

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE  
CHIAPAS  
FACULTAD DE INGENIERIA  
SUBSEDE REFORMA**

**TESIS**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO  
DE EMERGENCIA EN TABLEROS DE CONTROL  
EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA ÁNGEL  
ALBINO CORZO “PEÑITAS” CON BASE A LOS  
REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS EN LA  
NOM-002-STPS-2010**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN SEGURIDAD INDUSTRIAL  
Y ECOLOGIA**

**PRESENTA**

**MIGDA SANTIAGO JIMÉNEZ**



REFORMA, CHIAPAS

JULIO 2018

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A dios**

Por darme fuerzas y entendimiento a lo largo de mi carrera y ayudarme a obtener un logro más en mi vida, por estar conmigo en los buenos y malos momentos.

### **A mis padres**

A María Jesús Jiménez López y a Bertín Santiago Gonzales por ser los pilares de mi vida y por el apoyo académico y personal que me han dado, a mi madre querida por acompañarme en esas largas noche de desvelo y ver por mí, a mi padre por su apoyo íntegro y esos consejos que me han ayudado a llegar hasta donde ahora estoy.

### **A mi hermana**

A Cristina Santiago Jiménez por su apoyo y sus consejos, por estar presente en mi vida, por sus palabras de aliento que han ayudado a perseverar más en la vida.

### **A mis amigos**

Gracias por brindarme su amistad, apoyo, momentos de alegría y compañerismo que solo con ustedes pude tener, los llevares siempre en mis recuerdos. A Natalia Estrada Mejía por brindarme su amistad, porque más que una amiga ser una hermana, por haber enfrentado conmigo aquellos malos y buenos momentos, por darme ánimos cuando no lo tenía.

### **A mis maestros**

Por esa sabiduría y conocimientos que me impartieron a lo largo de mi carrera, por guiarme en mi desarrollo académico y profesional. A mi asesor y revisores de tesis, porque me hicieron ver mis aciertos y errores para luego aprender de ellos corrigiéndolos de la mejor manera. Gracias maestros y profesores.

<b>ÍNDICE GENERAL</b>	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	7
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	8
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	9
<b>CAPITULO I SEGURIDAD INDUSTRIAL</b> .....	9
1.1 La seguridad industrial.....	9
1.2 Antecedentes históricos de la seguridad industrial .....	9
1.3 Surgimiento de la seguridad industrial.....	11
1.4 Relacion salud trabajo .....	12
1.5 Accidente de trabajo .....	12
1.5.1 Causa de accidentes.....	12
1.5.2 Costo de un accidente de trabajo.....	13
1.6 enfermedad profesional.....	14
1.7 higiene industrial.....	15
<b>CAPITULO II CENTRALES HIDROELÉCTRICAS</b> .....	16
2.1 Fuente de abastecimiento.....	18
2.2 Obras de conducción.....	18
2.3 Casa de máquinas .....	20
2.3.1 Unidades turbogeneradoras.....	20
2.3.2 Generador .....	24
2.3.3 Sala de control .....	25
2.3.4 Equipos auxiliares .....	25
2.4 Subestación.....	25
<b>CAPITULO III RIESGO DE INCENDIO</b> .....	26
3.1 Generalidades.....	26
3.2 Clases de fuego .....	27
3.4 Equipo contra incendio.....	27
3.5 Formas de propagación del calor.....	28
3.6 Norma nom-002tsp-2010.....	30
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	35

<b>OBJETIVOS</b> .....	36
Objetivo general.....	36
Objetivos específicos.....	36
<b>HIPÓTESIS</b> .....	37
<b>METODOLOGÍA</b> .....	38
Área de estudio.....	38
Métodos.....	42
<b>PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	44
<b>CONCLUSIONES</b> .....	52
<b>PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES</b> .....	53
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	54

**LISTA DE FIGURAS**

	Pág.
Figura 1 Esquema de una central hidroeléctrica.....	17
Figura 2 Turbina tipo Pelton.....	22
Figura 3 Turbina tipo Francis .....	23
Figura 4 Turbino tipo Kaplan .....	24
Figura 5 Estator y rotor de un generador.....	25
Figura 6 Triangulo del fuego .....	26
Figura 7 Mapa de México .....	38
Figura 8 Mapa del Estado de Chiapas.....	39
Figura 9 Mapa del municipio de Ostuacán.....	40
Figura 10 Imagen satelital de la presa Peñitas.....	44
Figura 11 Tablero regulador de velocidad y PLC.....	46
Figura 12 Tableros de control en piso de turbinas .....	46
Figura 13 Extintores en piso de turbinas.....	49
Figura 14 Extintor con falta de mantenimiento .....	49

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Tipos de tableros y su función.....	45
Tabla 2 Riesgo de incendio en Tableros.....	47
Tabla 3 Extintores en Piso de turbinas.....	48

## INTRODUCCIÓN

Una central hidroeléctrica es una instalación que se desarrolla en los cauces de los ríos, donde se utilizan el agua almacenada (energía potencial) para convertirla en energía cinética al pasar por la tubería conducción para mover los alabes de la turbina que a su vez se transforma en energía mecánica para posteriormente por medio del generador convertirla en energía eléctrica. Sin embargo, la generación de energía eléctrica es una actividad que conlleva muchos riesgos, entre ellos están los riesgos de incendio.

En el campo de la seguridad, la prevención y combate de incendios es de gran importancia, debido a las grandes pérdidas que ocasiona, y que afecta de forma directa e indirecta al ser humano y su entorno.

En esta investigación se emplearon metodologías como el método analítico que consistió en realizar visitas al área de estudio y se observar los riesgos y posibles afectaciones, investigación documental donde se consultó la normatividad aplicable NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010 Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo, de igual manera consultaron diferentes fuentes para fundamentar el marco teórico e investigación de campo esta nos permitió definir la extensión a estudiar, identificando los riesgos a los que están expuestos los tableros y en base a ello se definir acciones para minimizar los riesgos.

Esta investigación está compuesta por tres capítulos. El primer capítulo habla de la Seguridad Industrial por ser el objetivo fundamental de este trabajo se menciona como surgió, así como también los conceptos principales. El segundo capítulo se llama Centrales Hidroeléctricas, menciona que son y cómo están conformadas de igual forma se menciona el proceso de generación de energía eléctrica. El tercer capítulo se llama Riesgo de Incendio, esta trata de más que nada del fuego, sus fuentes de ignición, sus formas de propagación y de extinción y de la Norma NOM-002-STPS-2010, en esta se menciona las condiciones de seguridad-prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

## JUSTIFICACIÓN

La Central Hidroeléctrica Ángel Albino corso “Peñitas” se encuentra ubicada en el municipio de Ostuacán, Chiapas misma que utiliza para su funcionamiento el agua del Rio Grijalva. Esta Central cuenta con 4 unidades principales generadoras y 4 transformadores de potencia que tienen una capacidad de generar 420 megawatts de energía eléctrica, uno de los principales equipos son los tableros, hay diferentes tipos según su función.

El propósito fundamental de este trabajo es brindarle los conocimientos la empresa para saber qué acciones realizar en caso de un suceso o evento inesperado que pueda poner en riesgo la integridad de los trabajadores, así como también la protección del equipo o maquinaria que se utiliza en un centro de trabajo. Esto se realizará por medio de la implementación de un procedimiento de emergencia.

La realización de este trabajo beneficiara a la empresa al estar preparada en caso de un suceso inesperado y así no tener pérdidas económicas, materiales y humanas, así mismo beneficiara el personal que labora para saber qué acciones realizar en caso de la ocurrencia de un aventó y así mantener una buena integridad física.



# MARCO TEÓRICO

## CAPITULO I SEGURIDAD INDUSTRIAL

### 1.1 LA SEGURIDAD INDUSTRIAL

La seguridad industrial se define como un conjunto de normas y procedimientos para crear un ambiente seguro de trabajo, a fin de evitar pérdidas personales y/o materiales. Otros autores la definen como el proceso mediante el cual el hombre, tiene como fundamento su conciencia de seguridad, minimiza las posibilidades de daño de sí mismo, de los demás y de los bienes de la empresa. Otros consideran que la seguridad es la confianza de realizar un trabajo determinado sin llegar al descuido. Por tanto, la empresa debe brindar un ambiente de trabajo seguro y saludable para todos los trabajadores y al mismo tiempo estimular la prevención de accidentes fuera del área de trabajo. Si las causas de los accidentes industriales pueden ser controladas, la repetición de éstos será reducida. La seguridad industrial se ha definido como el conjunto de normas y principios encaminados a prevenir la integridad física del trabajo, así como el buen uso y cuidado de las maquinarias, equipos y herramientas de la empresa.<sup>1</sup>

### 1.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL

Estudios relacionados con la seguridad laboral no se han desarrollado paralelamente con la industria. Los primeros intentos de disminuir los riesgos de accidente y evitar las enfermedades laborales, se realizaban basándose en la experiencia que los propios trabajadores iban acumulando con el paso del tiempo.

El primer estudioso que nos dejó datos confiables de que tenemos noticia es Hipócrates (Siglo IV a.C.) quien describió las enfermedades que aquejaban a los mineros en la extracción del mineral de plomo. Platón y Galeno, estudiaron las relaciones que existen entre el trabajo y la salud, reconociendo la existencia de enfermedades profesionales. Pero a quien consideramos

---

<sup>1</sup> Kaiser, B. (2011). Higiene y seguridad industrial. red)

como el verdadero padre de la Medicina del Trabajo es a *Bernardo Ramazzini* (1633 - 1714) pues fue el quien individualizó con visión de conjunto toda la patología del trabajo, estudiando principalmente las enfermedades de tas artesanos, desarrolló la relación causa y efecto de la enfermedad profesional con el trabajo realizado.

Con la aparición de la Revolución industrial, se hizo necesario el desarrollo de una disciplina que sirviera de complemento a la Medicina del Trabajo; esta disciplina es la Seguridad en el Trabajo.

