

CURSO DE SEGURIDAD Y SANEAMIENTO PARA LOS SERVICIOS  
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

11 - 23 de junio de 1979

P R O G R A M A

1. INTRODUCCION (1 hora)
2. IMPORTANCIA DE LOS PROGRAMAS DE SEGURIDAD EN LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (3 horas)
  - 2.1 Riesgos frecuentes
  - 2.2 Tasas de lesiones y su clasificación
  - 2.3 Medidas de seguridad
  - 2.4 Costos de las lesiones versus medidas de seguridad
3. FACTORES QUE DEBEN CONSIDERARSE EN EL PROGRAMA DE SEGURIDAD (8 horas)
  - 3.1 Registro de accidentes
  - 3.2 Determinación de las causas de riesgo
  - 3.3 Detección de las áreas productoras de riesgo
  - 3.4 Programa de adiestramiento del personal
  - 3.5 Reglamentación y normas de seguridad
4. ASPECTOS DE SEGURIDAD EN PLANTAS DE TRATAMIENTO Y EN PLANTAS POTABILIZADORAS (8 horas)
  - 4.1 Determinación de áreas de riesgo
  - 4.2 Manejo de cloro y de otras sustancias químicas
  - 4.3 Prevención de accidentes
5. SEGURIDAD EN EL MANEJO DE EQUIPO ELECTROMECHANICO (4 horas)
  - 5.1 Herramientas de mano
  - 5.2 Herramientas portátiles de motor
  - 5.3 Palas mecánicas y de arrastre
  - 5.4 Estaciones de bombeo
  - 5.5 Motores diesel y de gasolina
  - 5.6 Operaciones de levantamiento y montaje
  - 5.7 Conexiones eléctricas
  - 5.8 Barreras y señales de advertencia
6. SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCION, MANEJO DE EQUIPO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES (8 horas)
  - 6.1 Zanjas
  - 6.2 Túneles
  - 6.3 Uso de explosivos

7. SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCION Y OPERACION DE ESTRUCTURAS ESPECIALES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (4 horas)
  - 7.1 Pozos de visita
  - 7.2 Tanques de almacenamiento
  - 7.3 Tanques elevados
  - 7.4 Estaciones de bombeo
8. RIESGOS ESPECIFICOS (2 horas)
  - 8.1 Laboratorios Químicos y Bacteriológicos
  - 8.2 Otros
9. PREPARACION E IMPLANTACION DE UN PROGRAMA DE SEGURIDAD (2 horas)
  - 9.1 Partes constitutivas del programa
  - 9.2 Recursos
  - 9.3 Implantación
  - 9.4 Evaluación.
10. PRACTICAS DE SEGURIDAD (5 horas)
  - 10.1 Casos de riesgos más frecuentes
  - 10.2 Normas de seguridad
  - 10.3 Equipo de protección
  - 10.4 Equipo respiratorio
  - 10.5 Primeros auxilios

SEGURIDAD Y SANEAMIENTO PARA LOS SERVICIOS DE AGUA  
POTABLE Y ALCANTARILLADO

SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

ING. IGNACIO CASTILLO E.  
OFICINA DE DES. TEC.  
DGCOH



RIESGOS ESPECIFICOS  
SEGURIDAD EN LABORATORIOS

Preparado por Ing. Ignacio Castillo E.

La seguridad en el laboratorio es tan importante como el resto de las actividades que en él se desarrollan. Por lo anterior el personal debe estar familiarizado con los materiales, equipos, reactivos e instalaciones que se emplean, así como con las condiciones de operación de los mismos, con el fin de prevenir accidentes.

Los artículos o materiales mas peligrosos que se manejan en un laboratorio para análisis de aguas potables y residuales son:

1. Materiales infecciosos.

Las aguas de desecho contienen gran cantidad de bacterias algunas de las cuales son infecciosas y peligrosas pudiendo ocasionar diversas enfermedades como tifoidea, disentería, hepatitis, etc. El personal técnico que maneja éstos materiales debe lavarse las manos cuidadosamente antes de ingerir alimentos, principalmente. Cuando se usen pipetas para medir cantidades de muestra, se recomienda usar peras de succión de hule, nunca debe efectuarse la espiración con la boca.

2. Reactivos químicos corrosivos.

Los reactivos químicos corrosivos como ácido, álcalis, soluciones de cloro, sales férricas, etc, deben manejarse con cuidado, debido a que cada uno representa riesgos diferentes:

- 2.1. Los ácidos ( sulfúrico, nítrico, clorhídrico, acético -  
glacial, crómico, entre otros ) son extremadamente corrosi-  
vos al contacto con la piel, metales, ropa, madera, piedra,  
etc. Se recomienda usar recipientes de vidrio o polietileno  
para su almacenamiento. En el caso de derrames accidenta- -  
les de ácidos se procede a diluir inmediatamente con gran -  
des volúmenes de agua y a neutralizar el ácido con solución  
de carbonato o bicarbonato de sodio hasta que no haya efer-  
vescencia; posteriormente se limpia la zona afectada. Si e  
derrama ocurre sobre la piel, el procedimiento de dilución-  
y neutralización es similar. Se recomienda vestir y tomar -  
los ácidos con pipetas para evitar derrames y gotas sobre  
las mesas de trabajo, superficies metálicas, equipo, etc., -  
así como manejar los ácidos volátiles en campanas de - - -  
extracción.
- 2.2. Los álcalis ( hidróxidos de sodio, potasio, amonio, etc. )-  
son corrosivos para la piel, ropa, cuero y otros materiales  
por lo que se deben extremar precauciones en su manejo. Se-  
recomienda el uso de envases de vidrio y polietileno para -  
su almacenamiento. En el caso de derrames de álcalis se pro-  
cederá al lavado con grandes porciones de agua y a la neu-  
tralización con solución saturada de ácido bórico. El mane-  
jo del hidróxido de amonio, debe hacerse en campana de ex -  
tracción debido a sus características irritantes.
- 2.3 Las soluciones de cloro gaseoso deben manejarse en campanas  
de extracción y evitar su inhalación ya que es tóxico; los-

recipientes que los contengan deben estar cerrados, de preferencia herméticamente, para evitar el escape de vapores.

- 2.4. Las sales férricas como el cloruro férrico son corrosivos para los metales y la piel por lo que debe evitarse el contacto directo. En caso de derrames, se procederá a un lavado con agua abundante en forma inmediata.

### 3. Materiales tóxicos.

Los materiales tóxicos pueden ser sólidos, líquidos, gaseosos; debe evitarse su ingestión o inhalación.

- 3.1. Los materiales tóxicos sólidos son principalmente las sales de cianuros, compuestos de cromo, cadmio y otros metales pesados.

- 3.2. Los líquidos como el tetracloruro de carbono, hidróxido de amonio, ácidos orgánicos e inorgánicos, formaldehído, cloroformo, etc. deben manejarse en campana de extracción.

- 3.3. Los gaseosos como el cloro, ácido sulfhídrico, etc. también deben manipularse en campana de extracción.

### 4. Materiales explosivos o inflamables.

Los materiales explosivos que mas se emplean son gases ( acetileno, oxígeno, hidrógeno, etc ) y líquidos ( benceno, hexano, - -

eter, acetona, cloroformo, etc. ), los cuales deben almacenarse en lugares ventilados y siguiendo las normas para la prevención de incendio. Estos materiales no deben usarse cerca de mecheros y parrillas encendidas.

##### 5. Material de vidrio roto.

El material de vidrio que se haya estrellado o roto parcial o totalmente debe desecharse.

Dentro de la construcción, instalación u operación de un laboratorio es indispensable contemplar los aspectos e implementos de seguridad para el personal. Dentro del equipo de laboratorio se considerarán elementos como extinguidores de polvo químico en cantidad y capacidad suficientes y se instalarán en lugares estratégicos dentro del laboratorio y corredores de acceso; estos equipos estarán libres de obstrucciones, dispuestos para uso inmediato. Asimismo se recomienda el uso de extinguidores manualce para sofocar los incendios pequeños que se verifiquen en las mesas de trabajo. Se instalarán regaderas de emergencia en lugares de fácil acceso, de acuerdo a las áreas de mayor trabajo y riesgo de accidentes por derrames de reactivos químicos. Se contará con botiquines de primeros auxilios con los dispositivos ( lava ojos y medicamentos ( pomadas, neutralizantes, vendas, etc. ) necesarios.

Todo el personal de laboratorio debe trabajar con bata para proteger su ropa o su piel de posibles quemaduras o contactos con ácidos, bases u otros reactivos corrosivos, también contará con el equipo necesario para el manejo de recipientes calientes como guantes de asbesto, pinzas, tenazas, etc.

A fin de prevenir accidentes en los laboratorios, es necesario observar medidas de seguridad como las que se citan a continuación:



1. Es indispensable mantener la limpieza del laboratorio durante las horas hábiles, principalmente; ésto ayuda a evitar accidentes.
2. Siempre que se trabaje en el laboratorio debe usarse la bata que protegerá contra posibles derrames o salpicaduras de ácidos o sustancias corrosivas.
3. Es necesario conocer las sustancias que se manejan y principalmente todas aquellas que presentan riesgos en su manipulación, a fin de tomar mayores precauciones.
4. El material o instrumental de vidrio que se use en el laboratorio debe ser revisado y verificar que se encuentre en buen estado. Se debe separar todo aquel que este estrellado, defectuoso o parcialmente roto, poniéndolo fuera de servicio, por ser peligrosa su utilización. Evitar el uso de agitadores, probetes, vasos de precipitado, tubos de ensayo, matraces, etc. con los bordes rotos o con filas cortantes.
5. Cuando se rompa material de vidrio, debe emplearse una escoba y un recogedor para retirar los vidrios, nunca deben usarse directamente las manos para recogerlos. Si las partículas de vidrio son muy finas, utilizar un trapo húmedo para que se adhieran al mismo y arrojarlo a la basura sin tratar de sacudirlo o llevarlo con la intención de emplearlo nuevamente.
6. Cuando se derrame alguna sustancia corrosiva o ácidos sobre la mesa de trabajo o el piso se debe lavar, neutralizar y limpiar enseguida.

da. Evitar el contacto con la piel.

7. Se debe colocar el material de trabajo en orden y dispuesto de tal manera que no obstruya sus operaciones; el material debe guardarse -- siempre limpio.
8. Nunca se debe colocar el material de vidrio, instrumentos u otro equipo en las orillas de las mesas o anaqueles. Corren el riesgo de caer al suelo.
9. Todo frasco que contenga sustancias o soluciones químicas debe estar marcado legiblemente, a fin de que pueda saberse en todo momento su contenido con exactitud.
10. Los lugares en donde se apoyan los brazos y manos deben estar libres de sustancias o materiales que pueden producir un accidente. Se debe tener cuidado con esto.
11. Los tubos de ensayo y demás recipientes deben mantenerse alejados de la cara cuando se mezclen productos químicos o se realicen experimentos, así se evitarán daños por posibles proyecciones o salpicaduras.
12. La dilución de sustancias corrosivas debe hacerse siempre vertiendo la sustancia sobre el agua, y nunca a la inversa. Es deseable que esta operación y las evaporaciones se hagan dentro de una campana de extracción de gases, donde el vidrio de la puerta le protegerá.

13. Es conveniente el uso de caretas o pantallas protectoras para la cara frente a equipos de vidrio, dentro de una campana cuando hay un disolvente o destilación al vacío, o bien, frente a cualquier reacción donde haya posibilidad de que se quiebre el material de vidrio, reacciones violentas, o donde se desconoce el riesgo que puede existir.
14. Es recomendable el uso de anteojos protectores cuando se trasvasan volúmenes mayores de ácidos o sustancias corrosivas.
15. Deben secarse las manos antes de manipular: frascos, tubos de ensayo, instrumentos, etc., para evitar que se resbalen.
16. Cuando se manipulan recipientes calientes, debe hacerse con guantes de asbesto o amianto, o bien, si son recipientes chicos (crisoles, tubos de ensayo, matracos, etc.) se pueden usar pinzas o tenazas apropiadas para ello.
17. Cuando se intente insertar un tubo de vidrio en el orificio de un tapón de hule o de corcho, se debe sujetar el tubo envuelto en un trapo seco mientras se inserta, así habrá protección de cualquier rotura.
18. Siempre debe tenerse presente dónde se encuentran las regaderas de emergencia, extinguidores, botiquines y demás implementos de seguridad.

19. Los productos inflamables o explosivos deben mantenerse alejados de las quemaduras o fuentes de calor en uso en el laboratorio. Se debe evitar guardar en los gabinetes recipientes o trapos húmedos con productos inflamables o explosivos. Cuando sea necesario, se guardarán siempre manteniendo los recipientes bien cerrados.
20. No se deben conectar estufas, ni otro tipo de aparato o instalaciones eléctricas con las manos húmedas, ni parado sobre pisos húmedos o mojados porque hay riesgo de sufrir un choque eléctrico.
21. Deben evitarse las bromas a los compañeros de labores, así como el arrojar sustancias corrosivas o líquidos inflamables, ya que pueden ocasionarse lesiones irreparables.
22. Cuando se presenten salpicaduras de un producto químico sobre la piel o membranas mucosas, se procederá a lavar inmediatamente la zona afectada con abundante agua. Si cae sobre la ropa y llega hasta el cuerpo, se debe acudir de inmediato a la regadera de emergencia y accionarla.
23. En caso de quemaduras químicas de primero y segundo grados y aún quemaduras por calor puede aplicarse hielo o sumergir en agua helada la zona afectada, manteniéndola así mientras se soporte lo frío, en la forma más continua posible, por lapsos de 2, 3, 4 horas o más, mientras persista el ardor, según la magnitud de las quemaduras. También pueden aplicarse pomadas especiales.
24. Cuando ácidos o sustancias cáusticas lleguen a los ojos, deben lavarse abundantemente con agua cuando menos durante 15 minutos.

Durante el lavado y para asegurarse que el agua llega al globo del ojo, separe los párpados con los dedos pulgar e índice, moviendo el ojo. Para un mejor lavado debe usarse un lava-ojos o un recipiente con agua. Después debe obtenerse atención médica inmediata.

25. Las personas que utilizan batas, cascos u otros equipos de seguridad para trabajar en el laboratorio, o área similar, por medidas de higiene deberán dejar ese material en su área de trabajo cuando se traslade al comedor o a sus casas.

26. Debe siempre recordarse:

- a) No comer ni jugar en los laboratorios
- b) Proteger los ojos y cara de proyecciones de sustancias corrosivas
- c) Proteger las manos
- d) Evitar los incendios o explosiones
- e) Procurar la seguridad en el personal

BIBLIOGRAFIA:

- 1) Guy, L.  
Organización y Administración de Laboratorios  
Ed. URMO  
Barcelona, 1970
  
- 2) Kirchner E. J.  
Planeación Física del Laboratorio  
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente  
Organización Panamericana de la Salud.  
Lima, Perú, 1974
  
- 3) Lewis F. H. Ed.  
Laboratory Planning for Chemistry and Chemical Engineering  
Reinhold Publishing Corp.  
New York 1962.
  
- 4) Schram, W.  
Laboratorios Químicos y Biológicos  
Ed. Blume  
Barcelona, 1973.



centro de educación continua  
división de estudios superiores  
facultad de ingeniería, unam.



SEGURIDAD Y SANEAMIENTO PARA LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO

ANÁLISIS DE LOS ACCIDENTES

ING. RICARDO HADDAD

Junio, 1979





Ing. Ricardo Haddad \*\*

Un registro de lesiones debería constituir algo más que un simple y puro recuento estadístico y ser, en cambio, una herramienta que revele el quién, dónde, cuándo, qué, por qué y cómo de los accidentes. De cada uno deberían obtenerse estos detalles, intentando, con este objeto, encontrar respuestas a preguntas tales como:

QUIEN fue lesionado?

CUAL es la parte del cuerpo lesionada?

DONDE ocurrió el accidente?

CUANDO ocurrió el accidente?

COMO ocurrió el accidente?

CUALES fueron las causas inmediatas del accidente?

POR QUE se permitió la condición o acción insegura?

DE QUE MODO puede evitarse un accidente similar?

Con este tipo de información es posible determinar las condiciones que producen lesiones accidentales, tales como la presencia de riesgos en el ambiente industrial, el uso de métodos de trabajo inseguros, y la posible asignación de labores inadecuadas a las capacidades de una determinada persona.

---

\* Curso sobre Seguridad y Saneamiento para los Servicios de Agua y Alcantarillado. México, junio, 1979.

\*\* Consultor del Centro Paramericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) de la Organización Panamericana de la Salud.

Clasificación de las causas de los accidentes

Como en otros casos, nos encontramos con que no existe una clasificación aceptada universalmente para determinar las causas de los accidentes o, mejor, de las lesiones que éstos producen. Así, en 1923 la Primera Conferencia Internacional de Estadísticas Laborales, auspiciada por la Organización Internacional del Trabajo, propuso que los accidentes se clasificaran de acuerdo a su causa principal siguiendo lo más estrictamente posible la lista siguiente:

I Maquinaria:

- a) motores
- b) maquinaria de transmisión
- c) maquinaria de izamiento
- d) maquinaria en movimiento

II Transporte

- a) ferrocarriles
- b) barcos
- c) vehículos

III Explosiones; incendios

IV Substancias tóxicas, calientes o corrosivas

V Electricidad

VI Caídas de personas

VII Pisar sobre o golpearse contra objetos

VIII Caída de objetos

- IX Caídas sobre el piso
- X Manipulación sin maquinaria
- XI Herramientas de mano
- XII Animales
- XIII Miscelánea

Cada una de estas categorías puede todavía subdividirse en la forma que se estime conveniente o necesaria. De acuerdo a este plan, se asigna a cada accidente una causa única. Esto rara vez es efectivo. Normalmente un accidente tiene varias causas, incluyendo condiciones inseguras y acciones inseguras. Al clasificar los accidentes de acuerdo a la lista precedente se recomienda establecer la causa principal, dando especial consideración a aquellas susceptibles de ser protegidas o corregidas. Nunca debería señalarse cosas como "descuido" o "distracción" como causa de los accidentes. Una persona, aun descuidada, no sufre una caída si no hay un piso resbaladizo, un objeto con el cual tropezar, una abertura no protegida, etc. Es preferible señalar esto como causa, ya que es susceptible de ser corregido, lo que permitirá suprimir numerosos accidentes.

La Asociación Norteamericana de Normas ha propuesto en 1941, por su parte, una clasificación bastante más completa, que es habitualmente utilizada en muchos países. De acuerdo a ella las causas de los accidentes deben clasificarse de acuerdo a cinco criterios principales:

1.- El agente o la parte del agente

a) El Agente: Se denomina agente al objeto o substancia más estrechamente asociado con la lesión y que en general es susceptible de ser protegido o ajustado. Los agentes se subdividen en diversos grupos entre los cuales pueden señalarse los siguientes:

- Maquinarias
- Bombas y motores
- Elevadores
- Aparatos de izamiento
- Correas transportadoras
- Generadores de presión
- Vehículos
- Animales
- Aparatos para transmisión mecánica
- Energía
- Aparatos eléctricos
- Herramientas de mano
- Productos químicos

Cada uno de estos grupos se subdivide además en grupos secundarios.

b) La parte del agente: Corresponde a la parte específica del agente que está directamente asociada con la lesión y que estaba defectuosa o inadecuadamente protegida.

## 2.- Condiciones mecánicas o físicas inseguras

La condición mecánica o física insegura es la razón específica por la cual el agente seleccionado era inseguro. Se clasifican aquí cosas como:

Agentes inadecuadamente protegidos

Agentes defectuosos

Procedimientos o almacenamientos inseguros en, sobre o alrededor del agente seleccionado

Iluminación inadecuada

Ventilación inadecuada

Ropa o vestuario inseguro

## 3.- Tipo de accidentes

Se anota aquí la forma en la cual la persona lesionada se puso en contacto con, o estuvo expuesta a, el objeto o sustancia que causó la lesión, o el movimiento de la persona lesionada que produjo la lesión. Como ejemplos se pueden citar:

Golpeado contra

Golpeado por

Cogido en, sobre o entre

Caídas del mismo nivel

Caídas de diferentes niveles

#### 4.- Acciones inseguras

Las acciones inseguras corresponden al incumplimiento de un procedimiento comúnmente aceptado como seguro cuya consecuencia fue el tipo de accidente seleccionado. Se incluyen en esta clasificación materias como:

Operar equipo sin autorización, aviso previo o protección adecuada

Operar o trabajar a velocidades inseguras

Poner fuera de operación los elementos de protección

Usar equipo inseguro, o en forma inadecuada, o usar las manos en vez del equipo

Descargar, colocar, mezclar, o combinar de manera insegura

Adoptar posiciones o posturas inseguras

#### 5.- El factor personal inseguro

Se anota aquí la característica síquica o somática que ocasionó o permitió que ocurriese la acción seleccionada como insegura. Se suele incluir aquí grupos como:

Actitudes impropias

Falta de conocimiento o destreza

Defectos corporales

Cada una de las categorías de análisis representa un concepto exclusivo, sin traslapos en su significado. Los ítems pueden ser resumidos

independientemente e interpretados de acuerdo a la característica básica especificada en la definición. Sin embargo, ciertas combinaciones de las categorías analíticas pueden proporcionar información de significado especial en la planificación del entrenamiento de los trabajadores y en la preparación de material y programas educativos. Este procedimiento permite la concentración del esfuerzo en los lugares donde las lesiones ocurren con más frecuencia.

La combinación de la naturaleza de la lesión, parte del cuerpo afectado y agente del accidente identifica los objetos o sustancias potencialmente causantes de lesiones.

La combinación de la naturaleza, agente del accidente y tipo de accidente, indica la forma en que las personas lesionadas tomaron contacto con los objetos o sustancias que produjeron la lesión, y los acontecimientos que debieron prevenirse.

La tabulación cruzada del tipo de accidente y la condición insegura indica los acontecimientos que necesitan ser prevenidos y las correlaciones con las condiciones físicas y ambientales que permitieron el accidente.

La tabulación cruzada de tipo de accidente y acción insegura correlaciona el evento productor de la lesión con la acción personal insegura que condujo a su ocurrencia. Para un accidente dado indicará el tipo de acción insegura que debería ser eliminado si se quiere evitarlos.

Debería ponerse esfuerzo y diligencia en la determinación de la causa de cada lesión y de todas las circunstancias asociadas con el accidente que la produjo. En cada caso debe prepararse, tan pronto como sea posible, un informe escrito completo.

#### Procedimiento de análisis

Las tasas de frecuencia de lesiones permiten identificar las secciones o departamentos en que aquellas ocurren más a menudo y el análisis de los casos individuales proporciona la información que permite determinar las medidas que deben aplicarse para reducirlos. Este análisis será más importante mientras mayor sea la tasa de frecuencia.

Se recomienda que el análisis de los informes de lesiones comience con la identificación de la lesión y continúe uniformemente determinando la parte del cuerpo afectada, el agente y el tipo de accidente. Estos factores de análisis representan el máximo de detalles que puede esperarse de un informe de este tipo. La determinación de las condiciones y acciones inseguras y del agente del accidente debería obtenerse de un informe de investigación.

El análisis de un informe con propósitos estadísticos consiste en buscar respuesta a las siguientes preguntas, expresadas de acuerdo a las clasificaciones ya especificadas:

- a) ¿Cuál fue la lesión?
- b) ¿Qué parte del cuerpo fue afectada?



- c) Qué objeto o substancia produjo la lesión?
- d) Cómo se produjo la lesión? .
- e) Qué condiciones físicas inseguras la causaron o permitieron?
- f)Cuál fue la acción insegura?

Una vez que se ha decidido adoptar un determinado sistema de clasificación debe utilizarse para describir todos los accidentes investigados. Con un poco de práctica esto resulta bastante sencillo. Podríamos citar, por vía de ejemplo, de los cuales se pueden encontrar muchos en los libros especializados, o en la propia experiencia, el caso siguiente: "Un operador de sierra circular extendió la mano por encima de ella para botar un trozo de material de lesecho. Su brazo rozó con la hoja de la sierra, que no estaba protegida, y sufrió una cortadura profunda que lo incapacitó durante una semana".

En el formulario de clasificación de accidentes encontraremos seguramente encabezamientos como los siguientes en los cuales colocaremos en los espacios en blanco lo que sigue:

Sujeto del accidente: Operador de sierra circular

Naturaleza de la lesión: Herida cortante

Parte del cuerpo: Brazo

Agente: Sierra circular

Parte del agente: Hoja de la sierra

Condición insegura: Falta de protección

Tipo del accidente: Contacto con cuerpo cortante

Acción insegura: Limpieza de maquinaria en movimiento

Factor inseguro: Actitud impropia. No cumplimiento de las instrucciones

En forma similar se podría clasificar cualquier otro accidente.



centro de educación continua  
división de estudios superiores  
facultad de ingeniería, unam.

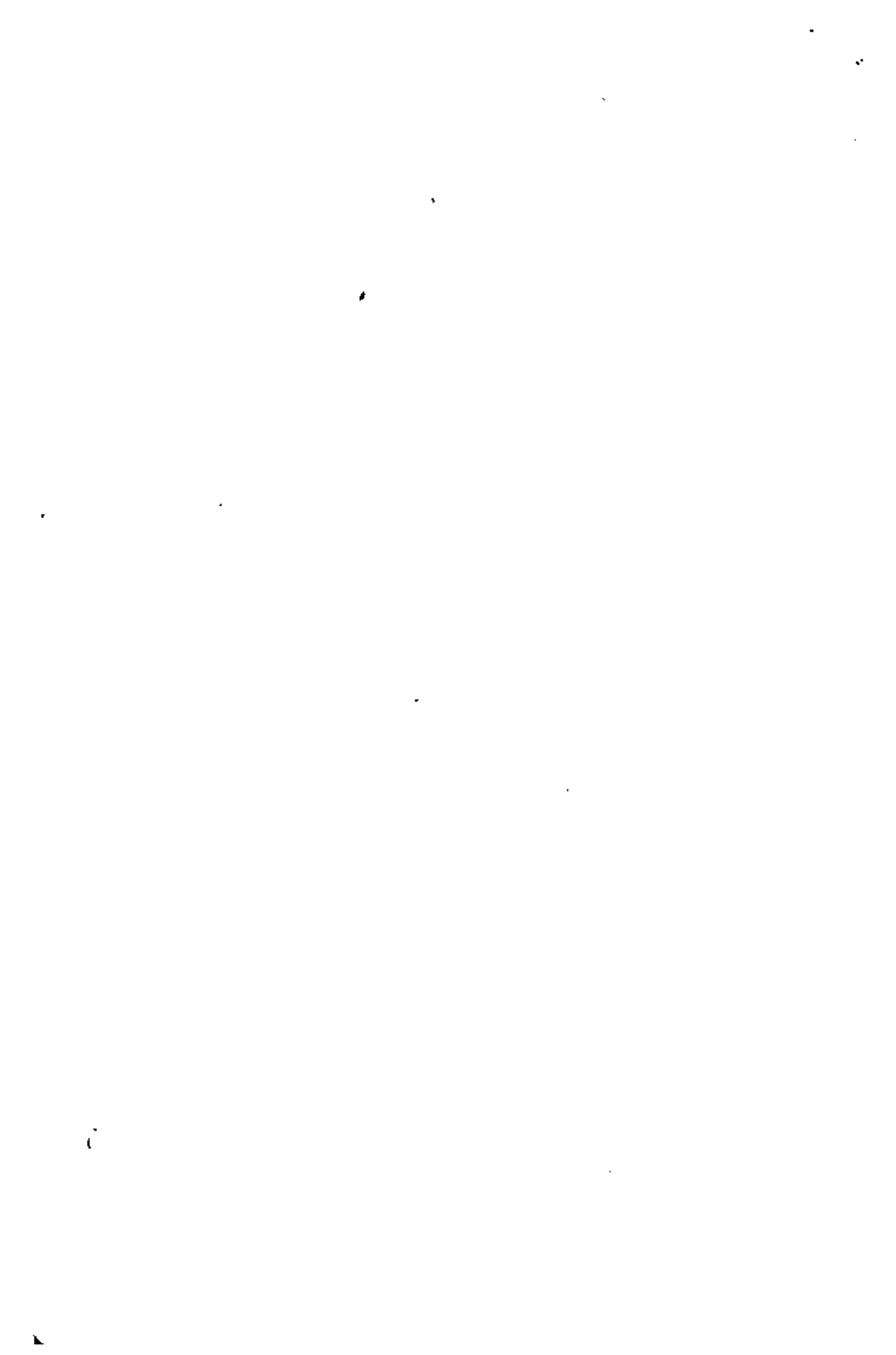


SEGURIDAD Y SANEAMIENTO PARA LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO

ESTADISTICAS DE LOS ACCIDENTES

ING. RICARDO HADDAD

Junio, 1979



Ing. Ricardo Haddad \*\*

La importancia de los datos estadísticos sobre accidentes es evidente. Constituyen el registro de la experiencia pasada y deben ser la guía de las acciones futuras, reflejando además el resultado y la efectividad de los programas de seguridad que se están desarrollando.

Los datos relativos a cualquier caso aislado, u obtenidos de una fuente limitada, constituyen una base pobre para una evaluación. Las estadísticas masivas, en cambio, son una herramienta útil porque representan la experiencia colectiva de muchos individuos. Son indispensables para el manejo adecuado de las empresas y deben consistir en una clasificación ordenada, una presentación comprensible y un análisis inteligente de los hechos, que permitan extraer informaciones útiles sobre un problema específico. Esto es aplicable a las estadísticas de accidentes y reviste importancia en su prevención, lo que exige estar capacitado para utilizarlas.

#### USO DE LAS ESTADÍSTICAS

Las estadísticas mismas no previenen los accidentes, pero proporcionan una base, apoyada en hechos, sobre la cual puede elaborarse un programa de seguridad efectivo. Las estadísticas de volumen, es decir, el simple

---

\* Curso sobre Seguridad y Saneamiento para los Servicios de Agua y Alcantarillado. México, junio, 1979.

\*\* Consultor del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) de la Organización Panamericana de la Salud.

recuento del número de casos producidos, no permiten medir con precisión el progreso de un programa preventivo, ya que no toman en consideración las variaciones relativas a la magnitud de la exposición al riesgo. Indican, sin embargo, la situación en un momento dado y captan el interés de los superiores porque señalan hechos que representan un factor social y económico importante. Deberían utilizarse para mantener el interés de la administración y de los trabajadores, asegurar la vigilancia constante de los supervisores, señalar el camino hacia métodos efectivos de prevención y justificar las inversiones que se han hecho en el programa de seguridad.

El análisis adecuado y la presentación comprensible de las estadísticas de accidentes de una empresa reflejan, al compararlas con datos similares de la industria en general, la efectividad de su programa de seguridad. Sin embargo todo intento de comparación con otro establecimiento, aún de la misma actividad, debe hacerse con la reserva de que sólo puede presumirse una similitud aproximada.

Las estadísticas aplicadas cuidadosamente mostrarán las tendencias, a favor o en contra, de los accidentes serios. Al analizarlas y relacionarlas con la causa de los daños se obtendrán datos sobre los riesgos que necesitan ser controlados, las condiciones que puedan ocasionar lesiones y las medidas protectoras que deben tomarse. El objetivo básico de mantener un registro de lesiones es mostrar el tipo y prevalencia de los accidentes que producen daños a los trabajadores e identificar las

áreas en que debe aplicarse una acción correctiva. Algunas pueden ser obvias. Por ejemplo, los daños a los ojos generalmente se presentan cuando no se utiliza el equipo protector correspondiente; una serie de heridas a los dedos puede sugerir un estudio de los procedimientos de manejo de materiales, y las amputaciones por máquinas pueden indicar la necesidad de una protección mecánica.

#### TASAS DE LESIONES

Antes de aplicar un patrón para medir los resultados, o de planificar los programas de seguridad, es necesario tener una comprensión clara de la diferencia entre accidente y lesión. Los términos son a menudo intercambiados aunque sus significados son diferentes. Un accidente, por ejemplo, no siempre produce una lesión, pero toda lesión es evidencia de un accidente. El accidente y la lesión son ocurrencias distintas, siendo esta última el resultado o la consecuencia del primero.

Si falta una definición uniforme es inútil toda comparación entre los datos de lesiones en diferentes empresas. Para este fin no es esencial una definición muy completa y precisa, pero es fundamental utilizar las mismas definiciones como base de las estadísticas si se quiere hacer una comparación significativa. Puede criticarse las que se emplean habitualmente y hasta podemos admitir que son arbitrarias, pero son aceptables como límites dentro de los cuales estas estadísticas deben ser interpretadas.

Se puede definir accidente como cualquier hecho inesperado, o desviación no prevista, de la operación normal de la planta, que ocasiona una

interrupción adversa del desarrollo ordenado de las faenas y que puede ocasionar daños materiales o lesiones personales, sin que necesariamente estos se produzcan.

En seguridad industrial se denomina lesión incapacitante a las que ocasionan la muerte, incapacidad permanente total, incapacidad permanente parcial o incapacidad temporal de un trabajador, producidas con ocasión de su trabajo. Resulta obvio que una lesión incapacitante es sólo uno de los varios resultados que puede tener un accidente. Una lesión que requiera atención médica o primeros auxilios, pero que no produce la muerte o una incapacidad permanente o temporal, se clasifica como lesión no incapacitante. Las lesiones incapacitantes se suelen designar también como lesiones con tiempo de trabajo perdido y las no incapacitantes como leves o sin tiempo perdido, siempre que éste sea inferior a una jornada habitual de trabajo.

Veamos algunas definiciones y comentarios.

#### Incapacidad permanente total

Implica el fin de la vida útil de trabajo del individuo, en forma total y definitiva, como, por ejemplo, la pérdida, o la pérdida completa del uso de: 1) ambos ojos; 2) un ojo y una mano, un ojo y un brazo, un ojo y una pierna o un ojo y un pie; 3) dos miembros cualquiera de los siguientes: mano, brazo, pie o pierna, siempre que no correspondan a la misma extremidad.



Incapacidad permanente parcial

La pérdida completa o la pérdida del uso de cualquier miembro o parte de un miembro del cuerpo, o cualquier daño permanente de las funciones del cuerpo o de partes de éste.

Incapacidad temporal total

Incapacidad que impide que la persona lesionada pueda desarrollar un trabajo regularmente establecido o habitual sin que deje secuelas que interfieran o limiten el trabajo futuro. Debe destacarse la referencia a un "trabajo regularmente establecido", ya que considerar la mera presencia del empleado como asistencia al trabajo, aunque no haga nada útil, constituye una adulteración deliberada de la realidad.

Lesiones no incapacitantes

Existe considerable desacuerdo en cuanto a la necesidad de informar o anotar los daños no incapacitantes, pero el accidente que hoy produce un daño menor puede causar mañana la muerte de un trabajador. Todo accidente que produce una lesión, incapacitante o no, es una indicación de que algo anda mal y de que deben tomarse medidas correctivas. Estas lesiones son excluidas de los cálculos habituales de tasas por la imposibilidad de obtener una información completa y uniforme.

### Lesiones de tratamiento médico

Se ha propuesto dar esta denominación a las lesiones que no producen muerte, incapacidad permanente, o incapacidad temporal total, pero que requieren alguna atención clínica, aunque sea sólo de primeros auxilios y efectuada por un practicante o auxiliar.

### FRECUENCIA Y GRAVEDAD

En el lenguaje de la prevención de accidentes hay dos términos que siempre aparecen en la discusión de las condiciones prevalentes en un establecimiento, un tipo de industrias o incluso un país completo: las tasas o índices de frecuencia y gravedad. En el cálculo de estas tasas, que intentan mostrar la situación real del problema, la efectividad con que se le está enfrentando y los progresos que puedan estarse obteniendo, sólo se consideran las lesiones incapacitantes.

### Tasa de Frecuencia

La tasa de frecuencia de lesiones incapacitantes mide la relación que existe entre el número de accidentes que han ocasionado una lesión incapacitante, cualquiera sea su magnitud, producidos durante un período dado, y el número de horas trabajadas durante ese período por el total de los empleados considerados en el cálculo. Dado que el número de accidentes será siempre muy inferior al número de horas trabajadas, se obtendría como índice un valor fraccionario muy pequeño, los que suelen ser de

difícil manejo. Esto se obvia multiplicando la cifra por 1 000 000, lo que nos da la siguiente fórmula para la tasa de frecuencia:

$$F = \frac{N \times 10^6}{T}$$

en la cual:

- F = Tasa de Frecuencia de lesiones incapacitantes
- N = Número de lesiones incapacitantes producidas en el período considerado
- T = Horas trabajadas o de exposición al riesgo durante el período

Es necesario tener presente que sólo se debe computar como lesión incapacitante aquella que ocasiona la pérdida de por lo menos una jornada completa de trabajo. De acuerdo a esta regla, una lesión producida a los pocos minutos de iniciada la jornada no será incluida si el trabajador puede regresar a su labor habitual en algún momento de la jornada siguiente, dado que no se habrá perdido ninguna "completa". Es corriente el caso de encargados de seguridad que se atienen estrictamente a la letra de esta norma, lo que les permite disminuir el número de accidentes incapacitantes producidos y mejorar sus estadísticas. No pueden ser acusados de fraude, dado que proceden de acuerdo a las recomendaciones, y esta práctica no puede condenarse rígidamente si las cosas no se llevan al extremo de hacer concurrir a un trabajador efectivamente incapacitado para que sólo haga acto de presencia en el taller, sin realizar una labor habitual y normal.

Como método práctico y uniforme para computar el tiempo en las tasas de lesiones, se recomienda que las horas se calculen de las planillas de control de salarios. Se acepta, sin embargo, que en algunos casos sea estimado multiplicando el total de días-hombre trabajados por las horas de trabajo de la jornada diaria. El número total de días-hombre para un período es la suma del número de personas que trabajan en cada día del período. Cuando no se utilizan las horas-hombre reales debería indicarse la base sobre la cual se hace el cálculo.

Si es preciso hacer una estimación del tiempo de exposición lo mejor es multiplicar el número de personas por 2400 para un período de un año, si la semana de trabajo tiene 48 horas. En situaciones poco usuales, como en el caso de la marina mercante, donde las horas de trabajo no están claramente definidas, se han establecido reglas arbitrarias para calcular las horas de exposición. En estas circunstancias las tasas no son comparables con otras basadas en horas efectivas de exposición al riesgo.

#### Tasa de Gravedad

La tasa de gravedad de lesiones incapacitantes mide la relación que existe entre el número de días perdidos por lesiones incapacitantes durante un período dado y el número de horas trabajadas durante ese período por el total de los empleados considerados en el cálculo. Aunque parece ser similar a la tasa de frecuencia, el número de días perdidos no es fácil de determinar si queremos utilizarlo como un parámetro que representa

la gravedad de los accidentes. Puede darse el caso, por ejemplo, de que un accidente produzca una lesión que incapacite al trabajador durante un período prolongado, a veces algunos meses, al cabo del cual se recupera totalmente, sin que quede secuela alguna. Otro accidente puede significar la pérdida de una mano, pero una hospitalización mucho menos prolongada. Se dará igualmente el caso de accidentes que ocasionen una muerte instantánea o después de pocos días de hospitalización. Evidentemente, si se espera que el número de días perdidos refleje realmente la gravedad de las lesiones debe buscarse una forma adecuada de expresar la muerte y las incapacidades permanentes. Con este objeto se ha establecido imputaciones específicas, que corresponden a los días que deben considerarse como perdidos en cada uno de los casos siguientes:

Muerte: Por cada defunción ocasionada por un accidente del trabajo se agregará al cómputo de los días perdidos durante el período la cantidad de 6000 días, cualquiera sea el lapso transcurrido entre la lesión y la muerte.

