

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“ADMINISTRACIÓN DE LOS RIESGOS DE
UNA HIDROELÉCTRICA”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECANICO**

WILMER GUILLERMO POMA BARRETO

PROMOCION 1999-I

LIMA-PERU

2006

TABLA DE CONTENIDOS

TABLA DE CONTENIDOS

PRÓLOGO	2
CAPÍTULO I	3
INTRODUCCIÓN	3
1.1 Objetivos	4
1.2 Alcances	4
CAPÍTULO II	6
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE UNA HIDROELÉCTRICA	6
2.1 Principio y funcionamiento	6
2.2 Clasificación	7
2.2.1 Tipos según discurre el agua	8
2.2.2 Tipos según salto de agua	11
2.3 Elementos de una Central Hidráulica	14
2.3.1 Presa	14
2.3.2 Toma de agua	15
2.3.3 Compuertas	16
2.3.4 Desripiadores	16
2.3.5 Rejas y rejillas	17
2.3.6 Desarenador	18
2.3.7 Canales y Galería de conducción	20
2.3.8 Cámara de carga y chimenea de equilibrio	21

2.3.9	Tubería forzada o de presión	24
2.3.10	Válvula de Compuerta	28
2.3.11	Turbina	31
2.3.12	Generador	37
2.3.13	Sistemas de Excitación	38
CAPÍTULO III		40
MANTENIMIENTO MECÁNICO DE UNA HIDROELÉCTRICA		40
3.1	Fundamentos de Mantenimiento	40
3.1.1	Introducción	40
3.1.2	Historia de la Organización del Mantenimiento	41
3.1.3	Mantenimiento	42
3.2	Programa de Mantenimiento de una Central Hidroeléctrica	51
3.2.1	Rejas	51
3.2.2	Compuertas	52
3.2.3	Válvulas	52
3.2.4	Tubería Forzada	53
3.2.5	Cojinetes	55
3.2.6	Turbina	55
3.2.7	Generador	63
3.3	Cronograma de Mantenimiento	66
CAPÍTULO IV		75
REGLAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL DEL SUBSECTOR ELECTRICIDAD		75
4.1	Descripción	75

4.2	Alcances	76
4.3	Objetivos	77
4.4	Análisis de Riesgos	77
4.5	Cumplimiento	78
4.6	Seguridad en Centrales Hidroeléctricas	78
CAPÍTULO V		83
DETERMINACIÓN DE LOS RIESGOS EN UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA		83
5.1	Clasificación de las Actividades de Trabajo	83
5.2	Identificación del Riesgo	89
5.2.1	Riesgo	89
5.3	Análisis de Riesgo	95
5.3.1	Probabilidad	96
5.3.2	Consecuencia	96
5.3.3	Escala de Valorización de las Variables	97
5.4	Evaluación de los Riesgos	110
5.5	Valoración de los Riesgos	115
5.6	Matriz de Riesgo	117
5.7	Tipos de Evaluaciones	125
5.7.1	Evaluación de riesgos impuesta por legislación específica	125
5.7.2	Evaluación de Riesgos para los que no existe legislación específica	126
5.7.3	Evaluación General de Riesgos	127
5.8	Metodología Alternativa	127

5.8.1	Identificación de Actividades, Instalaciones y Materiales	127
5.8.2	Identificación de Peligro y Riesgos	128
5.8.3	Origen del Riesgo	131
5.8.4	Evaluación de Riesgos	131
CAPÍTULO VI		143
ADMINISTRACION DE LOS RIESGOS DE UNA HIDROELÉCTRICA		143
6.1	Métodos para Administrar los Riesgos	143
6.1.1	Eliminar	143
6.1.2	Tolerar	143
6.1.3	Transferir	144
6.1.4	Tratar	144
6.2	Causas y consecuencias de los Incidentes – Accidentes	145
6.2.1	Incidente	146
6.2.2	Fuente de Accidentes	148
6.2.3	Actos y Condiciones Subestándares	150
6.2.4	Causas Básicas	152
6.3	Política y Organización Preventiva	154
6.4	Sistema de Prevención	156
6.4.1	Medidas y actividades para eliminar o reducir riesgos	158
6.5	Control de Perdidas	175
6.5.1	Etapas de Pre-contacto	175
6.5.2	Etapas de contacto	175
6.5.3	Etapas de Post-contacto	178
6.6	Índices estadísticos de Seguridad	180

6.6.1	Índice de Frecuencia	180
6.6.2	Índice de Severidad	181
6.6.3	Índice de Accidentabilidad	183
CAPÍTULO VII		185
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE RIESGOS		185
7.1	Actividades para el Control de Riesgos	185
7.1.1	Inspecciones y Revisiones Planeadas	188
7.1.2	Mantenimiento Preventivo	194
7.1.3	Observaciones Planeadas del Trabajo	196
7.1.4	Orden y limpieza de los lugares de trabajo	199
7.1.5	Vigilancia de la Salud de los Trabajadores	202
7.1.6	Control de Riesgos Higiénicos	209
7.1.7	Control de Riesgos Ergonómicos y Psicosociales	211
7.1.8	Permisos para Trabajos Especiales	213
7.2	Seguimiento de las Medidas Correctoras	217
7.2.1	Objetivo	217
7.2.2	Implicancias y Responsabilidades	217
7.2.3	Desarrollo	218
7.3	Investigación Accidentes/Incidentes, control de la siniestralidad	220
7.3.1	Objetivo	220
7.3.2	Implicancias y Responsabilidades	220
7.3.3	Desarrollo	221
7.4	Auditorias del Sistema de Prevención	225
7.4.1	Objetivo	226

7.4.2	Implicaciones y Responsabilidades	226
7.4.3	Desarrollo	227
7.5	Costo de los Riesgos	232
7.5.1	Costos de la no prevención	235
7.5.2	Análisis Económico	237
CONCLUSIONES		242
RECOMENDACIONES		245
BIBLIOGRAFÍA		246
ANEXOS		248

PRÓLOGO

El desarrollo de la presente tesis consta de siete capítulos los cuales se describen a continuación en forma breve.

En el Capítulo 1, se presenta la introducción de la tesis, donde se señala además el objetivo y alcances de la misma.

En el Capítulo 2, se definen las características, principio de funcionamiento y se describen los componentes de una Central Hidroeléctrica.

En el Capítulo 3, se describe los fundamentos del mantenimiento y los tipos de mantenimiento y se incluye un programa de mantenimiento de una central hidroeléctrica.

En el Capítulo 4, se da a conocer el Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del subsector electricidad.

En el Capítulo 5, se muestra la metodología a seguir para elaborar la matriz de riesgo de una central hidroeléctrica.

En el Capítulo 6, se definen las causas y consecuencias de los incidentes – accidentes así como el sistema de prevención y control de pérdidas.

En el Capítulo 7, se dan a conocer las medidas y actividades para el control de riesgos, auditorias y costos de los riesgos.

La parte final comprende las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En los escenarios actuales, las empresas requieren de una actitud y comportamiento práctico para recurrir con rapidez a las diversas fuentes de ventajas competitivas que les aseguren mantenerse vigente en el mercado, contando con la preferencia de los clientes.

Consecuentemente con esta realidad, la administración de riesgos es el elemento clave de una actuación en prevención, debido a que provee base tangible sobre el cual se puede determinar:

- Si se puede o no convivir o tolerar el riesgo.
- Si no se puede, que es necesario hacer en términos estándares.
- Como se puede asignar prioridades y reducir el riesgo

A su vez, cada empresa deberá adoptar un procedimiento para la evaluación de riesgos y éste deberá ser tal que sea entendido y aceptado por sus trabajadores.

Para poder revertir la situación de accidentabilidad de una Central Hidráulica, es indispensable la identificación, evaluación y jerarquización de los riesgos; la evaluación de riesgos permite que se asigne prioridades a las actividades que se desarrollan en una Hidroeléctrica y se decida que riesgos

se pueden tolerar y cuáles requieren acciones para controlarlos y eliminarlos.

El conocimiento asociado a los diferentes puestos de trabajo, la tarea en los mismos y la introducción de las medidas correctivas adecuadas para reducirlos, permite controlar el riesgo y garantizar la protección de la salud de los trabajadores.

Es necesario que hoy en día se tome mas conciencia de lo que es la implementación de programas de prevención de riesgos dentro de las centrales hidroeléctricas, ya que sé ha descubierto sobre la base de estudios realizados todas aquellas consecuencias que sufre la empresa por un accidente en la misma.

1.1 Objetivos

Generar una visión sistemática acerca de la administración y evaluación de riesgos, para promover acciones preventivas a nivel de la central con el fin de crear y/o incrementar la concienciación en una central hidroeléctrica acerca de los peligros que constituyen una amenaza potencial para las personas, las propiedades y el medio ambiente.

1.2 Alcances

La metodología de evaluación y administración de riesgo propuesta en esta Tesis se puede generalizar y ser aplicada a cualquier Central Hidroeléctrica.

Mediante esta metodología se deben extremar las medidas de seguridad a fin de salvaguardar la integridad física del personal y de las propias instalaciones.

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE UNA HIDROELÉCTRICA

2.1 Principio y funcionamiento

La energía mecánica del agua (cinética o potencial) se transforma en energía mecánica de rotación mediante una turbina hidráulica

La energía mecánica de rotación se emplea para accionar un generador eléctrico y obtener energía eléctrica

En una central hidroeléctrica el agua se canaliza a la cámara de carga colocada en el nivel superior: desde este punto, a través de conductos forzados, el agua se canaliza a la turbina que se encuentra más abajo. La energía del agua, pasando a través de la turbina, determina la rotación del rotor de la turbina misma.

El eje del rotor que gira está conectado al alternador que produce la energía eléctrica. La potencia eléctrica que se puede obtener de una central hidroeléctrica depende de la cantidad de agua canalizada en la turbina, de la altitud del salto, y además del rendimiento eléctrico del generador.

El agua que sale de la turbina es devuelta a su curso original a un nivel más bajo respecto al que fue recogida.

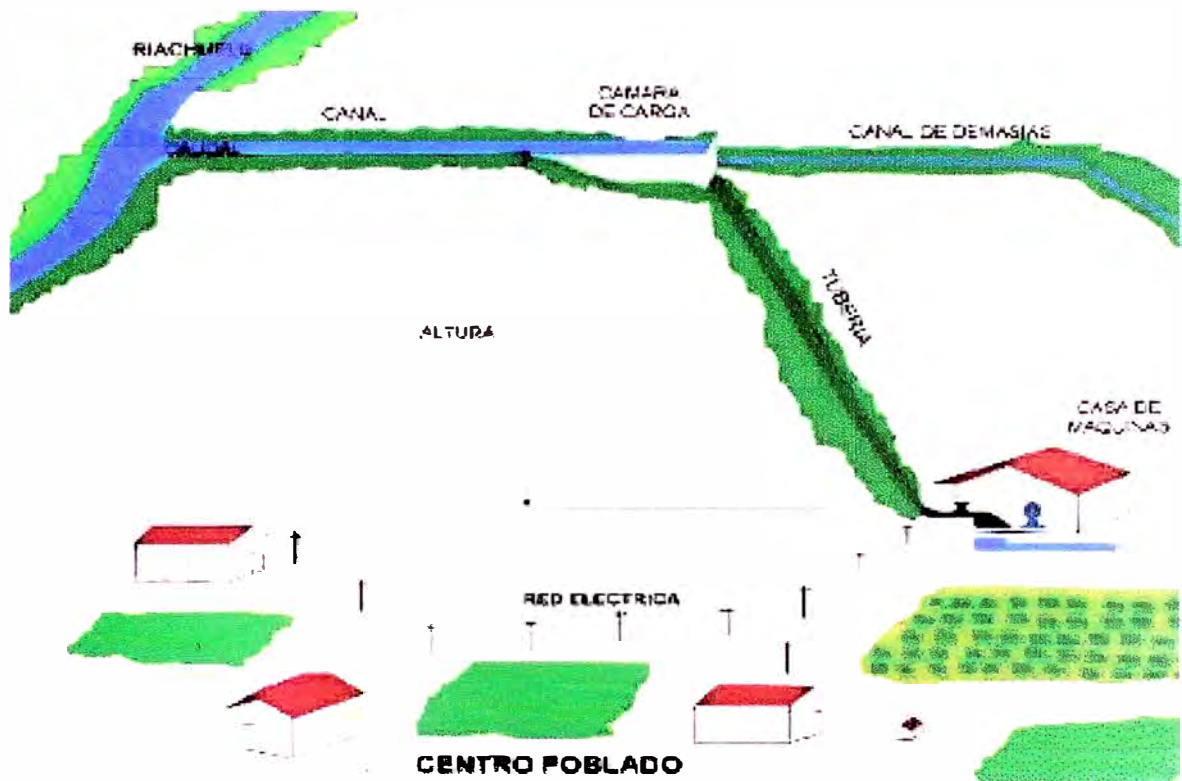


Fig.2.1. Esquema de una central hidroeléctrica

2.2 Clasificación

- Según el discurrir del agua:
 - De agua fluyente
 - De derivación
 - De agua embalsada o de regulación
 - De bombeo
- Según el salto de agua:

- De alta presión
- De media presión
- De baja presión

2.2.1 Tipos según discurre el agua

➤ De agua fluyente

- No cuentan con reserva de agua.
- Gran caudal y pequeña altura.
- Potencia máxima en temporada de lluvias, mínima en tiempo seco.
- Centrales de Base.

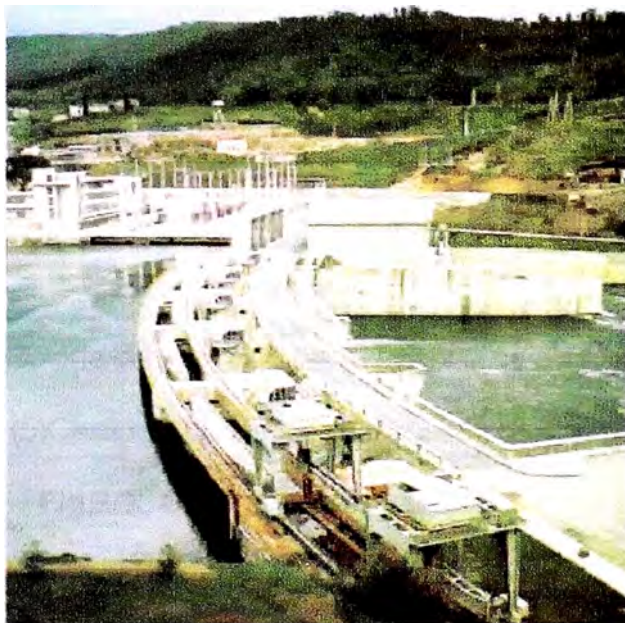
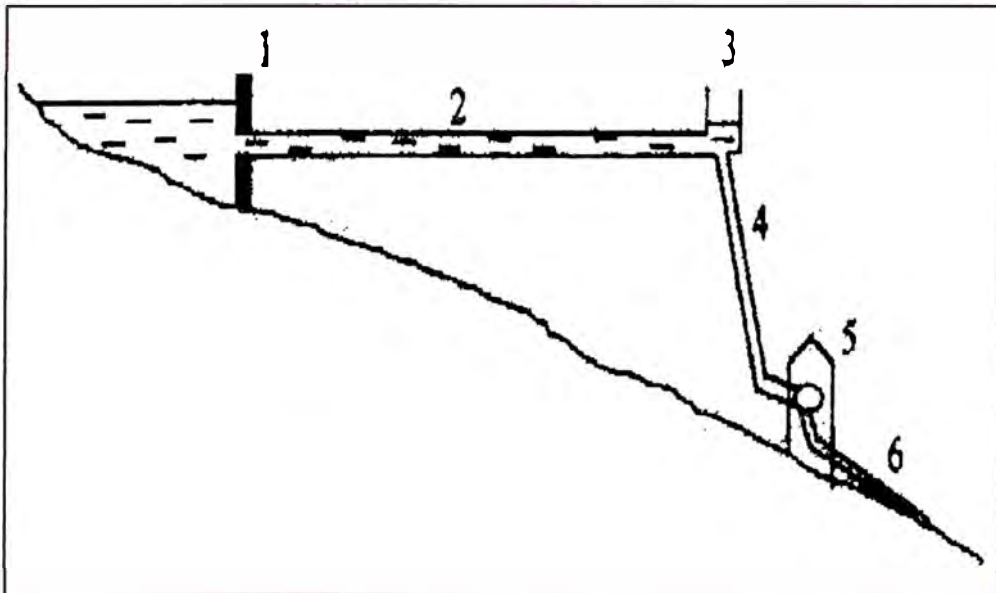


Fig.2.2. Central hidroeléctrica de agua afluyente

➤ **De derivación**

- 1 Pequeña presa para desviar el agua hacia la turbina.
- 2 Galería de conducción.
- 3 Chimenea de equilibrio.
- 4 Tubería forzada.
- 5 Central.
- 6 Canal de desagüe o socaz.



(1)Toma de agua. (2)Galería de aducción (3) Chimenea de equilibrio. (4)Tubería forzada. (5)Casa de maquinas. (6)Canal de descarga.

Fig.2.3. Central de derivación.

- De agua embalsada o de regulación
 - Presa que acumula agua proveniente de grandes lagos o pantanos artificiales en embalse superior.
 - Regulación del caudal.
 - Gran altura, pequeño caudal.
 - Producción variable según demanda.
 - Centrales de punta.



Fig.2.4. Central de agua embalsada

- De bombeo

- Dos embalses a distinta altura (almacenes de energía)
- Demanda irregular: punta (turbinado), valle (bombeo)
- Permite régimen más uniforme para centrales térmicas y nucleares, mejor rendimiento, mayor factor de utilización, menor coste del Kw./h.
- Tiempo de arranque muy corto.

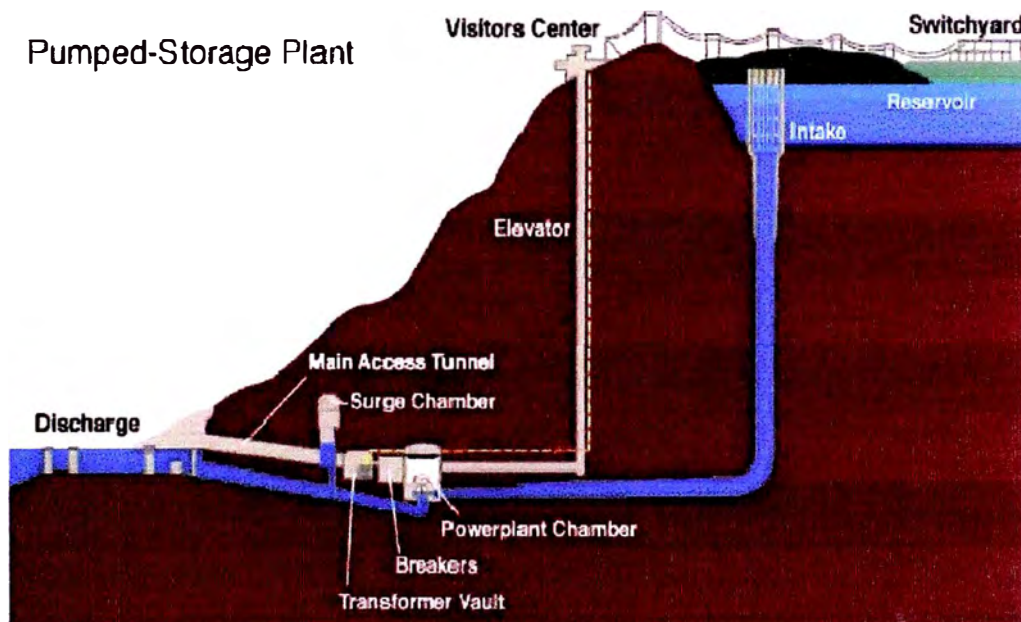


Fig.2.5. Central de Bombeo

2.2.2 Tipos según salto de agua

- Centrales de alta presión
 - Saltos grandes (>300 m), pequeños caudales desalojados ($20 \text{ m}^3/\text{s}$)
 - Turbinas Pelton y Francis
 - Tuberías de gran longitud

- Zonas de alta montaña

- Centrales de media presión
 - Saltos medios (15 -300 m), caudales medios ($200 \text{ m}^3/\text{s}$)
 - Turbinas Pelton, Francis y Kaplan
 - Embalses grandes

- Centrales de baja presión
 - Saltos pequeños (<15 m), caudales grandes ($>300 \text{ m}^3/\text{s}$)
 - Turbinas Francis y Kaplan
 - Valles amplios de baja montaña

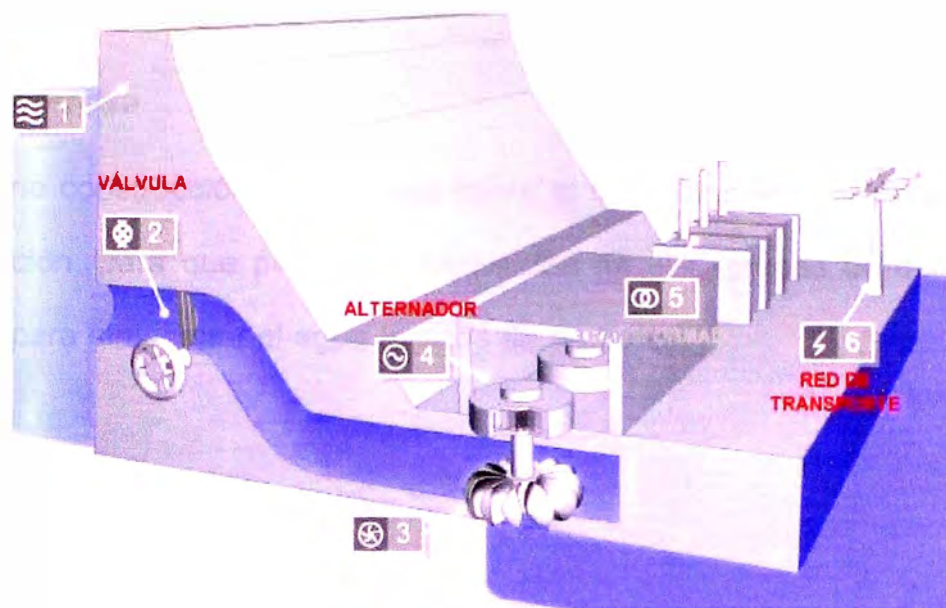


Fig.2.6. Esquema de centrales de baja presión

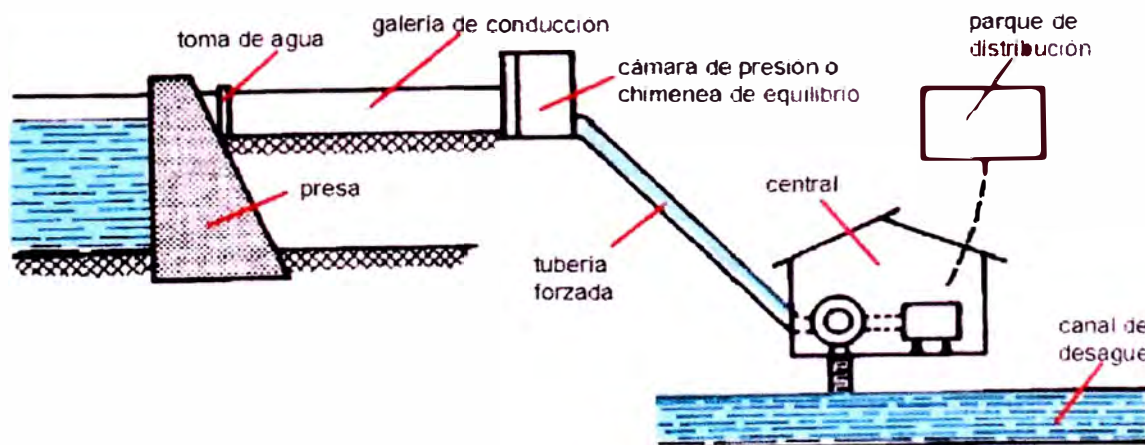


Fig.2.7. Esquema de una central de alta presión

2.3 Elementos de una Central Hidráulica

2.3.1 Presa

Es una construcción que se alza sobre el suelo del río y perpendicular a su dirección, para que permita la derivación de ella (presas de derivación), o bien para almacenar el agua (presas de embalse)

TIPOS DE PRESA

➤ **Presas de gravedad**

- Perfil triangular
- Par de vuelco producido por el empuje del agua se compensa con el par de la reacción que el suelo ejerce sobre la presa
- Estabilidad de la presa debido a su propio peso y al esfuerzo del terreno sobre el que se apoya

➤ **Presas de bóveda**

- Perfil curvado.
- Esfuerzo debido al empuje del agua se transmite hacia las laderas del valle.
- Curvatura necesaria para transmitir la componente horizontal del empuje hacia los laterales del valle.

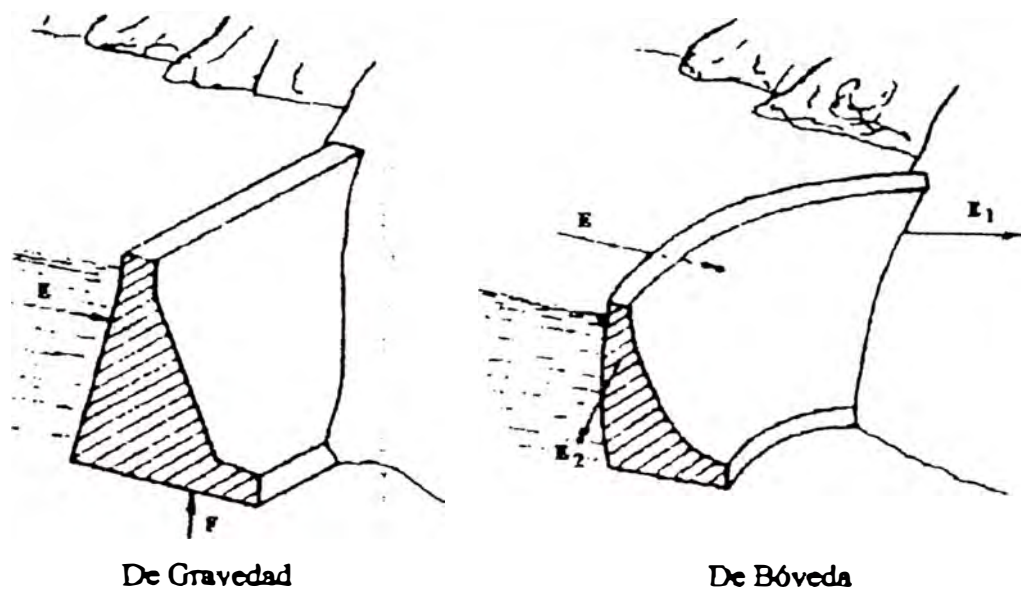


Fig.2.8. Tipos de presa.

2.3.2 Toma de agua

Zona de obra donde se capta el agua necesaria para el accionamiento de las turbinas. Las tomas de agua de las que parten varios conductos hacia las tuberías, se hallan en la pared anterior de la presa que entra en contacto con el agua embalsada. Además existen algunos elementos que proporcionan mejor protección contra elementos no deseados en el caudal como son desperdicios y objetos sólidos que perjudicarían a la turbina:

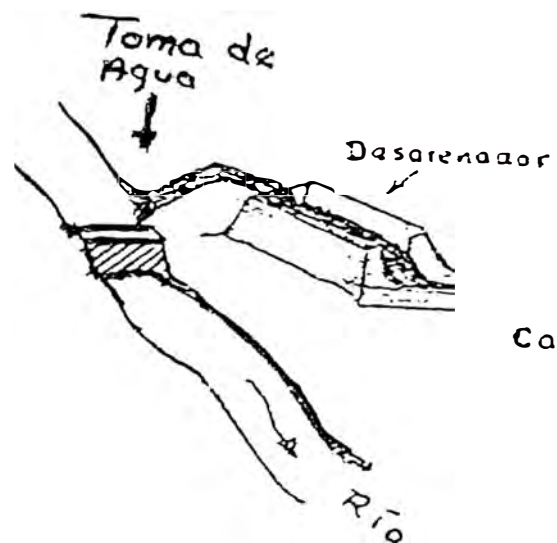


Fig.2.9. Ejemplo de toma de agua.

2.3.3 Compuertas

Sirven para regular la cantidad de agua que llega a las turbinas ya que esta si es superior al caudal nominal podría producir inundaciones o sobrepasar la máxima presión que puede soportar la galería de aducción.

2.3.4 Desripiadores

En todos los casos que no existe un embalse de acumulación o de regulación, donde el agua se decanta naturalmente en forma lenta, y particularmente en los casos donde los ríos acarrearán una gran cantidad de sólidos que podrían dañar las turbinas, es necesario proceder a una decantación rápida y artificial del agua derivada antes de introducirla en el canal o en la galería.

Los desripiadores, que preceden a los desarenadores, se encargan de separar el material más grueso; delante de los desripiadores, para evitar que el material flotante (árboles, ramas etc.) o piedras grandes entren en las obras de captación de agua, se disponen una o más rejas (las gruesas adelante; las más finas en segunda línea) A menudo, si la cantidad de material flotante es considerable, se instalan dispositivos automáticos limpiarrejas.

2.3.5 Rejas y rejillas

Las aperturas por donde entra el agua mediante las compuertas están protegidas para evitar el paso de cuerpos en suspensión o flotación, de estos se encargan las rejas y rejillas, filtrando el agua de elementos grandes la reja y de elementos más fino la rejilla, así no dejan pasar elementos que deterioraran los álabes y producir desperfectos a la turbina. Estas rejas y rejillas necesitan de un mantenimiento periódico pues los restos atacados durante el filtrado pueden acumularse y ocasionar pérdida del caudal además de llegar al punto de no dejar pasar el agua, especialmente en épocas de avenida.

Las rejas se clasifican en gruesas y finas. Las primeras están constituidas por barrotes metálicos que dejan entre sí un espacio de 5 a 25 centímetros e impiden la penetración de cuerpos de regular tamaño en la tubería, casi siempre productos leñosos del campo o del monte (y en los sitios del clima riguroso, témpanos de hielo)

Las rejas finas son las que en realidad protegen más a fondo los elementos de las turbinas. La distancia entre los barrotes es menor, solo de 30 mm.

Las rejas se colocan con una cierta inclinación.

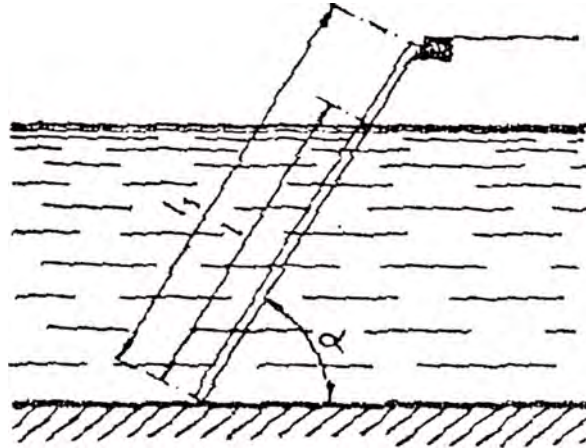


Fig.2.10. Inclinación de las rejas

2.3.6 Desarenador

Este también es uno de los elementos importantes, ya que se encargará de la eliminación de partículas minúsculas después del filtrado en las rejas y rejillas, el sistema de funcionamiento de este filtrado es con la disminución de la velocidad del caudal, dando lugar a que las partículas como son la tierra, piedras pequeñas y arenilla se sienten en el fondo del desarenador, el cual desfoga todas estas partículas mediante unas compuertas que los devuelven al cauce del río, así el agua queda limpia en un 90 % aproximadamente disminuyendo el desgaste de la turbina.

Las posas de decantación de los desarenadores, cuyas formas y tamaño pueden ser muy distintos, trabajan todas sin embargo según el principio de

reducir la velocidad del agua hasta 20-30 cm./seg. Aprovechando una sección transversal oportuna, así que las partículas sólidas, en el recorrido del agua de un extremo a otro de la poza, cuyo largo puede alcanzar unos 50-70 metros se depositan en el fondo y pueden ser periódicamente evacuadas por medio de purgas y lavados en la misma poza.

Con el fin de no interrumpir el flujo del agua durante las operaciones de purga y lavado, se prevé generalmente dos o más pozas de decantación en paralelo. El agua decantada sale del extremo del desarenador en su parte más alta y entra en el canal o en la galería pasando a través de otras rejjas de protección o de compuertas para la regulación del agua.

Obviamente se debe prever también compuertas de admisión de agua a la entrada de los desripiadores, así como también se tendrán compuertas para la purga de los desripiadores y los desarenadores.

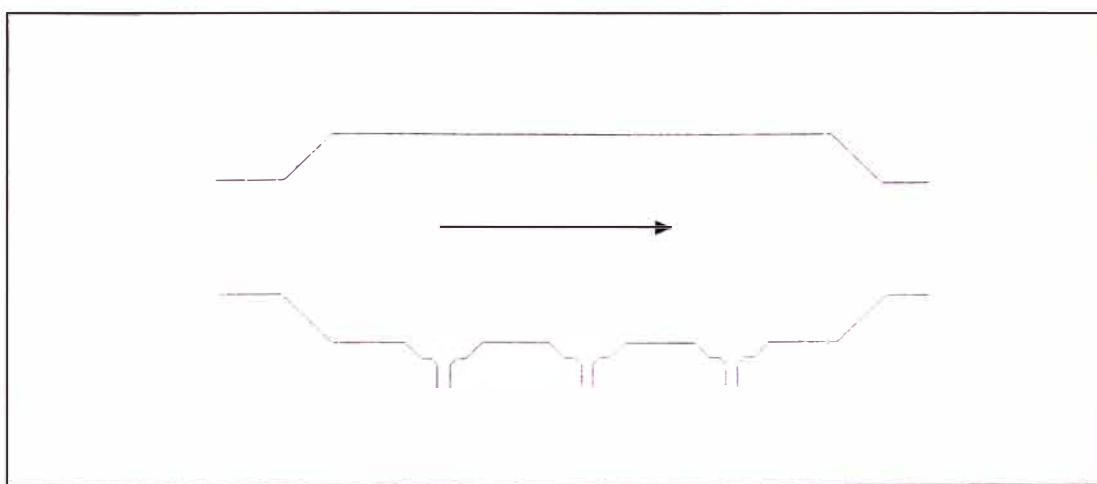


Fig.2.11. Corte transversal del desarenador.

2.3.7 Canales y Galería de conducción

El transporte del agua desde las obras de captación hasta el comienzo de la tubería forzada esta asegurado, según el tipos de instalación, por canales y galerías de pelo libre o por galerías de presión. El largo y la sección dependen de las características de la instalación. Generalmente tienen pendientes de 1.5 hasta 3 por mil con velocidad del agua de 2 – 3 m/s.

Un estudio exhaustivo permite determinar el recorrido del canal o túnel que deben obviamente terrenos demasiado accidentados, rocas descompuestas, localidades urbanizadas, etc. El agua circula debido a los ligerísimos desniveles entre sus extremos (velocidades pequeñas) Son construidas de hormigón con juntas de dilatación (cambio de temperatura)

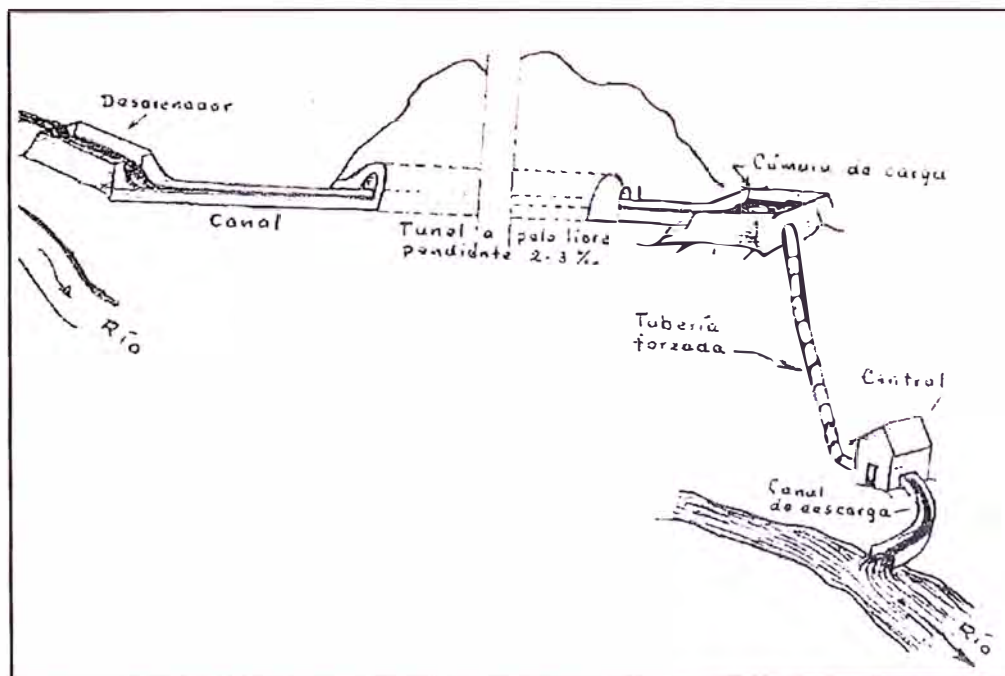


Fig.2.12. Canal y galería de aducción.

2.3.8 Cámara de carga y chimenea de equilibrio

2.3.8.1 CÁMARA DE CARGA

En las centrales alimentadas a través de un canal o una tubería de pelo libre, el agua conducida por la obra de transporte pasa a través de una cámara de carga antes de penetrar en la conducción forzada.

Esta cámara de carga, en forma de pequeño reservorio excavado en el interior del cerro, está prevista de rejillas y compuertas y tiene sobre todo la función de **volante** en caso de variaciones repentinas en la carga. En efecto, si la turbina requiere por ejemplo un aumento instantáneo del 30 % de la carga, el mayor caudal no puede ser entregado de inmediato por el canal aductor y se tomara de la cámara de carga.

En contadas instalaciones la cámara de carga se proyecta de volumen tan grande que pueden servir de reservorio diario de regulación. Su dimensionamiento sigue en este caso las reglas generales. Generalmente, sin embargo, su función es mas limitada y su volumen se determina de manera que sea suficiente para abastecer las máquinas durante el tiempo que el agua (por ejemplo un caudal igual a 30-40 % del caudal máximo) emplea para recorrer el túnel (o el canal) entre la toma y la cámara de carga. Manteniendo el nivel de la cámara de carga algo mas bajo del nivel máximo, se puede también absorber- sin perdidas de agua – eventuales pequeñas reducciones de la carga hasta que llegue la reducción del caudal por accionamiento de las compuertas en la toma.

À la salida de la cámara de carga, antes del empalme con la tubería forzada, se instalan rejillas y compuertas. Las primeras impiden la entrada de material en la tubería y las compuertas se emplean como órgano de seguridad para independizar la tubería en caso de trabajos de mantenimiento de la misma.

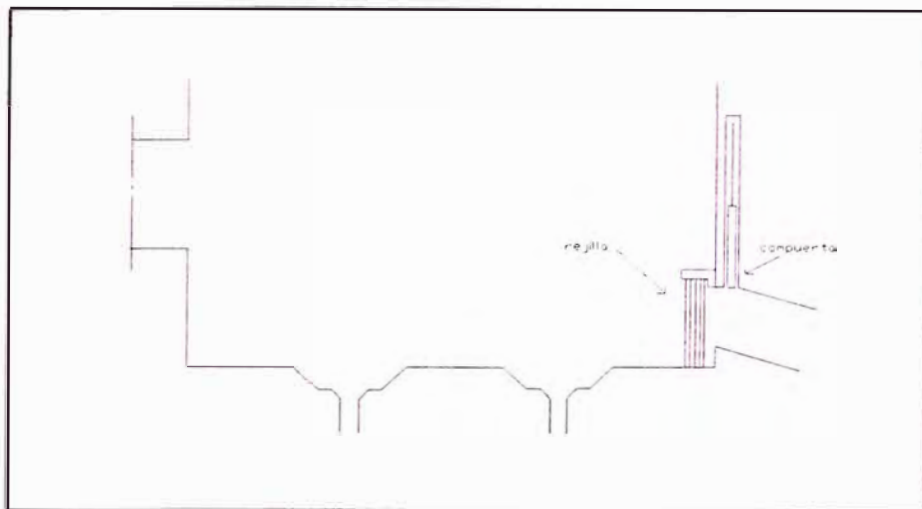


Fig.2.13. Cámara de carga

2.3.8.2 CHIMENEA DE EQUILIBRIO O POZO PIEZOMÉTRICO.-

Si en lugar de un ducto, existe una galería de presión no será posible disponer en su extremidad de una cámara de carga abierta; de otro lado no se puede conectar directamente la galería de presión con la tubería forzada por dos motivos principales:

1. Al disminuir, por razones de servicio, en forma violenta la carga de la central (y consiguiente cierre brusco del distribuidor de la turbina) la masa de agua en movimiento contenida en la galería de presión debe reducir rápidamente su velocidad hasta cero y por el principio de la conservación de la energía, transforma su energía cinética en energía de presión, poniendo en peligro la estabilidad del concreto del revestimiento de la galería, que como se sabe- no siendo armado- no puede resistir el esfuerzo de tracción. Además se incrementaría peligrosamente la presión la tubería forzada obligando a un sobredimensionamiento de la misma. El pozo piezométrico ubicado en el empalme de la galería con la tubería forzada, funciona por la tanto como **limitador o regulador de presión**.
2. Al aumentar rápidamente la carga de la central no se lograría acelerar de inmediato toda la masa del agua (miles y miles de m³) existentes entre las obras de captación y las máquinas, así que disminuiría la presión nominal en el ducto forzado y por consiguiente la potencia de las, máquinas no podrían corresponder a la potencia requerida por la carga. En este caso el pozo piezométrico funciona como **reservorio instantáneo**.

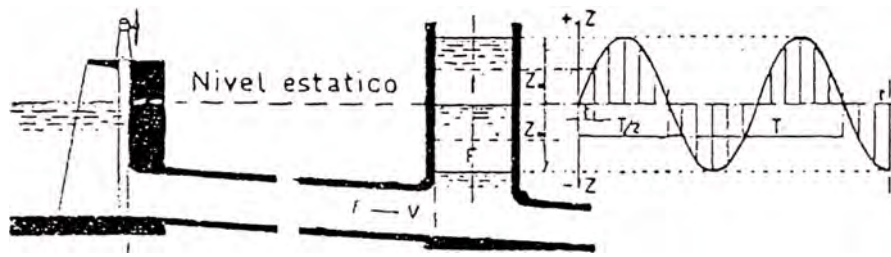


Fig.2.14.- Chimenea de equilibrio vertical

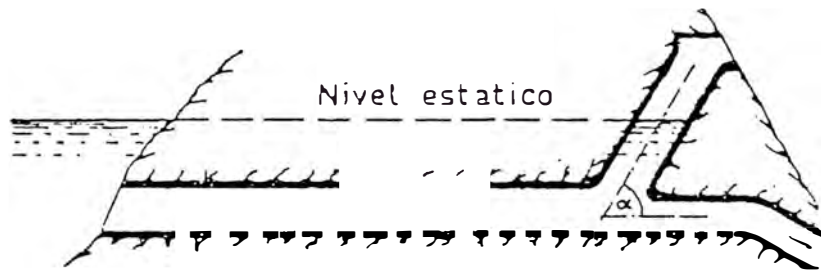


Fig.2.15.- Chimenea de equilibrio inclinado de sección constante

2.3.9 Tubería forzada o de presión

Antes de penetrar en la rueda de la turbina, el agua recorre generalmente una tubería a presión dispuesta entre la cámara de carga (o la chimenea de equilibrio) y la sala de máquinas. Solamente en saltos de pequeña altura se puede hacer llegar directamente al distribuidor de la turbina el agua procedente del canal (turbinas de cámara abierta) A veces, si la turbina es instalada en el cuerpo mismo de la represa, la tubería forzada se reduce a un corto tramo de galería blindada.