Uno de los primeros investigadores de la seguridad en el trabajo; fue el empresario a badano *Engel Dollfus* (1867); quien determinó que la causalidad de los accidentes se estaba relacionada con el orden técnico en la realización del trabajo. Según esta teoría, la frecuencia de accidentes en una empresa, se vería drásticamente disminuida, mediante la instalación de dispositivos e instalaciones encaminados a preservar la seguridad. Sin embargo, en la practica la aplicación de estas teorías no tuvo el impacto esperado en la disminución de la accidentabilidad. Posteriormente el investigador alemán *Marbe* (1916) estudio el problema observando a un grupo de escolares; notando la mayor predisposición a accidentarse que tenían ciertos alumnos en comparación con otros; desarrollando de esta manera "la ley de predisposición individual al accidente"; la cual dice que cada trabajador tiene una posibilidad distinta de sufrir un accidente, dependiendo de sus aptitudes personales para desarrollar una actividad concreta; reconociendo de esta manera la importancia del factor humano y la necesidad de seleccionar a los trabajadores en base a sus aptitudes para la realización de un trabajo específico.

En el año de 1972, la Comunidad Económica del Carbón y el Acero con sede en Luxemburgo, encargó a un equipo de médicos, psicólogos e ingenieros, que estudiaran el problema de la accidentabilidad en las minas de carbón; este equipo llegó a la siguiente conclusión: " El hombre como miembro de una colectividad, tiene una actitud frente a la seguridad, orientada por factores psico-sociales y psico-técnicos, y ello también relacionado con el grupo. Para poder cambiar la actitud del grupo hacia la seguridad, es necesario actuar mediante la formación y la información, coordinándose con nuestros objetivos".

En 1976 se celebró en Madrid, España; la Primera Jornada de Medicina y Seguridad en la Construcción; donde se estableció que " la seguridad debe de estar integrada en la fase de estudio, en la concepción del material, en la organización de la obra y en el método de

trabajo.", además, determino que "la seguridad es la suma del factor técnico y del factor humano con sus correspondientes matices".<sup>2</sup>

### 1.3 SURGIMIENTO DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL

La seguridad industrial es una actividad Técnico Administrativa, encaminada a prevenir la ocurrencia de accidentes, cuyo resultado final es el daño que a su vez se traduce en pérdidas. En los inicios de la seguridad industrial, se basaba sólo en la productividad. Con la automatización se originaron ciertos métodos organizativos y de fabricación en serie, se dieron cuenta que se explotaban magnitudes físicas por encima de lo que puede soportar el cuerpo humano y fue para entonces cuando cobra importancia el factor de la seguridad. Esta actividad es consecuencia de la etapa histórica, conocida con el nombre de Revolución Industrial, la cual se inicia en 1776, a raíz de haber inventado el Ingeniero Inglés James Watt, la máquina de vapor. Los accidentes comenzaron a multiplicarse, además de los daños y las pérdidas. Estas recomendaciones no surtían los efectos apetecidos, por carecer de sanciones para aquellos empleadores que no la pusieran en práctica y como no existían precedentes al respecto, desde el punto de vista de justicia social, eran los obreros los que soportaban la peor parte. Para el año 1868, durante el gobierno de Bismark, a casi un siglo de iniciarse la Revolución Industrial, se emite en Alemania la Ley de Compensación al Trabajador, dicha ley establecía, que todo trabajador que sufriera una lesión incapacitante, como consecuencia de un accidente industrial, debía ser compensado económicamente por su patrón. Dicha ley se fue adoptando rápidamente en los países industrializados de Europa y en los Estados Unidos. Debido a los fuertes desembolsos que tenían que hacer los propietarios de empresas, dispusieron que los accidentes que produjeran lesiones incapacitantes fueran investigados, con la finalidad de descubrir los motivos que los provocaban y hacer las correcciones de lugar, para que, en el futuro por una causa similar, no ocurrieran hechos parecidos.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> Memorias del "Proyecto de Investigación sobre las Condiciones de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo que privan en la Industria de la Construcción" de la CMIC, Págs. 5 y 6.

<sup>3</sup> Kaiser, B. (2011). Higiene y seguridad industrial. red)

## 1.4 RELACION SALUD TRABAJO

Siendo el trabajo factor inherente a la actividad humana, debería ser útil para exaltar y aumentar las capacidades del hombre y su desarrollo como individuo y no servir de vehículo para afectar o disminuir sus capacidades. La salud y el trabajo tienen una estrecha relación condicionada por todos los elementos del proceso productivo y la manera como afectan de riesgos en las áreas de trabajo.<sup>4</sup>

## 1.5 ACCIDENTE DE TRABAJO

Es un suceso repentino que sobreviene por causa o con ocasión del trabajo y que produce en el trabajador daños a la salud (una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte).<sup>5</sup>

### Incidentes

Son los sucesos que bajo circunstancias levemente diferentes, podrían haber dado por resultado una lesión, un daño a la propiedad o una pérdida en el proceso.

### 1.5.1 CAUSA DE ACCIDENTES

Se pueden distinguir tres causas de accidentes:

1. Actos inseguros,
2. Condiciones inseguras,
3. Actos inseguros + Condiciones inseguras.

### Actos inseguros

Es la ejecución indebida de un proceso, o de una operación, sin conocer por ignorancia, sin respetar por indiferencia, sin tomar en cuenta por olvido, la forma segura de realizar un trabajo o actividad. También se considera como actos inseguros, toda actividad voluntaria, por acción u omisión, que conlleva la violación de un procedimiento, norma, reglamento o práctica segura establecida tanto por el estado como por la empresa, que puede producir un accidente de trabajo o una enfermedad profesional.

---

<sup>4</sup> DENTOHN, Keith: Seguridad Industrial, Administración y Métodos. De. McGraw Hill. México 1985.

<sup>5</sup> KEITH, Davis. Comportamiento humano en el trabajo. McGraw Hill. México 1985. 89p.

### Condiciones inseguras

Es el estado deficiente de un local o ambiente de trabajo, maquina, etc., o partes de las mismas susceptibles de producir un accidente. Otro concepto de condiciones inseguras puede ser, cualquier situación o característica física o ambiental previsible que se desvía de aquella que es aceptable, normal o correcta, capaz de producir un accidente de trabajo, una enfermedad profesional o fatiga al trabajo.<sup>6</sup>

### 1.5.2 COSTO DE UN ACCIDENTE DE TRABAJO

#### Costos para el trabajador.

El trabajador aun cuando está protegido contra los riesgos de trabajo por las administradoras de riesgos profesionales y como tal tiene derecho al pago de las prestaciones asistenciales y las económicas derivadas del accidente sufrido, ve de todas formas afectada su economía por que aumentan sus costos por variables que en muchas ocasiones no se tienen cuenta como lo son:

- Los gastos de transporte y desplazamiento hacia los lugares de atención médica.
- Las pérdidas en percepciones y prestaciones adicionales al salario básico. (horas extras, recargo nocturno.)
- Los gastos por la adquisición de algunos materiales complementarios al tratamiento.
- Los gastos por pagos a profesionales por asesoría jurídica y a la interposición de demandas de carácter laboral.

**Costos para las empresas.** Los principales costos económicos para la empresa con relación con los accidentes de trabajo se pueden separar en los dos grandes grupos que siguen:

#### Costos directos:

- Incluye los costos tanto en materia de prevención después del accidente como el seguro de accidentes, si se tiene.

---

<sup>6</sup> Kaiser, B. (2011). Higiene y seguridad industrial. red)

- La inversión en materia de la prevención de los riesgos de trabajo tales como medidas y dispositivos de seguridad, mantenimiento preventivo y correctivo, mantenimiento a instalaciones, equipo de protección específico, señalizaciones, cursos de capacitación etc.
- Las cuotas o aportaciones que por concepto de seguro de riesgo de trabajos está obligado a pagar el empleador al seguro social, o a otras organizaciones similares o equivalentes.
- Las primas que se aumentan, o los costos de los seguros adicionales para la empresa y los trabajadores

### **Costos indirectos**

Son el conjunto de pérdidas económicas tangibles que sufren las empresas como consecuencia de los accidentes, entre ellos se destacan:

- El tiempo perdido de la jornada laboral.
- Los daños causados a las instalaciones, maquinaria, equipos y herramientas.
- El lucro cesante por para de la maquinaria.
- Las pérdidas en materia prima, subproducto o productos.
- Deterioro del ritmo de producción
- La disminución de la calidad.
- El incumplimiento de compromisos de producción y la
- penalización de fianzas establecidas en los contratos.
- Los gastos por atención de demandas laborales.
- El deterioro de la imagen corporativa.

## **1.6 ENFERMEDAD PROFESIONAL**

La Enfermedad Profesional se define como un estado patológico que sobreviene por una causa repetida durante largo tiempo, como obligada consecuencia de la clase de trabajo que desempeña la persona, o del medio en que tiene que trabajar y que produce en el organismo una lesión o perturbación funcional o mental, permanentes o transitorios, pudiendo ser originada por agentes químicos, físicos, biológicos, de energía o psicológicos. Los índices de ausentismo debido a enfermedades comunes motivadas por infecciones de tipo

gastrointestinal, vías respiratorias, etc., reducen considerablemente la productividad y el desarrollo de las empresas, por lo que la higiene en el trabajo es un renglón muy importante.<sup>7</sup>

## 1.7 HIGIENE INDUSTRIAL

Se trata de la ciencia y el arte dedicado al reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores ambientales o tensiones emanadas o provocadas por el lugar de trabajo y que puede ocasionar enfermedades, destruir la salud y el bienestar o crear algún malestar significativo entre los trabajadores a los ciudadanos de la comunidad.

Entre sus objetivos están:

- Identificar y evaluar, a través de mediciones ambientales, los factores de riesgo existentes en las áreas de trabajo que pueden afectar la salud de los trabajadores.
- Aplicar medidas de intervención que controlen oportunamente los riesgos existentes en el área de trabajo.
- Mantener un ambiente laborar adecuado, libre de condiciones inseguras, que pueden ocasionar en el trabajo accidentes de trabajo.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Arreola, R., Sánchez, R., & Mendoza, S. (2012). Seguridad e higiene industrial. Observatorio de la economía latinoamericana, Pag. 13

## CAPITULO II CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

Una central hidroeléctrica es aquella que se utiliza para la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la energía hidráulica.

