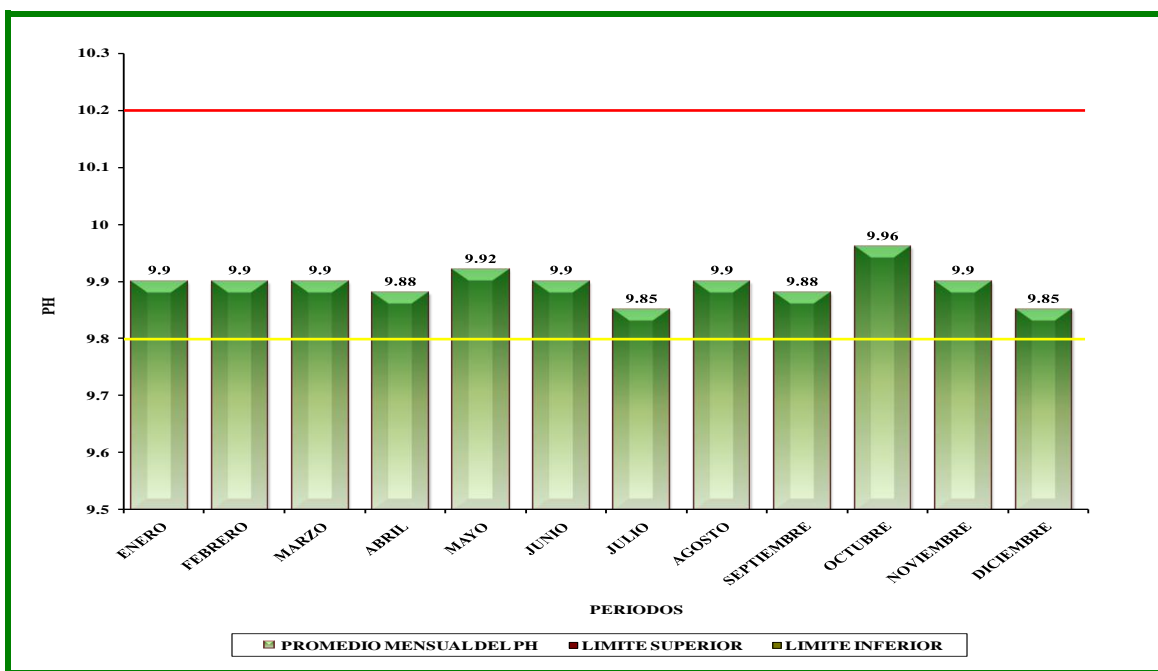


Figura 27. Promedio mensual para pH en el agua pre tratada

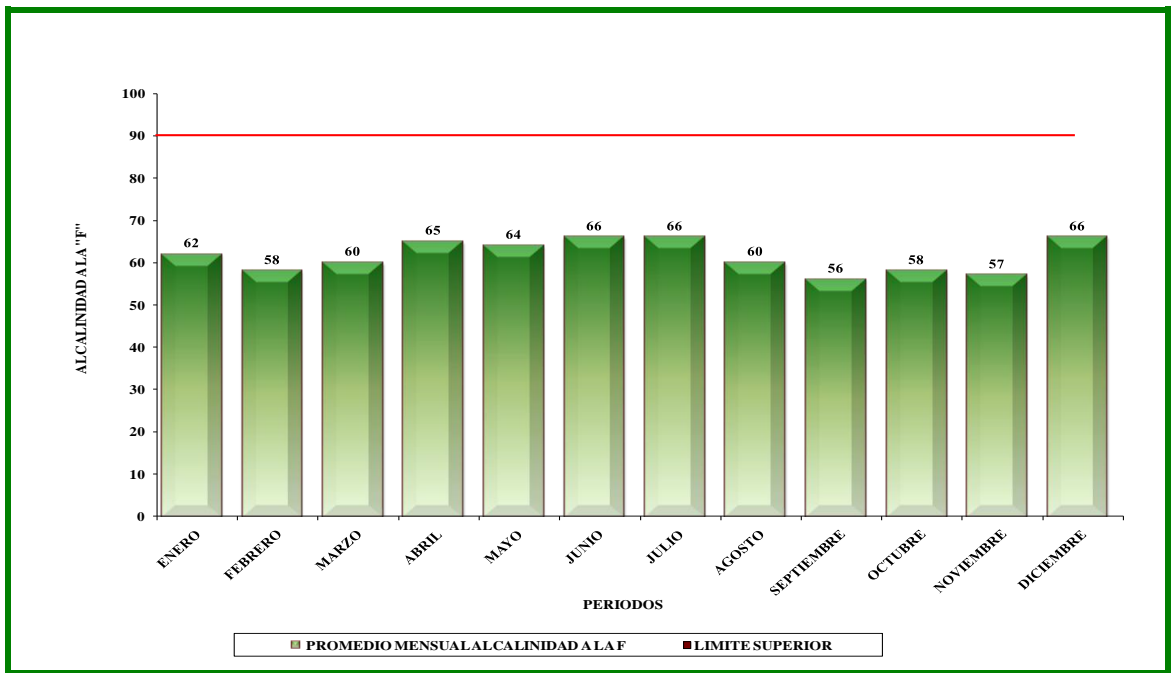


Figura 28. Promedio mensual para la alcalinidad a la fenolftaleína