Podemos mencionar tres tipos de tuberías de presión empleadas en los saltos: metálicas, de hormigón precomprimido o armado y de Uralita.

Recordemos ante todo, la existencia de un coeficiente característico de las tuberías forzadas; se trata del producto: $D \times H$, donde D en metros, es el diámetro de la tubería y H la altura del salto (en metros) Este coeficiente puede fácilmente alcanzar el valor de 2,000 (m^2) para tuberías metálicas (límite alrededor de 2,500 m^2) y alrededor de 1,000 para tuberías en concreto armado precomprimido con caídas de 400 – 500 metros como máximo.

Esto quiere decir, por ejemplo, que una tubería metálica de un metro de diámetro puede ser empleada hasta 2,000 – 2,500 metros de caída y una tubería de 4 metros de diámetro se pueden utilizar para caídas de 50 – 60 metros.

Es prudente utilizar las tuberías de hormigón armado no precomprimido con no más de 60 metros de caída y un producto $D \times H$ igual a 200 metros cuadrados, como máximo.

Las tuberías metálicas instaladas al interior de una galería en roca pueden ser del tipo auto resistente si en el cálculo no se tiene en cuenta la “colaboración” de la roca en soportar la presión interna del agua; O bien del tipo metálico aligerado si una parte del esfuerzo se transmite a la roca por intermedio del espesor de concreto inyectado entre tubería y roca, así que esta última interviene en soportar la presión hidráulica.



Fig.2.16. Tubería forzada

2.3.9.1 TUBERIA FORZADA METALICA, PREDEFORMADA Y PRECOMPRESIONADA

Con el objeto de reducir el peso de las tuberías forzadas metálicas, se ha ideado las tuberías prerreformadas y precomprimadas en frío. Se trata de dos sistemas de contracción que pueden considerarse derivados del tipo de tuberías blindadas, empleadas corrientemente para grandes alturas de salto y del tipo de las de hormigón armado precomprimido.

TRAZOS Y MONTAJE DE LAS TUBERÍAS FORZADAS METÁLICAS:

- **APOYOS.-**

Estas tuberías se montan a menudo al aire y están apoyadas sobre macizos, generalmente de concreto. El trazo debe hacerse de modo que solo haya una alineación. Sin embargo no hay inconveniente importante en que existan otras alineaciones. Los cambios de rasantes deben estudiarse para que no haya tramos con mucha inclinación precedidos por otros de poca. Si no hubiera otra solución habría que instalar en el punto de cambio una válvula de entrada de aire.

En los puntos de cambio de rasante, axial como en los cambios de alineación, hay que establecer apoyos fijos llamados **anclajes**.

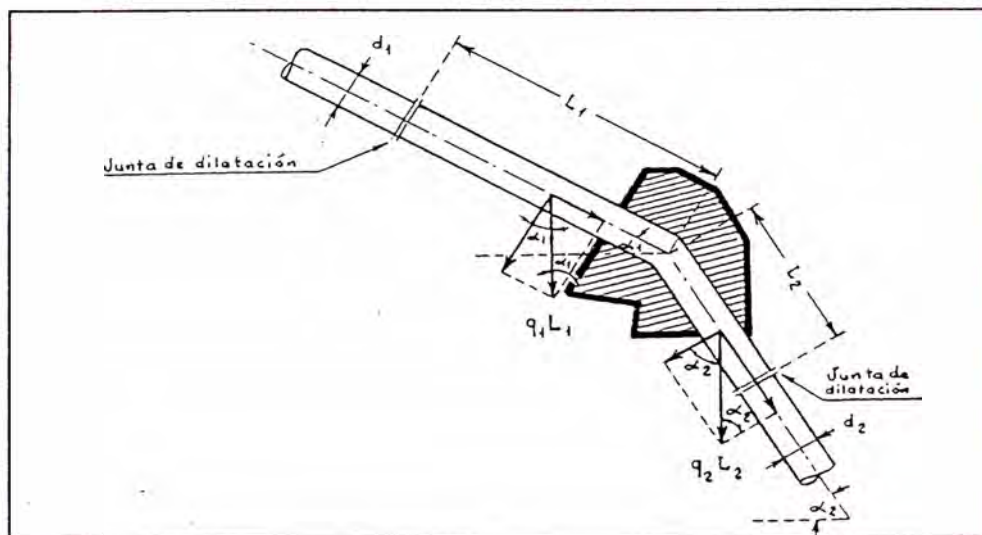


Fig.2.17.- Codo y anclaje de Tubería forzada

- **SALIDA DE LA TUBERÍA.-**

La altura del agua debe ser mayor que la altura de la tubería para evitar la entrada de aire.

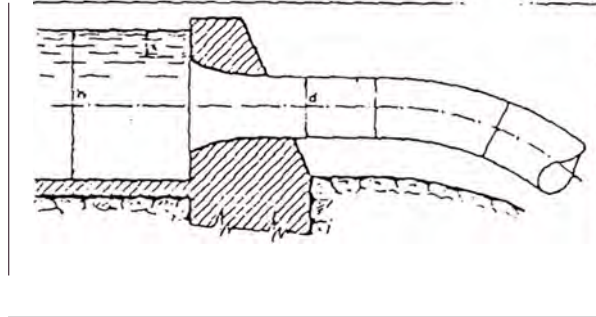


Fig.2.18. Tubería forzada después de la cámara de carga

- **ANCLAJE DE LA TUBERÍA.-**

En los cambios de rasante de la tubería o en los cambios de sección de esta, es conveniente utilizar macizos de anclaje, que sirven para contrarrestar los esfuerzos que en aquella se presentan.

2.3.10 Válvula de Compuerta

Como observación hacemos notar que las válvulas de este tipo llevan un dispositivo de by-pass que permite el paso del agua de una a otra cara de la pantalla de la válvula, así que una vez equilibradas de este modo las presiones de ambas caras, la compuerta puede levantarse con menor esfuerzo.

Cuando tienen dimensiones importantes, estas válvulas se maniobran por medio de un servomotor, que funciona con la presión del agua procedente de la tubería forzada y que debe ser limpia y que no debe llevar arena que puede perjudicar el funcionamiento de los cilindros y mecanismo del servomotor. Por estas razones a veces se emplea aceite en presión en lugar del agua decantada en la tubería.

2.3.10.1 VALVULA MARIPOSA.-

Son empleadas en saltos de no mucha altura pero de gran caudal. La pantalla es un disco que obtura la tubería y que gira sobre un eje diametral. Se utilizan como órgano de seguridad para el cierre de las tuberías en su parte superior cerca de la cámara de carga o del pozo piezométrico, en los casos de saltos muy importantes con tuberías a la intemperie. En caso de rotura de tubo se cierra automáticamente la válvula mariposa.

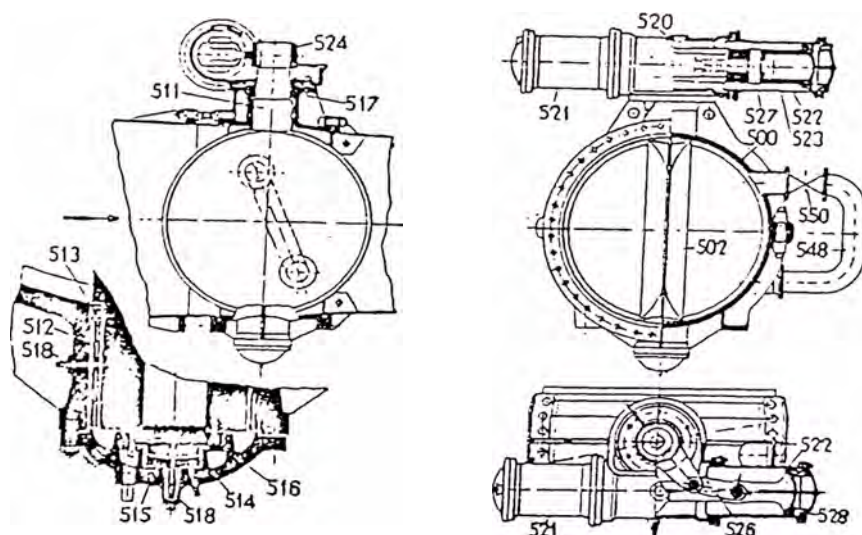


Fig.2.19. Planta y secciones de una válvula mariposa.

Cuando tienen dimensiones importantes, estas válvulas se maniobran por medio de un servomotor, que funciona con la presión del agua procedente de la tubería forzada y que debe ser limpia y que no debe llevar arena que puede perjudicar el funcionamiento de los cilindros y mecanismo del servomotor. Por estas razones a veces se emplea aceite en presión en lugar del agua decantada en la tubería.

2.3.10.1 VALVULA MARIPOSA.-

Son empleadas en saltos de no mucha altura pero de gran caudal. La pantalla es un disco que obtura la tubería y que gira sobre un eje diametral.

Se utilizan como órgano de seguridad para el cierre de las tuberías en su parte superior cerca de la cámara de carga o del pozo piezométrico, en los casos de saltos muy importantes con tuberías a la intemperie. En caso de rotura de tubo se cierra automáticamente la válvula mariposa.

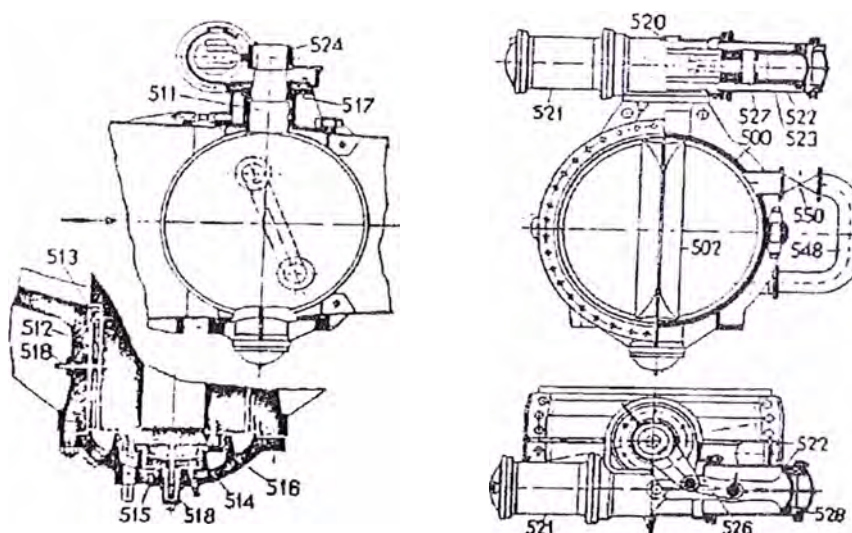


Fig.2.19. Planta y secciones de una válvula mariposa.

2.3.10.2 VALVULA ESFÈRICA.-

Tiene la forma de una esfera y gira alrededor de un eje horizontal; la perdida de carga que da origen es mínima; su cierre es estanco, pero no permite que este cierre sea rápido en caso de emergencia y para grandes caudales. Va también provista de by-pass; generalmente no puede servir como válvula de regulación. Se mueve por medio de servomotor.

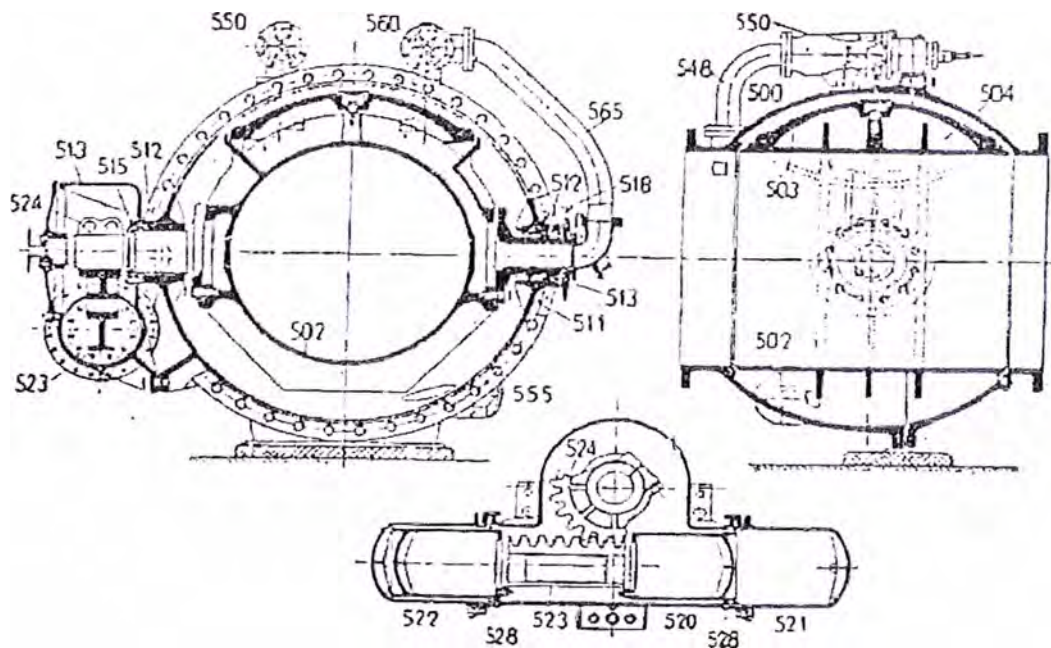


Fig.2.20. Planta y secciones de una válvula esférica.

2.3.11 Turbina

2.3.11.1 TIPOS DE TURBINAS HIDRÁULICAS

Según la forma de actuar el agua en los alabes:

- Turbinas de acción
 - Sentido de proyección del chorro de agua y sentido de giro del rodete coinciden
 - La presión de agua no varía en los alabes
 - Rodete no inundado o Turbina Pelton
- Turbinas de reacción
 - Sentido de proyección del chorro de agua y sentido de giro del rodete no coinciden
 - Mayor presión de agua a la entrada que a la salida
 - Rodete inundado
 - Turbinas Francis y Kaplan

2.3.11.2 TURBINAS PELTON

ELEMENTOS DE LAS TURBINA PELTON

- **Inyector:** Transforma la energía de presión del fluido en energía cinética. Consta de tobera (boquilla con orificio de sección circular) y válvula de aguja (regulación del caudal)
- **Cámara de distribución:** Prolongación de la tubería forzada. Conduce el agua hasta los inyectores

- **Distribuidor:** 1-6 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:** Transforma la energía cinética en energía mecánica de rotación. Consta de rueda, alabes, carcasa, eje, cámara de descarga y sistema hidráulico de frenado.

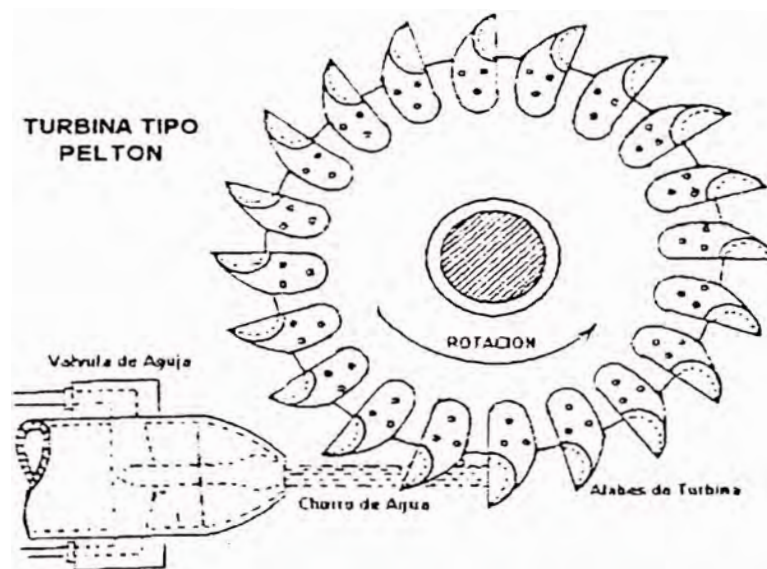


Fig.2.21. Turbinas Pelton

FUNCIONAMIENTO TURBINA PELTON

- Chorro de agua a presión atmosférica procedente del inyector incide sobre arista central de los alabes, dividiéndose en dos partes que salen despedidas lateralmente para caer al canal de fuga por la fuerza de la gravedad (no hay difusores)
- Regulación mediante válvula de aguja que obtura más o menos el orificio de salida

Turbina Francis **normal**. Indicada en saltos de altura media (entre 200 y 20 m)

Turbinas Francis **rápidas** y **extrarrápidas**. Apropriadas a saltos de pequeña altura (inferiores a 20 m)

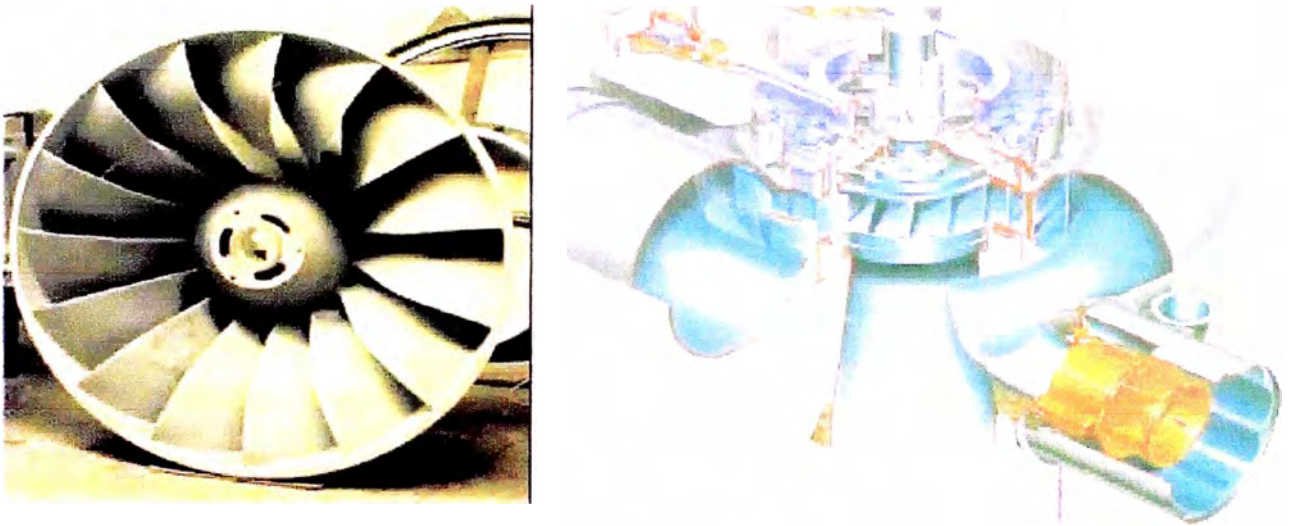


Fig.2.23. Turbinas Francis.

FUNCIONAMIENTO TURBINA FRANCIS

- Agua a presión va a una cámara espiral en forma de caracol, donde el caudal se reparte por toda la periferia del rodete
- Alabes fijos canalizan las líneas de flujo del agua
- Anillo distribuidor: Segunda fila de alabes móviles o palas directrices entre la hilera de alabes fijos y el rodete
- El distribuidor regula el caudal de la turbina sin que las venas líquidas sufran desviaciones bruscas o contracciones => Rendimiento elevado incluso con cargas reducidas
- Alabes 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
- La energía cinética aumenta al pasar por las palas fijas del antedistribuidor y por las palas móviles del distribuidor provocando el giro del rodete.

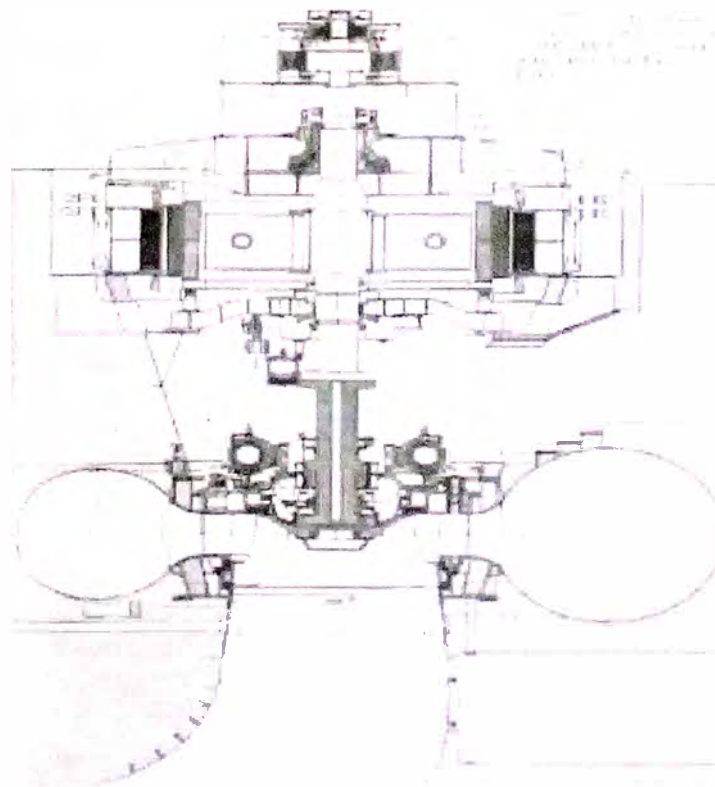


Fig.2.24. Funcionamiento de turbinas Francis

2.3.11.4 TURBINAS KAPLAN

La turbina Kaplan es semejante a una hélice de un barco y al igual que las turbinas Francis, las de tipo Kaplan, son turbinas de admisión total.

Se emplean en saltos de pequeña altura (alrededor de 50 m. y menores), con caudales medios y grandes (aproximadamente de 15 m³/s en adelante)

ELEMENTOS TURBINA KAPLAN

- Rodete: Hélice de eje vertical con pocos álabes y gran sección de paso entre ellos. Similar a la hélice de un barco (aleaciones especiales)
- Palas: Libertad de movimiento (pueden girar sobre sus asientos situados en el núcleo del rodete) A mayor salto más palas.
- Llamadas turbinas de doble regulación: palas en el rodete y en el distribuidor.

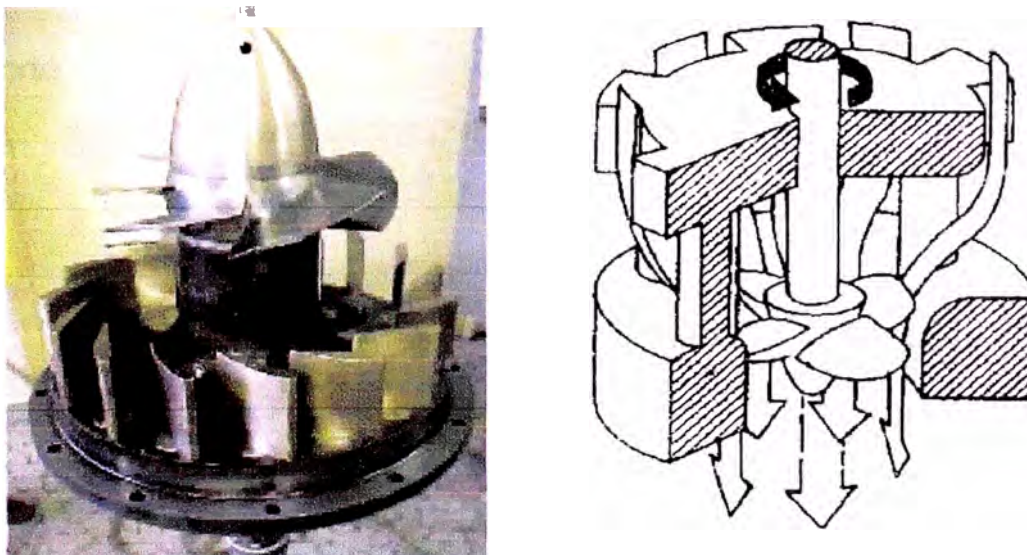


Fig.2.25. Turbinas Kaplan

2.3.12 Generador

El alternador o generador de corriente alterna es una máquina rotativa que transforma la energía mecánica de la turbina en energía eléctrica, mediante fenómenos de inducción.

Un alternador consta de dos partes fundamentales, el inductor que es el que crea el campo magnético y el inducido que es el conductor, el cual es atravesado por las líneas de fuerza de dicho campo, generando corriente alterna. En las grandes máquinas el inductor siempre está constituido por electroimanes, cuya corriente de alimentación o excitación proviene de un generador de corriente continua auxiliar o de la propia corriente alterna generada por el alternador convenientemente rectificadas.

El alternador acoplado al eje de la turbina genera una corriente alterna de alta intensidad y baja tensión, esta corriente posteriormente pasa a un transformador que la convierte en alta tensión y baja corriente para su transporte.



Fig.2.26. Generador

2.3.13 Sistemas de Excitación

FUNCIÓN BÁSICA:

Proveer corriente continua al arrollamiento de campo al generador. Realizar las funciones de control y de protección para una operación satisfactoria del sistema de potencia.

FUNCIÓN DE CONTROL:

Control de tensión en terminales del generador, control de flujo potencia reactiva y la mejora de la estabilidad del sistema de potencia.

REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE EXCITACIÓN:

Suministro y ajuste automático de la corriente de campo del generador asíncrono para mantener la tensión en terminales en el marco de la curva de capacidad del generador.

El sistema de excitación debe responder a perturbaciones transitorias aprovechando la rápida respuesta del generador sin exceder sus límites:

- Límite de la tensión de campo-> falla de la aislamiento del rotor.
- Límite de la corriente de campo-> calentamiento del rotor.
- Límite de carga MVA-> calentamiento del estator.
- Límite del flujo-> calentamiento
- Límite de subexcitación-> calentamiento de la región final del estator.

ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE EXCITACIÓN:

1. EXCITATRIZ.- provee la potencia de corriente continua al arrollamiento de campo del generador, constituye la etapa de potencia.
2. REGULADOR.- procesa y amplifica la señal de control de entrada a un nivel y forma adecuada para el control de la excitatriz.
3. TRANSDUCTOR DE TENSION EN BORNES.- censa la tensión en bornes, la rectifica y la filtra para obtener un valor de corriente continua que compara con una referencia, la cual representa la tensión deseada en bornes.
4. COMPENSADOR DE CARGA.- se utiliza cuando se desea controlar la tensión en un punto eléctrico remoto respecto a los terminales del generador.
5. ESTABILIZADOR DEL SISTEMA DE POTENCIA.- provee una señal adicional de entrada al regulador para amortiguar las oscilaciones de potencia del sistema.
6. CIRCUITOS LIMITADORES Y DE PROTECCIÓN.- asegura que los límites de capacidad del generador no sean excedidos. Límites de la corriente de campo, de tensión de excitación, de tensión en terminales, de subexcitación y sobreexcitación.

CAPÍTULO III

MANTENIMIENTO MECÁNICO DE UNA HIDROELÉCTRICA

3.1 Fundamentos de Mantenimiento

3.1.1 Introducción

Entre las actividades logísticas de Producción, se encuentran las de la cadena de suministros o abastecimiento, mantenimiento, servicios de planta y seguridad industrial.

El sector Mantenimiento generalmente se incluye en las organizaciones, dentro de la función denominada Ingeniería de Planta, siendo en muchos casos, su actividad excluyente. En algunas organizaciones, la función de Ingeniería de Planta se llama Intendencia.

En mantenimiento, se agrupan una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones, etc.

La confiabilidad de un sistema complejo, compuesto por una serie de piezas, puede llegar a ser muy mala a pesar de una no muy mala confiabilidad individual.

Esto es tanto más cierto cuanto mayor sea la variabilidad del desempeño de cada uno de los componentes del sistema y su grado de dependencia o independencia. Es particularmente cierto cuando es la mano de obra uno de los componentes. En efecto, si no llevamos a cabo una actividad de mejora y de control será muy difícil obtener confiabilidades resultantes elevadas. También es cierto que es a través de esta actividad de mejora donde se puede lograr la diferencia entre un buen y un mal servicio como producto. Las actividades de mantenimiento pueden ser realizadas según diferentes sistemas, que luego trataremos, y que se aplican según las características de los bienes y según diversos criterios de gestión.

3.1.2 Historia de la Organización del Mantenimiento

La necesidad de organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento con la introducción de programas de mantenimiento preventivo y el control del mantenimiento correctivo hace ya varias décadas en base, fundamentalmente, al objetivo de optimizar la disponibilidad de los equipos productores.

Posteriormente, la necesidad de minimizar los costos propios de mantenimiento acentúa esta necesidad de organización mediante la introducción de controles adecuados de costos.

Más recientemente, la exigencia a que la industria está sometida de optimizar todos sus aspectos, tanto de costos, como de calidad, como de cambio rápido de producto, conduce a la necesidad de analizar de forma

sistemática las mejoras que pueden ser introducidas en la gestión, tanto técnica como económica del mantenimiento. Es la filosofía de la tecnología. Todo ello ha llevado a la necesidad de manejar desde el mantenimiento una gran cantidad de información.

3.1.3 Mantenimiento

La labor del departamento de mantenimiento, está relacionada muy estrechamente en la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, la maquinaria y herramienta, equipo de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando en parte riesgos en el área laboral.

3.1.3.1 OBJETIVOS

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes precitados.
- Evitar detenciones inútiles o para de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.

- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas.

Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión

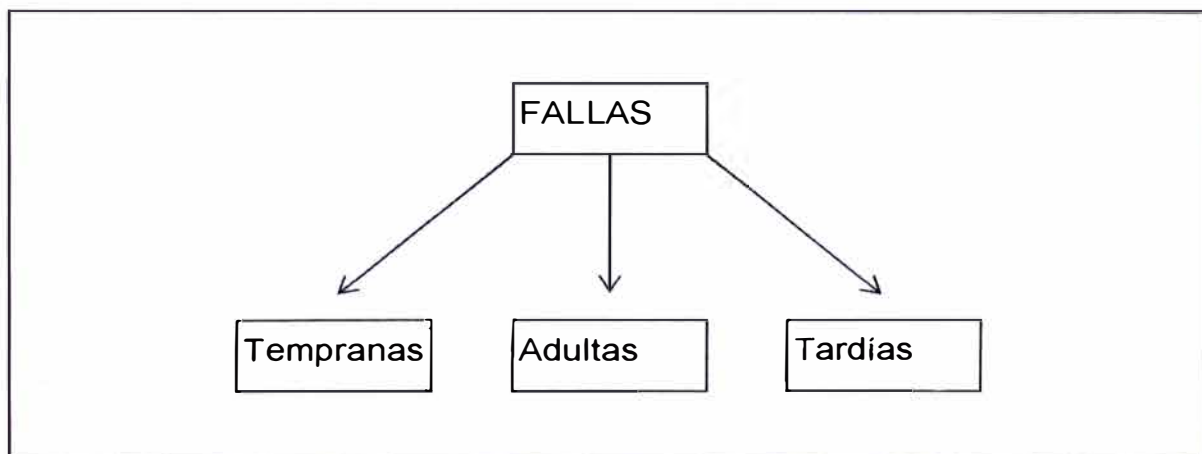


Fig.3.1. Tipos de fallas

3.1.3.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Comprende el que se lleva a cabo con el fin de corregir (reparar) una falla en el equipo. Se clasifica en:

NO PLANIFICADO:

El correctivo de emergencia deberá actuar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores.

\Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.)

En el caso de ejemplo, la detección de la fuga de gas compromete a la Gerencia a tomar la decisión de reparar la pérdida de gas, actuando ante una emergencia (generalmente **la detección** de un gas combustible, implica la existencia de una concentración peligrosa en el aire ambiente, la cual es explosiva)

Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir las fallas y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad.

También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad. Tiene como inconvenientes, que la falla puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete al bien a una mayor exigencia.

Otro inconveniente de este sistema, es que debería disponerse inmovilizado un capital importante invertido en piezas de repuesto visto que la adquisición de muchos elementos que pueden fallar, suele requerir una gestión de compra y entrega no compatible en tiempo con la necesidad de contar con el bien en operación (por ejemplo: caso de equipos discontinuados de fabricación, partes importadas, desaparición del fabricante)

Por último, con referencia al personal que ejecuta el servicio, no nos quedan dudas que debe ser altamente calificado y sobredimensionado en cantidad pues las fallas deben ser corregidas de inmediato. Generalmente se agrupa al personal en forma de cuadrillas.

PLANIFICADO:

Se sabe con anticipación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa ante un hecho cierto.

La diferencia con el de emergencia, es que no existe el grado de apremio del anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro normalmente próximo, sin interferir con las tareas de producción. En general, programamos la detención del equipo, pero antes de hacerlo, vamos acumulando tareas a realizar sobre el mismo y programamos su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando para ejecutar toda tarea que no podríamos hacer con el equipo en funcionamiento.

Lógicamente, aprovecharemos para las paradas, horas en contra turno, períodos de baja demanda, fines de semana, períodos de vacaciones, etc.

Para el caso del ejemplo, podemos diferir hasta el fin de semana, en horas diurnas, la reparación de la chapa perforada si las condiciones del tiempo permiten realizarla.

Mientras tanto, debido a la zona en que ocurrió el hecho, probablemente no se haga más que trasladar los elementos que pudieran encontrarse cerca del patio interior y/o cubrirlos adecuadamente.

3.1.3.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Cubre todo el mantenimiento programado que se realiza con el fin de:

Prevenir la ocurrencia de fallas. Se conoce como Mantenimiento Preventivo Directo o Periódico por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo. Se basa en la Confiabilidad de los Equipos (MTTF) sin considerar las peculiaridades de una instalación dada. Ejemplos: limpieza, lubricación, recambios programados.

Como ejemplo, una empresa decidió que los servicios de desinfección a través de fumigación en los departamentos y pasillos y los de limpieza de tanques de agua, se realizaran el primero, cada tres meses y el segundo, cada seis meses. Ello fue motivado por un análisis de la situación sanitaria del edificio a lo largo de los últimos 5 años.

Este tipo de mantenimiento trata de anticiparse a la aparición de las fallas.

Evidentemente, ningún sistema puede anticiparse a las fallas que no nos avisan por algún medio. Por ejemplo, una lámpara eléctrica debía durar 4000 horas de encendido y se quema cuando sólo se la había empleado 200 horas. Ningún indicio o evidencia simple, nos informó sobre la proximidad de la falla.

Las fuentes internas: están constituidas por los registros o historiales de reparaciones existentes en la empresa, los cuales nos informan sobre todas las tareas de mantenimiento que el bien ha sufrido durante su permanencia en nuestro poder.

Se debe tener en cuenta que los bienes existentes tanto pudieron ser adquiridos como nuevos (sin uso) o como usados.

Forman parte de las mismas fuentes, **los archivos de los equipos e instalaciones** con sus listados de partes, especificaciones, planos generales, de detalle, de despiece, los **archivos de inventarios** de piezas y partes de repuesto (spare parts) y, por último, los **archivos del personal** disponible en mantenimiento con el detalle de su calificación, habilidades, horarios de trabajo, sueldos, etc.

3.1.3.4 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Es el Servicios de seguimiento del desgaste de una o más piezas o componente de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas, o estimación hecha por evaluación estadística, tratando de extrapolar el comportamiento de esas piezas o componentes y determinar el punto exacto de cambio.

El mantenimiento Predictivo basado en la confiabilidad o la forma sistemática de como preservar el rendimiento requerido basándose en las características físicas, la forma como se utiliza, especialmente de como puede fallar y evaluando sus consecuencias para así aplicar las tareas adecuadas de mantenimiento (preventivas o correctivas)

Detectar las fallas antes de que se desarrollen en una rotura u otras interferencias en producción. Está basado en inspecciones, medidas y control del nivel de condición de los equipos.

También conocido como Mantenimiento Predictivo, Preventivo Indirecto o Mantenimiento por Condición -CBM (Condition Based Maintenance) A diferencia del Mantenimiento Preventivo Directo, que asume que los equipos e instalaciones siguen cierta clase de comportamiento estadístico, el Mantenimiento Predictivo verifica muy de cerca la operación de cada máquina operando en su entorno real. Sus beneficios son difíciles de cuantificar ya que no se dispone de métodos tipo para el cálculo de los beneficios o del valor derivado de su aplicación.

Por ello, muchas empresas usan sistemas informales basados en los costos evitados, indicándose que por cada dólar gastado en su empleo, se economizan 10 dólares en costos de mantenimiento.

En realidad, ambos Mantenimientos Preventivos no están en competencia, por el contrario, el Mantenimiento Predictivo permite decidir cuándo hacer el Preventivo.

En algunos casos, arrojan indicios evidentes de una futura falla, indicios que pueden advertirse simplemente. En otros casos, es posible advertir *la tendencia a entrar en falla* de un bien, mediante el *monitoreo de condición*, es decir, mediante la elección, medición y seguimiento, de algunos parámetros relevantes que representan el buen funcionamiento del bien en análisis.

Aclaremos que muchas veces, las fallas no están vinculadas con la edad del bien. En otras palabras, con este método, tratamos de acompañar o seguir, la evolución de las futuras fallas. Los aparatos e instrumentos que se utilizan son de naturaleza variada y pueden encontrarse incorporados en los equipos de control de procesos (automáticos), a través de equipos de captura de datos o mediante la operación manual de instrumental específico.

Actualmente existen aparatos de medición sumamente precisos, que permiten analizar ruidos y vibraciones, aceites aislantes o espesores de chapa, mediante las aplicaciones de la electrónica en equipos de ultrasonidos, cromatografía líquida y gaseosa, y otros métodos.

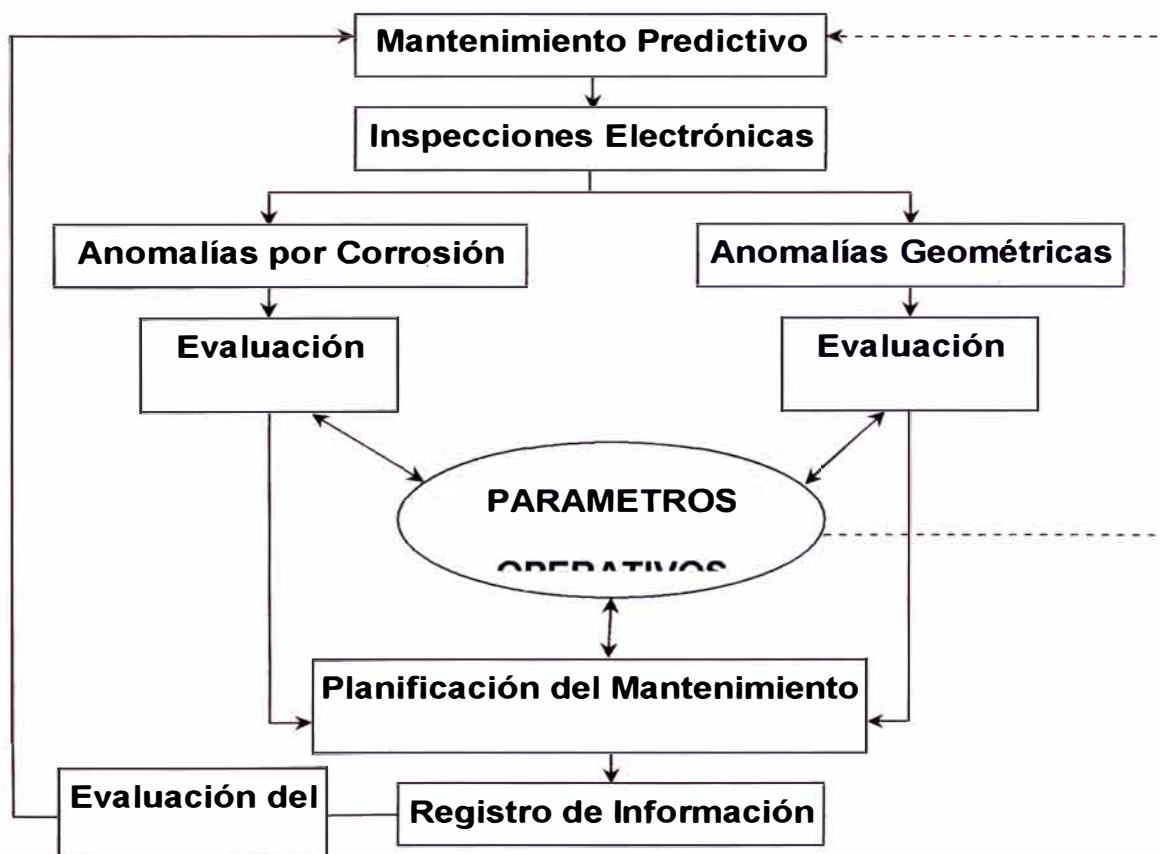


Fig.3.2. Organización del Mantenimiento Predictivo

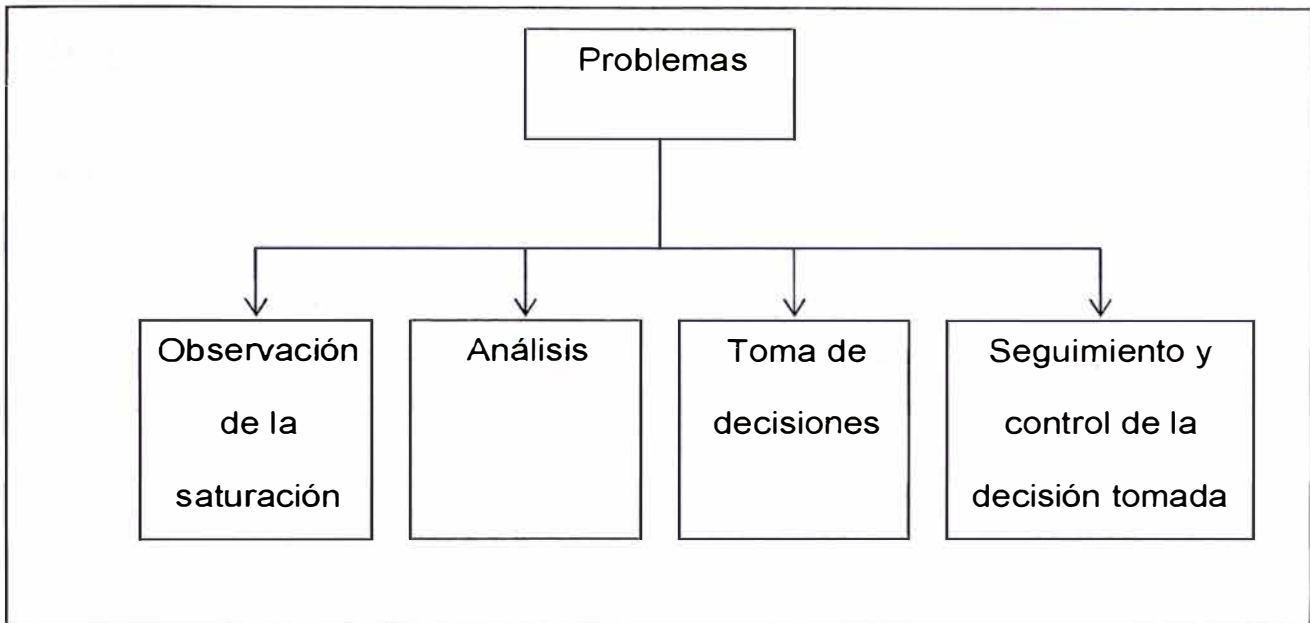


Fig.3.3. Analisis del problema

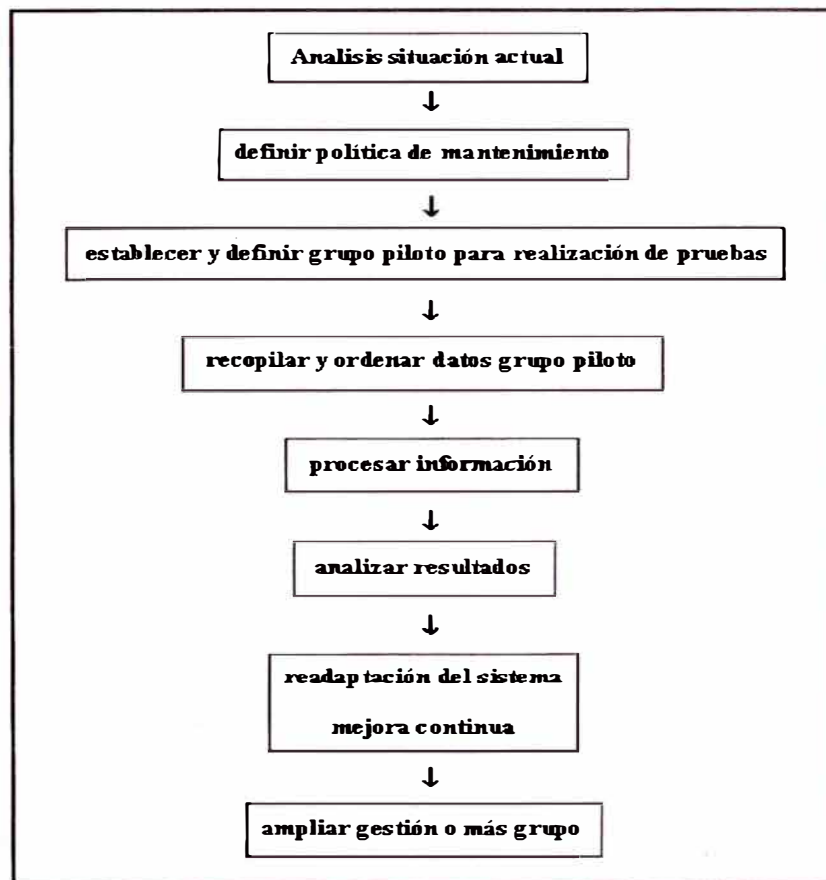


Fig.3.4. Método Implementación Gestión Mantenimiento

3.2 Programa de Mantenimiento de una Central Hidroeléctrica

3.2.1 Rejas

La ventana de captación es el punto donde el agua deja el río para irse por o bien por un canal o por la galería de adicción. Es necesario inspeccionar esta ventana diariamente en la época de avenida; es probable que algunos materiales flotantes queden atrapados en las rejas y bloqueen el paso el agua.