Sabemos que la energía se transforma, es decir, no se pierde. De igual manera, para obtener energía eléctrica debemos partir de alguna otra forma de energía y realizar un proceso de transformación. Concentrando grandes cantidades de agua en un embalse se obtiene inicialmente energía potencial. Por la acción de la gravedad, el agua adquiere energía cinética o de movimiento: pasa de un nivel superior a otro muy bajo, a través de las obras de conducción. A la energía desarrollada por el agua al caer se le denomina energía hidráulica. Por su masa y velocidad, el agua produce un empuje que se aplica a las turbinas, las cuales transforman la energía hidráulica en energía mecánica. Esta se propaga a los generadores acoplados a las turbinas. Los generadores producen energía eléctrica, la cual pasa a la subestación contigua o cerca de la planta. La subestación eleva la tensión o voltaje para que la energía llegue a los centros de consumo con la debida calidad. Todo el proceso es conducido desde la Sala de Control de la casa de Máquinas. Las partes constitutivas del complejo hidroeléctrico son:

- Fuente de abastecimiento
- Obras de conducción
- Casa de Máquinas
- Subestación

Las dos características principales de una central hidroeléctrica, desde el punto de vista de su capacidad de generación de electricidad son:

**La potencia**, que es función del desnivel existente entre el nivel medio del embalse y el nivel medio de las aguas debajo de la usina, y del caudal máximo turbinable, además de las características de la turbina y del generador.

**La energía garantizada**, en un lapso de tiempo determinado, generalmente un año, que es función del volumen útil del embalse, y de la potencia instalada.



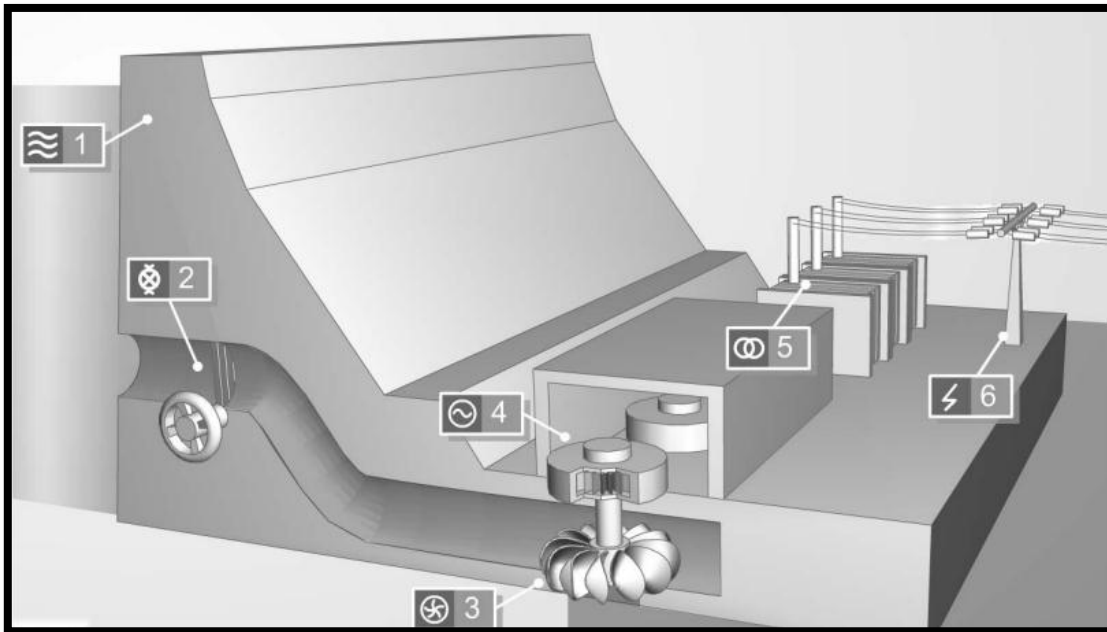


Figura 1 Esquema de una central hidroeléctrica

1. **Embalse.** Permite disponer de una reserva de agua que utilizará la central asociada para producir energía eléctrica en función de la demanda
2. **Válvula.** Es el control de acceso del agua
3. **Turbina hidráulica.** El agua proveniente del embalse o directamente del río mueve los álabes haciendo girar la turbina. La turbina hidráulica permite así convertir la energía cinética (masa a una cierta velocidad) del agua en energía mecánica de rotación. La turbina está acoplada al alternador
4. **Alternador.** Está acoplado a la turbina hidráulica y es movido por ésta. Su función es la de convertir la energía mecánica de rotación de la turbina en energía eléctrica
5. **Transformador.** Eleva la tensión eléctrica generada en el alternador (entre 6 y 20 kV) hasta la tensión de la red de transporte (132, 220 ó 440kV)
6. **Red Eléctrica.** Recibe la electricidad de las centrales generadoras y la transporta a los puntos de consumo. La red eléctrica española posee un alto grado de mallado así como

interconexiones con otros países, lo que permite minimizar los efectos del fallo en un equipo de generación o en la propia red de transporte.

## **2.1 FUENTE DE ABASTECIMIENTO**

Es la que permite que la planta se mantenga en funcionamiento al suplir constantemente el agua con un caudal regulado. La fuente está constituida por uno o varios ríos que aportan sus aguas a un embalse, el cual es fundamental para que el suministro de agua no se vea afectado por los frecuentes cambios del caudal. El embalse, pues, regula el caudal aprovechable; puede hallarse en el cauce de un río o en un sitio alejado de éste. Para formar el embalse es necesario estudiar el área determinada de un río con un caudal preestablecido y definir el sitio para construir la presa. La presa es una pared artificial que cierra un valle o depresión geográfica donde se almacena el agua. En otros casos, la presa deriva un cierto caudal hacia las obras de conducción. Para levantar la presa, se construye un túnel que desvía provisionalmente el cauce del río; por tal razón dicho túnel se llama túnel de desviación. En el área libre se construye la obre. La presa puede incluir una estructura denominada vertedero, el cual permite que el agua excedente aportada al embalse sea liberada y fluya directamente al cauce natural aguas abajo. Desde el punto de vista de cómo utilizan el agua para la generación, las centrales hidroeléctricas se pueden clasificar en: Centrales a filo de agua. También denominadas centrales de agua fluyente o de pasada, utilizan parte del flujo de un río para generar energía eléctrica. Operan en forma continua porque no tienen capacidad para almacenar agua, no disponen de embalse. Turbinan el agua disponible en el momento, limitadamente a la capacidad instalada. En estos casos las turbinas pueden ser de eje vertical, cuando el río tiene una pendiente fuerte u horizontal cuando la pendiente del río es baja. Centrales acopladas a uno o más embalses. Es el tipo más frecuente de central hidroeléctrica. Utilizan un embalse para reservar agua e ir graduando el agua que pasa por la turbina. Es posible generar energía durante todo el año si se dispone de reservas suficientes. Requieren una inversión mayor.

## **2.2 OBRAS DE CONDUCCIÓN**

Son las que realizan el traslado del agua desde el embalse hasta las turbinas.

Pueden ser canales, túneles o a veces una combinación de ambos y siempre rematan con tubería de presión o tubería forzada.

**Canal:** Es una obra de conducción de agua expuesta sobre la superficie del suelo. se encuentra en la parte alta, generalmente entre el río y el embalse. puede incluir un desarenador, parte más profunda y ancha que el resto del canal. su función es la de permitir el acumulamiento en él de arena y otros sólidos que el agua arrastra y que reducen el volumen de líquidos en el embalse.

**Túnel:** Es un tramo de conducción bajo la superficie del suelo. si se inicia en una de las paredes del embalse, la entrada estará constituida por la toma de agua, la que contienen en el frente unas rejillas que evitan que objetos voluminosos t restos de plantas o animales penetren al túnel. en su extremo posterior, la toma cuenta con una compuerta de acceso que permite o no que las aguas ingresen al túnel, según las necesidades. generalmente está abierta.

**Tubería de presión o forzada:** Es el tramo final de la conducción. como su nombre lo específica, es la que soporta las máximas presiones internas causadas por el agua. cuentan con válvulas disipadoras de energía y de admisión para regular el flujo hacia las turbinas.

**Tanque de oscilación:** Es una estructura de protección del túnel y de la tubería de presión. En él se cumple el principio hidráulico de los vasos comunicantes, ya que el agua recupera dentro del mismo el nivel que haya en el embalse al cerrarse las válvulas de admisión de la Casa de Máquinas.

El tanque de Oscilación absorbe la potentísima onda de choque, llamada Golpe de Ariete, producida por el cierre de válvulas. Esta onda incrementa considerablemente la opresión interna de la tubería y se propaga hasta el tanque, el cual se ha llenado previa y muy rápidamente. El agua en él acumulada amortigua el Golpe de Ariete y así no se daña el túnel. Al subir el agua dentro del tanque, recupera gradulumnte el nivel que tenía en el embalse.

Mientras se estabiliza, el agua oscila de nivel, de ahí el nombre del tanque. Simultáneamente, el recorrido del agua cesa. Además de asumir este rechazo de carga, el tanque de oscilación cumple otra función cuando las válvulas se abren de nuevo. Si no existiese, al abrirse las válvulas, la succión producida aprovecharía el agua que haya en la tubería de presión, dejándola vacía. La presión interna sería nula ante la presión atmosférica, que podría dañar la tubería. El

agua almacenada en el tanque de oscilación llena la tubería de presión mientras llega un flujo constante desde el embalse; de esta forma se evita el daño de la tubería.

## 2.3 CASA DE MÁQUINAS

Es la edificación donde se produce la energía eléctrica. Consta de varias partes. Entre las más importantes se encuentran las unidades de generación, la salea de control y los equipos auxiliares.

### 2.3.1 UNIDADES TURBOGENERADORAS

Cada una está constituida por un acoplamiento entre una turbina y un generador.