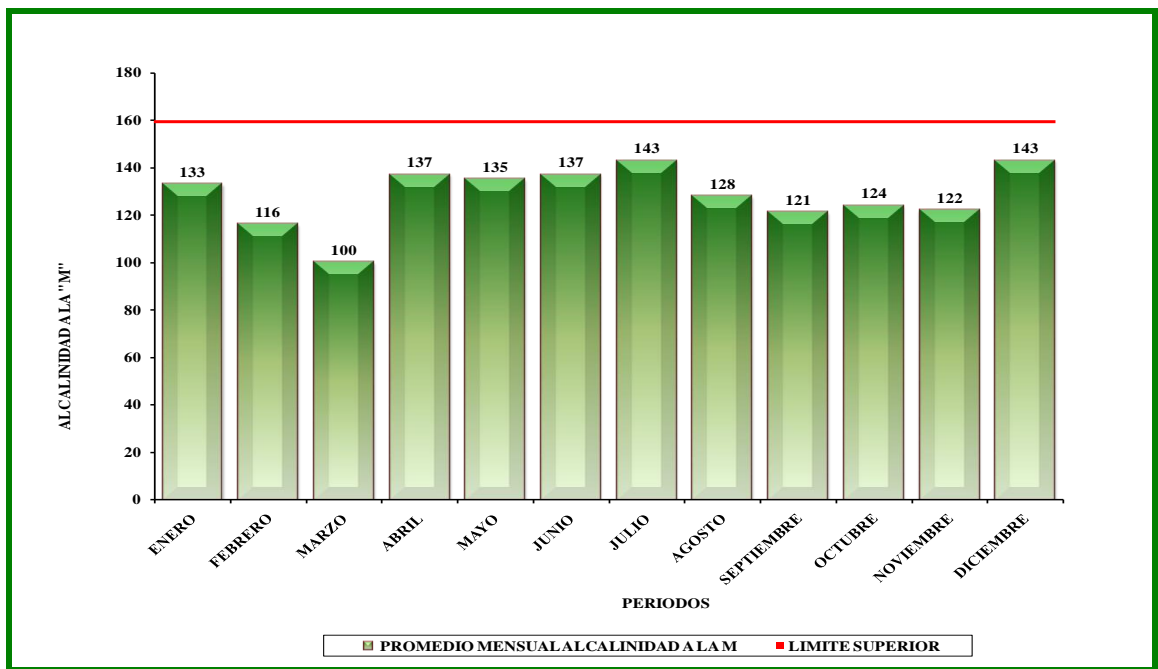


Figura 29. Promedio mensual para la alcalinidad al anaranjado de metilo

La figura 30 muestra las horas de operación de la planta tratadora durante el año 2010.