La Sexta Conferencia Internacional de Estadísticas Laborales, reunida en 1947 en Montreal, Canadá, recomendó que esta cifra se aumentase a 7500 días por cada muerte, posiblemente en consideración a los incrementos experimentados por la vida media útil de los trabajadores en todo el mundo. Sin embargo esto no ha sido aceptado en forma uniforme y se sigue utilizando más habitualmente el valor de 6000. Resulta conveniente por esto especificar en cada caso la cifra utilizada en el cálculo si se quiere hacer comparaciones válidas con otras industrias u otros países.

Incapacidad permanente total : Igual cantidad que las defunciones, es decir, 6000 o 7500 días, según lo que se acuerde adoptar.

Incapacidad permanente parcial: Las imputaciones se indican en la tabla que aparece en la página siguiente. Deben aplicarse cualquiera sea el número efectivo de días perdidos. Estos últimos no se consideran, registrándose sólo el tiempo imputado.

Incapacidad temporal : Se incluirá el número total de días calendario completos durante los cuales la persona lesionada estuvo incapacitada para trabajar a consecuencia de la lesión, exceptuando el día en que ocurrió la lesión y el día en que el empleado vuelve a trabajar, pero incluyendo los domingos, días libres y días en que la planta estuvo cerrada comprendidos en ese lapso.

Aun considerando estas imputaciones, el número de días totales perdidos a consecuencia de las lesiones incapacitantes producidas en cualquier período será muy inferior al número de horas trabajadas en el período, por lo que otra vez obtendríamos una fracción pequeña como resultado. Para evitar esta incomodidad se acostumbra multiplicar también por 1 000 000. La Conferencia de Estadísticas Laborales mencionada anteriormente recomendó multiplicar sólo por 1000. Esto tampoco se practica habitualmente. En aras de la uniformidad parece preferible seguir empleando el valor 1 000 000. Resulta indispensable, una vez más, especificar en cada caso las bases utilizadas para el cálculo.

TABLA DE IMPUTACIONES (en días)

A. Pérdida Traumática o Quirúrgica de un Miembro

| Amputación que incluye todo o parte del hueso (1)                         | Pulgar | Indice | Medio | Anular | Meñique | Dedo grande del pie | Otros dedos del pie |
|---|--------|--------|-------|--------|---------|---------------------|---------------------|
| Falange distal (2)  | 300    | 100    | 75    | 60     | 50      | 150                 | 35                  |
| Falange media   | -      | 200    | 150   | 120    | 100     | -                   | 75                  |
| Falange proximal  | 600    | 400    | 300   | 240    | 200     | 300                 | 150                 |
| Metacarpo   | 900    | 600    | 500   | 450    | 400     | -                   | -                   |
| Metatarso   | -      | -      | -     | -      | -       | 600                 | 350                 |
| - Mano (muñeca)   |        |        |       |        |         |                     | 3000                |
| - Cualquier punto entre la muñeca y el codo, incluyendo el codo           |        |        |       |        |         |                     | 3600                |
| - Cualquier punto entre el codo y el hombro, incluyendo la unión con éste |        |        |       |        |         |                     | 4500                |
| - Pie (tobillo)   |        |        |       |        |         |                     | 2400                |
| - Cualquier punto entre la rodilla y la cadera                            |        |        |       |        |         |                     | 4500                |
| - Cualquier punto entre el tobillo y la rodilla, incluyendo la rodilla    |        |        |       |        |         |                     | 3000                |

B. Daños Funcionales

|  |                           |
|--|---------------------------|
| - Un ojo (pérdida de la visual) haya o no visión en el otro  | 1800                      |
| - Ambos ojos (pérdida de la visión) en un solo accidente   | 6000                      |
| - Un oído (pérdida industrial completa de la audición), haya o no capacidad de oír con el otro oído) | 600                       |
| - Ambos oídos (pérdida industrial completa de la audición), en un solo accidente                     | 3000                      |
| - Hernia no reparada   | 50                        |
| - Hernias reparadas  | Usense los días efectivos |

(1) Por la pérdida del uso, sin amputación, se aplica un porcentaje de estas cifras, el que debe ser determinado por el médico tratante.

(2) Si el hueso no está complicado se aplican los días reales perdidos y se clasifica como incapacidad temporal total.

De acuerdo a lo dicho tendremos la siguiente fórmula para la tasa de gravedad:

$$G = \frac{D \times 10^6}{T}$$

en la cual:

- G = Tasa de gravedad de lesiones incapacitantes
- D = Total de días perdidos, reales e imputados, durante el período
- T = Horas trabajadas o de exposición al riesgo durante el período

La tasa de gravedad se suele denominar también tasa o índice de severidad.

El conjunto de las tasas de frecuencia y gravedad reflejan bastante bien la situación en una industria determinada y la marcha de los programas de control de accidentes. Cabe hacer notar que la de frecuencia es probablemente un mejor indicador de las condiciones de seguridad prevalentes que la de gravedad. Esta última puede estar muy influenciada por el azar. El mismo accidente que en determinadas circunstancias ocasiona sólo una lesión leve puede producir una o más muertes a poco que estas se modifiquen.

Las tasas de frecuencia suelen determinarse mensualmente. Este es un período muy corto para las de gravedad, que pueden variar mucho con la ocurrencia de una sola lesión seria. Se recomienda por ello que se las calcule trimestralmente.



Promedio de días perdidos

Las tasas de frecuencia y gravedad muestran, respectivamente, la velocidad o cuantía con que ocurren las lesiones y la proporción de tiempo perdido. Puede resultar útil una tercera medida, el promedio de días perdidos por cada lesión incapacitante.

Esta relación, que muestra la gravedad promedio de las lesiones, puede hacer resaltar condiciones que no surgen del examen de las tasas de frecuencia o gravedad solamente y hace posible una evaluación más completa de las lesiones. La relación entre el total de días perdidos y el total de lesiones incapacitantes nos da el promedio de días perdidos, y puede calcularse como sigue:

$$\text{Promedio de días perdidos} = \frac{\text{Total de días perdidos efectivos o imputados}}{\text{Total de lesiones incapacitantes}}$$

o bien

$$\text{Promedio de días perdidos} = \frac{\text{Tasa de gravedad}}{\text{Tasa de frecuencia}}$$

Lesiones no incapacitantes

Aunque las lesiones no incapacitantes no están incluidas en las tasas habituales deberían ser consideradas, registrándolas por separado. Puede computarse una tasa de frecuencia de estas lesiones, tal como se hace con las incapacitantes.





centro de educación continua  
división de estudios superiores  
facultad de ingeniería, unam



SEGURIDAD Y SANEAMIENTO PARA LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO

EL AMBIENTE DE TRABAJO Y LOS  
CONTAMINANTES AMBIENTALES

ING. RICARDO HADDAD

Junio, 1979



## EL AMBIENTE DE TRABAJO Y LOS CONTAMINANTES AMBIENTALES (\*)

Ing. Ricardo Haddad (\*\*)

INTRODUCCION

La mayor parte de las operaciones y procesos a que el hombre somete a los materiales que obtiene de la naturaleza, al tratar de convertirlos en productos que le sean más útiles, son capaces de lanzar al ambiente de los lugares de trabajo diversas sustancias que pueden afectar la salud de las personas que deben permanecer en ellos. En igual forma, algunos procesos industriales originan, o requieren, condiciones físicas inadecuadas para la salud o el bienestar humanos. Los daños producidos por estas sustancias o condiciones pueden acumularse durante la vida activa de los trabajadores, llegando a causarles daños serios. El objetivo fundamental de la higiene del trabajo es, precisamente, la evaluación y control de los riesgos laborales.

Concentración y tiempo de exposición

Existen numerosas sustancias capaces de producir un daño al organismo si penetran a éste en cantidad suficiente. El que esto ocurra dependerá, principalmente, de 2 factores: su concentración en el ambiente de trabajo y el tiempo que las personas deban permanecer expuestas a ellas. La cantidad que ingrese al organismo será directamente proporcional al producto de estas

---

(\*) Curso sobre Seguridad y Saneamiento para los Servicios de Agua y Alcantarillado. México, junio, 1979.

(\*\*) Consultor del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) de la Organización Panamericana de la Salud

dos variables. Interesa, por lo tanto, conocer ambas, tanto con el objeto de evaluar la magnitud del riesgo a que están sometidos los trabajadores como para estar en situación de suprimir las condiciones incómodas o peligrosas.

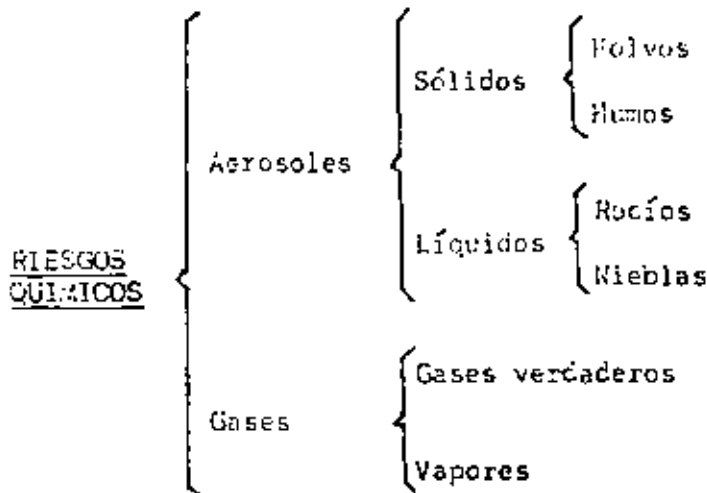
De acuerdo a esto, al tratar de controlar un riesgo de enfermedad profesional se puede actuar tanto sobre la concentración del contaminante como sobre la duración de los períodos en que los trabajadores deben estar sometidos a concentraciones elevadas o condiciones inadecuadas. Ambos métodos son buenos y ambos se utilizan en la práctica individualmente o en conjunto.

#### CLASIFICACION DE RIESCOS AMBIENTALES

Los riesgos ambientales que pueden afectar la salud de los trabajadores son muy numerosos, lo que hace indispensable su clasificación para facilitar su estudio. Aunque no existe una clasificación aceptada en forma general se les suele dividir en 3 grandes grupos: Riesgos Químicos, Físicos y Biológicos, los que luego se subdividen de acuerdo a sus características químicas o físicas, a sus consecuencias fisiológicas, a su acción sobre el organismo, etc.

#### Riesgos químicos

De acuerdo a sus características físicas las sustancias tóxicas se pueden dividir en Aerosoles y Gases. Esta clasificación tiene una base adecuada ya que ambos grupos se comportan de manera muy diferente tanto en lo que se refiere a su período de permanencia en el aire como en cuanto a sus posibilidades de ingreso al organismo. Incluyendo las respectivas subdivisiones podemos formar el siguiente cuadro:



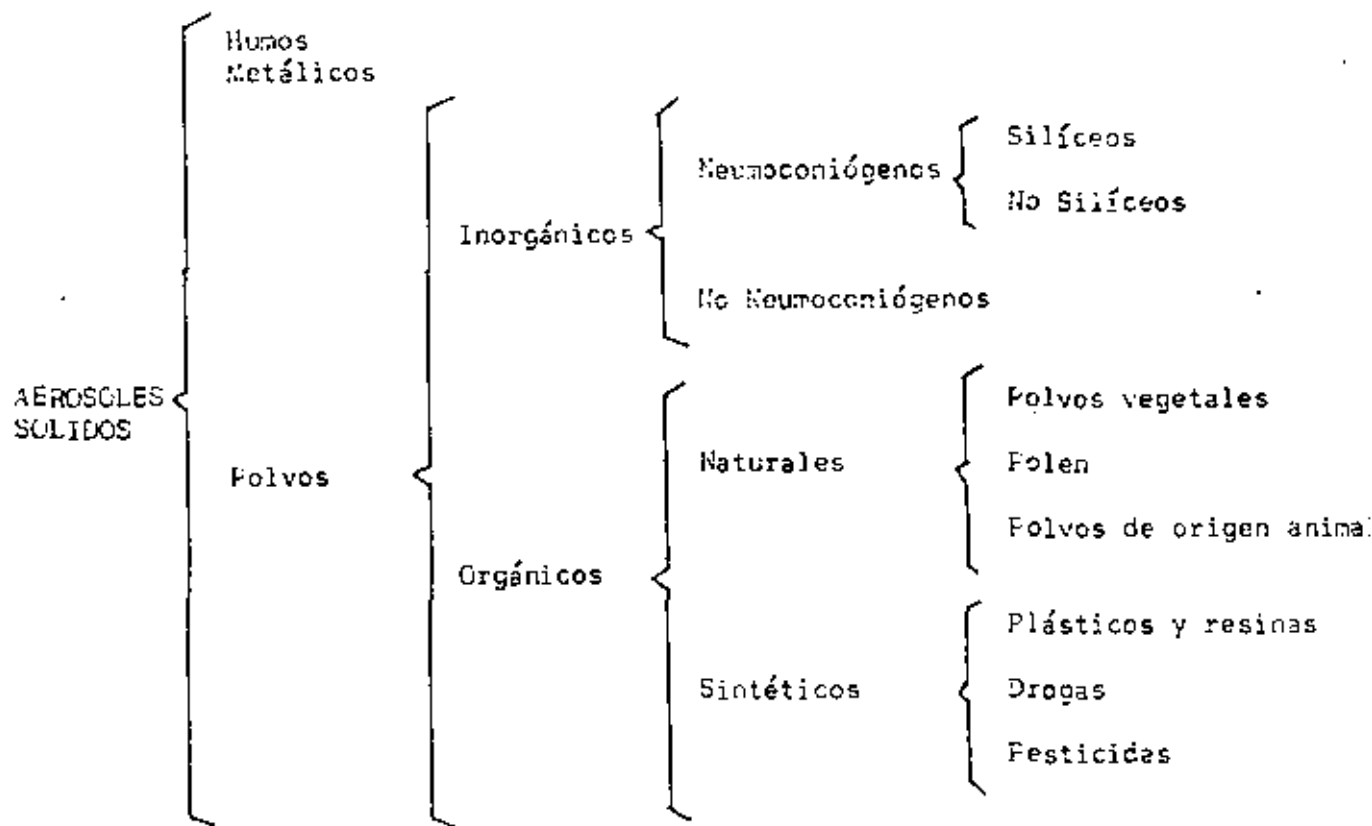
Los dos grupos en que se han dividido tanto los aerosoles sólidos como los líquidos se distinguen fundamentalmente por el tamaño de sus partículas, lo que les da propiedades muy diferentes, el que a su vez es consecuencia de la forma en que se han originado. Así se denominan Folvos y Rocíos a las partículas que se forman por ruptura mecánica de sólidos y líquidos respectivamente, mientras que los Humos y Nieblas tienen su origen en la condensación u oxidación de vapores de sustancias que son sólidas o líquidas a la temperatura ordinaria. Como consecuencia de esto el primer grupo tiene un tamaño mucho mayor que el segundo, ya que en el estado gaseoso los diversos materiales se dividen hasta el estado molecular. Podemos formar así el siguiente cuadro, de acuerdo al origen y estado físico de los aerosoles:

AEROSLES

| <u>Formación</u>            | <u>Sólidos</u> | <u>Líquidos</u> |
|-----------------------------|----------------|-----------------|
| Por ruptura mecánica        | Folvos         | Rocíos          |
| Por condensación de vapores | Humos          | Nieblas         |

En cuanto a su tamaño, en general los polvos y rocíos están constituidos por partículas de más de 0.5 micrones de diámetro, mientras que las de tamaño inferior a esta cifra forman principalmente los humos y nieblas. Como puede comprenderse ésta no es una diferenciación rígida ya que existe una superposición de los diversos grupos.

Según su composición o naturaleza química las partículas sólidas pueden dividirse en los siguientes grupos:



Los humos metálicos más habituales comprenden los óxidos de plomo, mercurio, zinc, manganeso, hierro, etc. Por su estado de fina división son aspirados fácilmente y se depositan en los pulmones, donde se disuelven para pasar luego a la sangre y de ésta al resto del organismo. Pueden provocar una intoxicación generalizada.



El polvo inorgánico más importante corresponde a la sílice libre cristalizada que en sus tres formas -cuarzo, cristobalita y tridimita- constituye uno de los compuestos más abundantes de la corteza terrestre y es un componente habitual de buena parte de las rocas. Al ser inhalado se deposita en los pulmones ocasionando una fibrosis incapacitante, la silicosis, probablemente la enfermedad ocupacional más difundida y conocida.

Aparte de la sílice otros compuestos de silicio, como los silicatos, pueden actuar sobre el pulmón produciendo una neumoconiosis, palabra que designa toda perturbación pulmonar originada en materiales finamente divididos. El silicato de mayor importancia neumoconiógena es el asbesto, tanto por la gravedad de la enfermedad que produce como por lo difundido de su uso. Se puede mencionar además en este grupo sustancias como el talco, la tierra de diatomeas, etc.

Los compuestos neumoconiógenos no silíceos incluyen la barita, el carbón, los óxidos de hierro y de estaño, etc. Se discute bastante la posibilidad de que algunas de estas sustancias sean capaces de producir por sí mismas una neumoconiosis, ya que diversos autores atribuyen esta acción a la presencia de sílice o silicatos que habitualmente se encuentran mezclados con los minerales mencionados más arriba.

Entre los polvos inorgánicos no neumoconiógenos se pueden anotar algunos, como ciertos compuestos de manganeso, flúor, etc., capaces de producir una intoxicación generalizada en vez de un problema local.

Las sustancias orgánicas naturales incluyen polvos y fibras vegetales, como las de algodón y bagazo, capaces de producir una neumoconiosis; productos alergénicos como algunos tipos de polen, harina, aserrín y otros

residuos vegetales; materias de origen animal como crin, lana, etc.

Entre las sintéticas se encuentran los numerosos componentes del grupo de los plásticos o resinas, que durante los últimos años han proliferado extensamente; las drogas y otros productos químicos y los pesticidas, que en un intento de controlar diversas plagas constituyen cada vez un riesgo más importante para el personal que los elabora o utiliza.

### Aerosoles líquidos

Pueden estar formados por una substancia pura, una solución o una suspensión. En el primer caso debe tenerse presente que la inhalación de una partícula líquida puede significar su posterior evaporación, produciendo a nivel de los alvéolos pulmonares una concentración muy elevada de vapores que pueden pasar fácilmente a la sangre y al resto del organismo. Las soluciones por otra parte, pueden representar un riesgo tanto por el solvente que las compone como por la sustancia disuelta, dependiendo el posible daño de las características de cada una de ellas. En forma similar las suspensiones pueden ocasionar una enfermedad ocupacional tanto por el vehículo como por los sólidos en suspensión, agregando además que el primero puede corresponder a una sustancia pura o a una solución.

### Gases y vapores

Dadas las bajísimas concentraciones que interesan en Salud Ocupacional, no existe diferencia entre gases y vapores en cuanto a sus características físicas. Comparados con los aerosoles, es importante destacar que los gases no sedimentan ni se aglomeran, por lo que permanecen indefinidamente en una mezcla íntima con el aire sin que en ningún caso lleguen a separarse por sí mismos.

De acuerdo a sus efectos sobre el organismo los gases suelen dividirse en irritantes, asfixiantes, y anestésicos. Entre los primeros se encuentran sustancias como el ácido clorhídrico, el anhídrido sulfuroso, el amoníaco, la acroleína, etc., que por sus mismas propiedades irritantes ponen sobre alerta a los trabajadores afectados, constituyendo una molestia importante pero llegando rara vez a causar una intoxicación generalizada.

Los gases asfixiantes incluyen sustancias capaces de afectar el proceso respiratorio, sea por desplazamiento del aire, como el metano y el anhídrido carbónico, o por interferencia en el proceso fisiológico mismo, como el monóxido de carbono y el ácido cianhídrico.

El grupo de los gases anestésicos comprende a la mayor parte de los solventes, los que por su capacidad de disolución sobre los lípidos pueden tener acción anestésica al interferir el funcionamiento de las células nerviosas. No debe entenderse, sin embargo, que su efecto se deba a esta capacidad, ya que para ejercerlo se necesitan concentraciones muchas veces más altas que las que constituyen un riesgo potencial de intoxicación.

### Riesgos físicos

Las condiciones en que se desarrollan algunos labores industriales pueden significar la exposición de los trabajadores a condiciones ambientales anormales que pueden afectar su salud. En general los riesgos físicos representan a menudo un intercambio brusco de energía entre el individuo y el ambiente, en una proporción o velocidad mayor que la que el organismo es capaz de soportar, lo que puede acarrear una enfermedad ocupacional. Entre los más importantes podemos destacar:

Temperatura anormales

Humedad

Ruido

Vibración

Fresiones anormales

Iluminación defectuosa

|                  |   |              |
|------------------|---|--------------|
| Energía radiante | ← | Infrarroja   |
|                  |   | Ultravioleta |
|                  |   | Ionizante    |

### Riesgos biológicos

Este último grupo corresponde a los riesgos que están representados por organismos vivos, los que podemos clasificar como sigue:

Virus

Bacterias

Hongos

Parásitos

Algunos autores incluyen también en este grupo los riesgos ocasionados por plantas y otras especies vegetales.

### VÍAS DE INGRESO AL ORGANISMO

Las sustancias tóxicas pueden ejercer un efecto localizado -originado en el contacto con algún tejido- o generalizado, para lo que deben ingresar al organismo y ser absorbidos por éste.

### Efectos locales

En el ambiente industrial se pueden encontrar numerosas sustancias cáusticas -ácidas o alcalinas- o capaces de provocar una sensibilización de

los tejidos. Por contacto con la piel, y a veces otras partes del organismo, como la superficie del aparato respiratorio, pueden provocar irritaciones o reacciones de tipo alérgico. Por este motivo las dermatitis -inflamaciones y reacciones de la piel- constituyen las enfermedades profesionales más comunes. A menudo no se les presta suficiente atención precisamente por su carácter localizado y su aparente falta de gravedad. Ocasionan, sin embargo, la pérdida de un número considerable de jornadas de trabajo.

### Efectos generalizados

El ingreso al organismo se puede hacer por 3 vías: El aparato respiratorio, el aparato digestivo y la piel. Veremos rápidamente la importancia relativa de cada una de ellas.

#### Aparato respiratorio:

Constituye la vía más importante de ingreso de tóxicos al organismo. Debemos tener presente que mientras podemos permanecer hasta 4 ó 5 días sin agua, y algunas semanas sin alimentos sólidos, lo que nos permite normalmente seleccionar la calidad y el tipo de los que consumimos, no podemos permanecer sin oxígeno durante más de 4 minutos sin que comience a producirse la muerte de nuestras células más sensibles. Esto nos obliga a respirar constantemente, durante las 24 horas del día, desde nuestro nacimiento hasta la muerte. El aire es, por otra parte, el alimento que consumimos en mayor cantidad. Mientras ingerimos diariamente 1 a 2 kilos de alimentos sólidos y 2 a 4 de agua, necesitamos entre 10 a 20 kilos de aire, de acuerdo a la intensidad de los esfuerzos que realizamos.

Los pulmones, por otra parte, a diferencia del aparato digestivo, están formados por una membrana fina, de espesor casi celular, especialmente

capacitada para el intercambio gaseoso entre la sangre y el ambiente exterior. La superficie alveolar total es de 30 a 40 metros cuadrados para el individuo adulto. En estas condiciones los gases que llegan al pulmón tienen una gran oportunidad de pasar a la sangre y ser distribuidos al resto del organismo, mientras que los sólidos y líquidos quedan depositados en él, se disuelven en gran parte y pasan también al torrente circulatorio.

Por estas razones el aparato respiratorio constituye la más importante vía de ingreso de contaminantes al organismo. Aunque no se dispone de estadísticas ni estudios al respecto, es probable que más del 90 al 95% de las intoxicaciones generalizadas sean de este origen.

#### Aparato digestivo:

El aparato digestivo forma una especie de tubo que atraviesa el organismo, con una superficie total de unas 2 metros cuadrados, de paredes gruesas y tejidos adaptados para seleccionar las materias útiles al organismo y rechazar el resto. Constituye por ello sólo una vía de ingreso secundaria. No debe, sin embargo, despreciarse su influencia como agravante de las cantidades que llegan a través de los pulmones. Por otra parte aunque más del 90% del total de tóxico ingerido sea eliminado con las excretas el resto puede ser una cantidad suficiente para representar un problema serio. Como es lógico las propiedades físico-químicas de las sustancias ingeridas, como solubilidad, capacidad de disolución en ácidos y grasas, punto de fusión, etc. pueden ser muy importantes para determinar las cantidades que ingresarán a los procesos metabólicos del organismo.

Ningún trabajador ingiere conscientemente materias primas o productos elaborados de tipo tóxico. Ello se produce al fumar o comer en los talleres, o con las manos sucias. Las prohibiciones en este sentido quedan plenamente

justificadas pero, además, debe utilizarse métodos más positivos de controlar el problema proporcionando medios cómodos y abundantes para el aseo personal, cocinas y comedores limpios y adecuados, etc.

Una fuente importante de ingreso de tóxicos por la vía digestiva puede producirse, pese a estas precauciones, cuando se inhalan sustancias sólidas en forma de polvos y humos. Una parte importante, especialmente de las partículas más gruesas, queda retenida en la parte superior del aparato respiratorio, desde donde pueden pasar al aparato digestivo. Aunque la mayor parte será eliminada con las excretas puede metabolizarse una cantidad suficiente para provocar, en conjunto con el material disuelto en los pulmones, una enfermedad profesional.

#### La piel:

La piel constituye un tejido firme que cubre la mayor parte de la superficie corporal y separa el medio interno del ambiente externo. Es muy resistente e impide, de una manera bastante efectiva, el ingreso de bacterias, productos químicos, etc. Lamentablemente es permeable a diversas sustancias que pueden pasar a través de ella y producir una intoxicación general, como, por ejemplo, el ácido cianhídrico, el mercurio, el plomo tetraetilo y la mayor parte de los insecticidas clorados y fosforados. La protección, en estos casos, es difícil y complicada, ya que es necesario cubrir toda la superficie corporal.

## RUIDO

Definición:

- Ruido: Todo sonido no deseado
- Sonido: Movimiento ondulatorio captado por la zona auditiva del cerebro. Se transmite habitualmente por el aire e ingresa a través del oído. Puede, sin embargo, transmitirse e ingresar por otros medios.
- Origen:
- Industrial:** Maquinaria, silbatos, escapes de vapor, golpes, trabajos de construcción.
  - Comercial:** Medios de propaganda, casas de ventas de discos, lugares de recreo y diversión.
  - Domésticos:** Radio, televisión, maquinaria doméstica, animales, personas.
  - Tránsito:** Claxons, escapes, ruido de motores, aviones, ferrocarriles.

Características:

Frecuencia: El oído humano en perfecto estado puede percibir frecuencias entre, aproximadamente, 20 y 20,000 Hz. Las frecuencias habituales en la conversación oscilan entre 250 y 3,000 Hz.

Nivel de Presión de Sonido: Expresa la relación entre un sonido y otro que se adopta como base. Generalmente se expresa en decibeles, con la siguiente relación:

$$N.P.S. = 20 \log_{10} \frac{P}{P_0} \text{ (dB)}$$

Si no se especifica lo contrario se utiliza como  $P_0$  el sonido mínimo audible, con una presión de 0.0002 dinas/cm<sup>2</sup>.

Es importante considerar que la escala de decibelios es logarítmica. Un aumento de 20 db. significa un incremento en 10 veces de la presión del sonido. Así, 100 db es diez veces más que 80 db, cien veces más que 60 db y mil veces más que 40 db. Por igual razón 76.3 db es el doble que 70 db.

El oído humano no responde en igual forma a todas las frecuencias. Por esto se toma como base la respuesta del oído a la frecuencia de 1000 Hz para un determinado nivel de presión y se busca el nivel que da la misma respuesta a otras frecuencias. Se obtienen así curvas de igual intensidad, en las que el sonido se mide en Fones.



### Efectos:

Los efectos pueden ser psicológicos y fisiológicos. El efecto psicológico es fundamentalmente subjetivo.

El efecto fisiológico se debe principalmente a daños en el sistema auditivo producidos por un exceso de ruido. Estos efectos son reversibles al comienzo, pero pueden llegar a ser irreversibles si la exposición continúa. El más frecuente es la pérdida parcial de la capacidad auditiva.

### Medición del ruido:

La medición más habitual es la del nivel de presión de sonido. Se utilizan para ello los detectores de nivel de presión de sonido, a menudo llamados decibelímetros.

Dado que al oído humano le molestan más los sonidos de alta frecuencia, en los decibelímetros se utiliza a menudo la llamada escala A, que da más peso a los de mayor frecuencia en el promedio de los sonidos medidos. Por ello muchos reglamentos especifican los niveles tolerables en db A, es decir, en decibeles de la escala A.

Para el análisis de un sonido se suele medir su intensidad en diversas bandas de octava. Una banda de octava es un sector de las frecuencias audibles que termina en una frecuencia igual al doble de la inicial (por ejemplo, una banda de octava podría comprender los sonidos entre 100 y 200 Hz). Las bandas de octava más utilizadas en la medición de sonidos comienzan en 37.5 a 75 Hz, 75 a 150, 150 a 300, y así sucesivamente hasta 10,000 Hz o más.

Algunos niveles de presión típicos:

|            |  |
|------------|--|
| 0 db       | Nivel mínimo de audición                             |
| 40 db      | Zonas residenciales tranquilas, en horas de la noche |
| 60 db      | Conversación normal a 1 metro                        |
| 70 db      | Oficina con máquinas de escribir                     |
| 90 db      | Interior de un bus motorizado                        |
| 100 db     | Industria textil                                     |
| 120 db     | Orquestas de rock, con instrumentos eléctricos       |
| 125 db     | Taller de calderería                                 |
| 130/140 db | Límite del dolor                                     |

### Control del ruido

El ruido es muy difícil de controlar y las técnicas conocidas suelen ser insuficientes y caras. La tendencia es a eliminar el ruido en la fuente, suprimiéndolo o disminuyéndolo, y a alejar los emisores de ruido de los lugares donde se encuentran las personas a quienes puede molestar. Se puede

lograr una disminución parcial mediante el aislamiento de la fuente sonora con diversos elementos absorbentes del ruido.

### Reglamentos de control

Los reglamentos de control suelen especificar, en el caso de fuentes fijas, los niveles de presión de sonido que se pueden emitir en los límites de un predio determinado, o por un equipo específico para el caso de fuentes móviles. Los niveles para fuentes fijas suelen ser del orden de 65 db A durante el día y 50 db A durante la noche. Estos límites pueden ser variables para zonas residenciales, comerciales e industriales.

### Alternativas de acción para la América Latina

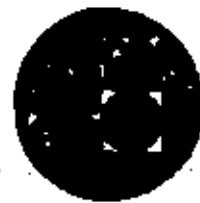
Las fuentes más habituales de ruido en las ciudades de la América Latina son el tránsito motorizado, la propaganda comercial, centros nocturnos de diversión, talleres de reparación, etc. Un programa de control de ruido debería tender a suprimir o disminuir el que proviene de éstas y otras fuentes. Antes de iniciarlo se debe tener la seguridad de que se cuenta con el personal preparado para hacer las mediciones y con los instrumentos necesarios para ello. Estos necesitan ser calibrados frecuentemente y sólo deben ser utilizados por personal con experiencia, si se desea obtener resultados precisos. El costo de un buen conjunto de equipos de medición y calibración alcanza a aproximadamente unos US\$ 2,000, aunque puede ser necesario invertir hasta US\$ 5,000 para disponer del material adecuado para las diversas circunstancias que se pueden encontrar. Por otra parte, es posible comprar un decibelímetro simple por US\$ 200 o menos.

El programa debería iniciarse mediante la supresión de las fuentes más evidentes. Debería dictarse una legislación de tipo general que especificase los niveles máximos permisibles en las distintas zonas de la ciudad. Se dictarán a continuación reglamentos específicos para diversas fuentes sonoras. Estos sólo podrán ser eficaces si incluyen una sanción rápida y efectiva, y de monto suficientemente alto para que constituya un incentivo para la supresión de las fuentes sonoras.

El primer reglamento, que podría dictarse en conjunto con las autoridades del tránsito, debería tender a eliminar o disminuir los ruidos producidos por bocinas y claxons, escapes libres, ruidos de motores no bien mantenidos y otros producidos por fuentes móviles. Otros reglamentos deberían establecer los niveles máximos en los límites de los predios industriales, centros nocturnos e incluso residencias particulares.



centro de educación continua  
división de estudios superiores  
facultad de Ingeniería, unam.



SEGURIDAD Y SANEAMIENTO PARA LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO

PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DEL TRABAJO  
CONDICIONES INSEGURAS

ING. RICARDO HADDAD

Junio, 1979



PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DEL TRABAJO  
CONDICIONES INSEGURAS \*

Ing. Ricardo Haddad \*\*

Los programas de prevención de accidentes se basan en tres métodos fundamentales:

- a. Aplicación de la técnica
- b. Educación del trabajador
- c. Imposición de reglamentos

Los tres métodos son igualmente importantes y deberán aplicarse en forma simultánea, casi desde la iniciación misma del programa de prevención. Este, sin embargo, suele iniciarse mediante la aplicación de las técnicas de ingeniería a la eliminación de las condiciones del ambiente de trabajo que pueden significar la producción de un accidente. Es conveniente que ello se haga en esta forma. En primer lugar la corrección de las condiciones inseguras es más rápida y sencilla que la educación del trabajador. Todo cambio de actitudes sólo se puede obtener a un plazo muy largo y después de esfuerzos considerables, especialmente cuando se trata de formar a personas adultas, con hábitos ya bien cimentados.

---

\* Curso sobre Seguridad y Sancamiento para los Servicios de Agua y Alcantarillado. México, junio, 1979.

\*\* Consultor del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) de la Organización Panamericana de la Salud.

La corrección de las condiciones inseguras, por otra parte, constituye un elemento importante del proceso educativo. Mostrará desde el comienzo el interés de la jefatura de la empresa en evitar la producción de accidentes y constituirá la mejor justificación de la petición de cooperación que se pueda formular posteriormente a los individuos. Igual cosa se puede decir en relación con la imposición coercitiva de reglamentos de seguridad. No se puede solicitar el cumplimiento de una reglamentación destinada a prevenir los accidentes del trabajo si previamente no se suprimen las condiciones del ambiente laboral - maquinaria, escalas, barandas, pisos, andamios, etc. - capaces de provocar estos accidentes si el trabajador no está permanentemente alerta para evitarlos.

Un programa de supresión de las condiciones inseguras puede basarse en dos métodos fundamentales: la observación por personal experimentado y el análisis de los accidentes. Al iniciar un programa de prevención es poco probable que se disponga de estadísticas previas que muestren no sólo la frecuencia y gravedad de los accidentes ocurridos sino que además, a través del análisis cuidadoso, señalen las causas, agentes, condiciones inseguras y tipos de estos accidentes. En la práctica, por esto, el programa de prevención se iniciará en forma simultánea mediante una iniciación de la recolección de estadísticas completas y la observación de las condiciones en cada uno de los talleres, con el objeto de detectar cualquiera fuente posible de accidentes y suprimirla antes de que estos se produzcan. Como es de comprender la experiencia previa de la persona que tiene a su cargo el programa será fundamental en esta primera etapa.

Algunas de estas condiciones inseguras resultan obvias cuando se examina el ambiente de trabajo con ojo suficientemente crítico. La sola observación de la maquinaria mostrará de inmediato las partes móviles sin protección, capaces de producir un daño. Resultan igualmente evidentes los pisos en mal estado, las barandas sueltas o inexistentes, el material mal acumulado, las fuentes de calor excesivas, cables transmisores de energía eléctrica sin aislación adecuada, pasillos mal iluminados, materiales tirados en el piso y numerosas fallas similares. El programa debe iniciarse de inmediato mediante una observación sistemática y una planificación que asigne una prioridad adecuada a las condiciones más peligrosas, cuya supresión se tratará de obtener de acuerdo a las posibilidades.

El estudio sistemático de las condiciones inseguras se puede realizar mediante una encuesta, efectuada taller por taller y operación por operación. Las listas de causas de accidentes a que se hizo referencia en una clase anterior pueden constituir una buena ayuda para preparar los formularios de encuesta o para guiar la observación. Una vez completada la inspección de la industria o empresa se procederá a tabular los hallazgos y a jerarquizar las condiciones que se estima necesario corregir. Conviene hacer previamente un estudio rápido de los costos que representará cada una de las acciones que deba desarrollarse. Esto permitirá asignar las prioridades de acuerdo a dos criterios: peligrosidad de la condición insegura - el más importante - y facilidad de su corrección.

Este examen sistemático revelará de inmediato que existen numerosas condiciones susceptibles de ocasionar un accidente que pueden suprimirse a muy bajo costo, como material mal almacenado, derrames de aceite y otras substancias en los pisos, desechos y piezas de maquinarias tirados en cualquier lugar, etc. El programa puede iniciarse eliminando estas circunstancias lo que nos permitirá, en corto tiempo, dar otro aspecto a los talleres y mostrar a los trabajadores la nueva actitud de la jefatura. Se seguirá luego, en forma sostenida y constante, suprimiendo las condiciones más peligrosas y/o sencillas de corregir.

En esta etapa, y una vez realizadas las primeras acciones, debe procurarse obtenerse la colaboración activa del personal que se desempeña en la empresa. Esto presenta varias ventajas. En primer lugar se está contribuyendo a la formación de una conciencia de seguridad en los trabajadores y a provocar los primeros cambios en sus actitudes, lo que conducirá más adelante a la eliminación de las acciones inseguras, operación bastante más difícil, como ya hemos dicho. El apoyo de los trabajadores, por otra parte, permitirá descubrir numerosas condiciones inseguras que pueden haber pasado desapercibidas al encargado de la seguridad. Debemos tener presente que el personal que se desempeña en un taller es el que mejor conoce las diversas operaciones y maquinarias y que, si conseguimos despertar su atención en relación con los puntos inseguros, no sólo puede descubrirlos con más facilidad sino que contribuirá en forma importante a un diseño adecuado de los elementos de protección, en forma tal que se obtenga la supresión de los riesgos sin estorbar la productividad y sin que constituyan molestias innecesarias para el personal.



La búsqueda de la colaboración activa de los trabajadores presenta además otra ventaja adicional. En toda empresa más o menos grande donde el programa de seguridad recién se inicia se encontrará, sin duda, numerosas condiciones inseguras. El costo de la supresión de todas ellas puede ser muy alto, aunque cada una individualmente considerada puede requerir una inversión relativamente baja. La discusión con el personal facilita el establecimiento de prioridades y evita las quejas en relación con la aplicación de medidas que se estiman indispensables, pero que necesariamente deberán esperar un tiempo antes de poder ser aplicadas. En relación con esta materia debemos tener presente el principio universal de la impaciencia frente a las expectativas crecientes. Una vez que se considera que un problema, algunas veces de antigua existencia, puede ser suprimido, pocos están dispuestos a esperar algún tiempo más antes de alcanzar la solución esperada.