**Turbina:** Es el elemento que transforma la energía hidráulica en mecánica para accionar el generador. Las turbinas hidráulicas son de varios tipos, en general se tienen:

#### Clasificación de las turbinas hidráulicas

Por la manera de actuar el agua en los álabes:

- Turbinas de acción. Coincide el sentido de proyección del chorro de agua y el sentido de giro del rodete. La presión de agua no varía en los álabes. Rodete no inundado (Pelton)
- Turbinas de reacción. No coincide el sentido de proyección del chorro de agua y el sentido de giro del rodete. Mayor presión a la entrada de agua que a la salida. Rodete inundado (Francis y Kaplan)

## TURBINAS PELTON

### Componentes:

- **Inyector.** Transforma la energía de presión del fluido en energía cinética. Consta de tobera (boquilla con orificio de sección circular) y válvula de aguja (punzón que regula caudal en función de su proximidad a la tobera)
- **Cámara de distribución.** Es la prolongación de la tubería forzada. Conduce el caudal de agua hasta los inyectores

- Distribuidor. Constituido por 1 a 6 equipos de inyección de agua, que dirigen convenientemente un chorro de agua cilíndrico y de sección uniforme al rodete, también regulan o cortan el caudal
- Rodete. Pieza clave de la turbina donde se transforma la energía hidráulica en energía mecánica de rotación. Elementos: rueda, álabes, carcasa, eje, cámara de descarga, sistema hidráulico de frenado

**Principio de funcionamiento:**

- Está formada por una rueda móvil provista de aletas o cucharas en su periferia sobre las cuales incide el chorro de agua a la presión atmosférica
- Chorro sale de un inyector fijo en el cual la regulación se efectúa variando la posición de una aguja que obtura más o menos el orificio de salida. El chorro incide en la arista central de las cucharas y se divide en dos partes que salen despedidas lateralmente, para caer después al canal de fuga directamente por la fuerza de la gravedad (por tanto, no tienen difusores).
- Para caudales mayores, pueden disponerse varias toberas en diversas posiciones del rodete
- El agua a presión va a una cámara espiral en forma de caracol, cuya misión es repartir el caudal por toda la periferia del rodete
- Una serie de álabes fijos se encargan de canalizar correctamente las líneas de flujo del agua
- Entre esta hilera de álabes fijos y el rodete se encuentra una segunda fila de álabes móviles o palas directrices que constituyen lo que se denomina el anillo distribuidor
- El distribuidor permite regular el caudal de la turbina sin que las venas líquidas sufran desviaciones bruscas o contracciones, permitiendo un rendimiento elevado incluso con cargas reducidas. Estos álabes móviles pueden girar alrededor de un eje paralelo al eje de la máquina, y el movimiento de cierre es simultáneo para todos ellos

Parte de la energía potencial gravitatoria del agua embalsada se convierte en energía cinética. A su paso por las palas fijas del antedistribuidor y las palas móviles del distribuidor aumenta la energía cinética provocando el giro del rodete

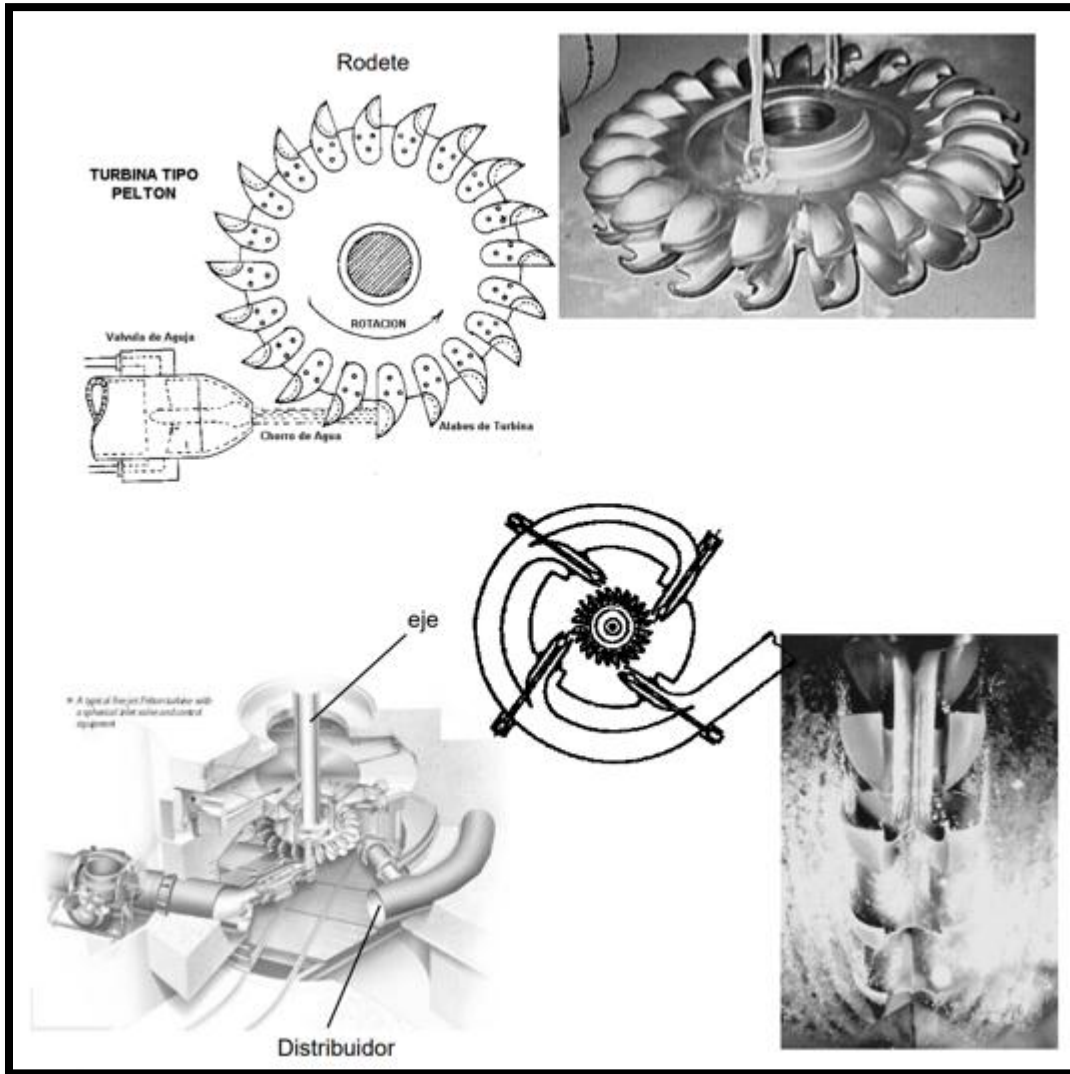


Figura 2 Turbina tipo Pelton

## TURBINA FRANCIS

### Principio de funcionamiento:

- El agua a presión va a una cámara espiral en forma de caracol, cuya misión es repartir el caudal por toda la periferia del rodete
- Una serie de álabes fijos se encargan de canalizar correctamente las líneas de flujo del agua

- Entre esta hilera de álabes fijos y el rodete se encuentra una segunda fila de álabes móviles o palas directrices que constituyen lo que se denomina el anillo distribuido
- El distribuidor permite regular el caudal de la turbina sin que las venas líquidas sufran desviaciones bruscas o contracciones, permitiendo un rendimiento elevado incluso con cargas reducidas. Estos álabes móviles pueden girar alrededor de un eje paralelo al eje de la máquina, y el movimiento de cierre es simultáneo para todos ellos

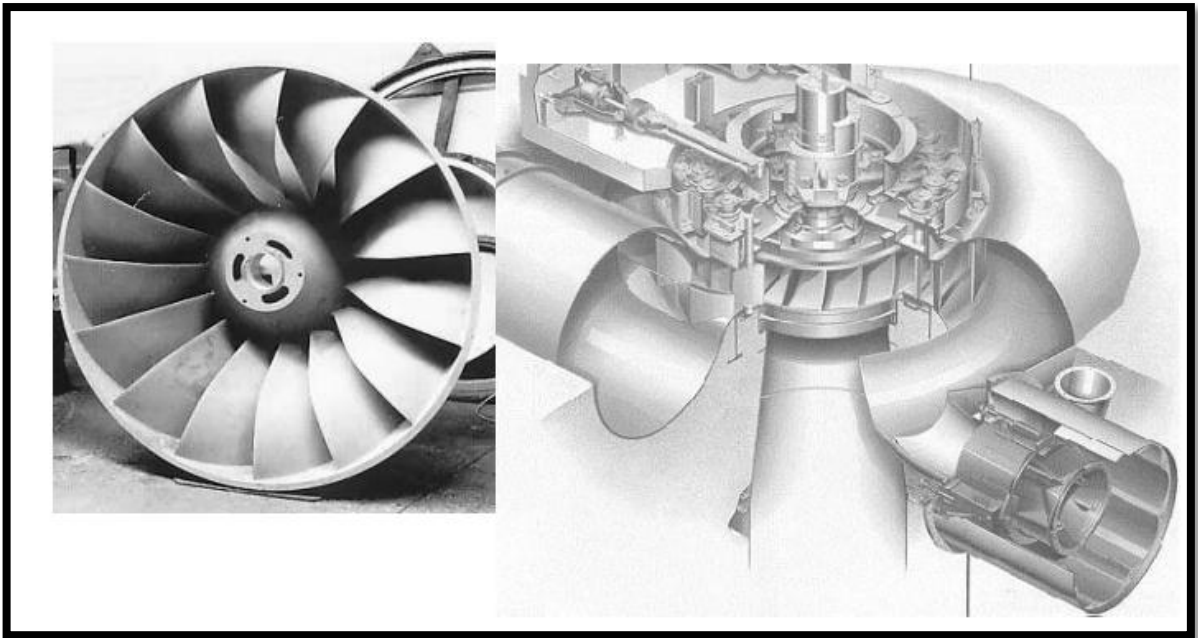


Figura 3 Turbina tipo Francis

## TURBINA KAPLAN

### Principio de funcionamiento:

Están constituidas por una hélice de eje vertical con pocos álabes y gran sección de paso entre ellos. El agua entra al rodete desde una cámara espiral con distribuidor regulable análogo al de las turbinas Francis, pero los álabes están situados a una altura relativamente menor, de forma que el flujo es prácticamente axial. Para conseguir el ángulo de incidencia óptimo de las venas líquidas cuando se funciona a caudal variable es necesario inclinar los álabes del rodete. El movimiento de todas las palas es simultáneo mediante un complejo sistema de bielas alojado en el interior del rodete

- Llamadas turbinas de doble regulación: palas en el rodete y en el distribuidor
- Rodete. Similar a la hélice de un barco (aleaciones especiales). Las palas tienen libertad de movimiento, pueden girar sobre sus asientos situados en el núcleo del rodete. A mayor salto más palas.