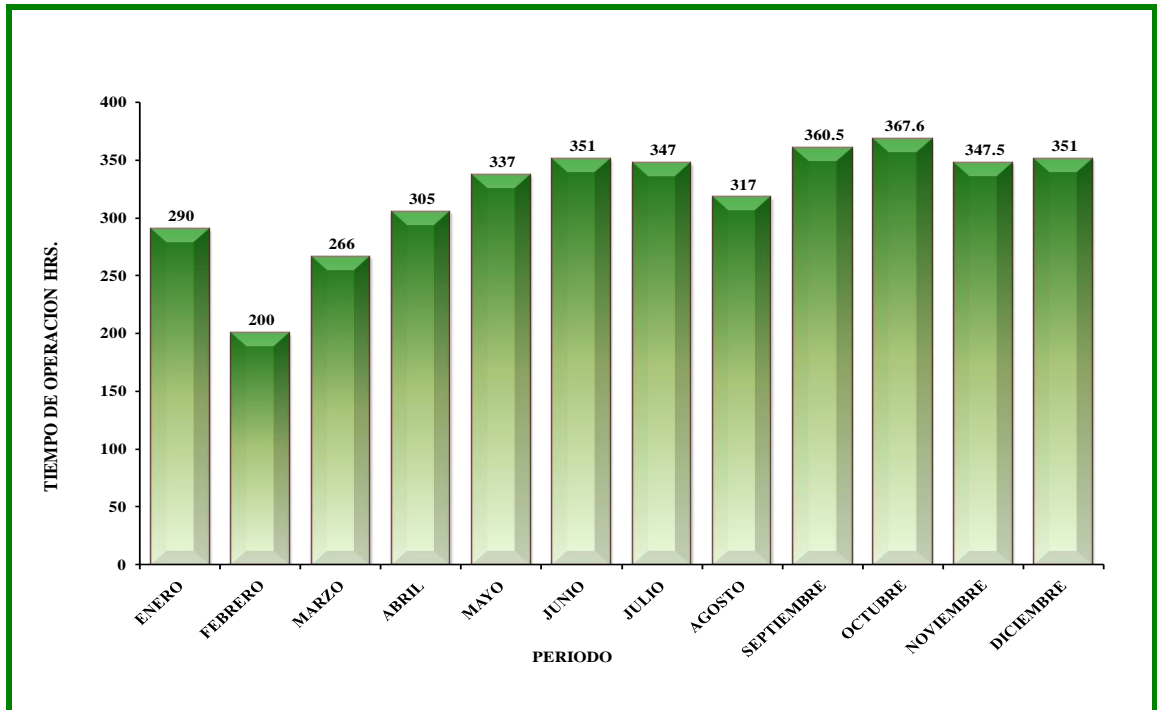


Figura 30. Horas de operación de la planta tratadora

La central cuenta con un Sistema Integral de Gestión que involucra la certificación en las normas de: ISO 9001:2008 (Calidad), ISO 14001:2004 (Ambiental) y NMX-SAST-001:2008 (Seguridad en el trabajo), con la capacitación y experiencia adquirida integre los procedimientos de tratamiento de aguas y las actividades que de aquí emanan cumpliendo estrictamente con los requisitos de las normas antes mencionadas y las exigencias de calidad, seguridad y cuidado del medio ambiente que demandan, pudiendo obtener buenos resultados en las auditorías internas y externas para mantenimiento del certificado.

En mi proceso de capacitación, me he formado como auditor interno para participar en las auditorías internas, las cuales me dan la oportunidad de comparar la forma de trabajo de las diferentes áreas que me permiten adoptar, adaptar y mejorar mis métodos de trabajo.

Algo que es de suma importancia en mi trabajo y que con mi experiencia profesional contribuyo son las actividades relacionadas al cuidado del medio ambiente para lo cual participo constantemente y he adquirido el conocimiento tanto de normas como de manejo de residuos peligrosos líquidos y sólidos así desde su descarga hasta su disposición final y todo lo que aplica en materia ambiental a descargas de agua residual además de contar con la experiencia de saber hacer los análisis correspondientes al agua y su interpretación.

Por mi formación profesional contribuyo de forma consistente en la ejecución de actividades encaminadas al cuidado del medio ambiente, teniendo como base el cumplimiento normativo y la actualización de los procedimientos operativos en apego a la legislación ambiental vigente; principalmente para el manejo adecuado de residuos sólidos no peligrosos, residuos de manejo especial y peligrosos, desde su generación hasta su disposición final; de igual forma el manejo adecuado del agua y el cumplimiento normativo de las descargas de aguas residuales para lo cual, me he involucrado en la ejecución y supervisión de los análisis correspondientes, su interpretación de cumplimiento o sugerencias para un mejor desempeño de los indicadores ambientales; con el objeto de asegurar la sustentabilidad de los recursos naturales y la competitividad de la central.