Algunas ventanas están provistas de paredes que evitan el flujo de agua en avenidas. Otras compuertas están provistas de compuertas de desfogue o limpieza que cumplen el mismo trabajo; si así fuera es recomendable mantenerla totalmente abierta para prevenir excesos de agua, que podrían ser causa de rebalses. Se debe inspeccionar periódicamente para detectar daños que podrían ocurrir con el tiempo, como rajaduras, corrosión, etc., que deben ser reparados prontamente, haciéndole un mantenimiento preventivo pues los daños podrían extenderse y ser causa de reparaciones costosas.

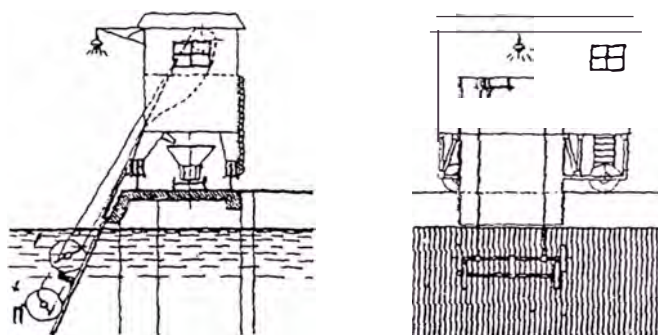


Fig.3.5. Máquina limpiareja

3.2.2 Compuertas

En primer lugar se realiza la evaluación de las causas que originan la no-estanqueidad de las compuertas de purga de las naves del Desarenador

Luego se realiza el aforo en las compuertas de purga del Desarenador

Las guías laterales y las soleras de acero inoxidable de las compuertas de Purga aguas abajo presentan desgaste en forma de ralladuras en forma horizontal.

Durante el proceso de Purga del Embalse, se realiza el levantamiento de la información completa, es decir evaluar Nave por Nave, las soleras y guías de las compuertas aguas abajo y aguas arriba.

Evaluar el procedimiento adecuado de reparación y/o cambio total de las guías de las compuertas debido a que estas se encuentran empotradas en el concreto de la estructura civil

Realizar los trabajos de mantenimiento a razón de una Nave por año, en las Compuertas de Purga Aguas Abajo y Aguas Arriba del Desarenador en forma simultanea.

Realizar el mantenimiento de las compuertas con las naves fuera de servicio

3.2.3 Válvulas

Las válvulas son instaladas al final de la tubería, en la mayoría de los casos en la casa de fuerza. Las válvulas tienden a presentar fugas de agua por la prensaestopa, lo cual no es mayor problema por bastara ajustar el sello o

cambiar la empaquetadura del mismo. Este ajuste del sello se debe realizar hasta que el agua deje de salir; un ajuste mayor dificulta el libre accionamiento y, lo que es peor, provoca desgaste localizado del eje o vástago de accionamiento.

Estas válvulas están diseñadas para trabajar en una determinada posición, es decir cerrada o abierta, nunca en una posición intermedia debido al desgaste prematuro del elemento obturador y las fuertes pérdidas de carga que producen en esta posición.

Si las válvulas no tienen cierre hermético es debido a que los asientos del obturador y el asiento se han desgastado (erosionado) por lo que habrá que desmontarla para que en taller se proceda a realizar la recuperación de forma mediante soldadura de relleno y torneado correspondiente.

3.2.4 Tubería Forzada

Debido a la mala calidad del agua del río en la superficie interna de estas tuberías se han adherido capas de cal, el mantenimiento de la superficie interior de las tuberías de cada turbina es por medio de arenado y repintado.



Fig.3.6. Obras de mantenimiento

El proceso de mantenimiento de las turbinas es el siguiente:

- Se corta la tubería en las zonas donde se encuentran las juntas de dilatación (soldadura autógena)
- Se ejecuta la limpieza interna y externa (compresora con una presión de 4 a 6 Kg./cm².material empleado fue cuarzo con una granulometría entre 0,5 a 2 Mm la pintura realizaba dentro de las seis (06) horas siguientes)
- Aplicación de diversas capas de pintura de protección
- Se sueldan los tramos de tubería cortados.

En la aplicación de la pintura se utilizan:

- Una (01) capa de zinc inorgánico
- Una (01) capa de enlace TIE COAT
- Dos a tres (2 a 3) capas de COAL – TAREPOXY

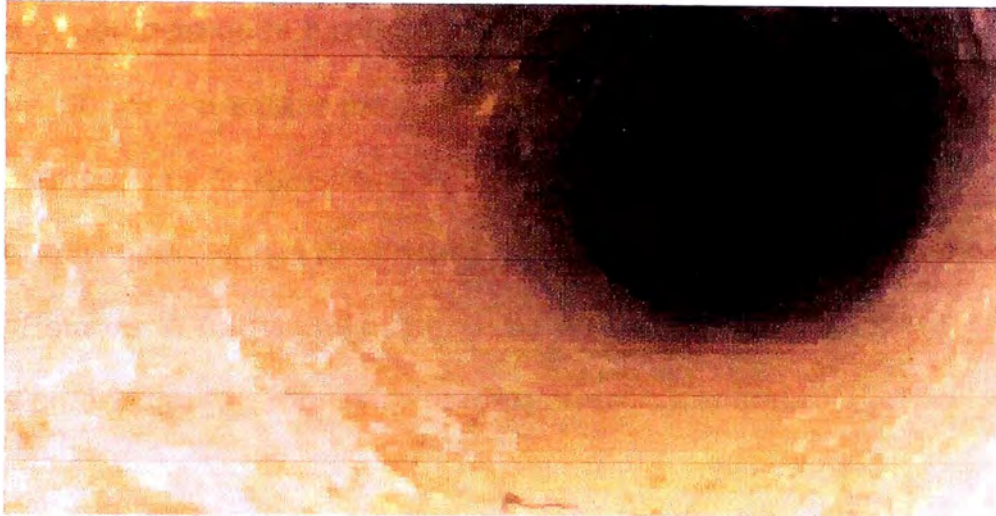


Fig.3.7. Tubería forzada en mantenimiento

3.2.5 Cojinetes

Arreglo de los soportes de los patines del cojinete de empuje para liberar las oscilaciones esféricas

3.2.6 Turbina

En nuestro medio los tipos de turbinas que se encuentran con frecuencia son: Pelton, Francis y flujo transversal o Michell-Banki.

Las turbinas necesitaran poco mantenimiento en la medida en que el agua se mantenga limpia. De ocurrir que algún objeto se incruste en el interior de la turbina, será necesario desmontar los inyectores de la turbina Pelton o retirar la tapa de inspección de las turbinas Francis o Michel Banki y extraer

el objeto como comúnmente ocurre en las turbinas Francis, con lo cual se recuperara la potencia de la turbina

El desgaste de los rodetes y elementos directrices del agua ocurren a lo largo del tiempo, por lo que será necesario realizar una inspección anual rigurosa que proporcione información acerca de cual es el avance del desgaste. Esta es la forma mas adecuada de controlar el desgaste y tener suficientes criterios para programar una reparación general

3.2.6.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

El mantenimiento correctivo consiste en restaurar las partes dañadas, es decir, las porosidades, fisuras, irregularidades, desgastes por cavitación, realizándose trabajos puntuales sobre estas zonas.

Para recuperar el perfil de las cucharas, será necesario un aporte de soldadura en la totalidad de la superficie interna de las cucharas, con lo cual se recuperará el desgaste uniforme que presenta. Se esmerilara recuperando el perfil hidráulico y los desgastes uniformes que se presentan en toda la superficie.

3.2.6.2 CONTROLES PREVIOS A REALIZAR.

Las pruebas y controles a realizar a los rodetes antes de proceder a su reparación deberán ser los siguientes:

- Control de medidas de los rodetes.
- Control por líquidos penetrantes, donde se detectaran las discontinuidades superficiales (Porosidades, fisuras, etc.)

- Control partículas magnéticas, para la detección de discontinuidades superficiales y subsuperficiales.
- Determinación de las zonas de desgaste.

3.2.6.3 PREPARACIÓN DE PLANTILLAS.

Para realizar el esmerilado de las cucharas del rodete es necesario previamente la fabricación de plantillas de esmerilado, las que serán utilizadas para el proceso de esmerilado, de modo de lograr un perfil uniforme de las cucharas.

3.2.6.4 SOLDADURA DEL DIÁMETRO EXTERIOR Y LA EMBOCADURA.

Para determinar exactamente las dimensiones del diámetro exterior del rodete, se realizará un aporte de soldadura en la parte exterior de las cucharas y en la embocadura de las mismas.

Luego se procederá a maquinar en un torno vertical este diámetro, así como la embocadura, hasta darle sus dimensiones originales.

Este trabajo es muy importante porque permite además que la plantilla a fabricar se apoye en estas partes maquinadas lo que garantiza una precisión adecuada en el esmerilado de las cucharas.

3.2.6.5 ESMERILADO PREVIO DEL RODETE.

El esmerilado del rodete se realizará a todo el perfil de la cuchara de tal manera de darle el perfil hidráulico determinado.

- \ Una vez realizada las pruebas y controles del rodete se debe determinar las zonas que requieren reparación, marcar los poros, desgastes, fisuras, irregularidades, desgastes por cavitación, etc.

Todas estas zonas deberán ser esmeriladas siguiendo los siguientes criterios:

- **POROSIDADES.**- Se deben esmerilar en forma puntual y hacia adentro haciendo uso de piedras abrasivas en punta, profundizando hasta llegar al fondo del poro.
- **DESGASTES.**- Se deben esmerilar en todo el área del desgaste en forma plana y superficial, con una profundidad lo suficiente para lograr la adherencia de la soldadura al material base, de modo que al aplicar el aporte de soldadura, y el esmerilado posterior quede material del aporte.
- **FISURAS.**- De detectarse alguna fisura en alguna parte del rodete, será necesario realizar un esmerilado de esta hasta llegar al fondo del mismo, para lo cual es necesario el uso continuo del equipo de partículas magnéticas, con el cual se detectan las fisuras. Las fisuras particularmente son peligrosas, por lo que es necesario poner especial cuidado en su reparación.
- **IRREGULARIDADES.** Las irregularidades existentes en las cucharas deberán ser reparadas para lo cual estas deben ser esmeriladas de acuerdo al grado de cada uno, para luego proceder a la aplicación de la soldadura.

- **DESGASTES POR CAVITACIÓN.** Los desgastes por cavitación generalmente se caracterizan por presentar desgastes profundos, quedando la zona dañada en forma esponjosa, estas partes dependiendo de la zona donde se encuentran son peligrosas, por lo cual deben ser esmeriladas hasta encontrar el fondo del mismo.

3.2.6.6 PROCESO DE SOLDADURA.

Se aplicará soldadura a la superficie dañada y alrededores del interior de las cucharas. No será necesario la aplicación de soldadura en toda la superficie de la cuchara puesto que no presenta un desgaste uniforme, que amerite este proceso.

Para realizar el proceso de soldadura, es necesario trasladar el rodete a un horno de precalentamiento, luego calentar hasta los 150° C, e iniciar el proceso de soldadura en toda la superficie y en las zonas con defectos de la parte posterior de las cucharas. El horno debe permanecer a la temperatura de 150° C. Hasta concluir totalmente con el aporte de soldadura.

Luego se debe dejar enfriar hasta la temperatura ambiente dentro del horno.

3.2.6.7 PROCESO DE ESMERILADO DEL RODETE.

Una vez concluido el proceso de soldadura en las partes dañadas en el interior de las cucharas, se debe proceder a esmerilar para dar forma nuevamente al perfil hidráulico, previamente se hace necesario trasladar el

rodete al torno vertical y maquinar el diámetro exterior del rodete y el ancho de la embocadura.

La parte maquinada sirve como base para colocar las plantillas y realizar el marcado del límite del proceso de esmerilado, el cual se realiza permanentemente con el apoyo de las plantillas.

En este proceso de esmerilado se tendrá mucho cuidado porque en él se le dará nuevamente el perfil hidráulico de las cucharas.

El proceso de esmerilado se realiza hasta lograr una superficie uniforme libre de irregularidades, con un pulido mediano haciendo uso de piedras finas.

3.2.6.8 CONTROL DIMENSIONAL Y PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS.

Una vez concluido con el proceso de esmerilado se realizará los siguientes controles:

CONTROL DIMENSIONAL. Este control consiste en verificar si el proceso de esmerilado se ha realizado en forma adecuada, es decir si los perfiles de las cucharas se encuentran de acuerdo al perfil de las plantillas. Existen criterios de tolerancias para estos casos, los cuales deben de cumplirse estrictamente.

De existir discordancia con las plantillas, estos errores deben ser corregidos ya sea haciendo uso de aporte de soldadura o esmerilado dependiendo de cada caso particular.

CONTROL POR LÍQUIDOS PENETRANTES. Este control consiste en el uso de líquidos penetrantes y revelador para detectar poros, o fisuras superficiales que pudieran haberse presentado en el proceso de soldadura. De presentarse estos, deben ser reparados siguiendo los criterios anteriormente descritos.

CONTROL POR PARTICULAS MAGNETICAS. Este control es muy importante porque permite detectar con mayor exactitud los poros y sobre todo las fisuras que se pudieran haber presentado en el proceso de soldadura, y que no fueron detectadas con el control de líquidos penetrantes. De presentarse estos, deben ser reparados siguiendo los criterios anteriormente descritos.

3.2.6.9 REPARACIÓN POR SOLDADURA.

De presentarse poros, fisuras o errores que requieran aporte de soldadura, el rodete deberá ser nuevamente trasladado al horno de precalentamiento, y proceder al aporte una vez alcanzada la temperatura de 150° C.

3.2.6.10 BALANCEO ESTÁTICO

Debido al aporte de soldadura para la reparación integral del rodete, será necesario realizar un balanceo estático, y determinar en esta prueba el desbalance existente, este desbalance debe ser reparado haciendo uso de

aporte de soldadura o esmerilado, el cual se determinara de acuerdo a un estudio del desbalance existente.

El balanceo estático tiene por objeto que el peso de la soldadura aportada se distribuya uniformemente en todas las cucharas, el cual se logra determinando los pesos de desbalance que existen, los cuales deben ser eliminados haciendo uso de esmerilado o un aporte de soldadura, dependiendo del caso.

Se debe lograr disminuir este desbalance hasta lograr disminuir por debajo del máximo permisible.

Para determinar el grado de desbalance que haya sufrido el rodete debido al aporte de soldadura, será necesario fabricar una base o soporte metálico para poder hacer uso de un equipo de balanceo estático.

3.2.6.11 TRATAMIENTO TÉRMICO.

A raíz del aporte de soldadura realizada al rodete, se presentan tensiones internas dentro del mismo, los cuales deben ser eliminados.

Un método eficaz para eliminar estas tensiones internas en los rodetes Pelton, es el tratamiento térmico de **distensión**, el cual se realizará en un horno de tratamiento térmico de control automático, especialmente diseñado para estos casos.

3.2.6.12 PULIDO FINAL.

El pulido final se realiza para darle un acabado, esto con la finalidad de desaparecer completamente las irregularidades que se puedan presentar a raíz del proceso de esmerilado, y darle la superficie completamente liza, de ese modo se evita que el desgaste se produzca anticipadamente.

3.2.6.13 CONTROL VISUAL FINAL.

El control visual final se realiza para dar el visto bueno, y poder observar cualquier irregularidad que no se haya detectado anteriormente.

3.2.7 Generador

Es necesario realizar frecuentes inspecciones del alternador, debiendo poner especial atención en detectar la presencia de polvo, humedad o grasa en su interior, por los efectos perjudiciales que pueden tener sobre las bobinas del estator y el rotor. Igual atención requieren el estado de las escobillas, el desgaste del mismo y la limpieza del polvo. Estas escobillas deben ser limpiadas cada 1000 horas de funcionamiento.

El excesivo chisporroteo en el colector ocurre con frecuencia luego de que el generador ha sido sometido a una reparación general. Esto puede corregirse aflojando el soporte de las escobillas y girando ligeramente en el e sentido de rotación del rotor, hasta encontrar la posición adecuada.

En los alternadores modernos auto-regulados y sin escobillas la excitatriz trifásica se encuentra dispuesto directamente dentro del armazón del rotor; Unos diodos rectificadores se encargan de transformar la corriente alterna en continua de excitación. Un regulador de voltaje de estado sólido se encarga de que, cuando varíe la carga, la tensión de salida no varíe en mas de 2%.

La limpieza de los bobinados puede realizarse introduciendo a presión un solvente dieléctrico. Esta maniobra debe ser realizada por una persona capacitada en este tipo de acciones.

Hay que tener en cuenta que cuando no se indica el tiempo de recambio de los rodamientos, se puede considerar como una referencia limite entre 30000 y 50000 horas de funcionamiento.

El engrase se puede realizar cada 300 horas y el recambio de grasa cada 3000 horas, se recomienda no exceder estos límites.

El bobinado puede soportar temperaturas de 155 °C. Los diodos rectificadores no pueden soportar temperaturas mayores a 60 °C, por lo que es conveniente el uso de disipadores de calor al soldar terminales o cables en el momento de cambiarlos. La grasa de los cojinetes se diluye por encima de 60 °C.

Un borne flojo se convierte en una alta resistencia, lo que puede ser causa de un quemado del bobinado de fases.

Cuando se tenga bajos valores de aislamiento por humedad en el estator de los alternadores autorregulados se hará circular una corriente igual al 20 % de la corriente nominal del bobinado estático (resistencia del bobinado =

0.5 ohm) para lo cual habrá que conectar una batería por el lapso de una hora y una resistencia de 2 ohm en serie, como se muestra en la figura 3.8

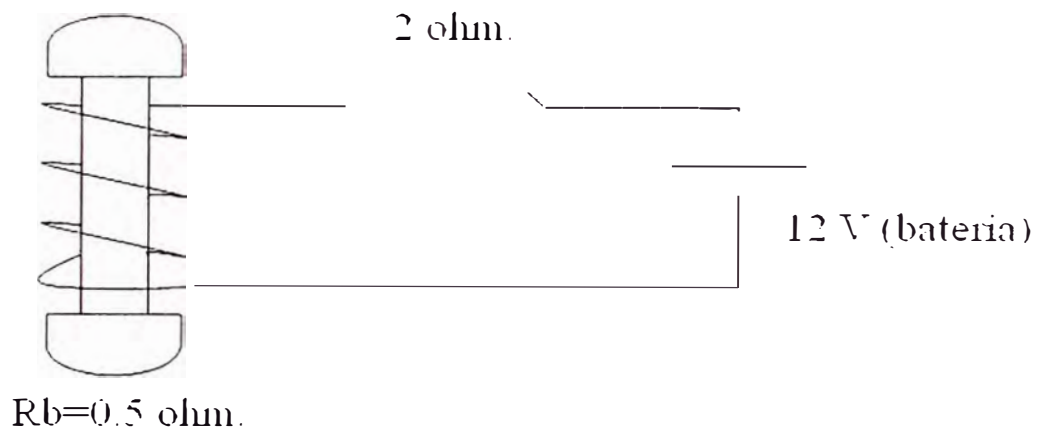


Fig.3.8 Circuito eléctrico

El nivel de aislamiento mínimo en los alternadores se puede estimar del siguiente modo:

$$R = 1 + V/1000$$

Donde:

R: nivel de aislamiento en Megaohmios

D: tensión de generación en bornes del alternador en voltios

También podemos mencionar sobre los estudios de diseño electromagnéticos, chequeo del sistema de enfriamiento.

El núcleo estático muestra puntos de aflojamiento localizados los cuales deben realizarse periódicas inspecciones.

3.3 Cronograma de Mantenimiento

El Cronograma de mantenimiento es un tipo de diagrama usado en el proceso de planeación y control del mantenimiento en el cual se visualiza el trabajo planeado y las metas para alcanzar las actividades en relación al tiempo.

En la siguiente Tabla se muestra el cronograma de mantenimiento general de una Central Hidroeléctrica.

Tabla 3.1 Cronograma de Mantenimiento General.

NOMBRE DE TAREA	Prede	Duración
PARADA TOTAL DE CENTRAL 02-04-05		0,3 días
Prueba de máxima carga		5 horas
Protocolo de pruebas de parada	2	2 horas
Parada de planta incluido vaciado de tubería	3	4 horas
PARADA TOTAL DE PLANTA		2,5 días
Desmontaje de Turbina Grupo 2		0,85 días
Aflojar pernos tapa superior		2 horas
Aflojar pernos tapa inferior	8CC	2 horas
Retiro de pernos de Eje intermedio	9CC	5 horas
Retiro de Eje Intermedio	10	2 horas

Rimado de Eje Intermedio	11	3 horas
Armado e Instalación de Eje de izaje	12CC	2 horas
Desconexión de tuberías de agua y aceite de la turbina	13CC	2 horas
Izaje de turbina para colocar al carro de traslado	14	1 hora
Desconexión de quena	15	0,5 horas
Levantamiento del Eje de Izaje	16	1 hora
Traslado de turbina al punto de izaje	17	1 hora
Izaje de turbina	18	1 hora
Rimado de Eje de Generador	18	2 horas
Resanado, limpieza y pintado de recinto de turbina	20CC	8 horas
Desmontaje de lenteja valv. purg. aguas arriba Valv. Esf.		1 hora
Cambio de Anillos Válvula Esférica		0,77 días
Grupo 1		
Retirar pernos tirantes y pernos de brida de hermeticidad	10	5 horas
Retirar brida de dilatación	19	1 hora
Retirar anillos de hermeticidad	26	1 hora
Colocar anillos de hermeticidad	27	1 hora

Colocar brida de dilatación	28	1 hora
Ajustar pernos	29	6 horas
Montaje de Turbina Grupo 2		1,14 días
Traslado y Pre- posicionamiento de turbina	19	3 horas
Posicionamiento de turbina	33	1 hora
Conexión de tuberías y accesorios	34	3 horas
Instalación de eje intermedio	35CC	1 hora
Ajuste de pernos de eje intermedio	36	5 horas
Ajuste pernos tapa Superior	37	2 horas
Ajuste pernos tapa inferior	38	2 horas
Colocación y Calibración de cojinete	39	8 horas
Retirado de eje de izaje	40CC	2 horas
Conexión de pistones del Servomotor	40	2 horas
Prueba de Hermeticidad de tuberías	42	1 hora
Arranque de turbina	43	2 horas
Cambio de Tubería By Pass Grupo 2		0,63 días
Desmontaje de tubería by pass		2 horas
Instalación de rejilla	47	1 hora
Acondicionado y montaje tubería	48	6 horas
Soldado de ultimo tramo	49	3 horas

Montaje final de tubería	50	3 horas
Cambio de Tubería By Pass Grupo 1	46CC	0,71 días
Desmontaje de tubería by pass		4 horas
Instalación de rejilla	54	1 hora
Acondicionado y montaje tubería	55	6 horas
Soldado del ultimo Tramo	56	3 horas
montaje final de tubería	57	3 horas
Cambio Electroválvula Eyector no. 1		0,17 días
Desmontaje de válvula motorizada	58	1 hora
Desmontaje de carcasa de válvula	61	1 hora
Montaje de nueva válvula (en conjunto)	62	2 horas
Sondeo de Intercambiador de Calor		0,29 días
Grupo 2 Cto.		
Cto. Cerrado Refrigeración		
Retirado de tapas	36	2 horas
Sondeo	66	3 horas
Colocar tapas	67	2 horas
Inhalación de Válvula Check		0,44 días
en Tub. De Drenaje		

Desmontaje de check averiado	37	1 hora
Habilitado de pieza extraída	71	2,5 horas
Montaje de check habilitado	72	1 hora
Fabricación de piezas faltantes	73	6 horas
Cambio de Electroválvula a		0,13 días
Válvula Manual de Turbinita Aux.		
Desinstalación de electroválvula	68	1,5 horas
Instalación de válvula manual	77	1,5 horas
Instalación Válvula klinger		5 horas
Síncrono 1		
Instalación Válvula klinger	80	5 horas
Síncrono 2		
Culminación de la Sobreelevación		12 horas
del rebose del Pulmón		
Mntto. Transformador N° 1		0,33 días
Varillado de intercambiadores		0,33 días
de calor de Transformador 1		
Retiro de tapas		1 hora

Barillado de intercambiador 1	89	3 horas
Barillado de intercambiador 2	90	3 horas
Montaje de tapas	91	1 hora
Limpieza de aisladores		0,08 días
Limpieza aisladores lado 10 kV	89CC	1 hora
Limpieza aisladores lado 138 kV	94	1 hora
Mntto. Transformador N° 2		0,42 días
Transformador Grupo 2 (HIDROSTAL)		10 horas
Conexión de cable de fuerza a	98CC	2 horas
bornera en 220 V - bomba de aceite		
Mntto. Aisladores de Patio		1,86 días
de Llaves 138 kV		
y Limpieza del Piso de Celdas		
Mntto. Celda 1102	95	3,75 horas
Mntto. Celda 1033	102	2,5 horas
Mntto. Celda Acoplamiento	103	2,5 horas
Mntto. Celda Trafo. 1	104	5 horas
Mntto. Celda Trafo. 2	105	2,5 horas
Limpieza de los Intercambiadores de calor de los Generadores 1 y 2		1,86 días
Mntto. Celda Trafo. 2	105	2,5 horas
Limpieza de los Intercambiadores		1,86 días

de calor de los Generadores 1 y 2		
Instalación de Medidores Electrónicos G1 y G2		24 horas
Mantenimiento de Sala de Relés		1,5 días
Limpieza de contactores Grupo 1		18 horas
Limpieza de contactores Grupo 2	112	18 horas
Instalación de Medidores ION		1,92 días
Instalación de medidor ION Grupo 1		23 horas
Instalación de medidor ION Grupo 2	116	23 horas
Aplicación de Masilla Antiabrasión en Predistribuidor Grupo 1		1,96 días
Esmerilado del caracol		20 horas
Aplicación de masilla	120	24 horas
Secado de masilla	121	24 horas
Aplicación de Masilla Antiabrasión en Predistribuidor Grupo 2		1,96 días
Esmerilado del caracol		20 horas
Aplicación de masilla	125	24 horas

Secado de masilla	126	24 horas
Levantamiento Topográfico Sección del Túnel (CONTRATISTA)	7CC	1,86 días
Inspección Geológica del Túnel		24 horas
Limpieza de Material Acumulado en Túnel		1,63 días
Limpieza Interior		8 horas
Descarga de material por canal de demasía	134	5 horas
Limpieza	135	8 horas
Descarga de material por canal de demasía	136	5 horas
Limpieza	137	8 horas
Descarga de material por canal de demasía	138	5 horas
Medición de Espesores Caracol y Tubería de Presión (CONTRATISTA)	7CC	0,75 días
Medición de espesores en Caracol		6 horas
Tubería de presión horizontal y codo de inclinación	142	6 horas
Prueba de cordón de soldadura en codo y otros puntos característicos	143	6 horas

MANTENIMIENTO GENERADOR (CONTRATISTA)		1,96 días
Pruebas en Generador 1 (CONTRATISTA)		24 horas
Pruebas en Generador 2 (CONTRATISTA)	147	23 horas
MNTTO. REGULADOR DE VELOCIDAD Y TENSION (CONTRATISTA)	7CC	1,96 días
MNTTO. REG. DE VELOC. Y TENSION G1		24 horas
MNTTO. REG. DE VELOC. Y TENSION G2	151	23 horas

CAPÍTULO IV

REGLAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL DEL SUBSECTOR ELECTRICIDAD

Con la aprobación de la Ley de Concesiones Eléctricas Ley N° 25844, se establecieron normas para el desarrollo de las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica, derogándose la Ley General de Electricidad.

Acorde con las nuevas disposiciones legales vigentes, cambios tecnológicos, nueva reestructuración del subsector electricidad y a los aspectos de bienestar y seguridad requeridos; se aprobó un nuevo Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del subsector electricidad por Resolución Ministerial N° 263-2001/VME, publicada el 18 de junio de 2001.

4.1 Descripción

El Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Subsector Electricidad consta de seis Títulos, ciento catorce Artículos, dos Disposiciones Transitorias y dos Disposiciones Finales.

Los Títulos del Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Subsector Electricidad son los siguientes:

Título I Generalidades

Título II Sistema de Seguridad e Higiene Ocupacional

Título III Obligaciones y Derechos

Título IV El Sistema Eléctrico

Título V Actividades Complementarias

Título VI Responsabilidades y Sanciones

4.2 Alcances

Título I Generalidades

Artículo 1. Finalidad y alcance

Establecer normas de carácter general y específico con relación a las condiciones de seguridad e higiene ocupacional que deben cumplir obligatoriamente las personas jurídicas o naturales, nacionales o extranjeras, que realicen actividades en forma permanente o eventual, de construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas de generación, transmisión, distribución y conexiones de energía eléctrica.

4.3 Objetivos

Título I Generalidades

Artículo 2. Objetivos

- a. Proteger, preservar y mantener la integridad psicofísica de los trabajadores de las empresas del subsector electricidad, de los contratistas y demás personas relacionadas, mediante la identificación, reducción y control de los riesgos, a efecto de minimizar la ocurrencia de accidentes, incidentes y enfermedades profesionales.
- b. Dar pautas para establecer las medidas de protección de los usuarios y público en general contra los peligros de las instalaciones y actividades inherentes a la actividad eléctrica.
- c. Establecer lineamientos para la formulación de los planes y programas de control y reducción de riesgos.

4.4 Análisis de Riesgos

Capítulo II

Implementación del Sistema de Seguridad e Higiene Ocupacional

Artículo 8. Estudio de riesgos

La empresa deberá elaborar un estudio donde se identifique, describa, analice y evalúe los riesgos existentes en ella, referidos a sus equipos, instalaciones y operaciones, la evaluación de los trabajadores, sus

herramientas y ambientes de trabajo. Asimismo se considerará riesgos tales como el manipuleo de sustancias peligrosas, exposición de agentes químicos, exposición de ruidos entre otros.

A partir de dicho estudio se establecerá las medidas, procedimientos y controles preventivos para mitigar o contrarrestar dichos riesgos.

El mencionado estudio se actualizará por lo menos una vez al año y se mantendrá a disposición de la autoridad competente.

4.5 Cumplimiento

Capítulo III Control y Normatividad

Artículo 12. Organismo responsable

El organismo responsable de la fiscalización y control del cumplimiento del Reglamento es OSINERG, que actúa con arreglo a la Ley N° 26734 “Ley del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía”, su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 005-97-EM y demás normas que resulten aplicables.

4.6 Seguridad en Centrales Hidroeléctricas

Capítulo II Sistema de Generación

Artículo 35. Medidas de seguridad

La empresa, a través de las jefaturas u operadores de sus centrales y del personal encargado de la seguridad e higiene ocupacional, adoptará las medidas necesarias de seguridad e higiene ocupacional en sus respectivos centros de trabajo. Éstas incluirán aquellas actividades complementarias que no forman parte del suministro eléctrico (suministro de combustible, limpieza, tratamiento de agua, entre otros), de acuerdo con su Programa Anual de Seguridad e Higiene Ocupacional.

Artículo 36. Trabajos con equipos y máquinas herramientas de talleres peligrosas

Los trabajos de soldadura y corte de metales, esmerilados de piezas metálicas y de limpieza o pulido de piezas metálicas con equipos de arenado neumático que pudieran desarrollarse dentro de la casa de máquinas de las centrales generadoras o fuera de ella, se desarrollarán de acuerdo a los procedimientos establecidos en el Reglamento Interno de Seguridad, que deben considerar cuando menos las siguientes precauciones:

- a. Los trabajos de soldadura y cortes de piezas metálicas con equipos eléctricos u oxiacetilénico cerca o en depósitos de combustible se efectuarán cumpliéndose con los procedimientos y medidas de seguridad respectivas, siendo realizados por dos trabajadores como mínimo, los cuales deberán contar con equipos de extinción de incendios, máscara y guantes para soldador (además máscaras antigases para ambientes cerrados), etc. Además se deberá verificar que el nivel de concentración de oxígeno y de los gases o vapores

combustibles presentes en el ambiente de trabajo no sea peligroso.

- b. Si el trabajo se efectuara dentro de la casa de máquina, además se debe tomar las medidas para asegurar una buena ventilación en ella.

Los trabajos de esmerilados de piezas metálicas, limpieza o pulido de metales con equipos de arenado neumático que se efectúen dentro de la casa de máquina, deben en lo posible ser desarrollados en ambientes con buena iluminación y aislados del resto de las maquinarias y equipos instalados en ella; asimismo el trabajador deberá usar adecuados equipos de protección personal.

Si no fuera posible lograr el aislamiento del área de trabajo, se debe asegurar una buena ventilación en la sala de máquina manteniendo las ventanas y puertas abiertas y en caso de que no fuera suficiente se debe recurrir a la ventilación forzada.

Artículo 37. Seguros, equipos de bloqueo y otros dispositivos de seguridad

Los seguros y otros dispositivos de bloqueo o protección neumática o hidráulica (como válvulas de alivio, entre otros) se mantendrán en condiciones de operación óptima y confiable.

Cualquier seguro u otro dispositivo de protección o seguridad, no podrán ser modificados ni podrán operar cumpliendo función distinta para la que fueron diseñados, salvo en los casos de prueba, reparación o ajuste de los mismos.

Artículo 38. Protección de partes energizadas

Todas las partes vivas que operen a más de 150 voltios con relación a tierra sin cubiertas aislantes serán provistas de guardas, a menos que se ubiquen a suficiente distancia horizontal, vertical o combinación de ambas de tal forma que minimicen la posibilidad de contacto accidental con los trabajadores de acuerdo a lo establecido en el Código Nacional de Electricidad.

La protección de las partes energizadas dentro de compartimientos se mantendrá durante la operación y mantenimiento para impedir que las herramientas u otros equipos caigan sobre dichas partes, a excepción del reemplazo de fusibles u otro accesorio necesario, el cual será realizado por personal calificado.

Al retirar las guardas de los equipos energizados, se colocará avisos y se instalará barreras alrededor del área de trabajo para impedir que el personal que no trabaja en los equipos, pero que está en el área, tenga acceso a las partes vivas expuestas.

Artículo 42. Generador de la turbina

Se prohíbe fumar o manipular algún dispositivo que produzca combustión cerca de los compartimientos de hidrógeno de los generadores. Se deberá utilizar una señalización suficientemente clara para advertir peligro de explosión o incendio.

Será considerado como emergencia, en caso se produzca una excesiva impregnación de hidrógeno o pérdida anormal de presión en el sistema de

hidrógeno; y se tomará de inmediato las medidas correctivas pertinentes.

Antes de realizar el mantenimiento de los grandes generadores deberá disponerse de una cantidad suficiente de gas inerte para purgar el hidrógeno de los mismos.

Artículo 43. Hidroeléctricas y sus equipos

Los trabajadores que desarrollen sus actividades cerca de compuertas, válvulas, bocatomas, embalses, túneles u otros emplazamientos donde los incrementos o disminuciones en el flujo de agua o en sus niveles pueden representar un significativo riesgo, deben ser oportunamente alertados para evacuar tales áreas peligrosas antes que se produzcan los cambios.

Artículo 44. Limpieza de presas

La extracción o remoción de material flotante en la presa y otros materiales que obstruyan la libre circulación de agua se ejecutará con los procedimientos, equipos y medios de seguridad adecuados que protejan a los trabajadores de riesgos de caída de altura, caída al agua con peligro de ahogamiento u otras causas.

CAPÍTULO V

DETERMINACIÓN DE LOS RIESGOS EN UNA CENTRAL HIDROELÉCTRICA

La determinación de riesgos es la actividad fundamental que debe llevarse a cabo inicialmente y cuando se efectúen determinados cambios, para poder detectar los riesgos que puedan existir en todos y cada uno de los puestos de trabajo de la Central Hidroeléctrica y que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

Esta actividad es una tarea que debe ser llevada a cabo por personas que tengan la formación requerida y que sean trabajadores designado por la Dirección de la empresa o forme parte del Comité de Seguridad e Higiene.

5.1 Clasificación de las Actividades de Trabajo

Un paso preliminar para la determinación de los riesgos es preparar una lista de actividades de trabajos, agruparlos en forma racional y manejable, como por ejemplo: por áreas de la empresa, etapas en el proceso de producción del servicio, trabajos planificados y de mantenimiento, etc.

Para cada actividad de trabajo puede ser preciso obtener la siguiente información: tareas a realizar (duración y eficiencia), lugar donde se realiza el trabajo, ¿quién realiza el trabajo?, instalaciones y equipos, etc.

A continuación se muestra el esquema de una central hidráulica con sus áreas de trabajo (Fig.5.1.)

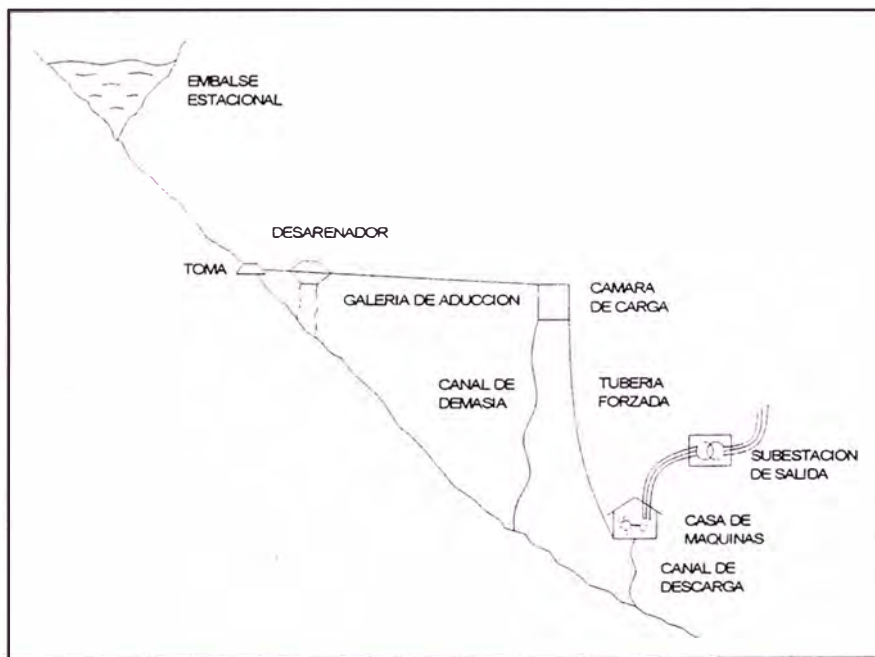


Fig.5.1. Central Hidráulica

Todas las áreas de la central así como las tareas que se realizan y la codificación de los equipos, se pueden encontrar en el Manual de Inspección del Programa de Mantenimiento de la Central. A continuación se muestran las principales áreas de una central con su respectiva codificación.

EMBALSE

EM0101 embalse. (En esta área es casi improbable que exista riesgo continuo)

TOMA

- Derivaciones

TO0101 compuerta para derivación.

TO0102 compuerta de fondo.

TO0103 compuerta para desarenador.

TO0104 ataguías de túnel by pass.

- Subestación de 10kV en toma

TO0201 transformador 10/0.22kV.

TO0202 grupo diesel.

- Servicios auxiliares en toma

TO0301 banco de baterías.

GALERÍA DE ADUCCIÓN

GA0101 galería de aducción.

CÁMARA DE CARGA

CC0101 cámara de carga.

TUBERÍA FORZADA

TF0101 tubería forzada.

- Cámara de válvulas

TF0201 circuito oleodinámico para maniobra válvula mariposa.

TF0202 circuito oleodinámico para maniobra válvula esférica.

CASA DE MÁQUINAS

- Turbina

CM0101 rodete.

CM0102 inyector.

CM0103 deflector.

CM0104 válvula esférica.

- Regulador de velocidad

CM0201 circuito oleodinámico.

CM0202 bomba de aceite.

CM0203 compresor de aire.

- Sistema de refrigeración

CM0301 refrigeración del alternador, transformador y cojinetes.

- Alternador

CM0401 bobinado estatórico.

CM0402 bobinado rotórico.

CM0403 eje, ventiladores, carcasa.

CM0404 cojinete lado de la excitatriz (LE)

CM0405 cojinete lado opuesto de la excitatriz (LOE)

CM0406 botella de CO₂ y mecanismo para disparo.

- Excitación

CM0501 excitatriz principal.

CM0502 excitatriz principal.

CM0503 anillos y carbones del rotor.

- \ CM0504 regulador de tensión.
- CM0505 elementos de maniobra: interruptores y seccionadores.
- Transformador de potencia
 - CM0601 transformador.
 - CM0602 depósito de compensación de aceite.
 - CM0603 bomba de circulación de aceite.
 - CM0604 intercambiadores de calor aceite-agua.
 - CM0605 ventilador de refrigeración de celda.
 - CM0606 botella de CO₂ y mecanismo para disparo.
- Elementos de maniobra
 - CM0701 seccionador e interruptor de media tensión.
 - CM0702 seccionador e interruptor de alta tensión.