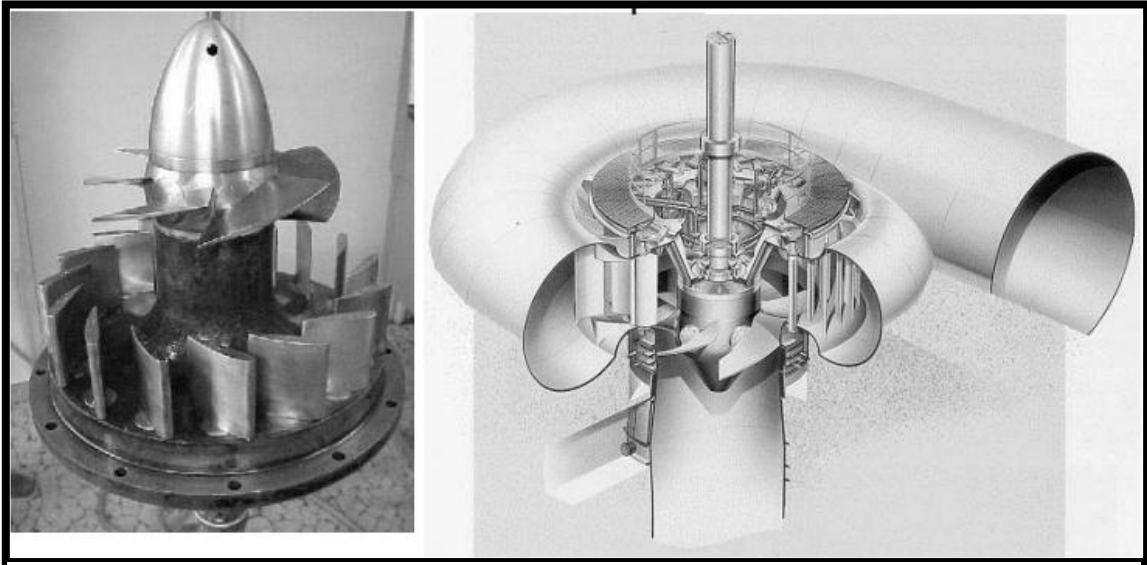


Figura 4 Turbino tipo Kaplan

### 2.3.2 GENERADOR

Es la máquina que transforma la energía mecánica en eléctrica. Se le llama también Alternador porque produce corriente alterna. Está formado básicamente por dos elementos: uno fijo cuyo nombre genérico es el de Estator y otro que gira concéntricamente en éste, llamado Rotor. Uno de ellos debe crear un campo magnético, alimentado con corriente directa (corriente de excitación del campo), tomada de la excitatriz. A dicho elemento se le denomina inductor y está formado por un conjunto de bobinas. El inductor es el rotor.

El segundo elemento actúa como receptor de corrientes inducidas, por lo que se llama inducido. A él están unidas las barras de salida de la corriente. El estator es el que ocupa el lugar del inducido. La corriente eléctrica se origina en el campo magnético establecido entre el rotor y el estator; al girar el rotor impulsado por la turbina se rompe el campo magnético produciéndose una corriente de electrones. Esta corriente se induce a relativamente bajo voltaje, por lo que se envía al transformador de potencia, el cual sube el voltaje a un valor muy alto para que se efectúe la transmisión hasta los centros de consumo. Finalmente, cerca de las



instalaciones del usuario ocurre una última reducción del voltaje para ajustarlo a las características del funcionamiento de los aparatos. El fenómeno físico mediante el cual se obtiene la energía eléctrica se denomina inducción electromagnética.

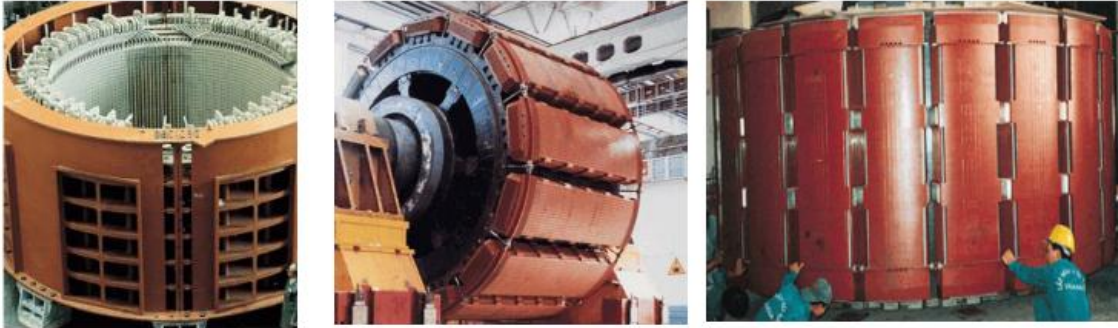


Figura 5 Estator y rotor de un generador

### 2.3.3 SALA DE CONTROL

Como se capta por el nombre, la sala de control es el sitio donde un personal sumamente capacitado efectúa la labor de control del proceso total de generación de la planta. Para tal efecto cuenta con tableros indicadores, alarmas y protecciones, sistemas de comunicación, tableros de mano para las subestaciones, entre otros.

### 2.3.4 EQUIPOS AUXILIARES

Tales como bombas de agua para el enfriamiento de las unidades, bombas lubricantes, extinguidores de fuego, equipos para la autoalimentación eléctrica, banco de baterías, grúa viajera, oficinas y salas varias, taller y bodega.

## 2.4 SUBESTACIÓN

Los generadores de la planta producen la corriente eléctrica a relativamente bajo voltaje, lo cual haría imposible que el servicio en los centros de consumo fuese de buena calidad.

Por tal motivo es necesario utilizar una subestación, la cual cuenta con otra serie de equipos que permite regular dicho servicio. La subestación se instala contiguo o cerca de la planta generadora y en ella se encuentran los siguientes equipos: transformadores de potencia, disyuntores, seccionadores, transformadores de medición de corriente, aisladores de paso, pararrayos, malla a tierra, Hilos-guarda.

## CAPITULO III RIESGO DE INCENDIO

### 3.1 GENERALIDADES

El fuego se puede definir como el resultado final de una reacción química de oxidación, automantenida y acompañada de desprendimiento de calor y luz, en la que intervienen un elemento reductor (el combustible) y un elemento comburente (habitualmente el aire). En general, para que el combustible y el oxígeno puedan reaccionar químicamente debe existir una aportación de calor mediante un foco de ignición.

La combustión es el resultado de una combinación adecuada de estos tres elementos básicos que, inicialmente, tienen que estar presentes para producir las distintas reacciones que den lugar al fuego. Por lo tanto, el fuego no puede producirse sin la conjunción simultánea de los elementos siguientes:

- Combustible
- Oxidante
- Energía de activación

Con propósitos de fácil entendimiento y aplicaciones didácticas, cada uno de los tres elementos, necesarios para que pueda producirse la combustión, constituyen los lados de un TRIANGULO. Una vez iniciada la combustión, acompañada de llama, el triángulo se convierte en un tetraedro, es decir intervienen un cuarto elemento denominado reacción en cadena, con lo que se amplían las posibilidades de control de la combustión a cuatro formas.<sup>8</sup>

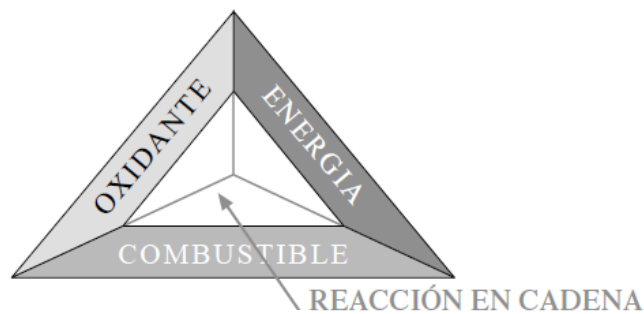


Figura 6 Triangulo del fuego

<sup>8</sup> Asturias, F. M. (2000). Manual básico de prevención de riesgos laborales: higiene industrial y ergonomía. Edita: Sociedad Australiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo. Madrid, Año.

**Combustibles:** Cualquier sustancia capaz de reaccionar de forma rápida con el oxígeno. Ello sólo ocurre en la fase de gas o vapor.

**Comburente:** Cualquier mezcla de gases que contenga suficiente oxígeno para que se produzca la reacción rápida (generalmente el aire que contiene un 21 % de oxígeno).

**Energía de activación:** Calor suficiente para elevar una zona de la masa de combustible por encima de su temperatura de autoinflamación.

**Reacción en cadena:** La combustión de la mezcla de combustible y comburente se mantiene al actuar parte del calor generado como energía de activación para el instante siguiente.

### 3.2 CLASES DE FUEGO

Atendiendo al comportamiento ante el fuego de los diversos combustibles y con la finalidad de ejercer un control rápido sobre los riesgos que conllevan, los fuegos se clasifican según el estado físico del material a temperatura y presión normales en:

- **Fuegos de clase A:** Son los producidos en materiales en fase sólida; las temperaturas que se desprenden en la combustión, son superiores a 6000 C, generando brasas.
- **Fuegos de clase B:** Son los producidos en materiales en fase líquida; las temperaturas que se desprenden de la combustión, son superiores a 9000 C, arden en la superficie.
- **Fuegos de clase C:** Son los producidos en materiales en fase gaseosa; las temperaturas que se desprenden de la combustión, son superiores a 1.1000 C, provocan explosiones.
- **Fuegos de clase D:** Son los producidos en materiales metálicos; las temperaturas que se desprenden de la combustión, son superiores a 2.0000 C.<sup>9</sup>

### 3.4 EQUIPO CONTRA INCENDIO

Es el aparato o dispositivo, automático o manual, instalado y disponible para controlar y combatir incendios. Los equipos contra incendio se clasifican:

a) Por su tipo en:

<sup>9</sup> Asturias, F. M. (2000). Manual básico de prevención de riesgos laborales: higiene industrial y ergonomía. Edita: Sociedad Australiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo. Madrid, Año.