Algo que me llena de orgullo es fungir como capacitador, siendo instructor en algunos cursos y platicas impartidos a colaboradores que en su momento pudieran cubrir puestos en mi área de trabajo como ayudantes técnicos y en algunos casos para cubrir el puesto de técnico superior, además de compartir mis conocimientos, habilidades y experiencias adquiridos a lo largo de mi carrera como profesional e inculcando los valores para la mejora de procesos basados en el desarrollo sustentable.



## **Funciones Específicas Desarrolladas en Otros Puestos**

Como ya lo mencione anteriormente, antes de mi puesto actual tuve otros puestos y actividades en el área de Compras.

Las actividades principales que desarrolle en esta área fue dando apoyo en la formulación de contratos para bienes y servicios en sus diferentes modalidades; compra directa, compra por adjudicación de bienes y concurso de por lo menos tres proveedores, para ello se tiene uno que apegar a la normatividad de CFE. Como lo es el manual institucional de compras y la Ley Federal para las adquisiciones de bienes y servicios e interactuar con las áreas solicitantes, con la finalidad de especificar correctamente los requisitos de los bienes y servicios a comprar y que incluyeran desde la requisición los requerimientos ambientales y de seguridad, mismos que se evaluaban durante todo el proceso hasta la entrega de los bienes adquiridos; participé en la elaboración y ejecución del programa de mantenimiento y verificación del parque vehicular de la central cuyo objetivo primordial es transportar al personal y los bienes de una forma segura y cuidar el medio ambiente.

En esta misma área colaboré en el almacén general de la central, donde se llevan a cabo las actividades del control de materiales, equipos de refaccionamiento e inventarios de activos; las tareas básicas desarrolladas fueron: alta de materiales en el sistema de My Sap 5.0 en el modulo de Manejo de materiales, que se encarga de gestionar la adquisición y contratación de bienes y servicios, el inventario de almacenes y verificación de facturas, previa inspección al recibo de los bienes adquiridos por parte del departamento usuario; colocarlos en los diferentes sitios de acuerdo a las características de almacenamiento de cada producto para su conservación hasta la entrega del mismo, con la reserva correspondiente en el sistema para poder darlos de baja y cargar los costos al modulo de contabilidad de costos en My Sap.

Otra tarea ejecutada fue la de realizar inventarios físicos a los activos fijos de la central, donde se corroboran los bienes inventariados y las características físicas del mismo contrastando con los expedientes para su actualización.

De igual forma me desempeñe en el área de nominas donde me encomendaron organizar los archivos de la nómina de los trabajadores bajo los lineamientos especificados por la administración de la central.

En la **Figura 31** se puede observar el túnel de conducción de 21.5 km de sección herradura que conduce el agua del embalse a las turbinas tipo peltón, construido en la sierra madre occidental en el municipio de Zimapan bajo tierra, este gráfico muestra el túnel vacío por mantenimiento para verificar si existen fracturas, fugas o filtraciones. En esta labor se requirió el apoyo de mi área para actividades técnicas de supervisión y control para la operación del equipo de monitoreo en el vaciado y llenado del mismo, cabe mencionar que este tipo de actividades no son muy comunes, pero existe la disposición por parte de mi área de atender este tipo de eventos en el momento que se me requiera.

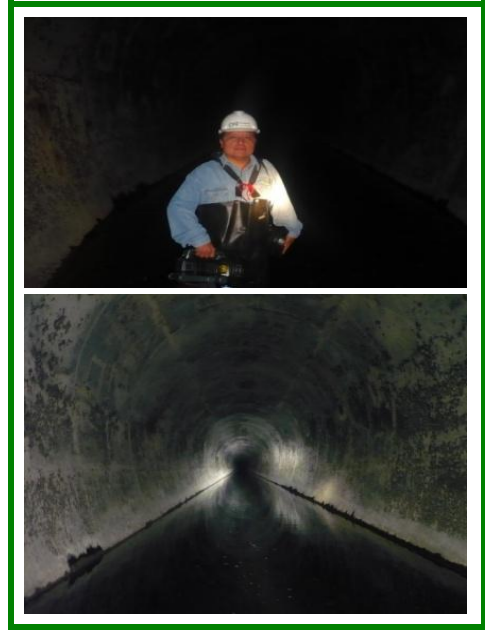


Figura 31. Túnel de conducción

### **Dificultades Presentadas en el Desempeño Profesional**

Falta de conocimientos y experiencia para el desarrollo de actividades propias de algún puesto.