El programa debe continuar invariable, con inspecciones constantes, supresión permanente de todas las condiciones inseguras que aparezcan, y complementándolo con la educación del trabajador, tanto para darle un mejor entrenamiento en seguridad como para eliminar las acciones inseguras. Inevitablemente, a corto o largo plazo se producirá un accidente. Este deberá ser estudiado cuidadosamente en cada caso, aplicando las técnicas de análisis ya descritas y discutiendo exhaustivamente con los trabajadores la forma en que se produjo y las causas que lo ocasionaron. Si éstas corresponden a condiciones ya detectadas, pero a las cuales no se había asignado una prioridad suficiente, deberá corregirse

su jerarquización y suprimirlas de inmediato.

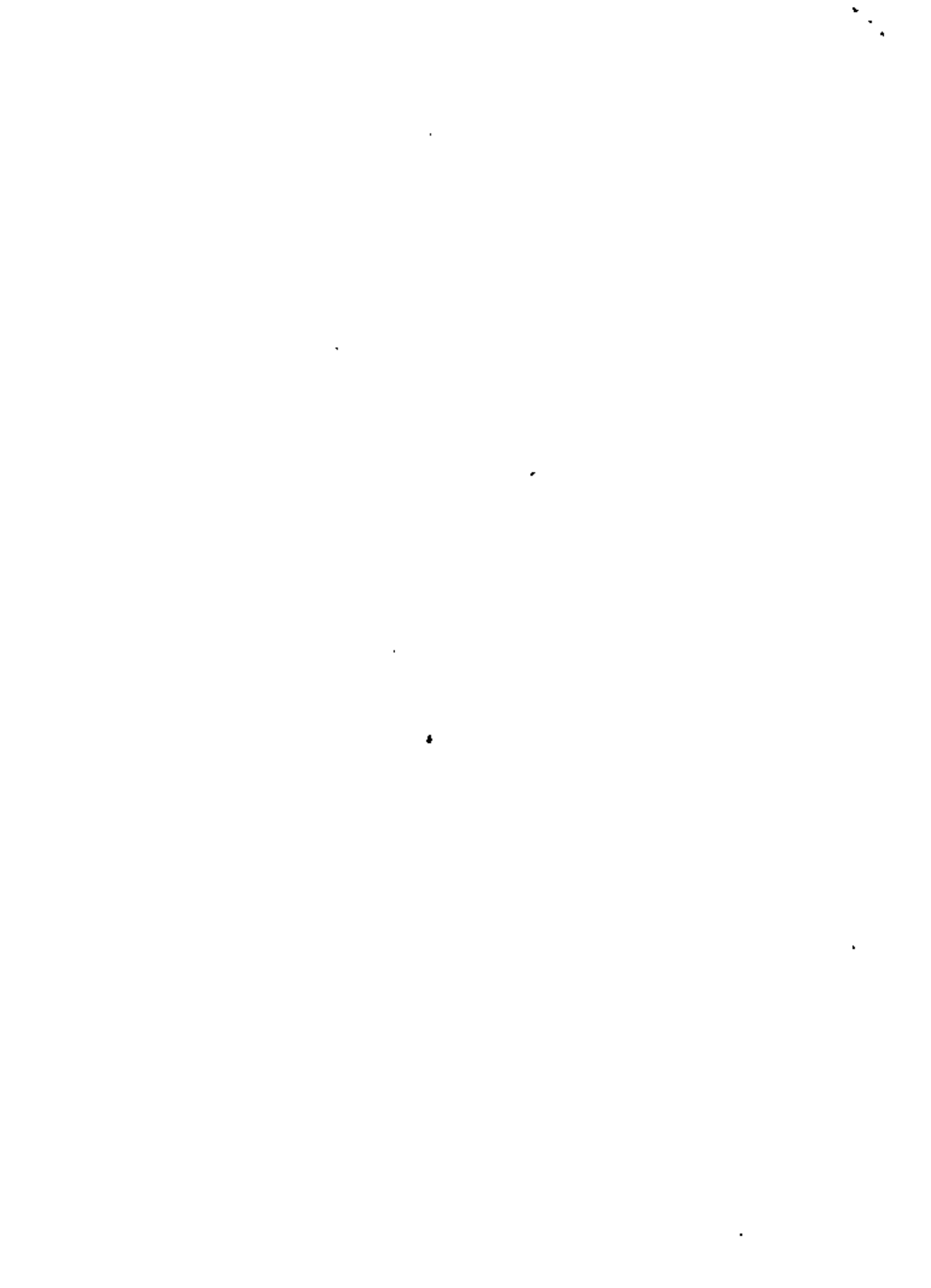
En etapas más avanzadas del programa, cuando ya estén eliminadas las causas más evidentes, cada nuevo accidente mostrará otras que han pasado desapercibidas. La experiencia que se gane en esta forma permitirá ir mejorando permanentemente el programa y eliminando en forma paulatina todas las condiciones inseguras.

El escaso tiempo disponible no permite discutir en detalle las numerosas deficiencias que pueden encontrarse ni la forma de corregirlas. Esta es materia, por otra parte, que se encuentra fácilmente en diversos manuales. Nos limitaremos, por ello, a hacer una simple enumeración de los puntos más importantes que deben observarse en una inspección de seguridad:

1. Protección de la maquinaria, en especial de partes en movimiento y de bordes cortantes
2. Orden y limpieza de la planta
3. Estado de las herramientas de mano y portátiles
4. Condiciones de iluminación
5. Estado de los pisos, escaleras y pasillo de tránsito
6. Elementos que permitan alcanzar con seguridad equipos elevados
7. Condiciones de los servicios de higiene y comodidad personal
8. Condiciones de puertas y salidas de emergencia
9. Condiciones de las instalaciones eléctricas

10. Condiciones y distribución de los elementos de protección contra incendio
11. Generadores de vapor y otras fuentes de energía
12. Maquinaria capaz de producir ruido o vibraciones excesivos

Se podría enumerar otros aspectos que deben ser observados. Los mencionados más arriba suelen ser, sin embargo, los más importantes. La experiencia que vaya adquiriendo el encargado de la seguridad y su familiarización con las condiciones existentes en la empresa bajo su responsabilidad le permitirá determinar en forma más completa las diversas condiciones inseguras existentes. Una de sus misiones más importantes será llegar a conseguir que todas ellas desaparezcan mediante una labor sostenida y permanente, coordinada por él mismo pero a la cual deben colaborar jefes, supervisores y todos los trabajadores de la empresa.





centro de educación continua  
división de estudios superiores  
facultad de ingeniería, unam.



SEGURIDAD Y SANEAMIENTO PARA LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO

CONSECUENCIA DE LOS RIESGOS LABORALES PARA LA SALUD Y LA ECONOMIA,  
BENEFICIOS DE LAS CAMPAÑAS DE HIGIENE DEL TRABAJO

ING. RICARDO HADDAD

Junio, 1979



CONSECUENCIA DE LOS RIESGOS LABORALES PARA LA SALUD Y LA ECONOMIA.

BENEFICIOS DE LAS CAMPAÑAS DE HIGIENE DEL TRABAJO \*

Ing. Ricardo Haddad \*\*

Las diversas definiciones de la Higiene del Trabajo ponen énfasis en su misión fundamental: La protección de la salud de los trabajadores contra los peligros producidos por el propio ambiente de trabajo. Desde un punto de vista humano y social esto es lo único que realmente interesa. Resulta importante, sin embargo, destacar la carga económica que representan los accidentes y enfermedades de los trabajadores. No podemos olvidar la influencia cada vez mayor del desarrollo económico para nuestros países y para el bienestar de sus ciudadanos. Debe tenerse igualmente presente que el sector patronal está constituido por empresas, sean ellas unipersonales o multipersonales, que desarrollan sus actividades teniendo como meta fundamental la obtención de ganancias monetarias. El poder plantear el problema en términos económicos, y demostrar que los gastos destinados a suprimir las incapacidades de los trabajadores constituyen inversiones reproductivas, significa hablar en un mismo idioma con economistas y empresarios. Se justifica, por ellos, estudiar los riesgos laborales desde el doble punto de vista de sus consecuencias para la salud y la economía.

---

\* Curso sobre Seguridad y Saneamiento para los Servicios de Agua y Alcantarillado. México, junio, 1979.

\*\* Consultor del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) de la Organización Panamericana de la Salud.

## CONSECUENCIAS PARA LA SALUD

Al estudiar las diversas incapacidades que sufren los trabajadores podemos distinguir 4 causas fundamentales:

1. Accidentes del trabajo.
2. Accidentes ocurridos fuera del ambiente laboral.
3. Enfermedades ocupacionales.
4. Enfermedades comunes.

### Accidentes del Trabajo

Podemos definir un accidente del trabajo como todo hecho no previsto que interrumpe el proceso normal de producción. Se pueden distinguir 4 tipos distintos de consecuencias:

- a) Accidentes sin consecuencia.
- b) Accidentes que producen sólo daños materiales.
- c) Accidentes que producen lesiones en los trabajadores afectados.
- d) Accidentes que producen lesiones y daños materiales.

No debe confundirse el accidente con la lesión. De los 4 tipos enumerados sólo 2 producen lesiones a los trabajadores. Aunque desde un punto de vista estrictamente de salud estos son los únicos que nos interesan, para las actividades de prevención es importante el accidente mismo, cualquiera sea su consecuencia.

Las lesiones producidas pueden ir desde una cortadura o rasgadura superficial, una caída sin consecuencias, un golpe que sólo produce un pequeño dolor, hasta la incapacidad total del trabajador por períodos prolongados, la pérdida de uno o más miembros o de funciones corporales, y la muerte. Sin embargo la gravedad de las lesiones está fuertemente influida por el azar.



La mayor parte de los países tienen en su legislación laboral disposiciones que exigen que los obreros sean compensados por los daños que pueden sufrir a causa de un accidente del trabajo. Para defenderse de las graves consecuencias económicas que esto podría acarrearles, los patronos, especialmente los de empresas pequeñas, suelen tomar un seguro contra accidentes del trabajo. Mediante el pago de una prima sus obreros reciben atención médica costeada por la empresa aseguradora, la que se encarga también de cancelar las compensaciones a que podrían tener derecho. Todo esto contribuye a que, pese a la pobreza general de las estadísticas en nuestros países, sea posible obtener algunos datos sobre el número, y a veces sobre la seriedad de las consecuencias de los accidentes laborales.

Los expertos utilizan como herramienta estadística los llamados índices de frecuencia y de gravedad, que más adelante se discutirán en detalle. Nos permitiremos definir por ahora el índice de frecuencia como el número de lesiones capaces de ocasionar la pérdida de por lo menos una jornada completa producidas por cada millón de horas-hombre trabajadas. Como en nuestros países cada obrero suele trabajar 48 horas a la semana durante 50 semanas en el año, un millón de horas corresponde aproximadamente al trabajo desarrollado en un año por un total de 400 hombres. Podemos interpretar entonces este índice, en una primera aproximación, como el número de lesiones que se producen anualmente por cada 400 trabajadores.

El índice de gravedad o de severidad, algo más complejo de calcular que el de frecuencia, pretende expresar en forma sencilla las consecuencias de los accidentes. Sin entrar en mayores detalles podemos definirlo como el total de jornadas de trabajo perdidas por cada millón de horas-hombre trabajadas, es decir, el número de jornadas de trabajo perdidas anualmente por cada 400 operarios.

De los datos presentados al Primer Seminario Latinoamericano de Salud Ocupacional, celebrado en Sao Paulo, Brasil, en marzo de 1964, hemos extraído las siguientes cifras:

|                       |   | INDICES           |                 |
|-----------------------|---|-------------------|-----------------|
|                       |   | <u>Frecuencia</u> | <u>Gravedad</u> |
| <u>Bolivia:</u>       |   |                   |                 |
| Trabajadores mineros. | Interior de las minas.  | 87 a 213          | --              |
|                       | Exterior  | 26 a 95           | --              |
| <u>Colombia:</u>      |   |                   |                 |
|                       | Industria petrolera   | 14.1              | 1271            |
|                       | Minería   | 78                | 1066            |
|                       | Manufacturas  | 49.6              | 458             |
|                       | Transporte aéreo  | 31.2              | 202             |
|                       | Transporte marítimo y fluvial                                     | 77.1              | 706             |
|                       | Servicios públicos  | 44.6              | 1871            |
| <u>Chile:</u>         |   |                   |                 |
|                       | 539 218 afiliados al Servicio de Seguro Social                    | 67.7              | 2680            |
| <u>Venezuela:</u>     |   |                   |                 |
|                       | 250 000 afiliados al Instituto Venezolano de los Seguros Sociales | 33.5              | --              |

Basta abrir cualquiera revista especializada para encontrar cifras similares.

Al examinar los valores enumerados parece que tendríamos derecho a decir, sólo con el objeto de plantear el problema lo más simplemente posible, que por lo menos uno de cada 10 trabajadores es víctima, en cada año, de un accidente que le produce una lesión suficientemente grave para obligarlo a perder al menos una jornada completa de trabajo. En Chile, por lo menos uno de cada 5000 muere al año a consecuencia de los accidentes del trabajo. Si extrapolamos estas cifras a los 80 000 000 de trabajadores que constituyen la fuerz

laboral de América Latina, esto representaría 8 000 000 de accidentes anuales, contando sólo los que producen la pérdida de por lo menos una jornada completa de trabajo, y 16 000 muertes. Los valores reales son probablemente más altos.

En igual forma podríamos decir que cada trabajador pierde aproximadamente unos 7 días por año a causa de los accidentes del trabajo, cifra que si bien en algunos casos es de menos de 1 día llega en otros a más de 13 días por año.

Estudios efectuados en países de desarrollo industrial más avanzado, como los Estados Unidos y Europa, indican que estos niveles no corresponden solamente a nuestra América Latina. Si comparamos las cifras promedio para todas las industrias en los Estados Unidos y en nuestros países veremos que en el primero, donde las técnicas de prevención han alcanzado su mayor desarrollo, los índices de frecuencia son 6 a 7 veces menores. Sin embargo, estudios realizados en industrias pequeñas de ese país, de 100 operarios o menos, es decir las más habituales en América Latina, muestran índices similares a los ya enumerados.

#### Accidentes ocurridos fuera del ambiente laboral

Si consideramos la salud de los trabajadores como un todo no sólo debemos preocuparnos de los accidentes del trabajo, sino que también de los que puedan ocurrirles durante las 24 horas del día, incluyendo los accidentes en el hogar, del tránsito, deportivos y en lugares de recreo, etc. La tendencia moderna de la legislación social es considerar como accidente del trabajo a todos los que ocurren por cualquier causa relacionada con la ocupación, aún cuando ésta pueda parecer remota. Cada vez con más frecuencia se incluyen, por ejemplo, los ocurridos mientras los operarios se trasladan

de sus hogares al lugar donde desempeñan sus labores, accidentes en comedores o cafeterías, etc.

Como es de comprender, los accidentes ocurridos fuera de los lugares de trabajo son mucho más difíciles de contabilizar. No se dispone de cifras al respecto y se mencionan sólo para destacar el hecho de que no podemos separar a una persona en 2 compartimientos diferentes. Su salud es una sola y se verá afectada por cualquier accidente que le ocurra, cualquiera sea el lugar donde éste se produzca o la actividad que estuviese desempeñando en ese momento. Esto se hace más importante si consideramos que con la disminución de la mortalidad por enfermedades transmisibles los accidentes en general han estado adquiriendo cada vez mayor categoría. Es muy difícil encontrar actualmente una estadística de mortalidad, de cualquier país, donde ellos no figuren entre las 10 primeras causas de muerte.

#### Enfermedades Ocupacionales

La diferencia fundamental entre el accidente del trabajo y la enfermedad ocupacional es que mientras el primero, como ya lo dijimos, se presenta de una manera repentina, interrumpiendo el proceso normal de trabajo, la enfermedad ocupacional se desarrolla en forma lenta, necesitando a veces varios años para poder ser diagnosticada, y constituye una consecuencia del proceso normal de producción, cuando no se emplean las precauciones necesarias para evitarlas.

Resulta más difícil, por esto, obtener estadísticas de enfermedades ocupacionales. Los epidemiólogos aceptan que entre el estado de salud completa y el de enfermedad existen numerosos puntos intermedios, incluyendo fases sub-clínicas de las que no se dan cuenta ni el enfermo ni el médico. Su descubrimiento oportuno se ve complicado además porque los signos y síntomas que presentan son similares, en muchos casos, a los de las enfermedades comunes.

lo que dificulta el diagnóstico cuando no se dispone de médicos especializados en medicina del trabajo, muy escasos en todo el mundo, y de laboratorios igualmente especializados.

Debido a esto no existen, en ningún país, buenas estadísticas sobre enfermedades ocupacionales. Se puede citar, sin embargo, algunos ejemplos que permiten mostrar la gravedad del problema. De las cifras aportadas al Primer Seminario Latinoamericano de Salud Ocupacional, al que se ha hecho referencia, se puede extraer las siguientes:

| Problema          | País     | Número de personas estudiadas           | Sanos % | Enfermos y Sospechosos % |
|-------------------|----------|---|---------|--------------------------|
| <u>Antracosis</u> | Colombia | 926                                     | 74.8    | 25.2                     |
|                   | Chile    | 3 758                                   | 88.7    | 11.3                     |
|                   | Ferú     | 1 300                                   | 88.8    | 11.2                     |
| <u>Arsénico</u>   | Brasil   | 135                                     | 13.4    | 86.6                     |
|                   | México   | No se indicó                            | 5       | 95                       |
|                   | Perú     | 222                                     | 11.3    | 88.7                     |
| <u>Asbestosis</u> | Colombia | 292                                     | 81.6    | 18.4                     |
|                   | Chile    | 618                                     | 65.2    | 34.8                     |
| <u>Cromo</u>      | Chile    | 129                                     | 88.0    | 12.0                     |
|                   | México   | No se indicó                            | 50      | 50                       |
| <u>Dermatosis</u> | Brasil   | 2 138                                   | 96.5    | 3.5                      |
|                   | Chile    | 802                                     | 93.9    | 6.1                      |
| <u>Manganeso</u>  | Chile    | 189                                     | 88.1    | 11.9                     |
| <u>Mercurio</u>   | Colombia | 52                                      | 23      | 77                       |
|                   | Chile    | 65                                      | 40      | 60                       |
| <u>Plomo</u>      | Colombia | 238                                     | 86.3    | 13.7                     |
|                   | México   | No se indicó. Fábricas de acumuladores. |         |                          |
|                   |          | 1956                                    | 79.1    | 20.9                     |
|                   | 1961     | 88.6                                    | 11.4    |                          |
| <u>Silicosis</u>  | Bolivia  | No se indicó                            | 74.4    | 25.6                     |
|                   | Colombia | 999                                     | 77.5    | 22.5                     |
|                   | Chile    | 15 734                                  | 75.3    | 24.7                     |
|                   | México   | Estimación de todos los expuestos       | 80      | 20                       |
|                   | Ferú     | 20 537                                  | 95.8    | 4.2                      |
| <u>Solventes</u>  | Chile    | No se indicó                            | 53.8    | 46.2                     |
| <u>Talcosis</u>   | Chile    | 478                                     | 84.1    | 15.9                     |

Se puede agregar todavía que en el Seminario Regional de Silicosis, celebrado en La Paz, Bolivia, a fines de julio de 1967, con la participación de Bolivia, Chile y Perú y bajo el auspicio de la Organización Panamericana de la Salud, se presentaron las siguientes cifras de prevalencia de silicosis, es decir, de porcentaje de enfermos reconocidos sobre el total de trabajadores expuestos al riesgo:

Prevalencia de silicosis según el tipo de empresa

| <u>Tipo de industria</u> | <u>Bolivia</u>  |              | <u>Chile</u>    |              | <u>Perú</u>     |              |
|--------------------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|
|                          | <u>Nº casos</u> | <u>Prev.</u> | <u>Nº casos</u> | <u>Prev.</u> | <u>Nº casos</u> | <u>Prev.</u> |
| Minería total            | 2991            | 25.5%        | 686             | 5.1%         | 1313            | 4.0%         |
| Minería metálica         | 2991            | 25.5%        | 268             | 4.2%         | 1134            | 3.7%         |
| Minería no metálica      | --              | --           | 418             | 5.8%         | 179             | 8.0%         |
| Industria                | --              | --           | 285             | 3.8%         | --              | --           |

La cifra proporcionada por el propio Instituto Nacional de Salud Ocupacional de Bolivia significa que 1 de cada 4 mineros bolivianos ha contraído una enfermedad irreversible, de la cual no sanará jamás y que le provocará una muerte temprana. Esto solo debiera ser suficiente para justificar todas las inversiones que se hagan con el objeto de corregir esta situación.

Enfermedades comunes

Como en el caso de los accidentes ocurridos fuera del ambiente laboral, no es posible dejar de considerar las enfermedades comunes, no ocupacionales, al hablar de la salud de los trabajadores. Los estudios realizados muestran que las tasas de morbilidad y mortalidad en las clases asalariadas son más altas que en los estratos económicamente mejor dotados de la sociedad. Esto tiene su origen en las deficientes condiciones nutritivas, ambientales e higiénicas en

que suelen vivir. La atención médica es también generalmente más pobre. Todo esto repercute necesariamente sobre su salud y la de sus familias, aumentando el número de las enfermedades y haciéndolas más serias.

De acuerdo a un estudio realizado en Chile entre más de 2 millones de trabajadores afiliados al Servicio de Seguro Social, estos pierden un promedio de 14 días por persona y por año debido a las enfermedades comunes, a los que se deben sumar los días perdidos por las enfermedades ocupacionales, que ya hemos discutido anteriormente.

#### CONSECUENCIAS PARA LA ECONOMIA

No es fácil hacer un cálculo más o menos preciso del costo total para un país de los accidentes y enfermedades ocupacionales. En él debería considerarse el valor de los equipos y maquinarias destruidos o deteriorados y de las materias primas y productos elaborados dañados, el costo de la atención médica y de las compensaciones pagadas, lo que dejan de ganar los operarios afectados, etc. Esto es relativamente fácil para los accidentes denunciados y, especialmente, los que afectan a trabajadores asegurados. Las grandes industrias, por su parte, que saben bien que los accidentes del trabajo pueden alcanzar costos elevados, suelen mantener buenas estadísticas, especialmente cuando cuentan con Departamentos de Seguridad encargados de la prevención.

Mucho más difícil es conocer el costo real de los accidentes no denunciados, como los que sólo ocasionan una herida leve o producen la pérdida de menos de una jornada de trabajo. En igual forma, en ningún país del mundo se tiene idea, siquiera aproximada, del costo efectivo de las enfermedades ocupacionales salvo el de aquellas que, como la silicosis y otras neumoconiosis, son irreversibles y suelen ser las únicas que se compensan.

Imaginemos un país latinoamericano, con una fuerza laboral de 1 600 000 personas, en el que se producen 200 000 accidentes por año, con 450 muertes. Hechos los cálculos del caso se ha encontrado que el índice de frecuencia es de 50 y el de gravedad de 1500. Tratemos de calcular la repercusión económica de estos accidentes.

Los servicios de seguridad social y las compañías privadas de seguros indican que los gastos por atención médica y por indemnizaciones fueron los siguientes:

|                       |      |                  |
|-----------------------|------|------------------|
| Atención Médica       | US\$ | 680 000          |
| Atención hospitalaria |      | 2 200 000        |
| Indemnizaciones       |      | <u>3 500 000</u> |
| TOTAL                 | US\$ | 6 380 000        |

Estas cifras son las únicas que disponemos en cuanto al costo real y efectivo de los accidentes y enfermedades del trabajo conocidos y compensados. Para el resto sólo podemos hacer estimaciones. A estos costos, llamados directos, deben agregarse los costos indirectos, debidos a destrucción de equipo y maquinarias, a pérdidas de materias primas y productos elaborados, a jornadas de trabajo perdidas por los compañeros de los afectados, al reemplazo por personal con menor experiencia, etc., etc. Estudios realizados en Estados Unidos muestran que entre los costos directos e indirectos existiría una relación de 1 a 4. Creemos que esta cifra es demasiado elevada para nuestros países, donde generalmente los obreros suelen ser menos especializados y donde el equipo y maquinaria utilizados por cada uno tiene un costo más bajo. Si aceptamos una relación de 1 a 2, la pérdida económica producida por los accidentes alcanzará una cifra de:



|                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| Costos Directos   | US\$ 6 380 000    |
| Costos Indirectos | <u>12 760 000</u> |
| TOTAL             | US\$ 19 140 000   |

Pero todavía debemos agregar más. Del análisis de los índices de frecuencia y gravedad se deduce que, en promedio, por cada accidente se pierden 30 jornadas de trabajo. Los 200 000 accidentes significan, por lo tanto, que se dejaron de efectuar 6 000 000 de jornadas de trabajo. Un estudio realizado en Chile demostró que la relación entre el salario de un obrero y el valor agregado a la producción es de 1 a 5. Es decir, el producto nacional bruto del país aumenta en una cantidad igual a 5 veces lo que el trabajador ha recibido como sueldo. Si suponemos que, en promedio, el salario diario es de \$ 1.50, las 6 000 000 de jornadas tienen un valor de 9 000 000 de dólares. La economía nacional habrá dejado de percibir una cantidad 5 veces mayor, es decir, 45 000 000 de dólares. La pérdida total será:

|                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| Costos Directos   | US\$ 6 380 000    |
| Costos Indirectos | 12 760 000        |
| Menor producción  | <u>45 000 000</u> |
| TOTAL             | US\$ 64 140 000   |

Estas cifras son realmente una subestimación ya que se ha tratado de tomar las relaciones más bajas posible. Corresponden sólo, por otra parte, a las pérdidas producidas por los 200 000 accidentes denunciados y compensados, es decir sólo aquellos que afectan a obreros asegurados y que producen la pérdida de por lo menos una jornada completa de trabajo. Debería todavía agregársele el costo de los accidentes sin lesiones, el de los obreros no asegurados y de los que trabajan por cuenta propia, de

las enfermedades profesionales para las cuales raras veces se tiene conocimiento sobre el costo, etc., etc. Es probable que la cifra real en nuestro país hipotético alcance a una pérdida de por lo menos US\$ 200 000 000 anuales, probablemente similar al de sus entradas en productos de exportación.

Comparemos nuestro ejemplo con algunas cifras reales. De acuerdo a los datos proporcionados al Primer Seminario Latinoamericano de Salud Ocupacional, al que ya hemos hecho referencia, en Chile en 1962 ocurrieron 87 862 accidentes entre 539 218 personas afiliadas al Seguro Social. La tasa de frecuencia fué de 77,7 y la de gravedad de 2 680. El costo directo alcanzó a 3 814 000 escudos. El costo total, considerados los indirectos y la menor producción, alcanzó a US\$ 73 millones, cifra que correspondía al 7,2% del presupuesto nacional. Considerando que la población activa era en ese año de 2 200 000 personas el costo total para la economía fué probablemente de 3 a 4 veces más que la cifra calculada.

En el mismo Seminario México informó que las indemnizaciones pagadas alcanzaban a US\$ 2 650 000. No se proporcionaron otros datos. Venezuela informó que los costos directos, para sólo 260 000 afiliados al Instituto Venezolano de los Seguros Sociales, eran de US\$ 9 450 000.

En cuanto a costos de enfermedades ocupacionales, los únicos datos de que se dispuso fueron los proporcionados al Seminario Regional de Silicosis, celebrado en La Paz en 1967:

Bolivia

Costos directos

US\$ 3 599 520

Chile

Costos directos e indirectos US\$ 19 272 729

Perú

Costos directos e indirectos US\$ 1 730 312

Si consideramos el costo para una compañía individual éste puede alcanzar cifras igualmente elevadas. Para citar un sólo ejemplo, una mina de cobre en Chile estaba pagando más de US\$3 000 000 por año en compensaciones a los obreros pensionados anticipadamente a causa de un diagnóstico de silicosis. Esto la obligó a iniciar un programa activo de control, en el cual invierte poco más de US\$ 350 000 anuales, con la consiguiente economía. En nuestros países se observa que las grandes empresas, a menudo subsidiarias de compañías norteamericanas, mantienen Departamentos de Seguridad destinados a la prevención de los accidentes y enfermedades del trabajo. Esto no lo hacen tanto por razones sociales o humanitarias como porque la experiencia que han adquirido en las instituciones matrices les ha demostrado que esto es un buen negocio. En realidad, la mayor parte de nuestras empresas nacionales quedarían automáticamente desplazadas en un mercado competitivo debido al aumento del costo de su producción ocasionado por los accidentes y enfermedades del trabajo. Sólo la distorsión producida por las leyes de protección a la producción nacional les permite continuar en funciones.

## BENEFICIOS DE LAS CAMPAÑAS DE HIGIENE DEL TRABAJO

Toda campaña de higiene del trabajo tiene como meta directa la disminución de los accidentes y enfermedades laborales. Debería incluir también, como actividades anexas, mejorar todos los índices de salud de los trabajadores y las relaciones entre la industria y el resto de la comunidad. Si ella resulta efectiva deberían obtenerse amplios beneficios. Se revisará algunos de ellos con cierto detalle.

### Disminución del número de accidentes del trabajo

Por definición todo accidente registrado representa una lesión que obliga al reposo, y a veces una incapacidad permanente o la muerte. Toda disminución de los índices de accidentes del trabajo representa, por lo tanto, un correspondiente menor número de lesiones e incapacidades. Este es el beneficio directo más importante que se debe perseguir en toda campaña de seguridad industrial. Todo lo demás, en estricto rigor, debería considerarse secundario.

Aunque se define accidente como un hecho "no previsto", esto no debe interpretarse como "no previsible". Toda campaña de seguridad industrial se fundamenta, precisamente, en que los accidentes son previsibles y evitables. Al corregir las condiciones inseguras existentes en el ambiente laboral y al tratar de modificar las acciones inseguras en que incurren los trabajadores se está precisamente previniendo la ocurrencia de accidentes al suprimir las causas que los inician.

Hasta revisar las estadísticas de accidentes de cualquier empresa o grupo de industrias, y aún de un país completo, que inicia una campaña activa y bien llevada de seguridad industrial para darse cuenta de los beneficios que pueden obtenerse en relación con el número de accidentes, con la consiguiente disminución del número de lesiones, incapacidades y muerte, y de su cortejo de sufrimientos para el trabajador mismo y sus familiares. No es difícil citar cifras al respecto. Por ejemplo, en los Estados Unidos, de acuerdo a una información proporcionada en 1965 por el Consejo Nacional de Seguridad (National Safety Council), el número de muertes debido a accidentes industriales disminuyó entre 1912 y 1924 de 21 por 100 000 personas a exactamente la tercera parte, es decir, 7 por 100 000 personas. Esto significó que mientras en 1912 hubo aproximadamente 20 000 muertes debido a accidentes laborales, en 1954, con el doble número de trabajadores y con un producto nacional bruto 5 veces mayor, sólo se produjeron 14 200 muertes por la misma causa. Se puede citar igualmente algunas empresas latinoamericanas. Así la Compañía de Aceros del Pacífico, empresa siderúrgica chilena, consiguió rebajar entre 1954 y 1960 su índice de frecuencia de accidentes de 108 a 15, y su índice de gravedad de 6000 a 1300. En el mismo país la Empresa Nacional de Electricidad, organismo autónomo pero con capitales gubernamentales, disminuyó su índice de frecuencia de 35.1 en 1957, a 14.9 en 1960.

A este respecto se puede hacer una comparación interesante entre los índices de frecuencia y gravedad de accidentes en los Estados Unidos, en todo Chile y en la Sociedad Minera "El Teniente", también de Chile:

|  | <u>Frecuencia</u> | <u>Gravedad</u> |
|--|-------------------|-----------------|
| Chile, 1962. Todas las industrias            | 67.7              | 2680            |
| Estados Unidos, 1956. Todas las industrias   | 6.96              | 815             |
| Estados Unidos, 1956. Minería no carbonífera | 20.52             | 3569            |
| Sociedad Minera "El Teniente"                | 5.13              | 2506            |
| Chile, 1956. Minería Carbonífera             | 194.23            | No se conoce    |
| Estados Unidos, 1956. Minería carbonífera    | 24.65             | 6293            |

Mientras en general los índices de frecuencia y de gravedad eran 3 a 10 veces más reducidos en los Estados Unidos que en Chile, en la Sociedad Minera "El Teniente" hubo la cuarta parte de accidentes que en la minería del mismo tipo en los Estados Unidos. Sus consecuencias son también inferiores como puede observarse al comparar los respectivos índices de gravedad. Dado que la Sociedad mantiene un programa activo de seguridad, que le ha permitido alcanzar estas cifras, constituye una buena demostración de los beneficios para la salud de los obreros que puede representar una campaña de prevención bien llevada. Con igual facilidad se podría encontrar valores similares en empresas bolivianas, peruanas, salvadoreñas, o de cualquier otro país de Latinoamérica o del mundo.

Estas cifras parecen no decirnos mucho. Conociendo su interpretación, sin embargo, sabemos que ellas representan una disminución importante en horas de dolor y miseria para nuestros trabajadores. Cuando decimos que

tal índice ha disminuído en un determinado porcentaje lo que estamos tratando de indicar, con la frialdad de las estadísticas, es que ha disminuído el número de hombres heridos, el de invalideces y muertes prematuras, el de viudas y huérfanos.

#### Disminución de las enfermedades ocupacionales

Como ya se ha dicho no es fácil obtener, en ningún país del mundo, estadísticas adecuadas sobre enfermedades ocupacionales. Podemos, sin embargo, recurrir otra vez a las estadísticas de la Sociedad Minera "El Teniente" para mostrar los beneficios de una campaña intensiva de prevención. Antes de iniciarla en 1946, la empresa debía conceder pensiones a unos 300 de sus trabajadores en cada año, enfermos debido a una silicosis avanzada o a accidentes del trabajo. Desde que se inició el programa casi no se han presentado casos de enfermedad entre los trabajadores nuevos y ha disminuído considerablemente el de los ocurridos entre trabajadores más antiguos que, por haber estado expuestos al polvo de sílice durante períodos prolongados, tenían ya sus pulmones comprometidos.

Esto no representa un caso aislado. Pese a la exiguidad de las estadísticas otros países latinoamericanos pudieron mostrar algunos de estos beneficios en los trabajos presentados al Primer Seminario Latinoamericano de Salud Ocupacional. Así, el relato de Colombia presenta una disminución de la silicosis en las fundiciones del 9 al 5%, y de la asbestosis, entre los obreros expuestos a este riesgo, del 25.7 al 16.1%. En Perú los estudios comparativos hechos por el Instituto de Salud Ocupacional en 14 Centros

México mostraron una disminución de la prevalencia de silicosis del 7.8 al 5.4%, cifra que de acuerdo al relato presentado al Seminario de Silicosis celebrado en La Paz en 1967 había seguido disminuyendo para llegar a sólo el 4.7%. En el Seminario de Sao Paulo el Perú señaló también que la prevalencia del saturnismo, ocasionado por la ingestión excesiva del plomo, había disminuido del 70.6 al 56.9% en las fábricas de acumuladores para automóviles.

Resulta penoso destacar que prácticamente no existe ninguna sustancia tóxica cuya acción nociva sobre los trabajadores no pueda ser prevenida. Las técnicas para hacerlo son conocidas y en muchos de nuestros países existe personal preparado para aplicarlas. Pese a ello los casos de enfermedad no disminuyen en la proporción en que debieran hacerlo y continúan significando, en todos los países y en todo tipo de industria; una pesada carga económica y un balance doloroso en organismos debilitados, trabajadores enfermos y muertes prematuras.

Una prueba más de los beneficios que se pueden obtener de una campaña de prevención bien llevada la tenemos en las industrias que utilizan sustancias radioactivas, como los reactores atómicos, por ejemplo. El conocimiento que se tenía de su peligrosidad, el temor a sus consecuencias tardías, incluyendo las genéticas que pueden afectar hasta a las generaciones futuras, y el impacto brutal que representó el uso de las bombas atómicas en las postrimerías de la II Guerra Mundial, hizo que tanto la opinión pública como los propios trabajadores se resistiesen a utilizar estas sustancias si no se les daba una razonable seguridad de que ellas no serían



capaces de hacer daño. A consecuencia de esto ya los primeros reactores instalados en el mundo se construyeron incorporando las medidas de prevención recomendadas por una disciplina que a esas alturas había alcanzado su mayoría de edad. Pese a la peligrosidad de las materias que emplean, las industrias atómicas corresponden a uno de los grupos más seguros, y en ellas prácticamente no se producen accidentes ni se registran casos de enfermedades ocupacionales.

#### Beneficios económicos para la propia industria

Como ya se ha dicho, para los gobiernos, entidades encargadas de salvaguardar los intereses de la comunidad, y para los profesionales de salud pública, las únicas razones que debieran determinar la puesta en práctica de un programa de prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales las constituyen los beneficios sociales y humanitarios que se persiguen al tratar de mantener en buenas condiciones de salud a la fuerza laboral. Los móviles que impulsan a las empresas privadas necesariamente tienen que ser otros. Si bien como individuos sus gerentes y ejecutivos son capaces de comprender esto perfectamente, ni ellos ni sus mandantes pueden olvidar que las empresas se han organizado con el objetivo fundamental de obtener una utilidad monetaria. Rara vez pondrán en práctica una campaña de prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales sólo por razones humanitarias. Por el contrario, el ejecutivo progresista la inicia porque la fuerza fría de los números le ha demostrado que con ello aumentarán sus utilidades. Ha tenido la oportunidad de analizar las cifras correspondientes y ha llegado a determinar que al invertir una suma de dinero relativamente

pequeña obtendrá ganancias mayores en base a la producción no interrumpida por accidentes o por ausentismo de trabajadores enfermos; la menor pérdida por materias primas, productos elaborados, maquinaria y equipo; la recuperación de materiales y subproductos que al salir al aire o eliminarse en forma de desechos son capaces de contaminar el ambiente laboral, la atmósfera exterior y los cursos y masas de agua; el menor pago de compensaciones a trabajadores incapacitados; la disminución de las primas de seguro, que las compañías conceden generalmente a las industrias donde no ocurren accidentes y enfermedades; la buena voluntad hacia la empresa de los trabajadores y de toda la comunidad, debido a la preocupación que ésta muestra para evitarles enfermedades y contaminación ambiental respectivamente; la disminución del porcentaje de trabajadores que se retiran para irse a otras empresas que les ofrecen mejores condiciones para el desarrollo de sus labores; el mayor rendimiento que se obtiene al poder mantener en servicio a trabajadores de más edad, que debido a su mayor experiencia son capaces de actuar como capataces y supervisores, enseñar a los más jóvenes, y entregar productos de mejor calidad, etc.

En realidad, como ya se ha dicho, la mayor parte de las industrias latinoamericanas no sería capaz, debido a sus altos costos, de funcionar en un mercado competitivo. Pueden seguir produciendo para sus propios países gracias a la protección que les brindan los respectivos gobiernos a través de tarifas aduaneras y prohibiciones de importación. Les es difícil, en cambio, exportar sus productos elaborados a otras naciones donde no disfrutan de estas ventajas. Una parte importante del mayor costo se debe precisamente a las pérdidas ocasionadas por accidentes y enfermedades ocupacionales.

### Beneficios económicos para todo el país

Constituye una verdadera tragedia económica el que los países que están en peores condiciones para afrontarlos sean precisamente los que sufren las mayores pérdidas debido a accidentes y enfermedades ocupacionales. Estas alcanzan en Chile al 7.2% del presupuesto nacional y a casi el 30% de las inversiones totales en salud, lo que significa que con sólo disminuir a la mitad el número de estos infortunios laborales ese país podría aumentar en un 40% sus camas de hospital, el número de médicos, de postas de atención rural, de vacunaciones, etc. Esto no preocupa demasiado a nadie ni se despiertan las inquietudes de la opinión pública, las autoridades ejecutivas o el Parlamento. Si bien es cierto que el Servicio Nacional de Salud mantiene una Sección de Higiene y Medicina del Trabajo, destinada a la prevención de accidentes y enfermedades laborales, su personal es escaso y mal remunerado y no dispone de los suficientes recursos materiales. El total destinado a estas actividades de prevención es del orden de US\$ 100 000 por año, es decir apenas el 1 por 1000 de las pérdidas estimadas producidas exclusivamente por los accidentes registrados.