- **1) Portátiles:** Son aquellos que están diseñados para ser transportados y operados manualmente, con un peso total menor o igual a 20 kilogramos, y que contienen un agente extintor, el cual puede expelerse bajo presión con el fin de combatir o extinguir un fuego incipiente;
- **2) Móviles:** Son aquellos que están diseñados para ser transportados sobre ruedas, sin locomoción propia, con un peso superior a 20 kilogramos, y que contienen un agente extintor, el cual puede expelerse bajo presión con el fin de combatir o extinguir un fuego incipiente, y
- **3) Fijos:** Son aquellos instalados de manera permanente y que pueden ser de operación manual, semiautomática o automática, con agentes extintores acordes con la clase de fuego que se pretenda combatir. Estos incluyen los sistemas de extinción manual a base de agua (mangueras); los sistemas de rociadores automáticos; los sistemas de aspersores; los monitores; los cañones, y los sistemas de espuma, entre otros.

b) Por el agente extintor que contienen, entre otros:

- **1) Agente extintor químico húmedo:** Son aquellos que se utilizan para extinguir fuegos tipo A, B, C o K, y que normalmente consisten en una solución acuosa de sales orgánicas o inorgánicas, o una combinación de éstas, y
- **2) Agentes extintores especiales:** Son productos que se utilizan para apagar fuegos clase D.<sup>10</sup>

### 3.5 FORMAS DE PROPAGACIÓN DEL CALOR

Existen tres formas de propagación del calor que son:

**Conducción:** Se transmite a través de un cuerpo sólido cuando existe variación de temperatura entre distintos puntos del mismo, cuanto mayor sea la diferencia de temperatura más calor se transmitirá. Cuando hervimos agua para preparar café, en un cazo de acero, nos damos cuenta que todo el recipiente se calienta a la vez y, además, calienta el líquido

---

<sup>10</sup> NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010

contenedor. Igualmente, si el extremo de una barra de hierro lo aproximamos a la lumbre, en breves instantes, el otro extremo comenzará a calentarse. Esto ocurre con materiales que conducen muy bien el calor, como son los metales. A estos materiales se les denomina conductores.

Sin embargo, existen otros materiales como la madera, el hormigón, la cerámica, etc. que presentan un comportamiento totalmente distinto. Si observamos una sartén puesta en el fuego con mango aislante, dicho mango no se calienta debido a que transmite muy mal el calor. Se ha comprobado que cuanto mayor es el espesor de un cuerpo más lentamente transmite el calor y cuanto más delgado es el mismo ocurre todo lo contrario.

Los buenos conductores del calor tienden a desprenderse del mismo. Es muy frecuente en edificios, encontrarnos con estructuras de acero; si un pilar de acero adquiere la temperatura de 500° C, pierde sus propiedades mecánicas, no aguanta el peso que tiene que soportar y la estructura se derrumba. Por ello, las estructuras de acero se suelen proteger con materiales aislantes.

**Convección:** Se denomina a la transmisión del calor a través del movimiento de fluidos. Imaginemos, en una noche de invierno, que el salón de nuestra casa se encuentra caldeado por una estufa y dos módulos calefactores, sin embargo, en el pasillo que nos permite acceder al mismo está a una temperatura próxima al exterior.

**Radiación:** El calor se transmite sin ningún medio o soporte material a través de ondas electromagnéticas en el espacio que transportan paquetes de energía térmica.

En un día de verano, con un sol radiante, si colocamos una lupa junto a un cigarrillo, podemos conseguir que se prenda. También en un día soleado, pero con viento frío, quién no ha comprobado, al introducirse en su coche que su interior está bastante caliente, en contraste con el exterior.

Todo esto es debido a la radiación térmica que es la transmisión de calor sin soporte material por ondas procedentes del sol. Cuando un fuego adquiere serias proporciones, las llamas emiten radiaciones a las superficies colindantes, consiguiendo que comiencen a arder. Este es el motivo de que el día de San José, en Valencia, antes de quemar una "falla" rocíen de agua los

edificios colindantes. La cantidad de calor transmitido por radiación a un cuerpo disminuye al aumentar la distancia de alejamiento.

Los cuerpos opacos absorben las radiaciones y transmiten muy mal la radiación térmica. A los cuerpos transparentes les ocurre todo lo contrario. Cualquier superficie brillante, como los espejos reflejan la radiación calorífica. Existe una cuarta forma de transmisión del calor, por desplazamiento de partículas incandescentes; es frecuente que al calentarse o quemarse las partículas de un combustible sólido o líquido desprendan o salten partículas sólidas o líquidas incandescentes, como consecuencia de tensiones o sobrepresiones internas.

### **3.6 NORMA NOM-002TSPS-2010**

El objetivo de la norma NOM-002-STPS-2010 Establecer los requerimientos mínimos con que todo centro de trabajo debe contar con las medidas necesarias para prevenir conatos de incendio, y en caso de presentarse estos, estar preparados para ser extinguirlo de inmediato y evitar que el problema se vuelva más grande.

#### **Obligaciones del patrón**

El apartado “Obligaciones del patrón” está conformado por 12 puntos a tratar mientras que el apartado “Obligaciones de los trabajadores” por 9 puntos.

- Clasificar el riesgo de incendio del centro de trabajo o por áreas que lo integran, tales como plantas, edificios o niveles, de conformidad con lo establecido por el Apéndice A de la presente Norma.
- Contar con un croquis, plano o mapa general del centro de trabajo, o por áreas que lo integran, actualizado y colocado en los principales lugares de entrada, tránsito, reunión o puntos comunes de estancia o servicios para los trabajadores, que contenga lo siguiente, según aplique:
  - a) El nombre, denominación o razón social del centro de trabajo y su domicilio;
  - b) La identificación de los predios colindantes;
  - c) La identificación de las principales áreas o zonas del centro de trabajo con riesgo de incendio, debido a la presencia de material inflamable, combustible, pirofórico o explosivo, entre otros;

- d) La ubicación de los medios de detección de incendio, así como de los equipos y sistemas contra incendio;
  - e) Las rutas de evacuación, incluyendo, al menos, la ruta de salida y la descarga de salida, además de las salidas de emergencia, escaleras de emergencia y lugares seguros;
  - f) La ubicación del equipo de protección personal para los integrantes de las brigadas contra incendio, y
  - g) La ubicación de materiales y equipo para prestar los primeros auxilios.
- 
- Contar con las instrucciones de seguridad aplicables en cada área del centro de trabajo y difundirlas entre los trabajadores, contratistas y visitantes, según corresponda (Véase la Guía de Referencia I, Instrucciones de Seguridad para la Prevención y Protección contra Incendios).
  - Cumplir con las condiciones de prevención y protección contra incendios en el centro de trabajo, de acuerdo con lo establecido en el Capítulo 7 de la presente Norma.
  - Contar con un plan de atención a emergencias de incendio, conforme al Capítulo 8 de esta Norma.
  - Contar con brigadas contra incendio en los centros de trabajo clasificados con riesgo de incendio alto, en los términos del Capítulo 9 de la presente Norma.
  - Desarrollar simulacros de emergencias de incendio al menos una vez al año, en el caso de centros de trabajo clasificados con riesgo de incendio ordinario, y al menos dos veces al año para aquellos con riesgo de incendio alto, conforme a lo señalado en el Capítulo 10 de esta Norma (Véase la Guía de Referencia II, Brigadas de Emergencia y Consideraciones Generales sobre la Planeación de los Simulacros de Incendio).
  - Elaborar un programa de capacitación anual teórico-práctico en materia de prevención de incendios y atención de emergencias, conforme a lo previsto en el Capítulo 11 de esta Norma, así como capacitar a los trabajadores y a los integrantes de las brigadas contra incendio, con base en dicho programa.
  - Dotar del equipo de protección personal a los integrantes de las brigadas contra incendio, considerando para tal efecto las funciones y riesgos a que estarán expuestos, de conformidad con lo previsto en la NOM-017-STPS-2008, o las que la sustituyan

- (Véase la Guía de Referencia III, Componentes y Características Generales del Equipo de Protección Personal para los Integrantes de las Brigadas contra Incendio).
- Contar en las áreas de los centros de trabajo clasificadas con riesgo de incendio ordinario, con medios de detección y equipos contra incendio, y en las de riesgo de incendio alto, además de lo anteriormente señalado, con sistemas fijos de protección contra incendio y alarmas de incendio, para atender la posible dimensión de la emergencia de incendio, mismos que deberán ser acordes con la clase de fuego que pueda presentarse (Véanse la Guía de Referencia IV, Detectores de Incendio y la Guía de Referencia V, Sistemas Fijos contra Incendio).
- Contar con alguno de los documentos que enseguida se señalan, tratándose de centros de trabajo con riesgo de incendio alto:
  - a) El acta y la minuta correspondientes a la verificación satisfactoria del cumplimiento de la presente Norma, que emita la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, en el marco de las evaluaciones integrales del Programa de Autogestión en Seguridad y Salud en el Trabajo, o
  - b) El dictamen de cumplimiento de esta Norma expedido por una unidad de verificación acreditada y aprobada, o
  - c) El acta circunstanciada que resulte de la revisión, verificación, inspección o vigilancia de las condiciones para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo, por parte de la autoridad local de protección civil que corresponda al domicilio del centro de trabajo, en el marco de los programas internos, específicos o especiales de protección civil.
- Exhibir a la autoridad del trabajo, cuando ésta así lo solicite, los documentos que la presente Norma le obligue a elaborar y poseer.

### **Obligaciones de los trabajadores**

- Cumplir con las instrucciones de seguridad que dicte el patrón.
- Cumplir con las medidas de prevención y protección contra incendios establecidas por el patrón.
- Participar en las actividades de capacitación y entrenamiento proporcionadas por el patrón para la prevención y protección contra incendios.



- Auxiliar en la respuesta a emergencias de incendio que se presenten en el centro de trabajo, conforme a la capacitación y entrenamiento recibidos.
- Cumplir con las instrucciones sobre el uso y cuidado del equipo de protección personal proporcionado por el patrón a los integrantes de las brigadas contra incendio.
- Participar en las brigadas contra incendio.
- Participar en los simulacros de emergencias de incendio.
- No bloquear, dañar, inutilizar o dar uso inadecuado a los equipos de protección personal para la atención a emergencias, croquis, planos, mapas, y señalamientos de evacuación, prevención y combate de incendios, entre otros.
- Poner en práctica el procedimiento de alertamiento, en caso de detectar una situación de emergencia de incendio.