SERVICIOS AUXILIARES

- Suministro a SSAA
 - SA0101 elementos de maniobra de media tensión.
 - SA0102 transformador.
 - SA0103 elementos de maniobra de alta tensión.
- Servicios auxiliares
 - SA0201 cargador de baterías 220V CC.
 - SA0202 cargador de baterías 48V CC.
 - SA0203 cargador de baterías de reserva.
 - SA0204 banco de baterías 220V CC.
 - SA0205 banco de baterías 48V CC.

SA0206 compresora para elementos de maniobra.

SA0207 compresora para mantenimiento.

SA0208 bomba de agua de refrigeración.

- Comunicaciones

SA0301 central telefónica.

- Transformador se servicios propios

SA0401 transformador.

- Grúas

SA0501 grúa de 65/15/5 Ton sala de máquinas.

SA0502 grúa de 7.5 Ton cámara de válvulas.

SA0503 grúa de 5 Ton taller.

- Agua potable

SA0601 bomba.

SUBESTACIÓN DE SALIDA

SS0101 transformador.

SS0102 tablero de distribución.

SS0103 elementos de maniobra.

SS0104 elementos de protección.

PATIO DE LLAVES

- Grupo diesel

PA0101 motor de combustión.

PA0102 tanques de petróleo y bombas de alimentación.

- PA0103 tablero de mando.
- PA0104 cargador de baterías.
- PA0105 banco de baterías.
- PA0106 sistemas de calefacción.
- PA0107 sistemas de arranque.

- Subestación

- PA0401 seccionadores de acoplamiento.
- PA0402 seccionadores de la línea.
- PA0403 interruptor de la línea.
- PA0404 trampas de onda.
- PA0405 barras y acoplamientos de cables.
- PA0406 aisladores.
- PA0407 pararrayos.

5.2 Identificación del Riesgo

5.2.1 Riesgo

Es la posibilidad, probabilidad, oportunidad de que pueda ocurrir daño a personas, equipos o al medio ambiente a partir de un peligro.

Para poder evaluar el grado de riesgo se necesita identificar todas las energías dañinas que están involucradas y donde se originan o existen dentro de la operación, al igual que tan presente y por cuanto, los

trabajadores o el medio ambiente, pueden o deben estar expuestos a todas las energías.

La identificación debe ser:

- Amplia; para asegurar que se evalúen todos los aspectos de la actividad laboral.
- Sistemática; puede hacerse, por ejemplo, agrupando los peligros en apartados o bien puede dividirse el trabajo en forma geográfica.
- Práctico; debe tomarse en consideración lo que sucede en realidad en el lugar del trabajo.

La identificación inicial de riesgos deberá realizarse en todos y cada uno de los puestos de trabajo teniendo en cuenta:

- Las condiciones de trabajos existentes o previstos.
- La posibilidad de que el trabajador que lo ocupe sea especialmente sensible por sus características personales.

Para llevar a cabo la identificación del riesgo hay que preguntarse tres cosas:

- ¿Existe una fuente de daño?
- ¿Quién o qué puede ser dañado?
- ¿Cómo puede ocurrir el daño?

Con el fin de ayudar en el proceso de identificación de riesgos es útil categorizarlos en distintas formas, por ejemplo: por temas, mecánicos, eléctricos, radiaciones, sustancia, explosiones, etc.

La identificación del riesgo debe ser documentado con los siguientes datos:

- Identificación del puesto de trabajo.
- El riesgo existente.
- Relación de trabajadores afectados.
- Resultado de la evaluación.
- Referencia a los criterios y procedimientos de evaluación utilizados

Se han seleccionado variables de riesgo que se pueden dar en una central hidroeléctrica, las cuales se incluyen en tres grupos:

5.2.1.1 RIESGOS DE SEGURIDAD

A. RIESGO DE TRAUMATISMO

- Caídas de personas del mismo nivel.
- Caídas de personas de distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes.
- Proyección de partículas.
- Atrapamientos.
- Cortes y pinchazos.
- Atropellos.

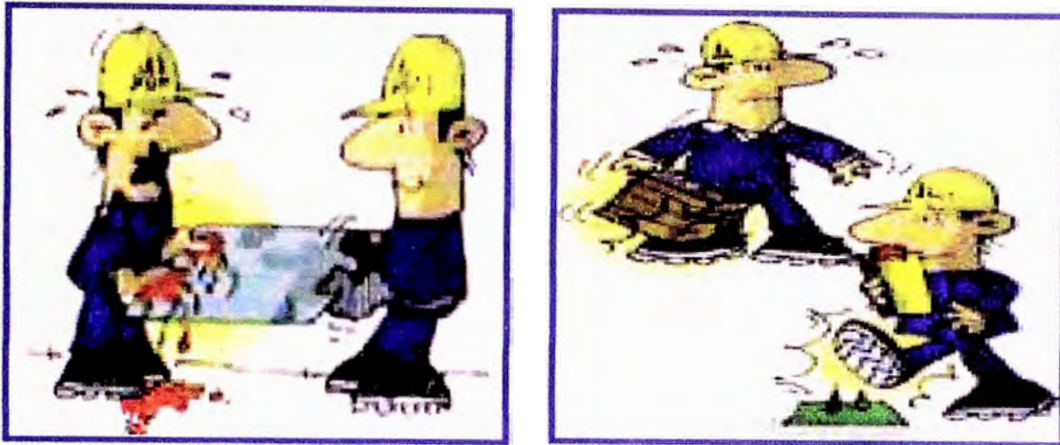


Fig.5.2. Cortes, Caídas de objetos y pisadas sobre objetos

B. FACTORES DE RIESGO (FÍSICOS)

- Electrocución.
- Quemaduras.
- Por productos químicos.

5.2.1.2 RIESGO HIGIÉNICO Y CONDICIONES AMBIENTALES

A. FACTORES DE RIESGO (QUÍMICO)

- Polvos.
- Humos.
- Aerosoles.
- Gases.
- Vapores.

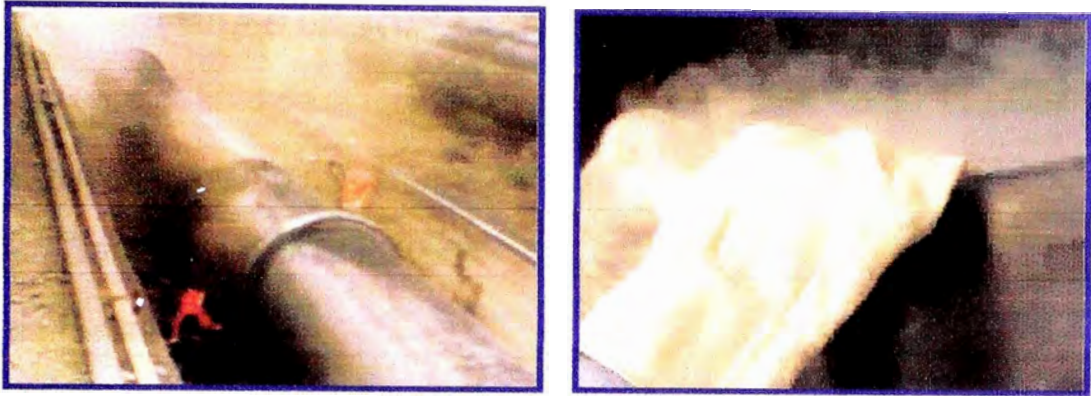


Fig.5.3. Polvos y Vapores

B. FACTORES DE RIESGO (FÍSICO)

- Ruido.
- Vibraciones.
- Radiaciones.

C. CONDICIONES AMBIENTALES

- Temperatura (humedad).
- Iluminación.



Fig.5.4. Temperatura (humedad)

5.2.1.4 VARIABLES ERGONÓMICAS

- Repetitividad de la tarea.
- Levantamiento de cargas.
- Transporte de materiales.
- Postura.

A partir de la recopilación y ordenamiento de los datos obtenidos, se seleccionan las variables de riesgo existentes en la Hidroeléctrica para conocer la situación real en cada puesto de trabajo.

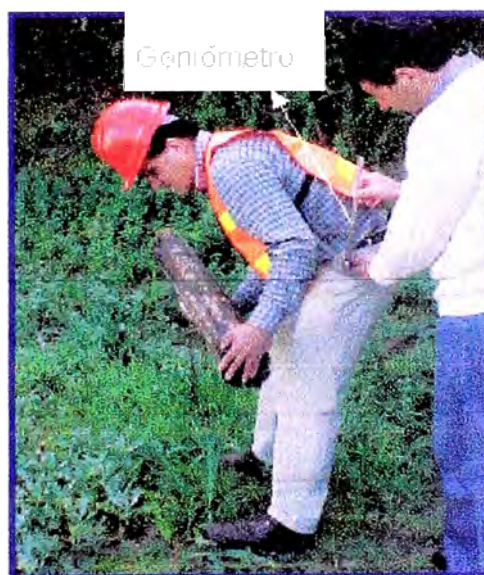


Fig.5.5. Mediciones de ángulos del tronco con Goniómetro

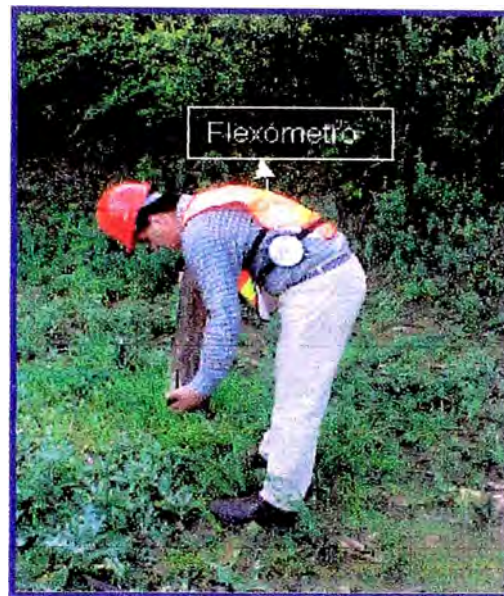


Fig.5.6. Mediciones de ángulos del tronco Con Flexómetro

5.3 Análisis de Riesgo

Aunque todos los riesgos pueden ser evaluados y reducidos si se emplean los suficientes recursos (hombre, tiempo de dedicación, materiales, etc.), éstos son siempre limitados.

Como se mencionó anteriormente la estimación del riesgo no será exacta, sino que se hablará de “niveles de peligro”.

El nivel de riesgo será por su parte función del nivel de probabilidad (Np) y del nivel de consecuencia (Nc) y puede expresarse como:

$$Nr = Np \times Nc \dots (1)$$

5.3.1 Probabilidad

La probabilidad de un accidente puede ser determinada en función de las probabilidades del suceso inicial que lo generó y de los siguientes sucesos desencadenantes. Se debe tener en cuenta que cuando hablamos de accidentes labores, en el concepto de probabilidad está integrado al término “exposición” de las personas al riesgo.

Los niveles de probabilidades se puede expresar como:

$$p = Np = Nf \times Ne \dots (2)$$

Donde:

Nivel de frecuencia (Nf); se refiere a la probabilidad de ocurrencia de una pérdida cada vez que la tarea es llevada a cabo.

Nivel de exposición (Ne); se refiere al número de veces que se realiza una tarea, es decir, la prioridad con la que se da la exposición al riesgo.

5.3.2 Consecuencia

La materialización de un riesgo puede generar consecuencias diferentes (c) cada una de ellas con su correspondiente probabilidad (p).

5.3.3 Escala de Valorización de las Variables

Se establecen las valorizaciones de las diferentes variables.

A. PROBABILIDAD.

Tabla 5.1. Valorización del nivel de frecuencia (Nf)

Nivel de frecuencia de eventos	Nf	Significado
Muy frecuente	11	Existe una inminente o muy alta probabilidad de ocurrencia.
Frecuente	7	Existe una alta probabilidad de ocurrencia.
Moderado	4	Existe una significativa probabilidad de ocurrencia.
Ocasional / remoto	1	Limitado / muy poca probabilidad de ocurrencia.

Fuente: Manual IPER de ISTECS de España.

Tabla 5.2. Valorización del nivel de exposición (Nc)

Nivel de exposición	Ne	Significado
Diariamente / continuado	4	Varias veces en su jornada laboral con tiempo prolongado.
Semanalmente	3	Varias veces a la semana en su jornada laboral, aunque con tiempos cortos.
Quincenalmente	2	El trabajo se realiza cada quince días, aunque se de por períodos cortos.
Esporádicamente	1	Irregularmente.

Fuente: NTP330 del INSHT de España.

Tabla 5.3. Interpretación del nivel de probabilidad (Np)

Nivel de probabilidad	$N_p = N_e * N_f$	Significado
Muy alta (MA)	Entre 44 y 21	Exposición continua. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alta (A)	Entre 16 y 11	Exposición 2 ó 3 veces por semana. La materialización del riesgo es probable que suceda varias veces en el ciclo laboral.
Medio (M)	Entre 8 y 4	Exposición 2 o menos veces cada 15 días. La materialización del riesgo es poco posible que suceda.
Bajo (B)	Entre 3 y 1	Exposición irregular. No es esperable que se materialicen el riesgo, aunque pueda ser concebible.

Fuente: NTP330 del INSHT de España.

B. CONSECUENCIA

B.1 NIVEL DE SEGURIDAD

Tabla 5.4. Valorización del nivel de seguridad

Consecuencia	c	Significado	
		Daños personales	Daños materiales
Mortal o catastrófica (M)	4	1 muerto o más.	Destrucción total del sistema. Difícil renovarlo.
Muy grave (MG)	3	Lesiones graves que pueden ser irreparables.	Destrucción parcial del sistema. Compleja y costosa reparación.
Grave (G)	2	Lesiones con incapacidad laboral temporal.	Se requiere parar el proceso para efectuar la reparación.
Leve (L)	1	Pequeñas lesiones, primeros auxilios.	Reparable sin necesidad de parar el proceso.

Fuente: NTP 330 del INSHT de España.

B.2 NIVEL DE HIGIENE Y DE CONDICIONES AMBIENTALES

ILUMINACIÓN.

Se ha tomado como criterio de valoración una escala en que se combina la comparación entre el nivel de iluminación existente (L) con unos niveles medios de referencia (R) adoptando como tales las que se recogen en la Guía de Iluminación de interiores de la Comisión Internacional de la Iluminación.

Tabla 5.5. Valoración de iluminación

Condición general de iluminación	Valoración
Repartición muy desigual $L < 0.5R$	4
$0.5R < L < R$	3
$L > R$	2
$L > R$ y ausencia de deslumbramientos y buena repartición.	1

Fuente: Roberto Laborda – Ford España

Tabla 5.6. Medidas referenciales de iluminación en centrales

Lugar	Ilum. mín. medida al nivel del piso.
Instrumentos en tableros, interruptores, seccionadores, etc.	200 lux
Tableros sin partes vivas accesibles.	100 lux
Sala para baterías.	100 lux
Sala de maquinas, calderas y bombas.	150 lux
Escaleras y pasillos en los cuales se encuentran maquinaria en movimiento.	100 lux
Cualquier lugar por el cual se transmite energía.	100 lux

Fuente: Código Eléctrico Nacional

TEMPERATURA (HUMEDAD).

Se ha elegido una escala combinando del índice TGBH con el índice de valoración media (IVM) de Fanger, que contempla el porcentaje de personas insatisfechas por causa del ambiente térmico.

Tabla 5.7. Valoración de temperatura

TGBH / IVM	Valoración	Interpretación
IVM>40	4	Estrés térmico.
20.1<IVM<40	3	Medianamente inconfortable.
10<IVM<20	2	Ligeramente inconfortable.
IVM<10	1	Situación confortable.

Fuente: Roberto Laborda – Ford España

ESTRÉS TÉRMICO.

Como límite de la exposición del operario al calor, se establecen los siguientes valores del índice de TGBH calculado en función de los trabajos a realizar y mediante las fórmulas siguientes:

- En exteriores con carga solar

$$TGBH = 0.7TH + 0.2TG + 0.1TS.....(3)$$

- En exteriores e interiores sin carga sola

$$TGBH = 0.7TH + 0.3TG.....(4)$$

Donde:

TGBH = índice TGBH (°C).

TH = Temperatura humedad natural (°C).

TG = Temperatura de globo (°C).

TS = Temperatura seca (°C).

CONFORT TÉRMICO

Tabla 5.8. Valores medios de la caja térmica metabólica

Valores medio de la caja térmica metabólica durante la realización de distintas actividades.		
A.- Postura y movimientos corporales.	Kcal/min.	
Sentado	0.3	
De pie	0.6	
Andando	2.0 - 3.0	
Subida de una pendiente andando	Por medio de subida	
B.- Tipo de trabajo	Media Kcal/min.	Rango Kcal/min.
Trabajo manual	Ligero 0.4	0.2 - 1.2
	Pesado 0.9	
Trabajo con un brazo	Ligero 1.0	0.7 - 2.5
	Pesado 1.7	
Trabajo con 2 brazos	Ligero 1.5	1.0 - 3.5
	Pesado 2.5	
Trabajo con el cuerpo	Ligero 3.5	2.5 - 15.0
	Moderado 5.0	
	Pesado 7.0	
	Muy pesado 9.0	

Fuente: Roberto Laborda – Ford España

Conversión de los niveles de actividad en Kcal/h a W/m²:

$$1\text{Kcal/h} = 0.644 \text{ W/m}^2$$

Cálculo del índice de valoración medio de la ecuación:

$$\text{IVM}(\text{final}) = \text{IVM} + \text{Fh}(\text{HR} - 50) + \text{Ft}(\text{TRM} - \text{TS}) \dots (5)$$

Donde:

Ft: Factor de corrección en función de la temperatura radiante media.

Fh: Factor de corrección en función de la humedad.

HR: Humedad relativa.

De aquí se deduce la temperatura radiante media (TRM):

$$\text{TRM} = \text{TG} + 1.9 (\text{TG} - \text{TS}) \dots \dots \dots (6)$$

Se vigilará que la humedad ambiental en los lugares de trabajo no sobrepase el 60% de la humedad relativa; para ello se utilizará una carta psicrométrica, tabulando la temperatura seca y la temperatura húmeda, tomada durante la medición.

RADIACIONES.

Se ha tomado como criterio la valoración una escala en que se combina la comparación entre el nivel de radiación existente (M) con unos niveles medios de referencia (R) que se recogen de guías estándares.

Tabla 5.9. Valoración de radiaciones

Condiciones generales de radiación	Valoración
Condición de peligro $M > R$	4
$0.5R < M < R$	3
$M < R$	2
$M < R$ y tiempos mínimos de contacto	1

Fuente: Roberto Laborda – Ford España

Tabla 5.10. Límites máximos permisibles de campos magnéticos estáticos

Parte expuesta	Durante 8h de trabajo	Valor instantáneo máximo
Cuerpo entero	60mT	2T
Extremidades	600mT	5T

Fuente: ACGIH – EE.UU.

Tabla 5.11. Campos eléctricos

Tiempo de exposición	Algunas horas por día	Exposición continua
Campo eléctrico	10kV/m	5kV/m

Fuente: ACGIH – EE.UU.

VIBRACIONES.

La escala de valoración esta expresada en unidades de aceleración (m/s^2).

Tabla 5.12. Valoración de vibración

Vibración mano-brazo	Vibración en todo el cuerpo	Valoración
>5.0	>0.7	4
1.1-5.0	0.3-0.6	3
0.3-1.0	0.2-0.4	2
<0.3	<0.2	1

Fuente: Norma ISO 2631 para vibraciones en todo el cuerpo.

Norma ISO 5349 para vibraciones mano – brazo.



Fig.5.7. Vibraciones

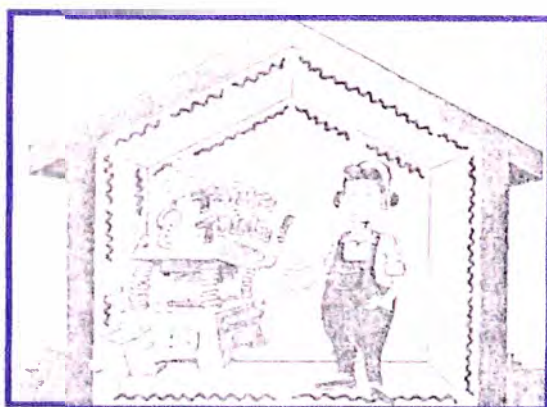
RUIDO.

Tomando como referencia una jornada laboral de 8 horas.

Tabla 5.13. Valoración del ruido

Nivel de ruido (db)	Valoración
N>85	4
80.1<N<85	3
70<N<80	2
N<70	1

Fuente: Roberto Laborda – Ford España

**Fig. 5.8. Ruido**

FACTORES DE RIESGO HIGIÉNICO (QUÍMICO).

Se ha tomado como criterios de valoración la probabilidad de sobre exposición (P_s) al valor límite ambiental expresado en %.

Tabla 5.14. Valoración de sobre exposición

P_s (%)	Valoración
$P_s > 10$	4
$5.1 < P_s < 10$	3
$1.1 < P_s < 5$	2
$P_s < 1$	1

Fuente: Roberto Laborda – Ford España

B.3 VALORACIÓN DEL NIVEL ERGONÓMICO

REPETITIVIDAD DE TAREA.

Se contempla la duración del ciclo del trabajo en minutos "R".

Tabla 5.15. Valoración de repetitividad de tarea

Duración del ciclo (min.)	Valoración
$R < 3$	1
$3.1 < R < 5$	2
$5.1 < R < 10$	3
$R > 10$	4

Fuente: Roberto Laborda – Ford España

LEVANTAMIENTO DE CARGAS.

Se considera el peso en kg de la carga o elemento manipulado "L".

Tabla 5.16. Valoración de levantamiento de carga

Duración del ciclo (min.)	Valoración
$L > 10$	4
$5.1 < L < 10$	3
$1 < L < 5$	2
$L < 1$	1

Fuente: Roberto Laborda – Ford España



Fig.5.9. Levantamiento de cargas

TRANSPORTE DEL MATERIAL.-

Hace referencia al desplazamiento de carga que el trabajador realiza durante la jornada (T), estableciendo un valor en función del número de toneladas que mueve al día.

Tabla 5.17. Valoración de transporte de material

Transporte (TM/día)	Valoración
>7.6	4
5.1<T<7.5	3
2.5<T<5	2
T<2.5	1

Fuente: Roberto Laborda – Ford España



Fig.5.10. Transporte de material

POSTURA.

Este factor relaciona el ángulo de flexión, giro o inclinación de cabeza y/o tronco indistintamente (P), con su frecuencia de repetición durante la jornada de trabajo (J), considerando que dicho concepto sea igual o inferior al 30% de J o mayor que dicha cifra.

Tabla 5.18. Valoración de la postura

Postura (ángulo/frecuencia)	Valoración
P>45° y posturas forzadas	4
20°<P<45° y F<30% de J	3
P<20° y F>30° de J	2
P<20° y F<30° de J	1

Fuente: Roberto Laborda – Ford España



Fig.5.10. Transporte de material

POSTURA.

Este factor relaciona el ángulo de flexión, giro o inclinación de cabeza y/o tronco indistintamente (P), con su frecuencia de repetición durante la jornada de trabajo (J), considerando que dicho concepto sea igual o inferior al 30% de J o mayor que dicha cifra.

Tabla 5.18. Valoración de la postura

Postura (ángulo/frecuencia)	Valoración
P>45° y posturas forzadas	4
20°<P<45° y F<30% de J	3
P<20° y F>30% de J	2
P<20° y F<30% de J	1

Fuente: Roberto Laborda – Ford España

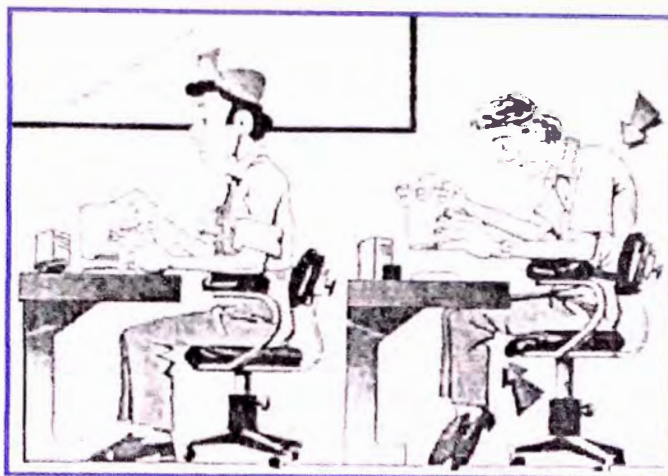


Fig.5.10. Postura de material

5.4 Evaluación de los Riesgos

La evaluación de los riesgos es el proceso dirigido a estimar la magnitud de los riesgos, obteniendo la información necesaria para tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.

Luego de realizar los pasos anteriores:

- Codificación de los puestos.
- Identificación de los riesgos.
- Establecimiento de la probabilidad y de la escala de valoración.

Se elabora una ficha de campo y se procede a la evaluación de las diversas tareas en cada uno de los puestos de trabajo de la central. Este es el procedimiento más importante de todo el proceso, por lo que se necesita

conocer detalladamente cada uno de los diversos procesos; la experiencia así como el criterio jugarán un papel muy importante.

Es importante mencionar que las tareas para cada uno de los puestos de trabajo en la central, así como cada cuanto tiempo se realizan, se pueden encontrar en el Programa de Mantenimiento de la Central.

A continuación se muestra la ficha de campo de una sola área de trabajo, con sus respectivas tareas, ya que las demás pueden ser deducidas análogamente.

Tabla 5.19. Ficha de Campo – TOMA

- Derivaciones TO0101 Compuerta de derivación

Planta	Central Hidroeléctrica		
Puesto de trabajo	Compuerta de derivación		
Descripción de tarea	Prueba de accion. de comp.		
Tiempo de realización de la tarea	Mensual		
	Factor de análisis		riesgo
	c	p	(c*p)
		Nf	Ne
<u>Riesgo de Seguridad</u>			

<i>Riesgo de traumatismo</i>				
Caídas de personas al mismo nivel	2	1	1	2
Caídas de personas a distinto nivel	3	4	1	12
Caída de objetos	1	4	1	4
Pisadas sobre objetos	1	1	1	1
Golpes	1	4	1	4
Proyección de partículas	1	1	1	1
Atrapamientos	1	1	1	1
Cortes y pinchazos	1	1	1	1
Atropellos	1	1	1	1
<i>Factores de riesgo físico</i>				
Electrocución	1	4	1	4
Quemaduras	1	1	1	1
Por productos químicos	1	1	1	1
<u>Riesgo Higiénico y por Cond. Amb.</u>				
<i>Factores químicos</i>				
Polvos	1	11	1	11
Humos	1	1	1	1
Aerosoles	1	1	1	1
Gases	1	1	1	1

Vapores	1	4	1	4
<i>Factores físicos</i>				
Ruido	2	11	1	22
Vibraciones	1	1	1	1
Radiaciones	1	11	1	11
<i>Condiciones ambientales</i>				
Temperatura	2	11	1	22
Iluminación	1	11	1	11
<u>Variables Ergonómicas</u>				
Repetitividad de las tareas	1	1	1	1
Levantamientos de cargas	1	1	1	1
Transporte de la carga	1	4	1	4
Postura	1	11	1	11

Planta	Central Hidroeléctrica			
Puesto de trabajo	Compuerta de derivación			
Descripción de la tarea	Inspección general			
Tiempo de realización de la tarea	Semanal			
	Factor de análisis			riesgo (c*p)
	c	p		
		Nf	Ne	

<u>Riesgo de Seguridad</u>				
<i>Riesgo de traumatismo</i>				
Caídas de personas al mismo nivel	2	1	3	6
Caídas de personas a distinto nivel	3	4	3	36
Caída de objetos	1	4	3	12
Pisadas sobre objetos	1	1	3	3
Golpes	1	4	3	12
Proyección de partículas	1	1	3	3
Atropamientos	1	1	3	3
Cortes y pinchazos	1	1	3	3
Atropellos	1	1	3	3
<i>Factores de riesgo físico</i>				
Electrocución	1	1	3	3
Quemaduras	1	1	3	3
Por productos químicos	1	1	3	3
<u>Riesgo Higiénico y por Cond. Amb.</u>				
<i>Factores químicos</i>				
Polvos	1	11	3	33
Humos	1	1	3	3
Aerosoles	1	1	3	3

Gases	1	1	3	3
Vapores	1	1	3	3
<i>Factores físicos</i>				
Ruido	2	11	3	66
Vibraciones	1	1	3	3
Radiaciones	1	11	3	33
<i>Condiciones ambientales</i>				
Temperatura	2	11	3	66
Iluminación	1	11	3	33
<u>Variables Ergonómicas</u>				
Repetitividad de las tareas	1	1	3	3
Levantamientos de cargas	1	1	3	3
Transporte de la carga	1	4	3	12
Postura	1	11	3	33

5.5 Valoración de los Riesgos

De acuerdo a los resultados obtenidos se establece el rango de criticidad de las diferentes actividades y con la tabla 5.20 se debe decidir si los riesgos son tratables o tolerables.

Tabla 5.20. Riesgo de seguridad

Rango de criticidad	Rango c*p	Significado del rango c*p
Súper crítico	170 -56	Exposición continuada. La materialización del riesgo ocurre con muy alta frecuencia, teniendo una consecuencia de muerte o destrucción total del sistema.
Altamente crítico	48 – 32	Exposición 2 ó 3 veces por semana. La materialización del riesgo ocurre con alta frecuencia y es posible que suceda en el ciclo laboral, teniendo como consecuencia incapacidad permanente o destrucción parcial del sistema.
Moderadamente crítico	28 - 11	Exposición 2 o más veces cada 15 días. La materialización del riesgo es poco posible que suceda, teniendo como consecuencia incapacidad temporal o daños reparables que requieren detener el proceso.
Crítico	9 - 1	Exposición irregular o esporádica, tiene como consecuencia lesiones con atención de primeros auxilios o daños reparables sin necesidad de detener el proceso.

Fuente: NTP330 del INSHT de España

De la Tabla 5.19 se nota que los valores críticos para ese puesto de trabajo son:

En la inspección general.

- Riesgo de seguridad = 36
- Riesgo higiénico y condiciones amb. = 66

Variables ergonómicas = 33

En el control de pérdidas de aceite.

- Riesgo de seguridad = 12
- Riesgo higiénico y condiciones amb. = 22
- Variables ergonómicas = 11

5.6 Matriz de Riesgo

La matriz de riesgo es una herramienta de evaluación que relaciona las consecuencias y probabilidades del riesgo para determinar su magnitud.

Para los demás puestos de trabajo y considerando las respectivas tareas que se realizan en dichos puestos, se obtiene la siguiente matriz de valores críticos.

Tabla 5.21. Matriz de riesgo de valores críticos							
CÓDIGO	TAREA REALIZADA	VALORES CRÍTICOS DE RIESGO			CLASIFICACIÓN DEL RIESGO		
		Segur.	H y CA	Ergon.	Segur.	H y CA	Ergon.
TO0101	inspección general	36	66	33	Altam. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
	prueba de accionamiento de compuertas	12	22	11	Moder. Crítico	Moder. Crítico	Moder. Crítico
TO0102	inspección general	36	66	33	Altam. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
	prueba de accionamiento de compuertas	12	22	11	Moder. Crítico	Moder. Crítico	Moder. Crítico
TO0103	inspección general	36	66	33	Altam. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
	prueba de accionamiento de compuertas	12	22	11	Moder. Crítico	Moder. Crítico	Moder. Crítico
TO0104	inspección general	36	66	33	Altam. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
TO0201	control de pérdidas de aceite	63	66	66	Súper Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
TO0202	control de nivel de combustible	36	66	33	Altam. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
	control de pérdidas de aceite	24	66	66	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	verificación de los niveles de aceite y agua	12	66	33	Moder. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
	prueba de arranque	36	66	33	Altam. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
TO0301	control de baterías	42	66	66	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	verificación del nivel del electrolito	21	66	66	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	medida de la densidad del electrolito	14	44	44	Moder. Crítico	Altam. Crítico	Altam. Crítico
	control de pérdidas en válvulas de descarga	48	88	88	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
GA0101	limpieza de la galería	32	44	66	Altam. Crítico	Altam. Crítico	Súper Crítico
	revestimiento de grietas	48	88	66	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	mantenimiento de rejas	32	44	88	Altam. Crítico	Altam. Crítico	Súper Crítico
	mantenimiento de compuertas	48	33	88	Altam. Crítico	Altam. Crítico	Súper Crítico
CC0101	mantenimiento de rejas	32	44	88	Altam. Crítico	Altam. Crítico	Súper Crítico
	pintado de tuberías de aireación	48	66	66	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico

CÓDIGO	TAREA REALIZADA	VALORES CRÍTICOS DE RIESGO			CLASIFICACIÓN DEL RIESGO		
		Segur.	H y CA.	Ergon.	Segur.	H y CA.	Ergon.
TF0101	inspección general	63	22	66	Súper Crítico	Moder. Crítico	Súper Crítico
	control de prensa estopa	56	33	44	Súper Crítico	Altam. Crítico	Altam. Crítico
	cambia de empaquetadura en junta de anclaje	48	33	44	Altam. Crítico	Altam. Crítico	Altam. Crítico
	cambio de empaquetadura en junta de dilatación	48	33	44	Altam. Crítico	Altam. Crítico	Altam. Crítico
	revisión de apoyos	56	22	66	Súper Crítico	Moder. Crítico	Súper Crítico
TF0201	control de pérdidas de aceite	12	66	66	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control de nivel y presión de aceite	12	66	66	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
TF0202	control de pérdidas de aceite	12	66	66	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control de nivel y presión de aceite	12	66	66	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
CM0101	revisión hidráulica	24	44	32	Moder. Crítico	Altam. Crítico	Altam. Crítico
CM0102	inspección a válvula de purga del inyector	16	132	132	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control de pérdidas de agua, aceite y grasa	16	88	88	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	revisión hidráulica	24	44	32	Moder. Crítico	Altam. Crítico	Altam. Crítico
	ver si hay contaminantes con agua en el separador	4	22	11	Crítico	Moder. Crítico	Moder. Crítico
CM0103	control de pérdidas de agua, aceite y grasa	16	88	88	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	revisión hidráulica	24	44	32	Moder. Crítico	Altam. Crítico	Altam. Crítico
CM0104	control de las válvulas de purga	16	132	132	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control de pérdidas de agua, aceite y grasa	16	88	88	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
CM0201	control de pérdidas en el circuito de aire	16	88	11	Moder. Crítico	Súper Crítico	Moder. Crítico
	verificación del nivel de aceite en la cámara de aire	32	88	88	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control de pérdidas de aceite	16	88	88	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control de pérdidas en el servomotor diferencial	4	22	22	Crítico	Moder. Crítico	Moder. Crítico
CM0202	control de pérdidas de aceite	16	88	88	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control de temperatura de cojinetes de electrobombas	24	66	99	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico

CÓDIGO	TAREA REALIZADA	VALORES CRÍTICOS DE RIESGO			CLASIFICACIÓN DEL RIESGO		
		Segur.	H y CA.	Ergon.	Segur.	H y CA.	Ergon.
CM0203	verificación del nivel de aceite en el compresor de aire	16	88	88	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	pérdidas en el circuito de aire	16	88	44	Moder. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
CM0301	pérdida de agua en el refrigerante	4	22	11	Crítico	Moder. Crítico	Moder. Crítico
CM0401	inspección general del alternador y la excitatriz	84	88	112	Súper Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
CM0402	inspección general del alternador y la excitatriz	84	88	112	Súper Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
CM0403	inspección general del alternador y la excitatriz	32	88	84	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
CM0404	control de la bomba auxiliar de aceite	32	88	88	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control de los muelles de aceite	32	88	44	Altam. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
CM0405	inspección general del alternador y la excitatriz	32	88	84	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control de los muelles de aceite	32	88	44	Altam. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
	control de la bomba auxiliar de aceite	32	88	88	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
CM0406	inspección general del alternador y la excitatriz	32	88	84	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	peso y alineamiento de las botellas de CO ₂	4	22	22	Crítico	Moder. Crítico	Moder. Crítico
CM0501	inspección general del alternador y la excitatriz	32	88	84	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control de carbones	12	66	99	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
CM0502	inspección general del alternador y la excitatriz	32	88	84	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control de carbones	12	66	99	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
CM0503	inspección general del alternador y la excitatriz	32	88	84	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control de carbones	12	66	99	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico

CÓDIGO	TAREA REALIZADA	VALORES CRÍTICOS DE RIESGO			CLASIFICACIÓN DEL RIESGO		
		Segur.	H y CA.	Ergon.	Segur.	H y CA.	Ergon.
CM0504	verificación de la correcta vibración del regulador	16	88	88	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	verificación del nivel de aceite	32	88	44	Altam. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
	verificación de las pérdidas de aceite en el regulador	32	88	44	Altam. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
	verificación de la correcta presión de aceite	32	88	44	Altam. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
	control de la conmutación de manual a automático	4	33	11	Crítico	Altam. Crítico	Moder. Crítico
	control de los estados de los carbones	4	33	33	Crítico	Altam. Crítico	Altam. Crítico
	inspección general del alternador y la excitatriz	32	88	84	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control de señalización de la delga	4	33	33	Crítico	Altam. Crítico	Altam. Crítico
	control de los mandos de regulación en el regulador	8	22	22	Crítico	Moder. Crítico	Moder. Crítico
CM0505	inspección general del alternador y la excitatriz	32	88	84	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
CM0601	inspección general	84	88	88	Súper Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
CM0602	inspección general	88	88	88	Súper Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
CM0603	control de la sal secadora	24	66	66	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control del nivel y pérdidas de aceite	63	66	66	Súper Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	inspección general	32	88	88	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	verificar el funcionamiento de la bomba de aceite	12	66	33	Moder. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
	control de los mandos de los motores	12	66	33	Moder. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
CM0604	inspección general	16	88	88	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
CM0605	inspección general	16	88	88	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
CM0606	inspección general	16	88	88	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	peso y alineamiento de la botella de CO ₂	4	22	22	Crítico	Moder. Crítico	Moder. Crítico
CM0701	inspección general	48	88	88	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
CM0702	inspección general	48	88	88	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico

CÓDIGO	TAREA REALIZADA	VALORES CRÍTICOS DE RIESGO			CLASIFICACIÓN DEL RIESGO		
		Segur.	H y CA.	Ergon.	Segur.	H y CA.	Ergon.
SA0101	inspección general	48	88	88	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control de pérdidas de aire	4	22	11	Crítico	Moder. Crítico	Moder. Crítico
SA0102	inspección general	84	88	88	Súper Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control de la sal secadora	63	66	66	Súper Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control del nivel y pérdida de aceite	63	66	66	Súper Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
SA0103	inspección general	48	88	88	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
SA0201	inspección general	56	88	88	Súper Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	inspección al cargador de baterías	14	22	22	Moder. Crítico	Moder. Crítico	Moder. Crítico
SA0202	inspección general	56	88	88	Súper Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	inspección al cargador de baterías	14	22	22	Moder. Crítico	Moder. Crítico	Moder. Crítico
SA0203	inspección general	56	88	88	Súper Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	inspección al cargador de baterías	14	22	22	Moder. Crítico	Moder. Crítico	Moder. Crítico
SA0204	inspección general	56	88	88	Súper Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	verificación del nivel del electrolito	21	66	66	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	medida de la densidad del electrolito	14	44	44	Moder. Crítico	Altam. Crítico	Altam. Crítico
	medida de la tensión en cada celda	14	44	44	Moder. Crítico	Altam. Crítico	Altam. Crítico
SA0205	inspección general	56	88	88	Súper Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	verificación del nivel del electrolito	21	66	66	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	medida de la densidad del electrolito	14	44	44	Moder. Crítico	Altam. Crítico	Altam. Crítico
	medida de la tensión en cada celda	14	44	44	Moder. Crítico	Altam. Crítico	Altam. Crítico
SA0206	inspección y purga de aire	32	88	44	Altam. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
	control del mando de motores	24	66	33	Moder. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
	control de las pérdidas de aceite	24	66	33	Moder. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
	verificación del nivel de aceite en la compresora	24	66	33	Moder. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
	control de pérdidas de aire	8	22	11	Crítico	Moder. Crítico	Moder. Crítico

CÓDIGO	TAREA REALIZADA	VALOR CRÍTICO DE RIESGO			CLASIFICACIÓN DEL RIESGO		
		Segur.	H y CA.	Ergon.	Segur.	H y CA.	Ergon.
SA0207	inspección y purga de aire	32	88	44	Altam. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
	control del mando de motores	24	66	33	Moder. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
	control de las pérdidas de aceite	24	66	33	Moder. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
	verificación del nivel de aceite en la compresora	24	66	33	Moder. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
	control de pérdidas de aire	8	22	11	Crítico	Moder. Crítico	Moder. Crítico
SA0208	inspección general	4	22	22	Crítico	Moder. Crítico	Moder. Crítico
	control de arranque automático	16	88	44	Moder. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
SA0301	inspección general	14	22	22	Moder. Crítico	Moder. Crítico	Moder. Crítico
SA0401	inspección general	84	88	88	Súper Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
SA0501	inspección general	32	22	66	Altam. Crítico	Moder. Crítico	Súper Crítico
SA0502	inspección general	32	22	66	Altam. Crítico	Moder. Crítico	Súper Crítico
SA0503	inspección general	32	22	66	Altam. Crítico	Moder. Crítico	Súper Crítico
SA0601	inspección general	4	22	22	Crítico	Moder. Crítico	Moder. Crítico
	control de arranque automático	16	88	44	Moder. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
SE0101	inspección general	84	88	88	Súper Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control de pérdida de aceite	24	66	66	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
SE0102	inspección general	48	88	88	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
SE0103	inspección general	48	88	88	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
SE0104	inspección general	48	88	88	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
PAO101	control de pérdidas de aceite	48	88	88	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
PAO102	control del nivel de agua de refrigeración	64	88	88	Súper Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control del nivel de aceite en el carter	48	88	88	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control del nivel de combustible en el tanque diario	48	88	44	Altam. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
	verificar la existencia de petróleo	12	22	11	Moder. Crítico	Moder. Crítico	Moder. Crítico
PA0103	inspección general	48	88	88	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico

CÓDIGO	TAREA REALIZADA	VALOR CRÍTICO DE RIESGO			CLASIFICACIÓN DEL RIESGO		
		Segur.	H y CA.	Ergon.	Segur.	H y CA.	Ergon.
PA0104	inspección general	56	88	88	Súper Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	inspección al cargador de baterías	14	22	22	Moder. Crítico	Moder. Crítico	Moder. Crítico
PA0105	inspección general	56	88	88	Súper Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control de baterías	42	66	66	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control del nivel y densidad del electrolito	14	44	44	Moder. Crítico	Altam. Crítico	Altam. Crítico
	medida de tensión por celda	14	44	44	Moder. Crítico	Altam. Crítico	Altam. Crítico
PA0106	control del sistema de calefacción	12	66	99	Moder. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
PA0107	prueba de arranque neumático en mando local	24	66	33	Moder. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
	prueba de arranque neumático en mando a distancia	24	66	33	Moder. Crítico	Súper Crítico	Altam. Crítico
	control de pérdidas de aire	8	22	11	Crítico	Moder. Crítico	Moder. Crítico
	prueba de arranque eléctrico	21	33	11	Moder. Crítico	Altam. Crítico	Moder. Crítico
PA0201	inspección general	48	88	88	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
PA0202	inspección general	48	88	88	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
PA0203	inspección general	48	88	88	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
	control de presión y pérdida de aire	8	22	11	Crítico	Moder. Crítico	Moder. Crítico
PA0204	inspección general	48	88	88	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
PA0205	inspección general	48	88	88	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
PA0206	inspección general	48	88	88	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico
PA0207	inspección general	48	88	88	Altam. Crítico	Súper Crítico	Súper Crítico

5.7 Tipos de Evaluaciones

5.7.1 Evaluación de riesgos impuesta por legislación específica

"Legislación Industrial". Esta metodología de evaluación se emplea para los riesgos que se pueden presentar en los puestos de trabajo y que deriven de las propias instalaciones y equipos para los cuales existe una legislación nacional, autonómica y local de Seguridad Industrial y de Prevención y Protección de Incendios.