Falta de experiencia en el manejo de personal.

Dificultad en la comprensión de algunos temas debido a la falta de experiencia y preparación.

El trabajo en equipo al principio se me dificultaba acarreado esto el no poder ponerme de acuerdo con mis colaboradores y jefe inmediato superior.

Debido a las programas de capacitación a los cuales nos sujetamos tanto para recibir como para impartir cursos era necesario contar con ciertas habilidades para poder exponer dichos cursos, al principio no contaba con estas, razón por la cual fue difícil.

## **Relación de la Formación Académica y Desempeño Laboral**

Mi formación profesional es Ingeniero en Agroecología y uno de los objetivos de haber estudiado esta carrera fue participar en el cuidado del medio ambiente aplicando los principios ecológicos necesarios para desarrollar los sistemas de producción sustentables dentro de marcos socioeconómicos específicos.

El proceso de generación de energía eléctrica en este caso utiliza agua para hacer girar a las turbinas, una vez que el agua cumple su función es desalojada por medio de un túnel de desfogue hacia el río Moctezuma junto con el agua pre tratada que es utilizada en el sistema de enfriamiento, así como las aguas de uso sanitario previamente tratadas en purificadores enzimáticos antes de desecharlas al efluente, estas aguas abastecen y benefician a un gran número de comunidades a lo largo de su margen, las cuales su principal actividad como fuente de sustento es la agricultura.

El proceso como tal no esta ligado directamente a la Agroecológica pero si tiene cierta relación ya que si recordamos esta es la aplicación de conceptos y principios ecológicos para establecer agro ecosistemas sustentables, al utilizar estas aguas negras en algunos cultivos que en su mayoría son de maíz se reduce la sobre explotación del agua de pozo la cual perjudica a los mantos freáticos, además en el aspecto edafológico se benefician los suelos por el gran aporte de materia orgánica que influye en el aumento de altura de la capa arable y mejorando la textura y estructura permitiendo un mejor aprovechamiento del agua, otro aspecto benéfico con el uso de esta agua es la gran cantidad de nutrientes que se fijan en el suelo y que disminuyen las actividades convencionales de fertilización disminuyendo así la sobre explotación de recursos y la contaminación de los suelos, no olvidando que también existen inconvenientes por el uso de este recurso.

Derivado del ablandamiento del agua con la utilización de reactivos como hidróxido de calcio y sulfato de aluminio se generan lodos los cuales como característica principal es el alto contenido de carbonato de calcio y magnesio, además de estar dentro de los límites de control para pruebas CRETIB, para esto existe la posibilidad a futuro de poder darle un tratamiento a los lodos aplicando algunas técnicas como la electro remediación, lumbricultura y composteo junto con algunos otros desechos biodegradables originados en la central y una vez obteniendo este subproducto previo análisis fisicoquímico podría

ser utilizado en la región en algunas tierras de cultivo en las que exista deficiencia de carbonatos y hacer la función de un mejorador tipo alcalino para suelos con características ácidas.

### **Ventajas**

Gracias a los conocimientos adquiridos durante mi formación académica profesional y a los adquiridos a través de los años en la empresa tengo la facilidad de comprender los procesos que forman parte de la generación de energía eléctrica de la central, lo cual me da la ventaja para poder llevar a cabo de una manera eficiente y confiable mi trabajo, gracias a esto y a los programas de capacitación y desarrollo profesional que la empresa maneja tengo la oportunidad de participar en los diferentes cursos de capacitación dentro y fuera de mi centro de trabajo, así como tener el derecho de seguirme preparando estudiando alguna otra licenciatura o posgrado financiado en su totalidad por la empresa.

### **Desventajas**

Debido a que mi formación académica difiere en gran parte con las actividades generadas en la empresa, existen también desventajas en mi desarrollo profesional las cuales me limitan en algunos aspectos como lo es el ascender al puesto inmediato superior, ya que para esto es necesario contar con otro tipo de licenciatura, además de habilidades que solo se adquieren a lo largo de los años trabajando de una manera continua dentro de los diferentes departamentos, como lo son: eléctrico, mecánico, automatización y electrónica.

## CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

Hoy en día encontrar un empleo es una tarea realmente complicada, cuesta decidirse, y aún más, cuesta que las empresas te escojan entre una gran cantidad de candidatos para cualquier puesto, a esto hay que sumar la falta de experiencia y los conocimientos adquiridos durante la carrera que además deben contar con cierta calidad ya que existe una gran competencia y por lo regular le dan el empleo a gente egresada de universidades más reconocidas con muy altos estándares y criterios de calidad. Por ello, sólo puedes formarte, demostrar que eres el más calificado, y esperar a que te den una oportunidad. Debido a la necesidad de trabajar, en ocasiones es necesario hacerlo en lugares o empresas en donde nuestra preparación profesional tiene poco que ver con las actividades que se desarrollan ahí y en algunos casos no existe relación alguna, es importante no olvidar que tenemos una formación académica a lo largo de tantos años de estudio y que si sabemos hacer uso de todos estos conocimientos así como del sentido común y el deseo de seguir adelante podemos estar dentro del marco de competencia laboral y desarrollarnos de una manera competitiva en cualquier empleo. La Comisión Federal de Electricidad me ha dado la oportunidad de demostrar y poner en práctica los conocimientos que tengo y de adquirir otros a lo largo de todos estos años, sin olvidar ni perder de vista los objetivos tan nobles de mi carrera que aunque no la ejerza al cien por ciento gracias a ella tengo un empleo digno basado en la constante mejora y actualización de conocimientos.

### **Experiencia Profesional**

Debido a que no he ejercido mi carrera de una forma constante y directa reconozco que tengo poca experiencia en cuanto a mi profesión se refiere, pero aun así tengo presente muchos de los conocimientos adquiridos en las diferentes materias cursadas a lo largo de mi carrera como lo son: química, matemáticas, hidrología y ecología por mencionar algunas y que me han ayudado a tener la experiencia que ahora tengo, que más bien es de tipo laboral pero basada siempre en los valores como la constancia y

dedicación adquiridos en la Facultad de Agronomía y que sin ellos no hubiera podido enfrentar los diferentes obstáculos que se me han presentado a lo largo de este proceso.

Gracias a mi carrera, a mi experiencia laboral y a mi experiencia profesional puedo sostener un empleo y una familia.

### **Aportaciones**

Considero como una aportación el hacer bien mi trabajo y tratar de mejorarlo día con día, además de seguirme preparando para dejar un antecedente positivo que sirva de ejemplo a las generaciones futuras y así contribuir al desarrollo de la empresa y por ende al de mi país

Demostrar que el querer es poder y que las oportunidades también se buscan y por pequeñas que sean hay que aprovecharlas, de nosotros depende el tenerlas y el tamaño que estas alcancen.

### **Enseñanzas**

A través de este corto camino de desarrollo profesional, laboral y personal he tenido muchas enseñanzas que no acabaría de nombrar, pero lo que si puedo decir es, que de nosotros es la responsabilidad, y que las cosas aunque lleguen solas no sirven si no le damos el uso adecuado, mas aún, cuando estas son muy difíciles de conseguir.

Hay que empezar por creer nosotros mismos que somos capaces de vencer cualquier obstáculo, he aprendido a entregarme por completo dispuesto a aceptar críticas e indiferencias a cambio de recibir esa gran paga que la verdad no tiene precio llamado conocimiento.

Estoy consciente de que falta mucho de ese camino por recorrer y que hay que seguir preparándose y esforzándose para seguir siendo un profesionista con capacidad para cualquier reto.

## LITERATURA CITADA

Subdirección de construcción. 1995. Manual de Descripción y Datos Generales, Proyecto Hidroeléctrico Zimapan. Ed. Jefatura del Proyecto Hidroeléctrico. México. pp. 5, 7, 11 y 33.

Instituto Mexicano de Normalización y certificación A. C. 2001.. Norma ISO 9001:2000/NMX-CC-9001-IMNC-2000, Sistema de Gestión de la Calidad, Requisitos, Ed. IMNC. México.

Instituto Mexicano de Normalización y Certificación A. C. 2005. ISO 14001:2004/NMX-SAA-14001-IMNC-2004, Sistema de Gestión Ambiental, Ed. IMNC. México.

Instituto Mexicano de Normalización y Certificación A. C. 2000. NMX-SAST-001. MNC-2000, Sistema de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo, Ed. IMNC. México.