### **Plan de atención a emergencias de incendio**

El plan de atención a emergencias de incendio deberá contener, según aplique, lo siguiente:

- La identificación y localización de áreas, locales o edificios y equipos de proceso, destinados a la fabricación, almacenamiento o manejo de materias primas, subproductos, productos y desechos o residuos que impliquen riesgo de incendio;
- La identificación de rutas de evacuación, salidas y escaleras de emergencia, zonas de menor riesgo y puntos de reunión, entre otros;
- El procedimiento de alertamiento, en caso de ocurrir una emergencia de incendio, con base en el mecanismo de detección implantado;
- Los procedimientos para la operación de los equipos, herramientas y sistemas fijos contra incendio, y de uso del equipo de protección personal para los integrantes de las brigadas contra incendio;
- El procedimiento para la evacuación de los trabajadores, contratistas, patrones y visitantes, entre otros, considerando a las personas con capacidades diferentes;
- Los integrantes de las brigadas contra incendio con responsabilidades y funciones a desarrollar;
- El equipo de protección personal para los integrantes de las brigadas contra incendio;
- El plan de ayuda mutua que se tenga con otros centros de trabajo;

- El procedimiento de solicitud de auxilio a cuerpos especializados para la atención a la emergencia contra incendios, considerando el directorio de dichos cuerpos especializados de la localidad;
- Los procedimientos para el retorno a actividades normales de operación, para eliminar los riesgos después de la emergencia, así como para la identificación de los daños;
- La periodicidad de los simulacros de emergencias de incendio por realizar;
- Los medios de difusión para todos los trabajadores sobre el contenido del plan de atención a emergencias de incendio y de la manera en que ellos participarán en su ejecución, y
- Las instrucciones para atender emergencias de incendio.

Para centros de trabajo con riesgo de incendio alto, el plan de atención a emergencias de incendio deberá contener, además de lo previsto en el numeral 8.1, lo siguiente:

- Las brigadas de primeros auxilios, de comunicación y de evacuación;
- Los procedimientos para realizar sus actividades, y
- Los recursos para desempeñar las funciones de las brigadas.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se sabe que el proceso de generación de energía eléctrica en una central hidroeléctrica está conformado por diferentes partes, entre ellas esta; casa de máquinas, que no es más que una construcción donde se produce energía eléctrica, esta consta de varias partes, entre ellas están los tableros de control, estos tienen diferentes funciones, desde controlar la velocidad de las turbinas hasta controlar el sistema hidráulico.

Estos debido a que son equipos energizados y altas presiones y controlan diferentes parámetros, tienen el riesgo de generar un incendio debido a la falta de mantenimiento o al envejecimiento de materiales o equipos instalados puede generar un corto circuito, causando así daños no solo en los equipos y materiales, sino que también puede afectar seriamente la salud, así como la integridad física y mental de los trabajadores.

La empresa no cuenta con un procedimiento de emergencia en caso de un incendio en los tableros de control, es decir, en caso de un incendio los trabajadores no cuentan con los conocimientos para saber qué acciones o que decisiones tomar, la empresa tampoco cuenta con brigada de emergencia.

Los equipos extintores que se encuentran en la central necesitan mantenimiento debido a que algunos se encuentran caducados y otros necesitan ser cambiados por unos nuevos, de igual manera es necesario la reubicación de equipos en algunos casos por el tipo de agente extintor, el equipo de respiración autónoma también necesita mantenimiento porque no está en condiciones para ser utilizado, cuentan con trajes de bomberos pero estos no están completos y se encuentran desordenados, teniendo estos equipos en tal estado surge la problemática que en caso de un incendio este se saldría de control por no contar con el equipo para mitigarlo.

Otra problemática que se observó es que algunos de los empleados trabajan los tableros sin llevar a cabo el correcto procedimiento de trabajo al no utilizar el equipo de protección personal, cabe mencionar que la empresa les brinda el equipo de protección personal pero algunos trabajadores no lo usan por caer en la complacencia.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Implementar un procedimiento de emergencia en tableros de control de la Central Hidroeléctrica Ángel Alvino Corzo “Peñitas” con base a los requerimientos establecidos en la NOM-002-STPS-2010

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar del área de estudio
- Identificar la función de cada tablero
- Identificar los riesgos
- Identificar la ubicación de los equipos contra incendio
- Describir el procedimiento a realizar en caso de un incendio según la NOM-002-STPS-2010
- Proponer alternativas y medidas de solución

## HIPÓTESIS

Si hay riesgos de incendio en los tableros de control de la central hidroeléctrica Ángel Alvino Corzo “Peñitas” entonces es necesario aplicar la NOM-002-STPS-2010 para disminuir las posibilidades de ocurrencia de un incendio.

## METODOLOGÍA

### ÁREA DE ESTUDIO

#### República Mexicana

México, cuenta con 32 Entidades federativas; México es una República Federal, situada al Sur de América del Norte, en su parte más angosta; limita al Norte con Estados Unidos, al Este con el Golfo de México y el mar Caribe, al Sureste con Belice y Guatemala, y al Oeste y Sur con el Océano Pacífico.

La Jurisdicción Federal Mexicana se extiende, además del territorio continental de la República, sobre numerosas islas cercanas a sus costas. La superficie total del país es de 1.964.382 km<sup>2</sup>, suma de la superficie continental e insular. La capital y ciudad más grande es la ciudad de México, es una república, representativa y federal.



Figura 7 Mapa de México

## Chiapas

Chiapas es uno de los treinta y un estados que, junto con la Ciudad de México, forman los Estados Unidos Mexicanos. Su capital y ciudad más poblada es Tuxtla Gutiérrez. Está ubicado en la región Suroeste del país, limitando al Norte con Tabasco, al Este con Guatemala, al Sur con el Océano Pacífico, al Oeste con Oaxaca y al Noroeste con Veracruz. Con 5 217 908 hab. En 2015 es el sexto estado más poblado, por detrás de Estado de México, Veracruz, Jalisco, Puebla y Guanajuato. Fue fundado el 20 de septiembre de 1786.



Figura 8 Mapa del Estado de Chiapas

De igual forma se encuentra determinada por grandes Valles: la depresión central. Así como grandes llanuras: la Llanura Costera del Pacífico y las Llanuras Aluviales del Norte. Por este motivo, Chiapas presenta una gran diversidad climática y biológica.

## Ostuacán

El nombre de Ostuacán significa “Cueva del Tigre”. Este municipio se localiza en los límites de las Montañas del Norte y de la Llanura Costera del Golfo de Chiapas. Limita al Norte con los municipios de Pichucalco y Sunuapa, al Este con Francisco León y Pichucalco, al Sur con Tecpatán, al Oeste con el estado de Tabasco. Tiene una extensión territorial de 946.40 km<sup>2</sup>.

La hidrografía de Ostuacán se encuentra dominada por el Río Grijalva, que recibe también el nombre local de Río Mezcalapa que lo recorre de una manera sinuosa de Sur a Norte, el río proviene de la Presa Malpaso que se encuentra en el vecino municipio de Tecpatán, y en territorio de Ostuacán es embalsado en la última presa hidroeléctrica del sistema Grijalva, la Presa Peñitas o "Ángel Albino Corzo", como es llamada oficialmente, ubicada casi en la frontera con Tabasco, en comparación con otras presas chiapanecas, Peñitas es un embalse relativamente pequeño, dedicado principalmente a la producción de electricidad y el control de avenidas de agua.



Figura 9 Mapa del municipio de Ostuacán



El territorio del municipio está integrado en la Región Hidrológica Grijalva-Usumacinta y a la Cuenca Río Grijalva-Villahermosa.

El municipio de Ostucán tiene una población de 16,392 habitantes según los resultados del conteo de población y vivienda de 2005 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, de ese total, 8,212 son hombres y 8,180 son mujeres; siendo por tanto el porcentaje de población masculina de 50.1%, el 37.1% de la población tiene una edad inferior a los 15 años, mientras que el 53.5 se encuentra en el rango entre 15 y 65 años de edad, finalmente, el 5.5% de la población mayor de 5 años es hablante de alguna lengua indígena.

## MÉTODOS

En la presente investigación se emplearon los siguientes métodos:

### **Método Analítico**

El método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y el objeto que se estudia para comprender su esencia.

Este método nos permitió conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías.

### **Investigación de campo**

La investigación de campo se presenta mediante la manipulación de una variable externa no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o porque causas se produce una situación o acontecimiento particular.

Podríamos definirla diciendo que es el proceso que, utilizando el método científico, permite obtener nuevos conocimientos en el campo de la realidad social. (Investigación pura), o bien estudiar una situación para diagnosticar necesidades y problemas a efectos de aplicar los conocimientos con fines prácticos (investigación aplicada).

Este tipo de investigación es también conocida como investigación en sitio ya que se realiza en el propio sitio donde se encuentra el objeto de estudio. Ello permite el conocimiento más a fondo del investigador, puede manejar los datos con más seguridad y podrá soportarse en diseños exploratorios, descriptivos y experimentales, creando una situación de control en la cual manipula sobre una o más variables dependientes (efectos).

El uso del término investigación de campo es bastante coloquial. Hablamos de experimentar cuando mezclamos sustancias químicas y observamos la reacción de este hecho, pero también

cuando nos cambiamos de peinado y observamos la reacción de nuestras amistades en cuanto a nuestra transformación, también estamos en presencia de un experimento de campo.

### **Investigación Documental**

La investigación documental está basada en conocimientos ciertos y fundamentos, ya que en su mayoría son estudios o proyectos a realizar, con propuestas concretas y soluciones reales, no ficticias, aunque en ocasiones manejemos conocimientos empíricos, pero ya comprobados

En esta la investigación documental se obtuvieron datos del sitio, se construirá el marco teórico, se consultó información referente a la seguridad industrial en libros, revistas científicas, mapas y páginas web. Además, se consultó la normatividad aplicable NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

## PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### CARACTERIZACION DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### Central Hidroeléctrica Argel Albino Corzo

La presa peñitas se localiza al Norte del Estado de Chiapas, dentro del municipio de Ostuacán, muy próximo a los límites con el estado de Tabasco. La central tiene comunicación a la central hidroeléctrica “Malpaso” (49 km.), a la Estación Chontalpa, Tabasco. (31 km.); a Huimanguillo, Tabasco. (51 km.) y la Ciudad de Cárdenas, Tabasco. (66 km.) siendo este punto donde la carretera se intercepta con la carretera Coatzacoalcos, Veracruz-Villahermosa, Tabasco.