El cumplimiento de los requisitos establecidos por dicha legislación supondrá que los riesgos derivados de estas instalaciones o equipos, están controlados.

Por tanto la evaluación de dichos riesgos consistirá en asegurar que se cumple con los requisitos establecidos en la legislación que le sea de aplicación y en los términos señalados en ella. En términos generales la legislación obliga:

- A disponer de una Autorización Individual de puesta en marcha por la Delegación de Industria correspondiente.
- Contratar con una Entidad Acreditada por la Administración el mantenimiento periódico de la instalación
- Libro de Registro de la instalación

No obstante, si el técnico competente lo considerara necesario podrá realizar una comprobación "in situ" de la instalación para verificar que no existen riesgos no controlados.

5.7.2 Evaluación de Riesgos para los que no existe legislación específica

Existen normas o guías técnicas que establecen el procedimiento de evaluación e incluso, en algunos casos, los niveles máximos de exposición recomendados para determinados riesgos para los que no existe una legislación ni comunitaria ni nacional, que limite la exposición a dichos riesgos.

En el caso de riesgos biomecánicos:

Se identificarán mediante cualquiera de las encuestas de molestias músculo-esqueléticas debidamente contrastadas y aceptadas internacionalmente.

Para los riesgos derivados de las posturas forzadas o los movimientos repetitivos, el técnico competente, basándose en su apreciación profesional determinará si procede realizar una evaluación detallada, en el caso de que así sea, se evaluarán atendiendo a los criterios de evaluación de riesgos biomecánicos definidos en el método ErgoIBV o métodos de fiabilidad equivalente, excepto en los riesgos derivados del manejo manual de cargas que se usará la Guía del INSHT.

5.7.3 Evaluación General de Riesgos

Cualquier riesgo que no se encuentre contemplado en los dos tipos de evaluaciones anteriores, se puede evaluar mediante un método general de evaluación como el que se expone en este apartado. Hay riesgos en el mundo laboral cuya identificación y evaluación no está específicamente recogida en leyes, reglamentos o normas. Para proceder a la evaluación de dichos riesgos se parte de una identificación de los mismos y posteriormente se procede a su valoración en base al criterio de probabilidad por consecuencia.

5.8 Metodología Alternativa

La evaluación de riesgos es responsabilidad de la Dirección de la empresa, debiendo consultar a los trabajadores o a sus representantes sobre el método empleado para realizarla; teniendo en cuenta que éste deberá ajustarse a los riesgos existentes y al nivel de profundización requerido.

El siguiente método Un método alternativo para llevar a cabo la evaluación de riesgos en una Central Hidroeléctrica

5.8.1 Identificación de Actividades, Instalaciones y Materiales

MATERIALES:

- El grupo de trabajo seleccionado identificará los procesos, subprocesos, actividades y tareas hasta un nivel que permita

identificar con precisión y el riesgo.

- Luego, el equipo de trabajo estudia la identificación de procesos, subprocesos, actividades y tareas y verificación:
 - a) Si existen actividades que pueden ser eliminadas, combinadas con otras o que precisen ser agregadas.
 - b) Si el análisis responde a la realidad, realizando las correcciones, mediante la observación in situ.
 - c) Si se tomaron en cuenta las condiciones normales, anormales y de emergencia.

- El equipo de trabajo, dependiendo de la necesidad, se apoyara en la siguiente información:
 - a) Diagrama de disposición de planta.
 - b) Esquema o diagramas del proceso.
 - c) Programas con detalles de tareas ejecutadas o a ejecutar en la operación o mantenimiento.

5.8.2 Identificación de Peligro y Riesgos

- La identificación de peligros y riesgos se debe consultar entre otros a:
 - a) El listado de materiales y herramientas que se utilicen.
 - b) Hojas de seguridad.
 - c) Diagramas de disposición de planta.

d) Información de accidentes e incidentes ocurridos en la central hidroeléctrica relacionados a los procesos analizados.

- El equipo de trabajo identifica los peligros y los riesgos derivados de estos, guiándose con la tabla 5.22 de descripción de riesgo.

Tabla 5.22 Descripción de Riesgos

Código	Descripción del Riesgo
1	Accidente Automovilístico
2.	Atrapados por Piezas en Movimientos
3.	Atrapado en espacio confinado
4.	Caída del mismo nivel
5.	Caída de distinto nivel
6.	Contacto de la vista con sustancias o agentes dañinos
7.	Contacto de la piel con sustancias y agentes dañinos.
8.	Contacto con electricidad.
9.	Exposición a reacciones electromagnéticas.
10.	Exposición a radiaciones de pantallas y otras.
11.	Exposición a ruidos.
12.	Exposición a vibraciones
13.	Contacto con superficies a altas temperaturas.
14.	Corte por: elemento punzo cortantes, herramientas, equipos, etc.

15.	Ergonómico por movimientos repetitivos.
16.	Ergonómico por espacio inadecuado de trabajo.
17.	Exposición a ambientes con temperaturas inadecuados.
18.	Ergonómico con condición de iluminación inadecuada.
19.	Ergonómico por sobreesfuerzo.
20.	Exposición a enfermedades.
21.	Exposición a ambientes insalubres.
22.	Exposición.
23.	Golpeado por: equipos, fluidos a presión, objetos y cargas en movimiento, caída de herramientas, materiales, equipos, etc.
24.	Golpeado contra objetos, equipos, etc.
25.	Inhalación de sustancias o agentes dañinos.
26.	Ingestión de sustancias o agentes dañinos.
27.	Exposición a ambientes deficientes de oxígeno.
28.	Incendio
29.	Inundación.
30.	Incomunicación.
31.	Picaduras o mordeduras.

5.8.3 Origen del Riesgo

Se trata de identificar quién o qué origina el riesgo

- Sección: Área de la empresa específica en que se encuentra la generación del riesgo
- Puesto: Puesto de trabajo que genera el riesgo
- Tarea: Tarea concreta que genera el riesgo
- Equipo: Identifica la instalación o máquina origen del riesgo

5.8.4 Evaluación de Riesgos

- El equipo de trabajo asigna valores de probabilidad y consecuencia utilizando los Tablas 5.23 y 5.24 de criterios de probabilidad y consecuencia

Tabla 5.23 Criterios de Probabilidades

ALTA (A)	<ul style="list-style-type: none"> - No existen controles para el riesgo; o - El personal o la instalación están expuesto al peligro diariamente o en periodos menores a un mes.
MEDIA (M)	<ul style="list-style-type: none"> - Existen controles para el riesgo pero no son adecuados o efectivos; o - El personal o la instalación esta expuesto al peligro en periodos iguales o mayores a un año.

BAJA (B)	<ul style="list-style-type: none"> - Existen Controles para el riesgo adecuados y efectivos; o - El personal o la instalación está expuesto al peligro en periodos iguales o mayores a un año.
----------	--

Tabla 5.24 Criterios de Consecuencias

FALTA(F)	<ul style="list-style-type: none"> - Enfermedades o lesiones que conducen a la muerte de la persona sometida al riesgo, o - Se origina el colapso de la instalación.
LESION DISCAPACITANTE PERMANENTE (LDP) O DAÑO PERMANENTE	<ul style="list-style-type: none"> - Perdida de facultades físicas permanentemente(tales como amputaciones), y sensoriales (tales como la sordera), así como también daños psicológicos, etc.; o - Las instalaciones afectadas no pueden ser reparadas, deben ser cambiadas.
SIN LESIONES DISCAPACIT ANTE TEMPORAL (LDT) O DAÑO TEMPORAL	<ul style="list-style-type: none"> - Daños superficiales, cortes leves, magulladuras pequeñas, irritación de los ojos, molestias vagas, dolores de cabeza y/o quemaduras leves. Solo requiere tratamiento medico ambulatorio (sin quedar imposibilitado de laborar por necesidad de descanso medico) o un descanso no mayor a 24 horas; o - Las instalaciones no sufren daños que afecten su operatividad.

SIN LESIONES (SL) O DAÑOS	No se manifiesta ningún tipo` de lesión a la persona o daños a la instalación cuando se sometieron al riesgo.
---	--

A la hora de evaluar la probabilidad se debe tener en cuenta:

- a) Los controles que actualmente existen sobre riesgo y si estos son adecuados.
- b) La exposición del personal al peligro.
- c) Reportes de accidentes de incidentes ocurridos.

El riesgo es evaluado y clasificado considerando las indicaciones de la tabla 5.25

Tabla 5.25 Criterios de Evaluación de los Riesgos

	Sin Lesiones (SL)	Sin Lesiones Discapacitantes (SLD)SI	Lesión Discapacitante temporal (LDT)	Lesión Discapacitante Permanente (LDP)	Fatal (F)
BAJA (B)	T	T	M	M	C
MEDIA (M)	T	T	M	C	C
ALTA (A)	T	M	M	C	C

Las diferentes combinaciones darán como resultado los valores indicados en el cuadro donde: T=Riesgo Trivial; M= Riesgo Moderado; C= Riesgo Critico.

- Finalmente se elabora un resumen de los peligros con riesgos críticos asociados, donde se indicara además la normativa legal asociada a los controles de dichos peligros y riesgos.

Tabla 5.26 Interpretación de resultados para la gestión del Riesgo

NIVEL DEL RIESGO	INTERPRETACIÓN O SIGNIFICADO
Riesgo Crítico (C)	No se debe de continuar o comenzar el trabajo hasta que el riesgo haya sido eliminado o controlado. Las medidas a tomar para controlar los riesgos deben ser inmediatas. Si el riesgo se presenta en un trabajo en curso, debe remediarse el problema inmediatamente y, en el lapso, paralizar la labor que tiene el riesgo asociado.
Riesgo Moderado (M)	Se debe monitorear anualmente el riesgo para corroborar que se mantiene el estado moderado
Riesgo Trivial (T)	No se necesita mejorar las acciones preventivas o las medidas de control son adecuadas o no se requiere acción específica.

Tabla 5.27 Identificación de peligros y Evaluación de Riesgos

PROCESO	SUBPROCESOS	ACTIVIDADES O TAREAS ESPECIFICAS PROPIAS, DE CONTRATISTAS O VISITANTES: (Se deben considerar todas las actividades rutinarias o no, eventos especiales, situaciones de emergencia, situaciones críticas, etc.)	PELIGROS (considerar actividades, parte de una actividad, el ambiente de trabajo, instalaciones o equipos, materiales, herramientas, etc.)	Código del riesgo	Riesgos	Causas que ocasionan el riesgo	Criterios de Evaluación		Clasificación del riesgo	Medida de control
							Probabilidad	Consecuencia		
Producción captación Conducción Toma Tamboraque	Captación.	Inspección y operación Toma Tamboraque	Escaleras en los desarenadores y la galería	6	Caidas a distinto nivel	Inadecuado uso de EPP	M	F	C	28-12-04 Se capacita al personal de la Toma Tamboraque según Instructivo I.SG.OA.003
Producción captación Conducción Toma Tamboraque	Captación.	Inspección y operación: Toma Tamboraque.	Manipulación de aceite del agregado hidráulico	7	Contacto de la piel con sustancias y agentes dañinos	Inadecuada Manipulación, uso inadecuado de EPP	A	LDT	M	28-12-04 Se capacita al personal de la Toma Tamboraque según instructivo I.SG.OA.003
Producción captación Conducción Toma Tamboraque	Captación.	Inspección y operación: Toma Tamboraque.	Tablero distribución 220V. sala de mando	8	Contacto con electricidad	Tienen mallas de protección pero son cortas no protegiendo en su totalidad los cables de mando y fuerza	M	F	C	Sala de mando se pone mallas en el andamio 3 y 4 falta aumentar la altura Gema 10019862
Producción captación Conducción Toma Tamboraque	Captación.	Inspección y operación Toma Tamboraque.	Baterías Plomo-Ácido sala de baterías	8	Contacto con electricidad	Falta protección de borne	M	F	C	Avance 50% se reemplaza por baterías Niquel/cadmio
Producción captación Conducción Toma Tamboraque	Captación.	Inspección y operación Toma Tamboraque.	Baterías Plomo-Ácido sala de mando.	8	Contacto con electricidad	Falta de señalización (falta letrero riesgo eléctrico)	M	F	C	Avance 100% se pone letreros de riesgo eléctrico en la sala de baterías
Producción captación Conducción Toma Tamboraque	Captación.	Inspección y operación: Toma Tamboraque.	Cables de mando y fuerza que pasan por el sótano del tanque de petróleo	8	Contacto con electricidad	Cables eléctricos desordenados	M	F	C	Se realiza la limpieza de los cables falta ordenamiento Gema 10015978
Producción captación Conducción Toma Tamboraque	Captación.	Inspección y operación Toma Tamboraque.	Camino hacia los vestuarios y tanque de agua potable	6	Caidas a distinto nivel	Escaleras con superficie Irregular	M	F	C	Avance 100% se pone letreros de riesgo de caidas
Producción captación Conducción Toma Tamboraque	Captación.	Inspección y operación: Toma Tamboraque.	Caja de distribución ubicado en la cámara desarenador 2	8	Contacto con electricidad	Caja de distribución sin protección contra lluvias	M	F	C	Trabajo ejecutado al100% Gema 10019862
Producción captación y Conducción	Cámara de carga	Inspección y operación Pulmón.	Obstáculos en tapas de los tanques de agua potable y regadio; entrada a la Cámara de carga.	4	Caidas al mismo nivel	Las tapas se encuentran rotas y en condiciones Insegura	A	LDT	M	Gema 10019887 Avance 20%

PROCESO	SUBPROCESOS	ACTIVIDADES O TAREAS ESPECIFICAS PROPIAS, DE CONTRATISTAS O VISITANTES: (Se deben considerar todas las actividades rutinarias o no, eventos especiales, situaciones de emergencia, situaciones críticas, etc.)	PELIGROS (considerar actividades, parte de una actividad, el ambiente de trabajo, instalaciones o equipos, materiales, herramientas, etc.)	Código del riesgo	Riesgos	Causas que ocasionan el riesgo	Criterios de Evaluación		Clasificación del riesgo	Medida de control
							Probabilidad	Consecuencia		
Producción captación y Conducción	Cámara de carga.	Inspección y operación Pulmón.	Estructura metálica ubicado en forma inadecuada (Winche)	24	Golpeado contra objetos	Estructura esta al centro del camino de acceso al Winche y en posición vertical	A	LDT	M	Avance 20% Gema 10019888
Producción captación Conducción Toma Tamboraque	Captación	Inspección y operación Toma Tamboraque.	Ejes y acoplamientos en movimiento por maniobras de los rastrillos automáticos	2	Atrapado por piezas en movimiento	Falta de guardas	A	F	C	La Instalación del rastrillo Automático es una instalación nueva se le ha enviado un email al Jefe sugiriendo las guardas
Producción captación Conducción Toma Tamboraque	Captación	Maniobras de conexión y desconexión	Operación local de elementos de manobra Tablero de control	8	Contacto con electricidad	Probable mala maniobra o equipo en mal estado	M	F	C	La Instalación del rastrillo Automático es una instalación nueva se le ha enviado un email al Jefe sugiriendo las protecciones de los tableros de control
Producción captación y Conducción	Cámara de carga	Maniobras de conexión y desconexión	Operación local de elementos de manobra Tablero de control y fuerza	8	Contacto con electricidad	Probable mala maniobra o equipo en mal estado	M	F	C	Capacitación del personal, uso de los EPP
Producción captación y Conducción	Cámara de carga	Inspección y operación Pulmón.	Escalera de acceso compuertas de Purga	5	Caidas a distinto nivel	Uso Inadecuado de equipo anticaídas	A	F	n	Se realiza la gestión del pedido de ames para las maniobras en la compuertas de purga
Producción captación Y Conducción	Cámara de carga	Inspección y operación Pulmón.	Escaleras de acceso al dispositivo de sobre velocidad	5	Caidas a distinto nivel	No cuenta con protecciones físicas (falta trabapies en las barandas de toda la escalera y una cadena de seguridad al primer paso de la escalera)	M	F	C	Gema 10019888 Avance 20 %
Producción captación y Conducción	Cámara de carga	Inspección y operación Pulmón.	Escaleras de acceso a la garita de vigilancia	5	Caidas a distinto nivel	escaleras de concreto en condiciones Inseguras (se encuentran casi en su totalidad los pasos deteriorados)	A	F	C	Gema 10019889 Avance 50%
Producción captación Y Conducción	Cámara de carga	Inspección y operación. Pulmón.	Tapas del canal de cables Frente al Winche	4	Caidas al mismo nivel	Tapas Deformadas y en condiciones inseguras.	A	LDT	M	Gema 10019888 Avance 20 %
Producción captación y Conducción	Cámara de carga	Inspección y operación: Pulmón.	cableado y cajas de paso al costado de las compuertas de presión taza 1 y 2	8	Contacto con electricidad	Cables eléctricos desordenados y caja de paso deteriorada	A	F	C	(Sac 476-478) Gema 10016980
Producción captación y Conducción	Cámara de carga	Inspección y operación: Pulmón.	Abertura por la rejillas de acceso a las compuertas de Purga taza 1 y 2	5	Caidas a distinto nivel	Rejilla en condiciones Insegura con riesgo de caerse (requiere ser modificada)	M	F	C	Avance 20% Gema 10019888

PROCESO	SUBPROCESOS	ACTIVIDADES O TAREAS ESPECIFICAS PROPIAS, DE CONTRATISTAS O VISITANTES: (Se deben considerar todas las actividades rutinarias o no, eventos especiales, situaciones de emergencia, situaciones críticas, etc.)	PELIGROS (considerar actividades, parte de una actividad, el ambiente de trabajo, instalaciones o equipos, materiales, herramientas, etc.)	Código del riesgo	Riesgos	Causas que ocasionan el riesgo	Criterios de Evaluación		Clasificación del riesgo	Medida de control
							Probabilidad	Consecuencia		
Producción / captación y Conducción	Cámara de carga	Inspección y operación Pulmón.	Camino de acceso al P-18 antes de subir por las escaleras	4	Caldas al mismo nivel	No se identifica el riesgo	A	LDT	M	Falta pintado de piso delineado riesgo de calda a nivel (SACp 475)
Producción / captación y Conducción	Cámara de carga	Inspección y operación Pulmón	Cocina ubicada en dormitorio del vigilante	28	Incendio	Ubicación de la cocina en lugar Inadecuado por haber enseres altamente Inflamables (trasiado de cocina).	A	F	C	Gema 10019889 avance 100%
Producción / captación y Conducción	Cámara de carga	Inspección y operación Sala de mando P22	Manipulación de aceite, carter del agregado hidráulico P-22	7	Contacto de la piel con sustancias y agentes dañinos	Inadecuado uso de E PP	M	LDT	M	Avance 30% se realiza pedido de hojas de seguridad
Producción / captación y Conducción	Cámara de carga	Inspección y operación Sala de mando P22	Tablero distribución 220V	8	Contacto con electricidad	Paneles sin malla de protección	A	F	C	14-08-04 Gema 10019890 avance 100%
Producción / captación y Conducción	Cámara de carga	Inspección y operación Sala de mando P22	Luminanas	24	Golpeado por objetos	Base de la Luminana del techo por caerse	A	LDP	C	14-02-04 (Sac 475-478) Gema 10015980
Producción / captación y Conducción	Cámara de carga	Inspección y operación Sala de mando P22	Bornes de las baterías	8	contacto con electricidad	Bornes de la batería sin tapas de protección	A	F	C	se remplaza por baterías Níquel/cadmio Avance 100%
Producción / captación y Conducción	Cámara de carga	Inspección y operación: Corredor-Pulmón	Acceso a las plataforma de los Miradores 1 -2	5	Caldas a distinto nivel	No cuenta con protecciones físicas (falta traba pies en las barandas y mantenimiento del piso).	M	F	C	Gema 10019892 Avance 20 %
Producción / captación y Conducción	Cámara de carga	Inspección y operación: Sala de mando P18	Cables tablero mando P-18	8	Contacto con electricidad	Cables eléctricos sin protección	M	F	C	Gema 10019891 Avance 20%
Producción / captación y Conducción	Cámara de carga	Inspección y operación: Sala de mando P18	Manipulación de aceite, carter del agregado hidráulico P-18	7	Contacto de la piel con sustancias y agentes dañinos	Inadecuado uso de EPP	M	LDT	M	Avance 30% se realiza pedido de hojas de seguridad
Producción / servicios auxiliares	Sistemas de corriente alterna / grupo Diesel	Inspección y operación Grupo Diesel	Fajas en movimiento. Grupo diesel Central	2	Atrapado por piezas en movimiento	Falta guarda	M	LDP	C	Gema 10019892 Avance 100%
Producción / servicios auxiliares	Sistemas de corriente alterna / grupo Diesel	Inspección y operación: Grupo Diesel	Daño potencial a la persona por contacto con fibra de vidrio	25	Inhalación de sustancias o agentes dañinos	Fibra de vidrio en los falsos pisos	A	LDT	M	Gema 10019841 Avance 50%
Producción / servicios auxiliares	Sistemas de corriente alterna / grupo Diesel	Inspección y operación Grupo Diesel	Ventiladores en funcionamiento	2	Atrapado por piezas en movimiento	Falta protección	A	LDP	C	Gema 10019914 Avance 30%

PROCESO	SUBPROCESOS	ACTIVIDADES O TAREAS ESPECIFICAS PROPIAS, DE CONTRATISTAS O VISITANTES: (Se deben considerar todas las actividades rutinarias o no, eventos especiales, situaciones de emergencia, situaciones criticas, etc.)	PELIGROS (considerar actividades, parte de una actividad, el ambiente de trabajo, instalaciones o equipos, materiales, herramientas, etc.)	Código del riesgo	Riesgos	Causas que ocasionan el riesgo	Criterios de Evaluación		Clasificación del riesgo	Medida de control
							Probabilidad	Consecuencia		
Producción / servicios auxiliares	Sistemas de corriente alterna / grupo Diesel	Inspección y operación: Grupo Diesel	Vapores producido por el petróleo en el tanque principal	25	Inhalación de sustancias o agentes dañinos	Ventilación insuficiente	A	LDP	C	Avance 30% Se envia e-mail para el vaciado del petróleo del tanque principal
Producción / servicios auxiliares	Sistemas de corriente alterna / grupo Diesel	Inspección y operación: Grupo Diesel	Tubería de combustible obstaculiza tránsito	4	Caldas al mismo nivel	Tuberías sobre salidas que obstaculizan el paso (falta cartel de advertencia y pintado de señalización)	A	LTD	M	Avance 100%
Producción / servicios auxiliares	Sistemas de corriente alterna / toma de la energía de la red interna	Inspección y operación: Sistemas de apoyo W.E.E	Ejes y acoplamientos en movimiento por maniobras expuestos	2	Atrapado por piezas en movimiento	Falta guarda	A	F	C	Avance 30% sacp 755 Gema 10016035
Producción / servicios auxiliares	Sistema de corriente alterna/Almacenamiento de combustible	Inspección y operación Grupo Diesel	Acceso al ambiente del tanque principal	5	Caldas a distinto nivel	Inadecuado uso "Equipo de protección de caldas"	M	F	C	Se tiene ames de seguridad y se coloca letreros de uso de ames avance 100%
Producción / servicios auxiliares	Sistema de corriente alterna/Almacenamiento de combustible	Inspección y operación: Grupo Diesel	Manipulación del combustible del tanque principal y auxiliar.	7	Contacto de la piel con sustancias y agentes dañinos	Inadecuado uso EPP	A	LDT	M	se pone hojas de seguridad rombos Avance 100%
Producción / servicios auxiliares	Sistemas de corriente alterna / toma de la energía de la red interna	Inspección y operación: Sala de relés	Fibra de vidrio	25	Inhalación de sustancias o agentes dañinos	Fibra de vidrio en los falsos pisos (aviso W)	A	LDT	M	Gema 10019841 Avance 50%
Producción / servicios auxiliares	Sistemas de corriente alterna / toma de la energía de la red interna	Inspección y operación: Sala de relés.	Bornes de fusibles automáticos,	8	Contacto con electricidad	Bornes de los fusibles automáticos sin malla de protección (aviso N°)	A	F	C	Gema 10019838 Avance 85% la anomalía ya ha sido cerrada
Producción / servicios auxiliares	Sistemas de corriente alterna / toma de la energía de la red interna	Inspección y operación: Sala de relés	tapa del piso mal ubicada,	4	Caldas al mismo nivel	Acumulación de cableados dificultan la correcta ubicación de la tapa, (adaptar la tapa)	A	LDT	M	Gema 10019917 Avance 100%
Producción / servicios auxiliares	Sistemas de corriente alterna / toma de la energía de la red interna	Inspección y operación: Sala de transformadores de 320 y 1300KVA.	Obstrucción en el piso y cubeta,	4	Caldas al mismo nivel	riel del piso en el trafo 320KVA y ligero desnivel en el cubeta del trafo 1300KVA	A	LDT	M	Gema 10019917 Avance 100%
Producción / servicios auxiliares	Sistemas de corriente alterna / toma de la energía de la red interna	Inspección y operación Sala de servicios auxiliares,	Fibra de vidrio	25	Inhalación de sustancias o agentes dañinos	Fibra de vidrio en los falsos pisos	B	LDT	M	Gema 10019841 Avance 50%

PROCESO	SUBPROCESOS	ACTIVIDADES O TAREAS ESPECIFICAS PROPIAS, DE CONTRATISTAS O VISITANTES: (Se deben considerar todas las actividades rutinarias o no, eventos especiales, situaciones de emergencia, situaciones críticas. etc.)	PELIGROS (considerar actividades, parte de una actividad, el ambiente de trabajo, instalaciones o equipos, materiales, herramientas, etc.)	Código del riesgo	Riesgos	Causas que ocasionan el riesgo	Criterios de Evaluación		Clasificación del riesgo	Medida de control
							Probabilidad	Consecuencia		
Producción / servicios auxiliares	Sistemas de corriente alterna / toma de la energía de la red interna	Inspección y operación Sala de servicios auxiliares,	Barra en los paneles de 220 V °	8	Contacto con electricidad	Paneles sin de malla de protección (aviso W)	A	F	C	Gema 10019838 Avance 100%
Producción / servicios auxiliares	Sistemas de corriente alterna / toma de la energía de la red interna	Maniobras de conexión y desconexión	Operación local de elementos de maniobra	8	Contacto con electricidad	Probable mala maniobra o EPP en mal estado	M	F	C	Capacitación del personal, uso de los EPP
Producción / servicios auxiliares	Sistemas de corriente alterna / toma de la energía de la red interna	Inspección y operación: Grupo Diesel, Trafos, Sistemas de apoyo,	Funcionamiento continuo de equipos	11	Exposición a ruidos	Uso Inadecuado de protección auditiva	A	LDP	C	De acuerdo a la última inspección de EPP todos cuentan con tapones auditivos avance 100%
Producción / servicios auxiliares	Sistemas de corriente alterna / toma de la energía de la red interna	Inspección y operación: Grupo Diesel, Trafos Sistemas de apoyo	Funcionamiento continuo de equipos	9	Exposición a radiaciones electromagnéticas	Existencia Campo magnético	A	SLD	M	Uso adecuado de EPP, colocación de avisos de seguridad
Producción / servicios auxiliares	Operación de los sistemas de bombeo SAR	Inspección y operación: Planta de refrigeración	Maniobrar válvulas de purga en pozos de filtros. W 10019840	5	Caldas a distinto nivel	Falta barandas de tubos y traba pies	M	F	C	Gema 10019840 Avance 20%
Producción / servicios auxiliares	Operación de los sistemas de bombeo SAR	Inspección y operación: Planta de refrigeración	Gradas de puerta de acceso del reservorio de 500m3.	4	Caldas al mismo nivel	No se identifica el riesgo	A	LDT	M	Gema 10019840 Avance 20%
Producción / servicios auxiliares	Operación de los sistemas de bombeo SAR	Inspección y operación: Planta de refrigeración	Daño a la persona por acceso al equipo de control de nivel en la parte superior del reservorio de 500m3	5	Caldas a distinto nivel	Escalera insegura y sin protección	A	F	C	Según la nueva norma no requiere espaldar se tiene en la central antes de seguridad avance 100%
Producción / servicios auxiliares	Operación de los sistemas de bombeo SAR	Inspección y operación: Planta de refrigeración	Contra peso del equipo de control de nivel que está suspendido en el reservorio de 500m3	23	Golpeado contra equipos	el contra peso no cuenta con una cubierta fija de protección	A	LDT	M	Gema 10019840 Avance 20%
Producción / servicios auxiliares	Operación de los sistemas de bombeo SAR	Inspección y operación: Planta de refrigeración.	Canal de cable a Tierra en el reservorio de 500m3.	4	Caldas al mismo nivel	Canaleta con cable de tierra sin tapa de protección	A	LDT	M	Gema 10019840 Avance 20%
Producción / servicios auxiliares	Operación de los sistemas de bombeo SAR	Inspección y operación: Planta de refrigeración.	Tablero distribución 220V del agua de manantial.	8	Contacto con electricidad	Cableados desordenados terminales expuestos sin protección	A	F	C	Gema 10024749 Avance 20% se envía correo al Jefe
Producción / servicios auxiliares	Operación de los sistemas de bombeo SAR	Inspección y operación: Planta de refrigeración	Equipos y materiales cerca de manantial	5	Caldas a distinto nivel	El pozo no cuenta con las tapas y la escalera está sin protección	M	F	C	Gema 10019919 Avance 20%

PROCESO	SUBPROCESOS	ACTIVIDADES O TAREAS ESPECIFICAS PROPIAS, DE CONTRATISTAS O VISITANTES: (Se deben considerar todas las actividades rutinarias o no, eventos especiales, situaciones de emergencia, situaciones críticas, etc.)	PELIGROS (considerar actividades, parte de una actividad, el ambiente de trabajo, instalaciones o equipos, materiales, herramientas, etc.)	Código del riesgo	Riesgos	Causas que ocasionan el riesgo	Criterios de Evaluación		Clasificación del riesgo	Medida de control
							Probabilidad	Consecuencia		
Producción / servicios auxiliares	Operación de los sistemas de bombeo SAR	Inspección y operación: Planta de refrigeración	Puerta energizada del agua de manantial	8	Contacto con electricidad	Línea de tierra en la puerta deteriorada	M	F	C	Gema 10024750 Avance 20% se envía correo al I. Jefe
Producción / Servicios Auxiliares	Operación de los sistemas de bombeo SAR	Inspección y operación: Planta de refrigeración	Obstáculos en Tanque de Agua Potable	5	Caldas a distinto nivel	Falta tapa protectora de concreto	A	F	C	Gema 10019919 Avance 20%
Producción / Generación	Operación del generador / operación del alternador	Inspección y operación: Celdas 12.5KV	Daño potencial a la persona por contacto con fibra de vidrio	25	Inhalación de sustancias o agentes dañinos	Fibra de vidrio en los falsos pisos	B	LDT	M	Gema 10019841 Avance 50%
Producción / Generación	Operación del generador / operación del alternador	Inspección y operación: Celdas 12.5KV	Barras de 125KV del grupo 1.	8	Contacto con electricidad	Malla sin protección a tierra	M	F	C	Avance 100%
Producción / Generación	Operación del generador / operación del alternador	Maniobras de conexión y desconexión	Operación local de elementos de maniobra	8	Contacto con electricidad	Probable mala maniobra o EPP en mal estado	M	F	C	Capacitación del personal, uso de los EPP
Producción / Generación	Operación del generador / operación del alternador	Inspección y operación: Celdas 12.5KV	Barras de 12.5KV del grupo 2.	8	Contacto con electricidad	Barras de 12.5KV no cuenta con protección. (aviso W)	A	F	C	Avance 100%
Producción / Generación	Turbinado/Operación del sistema de regulación	Inspección y operación: Reguladores de velocidad	Daño a la persona por manipulación de aceite del carter del regulador de velocidad de ambos grupos	7	Contacto de la piel con sustancias y agentes dañinos	Inadecuado uso EPP	A	LDT	M	Avance 30% se realiza pedido de hojas de seguridad de acuerdo al último control de EPP se tienen guantes
Producción / Generación	Turbinado/Operación del sistema de regulación	Inspección y operación: Reguladores de velocidad	Pasadizo de reguladores.	4	Caldas al mismo nivel	Drenaje sin tapa de protección	M	LDT	M	Gema 10019932 Avance 30%
Producción / Generación	Turbinado/Operación de válvula principal	Inspección y operación: válvulas esféricas	Manipulación de aceite del carter de las válvulas esféricas de ambos grupos	7	Contacto de la piel con sustancias y agentes dañinos	Inadecuado uso EPP	M	LDT	M	Avance 30% se realiza pedido de hojas de seguridad de acuerdo al último control de EPP se tienen guantes
Producción / Generación	Operación del generador / operación del alternador	Inspección y Operación Generador	Funcionamiento continuo del Generador	11	Exposición a ruidos	Uso inadecuado de protección auditiva	A	LDP	C	Se realiza capacitación de EPP temas
Producción / Generación	Operación del generador / operación del alternador	Inspección y Operación: Generador	Funcionamiento continuo del Generador	9	Exposición a radiaciones electromagnéticas	Presencia campo electromagnético	A	SLD	M	Uso adecuado de EPP, colocación de avisos de seguridad
Producción / Generación	Operación del generador / operación del alternador	Inspección y Operación Generador	Ejes y acoplamientos en movimiento continuo expuesto.	2	Atrapado por piezas en movimiento	Falta guarda	A	F	C	Avance 100%

PROCESO	SUBPROCESOS	ACTIVIDADES O TAREAS ESPECIFICAS PROPIAS, DE CONTRATISTAS O VISITANTES: (Se deben considerar todas las actividades rutinarias o no, eventos especiales, situaciones de emergencia, situaciones críticas, etc.)	PELIGROS (considerar actividades, parte de una actividad, el ambiente de trabajo, instalaciones o equipos, materiales, herramientas, etc.)	Código del riesgo	Riesgos	Causas que ocasionan el riesgo	Criterios de Evaluación		Clasificación del riesgo	Medida de control
							Probabilidad	Consecuencia		
Producción / Generación	Turbinado/Operación de válvula principal	Inspección y operación: válvulas esféricas	Tablero distribución 220V.	8	Contacto con electricidad	Mala maniobra o uso inadecuado de EPP	M	F	C	Se pone señalización de riesgo eléctrico avanza 100%
Producción.	Servicios / limpieza de edificios	Inspección: Almacenes.	Obstáculos en el piso	4	Caldas al mismo nivel	Equipos y herramientas almacenados inadecuadamente (bastones de tierras).	A	LDT	M	Se almacena los bastones en unos tubos de PVC y las tierras en una maleta de tela
Producción	Servicios / limpieza de edificios	Inspección: Almacenes.	Techo del almacén de operación W2	23	Golpeado por calda de materiales	Falta tapas del cielo raza	A	LDP	C	Gema 10016034 Obras civiles toma muestras de los adoquines del cielo raza para su confección Avance 30%
Producción	Entrega a la red de transmisión	Inspección y Operación Patio 220 kV	Transformadores de 160MVA , interruptores (disparo de equipos del sistema contra incendios)	8	Contacto con electricidad	Manipulación de válvulas del equipo contra incendio en forma inadecuada por Falta celda de malla protectora	M	F	C	Avance 100% ya se realizo el montaje de la calda en el equipo contra incendio
Producción	Entrega a la red de transmisión	Inspección y Operación: Patio 220 kV	Conductores Energizados	8	Contacto con electricidad	Mordazas inadecuadas	A	F	C	Capacitación del personal, uso de los EPP
Captación toma Surco.	Operación de Compuertas	Inspección y operación Toma Surco	Obstáculos en compuerta de admisión de Callahuanca	4	Caldas al mismo nivel	Canal de tuberías sin rejillas de protección en la entrada y salida de la compuerta de admisión	A	LDT	M	Gema 10017591 Avance 30%
Producción	Entrega a la red de transmisión	Maniobras de conexión y desconexión	Operación local de elementos de maniobra	8	Contacto con electricidad	Probable mala maniobra o EPP en mal estado	M	F	C	Capacitación del personal, uso de los EPP
Producción	Entrega a la red de transmisión	Inspección y Operación: Patio 220 kV	Funcionamiento continuo del Trato 160 MVA y Línea 2007	9	Exposición a radiaciones electromagnéticas	Presencia campo electromagnético	A	SLD	M	Uso adecuado de EPP, colocación de avisos de seguridad
Producción	Entrega a la red de transmisión	Inspección y Operación Patio 220 kV	Funcionamiento continuo del Trato 160 MVA	11	Exposición a ruidos	Uso inadecuado de protección auditiva	A	LDP	C	Área ambiental controla y realiza el monitoreo de ruidos además se realiza el control de EPP tapones auditivos
Captación toma Surco	Operación de Compuertas	Inspección y operación Toma Surco	Escalera de acceso al canal Callahuanca	5	Caldas a distinto nivel	Escalera empinada	M	F	C	Según la nueva norma no requiere espaldar se tiene en la central antes de seguridad avanza 100%
Captación toma Surco	Operación de Compuertas	Inspección y operación Toma Surco.	Iluminación en toda la toma	18	Ergonómico por condiciones de iluminación inadecuadas	iluminación deficiente	A	LDP	C	Gema 10016224 Avance 20 %
Captación toma Surco	Operación de Compuertas	Inspección y operación Toma Surco	Parte posterior de garita de vigilancia W 2	5	Caldas a distinto nivel	Sin barandas	A	F	C	Avance 100%

PROCESO	SUBPROCESOS	ACTIVIDADES O TAREAS ESPECIFICAS PROPIAS, DE CONTRATISTAS O VISITANTES: (Se deben considerar todas las actividades rutinarias o no, eventos especiales, situaciones de emergencia, situaciones críticas, etc.)	PELIGROS (considerar actividades, parte de una actividad, el ambiente de trabajo, instalaciones o equipos, materiales, herramientas, etc.)	Código del riesgo	Riesgos	Causas que ocasionan el riesgo	Criterios de Evaluación		Clasificación del riesgo	Medida de control
							Probabilidad	Consecuencia		
Captación toma Surco	Captación.	Inspección y operación: toma surco	Malipulación de aceite del carter del agregado hidráulico.	7	Contacto de la piel con sustancias y agentes dañinos	Inadecuado uso de EPP	M	LDT	M	Avance 30% se realiza pedido de hojas de seguridad de acuerdo al ultimo control de EPP se tienen guantes
Captación toma Surco	Captación.	Inspección y operación: toma surco	Abertura en canal de tuberías de aceite de mando.	4	Caldas al mismo nivel	Tapas de protección deformadas y rotas.	M	LDT	M	Gema 10017991 Avance 30%
Captación toma Surco	Operación de Compuertas	Inspección y operación Toma Surco	Ejes y acoplamientos en movimiento continuo por maniobra expuesto	2	Atrapado por piezas en movimiento	Falta guarda	A	F	C	Avance al 100%
Transporte	Vías y accesos	Inspecciones: Instalaciones de la Central	Vías transitadas por la personal operadores	1	Accidente automovilístico	Manejo inadecuado	A	F	C	Aplicación de concepto del manejo a la defensiva, uso de cinturón de seguridad
Transporte	Vías y accesos	Inspección: Instalaciones exteriores	Puente de acceso al ambiente ecosonda canal Callahuanca	5	Caldas a distinto nivel	Puente de madera en condiciones Inseguras.	A	F	C	Gema 10015906 Avance 20%

CAPÍTULO VI

ADMINISTRACION DE LOS RIESGOS DE UNA HIDROELÉCTRICA

Con la aprobación de la Ley de Concesiones Eléctricas Ley N° 25844, se establecieron normas para el desarrollo de las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica, derogándose la Ley General de Electricidad.

Acorde con las nuevas disposiciones legales vigentes, cambios tecnológicos, nueva reestructuración

6.1 Métodos para Administrar los Riesgos

6.1.1 Eliminar

La eliminación del riesgo es una posibilidad esporádica (poco probable), ya que una empresa no existe sin riesgos por ser éstos inherentes al trabajo.

6.1.2 Tolerar

Normalmente las decisiones de tolerar recaen en riesgos con muy bajos valores de gravedad, lo que equivale a decir que las pérdidas potenciales

pueden causar pocos problemas, y que el grado de corrección necesario daría lugar a unos costes elevados en relación a aquellas consecuencias

De todas formas, sería conveniente que antes de decidir el método se tuviesen en cuenta estas reglas:

- 1) No arriesgar más de lo que pueda permitirse perder.
- 2) No arriesgar mucho a cambio de poco.
- 3) No decidir sin considerar las probabilidades.

6.1.3 Transferir

La transferencia del riesgo es indispensable en muchas ocasiones porque son muy escasas las posibilidades de aplicación del método de eliminar los riesgos y porque tolerarlos, como ya hemos visto, es una solución muy limitada. Este es un método a considerar, pero es una solución cara.

Son típicos riesgos transferibles los propios de fenómenos naturales (catástrofes), los de vida y responsabilidad civil.

6.1.4 Tratar

La prevención de riesgos y consiguiente reducción de pérdidas es el método más eficaz de administrar los riesgos. Consiste en adoptar los medios y los sistemas para tener un adecuado control de riesgos.

La planificación, organización, dirección y control, así como las correspondientes actividades asociadas a cada una de esas funciones, tienen su aplicación práctica en el desarrollo del método de tratar los riesgos

donde, de forma específica, se incluyen las técnicas de seguridad, higiene industrial, gestión y prevención de pérdidas en general

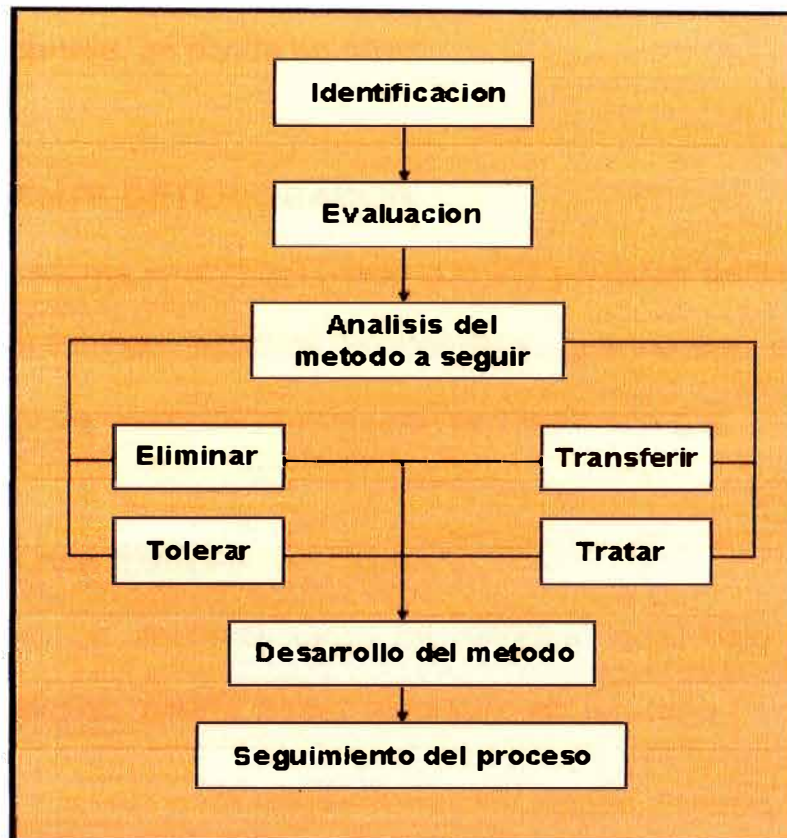


Fig.6.1. Proceso de la administración de riesgos

6.2 Causas y consecuencias de los Incidentes – Accidentes

Al prevenir y controlar los incidentes mediante el control de pérdidas, protegemos en general la seguridad de la gente, equipo, material y ambiente.