Las mismas consideraciones pueden hacerse para cualquier otra de las repúblicas latinoamericanas. Los beneficios que obtendría Bolivia si consiguiese disminuir su incidencia y prevalencia de silicosis a cifras tolerables son de tal magnitud que podrían significar una importante alteración de la situación económica del país. Vale la pena destacar que su Instituto Nacional de Salud Ocupacional cuenta con la capacidad técnica para hacerlo y sólo necesitaría del apoyo decidido del Gobierno y de los propios

trabajadores, además del indispensable respaldo económico, para que en pocos años los resultados fuesen visibles. Esto es igualmente válido para otros países.

### Mejores relaciones de las industrias con sus obreros y la comunidad

Otro de los beneficios importantes de una campaña efectiva de higiene del trabajo lo tenemos en el cambio que ocasiona en las relaciones entre la industria y sus obreros y el resto de la comunidad. Uno de los problemas serios que puede afectar a una empresa es el excesivo reemplazo de personal que, a poco de haber adquirido alguna experiencia, se retira en busca de mejores condiciones de trabajo. Este no es un problema menor. Todo obrero nuevo significa un período de entrenamiento durante el cual produce muy poco y, por el contrario, hace aumentar los costos debido a materias primas dañadas o productos mal elaborados y al disminuir el rendimiento de los trabajadores encargados de enseñarle.

Los estudios realizados al respecto demuestran que un mejor salario no constituye la razón más importante por la cual los trabajadores buscan nuevos empleos. El trato que reciben de sus jefes y superiores y la consideración que ellos les demuestran tienen también una influencia decisiva. El obrero prefiere a menudo continuar en una industria donde ve que hay una preocupación legítima por su salud y su bienestar, donde se instalan oportunamente las medidas adecuadas de control y se le proporcionan los elementos de protección personal que la faena justifique. Será indispensable, al mismo tiempo, una buena educación del trabajador para que

comprenda por qué se toman estas medidas y la importancia que ellas tienen para su bienestar actual y futuro.

En forma similar una industria que se preocupa de mantener buenas relaciones con la comunidad que la rodea puede obtener importantes beneficios, aunque ellos sólo sean de tipo aparentemente negativo, como el no tener que preocuparse de las quejas del vecindario ni de las acciones legales que estos puedan solicitar. Para ello es indispensable que, con la debida oportunidad, se adopten las precauciones necesarias para evitar problemas de ruidos, malos olores, mala disposición de basuras y desechos, contaminación del aire y del agua, etc. Ninguna industria que pretenda ser progresiva puede descuidar estos aspectos. Son numerosos los casos en los cuales una acción del vecindario ha obligado al cierre de una industria o a su traslado urgente y no planificado.

Podemos afirmar con certeza que las actividades de higiene del trabajo tienen plena justificación porque ellas están destinadas a prevenir dolores, enfermedades, invalideces y muerte. Aparte de las razones sociales y humanas, que constituyen su fin fundamental, podemos agregar que al beneficiar considerablemente a la economía particular y nacional representan también un espléndido negocio. Cada dólar invertido en la prevención de accidentes y enfermedades del trabajo está aumentando la riqueza y el bienestar de toda la comunidad.





centro de educación continua  
división de estudios superiores  
facultad de ingeniería, unam.



SEGURIDAD Y SANEAMIENTO PARA LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO

SANEAMIENTO BASICO INDUSTRIAL

ING. ROBERTO HADDAD

Junio, 1979





## SANEAMIENTO BASICO INDUSTRIAL \*

Ing. Ricardo Haddad \*\*

Los trabajadores se encuentran expuestos, como ya se ha visto, a los riesgos de contraer enfermedades ocupacionales o de ser afectados por un accidente laboral. Condiciones higiénicas pobres de los lugares de trabajos pueden, además, acrecentar los riesgos de contraer enfermedades comunes, especialmente del tipo transmisible, cuyo desarrollo puede verse fomentado por el contacto estrecho que suele haber entre las personas que se desempeñan en una misma empresa y por el uso común de los artefactos sanitarios.

En forma similar las condiciones en que se desarrollan las labores pueden afectar el bienestar de los trabajadores. Toda empresa tiene la obligación de procurar a sus colaboradores un ambiente agradable y sano. La legislación de salud ocupacional debería incluir también estos aspectos.

Revisaremos brevemente algunos de los puntos más importantes en relación con las condiciones de saneamiento básico en los lugares de trabajo.

---

\* Curso sobre Seguridad y Saneamiento para los Servicios de Agua y Alcantarillado. México, junio, 1979.

\*\* Consultor del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) de la Organización Panamericana de la Salud.

1. Condiciones generales de la construcción

Los terrenos destinados a la erección de fábricas, establecimientos industriales o cualquier otro tipo de lugares de trabajo deberían ser secos o, en caso contrario, debería incluirse en los proyectos correspondientes los sistemas de drenaje que aconseja la técnica. No deberían estar atravesados por acequias o cursos de agua o, cuando esto sea indispensable, deberían estar revestidos o abovedados convenientemente. Los lugares de trabajo deben mantenerse permanentemente aseados, tanto exterior como interiormente. Ya se ha visto la importancia del orden y mantenimiento de los talleres como método de prevención de enfermedades ocupacionales y de accidentes del trabajo. En forma similar el aseo permanente, el retiro oportuno de basuras y desechos, el lavado periódico de pisos y paredes, contribuirá a que el ambiente de trabajo sea más agradable y sano.

Lo dicho más arriba se debería aplicar a cualquier tipo de lugar de trabajo, incluyendo las labores agrícolas y mineras, en lo que les sea pertinente, sin que esto signifique dejar de reconocer las condiciones especiales en que se desenvuelven estas actividades, que hacen indispensable aceptar condiciones diferentes. Esto no debería eximir, sin embargo, a las respectivas empresas de la obligación de realizar los mayores esfuerzos para tratar de conseguir que las faenas se desarrollen en un ambiente limpio y agradable.

Los lugares de trabajo deben tener volúmenes adecuados al número de trabajadores. Aunque no existen acuerdos definidos al respecto, la legislación laboral suele señalar cifras del orden de los 10 metros cúbicos por

obrero. La altura de las salas deberá ser siempre superior a los 2.50 mts. Si resulta indispensable utilizar volúmenes menores esto debería ser compensado mediante ventilación forzada que asegure un suministro mínimo de 20 metros cúbicos de aire por persona y por hora.

Con el objeto de favorecer la limpieza se recomienda pintar las paredes interiores de los edificios de colores claros, sobre los cuales las manchas resaltan más fácilmente. Esto contribuye además en forma importante a mejorar la iluminación. Para evitar la monotonía se recomienda utilizar más de un color y, en especial, pintar con colores diferentes las partes fijas y móviles de las maquinarias. En forma similar cuando en una industria existen conductos para distintos fluidos debería adoptarse un código que señale un color diferente para cada uno. Esto favorece las reparaciones y evita accidentes.

## 2. Servicios higiénicos

Todo lugar de trabajo debe contar con un número adecuado de artefactos sanitarios, que guarden proporción con el número de trabajadores que los ocupen, los que deben ubicarse en lugares convenientes y a distancias adecuadas de las faenas. La mayor parte de las legislaciones suelen incluir tablas que señalan el número de excusados, urinarios, lavabos, duchas, etc., de acuerdo al número de trabajadores. A modo de ejemplo se agrega a continuación algunos datos extractados de la legislación de saneamiento básico industrial de Colombia y Chile:

Colombia:

Inodoros:

|                   |   |
|-------------------|---|
| Hasta 15 personas | 1 |
| Hasta 30 personas | 2 |
| Hasta 50 personas | 3 |

Debe agregarse uno más por cada 25 personas adicionales.

Cuando se instalen orinales, se puede reemplazar una tercera parte de los inodoros especificados por igual número de orinales.

Lavamanos:

Los establecimientos industriales contarán por lo menos con un lavamanos por cada 15 trabajadores, hasta un número de 100; por encima de este, se exigirá un lavamanos por cada 20 trabajadores adicionales.

Baños de ducha:

Cuando sean necesarios los baños, se deben instalar en la siguiente proporción:

|                   |         |
|-------------------|---------|
| Hasta 10 personas | 1 baño  |
| Hasta 15 personas | 2 baños |

Debe agregarse un baño por cada 15 personas adicionales.

Chile:

Debe instalarse servicios higiénicos de acuerdo a una extensa tabla, de la cual se resume lo siguiente:

| <u>Nº máximo de operarios en trabajo</u> | <u>Excusados</u> | <u>Urinarios</u> | <u>Lavamanos</u> | <u>Baños de ducha</u> |
|--|------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| 5  | 1                | 1                | 1                | 1                     |
| 10                                       | 2                | 1                | 1                | 1                     |
| 20                                       | 2                | 2                | 2                | 2                     |
| 40                                       | 4                | 3                | 3                | 3                     |
| 80                                       | 5                | 5                | 5                | 5                     |
| 120                                      | 7                | 6                | 6                | 6                     |
| 160                                      | 8                | 8                | 7                | 7                     |
| 200                                      | 9                | 9                | 9                | 8                     |
| 240                                      | 10               | 10               | 10               | 10                    |

Cuando en el establecimiento haya más de 240 operarios, deberá agregarse un artefacto por cada 30 personas sobre ese número.

Cuando se trate de servicios para los obreros de sexo masculino se instalará el 75% de los excusados indicados en la tabla anterior, pero se instalarán en cambio los urinarios que indica la tabla.

Cuando se trate de obreros del sexo femenino se instalará el total de los excusados que indica la tabla y se excluirán los urinarios.

No basta sin embargo cumplir con la instalación de la cantidad especificada. Los servicios higiénicos deben mantenerse escrupulosamente aseados ya que, por razones obvias, pueden constituir una fuente importante de contagios o afectar al bienestar de los trabajadores debido a la producción de malos olores. El aseo adecuado de estos servicios constituye además una contribución valiosa para inculcar buenos hábitos higiénicos

a los trabajadores. Resulta más sencillo imponer normas de seguridad cuando el personal se da cuenta de que la empresa no sólo da órdenes, sino que se preocupa además en forma efectiva y concreta de su higiene y bienestar.

Los baños y lavabos deberían contar siempre con agua caliente en abundancia, lo que a menudo se puede obtener en forma económica en la mayor parte de las faenas industriales. Deberían disponer de guardarropas individuales para cada uno de los trabajadores y, especialmente cuando las labores incluyen el empleo de materiales sólidos o líquidos tóxicos, debería haber casilleros separados para la ropa de calle y la de trabajo, para impedir que los obreros lleven los contaminantes hasta sus hogares. El sistema ideal es contar con vestuarios dobles, ubicados antes y después de la sección duchas. Los obreros pueden así desvestirse, guardar su ropa de trabajo, asearse convenientemente y continuar hacia la segunda sala de vestuario donde habrán guardado sus ropas de calle.

La provisión de servicios higiénicos en cantidad y calidad aceptables, y ubicados a una distancia adecuada de las faenas, suele verse bastante dificultada en las labores agrícolas y mineras, especialmente en las cercanías de los frentes de trabajo. Esto no debería significar, sin embargo, la aceptación de que estas faenas deben ser necesariamente incómodas o antihigiénicas. Por el contrario, estas mismas dificultades constituyen un desafío que obliga a poner más cuidado e imaginación para obtener una solución conveniente. En forma similar, en este tipo de labores la disposición adecuada de las excretas se hace difícil y a veces costosa. Se

recomienda en estos casos el uso de letrinas sanitarias instaladas en puntos adecuados, del tipo portátil en el caso de la minería. En las faenas industriales esto representa normalmente un problema de mucho menor envergadura y generalmente se puede recurrir a la conexión a los servicios de alcantarillado municipales o a la construcción de sistemas privados, como fosas sépticas u otros.

### 3. Agua potable

El agua destinada a la bebida deberá ser potable y fresca y debería ser suministrada mediante bebederos higiénicos, ubicados a una distancia conveniente de las faenas y en una proporción adecuada al número de trabajadores. Estos bebederos deberían contar con dispositivos que impidan que la boca de una persona pueda ponerse en contacto directo con el extremo del caño de salida del agua. Un abasto adecuado en cantidad y calidad de agua corriente es especialmente importante en las faenas en las que los obreros están sometidos a esfuerzos o a calor excesivo. Esto los induce a una transpiración copiosa que debe ser compensada mediante la ingestión de agua en cantidades elevadas.

En las faenas agrícolas y mineras no siempre resulta posible, por su misma naturaleza, la instalación de bebederos con agua corriente, en especial en los frentes de trabajo. El suministro debería hacerse mediante depósitos cerrados y escrupulosamente limpios, provistos de una válvula que haga innecesaria la introducción de vasos, jarros u otros receptáculos en el depósito mismo. El agua debe cambiarse con frecuencia y encontrarse siempre a la disposición de los trabajadores en cantidad suficiente. Estos depósitos deberán mantenerse en lugares frescos.

#### 4. Comedores

Todo lugar de trabajo debería disponer de un comedor o lugar adecuado, separado de los talleres mismos y de cualquier fuente de contaminación, destinado exclusivamente al consumo de alimentos, especialmente cuando las faenas exigen la permanencia de los trabajadores por períodos largos, de 4 horas o más. Se debería disponer de mesas en número suficiente, con cubierta lavable e impermeable, y mantener el local en general en muy buenas condiciones de limpieza. El almacenamiento o consumo de alimentos en los talleres o lugares de trabajo en los que se manipule cualquier sustancia tóxica debería quedar estrictamente prohibido.

Las condiciones especiales de las faenas agrícolas y mineras hacen una vez más bastante difícil el cumplimiento de esta obligación. Los servicios de personal deberían preocuparse, en todo caso, de dar a los trabajadores el máximo de comodidades compatibles con el desarrollo adecuado de sus labores.

#### 5. Servicios de primeros auxilios

La atención inmediata de pequeñas heridas y golpes, la atención de urgencia a una persona que ha sufrido un golpe eléctrico, un destajo, una caída, etc., puede evitar infecciones serias o salvar vidas. De ahí la importancia de que en toda faena se disponga de los elementos indispensables para la atención de primeros auxilios y, más importante aún, que se cuente siempre con una persona con la experiencia y los conocimientos indispensables para proporcionarla.



La cantidad de equipo y materiales de que se disponga y los conocimientos de la persona que los tenga a su cargo deben concordar con el tamaño y peligrosidad de las faenas. En todo lugar de trabajo debería haber por lo menos, cualquiera sea el número de personas que en él se desempeña, un botiquín de primeros auxilios con materiales tales como vendas, algodón, esparadrapo, tijeras, pinzas, alfileres, tablillas de inmovilización, palangana de fierro enlozado, calentador, hervidor de agua, alcohol, agua oxigenada, analgésicos, jabón, etc. La experiencia de las lesiones más habituales que se producen en la industria, o de las posibles irritaciones o intoxicaciones producidas por los materiales que se manipulan, indicará la conveniencia de agregar otros materiales que puedan resultar de uso habitual. El botiquín debería mantenerse siempre en un lugar de acceso fácil a cualquier hora en que la fábrica esté en funcionamiento. En su cercanía debería haber buena iluminación, tanto natural como artificial y, como es lógico, la limpieza debería ser absoluta. Dentro de lo posible debería disponerse en su vecindad inmediata de agua potable corriente, de preferencia caliente y fría.

Se debería poder contar igualmente con por lo menos una camilla y algunas frazadas. Esto es especialmente importante en las faenas de carácter migratorio o temporal donde no siempre se dispone de las facilidades necesarias para atender a un herido o para trasladarlo a un hospital o posta de primeros auxilios.

Cuando el número de obreros lo justifique el botiquín debería complementarse con una sala de primeros auxilios provista de una mesa de atención adecuada, agua potable caliente y fría, frazadas, etc. Esto debería ser

obligatorio para toda faena que cuente con más de 100 obreros y, en el caso de actividades que se desarrollan en el medio rural o en lugares alejados, como las labores mineras, esta obligación debería hacerse extensiva a toda empresa con 50 trabajadores o más.

Tanto el botiquín como la sala de primeros auxilios deberían estar a cargo de una persona que al menos tenga conocimientos elementales en esta materia, que sepa leer y escribir, y a quien se debería hacer responsable de su mantención, de que los utensilios se encuentren perfectamente aseados y en buen estado de uso, y de que el botiquín esté siempre bien provisto. Se facilita considerablemente esta última disposición si en su interior se coloca una lista, pegada a la puerta por ejemplo, de todos los materiales que en él deben encontrarse. Como es lógico, el entrenamiento y la experiencia del funcionario a cargo de los primeros auxilios debería ser mayor a medida que aumenta el número de personas expuestas. Industrias con más de 100 operarios deberían contar por lo menos con auxiliares o enfermeras a tiempo completo.

Todo lo expuesto más arriba es de costo relativamente bajo y fácil de establecer. Puede contribuir, sin embargo, en forma importante al bienestar de los trabajadores, a disminuir los riesgos de transmisión de enfermedades y los peligros que implica cualquier lesión o intoxicación. De aquí la necesidad de preocuparse de estas materias y de mantenerlas en vigencia en cualquier tipo de faenas.

ANEXO

SERVICIO NACIONAL DE SALUD

Zona \_\_\_\_\_

Area \_\_\_\_\_

FICHA DE SANEAMIENTO BASICO EN INDUSTRIAS

**A. GENERALIDADES.—**

Giro \_\_\_\_\_ Localidad \_\_\_\_\_  
 Calle \_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_ Nombre de la Industria \_\_\_\_\_  
 Propietario \_\_\_\_\_  
 Representante \_\_\_\_\_ Persona entrevistada \_\_\_\_\_  
 Capital declarado \_\_\_\_\_ Empleado: H \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_ Obreros: H \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_  
 ¿Hay calderas? \_\_\_\_\_ ¿Cuántas? \_\_\_\_\_ Presión: Kg/cm<sup>2</sup> \_\_\_\_\_ atm. \_\_\_\_\_ lb/pul<sup>2</sup> \_\_\_\_\_

**B. SANEAMIENTO.—**

- |  |    |
|--|----|
| 1) MANTENCION: Local aseado exteriormente (1), interiormente (3), retiro oportuno de desechos (2), de basuras (2), buen estado de techos y paredes (2), cursos de agua abovedados o ausencia de cursos de agua (1)   | 11 |
| 2) ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE: Abastecimiento adecuado en calidad y cantidad en todas las secciones (7), estado satisfactorio de llaves y cañerías (1), ausencia de interconexiones con agua industrial o de filtraciones que puedan contaminar el agua (4)  | 12 |
| 3) BEBEDEROS: Suficientes (2), reglamentarios (2), sanitarios (1) en buen estado (1), bien ubicados (1)  | 7  |
| 4) ELIMINACION DE AGUAS SERVIDAS: Disposición final satisfactoria de aguas negras (4), disposición final satisfactoria de aguas industriales (4), desagües y piletas en buen estado (2)  | 10 |
| 5) SERVICIOS HIGIENICOS: Recinto separado para hombres y mujeres (4), sin conexión directa con talleres (1), pisos de material sólido, impermeables, en buen estado (1), limpios (1), ventilación adecuada (ausencia de malos olores) (2), murallas o zócalos de material lavable, color claro (1), limpios (1), puertas en buen estado (1), iluminación satisfactoria (1) | 13 |
| a) Excusados y urinarios: suficientes (3), reglamentarios (2), en buen estado (1), limpios (2), compartimientos individuales con puertas (1)   | 9  |
| b) Lavatorios: suficientes (3), en buen estado (1), limpios (2), reglamentarios, con agua potable (1)  | 7  |
| c) Baños de lluvia: suficientes y con agua potable (3), agua caliente (3), en buen estado (1), con puertas o cortinas (1), con casaca de desvestir (1)   | 9  |
| 6) SALA DE VESTUARIO: Independiente para cada sexo (2), limpias (2), casilleros individuales, suficientes (3), reglamentarios (2), asientos suficientes (1)  | 10 |
| 7) COMEDOR: adecuado (1), sin comunicación directa con talleres (1), mesas lavables (1), limpio, sin señales de insectos o roedores (2)  | 5  |
| 8) PRIMEROS AUXILIOS: Botiquín bien provisto (3), bien ubicado (1), instalaciones suficientes (1), personal a cargo con conocimientos (2)  | 7  |

C. MOLESTIAS AL VECINDARIO.—

- 1) ¿La industria produce molestias al vecindario? \_\_\_\_\_
- 2) Naturaleza de las molestias en caso de haberlas
  - a) humo \_\_\_\_\_ b) polvo \_\_\_\_\_ c) malos olores \_\_\_\_\_ d) ruido \_\_\_\_\_
  - e) ruidores \_\_\_\_\_ f) moscas \_\_\_\_\_ g) otros \_\_\_\_\_
- 3) ¿Existe Plano Regulador? \_\_\_\_\_

Sector en que está ubicada la industria de acuerdo con el Plano Regulador:

D. POSIBLES RIESGOS.—

Marque en la lista siguiente los riesgos graves que haya observado:

- 1) Polvo en el aire \_\_\_\_\_
- 2) Humos y vapores en el aire \_\_\_\_\_
- 3) Manipulación peligrosa de productos o cáusticos \_\_\_\_\_
- 4) Desperdicios botados indebidamente al alcantarillado público \_\_\_\_\_
- 5) Peligro inminente de incendio o explosión \_\_\_\_\_
- 6) Riesgo inminente y permanente de ciertos tipos de accidentes \_\_\_\_\_

E. OBSERVACIONES.—

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Nombre del Inspector

Firma

FECHA:

Firma del jefe de la Oficina de Saneamiento



centro de educación continua  
división de estudios superiores  
facultad de ingeniería, unam



SEGURIDAD Y SANEAMIENTO PARA LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO

OBJETIVOS Y PRINCIPIOS DE LA HIGIENE Y  
SEGURIDAD INDUSTRIAL

ING. RICARDO HADDAD

Junio, 1979



OBJETIVOS Y PRINCIPIOS DE LA HIGIENE Y  
SEGURIDAD INDUSTRIAL \*

Ing. Ricardo Haddad \*\*

Las distintas formas de la actividad humana, junto con ayudar al hombre de las cavernas a transformarse en el científico y el técnico del Siglo XX, al contribuir al desarrollo de su cerebro, representan a menudo un riesgo importante de accidentes y enfermedades ocasionadas por los mismos materiales, herramientas y equipos que se utilizan en las diversas labores, o por los productos y sub-productos que se elaboran. Esto lo aprendió a su costa el hombre primitivo que vio primero disminuída su capacidad productiva por los accidentes propios de la caza, la pesca y la guerra, las ocupaciones más importantes de su época, y que luego, al hacerse minero, metalúrgico y artesano, encontró las primeras enfermedades ocupacionales. Aunque la medicina de Hipócrates, llamado el padre de esta disciplina, estaba destinada principalmente a las clases más acomodadas, sin prestar mayor atención a los problemas de las clases laborales, se puede encontrar en algunas de las obras que de él se conservan, o que le son atribuídas, referencias que podrían señalar los primeros atisbos de un tratamiento para enfermedades y accidentes relacionados con la ocupación. Plinio el Viejo, en los inicios de nuestra era, hace también menciones similares y describe algunos elementos de protección personal, como máscaras

---

\* Curso sobre Seguridad y Saneamiento para los Servicios de Agua y Alcantarillado. México, junio, 1979.

\*\* Consultor del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) de la Organización Panamericana de la Salud.

hechas con vejigas de animales. Más adelante, ya en el siglo XVI, George Bauer (1494 - 1555), mejor conocido como George Agrícola, a quien podemos calificar como el primer "ingeniero" metalúrgico, completa su tratado "De Re Metallica", publicado póstumamente al año siguiente de su muerte (1556), en cuyo Libro VI se refiere a la ventilación de las minas, describiendo técnicas para hacerla más eficiente y para construir las correspondientes chimeneas. Señala además las enfermedades que afectan a los mineros, aunque sin atribuirles todavía a las causas que ahora aceptamos como válidas. Observó, en forma un poco pintoresca, que en los Cárpatos había encontrado "mujeres que eran viudas de 7 maridos", frase que tal vez mejor que ninguna estadística nos expresa las escasas expectativas de vida de estos trabajadores.

Once años después, y también en forma póstuma, apareció la obra de Aureolus Teofrastus Bombastus von Hohenheim, mejor conocido como Paracelso (1493-1541), uno de los padres de la química y de las ciencias experimentales, publicada bajo el nombre "Von der Bergsucht und anderen Bergkrankheiten" (De los oficios y enfermedades de la montaña - 1567), que tiene el honor de ser la primera dedicada a las enfermedades laborales de los mineros y fundidores de metales. Paracelso las conoció de cerca, e incluso las padeció, ya que, llevado por su interés en la experimentación directa, trabajó en las minas y fundiciones de su época. En su monografía hace referencias a la silicosis y, entre otras, a las intoxicaciones por plomo y mercurio.

El título de padre de la Salud Ocupacional se suele reservar, sin embargo, al médico italiano Bernardino Ramazzini (1633-1714), profesor



de medicina durante más de 18 años en la Universidad de Módena, quien realizó estudios bastante precisos sobre epidemiología. Es probable que, como lo dice Donald Hunter en su tratado "The Diseases of Occupation", si volviese a la vida constituiría para él una sorpresa el comprobar que su nombre es recordado no por sus libros sobre epidemiología sino por su obra bastante más modesta en volumen "De Morbis Artificum Diatriba" (De las enfermedades de los trabajadores), publicada en 1700, justo al terminar el siglo XVII y cuando su autor había cumplido ya los 67 años de edad. En ella se estudian y describen las enfermedades que afectaban a los trabajadores de numerosos de los oficios conocidos, haciendo sobre ellas observaciones precisas y todavía valederas en cierta forma. Sugiere además que cuando un médico visite el hogar de un trabajador debe "tomarse bastante tiempo para examinarlo y agregar, a las preguntas clásicas de Hipócrates, una más: ¿Cuál es su ocupación?". Como dice el Prof. Benjamín Farrington, pocas veces un hombre ha planteado con más precisión y menos alboroto una innovación revolucionaria, que sobrepasaba a las prácticas enseñadas durante más de 2000 años. Que ella es valedera todavía lo demuestra la siguiente conclusión del Seminario Regional de Silicosis, celebrado en La Paz, Bolivia, en julio de 1967, con asistencia de representantes de Bolivia, Chile y el Perú: "La historia ocupacional constituye uno de los elementos fundamentales para el diagnóstico de las enfermedades ocupacionales".

El siglo XVIII, que presencié la muerte de Ramazzini, constituyó una época de profundos e importantes cambios tecnológicos, que dieron nacimiento

a lo que al parecer fue Arnold Toynbee quien bautizó como la revolución industrial, en su obra publicada también después de su muerte, en 1884, y denominada precisamente "Conferencias sobre la Revolución Industrial en Inglaterra". La patente otorgada a James Watt en 1781 para una máquina de vapor de movimiento rotatorio, y la invención en 1785 de un regulador automático de velocidad, usado todavía hasta la fecha, permitieron al hombre por primera vez disponer de una fuente de energía controlable, barata y abundante, independizándolo de las que podríamos llamar naturales, como la energía cinética de las corrientes de agua y del viento, difíciles de controlar, y de la energía del hombre y otros animales, de escaso rendimiento. El éxito de la nueva invención quedó demostrado al instalarse, sólo en Inglaterra y entre los años 1783 y 1800, unas 500 máquinas de vapor.

Esta nueva y valiosa herramienta tecnológica y económica significó una verdadera revolución, económica, social y moral. Permitió el perfeccionamiento de numerosas otras máquinas, la organización de las primeras fábricas de tipo moderno, la destrucción de la sociedad artesanal predominante durante la Edad Media y la abolición de la esclavitud, institución ya inútil por antieconómica. El fenómeno prosigue hasta la época actual, a un ritmo cada vez más acelerado.

La organización de las primeras industrias representó una verdadera tragedia para las clases laborales y proletarias. En talleres oscuros y contaminados por el polvo, el humo y los gases y vapores producidos por los procesos de elaboración se amontonaban hombres, mujeres y niños, en

jornadas de 12 y más horas diarias. Los salarios alcanzaban apenas para adquirir los alimentos y ropas más absolutamente indispensables. Grabados y relatos de la época muestran a mujeres arrastrándose por los túneles de las minas, uncidas como bestias de cargas a los carros que acarreaman los minerales, y a niños de menos de 10 años desarrollando jornadas agotadoras. Los accidentes del trabajo y las enfermedades ocupacionales diezaban a los grupos laborales, cuya expectativa de vida apenas sobrepasaba los 30 años, pero el incipiente desarrollo económico y la falta de especialización los hacía fáciles de reemplazar. Los escritores sociales, sin embargo, comenzaron a describir estas condiciones, que actualmente parecen increíbles, y contribuyeron lentamente a crear un sentimiento de indignación tanto entre los trabajadores como en las clases dirigentes y en toda la comunidad que, en conjunto, comenzó a exigir, y a obtener poco a poco, en una lucha dura que dejó numerosos mártires, un cambio de estas condiciones.

Sin embargo, no fueron tanto las consideraciones humanitarias como las económicas las que mejoraron la suerte de los trabajadores. El desarrollo tecnológico y las nuevas y cada vez más complejas industrias que éste significó dieron origen a los obreros especializados, más difíciles de reemplazar. Los empresarios comenzaron a darse cuenta de que un trabajador enfermo o accidentado podría significar una máquina o equipo detenido, con la consiguiente menor producción y disminución de las ganancias. Surgió así el concepto de que mantener mejores condiciones ambientales dentro de las industrias y otros lugares de trabajo constituía un buen negocio y tanto los gobiernos como las instituciones patronales intentaron corregir las situaciones más serias. Las revoluciones sociales de los siglos XIX

y XX, por otra parte, provocaron el despertar de los trabajadores que comenzaron a exigir, cada vez con más energía, condiciones de trabajo más dignas y confortables, que no pusiesen en peligro su salud y su vida.

La primera guerra mundial (1914-1918), con la introducción de numerosas sustancias químicas peligrosas y la necesidad de construir y preparar los armamentos, el vestuario y los alimentos que precisaba un ejército que comenzaba a mecanizarse, asignaron una mayor importancia a las fuerzas laborales que, aunque alejadas de los frentes de batalla, podían significar un aporte decisivo a la victoria o la derrota. Comenzaron a desarrollarse los primeros intentos científicos de proteger a los trabajadores, analizando las enfermedades que los aquejaban, estudiando las condiciones ambientales y revisando la distribución y diseño de la maquinaria y equipo con el objeto de prevenir y evitar los accidentes del trabajo y las incapacidades consiguientes. Este movimiento continuó en la época entre las 2 guerras mundiales y adquirió su mayoría de edad durante el transcurso de la segunda, cuando pronto ambos bandos en lucha comprendieron que el triunfo sería de aquel que tuviese una mayor capacidad industrial. El ejército de trabajadores, en el frente interno, alcanzó tanta o mayor importancia que el que luchaba en las líneas de batalla, y el triunfo fue finalmente decidido por el ingreso a favor de uno de los contendores de la mayor potencia industrial de ese entonces. Para ello fue absolutamente indispensable mantener el mayor número de obreros junto a sus máquinas y herramientas, lo que se veía complicado por el ingreso a las fábricas de personal sin experiencia y de ancianos, semi-inválidos y menores de edad, además de la permanente introducción de nuevos materiales y

herramientas, capaces de producir intoxicaciones y accidentes. La higiene y seguridad industriales se convirtieron definitivamente en un componente importante del proceso productivo, y así lo siguen entendiendo los países más desarrollados.

En la América Latina los movimientos sociales iniciados alrededor de la década del 20 hicieron surgir los primeros intentos de protección de los trabajadores, aunque con anterioridad ya existían en diversos países algunas disposiciones al respecto, generalmente con poca base técnica. A partir de 1947 los programas de ayuda norteamericanos, basados en el conocido Punto Cuarto enunciado por el Presidente Truman, dieron a estas disciplinas un nuevo y vigoroso impulso. Desde su base en Lima, un grupo de expertos del Instituto de Asuntos Interamericanos, dirigidos por el Ing. John J. Bloomfield, organizaron o reorganizaron los servicios de Salud Ocupacional en Perú, Chile, Bolivia, Colombia, Venezuela, etc. y realizaron estudios en varios otros países. Se fundó el Instituto de Salud Ocupacional del Perú, al que cupo una labor pionera en la formación de personal mediante entrenamiento en servicio, lo que permitió dar nueva vida a los programas de casi toda América. La organización del Instituto de Higiene del Trabajo y Contaminación atmosférica de Chile, en junio de 1963, con el aporte económico del Fondo Especial de las Naciones Unidas y la asesoría técnica de la Organización Panamericana de la Salud, Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud, contribuyó también eficazmente a ello al iniciar a partir de 1965 la dictación de cursos de post-grado regulares, intensivos y a tiempo completo, con una duración de 6 a 10 meses, para ingenieros, médicos y químicos de todo el Continente.

A la fecha, aparte de los Institutos de Perú y Chile, existe un Instituto Nacional de Salud Ocupacional en Bolivia, y Servicios de Higiene Industrial activos en Colombia, Cuba, El Salvador, México, Uruguay y Venezuela, mientras que Argentina, Brasil y Ecuador, y algunos países centroamericanos, están luchando por implantarlos. Para ayudar a su desarrollo la Organización Panamericana de la Salud mantiene en Lima a consultores especializados en Higiene Industrial y Contaminación Atmosférica, integrados al Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). Concede además todos los años becas para realizar estudios de especialización o visitas de observación a países americanos o europeos y colabora a la dictación de cursos, revisión y formulación de programas, etc.

#### DEFINICION

El Comité conjunto de expertos en Salud Ocupacional de la Organización Internacional del Trabajo y la Organización Mundial de la Salud ha propuesto la siguiente definición:

"La Salud Ocupacional tiene como finalidad promover y mantener el más alto grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las profesiones; evitar el desmejoramiento de la salud causado por las condiciones de trabajo; protegerlos en sus ocupaciones de los riesgos resultantes de los agentes nocivos; ubicar y mantener a los trabajadores de manera adecuada a sus aptitudes fisiológicas y psicológicas y, en suma, adaptar el trabajo al hombre y cada hombre a su trabajo."

Por su parte, la Asociación Norteamericana de Higiene Industrial (American Industrial Hygiene Association) la define como sigue:

"La Higiene Industrial es una ciencia y un arte que tiene por objeto el reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores ambientales o tensiones que se originan en el lugar de trabajo y que pueden causar enfermedades, perjuicios a la salud o al bienestar, o incomodidades e ineficiencia entre los trabajadores o entre los ciudadanos de la comunidad."

De estas definiciones podrían deducirse los siguientes objetivos y principios de lo que suele denominarse Higiene Industrial, Higiene del Trabajo, Higiene y Seguridad Industrial, Medicina del Trabajo, Medicina Ocupacional, Salud Ocupacional, etc., diversos nombres que, con ligeras diferencias de matices, señalan a la disciplina encargada de proteger la salud de los trabajadores.

## OBJETIVOS

El objetivo fundamental de la Salud Ocupacional es conseguir que los trabajadores se vean libres, a lo largo de toda su vida de trabajo, de cualquier daño a su salud ocasionado por las sustancias que manipulan o elaboran, los equipos, maquinarias y herramientas que utilizan o por las condiciones en que desarrollan sus actividades. En igual forma intenta garantizarles un ambiente agradable y libre de incomodidades.

Para alcanzar estos objetivos utiliza las técnicas de la ingeniería, la medicina y la química, como asimismo las de otras disciplinas afines, para medir, evaluar y controlar las condiciones ambientales que podrían afectar a la salud o el bienestar de los trabajadores al constituir un riesgo potencial de accidentes o enfermedades ocupacionales, y para obtener la recuperación de la salud de los trabajadores enfermos.

### PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

Se puede enunciar algunas premisas básicas, que podrían considerarse fundamentales en Salud Ocupacional, y que determinan el tipo de acciones que deben adoptarse para la prevención de los accidentes y enfermedades profesionales. Entre las más importantes podemos mencionar las siguientes:

1. El accidente y la enfermedad ocupacional constituyen una consecuencia de las condiciones imperantes en el ambiente de trabajo o de las actitudes de los trabajadores. Comprueban este aserto diversos y numerosos estudios estadísticos que demuestran la existencia de una correlación estrecha entre el número y gravedad de los accidentes y enfermedades ocupacionales y las condiciones del equipo y las maquinarias, las concentraciones de sustancias tóxicas en el aire de los lugares de trabajo y las actitudes de trabajadores y empresarios.
2. Como consecuencia de lo anterior resulta posible medir, determinar y evaluar la existencia, grado y magnitud de condiciones de trabajo desfavorables y predecir, en base a estas determinaciones, la magnitud del riesgo



a que están expuestos los trabajadores y el número y gravedad probables de los accidentes y enfermedades ocupacionales que se pueden esperar dentro de un período dado.

3. Los accidentes y enfermedades ocupacionales no constituyen hechos imprevisibles ni son producto del azar. Tampoco deben considerarse como una fatalidad ineludible ni como inherentes a determinadas ocupaciones. Por el contrario, representan la consecuencia de una cadena causal de diversos hechos y circunstancias que, si son conocidos y analizados, permiten su prevención.

4. Existen niveles de tolerancia para las distintas sustancias tóxicas que pueden encontrarse en el ambiente de trabajo, capaces de producir una enfermedad ocupacional si ingresan al organismo en cantidad suficiente. Por debajo de estos límites permisibles puede esperarse que, en condiciones normales, no se produzcan enfermedades o molestias a los trabajadores.

5. Las enfermedades ocupacionales son originadas por la combinación de:

- a) Una concentración ambiental de contaminantes superior a los límites permisibles; y
- b) Un tiempo de exposición de los trabajadores suficientemente largo.

La cantidad de cualquier tóxico que ingresa al organismo estará determinada por la combinación de concentración ambiental y tiempo de exposición, y si el producto de ambos es suficientemente elevado se puede alcanzar una concentración orgánica superior a la que los procesos metabólicos puedan

eliminar o a la que el cuerpo humano puede soportar sin alteración de sus funciones fisiológicas normales. Es posible, en consecuencia, prevenir las enfermedades ocupacionales actuando sobre la concentración de los contaminantes en el ambiente de trabajo o sobre el tiempo de exposición de los trabajadores.

6. Aunque las concentraciones de contaminantes en los ambientes de trabajo, capaces de producir enfermedades ocupacionales, son muy bajas y varían constantemente tanto en el tiempo como en el espacio, existen técnicas de muestreo y análisis que permiten medir estas concentraciones con suficiente precisión.

7. Existen técnicas de ingeniería que permiten controlar el ambiente de trabajo para evitar que las concentraciones de tóxicos ambientales sobrepasen los límites permisibles, o diseñar los equipos en forma tal que se eviten los accidentes laborales. Toda faena puede realizarse en condiciones seguras y sanitariamente adecuadas por lo que no puede afirmarse que existan enfermedades o accidentes ocupacionales inevitables.