Figura 10 Imagen satelital de la presa Peñitas

La Central Hidroeléctrica “peñitas” se encuentra localizada en la margen izquierda del río Grijalva, y consta de las siguientes estructuras: Obra de toma, Tuberías de Conducción, Casa de Máquinas y Canal de Desfogue. La central hidroeléctrica tiene como principal objetivo la generación de la energía eléctrica. Del vaso de almacenamiento se encauza a través de su canal de llamada a través de las tuberías de conducción para operar la Unidades Generadoras, las cuales se encuentran ubicadas en la Casa de Máquinas y posteriormente restituir al río el gasto utilizado a través del canal de desfogue.

## IDENTIFICACIÓN DE LA FUNCIÓN DE CADA TABLERO

En el área “piso de turbinas” de la Central Hidroeléctrica Ángel Albino Corzo se encuentran ubicados los tableros de control, estos están divididos en cuatro partes son las siguientes:

Tabla 1 Tipos de tableros y su función

Tablero	Función
<b>Tableros RM</b>	(Tableros de Baja Tensión) son los encargados de la fuerza y control de los equipos auxiliares de la unidad como son las bombas de regulación, compresores de regulación, bomba de izaje, bombas de agua infiltrada., bombas de aceite infiltrado., ventilador del generador y bombas de enfriamiento de aceite.
<b>Tableros de regulador de velocidad</b>	Se encarga de regular la velocidad, regular la apertura de los alabes del rodete y regular la apertura de los alabes del distribuidor.
<b>Tableros PLC de la unidad</b>	Programador Lógico Programable (Programmable Logic Controller) se encargan de la programación de los tableros RM, más que nada controlan los equipos auxiliares por medio de sensores.
<b>Tableros DT'S</b>	Estos tableros se encargan del control de los sensores analógicos digitales los cuales son de tres tipos; presostato, flujometro y sensores de calor.



Figura 11 Tablero regulador de velocidad y PLC



Figura 12 Tableros de control en piso de turbinas

## IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Se identificaron diferentes tipos de riesgos a los cuales están expuestos los tableros de control estos se muestran en la tabla 1.

Tabla 2 Riesgo de incendio en Tableros

Riesgo	Descripción del riesgo
<b>Corto circuito</b>	Se puede presentar debido al envejecimiento o desgaste del aislamiento de las terminales
<b>Sobrecarga</b>	La sobrecarga se puede presentar debido a una saturación de la capacidad del sistema eléctrico o en las instalaciones eléctricas
<b>Arco eléctrico</b>	Este se puede presentar por a la apertura lenta de un circuito en carga debido a una mala operación, la merma de la capacidad dieléctrica de los aislamientos o por proximidad a elementos de tensión
<b>Error humano</b>	Se puede presentar debido a la mala realización de un procedimiento de trabajo

## IDENTIFICACIÓN DE LA UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS CONTRA INCENDIO

El área Piso de Turbina tiene un total de 23 extintores distribuidos en toda el área, solo se manejan dos tipos que son: Polvo Químico Seco (PQS) y Bióxido de carbono (CO2) y tiene diferentes capacidades.

Tabla 3 Extintores en Piso de turbinas

Extintores en Piso de Turbinas		
Ubicación	Tipo	Capacidad kg
Acceso unidad auxiliar	PQS	9
Costado derecho U- auxiliar	PQS	9
Costado derecho U- auxiliar	PQS	9
Frente generador U-4	PQS	9
Frente generador U-4	PQS	50
Acceso galería de cables U-4	CO2	6
Acceso galería de cables U-4	PQS	9
Cost. izq. tanque aceite n. 2	CO2	9
Frente al generador U-3	PQS	9
Acceso galería de cables U-3	CO2	4.5
Acceso galería de cables U-3	CO2	9
Frente acceso a turbina U-3	PQS	12
Acceso galería de cables U-2	PQS	50
Frente generador U-2	PQS	12
Acceso galería de cables U-2	CO2	9
Acceso galería de cables U-2	PQS	4.5
Frente acceso a turbina U-2	CO2	9
Frente generador U-1	PQS	6
Acceso galería de cables U-1	CO2	9
Acceso galería de cables U-1	CO2	4.5
Cost. izq. acc. a turbina U-1	PQS	9
Cost. der. tablero control U-1	CO2	9
Frente a bombas de achique	PQS	50





Figura 14 Extintores en piso de turbinas



Figura 13 Extintor con falta de mantenimiento

## DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO A REALIZAR EN CASO DE UN INCENDIO SEGÚN LA NOM-002-STPS-2010

Al producirse un incendio sonara de inmediato la alarma interna, procediéndose a evacuar en forma rápida las áreas afectadas.

- Informar verbal o telefónicamente del suceso de emergencia a la jefatura del Departamento
- Informar al Encargado de Seguridad Institucional
- Retirarse de los lugares peligrosos
- Controlar el incendio, solo si es posible y existen los elementos necesarios
  - En caso de ser posible;
  - Cortar la corriente eléctrica del área afectada
  - Ponerse con el equipo de protección personal especial contra incendios
  - Identificar el extintor más cercano y proceder a mitigar el incendio;
  - Quita el pasador de seguridad del extintor
  - Apunta la manguera hacia la base del fuego
  - Aprieta la palanca
  - Mueve la manguera de un lado al otro
  - Aléjate y repite el procedimiento si las llamas se reavivan
  - Retírate inmediatamente del lugar si no puedes extinguir el fuego
- Evacuar el área
- Dirigirse al área de seguridad más cercana
- Evaluar el riesgo a personas alrededor del área

La evacuación se debe de realizar teniendo en cuenta los siguientes puntos:

1. El personal en general, deberán dejar de inmediato la actividad que estén realizando.
2. Se dirigirán al punto de reunión más cerca, ya sea frente al CECAP o frente al taller mecánico
3. Por ningún motivo se deberá retroceder
4. No se deberá gritar, correr, se deberá avanzar con paso rápido, no corriendo

En caso del personal que labora en las oficinas administrativas

- Se evacuará en una sola fila hacia la salida de emergencia establecida
- La puerta de la sala la abrirá la persona que se encuentre más cerca de ella
- Descender por las escaleras con mucha precaución usando el pasa manos
- Si llegara a encontrar bloqueada la salida, se efectuará una contramarcha hacia otra salida ya establecida.
- Dirigirse al punto de reunión ubicado frente al CECAP.
- Una vez ubicados en las zonas de seguridad se esperará las instrucciones de los Supervisores

## CONCLUSIONES

En la Central Hidroeléctrica Ángel albino Corzo se realizó la implementación de un procedimiento de emergencia en tableros de control con base a los requerimientos establecidos en la NOM-002-STPS-2010 donde al momento de llevar a cabo la identificación de riesgos se encontraron diferentes tipos de riesgos a los que están expuestos los tableros de control.

Los equipos son los que más expuestos están debido a los altos voltajes de energía que manejan provocando sobrecalentamiento apresurando así el desgaste de los materiales como los aislantes, aumentando su probabilidad de un corto circuito, arco eléctrico o sobrecarga. Para minimizar los riesgos se propone darles el mantenimiento correspondiente a los equipos.

Otro punto importante es que se identificó que en algunos casos los empleados trabajaban los tableros sin usar los procedimientos de trabajo correctos al no usar su equipo de protección personal, también se identificó que no todos los empleados tienen el conocimiento de cómo actuar frente a una amenaza de este tipo, se les imparten platicas pero no las ponen en práctica, para minimizar el riesgo se sugiere concientizar al trabajador para que realice el procedimiento de trabajo de forma correcta y utilizar su equipo de protección personal correspondiente, que realicen simulacro periódicamente, que las pláticas que se les impartan sean más didácticas y todos participen.

Con lo anterior se concluye que la hipótesis planteada es aceptada debido a que si se encontraron riesgos de incendio en los tableros de control de la Central Hidroeléctrica “Peñitas”

## PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

- Gestionar el mantenimiento a los equipos extintores y elaborar un programa anual de revisión mensual tal y como la marca la Norma aplicable.
- Los trabajadores deben llevar a cabo los procedimientos de trabajo al efectuar una actividad.
- Que todo el personal tenga identificadas las rutas de evacuación, salidas y escaleras de emergencia y puntos de reunión.
- Colocar en los tableros un sistema de sello contra incendio.
- Contar con un croquis, plano o mapa general del centro de trabajo, o por áreas que lo integran, actualizado y colocado en los principales lugares de entrada, tránsito, reunión o puntos comunes de estancia o servicios para los trabajadores.
- Dar seguimiento al programa anual de revisión de tableros a fin de identificar y corregir condiciones inseguras que puedan existir.
- Desarrollar simulacros de emergencias de incendio al menos dos veces al año por ser un centro de trabajo con riesgo de incendio alto según la norma, así como también contar brigada contra incendio
- Poner en práctica el procedimiento de emergencia en caso de detectar una situación de emergencia de incendio.

## BIBLIOGRAFÍA

Arreola, R., Sánchez, R., & Mendoza, S. (2012). Seguridad e higiene industrial. Observatorio de la economía latinoamericana, (175).

Asturias, F. M. (2000). Manual básico de prevención de riesgos laborales: higiene industrial y ergonomía. Edita: Sociedad Australiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo. Madrid, Año.

Cuero, B. R. Guía práctica de Simulacros de Evacuación Centro Nacional de Prevención de Desastres, S. G., 1995

Kaiser, B. (2011). Higiene y seguridad industrial. red) disponible en:

<http://www.aui.edu/publications/student/spanish/180-207/Higiene-y-seguridad-Industrial.html>.

Memorias del "Proyecto de Investigación sobre las Condiciones de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo que privan en la Industria de la Construcción" de la CMIC, Págs. 5 y 6.

Nom, N. O. M. 002-STPS-2010. Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo, fecha de publicación en el Diario Oficial de la Federación.