6.2.1 Incidente

Un incidente es un acontecimiento no deseado, que podría resultar o resulta en una pérdida. Este incidente, que resulta de una exposición a riesgos puros de la Empresa, se divide en tres:

6.2.1.1 INCIDENTE DETERIORADOR

Este tipo de incidente está relacionado con las pérdidas de tiempo, derroche de energía, pérdida de recursos económicos, que no son provocadas por daños, producto de un contacto con una fuente de energía.

6.2.1.2 CUASI ACCIDENTE

Se define como un acontecimiento no deseado que, bajo circunstancias ligeramente distintas, podría haber resultado en un daño físico o daño a la propiedad.

6.2.1.3 ACCIDENTE

Se define como un acontecimiento no deseado que da por resultado un daño físico a una persona (lesión o enfermedad ocupacional) y/o daño a la propiedad.

Generalmente es el resultado del contacto con una fuente de energía (cinética, eléctrica, química, termal, etc.), por sobre la capacidad límite del cuerpo o estructura.

Para clarificar y lograr una mejor comprensión de las definiciones entregadas, se tiene el siguiente ejemplo:

Un empleado "A" de una Empresa es enviado a comprar un repuesto urgente, para lo cual usa un vehículo. Al enfrentar un semáforo con luz roja, el empleado decide no detenerse y pasar.

Se pueden presentar las siguientes situaciones:

- A. Al cruzar con luz roja choca con otro vehículo, produciéndose daños a personas y materiales. *En este caso, la situación es catalogada como un accidente*
- B. Al cruzar con luz roja, un vehículo que viene por la intersección frena violentamente, estando a centímetros de impactarlo. *En este caso, la situación es catalogada como un cuasi-accidente.*
- C. El empleado "A" cruza con luz roja y metros más allá es detenido por un policía de tránsito, quien le cursa una infracción. *En este caso, la situación es catalogada como un índice deteriorador.*

Una cuarta posibilidad es que el conductor pase con luz roja y continúe su camino. *En este caso, la situación es catalogada como un acto (acto inseguro).*

Corno puede apreciarse en el ejemplo, en el caso A y C hubo pérdidas que, en el primero, son el resultado de un daño físico y material y, en el caso C, son el resultado de una pérdida de tiempo y de recursos económicos. Tanto el caso A y C están afectando a la empresa, por las pérdidas que provocan.

“El control de pérdidas tiene relación con aquellos incidentes, cuasi-accidentes y accidentes que son producto de los riesgos puros de la empresa.”

6.2.2 Fuente de Accidentes

Estos acontecimientos se producen cuando una serie de factores se combinan en circunstancias propicias; en muy pocos casos o casi nunca es una sola la causa que ocasiona un accidente con consecuencias para la seguridad, producción o calidad.

La información disponible ha llevado a los profesionales de Seguridad/Control de pérdidas a aceptar las siguientes conclusiones:

1. Los accidentes que deterioran la empresa no suceden; son causados.
2. Las causas de los accidentes pueden ser terminadas y controladas.

A fin de entender mejor las causas de los accidentes no deseados, será de gran ayuda considerar los cuatro elementos principales o sub-sistemas involucrados en la operación total de la empresa.

Estos cuatro elementos son:

GENTE	MATERIAL
EQUIPO	AMBIENTE

Estos cuatro elementos deben relacionarse o interactuar correctamente, para evitar que ocurra un accidente. En la medida que exista un problema en uno de estos sub-sistemas, afectará a los otros, que están unidos y relacionados. No podemos dedicar nuestra atención únicamente a un elemento, sin considerar los otros que puedan, en un momento, ser "agresores" a éste.

Examinemos cada uno de estos elementos:

GENTE: Este elemento incluye tanto al personal de producción, mantenimiento, administrativo y ejecutivo de la empresa. Debe considerarse las personas relacionadas con el trabajador (familia). El trabajador generalmente se encuentra involucrado en la mayoría de los accidentes.

EQUIPO: Este elemento incluye las herramientas y maquinarias con las que trabaja el personal. Este elemento o subsistema de nuestra operación empresarial ha sido una de las partes principales de accidentes y uno de los blancos de las causas de accidentes con mayor gravedad.

MATERIAL: El material con que la gente trabaja, usa o fabrica es otra fuente de accidentes. Los materiales pueden ser cortantes, pesados, tóxicos, abrasivos o pueden estar calientes.

AMBIENTE: El ambiente está formado por todo lo material o físico que rodea a la gente y que incluye el aire que respira, los edificios que la albergan, la iluminación, humedad, intensidad de ruido, condiciones atmosféricas, etc. Este elemento representa la fuente de las causas de un número en aumento de enfermedades.



Fig.6.2 GEMA

Los cuatro elementos (GEMA) de la operación, individualmente o combinados, proveen las causas que contribuyen a que se produzcan accidentes. En la evaluación de cada causa de un accidente o de un incidente, el ejecutivo y/o profesional deberá asegurarse que ha considerado la posibilidad de participación de cada uno de los elementos.

6.2.3 Actos y Condiciones Subestándares

Los accidentes tienen causas y las causas se pueden conocer, determinar, eliminar o controlar. En Control de pérdidas hablamos de actos y condiciones subestándares.

Los actos de las personas y las condiciones del medio ambiente pueden ser peligrosas, inseguras o subestándares. En este caso, son desviaciones o cambios que se producen bajo los niveles que se han establecido como

normales, como aceptables para hacer las cosas o conservación del ambiente.

Al dirigir la atención al control de todos los accidentes, es adecuada la palabra "subestándar", ya que se relaciona con un "estándar" de desempeño en el proceso productivo.

El acto subestándar se define como:

Todo acto u omisión del trabajador que lo desvía de un procedimiento o de la forma aceptada como correcta para efectuar una tarea.

La condición subestándar se define como:

Estado, situación especial en que se encuentra algún equipo, aparato, instrumento maquinaria, etc.

Ejemplo de actos subestándar:

- operar equipos sin autorización
- operar a una velocidad inadecuada
- usar equipo defectuoso
- no usar el equipo de protección personal
- ubicar cosas incorrectamente
- mantenimiento del equipo cuando está funcionando
- no asegurar un equipo
- poner fuera de servicio los dispositivos de seguridad
- usar el equipo incorrecto

- levantar carga incorrectamente
- adoptar una posición incorrecta
- bromas
- abuso de alcohol y drogas, etc.

Ejemplo de condición subestandar:

- herramientas defectuosas
- equipos en mal estado
- materiales defectuosos
- peligros de incendios y explosiones
- gases, vapores, humos, polvos sobre los límites máximos permitidos
- ruido excesivo
- iluminación o ventilación inadecuadas
- radiación
- desorden y desaseo
- resguardos y protecciones inadecuadas
- señalizaciones inadecuadas o insuficientes, etc.

6.2.4 Causas Básicas

Cuando se pone énfasis en corregir los actos y condiciones subestándares que provocan los accidentes, estamos corrigiendo los "síntomas" y no los "problemas reales" que han dado origen a estos actos o condiciones.

Las causas básicas se clasifican en dos grupos:

Factores Personales

- Falta de conocimiento o capacidad
- Motivación incorrecta
- Problemas físicos o mentales

Factores del Trabajo

- Desgaste normal
- Problemas de liderazgo y supervisión
- Mal uso y abuso
- Diseño inadecuado
- Mantenimiento deficiente
- Malas especificaciones de compra
- Normas inadecuadas de trabajo

Las causas básicas designadas como "factores personales", explican por qué la gente no actúa como debe.

Es lógico suponer que una persona no puede seguir un procedimiento correcto si nunca se lo han enseñado. Un operador de una grúa horquilla no tendrá la destreza necesaria para conducir este equipo correctamente y con seguridad, si no ha recibido entrenamiento adecuado. Si una persona con visión defectuosa debe realizar un trabajo que requiere muy buena vista, es indudable que el resultado será un trabajo de mala calidad o existirá la posibilidad de cometer un acto subestándar que pueda generar un accidente

o el trabajador a quien nunca se le ha explicado la importancia de su trabajo, no sentirá mucho orgullo por el mismo.

En la misma forma, las causas básicas designadas como “Factores de trabajo”, explican por qué existen o se crean condiciones subestándares. Si el mantenimiento de un equipo es inadecuado o se abusa del uso de un equipo, éste se dañará o funcionará en forma inadecuada, provocando una condición subestándar. Las malas especificaciones de compra, por ejemplo, un cable de un montacarga, puede ser causa de una pérdida por desgaste prematuro del equipo o un daño que provoque lesiones a las personas.

“Las causas básicas, por lo tanto, son, sin lugar a dudas, el origen de los actos y condiciones subestándares.”

6.3 Política y Organización Preventiva

El primer punto clave a desarrollar, previamente a toda planificación preventiva, es definir la política empresarial en materia de prevención de riesgos laborales. Dicha política, que debería ser aprobada por la Dirección y contar con el apoyo de los trabajadores o de sus representantes, consistiría en una declaración de principios y compromisos que promuevan el respeto a las personas y a la dignidad de su trabajo, la mejora continua de las condiciones de seguridad y salud dentro de la empresa, y su consideración como algo consustancial al trabajo bien hecho, etc. Tal declaración debería establecerse de forma clara y sencilla, divulgándose a todos los miembros

de la organización, pudiendo resultar interesante que su difusión llegue a otras entidades externas a la empresa como pueden ser proveedores, e incluso clientes con el fin de conseguir que todos la conozcan y puedan aprovecharse de la misma, contribuyendo también a mejorar su reputación.

El objetivo fundamental de la política preventiva debe ser el desarrollo de una cultura de empresa en la que se procuren unas condiciones de trabajo adecuadas, donde las personas, principal valor de la empresa, se conviertan también en objetivo empresarial. Definir el camino por el que se pretende avanzar es elemento imprescindible para que todos puedan integrarse y poder disponer de un mecanismo de autocontrol que es necesario para alcanzar los objetivos estratégicos planteados.

El segundo punto clave sería establecer un modo de actuación, por un lado está la "organización preventiva específica" que es la dedicada a recursos específicos para la actuación preventiva, y por otra, a lo que se podría denominar "organización general", que es la respuesta a la exigencia de la integración de la prevención en el sistema general de gestión de la empresa, para lo que se requiere una definición de funciones preventivas a todos los diferentes colectivos de la empresa, incluidos los miembros de órganos preventivos. Es recomendable que dicha definición de funciones se haga por escrito con vistas a facilitar la asunción y control de su cumplimiento.

La organización de la prevención será fijada por la Dirección de la empresa conforme a su política de prevención y de acuerdo al Artículo 4 del Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Subsector Electricidad (Comité y subcomités de Seguridad e higiene ocupacional, personal de

seguridad e higiene ocupacional), determinando las funciones y responsabilidades de toda la organización en esta materia.

La dirección debe definir y dar a conocer el organigrama de su empresa y las dependencias funcionales de sus miembros.

6.4 Sistema de Prevención

Una vez llevada a cabo la evaluación de riesgos y en función de los resultados obtenidos, se procederá a planificar la acción preventiva para implantar las medidas pertinentes. La planificación de la prevención deberá estar integrada en todas las actividades de la empresa y deberá implicar a todos los niveles jerárquicos. Dicha planificación se programará para un período de tiempo determinado y se le dará prioridad en su desarrollo en función de la magnitud de los riesgos detectados y del número de trabajadores que se vean afectados. Se pueden distinguir tres tipos de actuaciones preventivas, las cuales deberán quedar debidamente registradas:

1. **Las medidas materiales para eliminar o reducir los riesgos en el origen**, pudiéndose incluir también las dirigidas a limitar los riesgos o sus consecuencias en caso de accidentes o emergencias. Las medidas materiales de prevención que eliminan o disminuyen la probabilidad de materialización de los riesgos serán prioritarias respecto a las medidas de protección cuyo objetivo es minimizar sus consecuencias. La

protección colectiva es a su vez prioritaria frente a la protección individual. La Dirección de la empresa debe lograr, mediante las acciones necesarias, que todas aquellas personas de la estructura que pueden tomar decisiones que afecten a las condiciones de trabajo del personal tengan asumidos los principios de la acción preventiva, sabiendo priorizar las medidas a adoptar.

2. **Las acciones de información y formación** para lograr comportamientos seguros y fiables de los trabajadores respecto a los riesgos a los que potencialmente puedan estar expuestos.
3. **Los procedimientos para el control de los riesgos**, a fin de mantenerlos en niveles tolerables a lo largo del tiempo; los procedimientos para el control de cambios, a fin de evitar alteraciones incontroladas en los procesos, y los procedimientos para el control de sucesos relevantes, por ejemplo ante emergencias. Constituyen un conjunto de actividades, para el control periódico de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores, así como de su estado de salud (revisiones periódicas, control de riesgos higiénicos, control de riesgos ergonómicos, vigilancia de la salud, etc.), la coordinación de actividades empresariales, plan de emergencia, etc.

6.4.1 Medidas y actividades para eliminar o reducir riesgos

6.4.1.1 INFORMACIÓN DE LOS RIESGOS EN LOS LUGARES DE TRABAJO

La información tiene como finalidad dar a conocer a los trabajadores su medio de trabajo y todas las circunstancias que lo rodean, concretándolas en los posibles riesgos, su gravedad y las medidas de protección y prevención adoptadas.

Si bien es cierto que muchas veces la información verbal es mucho más ágil, personalizada y clarificadora, es importante que ésta se constate en muchos casos de forma escrita, apoyando y recalcando aquellos aspectos críticos.

Además, el trabajador deberá ser informado periódicamente, en especial cuando se introduzcan cambios en el puesto de trabajo o en las tareas designadas.

Se puede transmitir esta información en las reuniones periódicas u organizar charlas frecuentes antes del inicio de la tarea en sectores como montajes en que las condiciones de trabajo varían constantemente. La información que se reciba deberá ser actualizada, integrada y de ser posible unitaria, evitando duplicidades o informaciones que pudieran ser contradictorias o simplemente tergiversadas por transmitirse por personas diferentes.

Para informaciones generales a todos los trabajadores o a determinados colectivos, pueden utilizarse tableros de anuncios, carteles informativos y otros medios similares colocados en sitios estratégicos y visibles por todos los miembros de la organización.

Pero en todo caso, ante los posibles riesgos a los que el personal pueda verse expuesto, la información debiera ser personalizada y a ser posible documentada.

Para peligros de origen químico, los proveedores de sustancias químicas tienen la obligación de etiquetar adecuadamente los envases y aportar fichas informativas de seguridad de sus productos que recojan los diferentes aspectos preventivos y/o de emergencia a tener en cuenta. No obstante, esta ficha debería ser adaptada por la empresa para su divulgación a los trabajadores, simplificándola e incluso añadiendo dibujos o pictogramas, de manera que se facilite la lectura y comprensión de la información recogida. El etiquetado de las sustancias peligrosas constituye una fuente inicial de información que permite conocer su peligrosidad y las precauciones a seguir en su manejo.

En el caso de adquisición de máquinas y equipos también el suministrador tiene la obligación de facilitar junto a la máquina el libro de instrucciones, que debe aportar informaciones valiosas sobre los posibles riesgos y las medidas preventivas a adoptar tanto en trabajos normales como en ocasionales.

Es importante recordar que la información no exime de la formación ni de la elaboración de procedimientos escritos de trabajo, a fin de asegurar que el trabajador adquiere los conocimientos y destrezas necesarios para la correcta ejecución de su tarea.

La información de los riesgos y de las medidas preventivas a adoptar debiera ser aplicada como uno de los resultados de la evaluación inicial de riesgos, aprovechándose los documentos que tal actividad ha generado.

A. FORMACIÓN PREVENTIVA INICIAL

Todo trabajador que se incorpore por primera vez a la empresa, independientemente de su cargo, debe recibir una formación de acogida, en la que se deberían recoger temas de carácter general, tales como:

- Política de la empresa en prevención de riesgos laborales.
- Reglamento interno de seguridad
- Normas generales de prevención de la empresa.
- Plan de emergencia.

Esta formación debe impartirse antes de incorporarse o dentro de los primeros días del inicio del trabajo. El tiempo requerido, así como los medios didácticos de apoyo con los que se contará, se definirán con antelación para que la formación sea eficaz. Debería registrarse que tal formación ha sido impartida.

B. FORMACIÓN PREVENTIVA ESPECÍFICA DEL PUESTO DE TRABAJO

Una vez realizada la formación inicial, el personal con mando impartirá formación al personal a su cargo, para que ejecuten de forma segura los trabajos y en especial las operaciones críticas propias de su puesto. Personal cualificado podría colaborar con los mandos directos en la acción formativa de los nuevos trabajadores, actuando en calidad de monitores.

Los procedimientos e instrucciones de trabajo de cada sección facilitarán la acción formativa, ya que pueden utilizarse como base para definir el contenido e incluso como instrumento formativo directo.

Se combinarán las explicaciones teóricas con las prácticas suficientes para su asimilación.

6.4.1.2 FORMACIÓN INICIAL Y CONTINUADA DE LOS TRABAJADORES

La formación es una técnica preventiva básica que tiene por objeto desarrollar las capacidades y aptitudes de los trabajadores para la correcta ejecución de las tareas que les son encomendadas. Se trata de lograr, a través de la adquisición de conocimientos y destrezas, un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles y en general conseguir la máxima eficiencia y seguridad en el trabajo.

La formación, por tanto, no debe utilizarse para compensar desajustes en otros aspectos del sistema de seguridad, tales como equipos deficientemente diseñados o instalados, inadecuadamente protegidos, o bien puestos de trabajo y procesos que no han sido diseñados con principios de seguridad y ergonomía. Sin embargo, se puede utilizar como un medio temporal de control, estando pendientes de mejorar en tales aspectos.

El contenido y enfoque de la formación preventiva estarán en función de a quién vaya dirigida. La formación en prevención debe afectar a todos los miembros de la organización.

La formación será planificada en función de los resultados de la evaluación inicial de riesgos y de las necesidades detectadas. Al mismo tiempo debe disponerse de un sistema de evaluación de la actividad formativa desarrollada.

Cabe diferenciar tres tipos de formación preventiva a la hora de elaborar el procedimiento de formación:

Cuando los trabajos se realicen en instalaciones o con equipos peligrosos se dispondrá de un procedimiento de habilitación por parte de la empresa, que asegure que las personas autorizadas tienen la cualificación y las destrezas necesarias para actuar de forma autónoma.

Al acabar el ciclo formativo se debería disponer de mecanismos de control para verificar la eficacia de la acción formativa realizada. La realización de pruebas de evaluación para determinar los resultados alcanzados puede ser una de las posibles alternativas. Estos resultados deberán archivarse y registrarse.

En todo proceso formativo cabría considerar en principio cuatro fases de aprendizaje, siendo recomendable conocer y registrar cuando un trabajador supera cada una de ellas:

1. El trabajador se encuentra en proceso de aprendizaje totalmente tutorizado. Puede realizar solo las tareas que se le encomiendan. Al finalizar esta fase el trabajador es capaz de realizar satisfactoriamente las tareas normales y habituales de su puesto de manera autónoma con las limitaciones propias de la actividad. Ante situaciones ocasionales no actúa de manera improvisada, sabiendo lo que debe hacer, pudiendo requerir ayuda externa.
2. El trabajador actúa de manera autónoma en sus tareas habituales, aunque su experiencia es limitada. En esta fase el trabajador está aprendiendo a resolver situaciones anómalas que puedan surgir de forma ocasional o excepcional en la realización de su trabajo. Al

finalizar esta fase el trabajador puede actuar de manera plenamente autónoma.

3. El trabajador se encuentra en proceso de especialización, teniendo la experiencia necesaria para resolver todo tipo de incidencias en su trabajo con mayor o menor celeridad. Al finalizar esta fase y con las ayudas necesarias el trabajador será capaz de transmitir sus conocimientos teórico prácticos a nuevos trabajadores. Estaría en condiciones de ser acreditado por la dirección como monitor de formación para una determinada función.
4. Además del trabajo propio de su función específica en la empresa el trabajador está adquiriendo conocimientos y destrezas en ámbitos de actuación de interés estratégico para la empresa como puede ser la prevención de riesgos laborales, la calidad o el desarrollo de habilidades directivas.

C. FORMACIÓN PREVENTIVA CONTINUA

Periódicamente se deberá actualizar la formación teniendo en cuenta los posibles o incluso pequeños cambios introducidos en el puesto de trabajo.

6.4.1.3 INSTRUCCIONES DE TRABAJO

Las instrucciones de trabajo desarrollan secuencialmente los pasos a seguir para la correcta realización de un trabajo o tarea. Por tanto, deben servir de guía al trabajador en el desarrollo de actividades que pueden ser críticas.

Para la elaboración e implantación de las instrucciones se deberían seguir las siguientes fases:

DETERMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES O TAREAS OBJETO DE INSTRUCCIÓN

El primer paso para la iniciación en la elaboración de instrucciones es establecer un listado de aquellas actividades, tareas o aspectos que las requieran.

Se han de elaborar las instrucciones estrictamente necesarias. Es importante no caer en un exceso de sistematización y protocolos, que pueda ir en detrimento de lo verdaderamente significativo.

Como criterios generales en la elaboración de instrucciones se tendrán en cuenta los siguientes:

- No será preciso detallar una determinada tarea si la realiza siempre personal con suficiente y demostrada formación y experiencia, como para que les resulte trivial y sea impensable cometer errores relevantes durante la ejecución. No obstante, si la tarea es compleja o crítica y puede repercutir significativamente en la calidad y seguridad del trabajo, debería protocolizarse.
- No se debería caer en un abuso de la normalización si no hay una repercusión directa en la calidad del trabajo.

- Se procurará que la normalización de las tareas no conlleve una limitación considerable de la aportación personal y de la creatividad del trabajador. Es preciso normalizar estrictamente lo necesario.

PLANIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DE INSTRUCCIONES

Una vez dispuesta la lista de tareas para las que se cree conveniente realizar instrucciones de trabajo, se deberá fijar una priorización en función de su importancia, nivel de riesgo, frecuencia de ejecución y otros aspectos que determinen el grado de necesidad de dicha instrucción escrita. Una vez realizada esta priorización se designarán los responsables e implicados en la elaboración y los plazos correspondientes, estableciéndose así un plan de trabajo de la elaboración de las instrucciones.

ESTUDIO O ANÁLISIS DE LA TAREA A SISTEMATIZAR

Es conveniente realizar un estudio de la tarea objeto de instrucción antes de proceder a su redacción.

Se debe efectuar un análisis detallado de los posibles riesgos que pudieran derivarse de la ejecución de dicha tarea teniendo en cuenta tanto los factores técnicos como humanos y organizativos que inciden en cada uno de los posibles peligros.

Para ello, es fundamental no sólo la propia experiencia o buenas prácticas del trabajador, sino también las indicaciones o recomendaciones que respecto a una máquina, equipo o substancia aporta el fabricante o suministrador. Los manuales de instrucciones del fabricante, las fichas de

seguridad y etiquetado, son documentos básicos para consultar a la hora de determinar los aspectos importantes a incluir en la instrucción.

Aquellos aspectos de seguridad a tener en cuenta deben ser destacados dentro del propio contexto de la instrucción de trabajo, para que el operario sepa cómo actuar correctamente en las diferentes fases de la tarea y además perciba claramente las atenciones especiales que debe tener en momentos u operaciones clave para su seguridad personal, la de sus de sus compañeros y la de las instalaciones.

Existen una serie de tareas que debido a su criticidad han de disponer de instrucciones de trabajo por escrito, siendo algunas de ellas las siguientes:

- Operaciones normales con riesgo de graves consecuencias (empleo de sustancias químicas peligrosas, máquinas, electricidad, trabajos en altura, etc.)
- Operaciones en espacios confinados.
- Operaciones con aporte de calor en lugares o instalaciones con peligro de incendio o explosión.
- Situaciones de emergencia.
- Control de las actividades de subcontratas.
- Intervenciones de personal foráneo en instalaciones.
- Carga / descarga y movimiento de vehículos.
- Paradas y puestas en marcha de instalaciones.
- Operaciones de mantenimiento y limpieza.
- Situaciones de alteración de los procedimientos normales de operación.
- Empleo ocasional de equipos con funciones clave.

- Trabajo en solitario o alejado del lugar habitual de trabajo.

REDACCIÓN DE LA INSTRUCCIÓN

La redacción de una instrucción debe ser lo más sencilla y clarificadora posible indicando, paso por paso, todo lo que hay que seguir para la consecución del objetivo de la misma. También deberá constar si para la realización del trabajo se requieren medios y equipos de protección individual. Para facilitar la comprensión se puede recurrir a dibujos, esquemas, diagramas, cuadros, etc.

APROBACIÓN, TRATAMIENTO Y CONTROL DE LA INSTRUCCIÓN

Las instrucciones, al igual que los documentos del sistema de prevención de riesgos laborales, deberán ser sometidas al control documental. Una vez elaborada la instrucción deberá ser revisada y aprobada. Esta revisión la llevarán a cabo las personas que hayan realizado la instrucción en colaboración con los representantes de los trabajadores. Una vez aprobada la instrucción se codificará de acuerdo con los códigos del sistema documental de la Central Hidroeléctrica.

DISTRIBUCIÓN Y DIVULGACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN

Una vez aprobada una instrucción debe distribuirse adecuadamente para poder ser aplicada correctamente

La entrega de las instrucciones se realizará con acuse de recibo para asegurarse de que siempre se trabaja con la última revisión. La entrega de

Las instrucciones deben ir siempre acompañadas de una explicación suficiente para su comprensión.

Es necesario tomar todas las medidas para que sea leída, comprendida y aceptada, tanto por parte de los trabajadores como de los mandos. Si la instrucción no fuera aceptada o aplicada, se deberán buscar los motivos de tal actitud sobre todo si la instrucción corresponde a una tarea crítica.

6.4.1.4 SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

La *señalización*, como medida de carácter preventivo, se utiliza para facilitar la información necesaria con la suficiente antelación para que las personas puedan actuar ante situaciones en que es necesario advertir de peligros, conocer la obligatoriedad de uso de equipos de protección individual y localizar medios de lucha contra incendios, de primeros auxilios y vías de evacuación o prohibiciones en general.

Se entiende por “señalización de seguridad” el conjunto de estímulos que condicionan la actuación del individuo que los recibe frente a unas circunstancias que se pretenden resaltar (peligros, utilización de protecciones, etc.). Es una medida de carácter preventivo que se utiliza para advertir de los peligros, reforzar y recordar normas y en general favorecer comportamientos seguros. No obstante, a la hora de señalar se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

La correcta señalización resulta eficaz como técnica de seguridad, pero no debe olvidarse que por sí misma nunca elimina el riesgo. La puesta en

práctica del sistema de señalización de seguridad no dispensará, en ningún caso, de la adopción de las medidas de prevención técnicas y organizativas que correspondan. A los trabajadores se les ha de dar la información y formación necesaria para que tengan un adecuado conocimiento del sistema de señalización.

La señalización como técnica preventiva conviene emplearla con mesura, ya que su utilización indiscriminada puede llegar a neutralizar o eliminar su eficacia. Por ello es adecuado que se utilice cuando no se pueda evitar o reducir suficientemente el riesgo o como complemento a las medidas y dispositivos de seguridad ya establecidos. Especial atención merecen, por su necesidad de señalización, aquellas situaciones en las que pueda existir personal ajeno a una unidad funcional y a quienes convenga advertir de los peligros o prohibir su accesibilidad.

En general, se utilizará señalización cuando se quiera resaltar alguno de los aspectos siguientes:

- Riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Zonas con peligro de caída, choques o golpes.
- Salidas y vías de circulación.
- Sustancias y preparados peligrosos.
- Áreas de almacenamiento de sustancias y preparados peligrosos.
- Equipos de protección contra incendios.
- Medios y equipos de salvamento y socorro.
- Situaciones de emergencia.
- Trabajos especiales.

- Señalización de instalaciones y equipos especiales.

Para que la señalización sea efectiva y cumpla con su finalidad en la prevención del riesgo deberá:

- Atraer la atención de los implicados.
- Dar a conocer el riesgo o condición peligrosa con suficiente antelación.
- Ser suficientemente clara para su captación.
- Manifiestar el mensaje sin equívocos
- Posibilidad real en la práctica de cumplir con lo indicado.

El procedimiento de señalización de seguridad deberá contemplar los siguientes aspectos:

- Elección de las señales a utilizar. Deberán ser normalizadas de acuerdo con lo dispuesto en la legislación (NTP 399.010-1)
- Correcta ubicación, visualización o audición de las señales, teniendo en cuenta las capacidades visuales y auditivas de los trabajadores a los que van dirigidas.
- Programa de información, o formación en los casos que sea necesario, sobre el significado de la señalización.
- Sistema de conservación y renovación de las señales. Los medios y dispositivos de señalización deberán ser, según los casos, limpiados, mantenidos y verificados regularmente, y reparados o sustituidos cuando sea necesario, de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento.

- Sistema de alimentación de emergencia. Las señales que necesiten una fuente de energía deberán disponer de alimentación de emergencia que garantice su funcionamiento en caso de interrupción de aquélla, salvo que el riesgo desaparezca con el corte del suministro.
- Aseguramiento de la eficacia del sistema de señalización mediante la correspondiente auditoria.

6.4.1.4 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y ROPA DE TRABAJO

Los *equipos de protección individual (EPI)* nunca serán prioritarios frente a otros tipos de medidas y será necesario efectuar un análisis de necesidades para seleccionar los más idóneos y que dispongan a su vez de la certificación correspondiente. El empresario deberá proporcionar gratuitamente a los trabajadores los EPI necesarios para el desarrollo de sus actividades.

Los trabajadores deberán ser debidamente informados, mediante normas de utilización, sobre cómo, cuándo y dónde deben emplearlos. Y por último se deberá comprobar que los trabajadores hacen buen uso de los mismos y que los mantienen en buen estado.

La protección individual es la técnica que tiene por misión proteger a la persona de un riesgo específico procedente de su ocupación laboral.

La utilización de equipos de protección individual es el último recurso que se debe tomar para hacer frente a los riesgos específicos y se deberá recurrir a

ella solamente cuando se hayan agotado todas las demás vías de prevención de riesgos, es decir, cuando no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

Para llegar a la elección del equipo de protección individual se deberán seguir los siguientes pasos:

LOCALIZACIÓN DEL RIESGO

Se deberán identificar los riesgos concretos que afectan al puesto de trabajo y que no se puedan evitar. Esta identificación podrá ser fruto de diferentes evaluaciones de riesgos y de diferentes técnicas: inspecciones de seguridad, observaciones planeadas, controles ambientales, análisis de accidentes, etc.

DEFINICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL RIESGO

Una vez identificado el riesgo se deberá analizar y comprobar la mejor manera de combatirlo. Se debe pensar que cada riesgo tiene unas características propias y que frente al mismo es necesario adoptar un tipo de protección.

DETERMINACIÓN DE LAS PARTES DEL CUERPO DEL INDIVIDUO A PROTEGER

Deberá determinarse qué parte del cuerpo se protegerá:

- Protección de la cabeza. En aquellos puestos o lugares donde exista peligro de impacto o penetración de objetos que caen o se proyectan.

- Protección de los ojos. En aquellos puestos o tareas que presenten un peligro de proyección de objetos o sustancias, brillo y radiaciones directas o reflejadas.
- Protección de oídos. Cuando exista exposición a ruido que exceda de un nivel diario equivalente de 80 dBA o de un nivel de pico de 140 dB.
- Protección de las vías respiratorias. En aquellos lugares en los que exista un peligro para la salud por exposición a alguna sustancia tóxica o por falta de oxígeno del aire.
- Protección de manos. En las operaciones en que exista peligro de cortaduras, o donde se manipulen sustancias agresivas o tóxicas.
- Protección de pies. En lugares donde exista peligro de impactos sobre los pies o presencia de objetos punzantes.
- Otras protecciones necesarias según los riesgos: de piernas, piel, tronco/abdomen o cuerpo total.

ELECCIÓN DEL EPI

Los EPI y la ropa de trabajo deberán satisfacer al menos los siguientes requisitos:

- Deben dar una protección adecuada a los riesgos para los que van a proteger, sin constituir, por si mismos, un riesgo adicional.
- Deben ser razonablemente cómodos, ajustarse y no interferir indebidamente con el movimiento del usuario, en definitiva, tener en cuenta las exigencias ergonómicas y de salud del trabajador.

Cuando se produzcan modificaciones en cualquiera de las circunstancias y condiciones que motivaron la elección del EPI y de la ropa de trabajo, deberá revisarse la adecuación de los mismos a las nuevas condiciones.

NORMALIZACIÓN INTERNA DE USO

Se deben normalizar por escrito todos aquellos aspectos tendentes a velar por el uso efectivo de los EPI y optimizar su rendimiento. Para ello se deberá informar de manera clara y concreta sobre:

- En qué zonas de la empresa y en qué tipo de operaciones es receptivo el uso de un determinado EPI; estas zonas serán señalizadas para el conocimiento tanto de los trabajadores como del posible personal ajeno a la empresa.
- Instrucciones para su correcto uso.
- Limitaciones de uso en caso de que las hubiera.
- Fecha o plazo de caducidad del EPI o sus componentes si la tuvieran o criterios de detección del final de vida útil cuando los hubiere.

DISTRIBUCIÓN DEL EPI

Los EPI están destinados a un uso personal y por consiguiente su distribución debe ser personalizada, por lo tanto deberá realizarse con acuse de recibo en el que se indicará:

- Fecha de entrega
- Fecha de las reposiciones
- Modelo entregado
- Si se instruyó en el uso y conservación

6.5 Control de Perdidas

Se deberá dirigir los esfuerzos en control de las pérdidas a las tres etapas o niveles del control de perdidas.

6.5.1 Etapa de Pre-contacto

Esta es la etapa que incluye todo lo que se debe hacer para prevenir o controlar las pérdidas antes de que el contacto o accidente ocurra. Será llamada también la etapa pre-accidente del control de pérdidas. Es en esta etapa que deberá tenerse en cuenta el diseño de las nuevas dependencias, el conseguir materiales y equipos nuevos y el desarrollo de las normas de trabajo.

Esta es la etapa donde el uso del análisis del trabajo, de las inspecciones planeadas y de las observaciones del trabajo, detectarán las causas inmediatas y básicas potenciales de los problemas y permitirán tomar medidas correctivas antes de que ocurra un contacto perjudicial.

6.5.2 Etapa de contacto

Este es el momento en el cual *ocurre* el incidente que puede o no puede dar por resultado un accidente con pérdida, todo dependerá de la cantidad de energía intercambiada. El supervisor debe estimular el informe de los incidentes a fin de tomar medidas antes de que se repita un incidente que

podría dar por resultado pérdidas. El supervisor se las arregla para que se cumplan todas las normas del equipo protector, para que se reduzca el efecto de los contactos y de esta forma evitar pérdidas. Hay numerosas medidas que un supervisor puede recomendar en esta etapa del control a fin de disminuir la cantidad de energía intercambiada, Las medidas enumeradas más abajo podrían emplearse para disminuir las pérdidas relacionadas con lesiones, enfermedades, o daños a la propiedad (incluyendo material combustible) en la *etapa de contacto* del control.

- A. **Eliminara las peligrosas fuentes potenciales de energía, sustituyendo o usando fuentes alternativas.** Se puede recomendar el uso de motores eléctricos en lugar de maquinarias con ejes y cinturones y puede sugerir un solvente con un valor umbral límite o punto de ignición más alto, que el propuesto.

- B. **Reducir la cantidad de energía usada o descargada.** Se puede recomendar la reducción de la temperatura de un sistema de agua caliente para disminuir el peligro de quemaduras en las duchas o podría sugerir disminuir la velocidad de los vehículos entre los edificios de la planta colocando travesaños en la carretera.

- C. **Separa la energía de la gente y de la propiedad que podría estar expuesta mediante tiempo o espacio.** Se podría sugerir cercar y cerrar con llave un espacio alrededor del material peligroso almacenado; sugerir

la colocación de las líneas eléctricas fuera del edificio, en un lugar menos accesible o sacar una unidad electrónica costosa del suelo y colocarla en un lugar más protegido.

- D. **Colocar cercas o barreras entre la fuente de energía y la gente o propiedad potencialmente expuesta.** Dar equipo de protección personal, colocar un parachoques en una plataforma de carga, un resguardo de cemento en la base de una columna o aislar una máquina que hace mucho ruido.

- E. **Modificar las superficies de contacto de los materiales o estructura, para reducir las lesiones a la gente o a la propiedad.** Recomendar la colocación de material absorbente de ruido en un techo bajo, sobre una escalera, en la esquina puntiaguda de un edificio, cerca de un pasillo; para disminuir los peligros de golpes en la cabeza o magulladuras en el cuerpo.

- F. **Fortalecer el cuerpo de los trabajadores o la estructura del equipo y edificios, para soportar el intercambio de energía.** Se debería sugerir el control del peso y de las condiciones físicas de las personas que trabajan como personal de mantenimiento, para evitar lesiones en los tobillos al subir y bajar o al entrar y salir.

Indudablemente que todas estas medidas tienden a reducir el potencial de

la colocación de las líneas eléctricas fuera del edificio, en un lugar menos accesible o sacar una unidad electrónica costosa del suelo y colocarla en un lugar más protegido.

- D. **Colocar cercas o barreras entre la fuente de energía y la gente o propiedad potencialmente expuesta.** Dar equipo de protección personal, colocar un parachoques en una plataforma de carga, un resguardo de cemento en la base de una columna o aislar una máquina que hace mucho ruido.
- E. **Modificar las superficies de contacto de los materiales o estructura, para reducir las lesiones a la gente o a la propiedad.** Recomendar la colocación de material absorbente de ruido en un techo bajo, sobre una escalera, en la esquina puntiaguda de un edificio, cerca de un pasillo; para disminuir los peligros de golpes en la cabeza o magulladuras en el cuerpo.
- F. **Fortalecer el cuerpo de los trabajadores o la estructura del equipo y edificios, para soportar el intercambio de energía.** Se debería sugerir el control del peso y de las condiciones físicas de las personas que trabajan como personal de mantenimiento, para evitar lesiones en los tobillos al subir y bajar o al entrar y salir.

Indudablemente que todas estas medidas tienden a reducir el potencial de

las pérdidas una vez que se ha hecho el contacto, pero no tienen por objeto evitar la ocurrencia de los contactos en sí mismos. Debe entenderse que la prevención o eliminación en la etapa de pre-contacto deberá siempre ser el primer objetivo del supervisor. Siendo realistas, debido a las razones mencionadas anteriormente, esto no siempre puede lograrse completamente, pero las medidas de "contacto" del control de pérdidas asegurarán que las pérdidas se reducirán.

6.5.3 Etapa de Post-contacto

Ningún supervisor quiere contactos perjudiciales o incidentes, que den por resultado pérdidas. Si bien él sabe que su ocurrencia puede ser reducida a una frecuencia muy baja, siempre existe el potencial de pérdidas y hay que estar preparado (planeando y organizando) para tener tanto control como sea posible sobre la pérdida si ocurre y cuando ocurra.

Si bien estos esfuerzos se realizan *después del hecho*, puede significar la diferencia entre una lesión y la muerte o daño y pérdida total. El trabajo de control de pérdidas que hace el supervisor en la etapa *post-contacto* debería incluir:

A. Preparación para auxilio de emergencia inmediato para el enfermo o lesionado. La lógica para buscar o prestar auxilio de emergencia inmediato, como una medida efectiva para reducir la incapacidad o muertes, en el ambiente empresarial, es apoyado por muchos

especialistas de medicina ocupacional.

Un buen supervisor estimulará a los integrantes de su grupo para que tomen un curso básico de primeros auxilios, pero estimulará especialmente a los hombres claves de su grupo, que son los que serán considerados como los dirigentes naturales en una emergencia.

B. Preparación para emergencias de incendio y explosiones

Es necesario un entrenamiento para hacer frente a estas emergencias con el fin de evitar lesiones y para disminuir las pérdidas por daños a la propiedad. Este entrenamiento deberá incluir conocimiento y experiencia en evacuación y escapes, en el uso de equipos para combatir incendios y dispositivos protectores, como por ejemplo máscaras de gases, extintores y mantas para incendio, alarmas, cierre de los controles críticos, etc.

C. Reparación inmediata para ciertos daños a la propiedad

Así como los primeros auxilios y los cuidados de emergencia, son de un valor incalculable para evitar pérdidas serias, hay muchas ocasiones en donde el mantenimiento inmediato del equipo o de otras cosas materiales, puede evitar una pérdida más grande si se reparan tan pronto como sea posible. Pequeñas rajaduras en la maquinaria, equipo o cimientos del edificio, generalmente pueden repararse fácilmente en un determinado momento. Después de este punto la reparación es casi imposible y no se pueden evitar pérdidas mayores.

6.6 Índices estadísticos de Seguridad

Todas las Empresas Hidroeléctricas deben dar importancia a la interpretación de los índices estadísticos de seguridad. Establece además el nivel de reducción de los costos directos e indirectos de una empresa al disminuir los riesgos de accidentes.

Para determinar estos índices solo se considera los accidentes causantes de incapacidad, los cuales llamados también de tiempo perdido comprenden cuatro tipos:

- Accidentes mortales
- Incapacidad total o permanente, inutiliza de por vida al trabajador
- Incapacidad parcial permanente; incapacita una parte de cuerpo
- Incapacidad total temporal; impide el trabajo durante un tiempo determinado

6.6.1 Índice de Frecuencia

Es la tasa utilizada para indicar la cantidad de accidentes por lesiones incapacitantes, más de una jornada de trabajo perdida por cada millón de horas hombre trabajadas (M.H.H.T.) en un período determinado, puede ser mensual, trimestral, semestral o anual.

$$I.F = \frac{N^{\circ} de.Acc.Incapacitate \times 1000000H.H}{H.H.T}$$

Estos datos se obtienen del registro de accidentes. Debe analizarse de manera breve el origen de cada uno de los siguientes datos:

- Numero de horas-hombre: total de horas en exposición del personal a riesgos de trabajo.
- Lesiones incapacitantes: aquellas que imposibilitan a la persona para trabajar uno o más días

Ejemplo:

Una empresa con 200 trabajadores ha tenido durante un mes 5 accidentes incapacitantes y 40.000 H.H.T. ¿Cuál es el índice de Frecuencia?

$$I.F = \frac{5 \times 1000000}{40000} = 125$$

En este caso, la empresa del ejemplo tiene un I.F. de 125 lo que significa que por cada millón de H.H.T. la empresa tiene 125 accidentes con lesiones incapacitantes.

6.6.2 Índice de Severidad

Es la tasa utilizada para indicar la gravedad de las lesiones en términos de cantidad de días perdidos ocurridas por accidentes causantes de incapacidad por cada millón de H.H.T. El período considerado para el cálculo de este índice puede ser semestral o anual.

$$I.S = \frac{\text{Dias.Perdidos} \times 1000000 \text{ H.H}}{\text{H.H.T}}$$

Ejemplo:

Una empresa tiene 20 accidentes con una perdida total de 120 días en 240.000 H.H.T. ¿Cuál es el índice de severidad?

$$I.S = \frac{120 \times 1000000}{240000} = 500.dias.perdidos$$

En este caso, la empresa tiene un I.S. de 500, lo que significa que de cada un M.H.H.T. ha tenido 500 días perdidos de trabajo por accidentes.