8. El reconocimiento, evaluación y control de los riesgos a que están expuestos los trabajadores constituye una labor que debe ser abordada por un equipo multiprofesional en el que participen por lo menos el ingeniero, el médico y el químico, acompañados en lo posible por especialistas en otras disciplinas afines. Los intentos unilaterales de control suelen fallar porque no existe un profesional capaz de dominar en su totalidad los diversos aspectos del problema, esencialmente multifacético.

9. La enfermedad profesional es normalmente de carácter insidioso y de desarrollo lento constituyendo una consecuencia del desarrollo normal de faenas realizadas en una forma inadecuada. Por cada enfermo reconocido como tal existen numerosos casos de trabajadores con su salud parcialmente resentida, correspondientes a enfermedades sub-clínicas que no son reconocidas por los afectados, sus patrones, ni los médicos tratantes, si no son sometidos a un examen cuidadoso, con técnicas especializadas capaces de detectar alteraciones tempranas. La historia ocupacional constituye un elemento fundamental del diagnóstico y el médico debe considerarla cada vez que se encuentre frente a un trabajador enfermo.

10. La aplicación de las técnicas de prevención de los accidentes y enfermedades ocupacionales no constituye un gasto ni una inversión no productiva. Por el contrario, resultan económicamente interesantes para los empresarios. La destrucción de maquinarias, equipos, materias primas y productos elaborados, como asimismo la incapacidad física y el consiguiente reemplazo de obreros especializados, que constituyen la secuela normal de las labores realizadas en condiciones y ambientes inadecuados, conjuntamente con el menor rendimiento de los trabajadores en etapas no reconocidas de las enfermedades ocupacionales, son de un costo mayor que todas las inversiones que puedan hacerse para controlar y prevenir estos daños. Dicho costo se ve además aumentado por el gasto en seguros, atención médica, pensiones, etc., que representa todo accidente o enfermedad ocupacional.

En resumen, si bien el trabajo humano puede acarrear accidentes y enfermedades ocupacionales, las técnicas conocidas de salud ocupacional

permiten a los profesionales especializados reconocer, evaluar y controlar los ambientes de trabajo y prevenir dichos accidentes y enfermedades. Las actividades de prevención tienen un costo muy inferior a las consecuencias que representan estos infortunios y su aplicación resulta, por lo tanto, de una clara conveniencia para los trabajadores, los empresarios y toda la comunidad:



centro de educación continua  
división de estudios superiores  
facultad de ingeniería, unam



CURSO DE SEGURIDAD Y SANEAMIENTO PARA LOS SERVICIOS  
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL ALMACENAMIENTO Y MANEJO  
DE CLORO GASEOSO

Ing. Ricardo Haddad

15 Junio de 1979.



## INFORME TECNICO No. 70

Preparado por: Ing. Ricardo Haddad

Fecha: 7 de enero de 1972

Asunto: Condiciones de seguridad en el almacenamiento y manejo de cloro gaseoso

### Antecedentes

El cloro gaseoso es el elemento de desinfección más utilizado en las plantas de tratamiento de agua. Las Empresas Públicas de Medellín están construyendo la segunda etapa de la Planta de La Ayurá, con equipos suministrados por la firma Degremont Argentina S.A., la que ha diseñado un sistema de detección y eliminación de cloro basado en la norma OSN Argentina, que estipula 20 renovaciones/hora del volumen de aire de la cámara de almacenaje de cloro y un escape simultáneo de dos toneladas de cloro gas. En la planta de La Ayurá se tendrá 55 cilindros de cloro de 1 tonelada cada uno. Las E.P.P. de Medellín proponen como solución alternativa, de menor costo, rebajar los parámetros de diseño a 12.5 renovaciones/hora y escape de una tonelada de cloro gas. Descartan caber si estos parámetros son aceptables dentro de los rangos de seguridad fijados por las normas internacionales.

### Análisis del problema

El cloro es un compuesto gaseoso, más pesado que el aire, altamente irritante. Produce un olor fácilmente perceptible a concentraciones de 3.5 partes por millón en volumen (ppm). 15 ppm producen irritación inmediata de la garganta. 50 ppm son peligrosas, aún para exposiciones cortas. 1,000 ppm pueden llegar a ser fatales, aún cuando la exposición sea breve. En las plantas de agua potable se lo copia en la forma de cloro líquido, almacenándolo en cilindros de acero, cuyo peso puede ser hasta de una tonelada (2,000 libras), los que se conectan a los aparatos cloradores, que lo suministran al agua en forma gaseosa. Pueden producirse escapes por desperfectos en las tuberías y uniones. Es habitual que escapen pequeñas cantidades durante la conexión de nuevos cilindros y la desconexión de los mismos. En caso de emergencias pueden llegar a volcarse uno o más cilindros completos.

En atención a su peligrosidad, y a los riesgos de accidentes, se recomienda mantener los cilindros en habitaciones herméticas que deben estar adecuadamente ventiladas. Debe disponerse de respiradores

apropiadas (máscaras), y todos los trabajadores deberían estar bien entrenados en su uso. La conexión y desconexión de cilindros debería hacerse siempre utilizando un respirador especial para cloro.

La consulta, objeto de este informe, incide en lo que debería considerarse una buena ventilación. La literatura al respecto recomienda hasta 30 renovaciones/hora, es decir, dotar a las salas de almacenaje de ventiladores capaces de extraer, o inyectar, hasta 30 veces el volumen de la sala en una hora. Esto puede significar un ventilador de alta capacidad, y elevado costo, especialmente cuando se tienen cámaras de almacenaje muy grandes.

En opinión de este consultor ésta es una cifra muy elevada y, de todos modos, insuficiente para controlar la masa de cloro gaseoso que podría escaparse de golpe en caso de un accidente grave, como la rotura o explosión de un cilindro, quebradura de una válvula, etc. Por este motivo no ve inconvenientes en que se rebaje la cifra a 12.5 renovaciones/hora, como proponen las Empresas Públicas de Medellín. Esta ventilación será suficiente para controlar los escapes normales que se puedan producir.

Mucho más importante es un buen diseño del sistema de ventilación. El método más adecuado sería la inyección de aire por la parte superior, con suficientes aberturas de escape en la parte inferior. Es importante la dimensión de las aberturas de escape que debe ser suficiente para permitir que todo el aire inyectado salga con facilidad. En caso contrario se produciría dentro de la sala una presión positiva, que reduciría considerablemente la efectividad del ventilador.

El principal inconveniente de este método de diseño es que el aire impregnado de cloro escapa sin control alguno, pudiendo producir daños y molestias en las cercanías. Por este motivo, en especial cuando hay zonas de trabajo o lugares habitados muy próximos, lo que debiera evitarse, resulta preferible enviar el cloro liberado hacia chimeneas de evacuación. Esto puede conseguirse mediante un extractor en la parte superior de la habitación, conectado a una chimenea o, mejor aún, mediante un inyector combinado con una chimenea de evacuación como única abertura de la sala. Dada la alta densidad del cloro gaseoso será preferible que esta chimenea se extienda hasta unos 50 cms. del nivel del suelo, con el objeto de que los gases sean empujados hacia ella sin obligarlos a recorrer todo el espacio libre de la habitación.

El mejor efecto se obtendría, sin embargo, instalando campanas dobles de extractores directamente sobre los puntos de trabajo, donde más fácilmente puede escaparse cloro. Este diseño será el más efectivo de todos y permite un control adecuado de los escapes impidiendo la difusión de gases corrosivos a través de la sala. En opinión de este consultor, tanto con un diseño de este tipo como con los otros que se han recomendado,



bastaría una capacidad de extracción o inyección de aire de hasta 10 veces el volumen de la habitación en cada hora (10 renovaciones/hora) para controlar cualquier escape normal.

Mucho más importante debe considerarse el empleo constante y permanente de respiradores adecuados para la protección de los trabajadores contra los efectos del cloro. Estos deben ser específicos para cloro y capaces de cubrir todo el rostro del operador. Con el objeto de asegurar un buen ajuste deberían ser, de preferencia, de uso personal. El material filtrante debería renovarse cada seis meses, aún cuando no haya sido utilizado, y con más frecuencia si fuera necesario. El personal expuesto debe estar bien entrenado en su uso, usarlos con frecuencia y tenerlos permanentemente a su alcance. En las cercanías de la sala de almacenaje, pero fuera de ella, debe haber respiradores adicionales que puedan ser utilizados por personal de rescate en caso de un accidente serio, en el que uno o más operarios pueden quedar atrapados en el ambiente saturado de cloro.

Otra precaución adicional, que parece especialmente recomendable en el caso de las Empresas Públicas de Medellín, es la de dividir la sala de almacenaje en varios compartimentos estancos, con ventiladores individuales. Esto permite circunscribir el problema cuando se produce un accidente, impidiendo que se afecte el total de los cilindros y que el cloro se diluya en un gran volumen, mucho más difícil de purificar. No parece conveniente disponer de una sola sala para almacenar hasta 55 cilindros, por lo que se recomienda dividirla en 4 ó 5 salas separadas, con aberturas de comunicación que puedan cerrarse herméticamente. Los cilindros individuales se pueden mantener sobre plataformas con ruedas que faciliten su transporte y su uso rotativo.

#### Conclusiones y recomendaciones

1. No hay inconvenientes para rebajar la capacidad de ventilación a 12.5 renovaciones/hora y escape de una tonelada de cloro gas. Esto debería ser suficiente para controlar escapes normales. Accidentes graves no pueden ser controlados de acuerdo al número de renovaciones por hora.
2. El sistema de ventilación debe diseñarse adecuadamente. Debe haber aberturas suficientes para el escape del aire contaminado hacia chimeneas que impidan que produzcan daños o molestias a las personas y la maquinaria que puedan encontrarse en las vecindades.
3. El sistema de diseño debe tender al control más rápido posible de los escapes de cloro, sin obligar a que éstos recorran todo el espacio libre disponible.
4. Debe dotarse a los operarios de respiradores contra cloro de muy buena calidad y entrenarlos en su uso. Los rescatistas de los

respiradores deben renovarse por lo menos cada seis meses, aún cuando no hayan sido utilizados.

3. Debería dividirse el recinto de almacenaje en varias salas homóticamente separadas, lo que facilitará la ventilación individual de cada una de ellas y circunscribirá el problema en caso de accidentes serios.

#### Bibliografía

1. Charles R. Cox. "Práctica y vigilancia de las operaciones de tratamiento de agua." Págs. 156-162. C.S. Ginebra, 1966.
2. H.A. Hardenbergh and E.R. Rodle. "Water Supply and Waste Disposal", Pág. 279. International Textbook Co., Scranton, Pa., 1961.
3. A.A. Hirsch. "Manual for Water Plant Operators." Págs. 101-103. Chemical Publishing Co., Inc., New York, 1945.
4. N. Irving Sax. "Dangerous Properties of Industrial Materials". Pág. 552. Van Nostrand Reinhold Co., New York, 1969.
5. "Agua, su calidad y tratamiento." Manual preparado por la American Water Works Association. Págs. 199-206. Centro Regional de Ayuda Técnica (AID). México, 1968.
6. "Safety Practice for Water Utilities". American Water Works Association, Inc., 2 Park Ave., New York, N.Y. 10016.
7. "Chlorine Manual". The Chlorine Institute, Inc., 342 Madison Ave., New York, N.Y. 10017.
8. "Recommended Procedures in the Use of Chlorine at Water and Sewage Plants". Joint Committee Report. Journal of the American Water Works Association, Vol. 45, pages 1060-1074 (Oct. 1953).
9. "Design and Operation of Chlorination Stations Under Normal and Emergency Conditions". Panel Discussion. Ibid, Vol. 46, pages 869-893 (Sep. 1954).
10. "Safety Practice for Water Utilities". AWWA Manual. Ibid, Vol. 47, pages 637-656 (July 1955).
11. "AWWA Safety Manual". Part 3 - Safe Working Practices. Section 23 - Chemical, Handling, Storage, and First Aid. Ibid, pages 1003-1015 (Oct. 1955)



centro de educación continua  
división de estudios de posgrado  
facultad de ingeniería unam



PROGRAMAS DE SEGURIDAD EN LOS  
SISTEMAS DE AGUA POTABLE

SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

ING. JORGE E. TRIVIÑO M.



# PROGRAMAS DE SEGURIDAD EN LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE

Ing. Jorge E. Triviño M.\*

## I. INTRODUCCION

La seguridad en el trabajo es responsabilidad de cada empleado, desde el Director o Gerente, pasando por el supervisor hasta el trabajador del último nivel en la estructura organizacional de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado.

Un programa de seguridad es una necesidad básica de toda empresa de servicio o industria, y debe establecerse y organizarse con el fin primario de que todo individuo realice y acepte sus responsabilidades relacionadas con su propia seguridad y la de los demás compañeros de trabajo.

La seguridad es una actividad considerada esencial en el desarrollo eficiente de cualquier operación.

En la actualidad y con motivo del desarrollo industrial de los países, son cada día mayores las posibilidades de riesgos ocupacionales y de --

---

\* Consultor residente del Proyecto Mexico 2100 PW de la Organización Panamericana de la Salud, Oficina Sanitaria Panamericana, Organización Mundial de la Salud.

ocurrencia de accidentes, lo cual exige una más amplia atención de los gobiernos y de los cuerpos directivos, públicos y privados, no sólo por el costo que estos representan, sino fundamentalmente por la protección que debe darse a la persona, como ser humano, como jefe de familia, como trabajador y como generador de riqueza y productividad, dentro del contexto general del desarrollo."

La aplicación continua de un programa de seguridad contribuirá no sólo a evitar y disminuir los accidentes y las enfermedades en el cuerpo social de una empresa, sino a estimular su eficiencia, a facilitar su autorealización, a afirmar su moral y amor por el trabajo, a reducir los costos, las pérdidas temporales o permanentes, de personal, producción, equipos e instalaciones, y principalmente, a proteger el principal recurso con que cuenta la empresa el humano, y por tanto su capital, supervivencia y estabilidad."

Los accidentes y enfermedades ocupacionales representan la consecuencia de una cadena causal de diversos hechos y circunstancias que, si son conocidos y analizados, permiten su prevención. Por lo tanto, es necesario determinar y evaluar la existencia, grado y situación de las condiciones de trabajo y predecir la magnitud del riesgo a que están expuestos los trabajadores."

El trabajo de evaluar y prevenir los riesgos en el ambiente de trabajo, debe ser la labor de un grupo multidisciplinario en el que participen - por lo menos el ingeniero, el médico y el químico."

Es importante recordar que la aplicación de medidas preventivas en todos los campos de la actividad humana representan un ahorro considerable en los costos que se ocasionarían si no se adoptan metodologías de este tipo, y por lo tanto, representan un beneficio para la institución, los trabajadores y la sociedad. Los directores, gerentes, supervisores y trabajadores en general deben comprender y asumir la total responsabilidad para evitar los riesgos y las pérdidas no sólo humanas sino de equipos y materiales de la empresa.

Cada accidente o enfermedad es síntoma de que algo mal sucede en la operación. Indica que existe alguna falta o error en el diseño, en el equipo, en el procedimiento, en la acción, en el lugar de trabajo o en el individuo. Si estas fallas existen, afectan en forma adversa la eficiencia de la operación. Una alta incidencia de accidentes conduce a una reducción de la eficiencia operacional y a un incremento en los costos relacionados con los resultados de la situación de inseguridad.

## II. RESPONSABILIDAD DE LOS RIESGOS OCUPACIONALES

Muchos de los factores que contribuyen a la ocurrencia de los accidentes y a la prevención de los mismos, están en manos de los Gerentes y Directores. Así por ejemplo, es responsabilidad de los cuerpos directivos el proveer y mantener en buen estado los sitios de trabajo, las herramientas, los equipos, las oficinas, las instalaciones y demás elementos integrantes del sistema, así como la selección de los trabajadores y la asignación de los sitios de trabajo incluyendo el adiestramiento y educación que

ocurrencia de accidentes, lo cual exige una más amplia atención de los gobiernos y de los cuerpos directivos, públicos y privados, no sólo por el costo que estos representan, sino fundamentalmente por la protección que debe darse a la persona, como ser humano, como jefe de familia, como trabajador y como generador de riqueza y productividad, dentro del contexto general del desarrollo.

De acuerdo con lo anterior, se deduce que es responsabilidad de la Dirección de cualquier institución, el establecer programas de seguridad

La aplicación continua de un programa de seguridad contribuirá no sólo a evitar y disminuir los accidentes y las enfermedades en el cuerpo y enfermedades ocupacionales. Solamente después de que dicho programa ha sido planificado, diseñado, organizado y puesto en funcionamiento así - social de una empresa, sino a estimular su eficiencia, a facilitar su auto-realización, a afirmar su moral y amor por el trabajo, a reducir los costos, las pérdidas temporales o permanentes, de personal, producción, apoyado técnica y financieramente, se podrá decir que la organización cuenta con un programa efectivo de seguridad, y por tanto su capital, supervivencia y estabilidad.

### III PREVENCIÓN DE LOS ACCIDENTES

Los accidentes y enfermedades ocupacionales representan la consecuencia de una cadena causal de diversos hechos y circunstancias que, si son conocidos y analizados, permiten su prevención. Por lo tanto, es necesario determinar y evaluar la existencia, grado y situación de los factores (ecosociales) y a las causas que los generan (condiciones inseguras, actos inseguros, falta de entrenamiento, factores hereditarios, etc.)

Estos elementos, se sabe, pueden actuar individualmente o en combinación. El trabajo de evaluar y prevenir los riesgos en el ambiente de trabajo, debe ser la labor de un grupo multidisciplinario en el que participen - por lo menos el ingeniero, el médico y el químico.



Por otra parte, se conoce que los accidentes del trabajo se derivan de la acción conjunta de factores ambientales y humanos, razón por la cual deben estudiarse separadamente y establecerse las debidas interacción entre el hombre y su ambiente de trabajo puede mejorar la salud, del individuo si el trabajo se adapta plenamente a las necesidades y factores humanos, o empeorarla si la sobrecarga y tensión del trabajo exceden la capacidad física y fisiológica del trabajador.

Desde un punto de vista de macro-conceptualización la prevención de accidentes puede realizarse por medio de:

### 3.1 La técnica,

Cuya aplicación permite la corrección de las condiciones peligrosas o de los actos inseguros.

### 3.2 La Educación

La cual permite despertar en el individuo y en el grupo una conciencia del problema, aumenta su motivación e interés, y mantiene su inquietud respecto de los riesgos a que está expuesto, induciendolo a ser precavido y cuidadoso.

### 3.3 La reglamentación

Mediante la obligación de cumplir con normas y requisitos de seguridad establecidos por el gobierno, la sociedad y la institución.

#### IV EL PROCESO DE PROGRAMACION

La preparación de un programa en general y de uno de seguridad y mantenimiento en particular, requiere que la problemática sea abordada en su totalidad y no en forma fragmentaria, como es tradicional. En la actualidad, la enfermedad, la invalidez y la salud, consideradas en relación con las funciones del médico, se refieren a complejos estados físicos, mentales y sociales que requieren estudiarse en conjunto para encontrar las soluciones más adecuadas a los problemas que se generen.

Un modelo de análisis de los problemas tiene que iniciarse en un plano general de amplio contenido, (nivel macro) para después progresivamente ir apropiando detalles más específicos y detallados (nivel micro) hasta obtener un conjunto de programas y subprogramas debidamente ordenados y racionalizados.

Un modelo de análisis aplicado a la higiene del medio, para que sea operativo, tiene que identificar en primer término, los agentes y los factores en el medio físico y social, respectivamente, y establecer sus interrelaciones (Fig. 1 y Fig. 2)

Para elegir y preparar programas de higiene del medio o de seguridad, se debe tener en cuenta que las relaciones mutuas entre factores físicos, químicos, biológicos y sociales son decisivas para el éxito o fracaso de la intervención. En consecuencia, es necesario hacer uso de - -

Fig. 1. Relaciones generales en la higiene del medio

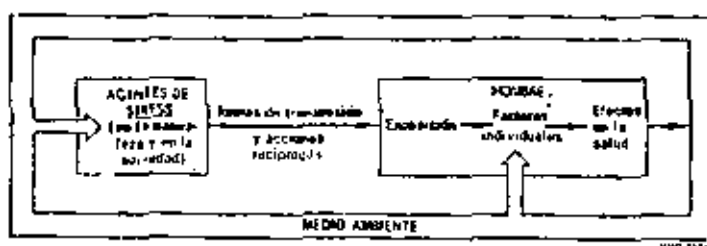
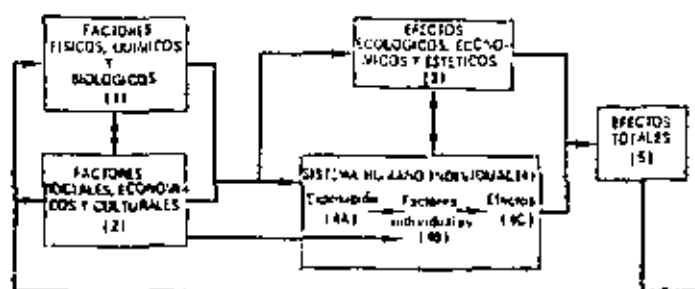


Fig. 2. Principales subsistemas teóricos de un sistema de higiene del medio

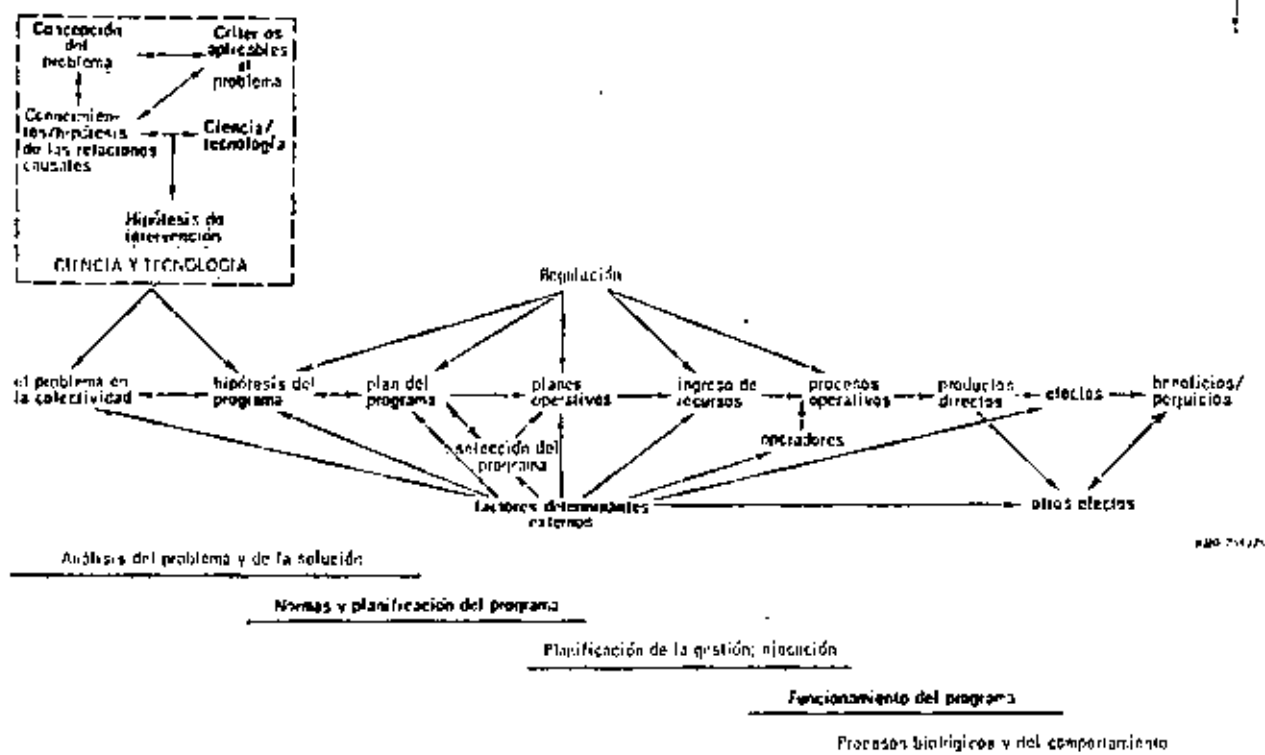


metodologías apropiadas que permitan en la mejor forma posible, investigar analizar y definir explícitamente el problema, estudiar las diversas soluciones posibles; seleccionar tecnología adecuada planificar el programa de intervención planificar la gestión y el funcionamiento del programa y evaluar los resultados obtenidos.

Una de las metodologías que permite desarrollar en forma ordenada y concreta las etapas anteriores es la del "análisis de sistemas" o "enfoque sistémico", dada su conceptualización de análisis y de síntesis, modulación y carácter cíclico y permite además, mantener el programa siempre en estado dinámico en la búsqueda de los objetivos y metas propuestos en su formulación.

Con base en lo anterior y en forma resumida, se presenta el modelo de desarrollo de un programa el cual puede ser aplicado en forma específica a la elaboración de un programa de seguridad y saneamiento en los servicios de agua potable y alcantarillado. ( fig. 3 )

Fig. 3. Modelo de desarrollo del programa



En dicho modelo, el proceso comienza con la identificación del problema, p.e. accidentes, lesiones, enfermedades, etc. para lo cual será necesario estudiar las estadísticas, vitales especialmente los índices de frecuencia y gravedad según las causas, tipos de lesiones, clasificación de riesgos, etc. La información puede proceder también de los conoci --

mientos del observador o de los estudios técnicos existentes. Esta concepción del problema permite definir y establecer políticas, criterios y estrategias, relaciones de causa a efecto, y tecnología apropiada, para la formulación de la hipótesis de intervención.

En esta fase del proceso existe la tendencia de los administradores que tienen ideas preconcebidas sobre los problemas, a utilizar tecnologías "a priori" para la solución de los problemas. En otras palabras, se parte del conocimiento de técnicas preestablecidas para aplicarlas en forma de "receta", en cambio de estudiar la tecnología apropiada para la solución del problema en cuestión. Es por esta razón que se recomienda, antes de la formulación del programa de intervención, establecer una hipótesis del mismo con base en el análisis real de las relaciones de causa a efecto.

El análisis de problema y la formulación de la hipótesis para resolverlo, son elementos importantes de la fase de planificación del programa.

Como se dijo anteriormente, uno de los primeros pasos es el establecimiento de políticas y estrategias. Dentro de las políticas, pueden establecerse postulados referentes a la necesidad de: reconocer por parte de la organización la importancia de la Seguridad y el saneamiento contar dentro de la institución con programas, normas y procedimientos de seguridad con el objeto de estimular la eficiencia, mejorar los servicios, promover las relaciones públicas, y humanas y elevar la moral de los trabajadores; propiciar condiciones ambientales, equipos, materiales y otros elementos, -

favorables a la seguridad y bienestar de los trabajadores; desarrollar la responsabilidad del empleado, del superior y en general de todo el cuerpo social de la institución respecto de su seguridad en el trabajo, para lograr una alta eficiencia y eficacia en el desempeño de sus actividades.

Una vez establecidas las políticas y estrategias que se aplicarán durante el desarrollo del programa, se definirán los objetivos y metas, se escogerán las tecnologías, se identificarán recursos, se analizarán factores determinantes internos y externos, y se seleccionarán las metodologías para su evaluación.

En la fase siguiente se planifica la gestión mediante la formulación de planes específicos de funcionamiento ( operativos ) según un calendario determinado para su implantación, desarrollo, evaluación y obtención de metas y objetivos, a corto, mediano y largo plazo.

En los planes operativos se deben precisar las relaciones entre los miembros del personal y los sectores de la organización; las comunicaciones; las subprogramas, actividades y tareas; los tipos de recursos; la organización, administración y dirección, la tecnología específica; los métodos de notificación y control, y otros aspectos de carácter complementario.

Dentro de los resultados esperados ( metas y objetivos ) de la ejecución del programa, deben especificarse lo mejor posible, aquellos que tengan relación con la prevención de accidentes y enfermedades, p. e.

- a) la reducción de los índices de frecuencia y gravedad;
- b) intermedios como: reducción de enfermedades ocupacionales, mayor seguridad en el medio de trabajo, mayor productividad y,
- c) beneficios finales como: mejoramiento de las condiciones socio-económicas del trabajador protección de su salud bienestar general.

## V MACROCONCEPTUALIZACIÓN DE UN PLAN DE SEGURIDAD.

### 5.1 Organización y Dirección

Todo sistema de agua potable, independientemente de su tamaño, debe contar con un Plan de Seguridad. Esto implica la designación de una o varias personas responsables de su organización y dirección. Generalmente los trabajadores esperan que alguien de nivel superior tenga a su cargo la iniciativa y responsabilidad de establecer, dirigir y controlar -- medidas de seguridad; pero como principio, se ha establecido anteriormente que estas funciones interesan a todo el personal de la institución, siendo la responsabilidad primaria la del mismo trabajador. Sin embargo para que el Plan y sus programas puedan ser desarrollados de acuerdo a los objetivos previamente establecidos, se necesita de una infraestructura bien establecida por pequeña que ésta puede resultar, de acuerdo a la menor o mayor complejidad de las actividades desarrolladas en el sistema.

En primer lugar, la Dirección del Sistema debe llevar el liderazgo del programa, así como lo ejerce en todas las áreas del trabajo de la institución. A medida que el sistema de agua potable se hace más complejo tanto en sus componentes físicos, como organizacionales y operativos, se requiere una mayor diversificación en los niveles de responsabilidad y mando, con el objeto de hacer más viable y efectivo el programa de seguridad.

Así, puede ser conveniente la creación de una oficina o departamento de Higiene y Seguridad cuyo objetivo principal es facilitar la adaptación del trabajo al hombre y del hombre al trabajo procurando lograr y mantener su nivel más alto posible de bienestar físico y mental. Sus funciones principales están relacionadas con el estudio de los métodos y prácticas de trabajo en todas las áreas del sistema, y recomendar, asistir y aconsejar al siguiente nivel operativo en todo lo relacionado con las medidas de seguridad, en especial las de tipo preventivas.

La A;W;W.A, recomienda que en toda organización sea designado una persona que ejerza las funciones de Oficial de Seguridad quien tendrá bajo su responsabilidad la implementación del programa de seguridad.

Este oficial, según la A;W;W.A tendrfa las siguientes funciones:

1. Determinar las necesidades de seguridad de la organización
2. Planificar, desarrollar y recomendar programas específicos de seguridad por grupos de actividades afines.



3. Evaluar los planes y programas en relación con su efectividad
4. Diseñar sistemas de información y realizar reuniones con las supervisiones y grupos de empleados.
5. Colaborar con su inmediato superior en la investigación de los accidentes para determinar las causas y recomendar acciones para evitarlos
6. Preparar y mantener registros e informes técnicos sobre todos los aspectos del programa de seguridad.

Con el objeto de lograr una mayor participación de todos los estamentos de la institución, y obtener resultados positivos y efectivos en los programas de seguridad, es conveniente la formación de comités de diferente tipo y funciones. Así por ejemplo, puede existir uno de alto nivel conformado por los directores de departamento, quienes colaborarán con la Dirección en la implementación de los programas en la institución y en especial en cada una de las reparticiones que dirigen. Entre sus funciones se señalan las siguientes:

1. Realizar reuniones de información e instrucción para los empleados
2. Colaborar en la formulación de normas, procedimientos y métodos operativos.
3. Proponer planes de adiestramiento y educación en asuntos de seguridad.

Otro comité que generalmente existe en cualquier organización y que puede colaborar, asumiendo otras funciones, es el de trabajo, el cual está

conformado por personal de mandos medios o de supervisión. Su acción principal estaría dirigida a promover el interés de los trabajadores por medidas tendientes a la prevención de los accidentes. Por estar los supervisores en directo contacto con las diferentes áreas de trabajo y con los responsables de su ejecución, están en capacidad de observar, analizar, investigar y discutir con sus subalternos las causas y efectos que pueden ocasionar riesgos y lesiones a los trabajadores y poner en práctica y -- controlar las medidas de seguridad establecidas en los programas y formuladas en las normas y reglamentos. Así, sus funciones más importantes estarán orientadas a:

1. Informar al comité de seguridad sobre las condiciones y actos inseguros que existan en el trabajo.
2. Instruir a los trabajadores sobre las prácticas inseguras que se están realizando
3. Colaborar en la investigación de los accidentes y hacer recomendaciones.
4. Promover el espíritu de colaboración entre los trabajadores y los cuerpos directivos.

Finalmente, debe establecerse un grupo multidisciplinario que -- se encargue directamente de la investigación de los accidentes, de establecer responsabilidades y hacer recomendaciones efectivas para la eliminación de los riesgos.

En una organización, dependiendo de su tamaño y diversidad de actividades, como es el caso de los sistemas de agua potable y alcantarillado en los cuales se realizan labores de investigación, diseño, construcción, operación y mantenimiento, además de las administrativas y de supervisión, es importante la existencia de uno o varios comités de los enunciados anteriormente, estructurados en tal forma que las funciones establecidas para cada uno de los grupos, se cumplan en su totalidad, como garantía desde el punto de vista de organización y dirección, para el buen desarrollo y éxito de los programas de seguridad.

#### 5.2 Planes y programas

La efectividad de la acción de los comités en los asuntos de seguridad de la institución sólo puede cristalizarse por medio de la formulación de planes y programas debidamente estructurados y apoyados por los niveles de decisión, con recursos humanos, financieros, equipos, materiales y tecnología apropiadas.

Un plan de seguridad no debe ser solamente un " plan " en el sentido filosófico de su definición, con el establecimiento de buenas intenciones y propósitos y con la formulación de objetivos y metas idealistas. No debe ser solamente un documento en el que se describan responsabilidades, funciones, deberes perfectamente delimitados y representados por esquemas organizacionales bien estudiados y estructurados. Un plan y sus programas es algo más que la planificación y enunciado de buenas intenciones. Un plan de operaciones debe detallar los métodos de utilización de los recursos para el cumplimiento de las actividades; debe responsabilizar a personas, grupos, oficinas

y departamentos; debe establecer las debidas y adecuadas interrelaciones entre cada uno de los componentes del sistema; debe ser conciso y preciso y no sobrecargado de detalles, la mayoria de las veces innecesarios y creadores de confusión; debe establecer y definir claramente la tecnología que se usará de acuerdo a los accidentes y riesgos que se quieren prevenir.

5.3 Adiestramiento

Es mediante la comunicación, el adiestramiento, las demostraciones prácticas, el convencimiento, la motivación y otros, que se puede despertar en el individuo y en el grupo, una conciencia del problema, y de la necesidad de solucionarlo para beneficio de todos.

Todo trabajador desde su iniciación en la organización, debe instruirse en forma permanente no sólo en las labores propias de su trabajo sino muy especialmente en las medidas y normas establecidas para la seguridad. Aquí radica, desde el punto de vista práctico, la utilidad de un programa y de un manual de procedimientos y operaciones en el campo de la prevención de accidentes y protección de la salud.

5.4. Manuales

Uno de los programas o subprogramas específicos que deben considerarse dentro del Plan general de Seguridad, es el de preparación de uno o varios manuales relacionados con la prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales. Esta herramienta tan necesaria y útil para la protección de los trabajadores, equipos, materiales, lugares de trabajo e --

interés de la institución, puede perder todo su valor si no se establecen los mecanismos adecuados para difundirlo enseñarlo y hacerlo cumplir - dentro y fuera del sistema de agua potable en forma permanente.

Específicamente, para los sistemas de agua potable y alcantarillado el manual debe comprender entre otros, los siguientes capítulos:

- a) La legislación y reguación existentes a nivel nacional.
- b) Las normas de seguridad y de salud ocupacionales en relación a :
  - 1 - El ambiente ( ruido, ventilación, iluminación, equipos de protección, saneamiento, etc. )
  2. El área de trabajo ( códigos de colores, señalamientos protección contra el fuego, limpieza, salidas de emergencia etc. )
  - 3- Las actividades operacionales ( herramientas, equipos, materiales, vehículos, maquinaria combustibles, productos químicos, explosivos, soldadores, excavaciones, etc.)
  - 4 - Las facilidades de primeros auxilios
  5. El adiestramiento,

#### 5.5. Evaluación.

Finalmente, el plan en general y los programas en particular, deben establecer los procedimientos y metodologías adecuadas para la evaluación de los resultados y de cada uno de sus componentes tanto internos o propios del programa, como externos o complementarios al mismo. La evaluación puede comprender en términos generales.

a) Evaluación programática

En términos de la valoración de :

1- las hipótesis usadas en la preparación del plan y los programas; los factores casuales; las hipótesis de intervención; las metas; la viabilidad de las soluciones; la participación de los trabajadores;

2- de los planes y programas: Validez de la información estadística, tecnología; estrategias y procedimientos empleados para conseguir las metas fijadas en consideración los resultados esperados.

b) Evaluación operativa.

Aplicada a la ejecución del programa de Seguridad e higiene ocupacional; cumplimiento de las metas; análisis de los índices de frecuencia y severidad; acciones de la gestión administrativa; adecuación y oportunidad de los recursos utilizados; análisis de costos y beneficios; eficiencia y eficacia de las metodologías usadas; presupuesto asignado; funcionamiento general del programa y análisis de los recursos intermedios y a largo plazo.

En resumen, se ha querido destacar aquí la importancia que para cualquier institución, y en este caso las encargadas del suministro de agua potable y de servicios de recolección y tratamiento de aguas servidas ,

a las comunidades, tiene de establecer, organizar, desarrollar y evaluar programas de seguridad industrial con base en metodologías apropiadas que permitan analizar, estudiar y planificar acciones tendientes proteger la salud y bienestar de los trabajadores, y a crear condiciones de trabajo apropiadas y a estimular la capacidad creada de su componente básica de desarrollo: el recurso humano.

## Referencias Bibliográficas

1. American Water Works Ass. Safety Practice for Water Utilities. A. W. W. A Manual M 3, 1977.
2. American Water Works Ass. Handbook of Occupational Safety and Health Standards for Water Utilities. AWWA No. 20104, 1974.
3. American Water Works Ass. Emergency Planning for Water Utility Management. A. W. W. A Manual M19, 1973.
4. Organización Mundial de la Salud, Administración de programas de Higiene del medio. Cuadernos de Salud Pública 59, 1975.
5. Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud, Riesgos del ambiente humano para la Salud. Publicación científica 329, 1976.





centro de educación continua  
división de estudios superiores  
facultad de ingeniería, unam



SEGURIDAD Y SANEAMIENTO PARA LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y.  
ALCANTARILLADO

SEGURIDAD EN CONSTRUCCION DE TUNELES

ING. RAUL LOPEZ CALVILLO

JUNIO, 1979



## I.- DESARROLLO HISTORICO DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL.

La historia del hombre primitivo en el mundo, la conocemos en gran parte por los vestigio que los siglos han dejado de su trabajo. Es así por lo que se supone que su primer trabajo organizado, fue la fabricación de puntas de flechas de pedernal, que requerían para suministrarse el alimento y vestido a través de la caza.

Con ésta primitiva actividad, aparecen los primeros accidentes de trabajo, que por el sentido natural del género humano a la conservación física y temor al dolor, debieron necesariamente hacerlo practicar en cierto grado la prevención de accidentes.

Esta práctica preventiva, manifestó características individualistas y defensivas, con pocos cambios a través de los siglos, hasta el triunfo de la mecanización de la industria a principios del Siglo XIX, en que las pérdidas de vidas humanas y mutilaciones derivadas del trabajo, llamaron la atención de gentes que por sentido humanitario, levantaron el clamor popular contra las detestables condiciones sociales de los obreros y la explotación de que eran objeto, dando origen al establecimiento de las primeras leyes que regulaban el trabajo.