Cuando las lesiones producidas han causado incapacidades permanentes con perdidas de órganos como por ejemplo: manos, pies, etc., se consideran además de los días perdidos ya descritos en la fórmula, los días de cargo correspondientes a los órganos del cuerpo.

Tabla 6.1 Valoración de tiempos cargados

Naturaleza de la lesión	Jornadas de trabajo reducidas	Porcentaje De Incapacidad
Muerte	6000	100
Incapacidad permanente absoluta(IPA)	6000	100
Ceguera total	6000	100
Incapacidad permanente total (IPT)	4500	75
Pérdida de un brazo arriba del codo	4500	75
Pérdida de una pierna arriba de la rodilla	4500	75
Pérdida de un brazo por el codo o debajo de este	3600	60
Pérdida de la mano	3000	50
Pérdida de una pierna por la rodilla o abajo de ésta	3000	50
Sordera total	3000	50
Perdida o invalides permanente del pulgar y cuatro		

dedos	2400	40
Pérdida del pie	2400	40
Pérdida o invalidez permanente del pulgar y tres dedos	2000	33.3
Pérdida o invalidez permanente de cuatro dedos	1800	30
Pérdida de un ojo	1800	30
Pérdida del pulgar y dos dedos o su invalidez	1500	25
Pérdida o invalidez permanente de tres dedos	1200	20
Pérdida o invalidez permanente del pulgar y un dedo	1200	20
Pérdida o invalidez permanente de dos dedos	750	12.5
Pérdida o invalidez permanente del pulgar	600	10
Pérdida del oído (uno solo)	600	10
Pérdida o invalidez permanente de un dedo cualquiera	300	5
Pérdida o invalidez permanente del dedo grueso o dos o más dedos del pie.	300	5

6.6.3 Índice de Accidentabilidad

Normalmente se utiliza como un medio de medida más simple pero no menos importante, es el índice de accidentabilidad; es el porcentaje de accidentes ocurridos en relación al número de trabajadores de la empresa.

$$I.A = \frac{N^{\circ} .de.Accidentes \times 100}{N^{\circ} .de.Trabajadores}$$

Ejemplo:

En una empresa que tiene 520 trabajadores se producen 13 accidentes ¿cuál es el índice de accidentabilidad?

$$I.A = \frac{13 \times 100}{520} = 2.5\%$$

Al evaluar una empresa, sumamos los tres índices obtenidos de los tres ejercicios anteriores y obtenemos como resultado el índice de responsabilidad (I.R.) de esta empresa.

Asumiremos que el resultado fue de 621.5, cuando el índice de responsabilidad es mayor de 500, significa que un millón de hombre hora (1 M.H.H.) tuvo 621.5 posibilidades de riesgo.

CAPÍTULO VII

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE RIESGOS

7.1 Actividades para el Control de Riesgos

Las actividades para el control de los riesgos pueden ser activas y reactivas:

- **Control activo:** son las actuaciones que se llevan a cabo para controlar el cumplimiento de las actividades establecidas en materia de prevención de riesgos con la finalidad de que los trabajos se realicen con la máxima eficacia y seguridad. Podemos destacar, entre otras actuaciones: observaciones planeadas del trabajo, mantenimiento preventivo, inspecciones y revisiones de seguridad, controles ambientales de riesgos higiénicos y ergonómicos y vigilancia de la salud de los trabajadores.
- **Control reactivo:** son las actuaciones seguidas para investigar, analizar y registrar los fallos producidos en el Sistema de Gestión de la prevención de riesgos. Entre estas actuaciones tenemos: análisis e investigación de accidentes/incidentes.

Dentro de las actuaciones de control activo cabe destacar las revisiones periódicas, ya que mediante ellas se posibilita la localización e identificación de las condiciones de trabajo que puedan derivar en un accidente o en un daño a la salud laboral, en el sentido más amplio. Estas condiciones tienen que ser identificadas en tres frentes distintos que coexisten en el mismo ambiente de trabajo. Estos frentes son los aspectos materiales, los humanos y los organizativos.

Así, dentro del concepto de revisión podemos diferenciar cinco técnicas de actuación complementarias:

- **Inspecciones y revisiones de seguridad.** Constituyen una técnica básica para la prevención de riesgos, permitiendo la identificación de deficiencias de los aspectos específicos en seguridad, así como del control de las medidas existentes para evitarlas.

Aunque esta técnica puede considerar los cometidos de los trabajadores y su exposición a los peligros de accidente, suele estar orientada fundamentalmente a evitar y controlar las deficiencias de las condiciones materiales de seguridad de las áreas de trabajo y los equipos en general. Dentro de esta técnica se encontrarían las inspecciones y revisiones de instalaciones y equipos sujetos a reglamentaciones de seguridad industrial así como de todos aquellos elementos con funciones específicas de seguridad que puedan ser controlados (extintores, alarmas, equipos de protección y en general todos los sistemas de seguridad de máquinas e instalaciones). Podrían

incluirse, también, las revisiones de orden y limpieza de los ámbitos de trabajo.

- **Mantenimiento preventivo.** Contempla los elementos clave en la vida de una instalación, máquina o equipo, tras su diseño e implantación, verificando su correcto estado y renovándolos en el momento oportuno, antes de que su fiabilidad de respuesta alcance tasas de fallo inaceptables.
- **Observaciones planeadas del trabajo.** Controlan con más énfasis las actuaciones de los trabajadores asegurándose de que ejecutan las tareas de acuerdo con las normas, prácticas o procedimientos establecidos y detectando si hay necesidad de modificar alguna de las instrucciones existentes o de crear alguna nueva y si es necesario mejorar la acción formativa, mejorando también, si cabe, la manera de hacer las cosas.

Mediante la observación planeada del trabajo se controla fundamentalmente el cumplimiento de las instrucciones de trabajo y la efectividad de la formación en la realización de tareas, también puede contemplar el control del cumplimiento de procedimientos de actividades preventivas tales como “permisos de trabajo” y “consignación de máquinas”.

- **Controles ambientales de los riesgos higiénicos, ergonómicos y psicosociológicos y la vigilancia de la salud**

7.1.1 Inspecciones y Revisiones Planeadas

RESPONSABILIDADES

La empresa debe adoptar las medidas necesarias para que se realicen las revisiones e inspecciones de seguridad.

Es responsabilidad de los directores de las unidades funcionales el establecer un programa de revisiones de seguridad que garantice el correcto estado de las instalaciones y equipos. Para ello se tendrán en cuenta, como mínimo, los requisitos e instrucciones de los fabricantes y suministradores de la maquinaria y equipos.

Los *trabajadores* colaborarán con la persona encargada de efectuar la revisión en las áreas en que desarrollan su puesto de trabajo o realizarán directamente las revisiones, cuando así se haya establecido.

DESARROLLO

Muchas inspecciones y revisiones derivan de requisitos legales, incluyendo, por ejemplo, el examen completo y la inspección de recipientes a presión, grúas, etc. Sin embargo, el programa de inspecciones y revisiones debería ser lo más completo posible, cubriendo todas las áreas e instalaciones, y en especial todos aquellos equipos cuyo correcto funcionamiento y condiciones de seguridad dependen de un adecuado programa de revisión.

Es importante definir los elementos a revisar y su periodicidad, ya sean áreas determinadas de trabajo o equipos específicos. Se deberá definir qué tipos de revisiones deben ser realizadas por las propias unidades

funcionales y qué cuestiones han de ser inspeccionadas por personal especializado, incluso ajeno a la empresa.

Aunque existen muchos tipos de inspecciones o revisiones de seguridad, el procedimiento es similar, aplicándose las etapas básicas que son: preparar, inspeccionar, revisar, aplicar acciones correctoras y adoptar acciones de seguimiento y control.

1. PREPARACIÓN

- **Planificar la inspección/visión** - Se deberán definir los límites, la frecuencia, la cobertura y la ruta de la revisión. La utilización de mapas de la Central y listados de equipos ayudan a establecer el recorrido de la inspección y a dividir mejor el tiempo y los recursos dedicados a este procedimiento.
- **Determinar qué se va a inspeccionar o revisar** - Deberán determinarse los elementos o partes críticas de las instalaciones, máquinas y equipos que se vayan a inspeccionar y revisar. Para ello es conveniente clasificar e identificar cada elemento mediante códigos y ubicarlos en un plano físico. Con ello se puede elaborar un inventario codificado de los componentes que ofrecen mayores probabilidades de ocasionar algún problema cuando se gastan, se dañan o se utilizan de forma inadecuada. Se deben revisar, también, los aspectos específicos que causaron problemas en inspecciones previas y la eficacia de las medidas correctoras que se adoptaron.

- **Establecer un programa de revisiones e inspecciones** - Por lo menos anualmente se deberá elaborar por escrito un programa en el que se concrete la planificación de la inspección/ revisión indicando objetivos, responsables, recursos, cronograma y alcance de las inspecciones y revisiones previstas para el periodo de tiempo definido.
- **Elaborar listas de chequeo o de verificación** - Algunas las proporciona el fabricante del equipo pero en la mayoría de los casos se tendrá que elaborar o adaptar una lista de chequeo para acomodarse a la situación a controlar.
- **Determinar las personas que inspeccionarán y revisarán, así como los recursos necesarios** - Generalmente las inspecciones las realizarán los mandos directos de cada área e incluso los propios trabajadores, pues son los que mejor la conocen y poseen ese interés primordial y la responsabilidad por una operación segura y eficiente. Sin embargo, cuando la dificultad o complejidad de los aspectos a inspeccionar requiera, legalmente o no, un conocimiento específico profundo en el tema, se recurrirá al asesoramiento de especialistas. También se deberán determinar los materiales, vestuario, equipos, documentos e instrumentos de medición necesarios.

2. INSPECCIÓN Y REVISIÓN

Los siguientes son algunos de los puntos clave que ayudarán a hacer más efectiva la inspección y revisión:

- **Cubrir el área sistemáticamente:** es necesario tomarse la cantidad de tiempo que sea necesario para hacer una inspección, con el fin de cubrir todo de una manera metódica y exhaustiva. Un plano o diagrama del lugar o área ayudará a cubrir sistemáticamente todos los lugares.
- **Usar las listas de verificación:** es conveniente llevar a terreno las listas de verificación que se prepararon para el área o equipo que se inspeccionará.
- **Buscar lo que no salta a la vista:** debe asegurarse tener una "visión panorámica" de toda el área. Por lo general, son los ítemes que están fuera del recorrido habitual los que provocan los problemas. Es necesario dedicar una buena cantidad de tiempo a buscar las cosas que normalmente no se visualizan en las operaciones diarias.
- **Registra todas las deficiencias detectadas:** se pierde mucho tiempo respondiendo preguntas y volviendo a visitar áreas, después de que se ha entregado un informe de la inspección, debido a que las descripciones de los ítemes no estaban claras y exactas. Usar nombres establecidos y marcas en murallas o pilares, si los hay, para fijar con precisión las situaciones peligrosas.
- **Actuar inmediatamente ante peligros serios:** cuando se descubra alguna cosa que representa un riesgo serio o un peligro potencial, se debe actuar inmediatamente, adoptando medidas inmediatas y temporales que puedan reducir el riesgo, hasta que se establezca una corrección permanente más conveniente.

- **Informar sobre ítems que parezcan innecesarios:** no hay nada que compense mejor el tiempo que se dedica a una inspección que la reubicación del material y equipo ocioso en un lugar donde alguien más pueda usarlo.
- **Buscar siempre las causas básicas para cada peligro detectado:** debe esforzarse por lograr el reconocimiento y el análisis de todas las condiciones subestándares que se observó como síntomas del problema básico o real.

Con estos antecedentes se deben identificar las causas básicas de los ítems que él detectó en su inspección; es la clave para una corrección permanente.

El sistema para clasificar el peligro en la inspección planeada es la siguiente:

CLASE A:

Una condición subestándar capaz de provocar un accidente de consecuencias, tales como:

- Muerte de o los trabajadores.
- Incapacidad permanente del o los trabajadores.
- Daño irreparable de las estructuras, los equipos o materiales

CLASE B:

Una condición subestándar capaz de provocar un accidente de consecuencias, tales como:

- Lesión o enfermedad grave al o los trabajadores (incapacidad temporal).
- Daño a la estructura, los equipos o materiales, pero menos serio que en la Clase A.

CLASE C:

Una condición subestándar capaz de provocar un accidente de consecuencias, tales como:

- Lesiones leves (no incapacitantes).
- Daño leve a la estructura, los equipos o materiales.

Usando este sistema de clasificación, el encargado de la inspección entrega una orientación a la Administración Superior para tomar una decisión acertada.

En el **Apéndice A** se adjunta un ejemplo de Informe de Inspección Planeada

3. ACCIONES CORRECTORAS

No basta con detectar aspectos deficientes y determinar sus causas y las consecuencias perniciosas que pueden generar, se deberán también proponer y aplicar medidas correctoras. Los mandos intermedios deberán tener la autoridad suficiente y los recursos necesarios para poder corregir los problemas en el lugar de trabajo.

4. SEGUIMIENTO DE LAS MEDIDAS ADOPTADAS

La aplicación de medidas correctoras surgidas de las revisiones periódicas o de cualquier otra actividad preventiva requiere siempre un seguimiento y control.

7.1.2 Mantenimiento Preventivo

RESPONSABILIDADES

Los responsables de las instalaciones y de mantenimiento deberán establecer un programa de mantenimiento preventivo que asegure el correcto funcionamiento y las prestaciones de los equipos e instalaciones, complementariamente a las inspecciones reglamentarias e integrando los aspectos específicos de seguridad y salud. Éste quedará reflejado en un registro que incluya, al menos, los responsables de la ejecución y el cronograma de dicho mantenimiento.

Los directores de las unidades funcionales facilitarán y velarán por la aplicación del programa preventivo en las instalaciones y equipos pertenecientes a su área funcional.

En cuanto a los trabajadores, realizarán las tareas de mantenimiento de equipos que les sean encomendadas y para las que estén cualificados.

DESARROLLO

La falta de mantenimiento o el mantenimiento insuficiente hacen que se puedan presentar situaciones potencialmente peligrosas y que puedan fallar

elementos de los equipos con funciones críticas. El programa de mantenimiento preventivo debería tener en cuenta los manuales de instrucciones de los fabricantes, así como las informaciones extraídas sobre la fiabilidad de los componentes, especialmente de aquellos que tengan funciones específicas de seguridad. En caso de no existir instrucciones de mantenimiento de los fabricantes se solicitarán a los mismos y se obtendrá la información necesaria sobre las características del equipo, sus condiciones de utilización y cualquier otra circunstancia que se considere relevante.

Cabe remarcar que dentro de las actuaciones de mantenimiento hay que diferenciar lo que son propiamente verificaciones del correcto estado de los equipos de aquellos trabajos específicos a realizar, como el engrase, la sustitución de componentes en plazos previstos, etc.

También cabe remarcar que todo el personal de mantenimiento está sometido a riesgos suplementarios por las propias instalaciones donde realizan su trabajo y la ocasionalidad de los trabajos. Por eso es importante formar a los trabajadores en sus cometidos y adoptar medidas de control de los trabajos, disponiendo de los permisos de trabajo para reducir al máximo los problemas en las instalaciones y los riesgos para los trabajadores. Determinados trabajos de mantenimiento por su especial peligrosidad y ocasionalidad pueden requerir instrucciones escritas de trabajo.

Los trabajos de mantenimiento se realizarán siempre que sea posible después de haber parado y desconectado los equipos, comprobando la inexistencia de energías residuales peligrosas y después de haber tomado

las medidas necesarias para evitar su puesta en marcha o conexión accidental mientras se efectúa la intervención.

7.1.3 Observaciones Planeadas del Trabajo

RESPONSABILIDADES

Es necesario que la dirección de la empresa defina claramente el papel que tienen las observaciones en su sistema de gestión, y luego asigne las funciones y responsabilidades de esa actividad.

Es responsabilidad de los mandos y directores de las diferentes unidades funcionales la realización periódica de observaciones del trabajo.

También podrían participar directamente los trabajadores en la realización de observaciones.

DESARROLLO

Las observaciones del trabajo para favorecer o controlar la correcta ejecución de una tarea se suelen realizar normalmente de una manera informal cuando, por ejemplo, se incorpora un nuevo trabajador o cuando se han detectado accidentes o fallos en la calidad del trabajo.

Para elaborar y aplicar correctamente el procedimiento de observaciones del trabajo se deben tener en cuenta las etapas siguientes:

1. PREPARACIÓN

- **Seleccionar las tareas y personas a observar** - Si bien es recomendable que todas las tareas se revisen en algún momento, es

necesario establecer prioridades y seleccionar en una primera etapa aquellas que se denominan críticas, que son aquellas en las que una desviación puede ocasionar daños de cierta consideración.

- **Respecto a las personas a observar** hay que prestar especialmente atención a los nuevos trabajadores, a los que se incorporan tras largas ausencias o a los que hayan estado sujetos a un cambio de puesto. También a los que han tenido actuaciones deficientes o arriesgadas. No hay que olvidar tampoco a los trabajadores que, por su profesionalidad, gozan de prestigio ya que pueden aportar mejoras en los métodos de trabajo.
- **Asignar a la persona o personas que llevarán a cabo las revisiones**
 - Las personas que efectúen las observaciones deben estar instruidas para tal fin y, además, deben disponer de los medios y tiempo necesarios. Pueden existir muchas variantes en la asignación de quienes y como han de realizarse las observaciones. La realización de las observaciones conjuntamente por dos personas de diferentes ámbitos resulta muy provechosa.
- **Programar y planificar las observaciones** - Es importante revisar todos los aspectos clave relacionados con las tareas. La programación anual de las observaciones debe prever que la mayor parte de los puestos de trabajo de la empresa queden afectados por esta actividad preventiva con la dedicación suficiente.

Elaborar cuestionarios o formularios que faciliten la actuación - Se deberá registrar documentalmente, de la forma más concisa posible, el conjunto de datos e información recogida. Para ello la elaboración de cuestionarios-chequeo y formularios específicos pueden ser de gran ayuda.

2. EJECUCIÓN

En esta fase se practican las observaciones en los lugares de trabajo y se registran los datos. Una copia de estos registros debería ser entregada al responsable del área para su conocimiento y actuación procedente. A raíz de las deficiencias se deben proponer o recomendar medidas y acciones de mejora, las cuales deberían ser, siempre que sea posible, acordadas entre observadores y observados.

En el **Apéndice B** se adjunta un ejemplo de Informe de Observación Planeada

3. CONTROL

Se llevará a cabo el control de las medidas acordadas, realizando un seguimiento de su aplicación y eficacia. Es conveniente que se entregue una copia del registro al Coordinador de Prevención, a fin de que pueda efectuar labores de seguimiento y control de la actividad, con las peculiaridades que la empresa establezca.

Para la implantación, el sistema ha de ser debidamente divulgado ya que observadores y observados, debe entender y asumir sus ventajas y no debe

ser visto como un mecanismo punitivo y de fiscalización, sino todo lo contrario, como medio para facilitar la mejora continua de la seguridad y calidad del trabajo. El diálogo con el trabajador observado es fundamental para que se entiendan claramente los objetivos buscados.

Es importante que el observador adopte una actitud positiva y otorgue una adecuada atención a las cosas que muestren un alto cumplimiento con lo establecido.

Se deberán resaltar y elogiar las buenas prácticas y el trabajo bien hecho para que se siga haciendo así de manera permanente.

7.1.4 Orden y limpieza de los lugares de trabajo

RESPONSABLES INVOLUCRADOS

Los *directores de las unidades funcionales* son los responsables de que se aplique el procedimiento de control del orden y la limpieza es sus ámbitos de influencia, exigiendo y controlando la correcta aplicación de dicho procedimiento.

Los *mandos directos* son los responsables de transmitir a sus trabajadores las normas de orden y limpieza que deben cumplir y fomentar buenos hábitos de trabajo. Deberán facilitar los medios necesarios para que los trabajadores puedan mantener sus áreas de trabajo en aceptables condiciones.

Todo el *personal de la empresa* deberá mantener limpio y ordenado su entorno de trabajo y cumplirá con las normas de orden y limpieza establecidas.

DESARROLLO

Es imprescindible elaborar un plan de acción para la mejora sustancial del orden y la limpieza de los lugares de trabajo, sensibilizando e informando a todos los miembros de la empresa, definiendo objetivos y funciones para llevarlos a término y estableciendo los controles necesarios sobre su cumplimiento.

Para ello se debería disponer de unas normas generales sobre este tema, aprobadas por la Dirección y consensuadas por las personas con funciones preventivas en la empresa.

Mediante la aplicación de un procedimiento de control del orden y la limpieza en los lugares de trabajo se puede aprovechar tal actividad para controlar aquellos riesgos convencionales de golpes, choques y caídas al mismo nivel en las superficies de trabajo y de tránsito y en los almacenamientos de materiales.

El desarrollo de una acción preventiva en esta materia requiere un Plan constituido por un conjunto de acciones:

1. Eliminar lo innecesario y clasificar lo útil

Se facilitarán los medios para eliminar lo que no sirva.

Se establecerán los criterios para priorizar la eliminación y se clasificará en función de su utilidad.

Se actuará sobre las causas de acumulación.

2. Acondicionar los medios para guardar y localizar el material fácilmente

Se guardarán adecuadamente las cosas en función de quién, cómo, cuándo y dónde se haya de encontrar aquello que se busca. Cada emplazamiento estará concebido en función de su funcionalidad y rapidez de localización.

Se habituará al personal a colocar cada cosa en su lugar y a eliminar lo que no sirve de forma inmediata.

3. Evitar ensuciar y limpiar después

Se eliminará y se controlará todo lo que pueda ensuciar, actuando en el origen.

Se organizará la limpieza del lugar del trabajo y de los elementos clave con los medios necesarios.

Se aprovechará la limpieza como medio de control del estado de las cosas.

4. Favorecer el orden y la limpieza

Se procurará que el entorno favorezca comportamientos adecuados. Se aprovechará la señalización de los lugares de trabajo para facilitar la

información respecto a las actuaciones coherentes con el programa de orden y limpieza.

Se subsanarán las anomalías con rapidez.

Se normalizarán procesos y procedimientos documentados de trabajo acordes con el orden y la pulcritud. Una tarea no se considerará finalizada mientras no se deje el lugar de trabajo ordenado y limpio.

5. Control, revisiones periódicas

Se comprobará periódicamente que el lugar de trabajo esté limpio y ordenado. Para ello se dispondrá de un cuestionario de chequeo que permita revisar con una frecuencia determinada y por parte de los responsables de las áreas de trabajo los aspectos a controlar.

7.1.5 Vigilancia de la Salud de los Trabajadores

RESPONSABLES INVOLUCRADOS

La empresa deberá:

- Garantizar a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo.
- Asumir los costes de la vigilancia de la salud.
- No adscribir trabajadores a puestos de trabajo cuyas condiciones fuesen incompatibles con sus características personales.

- Consultar a los trabajadores o a sus representantes sobre la organización y desarrollo del programa de vigilancia de la salud, así como sobre los procedimientos de elaboración y conservación de la documentación relativa a la vigilancia de la salud.
- Dotar a la Unidad de Vigilancia de la Salud, en el caso de ser propia, de los recursos materiales adecuados a las funciones que realicen.
- No utilizar los resultados de la vigilancia de la salud con fines discriminatorios.
- Motivar una investigación en el caso de que se haya producido un daño para la salud de los trabajadores

El Servicio de Vigilancia de la Salud estará compuesto como mínimo por un médico especializado en seguridad e higiene ocupacional, quien emitirá la opinión que se solicite. Entre sus cometidos deberán figurar:

- La identificación, basándose en la evaluación de riesgos y en colaboración con el resto de los demás miembros componentes del Comité de Seguridad y los representantes de los trabajadores
- La elaboración y realización de protocolos específicos de reconocimientos médicos, en función de los riesgos detectados.
- El mantener el secreto y confidencialidad de los resultados.
- La comunicación a los delegados de prevención de la relación de personas que deban someterse a reconocimientos médicos obligatorios.

- La determinación de la aptitud del trabajador según los resultados del reconocimiento y para el puesto de trabajo al que está adscrito, comunicándoselo al empresario en términos de aptitud o no aptitud.
- La realización de aquellas pruebas médicas que causen las menores molestias a los trabajadores y que sean proporcionales al riesgo.
- El mantener un historial clínico-laboral completo de cada trabajador y toda la documentación de la práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores y conclusiones obtenidas.
- El análisis de los resultados de los controles del estado de salud de los trabajadores
- El estudio de las ausencias por enfermedad con el fin de identificar cualquier relación entre éstas y las condiciones de trabajo.
- El establecimiento, si es de aplicación, de programas de vacunación.
- La promoción de la salud de los trabajadores en la Planta.
- La prestación de los primeros auxilios y atención de urgencia a los trabajadores víctimas de accidentes o alteraciones en el lugar de trabajo.
- La organización de los primeros auxilios en la empresa.
- La coordinación e integración de sus actividades en el programa anual de Seguridad e Higiene Ocupacional.

Los Delegados de prevención deberán:

- Vigilar el cumplimiento de la normativa aplicable y de los acuerdos de empresa en materia de vigilancia de la salud.

Fomentar la participación de los trabajadores en la vigilancia de la salud a través de una información clara y precisa sobre los objetivos y beneficios de la misma.

El trabajador deberá:

- Someterse a los reconocimientos médicos obligatorios.
- Colaborar en aquellos que sean de carácter voluntario.
- Informar a la Unidad de Vigilancia de la Salud de cualquier síntoma, alteración de salud o estado biológico, que considere relacionado con sus condiciones de trabajo o que pueda modificar su sensibilidad a los riesgos.
- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo y a los trabajadores designados la detección de cualquier trabajador que se encuentre manifiestamente en estado o situación transitoria que pueda constituir un peligro para él mismo o para terceros.

DESARROLLO

La vigilancia de la salud no tiene sentido como instrumento aislado de prevención. Ha de integrarse en el Plan de Seguridad e Higiene Ocupacional, recibiendo información y facilitándola a su vez a los otros miembros del Comité de Seguridad. El desarrollo del programa de Vigilancia de la Salud se basará en la evaluación inicial de riesgos y, en lo sucesivo, en las evaluaciones periódicas, sin olvidar la evaluación de necesidades en lo referente a la salud de la población protegida.

El conocimiento de la evaluación de riesgos por parte de la Unidad de Vigilancia de la Salud permitirá elaborar el protocolo de reconocimiento médico específico y proporcional al riesgo o riesgos detectados, listar aquellas características individuales o estados biológicos que, en caso de presentarse en el trabajador, serían merecedores de una protección especial e identificar los puestos de trabajo en los que la vigilancia de la salud es obligatoria.

En los casos en los que se establezca la necesidad de un programa de vigilancia de la salud, éste podría estructurarse de la siguiente manera:

PROGRAMA DE VIGILANCIA DE LA SALUD

La vigilancia de la salud debe considerarse como un instrumento que formará parte del Plan de Prevención de Riesgos Laborales de la empresa.

Debemos distinguir dos tipos de objetivos dentro del programa de vigilancia de la salud:

a).- Objetivos individuales: aquellos que se aplican a los trabajadores individualmente. Entre ellos se encontrarían:

- Detectar precozmente los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud del trabajador.
- Identificar los trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos.
- Proponer medidas preventivas o de protección especiales para el trabajador.

b).- Objetivos colectivos: aquellos que se aplican a los trabajadores considerados como colectivo expuesto. Entre otros, estarían:

- La valoración del estado de salud de la comunidad.
- La identificación de los riesgos en la población expuesta mediante la valoración del estado de salud del colectivo con relación a los mismos.
- La revisión o promoción de intervenciones preventivas en función de la aparición de daños en la población trabajadora.
- La intervención en los planes de educación sanitaria.

De forma general, el reconocimiento médico deberá efectuarse en las siguientes situaciones:

- Una evaluación inicial de la salud de los trabajadores, después de la incorporación al trabajo o después de la asignación de tareas específicas con nuevos riesgos para la salud.
- Una evaluación de la salud de los trabajadores que reanuden su trabajo tras una ausencia prolongada por motivos de salud, con la finalidad de descubrir sus eventuales orígenes profesionales y recomendar una acción apropiada para proteger a los trabajadores.
- Una evaluación de la salud a intervalos periódicos.
- Ciertos riesgos específicos, como los agentes biológicos, cancerígenos y las pantallas de visualización, pueden ser objeto, además, de evaluaciones de la salud.

EJECUCIÓN DE LA VIGILANCIA DE LA SALUD

La vigilancia de la salud supone recoger sistemáticamente todo tipo de datos relacionados con la salud de los trabajadores y los riesgos asociados a cada puesto de trabajo. Los instrumentos que utiliza la vigilancia de la salud son diversos. El principal son los reconocimientos médicos periódicos cuyo contenido deberá estar ajustado al riesgo o riesgos inherentes al puesto de trabajo. Sin embargo, son también vigilancia de la salud las encuestas de síntomas en la población trabajadora, la comunicación de daños por parte de los trabajadores, la realización de exploraciones físicas y pruebas médicas complementarias, el control biológico, entre otros.

RESULTADOS Y DOCUMENTACIÓN

La documentación de todo el proceso es de vital importancia para la planificación de las intervenciones y el establecimiento de prioridades, no tan sólo en la empresa o sector, sino también en el ámbito nacional e internacional y para facilitar el estudio de la posible relación causa - efecto derivada de la exposición a condiciones de trabajo inadecuadas.

Los historiales individuales deberán contener como mínimo:

- El historial clínico del trabajador con relación a antecedentes familiares, personales, enfermedad actual y datos circunstanciales (laborales y extralaborales).
- La descripción del puesto de trabajo actual en términos de tiempo de permanencia, riesgos detectados y medidas de prevención y protección adoptadas.

- La descripción de los puestos de trabajo anteriores, tanto en la empresa en cuestión como en otras empresas.
- Datos de la exploración física y del control biológico, si procede.
- Exploraciones complementarias en función de los riesgos inherentes al trabajo.

No obstante, el empresario y las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención serán informados de las conclusiones que se deriven de los reconocimientos efectuados en relación con la aptitud del trabajador para el desempeño del puesto de trabajo o con la necesidad de introducir o mejorar las medidas de protección y prevención, a fin de que puedan desarrollar correctamente sus funciones en materia preventiva.

7.1.6 Control de Riesgos Higiénicos

RESPONSABILIDADES

La empresa debe proporcionar los medios para que los trabajadores sean protegidos frente a los riesgos higiénicos a los que puedan verse expuestos. Asumirá los resultados de la evaluación de riesgos y aplicará las medidas preventivas y de control pertinentes.

El Comité de Seguridad e Higiene llevará a cabo una inspección para identificar los contaminantes presentes en cada puesto de trabajo. Dentro de sus posibilidades, tendrá que realizar un estudio higiénico y preparar el instrumental para realizar las mediciones, la toma de muestras y los análisis,

y con ello decidir sobre las medidas preventivas o correctoras que sea necesario aplicar en cada caso.

DESARROLLO

La Higiene Industrial es una técnica que sirve para identificar, valorar y controlar los riesgos de los puestos de trabajo que puedan provocar enfermedad profesional o daños a la salud de los trabajadores expuestos a los contaminantes. Este control se complementa con la vigilancia de la salud de los mismos.

Un estudio higiénico permite identificar y medir los contaminantes presentes en el lugar de trabajo, evaluar la exposición a los mismos por comparación con los criterios establecidos en la legislación o con las recomendaciones que a estos efectos han sido emitidas por organismos Internacionales de reconocido prestigio y con ello establecer un seguimiento y control adecuados, para mantener la salud de los trabajadores.

El riesgo higiénico se puede reducir mediante:

- El correcto control de los equipos que emiten contaminantes.
- El control de la exposición a contaminantes actuando en primer lugar sobre el foco, si esto es imposible o insuficiente sobre el medio de propagación, y en última instancia se actuaría sobre el receptor mediante medidas adecuadas de protección.
- La disponibilidad de listas y fichas de seguridad de todos los productos químicos con los que se trabaje en la empresa.
- La formación e información del personal.

- La disponibilidad de equipos de protección adecuados, dando siempre mayor prioridad a la protección colectiva que a la individual.
- El cumplimiento de los procedimientos específicos.

7.1.7 Control de Riesgos Ergonómicos y Psicosociales

Adaptar el puesto de trabajo, el entorno y los aspectos organizativos a las características individuales de las personas, a fin de lograr la armonización entre la eficacia funcional y el bienestar humano (salud, seguridad, comodidad y satisfacción).

IMPLICACIONES Y RESPONSABILIDADES

La dirección de la empresa ha de controlar que se lleve a cabo la evaluación de los riesgos, siendo debidamente contemplados los riesgos de fatiga e insatisfacción en el trabajo. Asumirá los resultados de la evaluación y aplicará las medidas preventivas pertinentes.

El Comité de Seguridad e Higiene es el responsable de identificar los riesgos ergonómicos y psicosociológicos presentes en cada puesto de trabajo. Propone y en la medida de sus posibilidades, aplica las medidas preventivas o correctoras adecuadas a cada caso.

DESARROLLO

La empresa no sólo ha de mejorar las condiciones de trabajo con la finalidad de evitar efectos negativos (accidentes, enfermedades laborales), sino que ha de partir de un concepto de salud más amplio y proponer la mejora de aquellos aspectos que pueden incidir en el equilibrio de la persona, considerada en su totalidad incluyendo el entorno en el que se desenvuelve.

Cabe destacar que una correcta adaptación del puesto de trabajo a las características de la persona no sólo es una herramienta directa de prevención de riesgos laborales sino que tiene una repercusión muy positiva en la calidad de la vida laboral y del trabajo realizado.

Una buena organización del trabajo es poder conseguir que la persona trabaje evitando esfuerzos físicos y de carga mental innecesarios, en unas adecuadas condiciones ambientales y materiales y que pueda sentirse partícipe de los objetivos de su trabajo, requisito indispensable para realizar un trabajo con calidad, eficiencia y seguridad. Aunque en un principio pudiera parecer que se trata solo de planteamientos de disconfort, es necesario poner especial atención en estos aspectos dado que una exposición a tales circunstancias puede generar problemas de salud.

Finalmente hay que destacar la estrecha relación que tienen los riesgos ergonómicos y psicosociológicos con la vigilancia de la salud de las personas ya que mediante dicha vigilancia se pueden descubrir alteraciones (de la vista, lumbares, etc.) cuyo origen es una deficiente organización y un inadecuado diseño de los puestos de trabajo.

7.1.8 Permisos para Trabajos Especiales

Se consideran trabajos especiales, que requieren autorización, los que a continuación se indican:

- **Trabajos en caliente.** Comprenden todas las operaciones con generación de calor, producción de chispas, llamas o elevadas temperaturas en proximidad de polvos, líquidos o gases inflamables o en recipientes que contengan o hayan contenido tales productos. Por ejemplo: soldadura y oxiacorte, emplomado, esmerilado, taladrado, etc.
- **Trabajos en frío.** Son las operaciones que normalmente se realizan sin generar calor pero que se efectúan en instalaciones por las que circulan o en las que se almacenan fluidos peligrosos. Comprenden trabajos tales como: reparaciones en las bombas de trasvase de líquidos corrosivos, sustitución de tuberías, etc.
- **Trabajos en espacios confinados.** Comprenden todas las operaciones en el interior de depósitos, cisternas, fosos y en general todos aquellos espacios confinados en los que la atmósfera pueda no ser respirable o convertirse en irrespirable a raíz del propio trabajo, por falta de oxígeno o por contaminación por productos tóxicos.
- **Trabajos eléctricos.** Todo tipo de trabajos eléctricos o no, que hayan de realizarse sobre o en las proximidades de instalaciones o equipos eléctricos energizados.
- **Otros trabajos especiales.** Trabajos que suponen riesgos importantes para personas o para la propiedad, y por ello requieren que las

personas estén debidamente acreditadas y autorizadas (trabajos ocasionales en altura, etc.

RESPONSABILIDADES

El responsable de ejecución de un trabajo que requiera Permiso de Trabajo, sea del área de mantenimiento o no y pertenezca o no a la empresa, deberá:

- No ordenar el inicio del trabajo sin tener el Permiso de Trabajo correctamente extendido.
- Inspeccionar personalmente el lugar de trabajo y el equipo de seguridad necesario y asegurarse de que están tomadas todas las medidas de seguridad necesarias.
- Verificar que las aptitudes del personal realizador del trabajo sean adecuadas.
- Dar las instrucciones y los equipos necesarios al operario ejecutor del trabajo, de manera que éste asuma totalmente las garantías de seguridad en toda su actuación concreta, como consecuencia de un trabajo de especial peligrosidad.
- En los casos en que el trabajo implique una elevada peligrosidad deberá designar a una persona que vigile y esté atenta a la ejecución del mismo, instruida en primeros auxilios, lucha contra incendios y, en general, capaz de efectuar el salvamento en caso de emergencia.
- Pedir las renovaciones del Permiso que sean necesarias.

La persona o personas que realicen el trabajo deberán:

- Llevar siempre consigo el correspondiente Permiso de Trabajo.

- Cumplir con las normas de seguridad y protección individual indicadas en el Permiso.
- No utilizar el Permiso de Trabajo por más tiempo del que ha sido autorizado.
- Entregar el Permiso a los autorizantes una vez finalizado el trabajo.
- Interrumpir su trabajo y comunicar al responsable de la unidad funcional o a su mando directo si aprecia cambios en las condiciones de seguridad que, bajo su criterio, requieran una revisión del Permiso.

DESARROLLO

Muchos de los trabajos de mantenimiento, por sus características peculiares o procedimientos de ejecución, pueden implicar la consecución de accidentes graves.

La causa principal de tales accidentes tiene su origen en una doble circunstancia; por un lado el desconocimiento de los riesgos que ofrecen las instalaciones en el momento de las intervenciones y por otra parte, una falta de coordinación entre los diferentes departamentos implicados, generalmente operación y mantenimiento. Esta colaboración entre el director de la unidad funcional implicada y el responsable de mantenimiento se hace necesaria puesto que el responsable de área es quien mejor conoce las condiciones, estado y contenido de las instalaciones y el ejecutor del trabajo especial, el que mejor conoce las normas e incompatibilidades del trabajo en cuestión.

Por tanto, antes de acometer la ejecución de un trabajo especial, se deberá estudiar y no iniciarlo en tanto no estén amparados por un permiso o autorización en la que, por escrito, se indiquen las condiciones en que deben realizarse y den su conformidad y autorización los responsables correspondientes.

Es muy importante que el personal que solicite el Permiso de Trabajo entienda perfectamente las indicaciones y restricciones establecidas en el mismo y las cumpla rigurosamente.

La realización correcta de estos trabajos especiales, con riesgos definidos, debe estar apoyada documentalmente por un permiso de trabajo en el que se asegure la revisión del estado de las instalaciones, dejando constancia escrita de su conformidad para realizarse el trabajo.

Esta Autorización o Permiso deberá indicar como mínimo:

- Fecha, periodo y turno de validez del mismo.
- Localización del punto de trabajo.
- Descripción del trabajo a realizar.
- Determinación de los riesgos que existan o se pueda prever que existan.
- Comprobación de que la instalación o equipo está en condiciones para poder realizar el trabajo. Un cuestionario de chequeo que recoja los aspectos clave a revisar puede ser de gran ayuda.
- Normativa, procedimientos e instrucciones a seguir.
- Equipos de protección y medios de prevención a utilizar.

- Las comprobaciones o ensayos, si son necesarios durante la realización del trabajo, y su frecuencia.
- En caso de personal ajeno a la empresa: datos de la empresa contratada y teléfono de contacto para emergencias.
- Las personas que autorizan y a las que se autoriza realizar el trabajo.
- La duración del Permiso de Trabajo deberá ser determinada conjuntamente por los responsables de la autorización. Si la duración del trabajo fuera superior a la prevista, deberá renovarse el Permiso.

7.2 Seguimiento de las Medidas Correctoras

7.2.1 Objetivo

Asegurarse de que la implantación de las medidas correctoras establecidas o acordadas se realiza adecuadamente, en los plazos previstos y se cumple con todos los requisitos previstos. Con dicho procedimiento se pretende controlar la planificación de medidas preventivas específicas en las diferentes áreas funcionales de la Central Hidroeléctrica.

7.2.2 Implicancias y Responsabilidades

La *dirección de la empresa* propiciará los recursos y medidas necesarias para que este procedimiento se lleve a cabo, también recibirá, con la

periodicidad que se estipule, información del seguimiento y control de las acciones correctoras aplicadas en las diferentes unidades funcionales.

Los *directores de las diferentes unidades funcionales* deberán coordinar las acciones correctoras llevadas a cabo en sus áreas, así como registrar y controlar su cumplimiento y su eficacia. Para ello los responsables de ejecutar dichas acciones y el coordinador de prevención deberán informar periódicamente de lo realizado y de lo que está pendiente de realización a los correspondientes directores de las unidades funcionales.

El *Coordinador de prevención*, deberá efectuar un seguimiento y control de las medidas correctoras implementadas y de esta actividad en general.

7.2.3 Desarrollo

Por acción correctora se entiende el proceso formal y sistemático de implantación de mejoras.

Existe una serie de acciones y actividades, planificadas o no, cuyo objetivo es la detección de carencias, disfunciones, desviaciones o, en general, cualquier tipo de deficiencias; y la consecuente aplicación de medidas correctoras. Entre estas actividades se encuentran:

- evaluaciones de riesgos
- investigaciones de accidentes
- revisiones e inspecciones de seguridad
- observaciones del trabajo
- controles médicos, higiénicos y ergonómicos

- comunicaciones de riesgos y sugerencias de mejoras
- auditorías

A raíz de estas y otras actividades no establecidas formalmente se crea la necesidad de implantar un procedimiento de seguimiento y control de las medidas correctoras propuestas para comprobar su cumplimiento y eficacia ante la situación de deficiencia detectada.

Para este fin es imprescindible la determinación de indicadores, medibles en la medida de lo posible, que permitan controlar la evolución y los cambios aportados por las actividades correctoras. Cada situación o circunstancia deficiente debe tener su propio indicador que nos permita verificar el cambio producido antes y después de aplicar la medida correctora. Como ejemplos de posibles indicadores encontramos la evolución de los índices de accidentalidad para controlar las medidas adoptadas ante las situaciones de riesgos de accidente, la disminución de nivel sonoro, para comprobar la conformidad de un aislamiento acústico o la medición de la concentración de un determinado contaminante en la atmósfera para comprobar la eficacia de una ventilación por extracción localizada.

Con una frecuencia trimestral se debería efectuar un balance del grado de cumplimiento y efectividad de las medidas adoptadas en las diferentes unidades funcionales. Mediante ayuda informática se facilitará enormemente este tipo de seguimiento.

7.3 Investigación Accidentes/Incidentes, control de la siniestralidad

7.3.1 Objetivo

La investigación de accidentes e incidentes así como el registro y control de todos los que acontezcan, son realizados con el fin de adoptar, una vez conocidas las causas, las medidas necesarias para evitar la repetición de otros similares y lograr la reducción de la siniestralidad laboral.

7.3.2 Implicancias y Responsabilidades

La investigación de los accidentes/incidentes deberá ser realizada por los *directores de las unidades funcionales* en la que se produce el suceso, contando con la colaboración del Comité de Seguridad cuando sea necesario; tengamos en cuenta que los mandos son quienes mejor deben conocer el trabajo que se realiza y su entorno, así como los trabajadores a su cargo. Sería conveniente que en esta investigación participase también el propio trabajador afectado y el delegado de prevención.

Aun cuando puede ser aplicable en todos los accidentes, es muy recomendable que cuando se trate de investigaciones de cierta complejidad el mando directo recabe la colaboración y el asesoramiento de otros técnicos y, si es posible, de especialistas en prevención, formando un equipo de trabajo. Las personas que tengan que investigar accidentes deberán estar

adiestradas en el procedimiento a seguir en la aplicación de esta técnica preventiva.

Todos los trabajadores deberán informar de cualquier accidente/incidente que presencien y colaborar en el esclarecimiento e investigación de accidentes sin ocultar datos o pruebas relevantes.

7.3.3 Desarrollo

Para conseguir el mejor conocimiento de las causas que provocaron un accidente, se deberán evitar demoras en la investigación y analizar lo antes posible los documentos, partes materiales del entorno afectado, testimonios de las personas afectadas, etc.

Se debe partir de la premisa de que rara vez una única causa provoca un accidente, más bien al contrario, todos los accidentes tienen varias causas que suelen estar relacionadas y que pueden agruparse en cuatro grandes bloques:

1. Causas materiales: Instalaciones, máquinas, herramientas y equipos, así como los inherentes a los materiales y/o a las sustancias componentes de materias primas y productos.
2. Entorno ambiental: Ambiente y lugar de trabajo: agentes físicos (iluminación, ruido...), químicos, biológicos, espacio de trabajo (orden y limpieza,...).
3. Organización: Organización del trabajo y gestión de la prevención (formación, métodos de trabajo,...).

4. Características personales: De carácter individual: aptitud y actitud del trabajador para el control de los peligros de accidente.

Algunas de las causas son *inmediatas*, es decir, circunstancias o hechos que ocurren justo antes de producirse el accidente y que suelen ser fácilmente reconocibles. Anteriormente a éstas se encuentran las *causas básicas* que son las que están en su origen. Generalmente, para llegar a las causas básicas y ser capaces de controlarlas, se requiere profundizar en la investigación. Por ejemplo, un accidente generado por no haber utilizado o haber utilizado mal un equipo de protección personal sería una causa inmediata y la falta de un procedimiento escrito de obligatoriedad de uso o su desconocimiento por parte del operador serían las causas básicas.

En principio los responsables de los lugares de trabajo en los que ha sucedido el accidente deben ser capaces de identificar aquellas causas que ellos mismos pueden solucionar.

No existe un método único ni de valor universal para la investigación de accidentes. Cualquier método es válido si garantiza el logro de los objetivos perseguidos. Sin embargo, cualquier procedimiento de investigación de accidentes deberá definir quién, cuándo y cómo debe procederse y debería contemplar también las siguientes etapas:

1. **Reaccionar ante el accidente de forma adecuada y positiva.** Al ver o recibir información sobre un accidente/incidente el mando del área debe hacerse cargo de la situación, primeramente preocupándose de que la persona afectada reciba las curas y primeros auxilios necesarios y

dando las instrucciones precisas al personal específico de manera que se eviten accidentes potenciales secundarios. Debe también apreciar el potencial de pérdida y decidir a quién más se debe informar.

2. **Reunir la información pertinente acerca del accidente.** Esto debe realizarse lo antes posible identificando las fuentes de evidencias en el lugar de los hechos y entrevistando a las personas presentes cuando ocurrió el acontecimiento. Debe crearse un clima de confianza ante esta actividad, para evidenciar que la investigación no persigue encontrar culpables y sí soluciones que eviten daños a los trabajadores expuestos. Es importante anotar todos los datos que puedan ser significativos para su posterior análisis.
3. **Analizar todas las causas significativas.** Se deben formular las siguientes preguntas: ¿Qué tuvo que ocurrir para que este hecho se produjera? ¿Fue necesario? ¿Fue suficiente? ¿Qué otras cosas tuvieron que suceder? Es importante que toda la información del análisis conste documentalmente, para ello en el anexo se muestra un ejemplo de un posible formulario a completar.
4. **Desarrollar y tomar medidas correctoras para evitar que se vuelva a repetir el incidente.** Puede que sea necesario añadir sistemas de protección, informar o formar al trabajador, etc. Para ello habrá que acordar un plazo de ejecución y un responsable. Es conveniente dotar a los mandos directos de cierta autoridad para poder aplicar aquellas medidas que puedan subsanar las deficiencias más evidentes, si bien es cierto que las medidas correctivas más significativas o que

\ representen una inversión económica importante deberán estar aprobadas por la dirección antes de su aplicación.

5. **Seguimiento de la puesta en práctica de las medidas de control.** Se debe verificar que las acciones tomadas se cumplan, sean eficaces y no tengan efectos adversos inesperados o indeseados.
6. **Mantener un registro de la siniestralidad.** Se deben guardar de forma ordenada los partes oficiales de accidentes con baja y el registro de accidentes sin baja.

El modelo a utilizar debe ajustarse a cada empresa (tipo, estructura, organización.) debiendo ser en todo caso sencillo, concreto y claro para evitar dudas o interpretaciones.

A partir de la información extraíble de los partes internos de investigación mencionados, deberían recogerse y tratarse estadísticamente los datos más significativos de los accidentes, que son:

- Datos del accidente (lugar, forma, agente material causante, daños y costes generados, etc.)
- Datos del accidentado (nombre, ocupación, experiencia, etc.)
- Identificación de causas
- Medidas correctoras a adoptar

Es recomendable calcular, aunque sea orientativamente, los costes originados por el accidente, teniendo en cuenta las pérdidas materiales, los daños personales, el tiempo perdido por el accidentado y por otras personas

y otros costes derivados del accidente. También es conveniente estimar el coste de las pérdidas máximas que potencialmente podría haber ocasionado el accidente, lo que nos daría

En el **Apéndice C** se adjunta un ejemplo de Informe de Investigación de Accidentes

7.4 Auditorias del Sistema de Prevención

La evaluación periódica del sistema preventivo y del conjunto de elementos fundamentales que lo componen es una actividad ineludible que ha de permitir su mejora continua y garantizar, tanto el cumplimiento de las exigencias en materia de gestión preventiva, como la eficacia del propio sistema.

Hay que tener en cuenta que la auditoría reglamentaria no es en realidad el mecanismo de control de los aspectos puntuales de las condiciones materiales de trabajo, propio de una actuación inspectora, si no de los elementos esenciales de la gestión preventiva y de las obligaciones empresariales al respecto. Tampoco la auditoría debiera considerarse como una exigencia reglamentaria más, si no más bien como una ayuda para contribuir a la mejora del sistema preventivo.

En vistas a una mayor agilidad y eficacia, la empresa debiera desarrollar su sistema de gestión y revisarlo internamente previa a la realización de toda auditoría reglamentaria.

7.4.1 Objetivo

La auditoría del sistema de prevención de riesgos laborales se realiza con el fin de determinar su eficacia y la efectividad de su implantación, contribuyendo así a la mejora continua de la seguridad y salud laboral.

7.4.2 Implicaciones y Responsabilidades

Es responsabilidad de la *Empresa* establecer y proporcionar los recursos y tiempo necesarios para la realización de auditorías. Deberá también comprometerse a determinar las acciones a emprender derivadas de las mismas.

En el caso de la auditoría interna deberá seleccionar la persona o equipo auditor que la llevarán a cabo, reconociéndoles sus competencias y facilitándoles la información y los medios necesarios para poder ejercer su cometido. El auditor deberá contar con la aptitud y actitud necesarias para realizar la auditoría con profesionalidad, objetividad e independencia.

Los *delegados de prevención* deberán ser consultados sobre el plan de auditorías y el procedimiento a seguir en su realización. También serán informados de los resultados de las auditorías y de las consecuentes acciones previstas para la mejora del sistema.

Todo el *personal de la Central* deberá colaborar con los auditores para alcanzar los objetivos de la auditoría.

7.4.3 Desarrollo

Se entiende por *Auditoría* la evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva que comprueba la eficacia, efectividad y fiabilidad del sistema de gestión para la prevención de riesgos laborales, así como si el sistema es adecuado para alcanzar la política y los objetivos de la organización en esta materia.

El reglamento de seguridad e higiene ocupacional del subsector electricidad establece que el organismo responsable de la fiscalización y control del cumplimiento del Reglamento es OSINERG, que actúa con arreglo a la Ley N° 26734 “Ley del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía”, su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 005-97-EM y demás normas que resulten aplicables.

Independientemente de esta exigencia legal es conveniente realizar auditorías de control que permitan comprobar la adecuación del sistema de gestión de la prevención de riesgos laborales, pudiendo ser ejecutadas por personal interno de la propia empresa o por auditores especialistas externos. Es necesaria una auditoría inicial sobre el sistema preventivo existente a partir del cual diseñar el Plan Preventivo. El diagnóstico inicial es imprescindible para poder estructurar la mejor manera de ir implantando los diferentes elementos que han de componer el sistema de prevención, por ejemplo la definición de funciones y responsabilidades y la organización preventiva son acciones prioritarias. Las diferentes actividades preventivas se irán implantando gradualmente en la medida en que las acciones formativas necesarias contribuyan a su logro.

Si la empresa no dispone de personal preparado para realizar dicha auditoría inicial, es conveniente que se contrate a personal especializado externo.

Ello permitirá, desde el inicio, el asesoramiento necesario para el diseño y la implantación del sistema preventivo más idóneo para la empresa.

Las consecuentes auditorías del sistema de prevención de riesgos laborales deberán ser emprendidas por iniciativa de la dirección y deberán:

- Facilitar el control de la gestión de las actividades en prevención de riesgos laborales.
- Evaluar el nivel de cumplimiento de las políticas de la empresa, incluyendo los requisitos de la legislación vigente.

En cualquier proceso de auditoría se distinguen tres tipos de actividades: actividades previas a la auditoría; actividades de auditoría; actividades posteriores a la auditoría

7.4.3.1 ACTIVIDADES PREVIAS A LA AUDITORÍA

Son todas las actividades que planifican y preparan la auditoría. En esta etapa recae la mayor parte del éxito de la auditoría y, por tanto, se le debe conceder la importancia y el tiempo que merece. Entre estas actividades encontramos:

1. Determinación de los objetivos y alcance de la auditoría: Se deberá determinar qué se pretende lograr con la auditoría con el fin de poder comprobar su eficacia. También es conveniente definir el alcance y el grado de profundidad. Para ello se deberá precisar qué elemento o

elementos del sistema de gestión de prevención de riesgos laborales serán objeto de la auditoría: la política, la documentación, las actividades, las áreas temáticas, los programas preventivos, determinadas unidades funcionales, etc.

2. Solicitud de la documentación básica de referencia: Para poder preparar la auditoría se deberá solicitar, previamente, documentación relativa al elemento o conjunto de elementos a auditar. Tal documentación podrá ser información general (nº trabajadores fijos y temporales, procesos a auditar, etc.), información sobre la evaluación de riesgos y la planificación preventiva, información sobre la organización de la prevención e informes, en su caso, de auditorías anteriores realizadas. Complementariamente a ello debería tenerse preparada para ser consultada toda la documentación del sistema preventivo.
3. Selección de la persona o equipo que realizará la auditoría: Se deberán tener en cuenta, entre otros, los siguientes factores: Tipo de organización, actividad o función a auditar; necesidad de cualificaciones profesionales y especializaciones técnicas en prevención de riesgos laborales, así como experiencia en la actividad que se va a auditar; ausencia de conflictos de intereses que comprometan su independencia y objetividad.
4. Preparación del programa de auditoría: En función del análisis documental de la evaluación de los riesgos y de la adecuación de las medidas preventivas y recursos disponibles se extraen condiciones

para preparar el programa de trabajo. Se deberá indicar qué procedimiento de actuación se tomará como referencia, como por ejemplo: legislación, normas específicas o criterios de actuación de entidades de reconocido prestigio o criterios propios establecidos por la empresa.

5. Determinación del calendario de la auditoría: Deberá establecerse un calendario de la auditoría indicando el periodo que abarca la auditoría y especificando las fechas y duración previstas para cada actividad principal de la auditoría. La elaboración de cronogramas puede ayudar a esta programación.
6. Elaboración y preparación de los documentos y herramientas de trabajo: Pueden ser: listas de chequeo específicas del elemento del sistema a auditar, formularios para recoger los resultados de la auditoría, formularios para comunicar las conclusiones obtenidas, etc.

7.4.3.2 ACTIVIDADES DE LA AUDITORÍA

Entre las actividades recogidas en esta etapa se encuentran:

1. Realización de reuniones: se deberá realizar una reunión inicial en la que se presente a los componentes del equipo auditor, se confirme la disponibilidad de los recursos y tiempo previstos para la realización de la auditoría y en general se clarifiquen las cuestiones confusas del plan de auditoría. A esta reunión deberían asistir los delegados de prevención También se podrán realizar reuniones durante el proceso de

auditoría con el fin de comprobar el buen funcionamiento del plan de auditoría. Al final de la auditoría, y antes de presentar el informe final, es conveniente que los auditores celebren una reunión con la dirección y los responsables de las unidades funcionales auditadas con objeto de asegurarse de que se entienden y se está de acuerdo con los resultados.

2. Recogo de evidencias de incumplimientos o no conformidades: se deberán recoger pruebas o evidencias que justifiquen el incumplimiento de las pautas de referencia y estándares establecidos. Ello se puede obtener de diversas formas: la revisión de registros documentales y el examen de la información disponible, la observación física de los lugares y ámbitos de trabajo y, finalmente, mediante entrevistas con el personal implicado en los elementos objeto de la auditoría, especialmente los trabajadores. Para ello se usarán los documentos y herramientas de trabajo elaboradas previamente y lo recogido de la propia auditoría.

7.4.3.3 ACTIVIDADES POSTERIORES A LA AUDITORÍA

Todos los resultados de la auditoría se deberán recoger documentalmente de forma clara y precisa en un *informe final*. Las conclusiones sobre los incumplimientos y no conformidades estarán apoyados en evidencias objetivas, referenciando la normativa infringida.

Ante la existencia de no conformidades pudiera concretarse, de mutuo acuerdo entre el empresario y el equipo auditor, la realización de una nueva auditoría para verificar las acciones de mejora realizadas.

A partir de los resultados y conclusiones de la auditoría, la dirección deberá establecer las medidas correspondientes para mejorar el sistema. Es recomendable que cada año se auditen internamente los aspectos generales del sistema.

7.5 Costo de los Riesgos

La Seguridad en el Trabajo tiene claras exigencias económicas y materiales, por ello, la legislación establece la responsabilidad empresarial de garantizar la salud e integridad física de los trabajadores, incluyendo y responsabilizando a los mismos para que velen por su propia seguridad y la de sus compañeros de trabajo.

Para la empresa, es evidente que los Riesgos de Trabajo tienen un costo que impacta el costo total del producto, aumentando consecuentemente el precio de producción.

Por ello es importante estudiar el fenómeno de los Riesgos de Trabajo en forma objetiva teniendo en cuenta el costo, el papel económico y la influencia que representan para el trabajador, para las empresas, la familia y para el ámbito social.

Así pues, es muy importante señalar que los costos del fenómeno de los Riesgos de Trabajo debe ser estudiado en forma integral para poder

comprender la manera como se ven afectados los intereses y la dinámica de las partes involucradas.

➤ **Costos para el Trabajador.**

En la mayoría de los casos las lesiones le afectan económicamente de manera adicional a través de:

- Los gastos de transportación y desplazamiento hacia los lugares de atención médica
- Las pérdidas en percepciones y prestaciones adicionales al salario base
- Los gastos por la adquisición de algunos materiales complementarios al tratamiento.
- Las erogaciones con relación a asesoría jurídica y a la interposición de demandas de carácter laboral

➤ **Costo para la Empresa.**

Los principales costos económicos para las empresas en relación con los riesgos de Trabajo se pueden separar en los siguientes dos grandes grupos:

Costos Directos:

Este grupo incluye los costos tanto en materia de prevención, como del seguro de Riesgos de Trabajo.

- La inversión en materia de la prevención de los Riesgos de Trabajo tales como medidas y dispositivos de seguridad, instalaciones, equipo

de protección específico, señalamientos, cursos de capacitación y otras erogaciones.

- Las cuotas o aportaciones que por concepto de seguro de Riesgos de Trabajo esta obligado a pagar el empleador al seguro social, o a otras organizaciones similares o equivalentes.
- Las primas o costos de los seguros adicionales para la empresa y los trabajadores.

Costos Indirectos:

Son el conjunto de perdidas económicas tangibles que sufren las empresas como consecuencia de los Riesgos de Trabajo.

- El tiempo perdido de la Jornada Laboral
- Los daños causados a las instalaciones, maquinaria, equipo y herramientas
- Las perdidas en materia prima, subproductos o productos
- El 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
- La perdida de clientes y mercados
- Los gastos por atención de demandas laborales
- El deterioro de la imagen corporativa

➤ Costos para la Familia

Consisten en las repercusiones económicas que la familia tiene generalmente que afrontar como consecuencia de los Riesgos de Trabajo y sus secuelas.

- La disminución del ingreso económico familiar
- Los gastos en materia de rehabilitación (terapias complementarias y prótesis)

7.5.1 Costos de la no prevención

Según Frank Bird, por cada dólar de coste directo (cubierto por el seguro) el accidente supone entre 5 y 50 dólares de coste indirecto (no cubierto por el seguro), que debe ser asumido por la empresa.

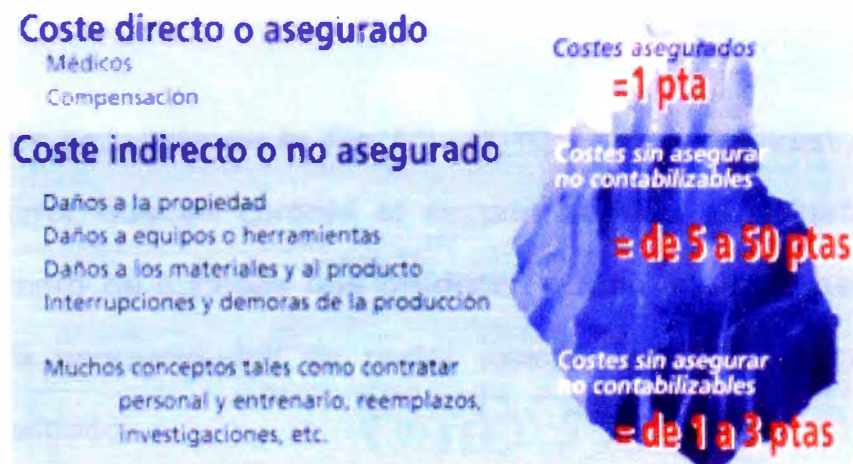


Fig.7.1 Costos reales de los accidentes

Un estudio realizado por el citado autor reveló que por cada accidente con consecuencias graves o mortales, se produjeron 10 lesiones leves que solo requirieron primeros auxilios, 30 accidentes que solo produjeron daños materiales y 600 incidentes sin lesión ni daños materiales.



Fig.7.2 Estudio de las Proporciones de Bird.

Las relaciones señalada en la Fig.7.2 (1:10:30:600) demuestran con toda claridad el error que se comete si se orienta todo el esfuerzo sobre el pequeño número de sucesos que producen daños graves y se dejan a un lado todas la oportunidades de poder aplicar un control sobre cualquier suceso no deseado.

Por tanto, la Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales además de tener un significado ético y legal para la empresa, posee un gran sentido económico ya que la ausencia de un Sistema de prevención lleva inherentes unos altos costes materiales y financieros.

Un Sistema de Prevención dota a la empresa de una mayor ventaja competitiva en el mercado y mejora su imagen frente al consumidor, además, su productividad se incrementa gracias al mejor aprovechamiento de su capital tanto humano como material.

7.5.2 Análisis Económico

Cuando se trata de bajar el costo económico de los accidentes del trabajo (costos directos más costos indirectos), se debe inevitablemente relacionarlo con el aspecto económico de la prevención. Estos costos son fáciles de calcular en comparación con los ocasionados por los accidentes, y se refieren a los gastos de diseño de la estructura física y del equipamiento tecnológico, a los gastos corrientes para el funcionamiento del Departamento de Seguridad (sueldo del profesional, capacitación, equipos de protección) y los gastos de planificación para limitar las consecuencias indeseables:

El análisis económico de la seguridad se realiza en tres direcciones relacionadas entre si:

1. El calculo del costo de las deficiencias en seguridad del trabajo.
2. El cálculo del costo de las medidas preventivas.
3. Criterios de rentabilidad en la toma de decisiones en materia de seguridad de trabajo.

1. Calculo del costo de las deficiencias en seguridad del trabajo.

Los accidentes de trabajo son hechos indeseados que generan significativos costos tanto humanos como materiales para el accidentado, la empresa y la sociedad.

Existen diversos métodos para calcular estos costos, en general todos coinciden en separar aquellos costos que se pueden cuantificar con facilidad por tratarse de costos directos de aquellos ocultos (indirectos) que son cuantiosos.

La elaboración de una ficha de costo tiene el fin de orientar a las entidades en el momento de analizar los costos indirectos de los accidentes de trabajo.

Los costos directos de los accidentes incluyen:

- Subsidios diarios.
- Pensión por incapacidad permanente.
- Pensión a familiares del fallecido.

Los costos indirectos de los accidentes incluyen.

- Costo del tiempo perdido por el accidentado.
- Costo del tiempo perdido por los compañeros de trabajo mandos.
- Costo de reemplazo del accidentado.
- Costo de desplazamiento a centros asistenciales.
- Costos de daños sufridos por la maquinaria, herramientas y materiales.
- Perdidas de productividad.
- Costos de procesos.
- Sanciones administrativas.
- Costo para Contratar/Entrenamiento para Reemplazar Empleados

- Costo por pérdida de imagen y mercado.
- Tiempo Muerto por Equipo Dañado
- Depreciación Acelerada del Equipo

Uno de los métodos que permiten cuantificar los costes es el método de Heinzich:

$$C_t = C_d + C_i \cong 5C_d$$

Ya que llegó a la conclusión de que los costes indirectos eran son aproximadamente iguales a cuatro veces los costes directos.

2. Cálculo del costo de las medidas preventivas:

La aplicación de las medidas preventivas no es gratuita, todas ellas representan un gasto que contempla tanto aspectos materiales como los de gestión y organizativos relacionados con ellos.

A continuación se detallan los gastos en los que puede incurrir la empresa en la implantación de las medidas:

- Inversión inicial que requiera la implementación de toda medida, la cual abarcara por ejemplo la implantación de un nuevo procedimiento de trabajo, gastos de formación de los trabajadores, compra de nuevos equipos.
- Utilización y mantenimiento de la medida tanto en lo que se refiere a las acciones específicas sobre instalaciones a fin de asegurar su

disponibilidad y seguridad, como sobre las personas, fundamentalmente a través de la formación continuada, para asegurar comportamientos adecuados en el tiempo.

- Perdidas de productividad que pudiera ocasionar la implantación de la medida, posiblemente en los momentos iniciales.
- Evaluación, aquellos gastos que se derivan de la identificación y análisis de las situaciones de riesgo, así como la selección de las medidas preventivas adecuadas.

3. Criterios de rentabilidad:

Hoy en día se utilizan diferentes métodos para el análisis de conveniencia y rentabilidad para las inversiones que tienen como fin minimizar las perdidas por accidente y su efecto económico, se puede mencionar entre estos métodos el análisis costo – beneficio la aplicación de este último es ventajoso debido a que ayuda en:

- La representación de los planes de inversión a las empresas.
- Permiten establecer la jerarquía y prioridades de las inversiones.
- Obligan a estudiar con profundidad soluciones alternativas de inversión.

El análisis costo beneficio es un instrumento que permite propiciar y proporcionar la mejor información posible desde el punto de vista económico para el proceso de toma de decisiones, ya que es una técnica que describe y cuantifica las ventajas y desventajas de un proyecto determinado. Su utilización permite comparar, por ejemplo ante soluciones alternativas de prevención de un riesgo, la adopción de la solución óptima desde el punto de

vista económico. El método consiste en comparar una situación real (riesgo) con otra alternativa (medida preventiva) que se pretende ocupe su lugar, si el análisis de resultado da positivo entonces es económicamente deseable la modificación de las condiciones de trabajo. Este método se basa en la cuantificación de las dos partidas básicas que determinan la rentabilidad de toda inversión: los ingresos y los gastos que generan.

También es factible calcular la justificación de las medidas de control del riesgo, en función directa de la gravedad del riesgo y del grado de control que se conseguiría, teniendo en cuenta además el coste de las medidas de control

$$J = \frac{R \times E}{S} \quad \text{Siendo}$$

J=Justificación de la inversión
R=Gravedad del riesgo
E=Efectividad o grado de reducción del riesgo que se conseguira con las medidas de control propuestas
S=Coste de las medidas de control

El factor de efectividad E, tiene este sentido de valoración:

- Para un control estimado del 100% será E=1.
- Para un control estimado al 50% será E=0,5.
- Para un control nulo, sin efectividad, será E=0.

Son justificadas las medidas que dan para J un valor superior a 20, y de dudosa justificación los valores inferiores a 10.

CONCLUSIONES

1. El mantenimiento representa un arma importante en el control de riesgos, ya que un gran porcentaje de accidentes son causados por desperfectos en los equipos que pueden ser prevenidos. También el mantener las áreas y ambientes de trabajo con adecuado orden, limpieza, iluminación, etc. es parte del mantenimiento preventivo de los sitios de trabajo.
2. El mantenimiento no solo debe ser realizado por el departamento encargado de esto. El trabajador debe ser concientizado a mantener en buenas condiciones los equipos, herramienta, maquinarias, esto permitirá mayor responsabilidad del trabajador y prevención de accidentes.
3. Los métodos para la identificación, análisis y evaluación de riesgos son una herramienta muy valiosa para abordar con decisión las medidas a tomar para la prevención o control del riesgo.

4. Es importante tanto para la Empresa como para los trabajadores, el cumplimiento efectivo del programa de Higiene y Seguridad Industrial porque es ello lo que garantiza el mejor funcionamiento de los procesos.
5. El seguimiento continuo mediante las inspecciones y el control de perdidas contribuyen a la formación de un ambiente laboral más seguro y confortable.
6. La participación activa de los trabajadores en la labor continua de prevención de accidentes es un factor esencial para el éxito de cualquier programa de prevención de riesgos. Adoptar las medidas de seguridad e higiene es una conciencia que deben tener todos los trabajadores de la Central Hidroeléctrica.
7. El estudio de los riesgos permite la identificación, descripción, análisis, evaluación y minimización de los riesgos a la producción, a la propiedad, al personal y al medio ambiente, inherentes a la actividad de la Hidroeléctrica para mejorar la productividad y rentabilidad.
8. La metodología propuesta en esta Tesis se puede generalizar y ser aplicada a cualquier Central Hidroeléctrica. Mediante esta metodología se deben extremar las medidas de seguridad a fin de salvaguardar la integridad física del personal y de las propias instalaciones.

9. La investigación de accidentes debe iniciarse tan pronto como sea posible, una vez ocurra el accidente, ya que al pasar el tiempo las evidencias importantes se pierden y las informaciones pueden ser manipuladas. La única razón que puede demorar el inicio de la investigación es el hecho de prestar atención a los lesionados.

RECOMENDACIONES

1. La viabilidad de los proyectos peruanos depende en gran parte de las Regirse a todos los lineamientos o leyes establecidos por los diferentes entes encargados de velar por la seguridad industrial
2. Aplicar por lo menos un método de estimación de frecuencia de eventos peligrosos en cualquier actividad riesgosa que se esté llevando acabo para tratar de minimizar o evitar accidentes.
3. Alinear la práctica de la administración de riesgos con los objetivos estratégicos y operacionales de la Central Hidroeléctrica.
4. El reglamento interno de seguridad de la Central Hidroeléctrica, una vez estructurado, debe establecer lineamientos claros.
5. Se deben desarrollar, ejecutar y practicar procedimientos de trabajo seguro, con un entrenamiento consistente y permanente a cada trabajador para fortalecer su cultura preventiva.

BIBLIOGRAFÍA

1. "Centrales Eléctricas". E. Santo Potess, Barcelona – España
2. "Gestión Integral de Mantenimiento" – *Navarro* – Marcombo – 1997
3. ISTECS. Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPER), International Safety Training and Technology. Febrero 2001.
4. INSHT NTP 330. Sistema Simplificado de Evaluación de Riesgos de Accidentes, Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Barcelona – España. 1993.
5. Diseño de una Matriz de Exposición. Roberto Laborda, Ford España.
6. Código Eléctrico Nacional
7. ACGIH. American Conference of Governmental Industrial Hygienists EE.UU.
8. Norma ISO 2631 para vibraciones en todo el cuerpo
9. Norma ISO 5349 para vibraciones mano-brazo

10. INSHT. Evaluación de Riesgos Laborales, Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Segunda edición. Barcelona – España. 1998.
11. NOSA. Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (HIRA), National Occupational Safety Administración. Setiembre 2001.
12. OIT. Proyecto de Directrices de Técnicas de la OMS sobre Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, Suiza 2001.
13. Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del subsector electricidad Resolución Ministerial N° 263-2001/VME

Paginas Web

www.minem.gob.pe

www.amtce.com.mx/config

www.mantenccion.htm

www.mantenimientos.htm

www.mintra.gob.pe/

www.indeci.gob.pe/

www.cema.edu.ar

ANEXOS

Formato de inspecciones planeadas

Prevención de Riesgos

N°

INFORME DE INSPECCIÓN PLANEADA

GERENCIA			
SUB/GERENCIA			
DEPARTAMENTO			
SECCION			
Área o equipo inspeccionado		usó lista de verificación : si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/>	
Fecha de la inspección		Razón de la inspección	
No.	CONDICIONES SUBESTANDARES DETECTADAS (PELIGROS)	Clasificación Peligro (Nota 1)	Probabilidad de ocurrencia (Nota 2)
CAUSAS BÁSICAS (PROBLEMAS REALES)		No. DE LAS CONDICIONES SUBESTANDARES	
NORMAS INADECUADAS DE TRABAJO			
DISEÑO INADECUADO			
MALAS ESPECIFICACIONES			
MANTENIMIENTO INADECUADO			
USO ANORMAL			
DESGASTE NORMAL POR EL USO			
No.	MEDIDAS DE CONTROL RECOMENDADAS Y/O APLICADAS	Situación (Ver nota 3)	
REALIZADO POR :		REVISADO POR :	
Nombre :	Nombre :	Firma :	
Cargo :	Cargo :		
Fecha :	Fecha :		

NOTAS :

- | | | | |
|---------------------------------|---------------|------------------|-----------------|
| 1. Clasificación del peligro : | A (Alta) | B (media) | C (baja) |
| 2. Probabilidad de ocurrencia : | A (Alta) | B (media) | C (baja) |
| 3. Situación.....: | A (pendiente) | B (en ejecución) | C (solucionada) |

DISTRIBUCION :

Original : Area

1a. Copia : Prevención de Riesgos

2da. Copia : Sub-Gerencia

Prevención de Riesgos

N° PDR - 080

INFORME DE INSPECCIÓN PLANEADA

GERENCIA	OPERACIONES
SUB/GERENCIA	C.S. CHACARILLA
DEPARTAMENTO	DISTRIBUCIÓN
SECCIÓN	CONSTRUCCIONES
Área o equipo inspeccionado	: SE. 120
Fecha de la inspección	: 95/10/23 usó lista de verificación <input type="checkbox"/> sí <input checked="" type="checkbox"/> no
Razón de la inspección	: DETECTAR CONDICIONES SUBESTANDARES.

No.	CONDICIONES SUBESTANDARES DETECTADAS (PELIGROS)	Clasificación	Probabilidad
		Peligro (Nota 1)	Ocurrencia (Nota 2)
1	FALTA PUERTA DE PROTECCIÓN EN LA CELDA DEL TRANSFORMADOR.	B	C
2	FALTA PUERTA EN LA CELDA "C" A SE. 52.	B	C
3	NO TIENE ILUMINACIÓN INTERNA.	B	C
4	FALTA DE LIMPIEZA Y DESORDEN DE MATERIALES.	C	C
5	EXTRACTOR DE AIRE (VENTILADOR) ESTA DESCONECTADO.	C	C
6	NO TIENE CHAPA EN LA PUERTA DE INGRESO A SE.	C	C
NOTA : VERIFICAR INSPECCIÓN PDR-056. 95-08-24.			

CAUSAS BÁSICAS (PROBLEMAS REALES)	No. DE LAS CONDICIONES SUBESTANDARES
NORMAS INADECUADAS DE TRABAJO	1, 2, 3, 5, 6
DISEÑO INADECUADO	
MALAS ESPECIFICACIONES	
MANTENIMIENTO INADECUADO	
USO ANORMAL	
DESGASTE NORMAL POR EL USO	

No.	MEDIDAS DE CONTROL RECOMENDADAS Y/O APLICADAS	Situación (Ver nota 3)
1	SE RECOMIENDA REALIZAR LA INSTALACIÓN DE LA PUERTA PROTECTORA.	A
2	SE RECOMIENDA INSTALAR LA PROTECCIÓN ADECUADA.	A
3	SE DEBE REALIZAR LA INSTALACIÓN DE LA ILUMINACIÓN.	A
4	SE RECOMIENDA REALIZAR LA LIMPIEZA Y RETIRO DE MATERIALES (ESCRITORIO).	A
5	SE RECOMIENDA REALIZAR LA CONEXIÓN DEL EXTRACTOR DE AIRE.	A
6	SE RECOMIENDA REALIZAR LA REPARACIÓN DE LA CHAPA.	A

REALIZADO POR :		REVISADO POR :	
Nombre	Sr. Luis Talledo Riofrio	Nombre	Ing. Máximo de la Cruz
Cargo	Inspector	Cargo	Jefe de Prevención de Riesgos
Fecha	95/10/23	Fecha	95/10/24
			Firma

NOTAS :
 1. Clasificación del peligro : A (Alta) B (media) C (baja)
 2. Probabilidad de ocurrencia : A (Alta) B (media) C (baja)
 3. Situación : A (pendiente) B (en ejecución) C (solucionada)

DISTRIBUCIÓN : Original : Área 1a. Copia : Prevención de Riesgos 2da. Copia : Sub-Gerencia

Formato de Observaciones Planeadas

Prevenición de Riesgos

N° PDR - 003

INFORME DE OBSERVACIÓN PLANEADA

GERENCIA	OPERACIONES
SUB/GERENCIA	C.S. VITARTE
DEPARTAMENTO	DISTRIBUCIÓN
SUBDIRECCIÓN	MANTENIMIENTO
Nombre Trabajador Observado	: SR. ANTONIO BARRIENTOS
Código	
Cargo	: ENCARGADO DEL TRABAJO.
Tiempo en el cargo	
Tiempo en la Empresa	
Tarea/operación que se observa	: CAMBIO DE TRANSFORMADOR EN SCP. 7237.
Razón de la Observación	: DETECTAR ACCIONES SUBESTÁNDARES.
Fecha de la observación anterior	
Se le aviso	SI NO
Se utilizó AST	SI NO

No.	ACCIONES SUBESTÁNDARES DETECTADAS (PELIGRO)	Clasificación Peligro (Nota 1)	Probabilidad Ocurrencia (Nota 2)
1	NO SE APERTURO EL CUT-OUT DE LA LÍNEA DE 10 KV. EN LA SCP. 7237, TAMPCO SE DESCARGÓ LA B.T.	A	C
2	SE OPERÓ CON LA GRUA HIAB PARA EFECTUAR EL CAMBIO DEL TRANSFORMADOR DE LA SCP. 7237, CERCA A UNA LINEA DE ALTA TENSIÓN EN SERVICIO.	A	B
3	SE AJUSTABA EL TERMINAL EN FORMA INADECUADA, USANDO UNA COMBA, EN VEZ DE UNA PRENSA APROPIADA.	C	C

CAUSAS BÁSICAS (PROBLEMAS REALES)		No. DE LAS CONDICIONES SUBESTÁNDARES
FACTORES PERSONALES	Falta conocimiento	
	Problemas físico/mental	
	Motivación incorrecta	1 - 2 - 3
FACTORES DEL TRABAJO	Diseño inadecuado	
	Malas especificaciones	
	Desgaste normal	
	Uso anormal	3
FACTORES DEL TRABAJO	Normas inad. de trabajo	
	Exigencia de la situación	2
	Herramienta inadecuada	3

Formato de Investigación de Accidentes

PREVENCIÓN DE RIESGOS

INFORME DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES / CUASI ACCIDENTES

		N°		EVALUACIÓN			
I D E N T I F I C A C I O N	1. DEPARTAMENTO		2. SECCIÓN				
	3. LUGAR EXACTO DEL ACCIDENTE / CUASI ACCIDENTE		4. FECHA EN QUE SUCEDIO	5. HORA	6. FECHA QUE INFORMÓ		
	7. DAÑO A LA PERSONA		8. DAÑO A LA PROPIEDAD		9. DAÑO POTENCIAL		
	a. Nombre del lesionado o		a. Daños en:		a. Persona que informó el cuasi-accidente		
	b. Ocupación		b. Naturaleza del daño		b. Naturaleza del daño posible		
	c. Parte lesionada / tp. de lesión		c. Costo estimado del daño				
D E S C R I P C I O N	d. Lo que intervino en el contacto que provocó la lesión.		d. Lo que intervino en el contacto que provocó el daño.		c. Objeto, equipo o sustancia relacionada.		
	e. Persona con más control sobre d.		e. Persona con más control sobre d.		d. Persona con más control sobre c.		
	10. TESTIGOS - ACTUANTES		11. CLASIFICACIÓN DEL ACCIDENTE				
			Catástrofe <input type="checkbox"/> Mayor <input type="checkbox"/> Serio <input type="checkbox"/> Menor <input type="checkbox"/>				
12. DESCRIBIR CLARAMENTE COMO SUCEDIÓ EL ACCIDENTE / CUASI ACCIDENTE							
A N D A L I C I S U S A S	N°	13. CAUSAS INMEDIATAS (Síntomas)		N°	14. CAUSAS BÁSICAS (Problemas reales)		
POTENCIALIDAD		15. GRAVEDAD POTENCIAL DE LA PÉRDIDA		16. PROBABILIDAD DE REPETICIÓN DEL ACONTECIMIENTO			
		Catástrofe <input type="checkbox"/> Mayor <input type="checkbox"/> Serio <input type="checkbox"/> Menor <input type="checkbox"/>		Alta <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/> Remota <input type="checkbox"/>			
M E D I D C A O N S T R O L	N°	17. ESPECIFICACIÓN			18	19	20
					Formulada	En Ejecución	Ejecutada
REVISIÓN Y OPORTUNIDAD		21. Investigado por (Nombre y cargo)		Fecha	Firma	22. Revisado por (Nombre y cargo)	
						Fecha Firma	

PREVENCIÓN DE RIESGOS

INFORME DE INVESTIGACIÓN
DE ACCIDENTES / CUASI ACCIDENTES

N°		EVALUACION	
1. DEPARTAMENTO DISTRIBUCIÓN CHACARILLA		2. SECCIÓN EMERGENCIA	
3. LUGAR EXACTO DEL ACCIDENTE / CUASI ACCIDENTE Terminal de salida del alimentador U-24		4. FECHA EN QUE SUCEDIO 95 / 12 / 1	5. HORA 9:24
		6. FECHA QUE INFORMO 95 / 12 / 1	
7. DAÑO A LA PERSONA		8. DAÑO A LA PROPIEDAD	
a. Nombre del lesionado No Hubo		a. Daños en: Terminal línea tierra temporal - Rele L1-41- Transf. Tensión 300/5 A. otros.	
b. Ocupación		b. Naturaleza del daño. Equipos quemados por cortocircuito	
c. Parte lesionada y tipo de lesión No hubo.		c. Costo estimado del daño \$ 15.000 (Memo MS-1412-95)	
d. Lo que intervino en el contacto que provocó la lesión.		d. Lo que intervino en el contacto que provocó el daño. Cortocircuito trifásico.	
e. Persona con más control sobre d.		e. Persona con más control sobre d. Sr. Alejandro la Puente	
9. DAÑO POTENCIAL		a. Persona que informó el cuasi-accidente. Téc. Max Andrade - Jefe Centro Control	
		b. Naturaleza del daño posible. Energía Eléctrica en M.T. (10 Kv.)	
		c. Objeto, equipo o sustancia relacionada Operadores y Jefe Turno Centro de Contr	
10. TESTIGOS - ACUFIANTES Sr. Alejandro la Puente y José Herrera (Accidentalmente cerró el interruptor).		11. CLASIFICACIÓN DEL ACCIDENTE Catastrófico <input type="checkbox"/> Mayor <input type="checkbox"/> Serio <input checked="" type="checkbox"/> Menor <input type="checkbox"/>	
12. DESCRIBIR CLARAMENTE COMO SUCEDIO EL ACCIDENTE / CUASI ACCIDENTE			
<p>Después de haber culminado las maniobras en el U-18 poniendo a tierra el terminal de salida, los operadores A. la Puente y J. Herrera procedieron a revelar e instalar la tierra en el terminal del alimentador U-24 que ya tenía abierto el interruptor. Luego el Sr. José Herrera trató de retirar el interruptor de la celda, previamente había desconectado la tensión de mandos y mando del motor, accidentalmente pulsa el botón de cierre del interruptor, produciendo un cortocircuito trifásico en el terminal puesto a tierra, saliendo fuera de servicio la SET. Neyra entre las 9:24 y 9:59</p>			
13. CAUSAS INMEDIATAS (Síntomas)		14. CAUSAS BÁSICAS (Problemas reales)	
1	No seguir secuencialmente los pasos en la ejecución de las maniobras, se omitió el paso 5, habiendo ejecutado antes los pasos 6, 7 y 8.	1	Motivación inadecuada, para el cumplimiento estricto de la secuencia de maniobras.
2	Error de operación al pulsar el botón de cierre, cuando intentaba retirar el interruptor.	2	Falla de habilidad y experiencia para la ejecución de maniobras.
3	Botón de cierre es de color verde y botón de apertura es rojo a diferencia de otros equipos.	3	Diferente señalización puede inducir a error, en otros equipos el botón rojo (I) para el cierre y verde/blanco (O) para abrir.
15. GRAVEDAD POTENCIAL DE LA PÉRDIDA Catastrófico <input type="checkbox"/> Mayor <input type="checkbox"/> Serio <input checked="" type="checkbox"/> Menor <input type="checkbox"/>		16. PROBABILIDAD DE REPETICIÓN DEL ACONTECIMIENTO Alta <input type="checkbox"/> Media <input checked="" type="checkbox"/> Baja <input type="checkbox"/> Remota <input type="checkbox"/>	
17. ESPECIFICACIÓN		18. Formulada	19. En Ejecución
1	Difundir adecuadamente los procedimientos para las operaciones efectuando reuniones de análisis periódicas para mantenerlos vigentes.	04 DIC.	
2	Mejorar la conformación de las parejas de operadores a fin de evitar errores por falta de habilidad y/o experiencia.	04 DIC.	
3	Estudiar la estandarización de la señalización de los botones de cierre y apertura de los interruptores.	04 DIC.	
4	Respetar la secuencia de las maniobras tanto por los operadores como por el Centro de Control.	04 DIC.	
20. Ejecutada			
REVISIÓN Y OPORTUNIDAD	21. Investigado por (Nombre y cargo) Ing. Máximo de la Cruz Jefe Prevención de Riesgos	Fecha 04 DIC.	Firma
	22. Revisado por (Nombre y cargo)	Fecha	Firma