Es así por lo que la Seguridad Industrial pasó por tres importantes etapas de desarrollo:

La primera ya mencionada, con características individualistas y defensivas nacida de las experiencias elementales que adquirió el hombre primitivo al desempeñar su trabajo y que continuó hasta antes del advenimiento de la explotación industrial mecanizada.

La segunda etapa, se inicia como procedimiento organizado de prevención de accidentes, hasta que la administración industrial es presionada por la legislación del trabajo.

Esta etapa se originó en Inglaterra, cuna de la industrialización, a partir de 1833, en que el gobierno realizó algunas inspecciones y en 1850 comenzaron a llevarse a cabo mejoras nacidas de las recomendaciones hechas por la indignación del pueblo que sufrió las consecuencias de los accidentes de trabajo. A partir de entonces siguieron sus pasos otros países industrializados como Estados Unidos, Alemania y Francia, estableciendo

una legislación de trabajo que en materia de seguridad consistía en atacar las causas definidas, físicas y mecánicas de los accidentes, tales como los peligros que constituyen partes específicas de maquinaria y condiciones inseguras de construcción o funcionamiento.

Desde este punto de vista se logró muy poco beneficio por la dificultad de hacer cumplir las leyes. Con esa experiencia se establecieron leyes que gravan a los patrones aumentando los costos de los accidentes, obligándolos a corregir las condiciones que los originan. En 1880 en Inglaterra se promulgó el Acta de Responsabilidad de los Patrones, que permitía a los representantes del trabajador fallecido cobrar los daños por muerte causada por negligencia.

Se estableció con lo anterior, que el patrón era legalmente responsable de la protección de sus trabajadores contra los accidentes.

Dentro del campo del derecho civil, los tribunales y la doctrina de Bélgica y de Francia, abrieron las puertas a la teoría del riesgo profesional, base de la ley francesa de 1898, que impuso a las empresas la obligación de indemnizar a los trabajadores por los accidentes ocurridos por el hecho, o en ocasión del trabajo, y en 1919 otra ley francesa extendió la responsabilidad empresarial a las enfermedades profesionales.

Este criterio constituye un factor importante que encausó al patrón hacia la localización de las causas de accidentes para lograr su prevención.

Es conveniente hacer resaltar que en esta segunda etapa histórica de la prevención de accidentes, todavía NO se consideraba a la Seguridad como parte inherente a la rutina de la industria, se consideraba como humanitarismo con algo de significación comercial en particular, por lo que al pago de indemnización por accidente de trabajo se refiere.

La tercera etapa y más importante por la que atraviesa la Seguridad, se inició gracias a una investigación realizada en 1926 por la Travelers Insurance Company, en que se determinó que la cantidad real de dinero pagado por el patrón, ya sea directamente o a través de su aseguradora por concepto de demandas y gastos médicos resultantes de los accidentes, representaba para el patrón una quinta parte tan sólo del costo total de los accidentes.

Se encontró que las cuatro quintas partes restantes del costo de los accidentes, resultan del efecto sobre la organización: en moral, calidad, cantidad de producción, etc.

La importancia de este estudio fue confirmada en 1927 en un informe del Consejo Americano de Ingeniería (Estados Unidos), acerca de la relación de los accidentes con la producción.

En 1929 la Travelers Insurance Company (Estados Unidos), demostró que en un grupo unitario de 330 accidentes similares, solamente uno de ellos causó una lesión grave, mientras que 29 originaron lesiones leves y 300 no causaron lesión. Teniendo en consideración que del grupo de 330 accidentes, las causas que los provocaron fueron las mismas o similares, localizándolas en uno de esos accidentes, corrigiéndolas evitaríamos la posibilidad de la ocurrencia de los restantes del grupo.

Este progreso logrado por la Seguridad Industrial, ha hecho posible que sea una actividad inherente a la administración de negocios, no sólo porque es una tarea humanitaria que bien vale la pena por sí misma, sino también porque brinda beneficios económicos de considerable importancia. En toda empresa bien administrada, existe la aplicación de las técnicas de la Seguridad para controlar el problema de los accidentes.

Se ha demostrado que las causas que provocan accidentes, motivan una producción defectuosa, decrecimiento de la producción, ineficiencia y falta de economía general.

Mientras los patronos estén en posibilidad de controlar la cantidad y calidad de la producción, también lo estarán para restringir los accidentes.

Los trabajos de ingeniería requieren en ocasiones correr riesgos, pero éstos deben estar medidos y con amplio margen de éxito cuando intervienen vidas humanas, porque en caso contrario sería irresponsable la actitud.

II.- LEYES LABORALES MEXICANAS.

NOTA: La finalidad de este capítulo, es hacer una breve síntesis únicamente de los aspectos legales que tienen relación con la prevención de accidentes o la seguridad industrial.

Las leyes Laborales Mexicanas emanan del Art. 123 de la Constitución de 1917, ~~que fue la primera en el mundo en consignar derechos sociales o garantías sociales en favor de los trabajadores.~~

## Artículo 123.

Fracción XIV: Indica la responsabilidad patronal en cuanto a accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, así como el pago de las indemnizaciones correspondientes.

Fracción XV: Se consigna la responsabilidad patronal para la protección de sus trabajadores de los riesgos inherentes al trabajo.

Fracción XXIX: Considera de utilidad pública la expedición de la Ley del Seguro Social, la que comprenderá seguro de riesgos de trabajo.

(Art. 10. LFT)\* La ley Federal del Trabajo, rige las relaciones de trabajo comprendidas en el Art. 123 de la Constitución.

## Artículo 60, LSS \*

El patrón que haya asegurado a los trabajadores a su servicio contra riesgos de trabajo, quedará relevado en los términos que señala esta Ley, del cumplimiento de las obligaciones que sobre responsabilidad por esta clase de riesgos establece la Ley Federal del Trabajo.

El Art. 473 LFT\* y Art. 48 LSS\*, considera como riesgos de trabajo a los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo, entendiéndose se por accidente (Art. 474 LFT y Art. 49 LSS), toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o por la muerte producida repentinamente en ejercicio, o con motivo del trabajo, cualesquiera que sean el lugar y el tiempo en que se preste; y por enfermedad de trabajo: todo estado patológico (Art. 475 LFT y Art. 50 LSS), derivado de la acción continuada de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo ó en el medio en que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios.

Art. 62, LSS, los riesgos del trabajo pueden producir:

1.- Incapacidad temporal;

\* LFT: Ley Federal del Trabajo

\* LSS: Ley del Seguro Social.

El Art. 490 LFT y Art. 56 LSS, señala que en los casos de falta inexcusable del patrón, la indemnización podrá aumentarse hasta en un 25%, a juicio de la Junta de Conciliación y Arbitraje. El patrón tendrá la obligación de pagar al Instituto el capital constitutivo, sobre el incremento correspondiente.

Hay falta inexcusable de los patrones:

- I.- Si no cumple las disposiciones legales y reglamentarias para la prevención de los riesgos de trabajo.
- II.- Si habiéndose realizado accidentes anteriores, no adopta las medidas adecuadas para evitar su repetición.
- III.- Si no adopta las medidas preventivas recomendadas por las comisiones creadas por los trabajadores y los patrones, o por las autoridades del trabajo.
- IV.- Si los trabajadores hacen notar al patrón el peligro que corren y éste no adopta las medidas adecuadas para evitarlo.
- V.- Si concurren circunstancias análogas, de la misma gravedad a las mencionadas en las fracciones anteriores.

COMENTARIO: Con el establecimiento del Instituto Mexicano del Seguro Social (Art. 123, Frac. XXIX), que cubre los riesgos del trabajo, el patrón queda relevado de la obligación que contrae en virtud de la Fracc. XIV del Art. 123, no así de su obligación en cuanto a lograr la protección de sus trabajadores de los riesgos inherentes del trabajo (Frac. XV, Art. 123).

En la Ley Federal del Trabajo, se establecen las responsabilidades y obligaciones de patrones y trabajadores, para que en esa forma quede más clara la participación patronal para la prevención de accidentes.

Artículo 47, LFT

- XII: Establece que es causa de rescisión de la relación de trabajo sin responsabilidad para el patrón, el negarse el trabajador a adoptar las medidas preventivas ó a seguir los procedimientos indicados para evitar accidentes o enfermedades.

- 6
- 2.- Incapacidad permanente parcial;
  - 3.- Incapacidad permanente total; y
  - 4.- Muerte.

Art. 7 LSS, el Seguro Social cubre las contingencias y proporciona los servicios que se especifican, mediante prestaciones en especie y en dinero.

El Art. 487 LFT y Art. 63 LSS, señala que los trabajadores que sufran un riesgo de trabajo, tendrán derecho a:

- I.- Asistencia médica y quirúrgica;
- II.- Rehabilitación;
- III.- Hospitalización, cuando el caso lo requiera;
- IV.- Medicamentos y material de curación;
- V.- ~~Los aparatos de prótesis y ortopedia necesarios;~~
- VI.- La indemnización fijada en el presente título.

Art. 65 LSS, el asegurado que sufra un riesgo de trabajo tiene derecho a las siguientes prestaciones en dinero:

- 1.- Si lo incapacita para trabajar, recibirá mientras dure la inhabilitación, el 100% de su salario.
- 2.- Al ser declarada la incapacidad permanente total del asegurado, éste recibirá una pensión mensual.
- 3.- Si la incapacidad declarada es permanente parcial, el asegurado recibirá una pensión calculada conforme a la tabla de valuación de incapacidad contenida en la Ley Federal del Trabajo.

El Art. 489, no libera al patrón de responsabilidad cuando:

- I.- El trabajador explícita o implícitamente hubiese asumido los riesgos del trabajo.
- II.- El accidente ocurra por torpeza o negligencia del trabajador.
- III.- El accidente sea causado por negligencia ó imprudencia de algún compañero de trabajo o de alguna tercera persona.



Artículo 51, LFT

Es causa de rescisión de la relación del trabajo sin responsabilidad para el trabajador.

- VII: La existencia de un peligro grave para la seguridad o salud del trabajador o su familia, ya sea por carecer de situaciones higiénicas el establecimiento o porque no se cumplan las medidas preventivas o de seguridad que las leyes establecen; y
- VIII: Comprometer el patrón, con su descuido o imprudencia - inexcusables, la seguridad del establecimiento o de las personas que se encuentren en el.

Artículo 132, LFT

Señala las obligaciones de los patronos, entre ellas son las siguientes:

- XV: Organizar permanentemente o periódicamente cursos o enseñanzas de capacitación profesional o adiestramiento para sus trabajadores.
- XVI: Instalar, de acuerdo con los principios de seguridad e higiene, las fábricas, talleres, oficinas y demás lugares en que deben ejecutarse los trabajos...., adoptarán los procedimientos adecuados para evitar perjuicios al trabajador, procurando que no se desarrollen enfermedades epidémicas o infecciosas y organizando el trabajo que resulte para la salud y vida del trabajador la mayor garantía compatible.
- XVII: Observar las medidas adecuadas y las que fijen las leyes para prevenir accidentes en el uso de maquinaria, instrumentos o material de trabajo, y disponer en todo tiempo de los medicamentos y material de curación indispensables, a juicio de las autoridades que correspondan....
- XVIII: Fijar y difundir las disposiciones conducentes de los reglamentos de higiene y seguridad en lugar visible de los establecimientos y lugares en donde se preste el trabajo.
- XXIV: Permitir la inspección y vigilancia que las autoridades del trabajo practiquen en su establecimiento para cerciorarse del cumplimiento de las normas....

4

Artículo 134, LFT

Son obligaciones de los trabajadores:

- I.- Cumplir las disposiciones de las normas de trabajo que le sean aplicables.
- II.- Observar las medidas preventivas e higiénicas que acuerden las autoridades competentes y las que indiquen los patrones para la seguridad y protección de los trabajadores.
- XII.- Comunicar al patrón ó a su representante las deficiencias que adviertan, a fin de evitar daños o perjuicios a vidas de sus compañeros de trabajo ó de los patrones.

Artículo 135, LFT

Queda prohibido a los trabajadores ejecutar cualquier acto que pueda poner en peligro su propia seguridad, la de sus compañeros de trabajo o la de terceras personas, así como la de los establecimientos o lugares en que el trabajo se desempeñe.

Artículo 422, LFT

Se establece la elaboración del reglamento interior de trabajo entendiéndose por el mismo, el conjunto de disposiciones obligatorias para trabajadores y patrones en el desarrollo de los trabajos de la empresa y contendrá entre otras disposiciones:

- VI: Normas para prevenir los riesgos de trabajo e instrucciones para prestar los primeros auxilios.
- XI: Las demás normas necesarias para conseguir la mayor seguridad y regularidad en el desarrollo del trabajo.

Artículo 509, LFT

En cada empresa ó establecimiento se organizarán las Comisiones de Seguridad e Higiene que se juzguen necesarias, compuestas por igual número de representantes de los trabajadores y del patrón, para investigar las causas de los accidentes, proponer medidas para prevenirlos y vigilar que se cumplan.

III.- COSTO DE LOS RIESGOS PROFESIONALES

La industria de la construcción tiene la obligación de afiliarse al Instituto Mexicano del Seguro Social, y cubrir una prima de seguro por el concepto de riesgo profesional, la que de acuerdo al Reglamento de Clasificación de Empresas, le corresponde el grupo V, grado medio, que viene siendo el 125% del monto de la prima que por vejez, cesantía o muerte, cobra ese mismo instituto a sus afiliados.

La clasificación anterior ha considerado que los riesgos de trabajo en este tipo de industria, son los máximos.

El pago de la prima de riesgo profesional, es cubierto totalmente por el patrón.

Remitiéndonos a la información que nos proporciona el IMSS a través de su Departamento de Riesgos Profesionales, tenemos:

Costo de los riesgos profesionales ocurridos en 1972.

Conceptos:

- a) Prestaciones en especie
- b) Prestaciones en dinero
- c) Gastos de administración
- d) Incobrabilidades, depreciaciones e intereses actuariales.

|                          |                     |
|--------------------------|---------------------|
| T O T A L:               | \$ 1,178'611,965.00 |
| Total de casos:          | 319,058.00          |
| Costo promedio por caso: | \$ 3,694.00         |

1972 - 46173

El costo así determinado lo llamamos directo y se considera como aquel que es necesario cubrir, para que el lesionado se encuentre en condiciones de laborar completamente restablecido, o el pago del daño ocasionado por su incapacidad parcial permanente o su muerte, de acuerdo a lo ordenado en la Ley Federal del Trabajo en su Artículo 514.

Como ya lo hemos señalado en el inciso I de este trabajo\*, existe un costo llamado indirecto para la empresa o patrón, que corresponde a cuatro veces el costo que tuvo que cubrir el Seguro Social por riesgo de trabajo.

Si consideramos la información proporcionada por el Seguro Social, específicamente la correspondiente a los trabajadores eventuales y temporales urbanos para la industria de la construcción para el año de 1968 tenemos:

Costo de los riesgos profesionales ocurridos en el año de 1968, en la industria de la construcción.

|    |  |                       |
|----|--|-----------------------|
| a) | (Costo Directo) Costo para el Seguro Social  | \$ 61,386,133.28      |
| b) | Costo para la industria de la construcción. Costo Indirecto (4 por Costo Directo). | <u>245,544,533.12</u> |
|    | Costo total al país  | \$306,930,666.40      |

El costo indirecto para la industria de la construcción debe analizarse ante un lapso prolongado o mediano y valuando los factores incidentales que intervienen en la ocurrencia de los accidentes, tales como:

- a) Tiempo perdido del trabajador lesionado.
- b) Tiempo perdido por los compañeros de trabajo, que -- por curiosidad o auxilio al lesionado, suspenden sus labores.
- c) Tiempos perdidos por jefes y superiores que ayudan al lesionado, investigan las causas del accidente, seleccionan nuevo personal, adiestran al sustituto, reportan el accidente, etc.
- d) Tiempo empleado del personal de primeros auxilios.
- e) Daños a la maquinaria, equipo, herramienta y materiales o bienes de la empresa.
- f) Tiempo improductivo del equipo mientras se repara.
- g) Interferencias en el proceso de la obra.
- h) Baja productividad del lesionado que vuelve al trabajo.

bajo.

- i) Trámites administrativos para aclaraciones de pago de salarios..

(Recordar el estudio estadístico, que demostró que en un grupo unitario de 330 accidentes similares, solamente uno de ellos causó una lesión grave; mientras que 29 originaron lesiones leves y 300 no causaron lesión, pero todos afectaron la economía de la empresa).

Lo anterior nos señala la importancia económica que tienen la prevención de accidentes en la industria de la construcción - la que se aúna al cuidado que se considera para la vida e integridad física del personal..

#### IV.- CONTROL DE LA IMPREVISION Y VALUACION.

La Seguridad Industrial es la actividad que tiene como objetivo la reducción de los accidentes, los que por medio del análisis se ha confirmado que ocurren por causas determinables, que pueden ser previstas. Por lo que accidente es:

~~"Todo hecho no deseado que ocurre por causas no previstas".~~

Desde este punto de vista los accidentes son también una medida con la que se puede cuantificar la imprevisión, y a través de ellos controlar que la misma se mantenga dentro de rangos humanamente razonables y de crecientes.

En esta forma estaremos en posibilidad de determinar por los accidentes que provocan lesión con incapacidad, si la planeación y el control del trabajo es correcta y si aprovechamos para beneficio de la producción, las experiencias que nos han proporcionado las imprevisiones que nos señalaron los accidentes ocurridos.

La seguridad se controla principalmente a través de los índices llamados de frecuencia y de gravedad, los que nos señalan respectivamente: al número de accidentes que provocan lesión con incapacidad al personal, por cada millón de horas laboradas, y los días perdidos por incapacidad de los accidentes que provocan lesión, por cada millón de horas laboradas.

$$I.F. = \frac{\text{Número de Accidentes}}{\text{horas-hombre laboradas}} \times 10^6$$

$$I.G. = \frac{\text{Días perdidos por incapacidad}}{\text{horas-hombre laboradas}} \times 10^3$$

Los índices anteriores nos permiten hacer una comparación entre los trabajos similares y determinar cual tiene un mayor control de la seguridad.

Para la industria de la construcción, el Instituto Mexicano del Seguro Social a través de la Comisión Técnica de Riesgos Profesionales señala, para la clase V, o sea la de los riesgos mayores:

CLASE V.

| Grado del riesgo  | I.F.   | I.G.  | Prima del Seguro |
|-------------------|--------|-------|------------------|
| Grado mínimo : 50 | 69.48  | 1,024 | 83%              |
| Grado medio: 75   | 97.00  | 1,397 | 125%             |
| Grado máximo: 100 | 124.50 | 1,747 | 166%             |

Las primeras cantidades corresponden al grado de riesgo, dentro de una clasificación de cien unidades.

La segunda y tercera cantidades, nos indican los índices de frecuencia y gravedad que le corresponde respectivamente; la última columna, el monto de la prima de seguro que deberá cubrirse por concepto de riesgo profesional, expresada como un porcentaje de la prima de invalidez, vejez, cesantía y muerte (i.v.c.m.)

Con la clasificación anterior podemos normarnos un juicio previo a la realización de una obra de construcción, para conocer el monto aproximado de accidentes con lesión incapacitante que seguramente ocurrirán y emplear éstos como una medida que nos permita cuantificar nuestra imprevisión. Supongamos una obra de construcción que requerirá 60 millones de horas-hombre para su realización.

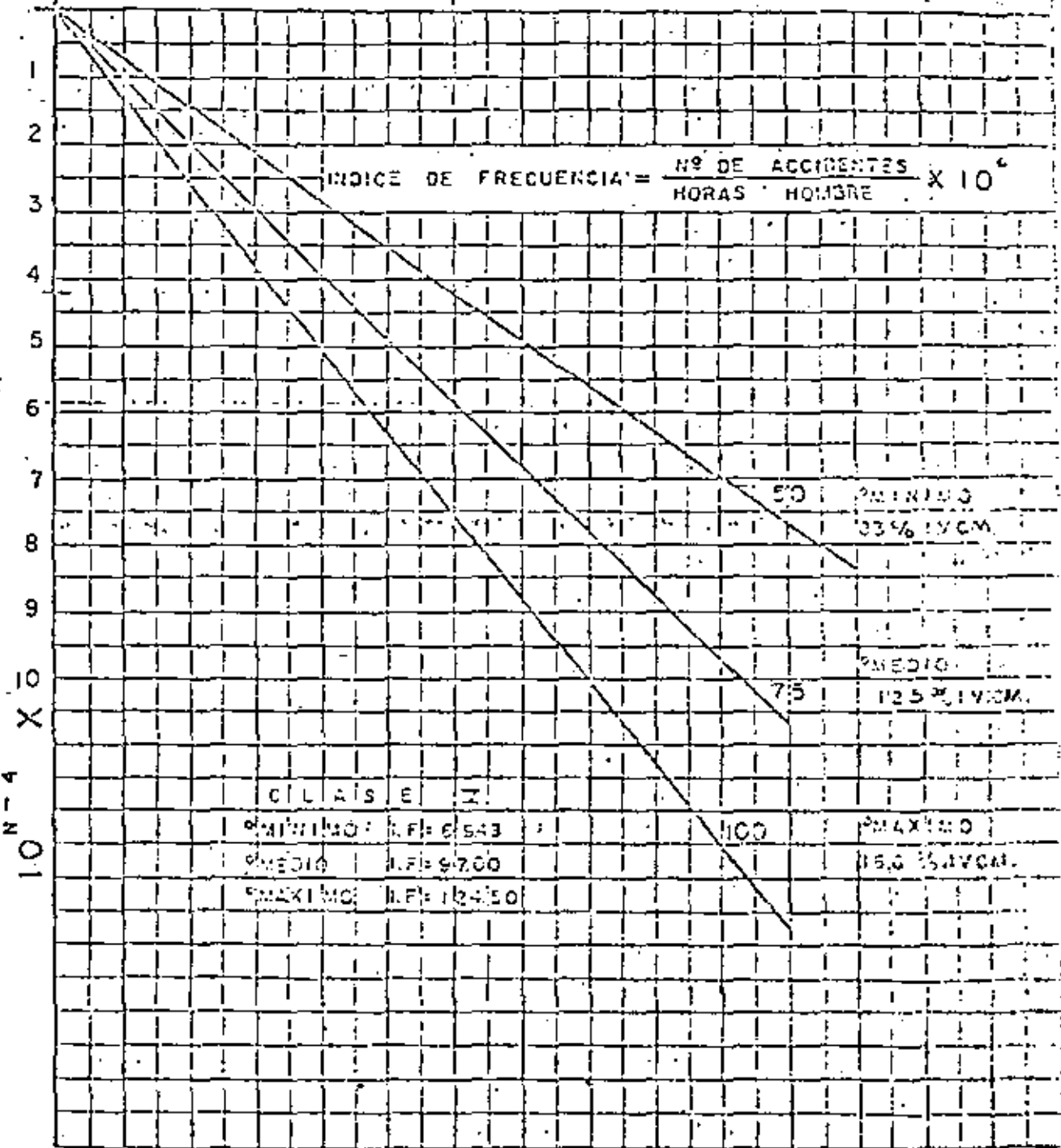
Tomando en consideración los índices para la industria de la cons

INDICE DE FRECUENCIA PARA LA CLASE V  
(COMISION TECNICA DE RIESGOS PROFESIONALES IMSS)

HORAS HOMBRE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 X 10<sup>N</sup>

NUMERO DE ACCIDENTES



10<sup>N-4</sup>

trucción proporcionados por la Comisión Técnica de Riesgos Profesionales del IMSS (señalados anteriormente) y construimos el nomograma #1, observamos que es posible que el número de accidentes con incapacidad sea entre 5,900 y 4,200 con lo que estaríamos dentro del grado medio de riesgo profesional de la CLASE V, por el que pagamos el 125% de la prima de invalidez, vejez, cesantía y muerte.

Si el número de accidentes que ocurrieran en la obra fuese menor de 4,200, indicaría un eficiente control de los elementos de la producción y sería posible de acuerdo a la ley del Seguro Social, que el importe de la prima por riesgo profesional en este caso se redujera hasta el 83% (Prima ívcm) lo que acarrearía un incentivo económico, aparte del que se obtuviera por el control demostrado en el lapso de realización de la obra al haber laborado con normas estrictas de seguridad.

~~En otras palabras significa, que si en una obra de construcción se proporciona la instrucción y adiestramiento requeridos para las actividades que desarrolla el personal y se cuida que la maquinaria, equipo, herramienta e instalaciones se encuentren y mantengan en condiciones aceptables de operación y funcionamiento, el resultado reflejará menor número de accidentes de trabajo, o sea menor número de interrupciones no deseadas, y por lo tanto el menor costo de producción.~~

A mayor control de los elementos de la producción, se obtendrán menores costos de fabricación.

Partiendo del axioma industrial anterior y conociendo que los accidentes son una medida de las deficiencias del control de la producción, vemos la relación directa que existe entre accidentes y costos de producción.

A menor número de accidentes, menor costo de producción.

Utilizando nuevamente los índices de frecuencia proporcionados por la Comisión Técnica de Riesgos Profesionales del IMSS para el grado de riesgo correspondiente a la clase V (nomograma # 1) podemos decir que nuestro costo medio de fabricación lo obtendremos cuando nuestro índice de frecuencia sea de 97.00 y que podríamos obtener un costo menor que sería proporcional a la reducción de nuestro índice de frecuencia y que puede expresarse:



Si I.F. = 97.00 obtenemos costo medio = c.med.

Si I.F. = 69.48 obtenemos costo mínimo = c.min.

c.min. =  $\frac{69.48}{97.00}$  c.med. = 0.718 c. med.

lo que equivale a una reducción humanamente posible del 28% en nuestros costos de fabricación.

Cabe aquí aclarar que esa reducción se obtendría logrando establecer la productividad óptima, entendiéndose por la misma a la relación entre la producción máxima obtenida y los recursos utilizados para alcanzarla.

Considerando que el costo de la empresa o costo indirecto por accidente es de 4 veces el costo directo.

Costo Indirecto = 4 x 3694 = \$14766

y que en el caso de nuestro ejemplo, en que tendríamos

5900 accidentes si nuestro I.F. = 97.00 y  
4200 accidentes si nuestro I.F. = 69.48

la diferencia de accidentes sería de 1700 que equivale a un costo indirecto por éste concepto de:

1700 x 14776 = \$ 25'000,000.00

valor que nos indica lo que costaría a la empresa el trabajar con una productividad media, y no la óptima alcanzada en México por empresas de la misma rama industrial.

Cada accidente que ocurra después de 4200 en las 60 millones de horas-hombre, costará a la empresa: \$14,776.00

Al programar una obra se consideran rendimientos de acuerdo a un análisis previo y a la experiencia en trabajos anteriores; éstos rendimientos difieren de los reales, de acuerdo a la previsión de la infinidad de factores que los afectan.

Enmarcándonos en la realidad de las limitaciones humanas, si consideramos como lo hemos estado haciendo, que los accidentes con lesión son una medida de la imprevisión de quienes realizan la obra y utilizamos a los accidentes para cuantificar los imprevistos, podemos valuar los rendimientos óptimos para los riesgos inherentes a la obra que se ejecuta.

Si en una construcción, se obtiene el índice de frecuencia correspondiente al grado de riesgo mínimo para la clase V en -- que están consideradas todas las empresas constructoras de -- acuerdo a los valores computados por el Seguro Social, se puede considerar que los rendimientos han sido los más altos, la productividad óptima y que se ha realizado bajo un estricto control de los elementos de la producción.

Es lógico suponer que dentro de la clasificación en la que el Instituto Mexicano del Seguro Social ha enmarcado a la industria de la construcción para efecto de los riesgos profesionales, existe una diversidad muy amplia entre los peligros que representa para el personal, por ejemplo realizar una obra de canalización para red de drenaje en una población y la construcción de un túnel.

Para hacer más real el criterio expuesto anteriormente, en -- que nos basamos en el Índice de Frecuencia para valuar la imprevisión, es necesario que situemos al tipo de construcción por realizarse, en el grado de riesgo que comparativamente le corresponda con las otras actividades clasificadas en la clase V.

Se propone que para éste objeto utilicemos el Índice de Gravedad, o sea que se investigue en que grado de riesgo (dentro de la clasificación de 100 grados, en que a la clase V le corresponde del 50 al 100) se ubica una construcción de una casa de un nivel de más niveles, un camino, una red de alcantarillado, un túnel, etc. y de acuerdo a los mismos realicemos el análisis de la valuación de los imprevistos.

Se anexa el nomograma # 2 en que se señalan los índices de gravedad que corresponden a la clase V, proporcionados por la Comisión Técnica de Riesgos Profesionales del IMSS.

El procedimiento señalado pretende que a través de experiencias que amplíen nuestro conocimiento en la materia, se afine de modo que pueda proporcionarnos una cuantificación real en nuestro medio, del monto de los imprevistos que se manifiestan por los accidentes.

Los valores humanos y de subsistencia de la empresa generadora de bienes o servicios son primordiales y la Seguridad Indus --

# REPORTE DE ACCIDENTE

CON  INCAPACITANTE  NO INCAPACITANTE 17  
LESION  CON DAÑO MATERIAL   
COSTO ESTIMADO DAÑO \$

QUE OCASIONO LESIONES Y/O DAÑOS MATERIA-  
LES PARA SER LLENADO POR EL SUPERVISOR.  
(LLENAR UNO POR CADA ACCIDENTADO)

## DATOS DE LA EMPRESA

|                                 |                              |                  |
|---------------------------------|------------------------------|------------------|
| EMPRESA:                        |                              | CONTRATANTE:     |
| REGISTRO PATRONAL (MDE):        | SUBCONTRATISTA DE (EMPRESA): | AREA DE TRABAJO: |
| TRABAJO QUE ESTA DESARROLLANDO: |                              |                  |

## DATOS DE LA PERSONA ACCIDENTADA

|   |   |       |
|---|---|-------|
| NOMBRE:                                   | NO. DE REGISTRO (MDE) (SEXO):                         | EDAD: |
| EMPLEO DEL ACCIDENTADO:                   | SALARIO/DIA (ADMINISTRACION PRIMERA ATENCION MEDICA): |       |
| EL ACCIDENTADO FUE TRASLADADO A:          | AUTORIDAD QUE TOMO CONOCIMIENTO DEL ACCIDENTE:        |       |
| LESIONES Y PARTES DEL CUERPO AFECTADA(S): |   |       |

## DATOS DEL ACCIDENTE

|                             |        |       |
|-----------------------------|--------|-------|
| LOCAL EXACTO DONDE OCURRIÓ: | FECHA: | HORA: |
|-----------------------------|--------|-------|

QUE OPERACION REALIZABA?

¿CORRESPONDIA A SU TRABAJO NORMAL? SI  NO

¿COMO OCURRIERON EL ACCIDENTE, LA LESION Y/O LOS DAÑOS MATERIALES Y QUE LOS OCASIONO DIRECTAMENTE?

CONDICIONES INSEGURAS QUE PROVOCARON EL ACCIDENTE:

¿USABA SU EQUIPO DE PROTECCION CORRESPONDIENTE?

SI  NO

¿CON EQUIPO DE PROTECCION ES ADECUADO Y SUFICIENTE?

SI  NO

ACTOS INSEGUROS DEL LESIONADO Y OTRAS (O) PERSONAS QUE PROVOCARON O PROPICIARON EL ACCIDENTE:

ACCIONES TOMADAS POR EL RESPONSABLE DE LA ODM PARA EVITAR REPETICION DE ESTE TIPO DE ACCIDENTE:

TESTIGO:

NOMBRE DEL SUPERVISOR:

TESTIGO:

FIRMA DEL SUPERVISOR:

FECHA:

ACENTADOS DEL INGENIERO RESIDENTE Y DEL ENCARGADO DE SEGURIDAD:

trial proporciona los medios para satisfacerlos: al elemento humano cuidando de su salud e integridad física, y de la empresa cuidando su economía.

#### V.- PROGRAMA DE PREVENCION DE ACCIDENTES.

Teniendo el conocimiento de los antecedentes históricos de la prevención de accidentes, las leyes laborales que nos obligan, y el costo que significan los accidentes en una actividad productiva, no queda más que aceptar se lleve a cabo un programa de prevención de accidentes, cuyas características estarán regidas por el tipo de obra a realizarse.

Se requiere establecer un reglamento de medidas preventivas que nos señale las normas, los procedimientos y lineamientos generales del programa de seguridad.

Establecidas las normas de seguridad, deberán integrarse elementos auditores que verifiquen a través de inspecciones el cumplimiento de los mismos.

Como señalamos anteriormente que los accidentes obedecen a causas determinables, deberá realizarse la investigación y análisis de cada uno de ellos que haya ocasionado incapacidad en el trabajador y determinar las causas que lo originaron, para de inmediato aplicar la acción correctiva que nos pueda eliminar la posibilidad de ocurrencia de los ya mencionados 330 accidentes provocados por las mismas causas, de acuerdo a las estadísticas norteamericanas.

Debe también buscarse la reducción de los accidentes haciendo una revisión analítica y sistemática de las operaciones, localizando los riesgos y tomando las medidas de precaución necesarias; este procedimiento favorece el interés de la reducción de costos, para lo que se recomienda que se realice por cada unidad supervisora. La reducción se obtendrá por medio de una operación más cuidadosa o por mejores técnicas y a veces por las dos posibilidades conjuntas.

Los medios anteriores de prevención de accidentes, nos señalan con precisión el tipo de instrucción o adiestramiento que debe impartirse a los trabajadores, ya sea en operaciones específicas cuando por las condiciones de las mismas lo requieran o en aspectos generales, tal como el manejo de materiales.

Todo programa de seguridad debe llevarse a cabo bajo políti

cas de comprensión y estímulo a todos los niveles, creando conciencia que la seguridad se logra con el decidido interés de cada uno de los que colaboran en la producción.

Las características del programa de seguridad, se marcarán de acuerdo al monto del costo de la obra, su peligrosidad, su ubicación, el elemento humano disponible y la maquinaria y equipo que se va a usar.

20

## REGLAMENTO DE SEGURIDAD

### I N D I C E .

#### ORGANIZACION

- A. Disposiciones generales
- B. Comité Ejecutivo de Seguridad.
- C. Departamento de Seguridad
- D. Comisiones Mixtas de Higiene y Seguridad
- E. Supervisores de Seguridad
- F. Instrucción
- G. Inspecciones
- H. Investigación de Accidentes
- I. Boletines de Seguridad
- J. Carteles y señales

#### NORMAS DE SEGURIDAD

- A. Disposiciones generales
- B. Definiciones
- C. Equipo de Protección Personal
- D. Limpieza general
- E. Ademado
- F. Alcancías, cárcamos y tolvas
- G. Jumbos
- H. Vías, cambios de vía y desviadores para carros
- I. Instalaciones en general
- J. Instalaciones eléctricas
- K. Maquinaria en general
- L. Maquinaria diesel
- M. Compresores
- N. Equipos y trabajos de soldadura
- O. Materiales inflamables
- P. Gases peligrosos
- Q. Polvo
- R. Ventilación
- S. Iluminación
- T. Sistema telefónico
- U. Prevención de incendios

#### V. LUMBRERAS

- Puertas y barreras
- Escaleras
- Señales en las lumbreras
- Iluminación de lumbreras y tiros
- Protección cuando se profundicen lumbreras
- Inspección de lumbreras.

21

## W. MALACATES

- Guías
- Controles del malacate
- Frenos del malacate
- Conexión entre el malacate y la alimentación de fuerza
- Elemento móvil para el ascenso ó el descenso de personal
- Jaulas
- Botas y jaulas sin guías
- Indicador de profundidad
- Cables
- Factor de seguridad
- Unión entre el cable y el bote, jaula o plataforma
- Sujeción del cable del acero
- Cable de acero que no llena las condiciones de seguridad
- Inspección de los cables de acero
- Diámetro de poleas y tambores
- Cejas del tambor
- Dispositivos de seguridad
- Inspección de malacates
- Operadores de malacate
- Operación de los malacates
- Precauciones adicionales en operación de malacates cuando se transporta personal.
- Pruebas a operadores de malacates, grúas, palas mecánicas, etc.

## X. EXPLOSIVOS

- Almacenamiento de explosivos
- Polvorines de primera clase
- Polvorines de segunda clase
- Transporte de explosivos
- Transporte de explosivos en vehículos que no operen sobre vías.
- Transporte de explosivos bajo tierra
- Movimiento de explosivos
- Manejo de explosivos
- Perforación y carga de explosivos
- Atacado de explosivos
- Voladuras o tronadas
- Generalidades
- Localización de los cables para voladuras
- Mantenimiento del equipo
- Uso del explosor
- Voladuras con el circuito de alumbrado
- Alambrado para voladuras
- Cables de distribución
- Interruptores para la voladura
- Prueba del circuito para la voladura
- Conexión a corto circuito de los cables auxiliares de distribución y de los cables conductores.

- Conexión entre el interruptor y la línea para la voladura.
- Interruptor de seguridad
- Llaves para asegurar los interruptores
- Antes de la voladura
- Después de la voladura
- Barrenos cebados
- Desechos de explosivos

Y. TRANSPORTES

- Vehículos en la superficie
- Vehículos en el túnel

Z. PARARRAYOS

- Torres localizadas en las lumbreras
- Polvorines

NORMAS COMPLEMENTARIAS

- AA Excavación de túnel con escudo
- AB Revestimiento definitivo de concreto



I. ORGANIZACION

A. COMITE EJECUTIVO DE SEGURIDAD

1. El Comité Ejecutivo de Seguridad estará integrado por:
  - Gerente de Construcción
  - Ascensor Técnico de la Empresa
  - Jefe del Departamento de Seguridad y
  - Representante del Sindicato
2. Cualquiera de sus integrantes fungirá como presidente del Comité y de los restantes se nombrará un secretario.
3. Los miembros del Comité Ejecutivo de Seguridad tendrán el derecho de voto.
4. Las funciones y responsabilidades de este Comité son:
  - a. Vigilar que se sigan las políticas de seguridad de la empresa; proponer el cambio de éstas cuando sea preciso y recomendar nuevas políticas y otros procedimientos que amplíen y aseguren la aplicación de la política general de seguridad de la Empresa.
  - b. Dictar normas de seguridad.
  - c. Investigar la causa de los accidentes y ordenar -- las medidas necesarias con el propósito de que no se repitan.
  - d. Ordenar que se suspenda la ejecución de un trabajo que implique riesgo para los trabajadores, hasta que se observen las medidas preventivas requeridas.
  - e. Aplicar sanciones a quienes violen o no den cumplimiento a las medidas de seguridad estipuladas en este Reglamento. Estas sanciones serán amonestación, suspensión y rescisión del contrato de trabajo.

B. DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD -

1. La Empresa suministrará y usará los dispositivos de seguridad y salvaguardas y adoptará, a través del Departamento de Seguridad, los sistemas, medios, métodos, opera

\* Las normas de seguridad indicados en este trabajo fueron tomados del Reglamento de Seguridad e higiene de Túnel, S.A.

este problema. Sin embargo, cuando ocurren, su manejo requiere el conocimiento y habilidad de una persona -- competente y experimentada en voladuras.;

136. El modo ideal de disponer de un barreno cebado es tronándolo. Esto puede ser posible removiendo la carga de un barreno por medio de un chorro de agua. Sin embargo, cuando están involucradas grandes cargas y el explosivo ha sido roto o parcialmente removido del agujero, puede salir como un disparo excesivo de material de rocas. Si esta es la situación, significa que se debe descargar -- la mayor parte del barreno.
137. Cuando los barrenos cebados sean detonados, todo el personal y equipo deberá estar colocado tan lejos como la distancia normal de tronada, en anticipación de un estallido excesivo.

#### Desechos de explosivos

138. No se debe abandonar cualquier explosivos.
139. Los explosivos se deben desechar o destruir en estricto acuerdo con los métodos aprobados, previa consulta al fabricante.
140. No se deben dejar abandonados explosivos, cartuchos vacíos, cajas, conductores u otros materiales usados en el empaque de explosivos, en lugares en que personas no autorizadas o ganado puedan tener acceso a ellos.
141. La madera, papel o materiales fibrosos empleados en el empaque de explosivos, no deben quemarse en una cueva, incinerador u otro espacio confinado ni deben ser usados para cualquier propósito. Deben ser destruidos, quemándolos en lugares abiertos y aislados, no debiendo -- acercarse ninguna persona a menos de 35 metros, después de iniciado el fuego.

#### Vehículos en la superficie

1. Los operadores de vehículos deben ser conductores expertos y únicamente los autorizados deben mover el equipo.
2. Los operadores de vehículos deben observar estrictamente los reglamentos de tránsito:
  - a. No exceder peso límite, altura de carga y veloci -

ciones y procesos razonablemente adecuados para que el trabajo y el sitio del mismo sean seguros a fin de lograr el objetivo de prevenir accidentes a los trabajadores.

2. El Departamento de Seguridad iniciará y conservará un programa para la prevención de accidentes. Este programa -- preverá: instrucción sobre seguridad, inspecciones regulares de todos los frentes de trabajo y de todo el equipo, -- adopción y uso de un código de prácticas y procedimientos de seguridad para las operaciones, integración de las Comisiones Mixtas de Higiene y Seguridad, etc.
3. Es de la competencia del Departamento de Seguridad:
  - a. Establecer directivas para instruir y adiestrar, en seguridad, a los trabajadores.
  - b. Dictar normas de seguridad.
  - c. Efectuar inspecciones en los frentes de trabajo.
  - d. Investigar la causa de los accidentes.
  - e. Promover campañas, conferencias, mesas redondas, etc. para conservar ó desarrollar el interés por la seguridad entre los trabajadores.
  - f. Vigilar que se cumplan las normas de seguridad.
  - g. Llevar las estadísticas, determinar índices de frecuencia y gravedad y construir las gráficas respectivas.

#### C. COMISIONES MIXTAS DE HIGIENE Y SEGURIDAD

1. En cada lumbreira se establecerá una Comisión, por turno, -- compuesta por un ingeniero de construcción, el supervisor de seguridad y dos miembros del Sindicato.
2. Cada Comisión constará de igual número de representantes del patrón y de los trabajadores.
3. El patrón designará a sus representantes en la Comisión -- Mixta de Higiene y Seguridad y los representantes obreros serán designados por el Sindicato titular del Contrato Colectivo de Trabajo.
4. Para ser miembro de la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad, se requiere:

- a. Ser trabajador de la Empresa o representante del patrón;
- b. Poseer la instrucción y experiencia para el buen desempeño del cargo;
- c. Gozar de la estimación general de los trabajadores.
- d. No ser afectos a bebidas alcohólicas, drogas energéticas o al juego;
- e. De preferencia, ser jefe de familia.

5. Son obligaciones de las Comisiones Mixtas de Higiene y Seguridad:

- a. Dar instrucción sobre medidas preventivas a los trabajadores.
- b. Poner en práctica todas las iniciativas de previsión.
- c. Practicar inspecciones periódicas en los frentes de trabajo, por lo menos una vez al mes, a fin de cuidar de la observancia de las disposiciones preventivas, así como para indicar todas las medidas que juzguen convenientes.
- d. Si el Supervisor de Seguridad, advierte que una norma no se cumple; entonces actuando como inspector del Departamento de Seguridad debe informar al Jefe de este organismo, quien a su vez lo notificará al Comité Ejecutivo de Seguridad.
- e. Investigar las causas de los accidentes y señalar medidas para prevenirlos.
- f. Vigilar que se cumplan las disposiciones del Reglamento de Seguridad de la Empresa y las de los Reglamentos de Medidas Preventivas de Accidentes del Trabajo y de Higiene del Trabajo.
- g. Vigilar que se cumplan las medidas preventivas dictadas por el Comité Ejecutivo de Seguridad y las señaladas por las Comisiones Mixtas de Higiene y Seguridad.
- h. Cuando los miembros de las Comisiones Mixtas de Higiene y Seguridad tengan conocimiento de que se está llevando al cabo un trabajo peligroso, sin tomarse

en cuenta las medidas preventivas obligatorias, emplearán todos los medios posibles para lograr que se suspenda la ejecución del trabajo, hasta que se observen las medidas de seguridad necesarias.

- i. Celebrar sesión por lo menos una vez al mes, en la que se señalen las deficiencias encontradas en materia de higiene y de seguridad, de la cual se levantará acta cuya copia será enviada a la Dirección del Trabajo y Previsión Social.

D. SUPERVISORES DE SEGURIDAD

1. Los Supervisores de Seguridad asignados a cada frente de trabajo, desempeñarán las funciones siguientes:

- a. Vigilar que se cumplan las disposiciones contenidas en el Reglamento de Seguridad de la Empresa TUNEL, S.A. DE C.V. para la construcción del Emisor Central e Interceptores Central y Oriente, así como las recomendaciones adicionales y modificaciones posteriores que se boletinen.
- b. Recomendar medidas de seguridad cuando se descubran posibles causas de accidentes.
- c. Realizar la inspección diaria de los frentes de trabajo que tiene asignados.
- d. Investigar las causas de los accidentes con lesión o sin ella e informar al Departamento de Seguridad y a la Superintendencia de la Obra.
- e. Formar parte de la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad como representante patronal.
- f. Entregar con toda oportunidad a la Jefatura del Departamento de Seguridad y al Superintendente de la Obra los reportes relacionados con sus actividades (recomendaciones de seguridad, medidas cumplidas, accidentes ocurridos, etc.) así como las actas de inspección mensual de la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad.
- g. En todos los casos en que el fuego, los explosivos, los malacates, etc. sean una amenaza o cuando cause lesiones al personal o daños a los trabajos del túnel, hará de inmediato un informe a la Jefatura del Departamento de Seguridad y a la Superintendencia de

la Obra.

- h. Auxiliar al Departamento de Seguridad en todos los aspectos relacionados con la prevención de accidentes.

#### E. INSTRUCCION

Todos los trabajadores recibirán frecuentemente instrucciones para la prevención de accidentes. Las instrucciones se darán por lo menos una vez al mes.

Cuando se contrate a un trabajador, la persona encargada de ello determinará el grado de experiencia de dicha persona en el trabajo para el que le ha contratado y la instruirá sobre los peligros del trabajo y sobre la realización de sus labores dentro de las condiciones de seguridad.

La instrucción al personal de nuevo ingreso se impartirá en el Departamento Médico, en el Centro de Contratación y en el frente de trabajo al que sea asignado.

- a. En el Departamento Médico se le informará:
  - 1). del servicio de emergencias del puesto de socorro y ambulancia.
  - 2). vacunación.
  - 3). necesidad de las mascarillas que se usan en el túnel.
  - 4). funciones y procedimientos del I.M.S.S. en cuanto a enfermedades generales y accidentes de trabajo, pago de incapacidades, aviso de trabajo, forma RPN-1, atención a familiares y visitas a los trabajadores hospitalizados.
- b. En el Centro de Contratación se instruirá al trabajador sobre:
  - 1). finalidad de la obra.
  - 2). condiciones generales del sitio de trabajo
  - 3). funciones del Supervisor de Seguridad

4). necesidad de ejecutar el trabajo en forma segura.

5). series audio-visuales de Seguridad.

F. SUPERVISORES DE SEGURIDAD

1. Todos los Supervisores de Seguridad asignados a cada frente de trabajo, desempeñarán las funciones siguientes:

- a. Vigilar que se cumplan las disposiciones contenidas en el Reglamento de Seguridad de la Empresa TUNEL, S.A. DE C.V. para la construcción del Emisor Central e Interceptores Central y Oriente; así como las recomendaciones adicionales y modificaciones posteriores que se boletinen.
- b. Recomendar medidas de seguridad cuando se descubran posibles causas de accidentes.
- c. Realizar la inspección diaria de los frentes de trabajo que tiene asignados.
- d. Investigar las causas de los accidentes con lesión o sin ella e informar al Departamento de Seguridad y a la Superintendencia de la Obra.
- e. Formar parte de la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad como representante patronal.
- f. Entregar con toda oportunidad a la Jefatura del Departamento de Seguridad y al Superintendente de la Obra los reportes relacionados con sus actividades (recomendaciones de seguridad, medidas cumplidas, accidentes ocurridos, etc.) así como las actas de inspección mensual de la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad.
- g. En todos los casos en que el fuego, los explosivos, los malacates, etc. sean una amenaza o cuando cause lesiones al personal o daños a los trabajos del túnel, hará de inmediato un informe a la Jefatura del Departamento de Seguridad y a la Superintendencia de la Obra.
- h. Auxiliar al Departamento de Seguridad en todos los aspectos relacionados con la prevención de accidentes.

c. El Supervisor de Seguridad de la lumbrera en que el trabajador vaya a prestar sus servicios, lo presentará con el Ingeniero Jefe de la obra y jefes de inmediatos, lo acompañará a recibir su equipo de protección personal y le informará sobre:

- 1). turno de trabajo en que deberá presentarse y rotación de los turnos.
- 2). servicio de transporte de personal
- 3). servicio de comedor
- 4). alojamiento en los colectivos
- 5). atenciones de botiquín y primeros auxilios y
- 6). disposiciones generales de seguridad en la obra y particulares, de acuerdo, con el oficio que desempeñe.

### G. INSPECCIONES

- 1. Los Supervisores de Seguridad realizarán las inspecciones regulares de todos los sitios de trabajo y de todo el equipo para observar las infracciones a las prácticas y a las instrucciones de seguridad. Deberán estudiar y discutir la causa de los accidentes ocurridos al personal y los medios para su prevención. Impartirán instrucción sobre seguridad entre los trabajadores y los estimularán para que éstos hagan sus gestiones que promuevan la seguridad.
- 2. Todas las sugerencias que promuevan la seguridad serán estudiadas oportunamente por el Departamento de Seguridad y se conservará un registro por escrito de las medidas tomadas.
- 3. Los resultados de las inspecciones que realice la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad y el Supervisor u otra persona de Seguridad en cada frente de trabajo, se entregarán al Superintendente de la Obra, para su cumplimiento.
- 4. En aquellos casos en que el peligro para la vida de los trabajadores o el perjuicio para el interés público sean inminentes, el Departamento de Seguridad ordenará por escrito, con acuse de recibo, las medidas que considere necesarias y se dará aviso a la Gerencia de



Construcción correspondiente.

#### H. INVESTIGACION DE ACCIDENTES

1. Para conocer las causas de los accidentes y dictar las medidas de seguridad necesarias para evitar que se repitan, se investigarán todos los accidentes.
2. Los Supervisores de Seguridad, en cada frente de trabajo llevarán un registro de todos los accidentes que ocurren con motivo de sus operaciones.
3. Los Supervisores deberán dar aviso al Departamento de Seguridad y al Superintendente de la Obra de:
  - a. accidentes mortales
  - b. accidentes que provoquen incapacidad permanente, total o parcial.
  - c. accidentes que pongan en peligro la vida de los trabajadores.
  - d. cambios peligrosos en las condiciones de trabajo y
  - e. hechos que amenacen la paralización temporal de los trabajos.
4. Además de lo dispuesto en el inciso anterior, los Supervisores deberán consignar los accidentes con lesión, en:
  - a. el reporte semanal de accidentes de trabajo y
  - b. en la forma especial para "reporte de accidente"
5. Cuando las lesiones sean leves, pero impidan al lesionado continuar desempeñando sus labores, el Supervisor de Seguridad deberá llenar la forma "reporte de accidente".

#### I. BOLETINES DE SEGURIDAD

1. En todos los túneles se colocará un tablero para boletines de seguridad en el sitio cercano a la entrada, a la boca de la lumbrera o en cualquier punto en el que se reúne el personal antes de entrar a sus frentes de trabajo.
2. En este tablero para boletines se colocarán todas las notificaciones sobre precauciones generales de seguridad.

y otros avisos pertinentes.

#### J. CARTELES Y SEÑALES

1. En todas las labores en que se manejen materias nocivas para la salud o en las cuales pueden producirse dichas materias, es obligatorio advertir a los trabajadores de los peligros a que puedan estar expuestos, mediante car  
teles, señales luminosas u otros medios adecuados.
2. En estas labores los trabajadores están obligados a uti  
lizar los medios de protección que les proporcione la E  
mpresa.

#### X. EXPLOSIVOS

##### ALMACENAMIENTO DE EXPLOSIVOS

1. Los explosivos se almacenarán con apego a las disposi-  
ciones establecidas en el Reglamento para el Transporte  
y Almacenamiento de Explosivos y Artificios y uso y con  
sumo de éstos.
2. Los polvorines son los lugares dispuestos para el alma-  
cenamiento de explosivos. Excepto cuando estén en trans  
porte o bajo la custodia de algún transportista y pen-  
dientes de su entrega al consignatario, todos los explo  
sivos se almacenarán en polvorines pertenecientes a una  
de las dos clases especificadas en el siguiente inciso.

##### Polvorines de primera clase

3. Polvorín de primera clase designa a cualquier edificio  
o estructura utilizados para el almacenamiento de más  
de 45 kg. de explosivos y polvorín de segunda clase es  
una caja resistente en la que se pueden almacenar peque  
ñas cantidades de explosivos que no excedan de 45 kg.
4. Los polvorines de primera clase deberán reunir los si-  
guientes requisitos:
  - a. Tendrán paredes construídas de tabique; concreto,  
ladrillo, bloques de cemento o madera cubierta por  
el exterior con hierro o con aluminio para darle  
resistencia al fuego.
  - b. Las aberturas para ventilación estarán protegidas  
para evitar que entren chispas.

- c. Las puertas se conservarán cerradas y aseguradas con llave, excepto cuando se abran para movimientos de su existencia. Serán de un material resistente al fuego por el exterior.
- d. No se permitirán en el polvorín ni en sus cercanías, fósforos, lámparas descubiertas ni fuego de ningún tipo.
- e. Si se requiere iluminación artificial solamente se usará lámpara eléctrica, linterna eléctrica ó lámpara eléctrica para casco. Las lámparas estarán dentro de globos a prueba de vapor y se conservarán a una distancia de por lo menos 1.50 metros de los explosivos y detonadores. El alumbrado será por conduit y el interruptor estará situado fuera del polvorín.
- f. Los polvorines se conservarán limpios y secos. No se permitirá que se acumule papel, aserrín, cajas vacías, hierba, matorrales ni cualquiera otra basura a una distancia de menos de 30 metros del polvorín.

- 5. En los sitios en los que estén situados polvorines, se colocarán letreros con las palabras: "EXPLOSIVOS, NO ACERCARSE", escritas de una manera legible, con letras de no menos de 7.5 centímetros de altura. También puede usarse en dichos letreros la inscripción: "PELIGRO, EXPLOSIVOS".
- 6. Un polvorín de primera clase en el que se almacenen explosivos estará situado y separado por lo menos 30 metros de cualquiera otra estructura.
- 7. Los estopines o detonadores no se almacenarán en polvorines en los que se almacenen explosivos.
- 8. La cantidad de detonadores o explosivos que se pueden almacenar en cualquier polvorín depende de la distancia a la que ese polvorín esté situado del edificio, carretera ferrocarril u otro polvorín más cercano y de la protección que le presten barreras naturales o barreras artificiales eficientes.

Polvorines de segunda clase

- 9. Se pueden almacenar pequeñas cantidades de explosivos -- que no excedan de 45 kg. en polvorines de segunda clase, en el túnel.

10. Los detonadores se pueden conservar en un polvorín independiente de segunda clase, situado por lo menos a 15 metros de otros polvorines de segunda clase.
11. Si las condiciones lo permiten, los polvorines de segunda clase se deben colocar en recesos del túnel o de sus ademes, pero no deben estar nunca a menos de 1.50 metros de cables eléctricos.
12. Se conservará sobre un sitio visible del polvorín de segunda clase un letrero en el que estén escritas legiblemente las palabras: "POLVORIN, EXPLOSIVOS, PELIGRO".
13. Excepto cuando sea necesario que personas autorizadas lo abran, el polvorín se mantendrá en todo momento firmemente cerrado con llave.
14. No se almacenarán explosivos, con la excepción de lo permitido en el caso de los carros de explosivos, en ningún sitio dentro del túnel cuando su descarga accidental pueda cortar el escape del personal.
15. Dentro de los polvorines se usarán herramientas de madera o cobre para abrir las cajas o bolsas que contengan explosivos.
16. Se prohíbe estrictamente fumar o entrar con luces descubiertas dentro de los polvorines.

#### TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS

17. Para el transporte de explosivos se cumplirán todas las disposiciones legales: Federales, Estatales y Locales.

#### Transporte de explosivos en vehículos que no operen sobre vías.

18. Los vehículos usados para el transporte de explosivos, deben llenar los requisitos siguientes:
  - a. Serán de una construcción resistente, estarán en buenas condiciones de trabajo y sus plataformas estarán bien apretadas para evitar que los explosivos caigan del vehículo.
  - b. Los extremos y los costados de los vehículos estarán cerrados hasta una altura suficiente para evitar que las cajas o paquetes caigan.
  - c. La carga sobre un chasis abierto debe estar cubierta

con una lona impermeable y resistente al fuego.

- d. Los cables del sistema eléctrico del vehículo, deben estar completamente aislados de la carga, para prevenir un corto circuito.
  - e. Los vehículos deben estar debidamente señalados así como dar adecuada protección al público por la naturaleza de la carga. Para el efecto deben exhibir - en cada uno de sus costados y en la parte trasera, - en el exterior, un aviso en el que aparezca la palabra "EXPLOSIVOS", en letras de no menos de 7.5 centímetros de altura, sobre fondo de un color marcadamente contrastante.
19. No se debe permitir metales de contacto con los explosivos, - excepto chasises metálicos aprobados para transportar explosivos (antichispas).
  20. No deberán transportarse con explosivos, metales, líquidos inflamables o sustancias corrosivas.
  21. Se recomienda transportar los explosivos y los detonadores en vehículos separados y no en el mismo vehículo. - Cuando no se usen los envases originales, se podrán -- transportar en bolsas de lona o plástico o en recipientes rígidos construidos de materiales no conductores.
  22. En los vehículos que transporten explosivos solamente - se realizarán servicios o reparaciones que no representen riesgo alguno.
  23. La carga y descarga de los explosivos debe ejecutarse - cuidadosamente.
  24. Al cargar los vehículos no se debe rebasar el límite señalado por el fabricante ni sobrepasar la altura de los lados del camión.
  25. Se prohíbe estrictamente fumar en los vehículos que -- transportan explosivos.
  26. Nadie con excepción del operador del vehículo y de sus ayudantes viajará en los vehículos que transportan explosivos.
  27. El operador del vehículo debe evitar zonas de congestión namiento de tráfico y paradas innecesarias o en lugares como gasolineras, talleres, etc.
  28. El operador del vehículo debe asegurarse que los explosivos estén separados de detonadores o estopines, cuando

esté permitido transportarlos en el mismo vehículo.

#### Transporte de explosivos bajo tierra

29. Los explosivos se transportarán hasta el frente en cajas o paquetes adecuados. Si deben transportarse 45 kg. o más de una sola vez al interior de un túnel provisto de vías, existirá un carro para explosivos.
30. El carro para el transporte de explosivos en el túnel - estará construido especialmente para ese fin y contendrá compartimentos separados para la dinamita y los estopines; estos compartimentos deben mantenerse cerrados excepto cuando sea necesario abrirlos para introducir o sacar explosivos. Ambos compartimentos deben estar debidamente aislados de la estructura metálica del carro y de cualquier contacto posible con conductores en los extremos, parte superior y costados.
31. Si el carro de explosivos es transportado por una locomotora eléctrica, se exigen barras de tiro aisladas entre el carro de explosivos y la locomotora.
32. A cada lado del carro, destinado al transporte de explosivos en el túnel, se escribirá la palabra: "EXPLOSIVOS", en letras de 7.5 cm. de altura.
33. Los explosivos se colocarán en el carro de explosivos - en cajas ya abiertas para que no sea necesario romperlas para abrirlas en el frente del túnel.
34. Los estopines se colocarán en el primer compartimentos - del carro de explosivos, en una caja adecuada, con divisiones separadas para cada retraso. Los compartimentos para los estopines y para los explosivos deben estar separados por un mínimo de 65 centímetros de espacio de aire.
35. Solamente se colocará o transportará en el carro de explosivos una cantidad nominal en exceso a la necesaria - para la operación de un turno. Si el carro de explosivos se lleva al interior del túnel y se saca después para cada cuele, solamente se colocará o transportará en él una cantidad nominal en exceso sobre la cantidad de explosivos necesaria para ese cuele.
36. Si el carro de explosivos es transportado por una locomotora, el movimiento se hará jalando el carro de explosivos y no empujándolo. Si se hace en un tren debe ir en el extremo posterior y nunca enganchado entre vagones.

cas.

37. Cuando el carro de explosivos sea movido a mano, una persona deberá ir adelante, por lo menos a una distancia de 25 metros, para prevenir a otros vehículos que se aproximen en sentido contrario.
38. Se llevará a cada frente de trabajo solamente la cantidad de explosivos que se requieran en el turno: los explosivos que no se empleen inmediatamente en el lugar donde vayan a utilizarse, se regresarán a su lugar de origen.
39. Un letrero en el carro de explosivos indicará si éste se encuentra "LLENO" ó "VACIO".

#### Movimiento de explosivos

40. Los explosivos y los estopines no se bajarán ni subirán juntos en la misma jaula, plataforma o bote, a menos -- que esto sea en el carro de explosivos.
41. Los explosivos no se bajarán ni subirán en la misma jaula, plataforma o bote, con otros materiales, suministros o equipo.
42. Los explosivos no se transportarán junto con el personal en la jaula, plataforma, bote o cualquier otro vehículo.
43. Los explosivos se pasarán con prontitud de la jaula, plataforma o bote al carro de explosivos.
44. Los explosivos no deben almacenarse provisionalmente ni apilarse alrededor del brocal de la lumbrera ni en la estación correspondiente.
45. Los explosivos que no se empleen inmediatamente en el lugar donde van a utilizarse, se colocarán en lugar seguro, separándolos según su naturaleza y cantidad.
46. Los envases vacíos, las cajas y papel de envoltura se enviarán inmediatamente a la superficie para ser destruidos.
47. En todas las operaciones que supongan movimiento, manejo y realmacenamiento de explosivos, se tomarán las precauciones razonables para evitar el acceso de personas no autorizadas.

#### MANEJO DE EXPLOSIVOS

48. Cuando se vayan a sacar del polvorín abastecimiento de -

explosivos, se tomarán en primer lugar los que hayan permanecido en el polvorín mayor tiempo.

- 49. Los detonadores no se retirarán de sus paquetes originales a menos que se vayan a usar pronto.
- 50. Los paquetes de explosivos se llevarán a una distancia segura del polvorín antes de abrirlos.
- 51. No se abrirá ninguna caja de explosivos con herramientas metálicas que produzcan chispas.
- 52. Los cebos que no se hayan preparado en un polvorín especial se deben llevar hasta una distancia segura de otros trabajadores no incluidos en las operaciones de voladura.
- 53. Está estrictamente prohibido fumar en las estaciones de distribución de explosivos o durante las operaciones de manejo de explosivos.
- 54. Los detonadores y los explosivos que sobren después de terminarse la carga se deben regresar inmediatamente a sus sitios de almacenamiento adecuado.
- 55. No se colocarán explosivos donde puedan estar expuestos a flama, excesivo calor, chispas o impacto.
- 56. Los envases de explosivos se deben levantar y colocar siempre cuidadosamente; nunca se deben deslizar uno sobre otro, ni dejar caer.
- 57. Debe cerrarse la cubierta de las cajas de explosivos o empaques después de ser usados.
- 58. No se deben conectar los detonadores, a los cartuchos de dinamita dentro de un polvorín o cerca de cantidades excesivas de explosivos.
- 59. No se manejarán ni usarán explosivos durante la proximidad o desarrollo de cualquier tormenta eléctrica. Todas las personas deberán retirarse de los explosivos a un lugar seguro.
- 60. No se debe intentar el rescate o uso de detonadores o cualesquiera otros explosivos que hayan estado saturados de agua, aún si ya han sido secados. Consúltese al fabricante.
- 61. No se debe golpear, desarmar o intentar remover o investigar el contenido de un detonador ni tratar de arrancar los alambres de un estopín.



62. Nunca se debe usar explosivos o equipo para voladuras -- que se encuentre deteriorado o dañado.
63. No se permitirá la presencia de personas no autorizadas o innecesarias durante el manejo y uso de los explosivos.
64. Queda estrictamente prohibido a los trabajadores acarrear explosivos en los bolsillos de su ropa o llevarlos sobre su persona.
65. El cebo debe prepararse cuidadosamente, cerca del frente y llenar los requisitos siguientes:
  - a. que el detonador no pueda zafarse del cartucho cebado, y que esté en la posición más segura y eficiente.
  - b. que esté impermeabilizado cuando sea necesario.
  - c. que pueda colocarse con todos sus aditamentos, dentro del barreno, con seguridad y facilidad.
66. Los cartuchos que formen parte del cebo no deberán ser rajados.
67. El punzón que se utilice para perforar el cartucho y preparar el cebo, debe ser una varilla de madera, cobre, -- aluminio o algún otro material que no produzca chispa.

#### Perforación y carga de explosivos

68. Debe examinarse toda laja o roca antes de barrenarla, -- golpearla o romperla y asegurarse de que la operación se puede realizar sin peligros de los explosivos que todavía pueda contener.
69. Nunca se perforará con explosivos dentro de los barrenos ni se profundizará la barrenación ni ninguna parte de -- los barrenos que hayan sido cargados con explosivos o -- donde existiera un fuque.
70. Antes de iniciarse las operaciones de carga, todos los -- circuitos eléctricos se retirarán a una distancia segura del frente. No operará ninguna locomotora eléctrica ni ningún circuito alimentador a menos de 60 metros del -- frente.
71. Se usarán lámparas de turbina de aire ó reflectores para la iluminación del frente para las operaciones de carga. Si la corriente para los reflectores es suministrada por baterías o por una locomotora eléctrica, estas luces no se colocarán a menos de 15 metros del punto en que se -- realicen las operaciones de carga. No se utilizarán lám

paras con cubierta metálica.

72. Se prohíbe fumar y usar llamas abiertas en zonas en las que se inicien operaciones de carga o en las que estén a punto de iniciarse.
73. Durante las operaciones de carga solamente el personal verdaderamente necesario para la carga y la conexión -- permanecerá en el frente.
74. La carga no se iniciará sino hasta después de haber terminado toda la barrenación y después de haber limpiado o soplado todos los barrenos.
75. Si se llegase a encontrar una piedra u obstáculo dentro de un barreno cuando esté parcialmente cargado, dicha piedra será extraída con una cucharilla de cobre, bronce u otro material que produzca chispa.
76. No se soplarán barrenos sin dar aviso de ello a todos los demás trabajadores en el frente.
77. Solamente se utilizarán atacadores de madera (faineros) para retacar explosivos; estos atacadores no tendrán incluido polvo abrasivo, puntas de metal ni partes metálicas a menos que sean anclas de un metal no ferroso para prolongar la longitud del atacador. El extremo del atacador será plano y del diámetro mínimo necesario para que no pase a los lados del cartucho en el interior del barreno.
78. Antes de cargar los barrenos debe introducirse el atacador hasta el fondo del barreno para determinar si éste está libre; en caso de estarlo sosténgase el atacador con la mano en la boca del barreno sin soltarlo hasta introducir el cebo para determinar si éste llegó hasta el fondo del barreno; en caso contrario infórmese al sobrestante.
79. Al cargar barrenos debe introducirse un cartucho de explosivos y retacarlo antes de introducir el cartucho siguiente.
80. No se deben forzar los cartuchos de dinamita al introducirlos en los barrenos o para pasar cualquier obstrucción en los propios barrenos.
81. No se debe cargar un barreno de perforación con explosivos después del ensanchamiento del fondo por explosión de una carga, hasta estar seguro de que esté frío y que no contiene ningún metal o material caliente o incandescente.

82. No se debe hacer volar un barrenos de perforación cerca de otro cargado con explosivos.
83. El detonador debe insertarse, sin forzarlo, dentro del agujero hecho en el cartucho de dinamita, con un punzón de madera diseñado para ese propósito.
84. No se debe rajar, deformar o abandonar el cartucho de dinamita conectado al cebo.
85. No se conectarán estopines excepto por métodos recomendados por el fabricante.
86. Durante la carga no se deben amontonar los explosivos sobrantes cerca de áreas de trabajo.

#### Atacado de explosivos.

87. No ataque dinamita que ha sido removida de su cartucho.
88. No ataque explosivos con objetos metálicos de cualquier clase. Use herramientas atacadoras de madera (faineros) con ninguna parte expuesta de metal.
89. Nunca ataque el cartucho conectado al estopín. Evite el atacado violento.
90. Debe atacar los explosivos en el barrenos de perforación con arena, tierra, barro u otros materiales permisibles, inertes e incombustibles.
91. No desenrolle los cables o use estopines durante tormentas de rayos o cerca de cualquier otra productora de cargas de electricidad estática.
92. No enrede o maltrate cables de estopines durante el atacado.
93. No desenrolle los alambres o use estopines en la vecindad de radiotransmisores, excepto a distancias de seguridad. Consúltese al fabricante.
94. Debe cuidar que el circuito de encendido esté completamente aislado de tierra u otros conductores así como de cables "pelados", rieles, tubos u otros cursos de corrientes extraviadas.
95. No tenga alambres eléctricos o cables de cualquier clase cerca de estopines u otros explosivos, excepto en el momento y para el propósito del encendido de la tronada.

- 96. Debe probar todos los estopines o cada uno cuando sean conectados a un circuito, usando solamente un galvanómetro específicamente diseñado para los detonadores.
- 97. No use en el mismo circuito cualquier estopín hecho por más de un fabricante, o estopines de diferentes estilos o funciones aunque sea fabricado por el mismo fabricante a menos que su uso esté aprobado por el fabricante.
- 98. No intente encender un circuito de estopines con menos que la mínima corriente especificada por el fabricante.
- 99. Debe estar seguro que todos los extremos de los alambres que están conectados estén pulidos y limpios.
- 100. Debe mantener los alambres de los estopines en corto circuito hasta que esté listo el encendido.

VOLADURAS O TRONADAS

Generalidades

- 101. Personas competentes y autorizadas para el uso de explosivos estarán a cargo inmediato de todas las operaciones de voladura. No se empleará a nadie de menos de 21 años de edad en las operaciones de carga o de voladura a menos que esté bajo la supervisión directa de un trabajador experimentado.
- 102. Las fuentes de energía para las voladuras eléctricas pueden ser: explosores, circuitos de iluminación o circuitos de fuerza. Cuando se usan explosores, las conexiones deben ser en serie, con la excepción de conexiones en paralelo o combinadas que se apeguen a las recomendaciones del fabricante del explosor. En el caso de los circuitos de iluminación o de fuerza, las conexiones pueden ser en serie, en paralelo o en una combinación de ambos sistemas.
- 103. Se usarán únicamente estopines eléctricos en la excavación de lumbreras y tiros; en la excavación de estaciones de lumbreras y tiros y en cualquier sitio en donde el refugio cercano sea inadecuado para proteger al personal de las rocas despedidas por la voladura o de la onda de choque.

Localización de los cables para voladuras.

- 104. Los cables para voladura se alojarán en el lado del tú -

nel opuesto al de todas las líneas de fuerza e iluminación y lejos de tuberías, rieles y conductores similares. Se suspenderán de una manera apropiada de aisladores y se protegerán de cualquier contacto con los anillos de acero usados para el ademe del túnel.

105. No se usarán circuitos o sistemas conectados a tierra para las voladuras por medios eléctricos.

#### Mantenimiento del equipo

106. Los cables y permanentes para voladura, los interruptores de seguridad y los interruptores para voladura serán conservados en condiciones adecuadas por una persona competente.

107. Todos los tubos y rieles metálicos estarán conectados eléctricamente entre sí y conectados a tierra en la lumbrera o tiro o en el portal, estos tubos y rieles tendrán conexiones eléctricas cruzadas a intervalos de no menos de 300 metros en toda la longitud del túnel.

#### Uso del explosor

108. Solamente una persona debidamente capacitada en los sistemas de voladura operará el explosor o lo conectará con los cables; estas conexiones no se harán sino hasta después de haber terminado todos los trabajos preparatorios para la voladura y después de retirar al personal hasta un sitio seguro.

#### Voladuras con el circuito de alumbrado ó de fuerza

109. No se usará corriente eléctrica procedente de los circuitos de iluminación o de fuerza para hacer detonar cargas excepto cuando las conexiones eléctricas con dicho circuito de iluminación o de fuerza se hagan por medio de una caja de interrupción cubierta.

110. Cuando la voladura se haga por medio de un circuito de iluminación o de fuerza, nadie entrará al sitio en el que se hizo la voladura sino hasta después de haber desconectado los cables de voladura permanentes de la fuente de energía eléctrica y hasta después de haber asegurado en la posición "abierta" el interruptor usado para la voladura.

111. Cuando la voladura se hace por medio de un circuito de fuerza, este circuito se interrumpirá por lo menos en un sitio mediante un intervalo contra rayos de un mínimo de 1.50 metros en el lado de salida del interruptor usado para la voladura, excepto durante la realización de ésta.

Se instalarán conexiones de clavija y receptáculo para que el cierre o la interrupción del circuito en este punto sea una operación manual sencilla.

Alambrado para voladuras

- 112. Los cables permanentes para voladura y los conductores provisionales serán de alambre macizo de cobre, impermeable y aislado y tendrán la capacidad suficiente para la corriente necesaria para la voladura.
- 113. Todos los empalmes estarán correctamente hechos; los alambres se unirán de tal manera que queden eléctrica y mecánicamente seguros. Los empalmes de los cables permanentes se aislarán con cinta o algún otro medio efectivo.

Cables de distribución

- 114. Los cables permanentes de distribución serán del diámetro adecuado, de alambre macizo de cobre o de alambre de algún otro metal que los fabricantes de estopines recomienden para las condiciones previstas.

Interruptores para la voladura

- 115. Se instalará un interruptor de operación externa para la voladura de las cargas, en buenas condiciones de servicio y en los puntos desde donde se haga la voladura. Este interruptor quedará instalado en el lado del túnel opuesto al correspondiente a los circuitos de iluminación y fuerza.
- 116. Este interruptor se mantendrá normalmente en la posición "desconectado". En la posición "desconectado" los dos cables del circuito quedarán en corto circuito, pero no conectados a tierra. El interruptor se dispondrá de tal manera que no pueda permanecer en la posición de "voladura" al soltar la palanca.
- 117. El interruptor para la voladura estará a no menos de 500 metros del frente del túnel si la longitud de éste excede de 300 metros, o en el portal o superficie si la longitud excavada es menor.

Prueba del circuito para la voladura

- 118. El circuito usado para la voladura se probará antes de -

hacer detonar las cargas. Para estas pruebas se utilizará un galvanómetro diseñado especialmente para los trabajos de voladura.

Conexión a corto circuito de los cables auxiliares de distribución y de los cables conductores.

119. Los cables auxiliares de distribución se conectarán en corto circuito hasta el momento en el que se conecten con los alambres conductores. Los alambres conductores se conectarán en corto circuito torciendo los extremos desnudos uno con otro hasta el momento en el que se conecten en el cable permanente usado para la voladura. La persona que haga la conexión con los cables auxiliares de distribución tendrán en su posesión los dos extremos de los alambres conductores y después llevará estos alambres conductores desde el frente hasta los cables permanentes para la voladura. Los cables auxiliares deben colgar o estar suspendidos de soportes de madera o de algún material aislante.

Conexión entre el interruptor y la línea para la Voladura.

120. La conexión entre el interruptor usado para la voladura y la línea permanente para la voladura debe ser un cable de fuerza portátil de dos conductores, que se extienda a través del túnel. Estará provisto de clavija y receptáculos adecuados. Estas clavijas y receptáculos tendrán una capacidad no inferior a 60 amperes; no serán intercambiables con ningunas otras clavijas ni receptáculos utilizados en el túnel. Entre el receptáculo y la fuente de alimentación de fuerza debe haber un interruptor asegurado y dispuesto de tal manera que no pueda permanecer en la posición de "conectado" o "voladura" al soltar la palanca.

Interruptor de seguridad

121. Aproximadamente a la mitad entre el interruptor usado para la voladura y el extremo del cable permanente para la voladura es conveniente instalar un interruptor de seguridad. Debe ser de un tipo que pueda asegurarse en la posición "desconectado", pero que permanezca en la posición "conectado" al liberarse y soltar la palanca. Este interruptor quedará libre y en la posición "conectado" cuando el sobrestante o la persona que opere el interruptor para la voladura pase al interruptor de la voladura después de haber completado las conexiones en el frente.

Llaves para asegurar los interruptores.

122. a. Las llaves del interruptor para la voladura y del interruptor de seguridad deben estar en posesión del sobrestante o de la persona que haga la voladura.
- b. Cuando sea necesario hacer reparaciones o pruebas de las líneas de voladura o de las usadas para hacer detonar las cargas, el sobrestante o la persona que hace la voladura debe abrir los candados y permanecer en el interruptor hasta que puedan volverlo a asegurar.
- c. No se harán preparaciones para carga ni voladura sino hasta que los interruptores estén asegurados y las llaves otra vez en posesión del sobrestante o de la persona que hace la voladura.
- d. Al final del turno; el sobrestante o la persona que hace la voladura entregará las llaves al sobrestante o a la persona que hace la voladura correspondiente al siguiente turno.
- e. El Superintendente debe guardar en su oficina y bajo llave un juego duplicado de las llaves. No debe existir en el túnel ningún otro juego de llaves que correspondan a los candados de los interruptores para la voladura.

Antes de la voladura

123. Se dará aviso en todas las direcciones cuando vaya a volarse, se protegerán todas las entradas al sitio o sitios en los que se vaya a detonar cargas.
124. No se conectarán los alambres conductores a la línea permanente para la voladura sino hasta que todo el personal se haya retirado del frente, con excepción de las personas que hagan la conexión.
125. Todo el personal, inclusive el que haga la conexión, se retirará hasta el punto en el que está instalado el interruptor para la voladura.
126. No se harán trabajos innecesarios en el frente durante la carga o después de ella y antes de la voladura.
127. No debe tronarse una carga sin una señal positiva del responsable de la voladura, quien deberá cerciorarse que todo el excedente de explosivos están en lugar seguro y todas las personas y vehículos están a una distancia de



seguridad o bajo cubierta.

#### Después de la voladura

128. Después de la voladura, el personal debe esperar por lo menos 10 minutos antes de regresar al punto de la explosión (puede requerirse un período más prolongado, con el objeto de dar el tiempo necesario para la limpieza del aire mediante el sistema de ventilación).
129. Los interruptores usados para la voladura deben asegurarse en la posición "desconectado"; debe desconectarse el cable portátil y al regresar al frente, los alambres conductores deben desconectarse de los extremos del cable permanente para la voladura; los extremos descubiertos de cada uno de ellos se conectarán entre sí a corto circuito torciéndolos uno con otro.
130. Después de cada voladura y antes de iniciar una nueva barrenación, deberá efectuarse una investigación cuidadosa en busca de barrenos cebados a fin de dispararles de nuevo.
131. Los chicolones o fuques, carrizos o porciones de barreno que sobren de los barrenos no quedados (no cebados) se revisarán cuidadosamente para dispararlos de nuevo, en su caso. Por ningún motivo se barrenará en dichos chicolones o carrizos.
132. Si se encuentran barrenos cebados en una voladura hecha con estopines eléctricos, se probarán los detonadores, si éstos están en corto circuito, se conectarán nuevamente y se dispararán; en caso contrario, se usará un nuevo cebo para dispararlos.
133. No se intentará investigar un fallido demasiado pronto, se hará con apego a las reglas estipuladas para el efecto y si no las haya se esperará por lo menos una hora.
134. No se debe perforar, barrenar o jalar una carga de explosivos que ha fallado: Los cartuchos no quemados deben ser manejados solamente por una persona competente o experimentada o por otra persona bajo la dirección de aquella.

#### Barrenos cebados

135. La mejor solución al problema de barrenos cebados (quedados), es previniéndolos. Cuidadosa atención para cargar y técnicas previamente discutidas para tronar, minimizan

dad límite.

- b. No retroceder a menos que un ayudante a pie le haga señales.
  - c. Hacer alto total en cruces con FFCC, carreteras - - principales, cruceros peligrosos, etc.
  - d. Llevar señales de emergencia y,
  - e. Estar equipado con un extinguidor.
3. Los operadores de vehículos deben conservar en buenas condiciones mecánicas y exteriores los vehículos.
- a. Luces
  - b. Bocinas
  - c. Frenos
  - d. Parabrisas
  - e. Espejos
4. No permanecerán en la cabina los operadores de vehículo - los mientras el camión sea cargado por equipo de excavación o haya riesgo de caer algún objeto sobre la misma.
5. La carga no debe exceder la capacidad de peso, ni debe sobresalir del cuerpo del camión de modo tal que constituya un peligro para otros vehículos, peatones y estructuras.
6. En caso que el material sobresalga del extremo posterior del vehículo, debe marcarse con bandera roja y luz roja en la noche.
7. El material suelto debe ser amontonado o cubierto para evitar que las vibraciones del transporte lo aflojen y pueda regarse.
8. Los conductores de vehículos deben asegurarse que el camión esté frenado apropiadamente durante la carga y si se encuentra en pendiente colocarle calzas que detengan las ruedas.
9. Los vehículos de carga utilizados regularmente para el transporte de trabajadores deben dotarse de asientos seguros con resguardos laterales y posteriores para evitar caídas, instalando los aditamentos necesarios para subir o bajar.

- 10. No se permitirá al personal subir o bajar si el vehículo está en movimiento.
- 11. No se permitirá al personal viajar en las salpicaderas, estribos, defensas o encima de las capotas u otros sitios.
- 12. No se utilizarán vehículos de volteo para el transporte de personal, a menos que el cuerpo del vehículo haya sido adecuadamente asegurado para evitar que se suelte.
- 13. Se realizará mantenimiento e inspección periódicos del vehículo. Diariamente los conductores revisarán frenos dirección, llantas, luces y demás partes importantes.
- 14. Los conductores deberán apagar el motor siempre que se cargue combustible.
- 15. Para el transporte de explosivos véase el instructivo correspondiente.

Z. PARARRAYOS

Torres localizadas en las lumbreras

- 1. Se instalarán 4 puntas de protección de 1.22 metros - (Cat. HB-13). Estas puntas irán montadas en bases adecuadas, fijadas directamente a la superficie de la construcción.
- 2. Las puntas anteriores se interconectarán entre sí por medio de cable de diseño y construcción especial (cobre trenzado, de 29 hilos Cat. HB-29X.)
- 3. Se utilizarán abrazaderas de cobre para cable (Cat. HB-165), para fijar los conductores a la construcción, colocándose a una distancia no mayor de un metro entre ellas.
- 4. Para satisfacer las distintas necesidades se usarán los conectores rectos (Cat. HB-122), zapata (Cat. HB-130), "T" (Cat. HB-112), Cruz (Cat. HB-125), y para permitir la inspección y prueba periódica del sistema, se instalarán los conectores de bajada. (Cat. HB-146).
- 5. La resistencia a tierra de cada electrodo no deberá ser mayor de 25 ohms.

Planos

6. La localización de las puntas de protección, recorrido de cable y conexiones a tierra se encuentra indicada en los planos anexos.

Polvorines

1. Se instalarán cuatro puntas de protección de 0.30 metros (Cat.HB-57X) en la parte superior de cuatro postes metálicos. Estos postes se colocarán en las esquinas de la construcción y dentro de las distancias mínimas especificadas en las normas. Las puntas irán montadas en bases adecuadas fijadas directamente a los postes antes mencionados.
2. Para asegurar su protección adecuada, de acuerdo con las normas relativas a estructuras que contienen sustancias peligrosas, se colocarán cables aéreos entre los postes diagonalmente opuestos que se mencionan en el párrafo anterior. Estos cables se interconectarán entre sí, a las puntas y a tierra, en cada poste. El cable que se instalará, de diseño y construcción especial para sistemas de pararrayos, es de cobre trenzado, de 29 hilos (Cat.HB-29X).
3. Se utilizarán abrazaderas de cobre para cable (Cat. HB-165), para fijar los conductores a los postes, colocándose a una distancia no mayor de un metro entre ellas.
4. Para satisfacer las distintas necesidades se usarán los conectores rectos (Cat.HB-122), Zapata (Cat. HB-130), "T" (Cat. HB-112) Cruz (Cat. HB-125) y para permitir la inspección y prueba periódica del sistema se instalarán los conectores de bajada (Cat. HB-146).
5. Serán necesarias en este caso cuatro conexiones a tierra. El cable de bajada para ellas se fijará a la construcción directamente con la abrazadera (Cat. HB-165) y se protegerá convenientemente en su parte inferior, rematándose a electrodos a tierra formados con el rehilete (Cat. HB-235).
6. No deberá construirse ningún excusado a menos de 30 metros de ningún pozo.
7. El contenido de los excusados de fosa de tierra deberá cubrirse diariamente con arena, cal, cenizas de madera u otro material apropiado.
8. Cuando el contenido de una fosa de tierra esté a menos de 60 centímetros de la superficie del terreno, deberá llenarse con tierra.
7. Los excusados deberán tener un piso liso e impermeable.

#### D. INSTALACIONES PARA ASEO PERSONAL

1. Deberán proporcionarse instalaciones adecuadas para lavarse, a los trabajadores. Estas instalaciones no se usarán para ningún otro objeto.
2. Deberá haber cuando menos un lavabo por cada 20 trabajadores que tengan descanso y tiempo libre para comer al mismo tiempo.
3. En los lavabos habrá una corriente suficiente de agua limpia y un medio adecuado para eliminar el agua de desechos; se proporcionará jabón no irritante en cantidad suficiente y se prohibirá el uso de toallas comunes.
4. Se instalarán baños de regadera deberá limpiarse completamente cuando menos una vez por día de uso, y deberá desinfectarse en forma efectiva.

#### E. HABITACIONES

1. Las habitaciones individuales o colectivas, deberán ser suficientes y apropiadas; protegidas de la intemperie, humedad del suelo, sabandijas, mosquitos y otros insectos.
2. Las habitaciones estarán provistas de alumbrado y, de ser necesario, calefacción y debidamente ventiladas.
3. Los dormitorios deberán proporcionar cuando menos 14 metros cúbicos de espacio por persona, y cuando menos 6 metros cuadrados de piso por persona y tener una altura promedio de cuando menos 2.5 metros.
4. Los dormitorios deben tener ventanas que se abran al aire libre y que puedan abrirse para proporcionar una abertura igual cuando menos a un décimo de espacio del piso.
5. Deberá proporcionarse una cama para cada trabajador, un colchón o bolsa, una almohada y las sábanas y cobijas necesarias.
6. Las camas deberán estar cuando menos a 40 centímetros del piso.
7. Los muros de los dormitorios deberán ser fácilmente lavables y los pisos de un material impermeable y cuando menos a 30 centímetros arriba del piso en el exterior.
8. Los dormitorios y la ropa de cama deberán lavarse y desinfectarse.

fectarse a intervalos apropiados.

9. Los dormitorios para trabajadores que laboran en túneles y obras subterráneas, deberán estar en la superficie y separados de los comedores.
10. Las cuevas, chozas de paja, tiendas de campaña y almacenes y establos no deberán usarse para habitación.

#### IV. SERVICIOS MEDICOS

##### A. PUESTO DE SOCORROS O CENTRAL DE URGENCIAS

1. En los lugares en que laboran 100 ó más trabajadores, deberá establecerse un puesto de socorros, bajo la responsabilidad de un médico, ubicado cuando menos a 60 metros de las cocinas, instalaciones sanitarias o lugares para animales.
2. Los puestos de socorros deben establecerse en lugares estratégicos y estar debidamente equipados.

##### B. PRIMEROS AUXILIOS

1. En los campamentos deberá haber a la mano y disponibles medios adecuados y personal para prestar primeros auxilios y, durante las horas de labores, en los frentes de trabajo.
2. En todos los túneles se tendrán materiales adecuados para primeros auxilios, y cualquiera otra facilidad para dar la atención apropiada a los trabajadores lesionados.
3. Los materiales para primeros auxilios se conservarán en estado sanitario y en condiciones de usarse.
4. En todos los frentes de trabajo se establecerán los medios de comunicación necesarios (teléfono, radio, etc.) para solicitar los servicios médicos.
5. Se harán inspecciones frecuentes de todos los materiales para primeros auxilios.
6. Se dispondrá de facilidades adecuadas para dar atención médica oportuna a los trabajadores lesionados.
7. Los cobertores de lana, sábanas o cubiertas impermeables se conservarán en paquetes sellados a prueba de

humedad y polvo.

- 8. Se colocará una camilla, con un cobertor de lana, una cubierta impermeable o una cubierta equivalente y materiales para primeros auxilios en un sitio conveniente, dentro de todos los túneles de más de 400 metros de longitud o en algún sitio cercano a ellos, para utilizarse en la atención a los trabajadores lesionados.
- 9. Todos los Supervisores de Seguridad y los sobrestantes y por lo menos un trabajador en cada cuadrilla, deberán haber recibido instrucción en primeros auxilios en el curso de los últimos dos años y deberán ser competentes para administrar el tratamiento de emergencia apropiado.
- 10. La instrucción debe ser impartida por un médico, enfermero o persona que tenga un Diploma ó Certificado en vigor de Instructor de Primeros Auxilios.
- 11. Para neutralizar las quemaduras ocasionadas por el acelerante Sigunit A (SIKA), se recomienda una solución de ácido bórico de 3% p.p. y para la protección de la piel el uso de cremas a base de silicones (por ejemplo: Atrix).
- 12. Todos los trabajadores tienen la obligación de asistir a las prácticas de primeros auxilios y salvamento, cuando sean requeridos para ello.

C. BOTIQUINES

- 1. Deberán proporcionarse botiquines de primeros auxilios, instalándose en lugares apropiados, cerca de los frentes de trabajo, y deberán estar protegidos contra daños y contaminación por polvo, humedad, etc.
- 2. Los botiquines de primeros auxilios deberán contener compresas y vendajes, pomadas para quemaduras, antisépticos, tela adhesiva, torniquetes, tijeras de punta roma, etc., y demás medicamentos y material médico estipulado para prestar primeros auxilios.
- 3. Los botiquines de primeros auxilios deberán contener instrucciones sencillas y claras para seguirse en las emergencias, y deberán surtirse después de cada ocasión de uso.
- 4. Los botiquines de primeros auxilios deberán estar a cargo de una persona responsable que esté capacitada para prestar primeros auxilios, y su contenido deberá ser revisado cuando menos una vez al mes por la persona que lo

tenga a su cuidado.

D. CAMILLAS

1. Deberá haber a la mano camillas para el transporte de lesionados, y dos cobijas limpias para cada camilla.
2. En ningún caso habrá menos de una camilla por cada 100 trabajadores por turno.

E. EQUIPO DE SALVAMENTO

1. Los frentes de trabajo deberán contar con una cuadrilla de salvamento, adiestrada y provista de elementos adecuados para desempeñar sus funciones.
2. Deberá tenerse disponible y a la mano equipo de rescate y de resucitación.
3. Los miembros de las cuadrillas de salvamento deberán pasar un examen médico anual y, además, todos aquellos que se juzgue necesario.

F. AMBULANCIAS

1. Para evitar, en los sitios aislados, las esperas innecesarias de atención a los trabajadores lesionados se dispondrá de una ambulancia para su transporte inmediato a las clínicas o Centros Hospitalarios.
2. La ambulancia es un vehículo de uso exclusivo para trasladar personal lesionado en accidente de trabajo, del frente en que ocurre el accidente a la Central de Emergencias de la Gerencia correspondiente y de ésta, si el caso lo amerita, a la Clínica del Instituto Mexicano del Seguro Social.
3. El médico de guardia en la Central de Urgencias, es responsable del manejo de la ambulancia y del personal de la misma.
4. Durante sus recorridos en servicio, la ambulancia llevará encendidas las luces intermitentes y los flashes.
5. No se usará la sirena en el trayecto entre lumbreras cuando se vaya por algún lesionado ni cuando se le traslade a la Central de Urgencias de la Gerencia que le co



responda. Sólo por órdenes del médico de guardia, podrá usarse la sirena en carretera y cuando la ambulancia vaya con destino a alguna Clínica del I.M.S.S.

- 6. La ambulancia no desarrollará una velocidad mayor de 60 km/h. en el trayecto entre lumbreras y sólo rebasará esta velocidad pero sin pasar de 100 km/h., cuando viaje en ella el médico en turno. Rara vez es necesaria la rapidez en el transporte del lesionado del sitio del accidente al hospital y, generalmente, esto no ayuda al herido y con frecuencia provoca severas lesiones y hasta la muerte. "ES MAS IMPORTANTE PARA EL TRABAJADOR LESIONADO, SU TRANSPORTE CUIDADOSO AL HOSPITAL QUE LA RAPIDEZ DE SU LLEGADA".
- 7. Los conductores de ambulancia deben tener especial cuidado en su trabajo y obedecer el reglamento de tránsito.
- 8. Al finalizar su turno, los conductores de ambulancia entregarán ésta a su relevo, perfectamente limpia, con los combustibles necesarios y reportarán cualquier falla mecánica en dicho vehículo.

G. ENFERMEDADES CONTAGIOSAS

Cuando se presente o se sospeche que hay una enfermedad contagiosa en el campamento, la Empresa deberá notificarlo a la Autoridad Sanitaria competente.

H. AVISOS

Deberán colocarse avisos en lugares estratégicos manifestando la ubicación de los botiquines de primeros auxilios; ambulancia, camilla y el lugar en donde puede encontrarse a la persona encargada de prestar los primeros auxilios; ubicación del teléfono más cercano y número telefónico y nombre de la persona o Centro que haya de llamarse, sitios de los extinguidores de incendio, etc..

SEGURIDAD EN EL MANEJO DE EXPLOSIVOS

Todos los explosivos son peligrosos y deben ser manejados y usados con cuidado por personas competentes y experimentadas y bajo la vigilancia de éstas. Todas las personas que manejen explosivos tienen la responsabilidad de conocer y poner en práctica todas las medidas aprobadas de seguridad.

De todo accidente que ocurre con explosivos, (que generalmente reviste serias consecuencias) se analizan a fondo las causas que lo originaron y se determinan las normas de seguridad necesarias para evitar accidentes similares. Por lo tanto de bemos considerar el cúmulo de experiencias de muchos años, de muchas gentes y de muchos lugares.

Con el conocimiento anterior deben establecerse procedimientos estrictos de manejo y uso de explosivos en los que se eviten los riesgos o se proteja de los mismos.

Solo en los polvorines y en el carro de explosivos o perrera deben almacenarse los explosivos, diferenciándose uno del otro en que en el primer caso podemos tener la dotación requerida para varios turnos de trabajo y en el segundo, solo la necesaria para las tronadas de un día de trabajo, con un lógico excedente que evite problemas por falta del mismo.

Los polvorines de la obra se han construido de modo que cum plen todas las recomendaciones de seguridad.

El carro de explosivos o perrera tiene dos compartimentos separados para alojar en uno los artificios y en el otro solo la dinamita. Debe contar con llave que asegure las puertas de los compartimentos.

La perrera siempre que esté cargada, deberá ser jalada por la locomotora y no empujarse.

Se ha elaborado un procedimiento de trabajo para solicitar el servicio de transporte de explosivos del polvorín a la obra, que se hace en camionetas acondicionadas para ese fin.

Nunca se transportan en el mismo vehículo la dinamita y los estopines, ésto sólo se autoriza en la perrera o carro de explosivos.

Los explosivos al llegar a la obra, deberán ser trasladados de inmediato por la persona encargada al carro de explosivos o perrera. Deberá bajar en viajes separados la dinamita y los estopines, no debiendo hacer uso de la jaula otras personas o llevar otros materiales. Se le dará aviso al malacatero que se van a bajar los explosivos.

(Cuando el carro de explosivos se encuentre en la superficie, se almacenan la dinamita y estopines en sus compartimentos respectivos, se cierra con candado y puede bajarse al túnel en la plataforma correspondiente, siguiendo las indicaciones de no viajar en la plataforma más que el encargado).

El responsable de bajar los explosivos, deberá comunicarse al túnel para que en ese momento no haya aglomeración de personal

o maniobras que pudieran ser riesgosas.

Generalmente el pedido de los explosivos al polvorín se hace por cajas de dinamita y por piezas de estopines de diferentes tiempos. Deberá proporcionarse para los estopines una caja de madera con divisiones para cada retardo y que en ésta forma el encargado del polvorín lo surta al del transporte y en la misma se le entreguen al del túnel, quien los guarda en la perrera.

La perrera será jalada por la locomotora al frente donde se vayan a preparar los cebos, no viajando más que el operador y el encargado de los explosivos, debiendo estacionar la perrera al lado contrario al de líneas de corriente eléctrica, en lugar donde no estorbe y esté libre de riesgos de choque.

Se sacan los cartuchos de dinamita y estopines que se requieran para los cebos, llevándose a una mesa de madera donde se preparan. Esta mesa debe situarse alejada de las líneas de corriente.

Es importante vigilar que en ésta etapa de preparación de los explosivos debe evitarse el acceso a la zona de personas innecesarias.

para la preparación de los cebos, solo se utilizarán herramientas de madera.

Los cebos que se vayan terminando deberán colocarse en cajas de madera, con separadores para cada retardo, las que se cerrarán y transportarán al frente cuando se hayan terminado los trabajos de barrenación y se haya cortado la corriente en el jumbo.

La iluminación necesaria para cargar el frente deberá proporcionarse con lámparas de turbina de aire instaladas en el jumbo o con reflectores eléctricos separados del jumbo a distancias no menor de 15 mts.

Al terminar la barrenación y haber cortado la corriente en el jumbo, teniendo lista la iluminación para carga el frente, se llevan al jumbo las cajas de dinamita requeridas y los cebos.

Solo se emplearán faineros de madera para retacar los barrenos.

Los explosivos que sobren después de cargar el frente, se regresarán a la perrera, debiendo desarmar los cebos que hubieran quedado y se regresará la perrera a un sitio seguro.

Teniendo en consideración los múltiples riesgos que existen en el transporte superficial, descenso a túnel y acarreo a la perrera de los explosivos, se considera más seguro dotar los

requerimientos diarios en cada lumbrera y almacenarlos en la perrera.

Solo personas competentes y autorizadas para el uso de explosivos, estarán a cargo inmediato de todas las operaciones de voladura.

El explosor o líneas de circuitos de iluminación se utilizan como fuente de energía para la tronada. Dependiendo de lo anterior las conexiones se harán en serie o en paralelo y combinación de ellas, siguiendo las recomendaciones de los fabricantes de explosivos y de los explosores.

Los cables para la tronada se alojarán en el lado del túnel -- opuesto al de todas las líneas de fuerza e iluminación y lejos de tuberías, rieles y conductores similares. Se suspenderán de una manera apropiada de aisladores y se protegerán de cualquier contacto con los marcos de acero usados para el ademe -- del túnel.

No se usarán circuitos o sistemas conectados a tierra para las voladuras.

Los cables permanentes para voladura y los interruptores para voladura, serán conservados en condiciones adecuadas por una persona competente.

Solamente una persona debidamente capacitada en los sistemas de voladura operará el explosor o lo conectará con los cables; estas conexiones no se harán hasta después de haber terminado TODOS los trabajos preparatorios para la voladura y después de retirar al personal hasta un lugar seguro.

Solamente se usará corriente eléctrica procedente de los circuitos de iluminación para hacer explotar cargas, cuando las conexiones eléctricas con dicho circuito se hagan por medio de una caja de interrupción cubierta.

Cuando la voladura se haga por medio de un circuito de iluminación, nadie entrará al sitio en que se hizo la voladura, sino hasta después de haber desconectado los cables de voladura permanentes de la fuente de energía eléctrica y hasta después de haber asegurado en la posición "abierta" el interruptor usado para la voladura.

Se instalarán conexiones de clavija y receptáculo para que la operación de cierre o de interrupción del circuito en este punto, sea una operación manual sencilla y serán de un tipo que evite que la clavija sea extraída accidentalmente; no serán intercambiables con ninguna otras clavijas ni receptáculos utilizados en el túnel.

Los cables permanentes para voladura y los conductores provisionales, serán de alambre macizo de cobre impermeable y aislado. Tendrán capacidad suficiente para conducir la corriente necesaria por la voladura y en ningún caso serán de un diámetro menor que el recomendado por el fabricante de los explosivos.

Todos los empalmes estarán correctamente hechos, los alambres se unirán de tal manera que queden eléctrica y mecánicamente seguros. Los empalmes de los cables permanentes, se aislarán con cinta o algún otro medio efectivo.

Se instalará un interruptor de operación externa en buenas condiciones de servicio y en los puntos desde donde se haga la voladura de las cargas.

Este interruptor quedará instalado en el lado del túnel opuesto al correspondiente a los circuitos de iluminación y fuerza.

Este interruptor se mantendrá normalmente en la posición desconectado. En la posición "desconectado" los dos cables del circuito quedarán en corto circuito, pero no conectados a tierra. El interruptor se dispondrá de tal manera que no pueda permanecer en la posición de "volar" al soltar la palanca.

El interruptor para la voladura estará a no menos de 300 metros del frente del túnel si la longitud de éste es mayor, o en el portal o superficie si la longitud excavada es menor.

El circuito usado para la voladura se probará antes de hacer explotar las cargas. Para estas pruebas se utilizará un galvanómetro diseñado especialmente para los trabajos de voladura.

Los cables auxiliares de distribución se conectarán en corto circuito hasta el momento en el que se conecten con los alambres conductores. Los alambres conductores se conectarán en corto torciendo los extremos desnudos uno con otro, hasta el momento en el que se conecten con el cable permanente usado para la voladura.

La persona que haga la conexión con los cables auxiliares de distribución, tendrá en su posesión los dos extremos de los alambres conductores y después llevará estos alambres conductores desde el frente hasta los cables permanentes para la voladura. Deben colgar o estar suspendidos de soportes de madera o de algún material aislante.

Las llaves del interruptor para la voladura deben estar en posesión del sobrestante o de la persona que haga la voladura. Cuando sea necesario hacer reparaciones, prolongaciones o proe

bas de la línea de voladura o de las usadas para hacer explotar las cargas, el sobrestante o la persona deben abrir los candados y permanecer en el interruptor hasta que puedan volverlo a asegurar.

No se harán preparaciones para carga ni voladura hasta que el interruptor esté asegurado y las llaves en posesión del sobrestante o de la persona que hace la voladura.

Al final del turno, el sobrestante o la persona que hace la voladura entregará las llaves al sobrestante o a la persona que hace la voladura correspondiente al siguiente turno. El superintendente debe guardar en su oficina y bajo llave, un juego duplicado de las llaves. No debe existir en el túnel ningún otro juego de llaves que correspondan a éste candado.

Antes de iniciarse las operaciones de carga, todos los circuitos eléctricos se retirarán a una distancia segura del frente.

No se conectarán los alambres conductores a la línea permanente para la voladura sino hasta que todo el personal se haya retirado del frente con excepción de las personas que hagan la conexión. Todo el personal se retirará con él hasta el punto en el que está instalado el interruptor para la voladura. No se harán trabajos innecesarios en el frente durante la carga o después de ella y antes de la voladura.

Después de la voladura, el personal debe esperar el tiempo necesario para la limpieza del aire mediante el sistema de ventilación. Los interruptores usados para la voladura deben asignarse en la posición "desconectado"; debe desconectarse el cable portátil y al regresar al frente, los alambres conductores deben desconectarse de los extremos del cable permanente para la voladura; los extremos descubiertos de cada uno de ellos se conectarán entre sí a corto circuito torciéndolos uno con otro.

Todo intento para retirar explosivos o tacos de un barreno cargado estará estrechamente supervisado por el sobrestante.

Si está dentro de la seguridad hacerlo, se debe colocar un nuevo cebo en el barreno para volver a volarlo debiéndolo enfriar previamente.

No se barrenará sobre el fuque de la tronada anterior.

De taparse algún barreno durante la carga deberá emplearse una cuchara de bronce o cobre para retirar el obstáculo y nunca volver a meter la barrena cuando se ha cargado parte del frente.

MEDIOS DE PREVENCIÓN DE  
ACCIDENTES

INSPECCIÓN

INVESTIGACIÓN DEL ACCIDENTE

INSTALACIÓN

ANÁLISIS DE SEGURIDAD DEL TRABAJO

ING. EDDIE MEDINA CARRIZO

FUENTES MAS COMUNES DE ACCIDENTES EN LA  
INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.

CAIDAS DE PERSONAS O CAIDAS DE MATERIALES.

De cimbras durante erección, modificación o desmantelado.  
De cimbras debido a colapso o falla total o parcial  
De plataformas de Trabajo, andadores, plataformas colgantes, etc.  
De escaleras fijas o de mano.  
A través de aberturas en los pisos o paredes.  
A través de techos de materiales frágiles.  
De techos inclinados.  
Durante el trabajo en picos resbalosos.  
De estructuras de construcción durante demolición o erección.  
De elevadores o en cubos de elevadores.  
Dentro de excavaciones.  
Dentro del agua.  
En el piso chocando contra objetos  
En el piso al cargar o transportar cargas.

EXCAVACIONES Y PERFORACION.

Atrapados por caída de material.  
Golpeados por material debido a derrumbes de los lados.

EQUIPO DE LEVANTAMIENTO.

Caídas de la plataforma o jaula.  
Atrapados por el elevador.

MAQUINARIA ELECTRICA Y NO ELECTRICA.  
FUEGOS Y/O EXPLOSIONES.  
RESBALADURAS Y/O GOLPES CONTRA OBJETOS.  
CLAVOS SALIENTES EN LA MADERA.  
HERRAMIENTAS DE MANO.  
TRANSPORTE FERREO Y DE OTROS TIPOS.  
ELECTRICIDAD.



COMO PUEDE UN SUPERVISOR LOGRAR SEGURIDAD EN SU TRABAJO.

- 1.- Ser un buen ejemplo para sus subordinados y desarrollar -- buenos hábitos.
- 2.- Considerar que sus trabajadores laboran con seguridad y -- mostrarles que para todos es muy importante el trabajar -- con seguridad. Hablar frecuentemente acerca de la seguridad.
- 3.- Actuar y corregir condiciones y actos inseguros sin dilata -- ción.
- 4.- Insistir en tener el área de trabajo limpia.
- 5.- Asegurar que todos los trabajadores son capaces de llevar a cabo su trabajo en una manera segura y si es necesario llevar a cabo entrenamiento.
- 6.- Asegurar que están en uso sistemas de trabajo adecuados y checarlos frecuentemente.
- 7.- Vigilar que las reglas y reglamentos se cumplan en todo - tiempo. Deberá ser rutina un chequeo diario.
- 8.- Investigar accidentes e inspeccionar el área de trabajo - para tratar de evitar futuros accidentes.
- 9.- Distribuir equipo de protección donde sea necesario y ex - plicar su propósito. Asegurar que éste se use adecuada - mente.
- 10.- Asegurar que las herramientas de mano están en buenas con - diciones y que se usan correctamente.
- 11.- Revisar sus acciones y rutinas a intervalos regulares.

47

64

## INSPECCION DE SEGURIDAD

### GUIA DE LOCALIZACION DE CONDICIONES INSEGURAS MAS COMUNES.

Marque con un X las condiciones deficientes que encuentre..

#### EXCAVACIONES Y CIMENTACIONES.

Carencia de apuntalamiento

Hay muy cerca de caminos o andadores.

Lados derrumbándose

Bordes no protegidos.

Cimbras o madera usada con clavos salientes.

Tierra muy cerca de la excavación.

Rellenos de realizados alrededor de cimentaciones terminadas.

#### ACCESOS.

Insuficientes al lugar de trabajo.

Construidos inadecuadamente.

Sin pasamanos.

De material defectuoso.

#### PISOS

Agujeros no protegidos

Material almacenado cerca del borde del agujero.

Agujeros cubiertos con placas no marcadas.

Agujeros cerca de entradas

Agujeros cubiertos con placas débiles.

Tornillos, pernos o varillas salientes.

Acceso limitado.

#### CIMBRAS.

Erigidas por trabajadores no entrenados.

Carencia de soportes de base.

Construidas inadecuadamente

Carencia de uniones.

Carencia de accesos.

Carencia de pasamanos.

Carencia de rodapiés

ESCALERAS PORTATILES

Muy cortas  
No aseguradas correctamente  
No usadas correctamente

Dañadas  
Colocadas en ángulo erróneo

OPERACIONES DE LEVANTAMIENTO

No usando el equipo correcto  
Eslingas sobrecargadas  
Práctica de eslingado incorrecto.

Sobrecargando las grúas  
Usando grúas sobre terreno no nivelado y sin estabilizar.  
Indicador de carga segura inoperativo.

LIMPIEZA

Circulaciones obstruidas  
Remoción inadecuada de basura ó desperdicios.

Estibados inseguros o muy altos  
Material no almacenado en orden.

ELECTRICIDAD

Conexiones inseguras (sin clavijas)  
Uso de equipo inseguro  
Carencia de protecciones

Cables desnudos  
Cables dañados

62

GUIA DE LOCALIZACION DE ACTOS INSEGUROS

- 1.- ¿Los trabajadores, manejan sin autorización la maquinaria, herramienta, dispositivos y otro equipo?
- 2.- ¿Trabajan u operan maquinaria a velocidad peligrosa?
- 3.- ¿Quitán protecciones o hacen que no funcionen las protecciones y otro equipo de seguridad?
- 4.- ¿Emplean herramientas o equipo defectuoso?
- 5.- ¿Usan las herramientas o el equipo en forma insegura?
- 6.- ¿Emplean las manos o alguna otra parte del cuerpo en lugar de las herramientas?
- 7.- ¿Estiban, manejan o depositan materiales en forma insegura?
- 8.- ¿Se paran debajo de cargas suspendidas o trabajan cerca de aberturas en el piso?
- 9.- ¿Viajan sobre la carga en vehículos?
- 10.- ¿Transitan por vías de ferrocarril o cruzan vías o caminos transitados en sitios no seguros para el cruce?
- 11.- ¿Reparan o ajustan equipo en movimiento, o sujeto a presión, o cargado eléctricamente, o que contiene sustancias peligrosas?
- 12.- ¿Distrae alguien la atención de los trabajadores o les dá bromas o sorpresas?
- 13.- ¿Usan dispositivos para seguridad o el equipo de protección personal que se necesita y se les ha suministrado?
- 14.- ¿Qué otros actos inseguros se cometen?
- 15.- ¿Cumplen con los reglamentos y reglas de seguridad?
- 16.- ¿Conocen los trabajadores las reglas de seguridad?
- 17.- ¿Chocan las condiciones de uso del equipo de levantamiento?
- 18.- ¿Está disponible y se usa correctamente?
- 19.- ¿Mantienen su área de trabajo limpia y ordenada?
- 20.- ¿Gustan de usar bromas de mal gusto en el trabajo a sus compañeros?

SUGESTIONES PARA CONTROLAR CONDICIONES  
INSEGURAS Y MANTENER ORDEN Y LIMPIEZA.

- 1.- Fije con qué frecuencia conviene realizar las inspecciones y una vez acentuada sujétese a ese calendario.
- 2.- Defina el curso que va a seguir el recorrido y el tiempo que se empleará en él.
- 3.- Anticipe a sus trabajadores la forma, frecuencia y objeto de las inspecciones.
- 4.- Ponga usted el ejemplo en cuanto a orden y limpieza.
- 5.- Explique a cada compañero la responsabilidad que tiene en cuanto a orden y limpieza e indíqueles la razón para esa responsabilidad. Explíqueles también cómo pueden cumplirla.
- 6.- Trate de aconsejar claramente a los trabajadores sobre la seguridad y cerciórese de que le han entendido.
- 7.- Facilite el aseo del área de trabajo, y coopere a ello cuidando de la conservación de recipientes en lugares estratégicos y vigilando que éstos se vacíen oportunamente.
- 8.- Procure que no se almacenen "temporalmente" objetos o materiales en lugares que no corresponden.
- 9.- Debe eliminarse el hábito de almacenar en los lugares de trabajo, exceso de materiales. Este es uno de los peores hábitos en contra de la limpieza y el orden.
- 10.- Debe asegurarse que los solventes y líquidos inflamables se guarden en recipientes adecuados y en los lugares asignados para este objeto. No deberá permitirse en ningún momento que se guarden en el área de trabajo estas substancias, excepto las necesarias para uso inmediato.
- 11.- Estimule a los trabajadores para que informen a sus superiores de las condiciones que conducen al desaseo, a la falta de orden y consecuentemente pueden propiciar accidentes.
- 12.- Coopere con el personal encargado del manejo de materiales, a fin de que las zonas de almacenaje temporal estén bien marcadas o identificadas y sean fáciles de usar.

215

68

## INVESTIGACION DEL ACCIDENTE

### PROCEDIMIENTO.

- 1.- Vaya al lugar del accidente tan pronto como sea posible.
- 2.- Obtenga una idea general de la situación y qué fué el accidente.
- 3.- Interrogue testigos primero en términos generales y luego en términos específicos.
- 4.- Determine hechos.

QUIEN FUE LESIONADO  
QUE PASO, DONDE, CUANDO Y COMO.  
QUE TRABAJO SE ESTABA HACIENDO, COMO, CON  
QUE EQUIPO.  
CON AYUDA DE QUIEN, PORQUE SE ESTABA HACIENDO  
Y BAJO QUE INSTRUCCIONES.  
QUE ESTUVO-ERRONEO.  
QUE CAUSO LA LESION.  
QUE PASO INMEDIATAMENTE DESPUES DEL ACCIDENTE.

Si es posible interrogue a la persona accidentada.

5.- Determine:

- I) Las condiciones inseguras que contribuyeron al accidente.
- II) Los actos inseguros que contribuyeron al accidente.
- III) Porqué siguieron las condiciones inseguras.
- IV) Porqué se cometieron los actos inseguros.

Obtenga las opiniones de los testigos pero haga sus propias conclusiones.

- 6.- Decida qué acciones tomará para eliminar o corregir los puntos 5 (I) (II) (III) (IV) anteriores y prevenir repetición en esta situación o en alguna otra situación similar.
- 7.- Ponga en práctica las acciones que ha decidido.
- 8.- Reporte el accidente en los formatos oficiales establecidos.

### ¡IMPORTANTE.

CUANDO INTERROGUE A LAS PERSONAS:

NO SALTE A CONCLUSIONES.

NO HAGA PREGUNTAS QUE INSINUEN UNA RESPUESTA.

SEA CONSIDERADO Y TRANQUILO

ANALISIS DE SEGURIDAD DE LAS OPERACIONES.

P R O C E D I M I E N T O .

I.- DIVIDA LA OPERACION EN SUS DETALLES COMPONENTES.

- a).- Anticipe a los interesados el análisis que va a hacer.
- b).- Observe la operación varias veces y determine donde va a comenzar y a terminar su análisis.
- c).- Anote los detalles; pesos, distancias, condiciones del material y objeto, condiciones del local, etc.

II.- LOCALICE LOS RIESGOS.

- a).- Obenga la colaboración de los trabajadores y otras personas afectadas.
- b).- Determine en cada detalle el riesgo presente.
- c).- Consulte la experiencia de accidentes anteriores.

III.- DETERMINE EL METODO SEGURO.

- a).- Primero trate de eliminar el riesgo; si no puede eliminarse, determine cómo puede protegerse la máquina o el equipo involucrado.
- b) Si no puede protegerse la máquina o el equipo, ¿cómo puede protegerse el trabajador?, ¿qué instrucciones deben dársele?
- c).- Ponga por escrito el Método Seguro.

IV.- APLIQUE EL METODO SEGURO

- a).- Obtenga la aprobación de su jefe, subordinados y otras personas, y reconozca la colaboración recibida.
- b).- Adiestre al personal en el Método Seguro.
- c).- Compruebe resultados.

SIEMPRE HAY UN METODO MEJOR Y MAS SEGURO

HOJA DE ANALISIS DE SEGURIDAD

OPERACION:

ANALIZO:

DEPARTAMENTO:

FECHA:

| METODO ACTUAL |         |            | METODO MEJORADO |               |
|---------------|---------|------------|-----------------|---------------|
| DETALLES      | RIESGOS | CORRECCION | DETALLES        | INSTRUCCIONES |
|               |         |            |                 |               |



48  
71

FABRICA CONTINENTAL DE TORNILLOS

M E M O R A N D U M

México, D.F., marzo 8 de 1973.

DE: JUAN LOPEZ M.  
Departamento de Embarque.

A: SR. FEDERICO MENDOZA  
Jefe de Producción.

ASUNTO: MEJORAS EN LA REVISION Y MANEJO DE CAJAS QUE SE -  
EMBARCAN, MEDIANTE UN NUEVO METODO.

Podemos lograr las siguientes mejoras:

- 1.- Evitar lesiones a nuestro trabajador y daños al producto, que vienen ocasionando transtornos y gastos.
- 2.- Revisar y despachar 100 cajas más al día.
- 3.- Aprovechar más espacio en el Departamento de Embarque, haciendo los siguientes cambios:
  - 1.- Mejorar el acabado de las cajas.
  - 2.- Dotar de guantes de lona al trabajador.
  - 3.- Dotar al Departamento de tres carritos de 1.20 x 1.50 x 0.75 M., los cuales pueden construirse en nuestro Taller Mecánico.

Acompaño los detalles de Método que se sigue actualmente y que propongo, el cual fue logrado con la colaboración y sugerencias del trabajador encargado, señor Enrique Reynoso.

OPERACION: Revisión y Marcado de cajas de tornillos.  
 DEPARTAMENTO: Embarque

LOCALIZO: Juan López M.  
 FECHA: 5 de marzo de 1973

| METODO ACTUAL   |   |  | METODO MEJORADO  |  |
|---|---|--|--|--|
| DETALLES  | RIESGOS   | CORRECCION   | DETALLES   | INSTRUCCIONES  |
| Camina a tomar caja<br>acabado tosco.<br>inclina a tomarla.<br>levanta-pesa 20 Kgs.<br><br>Lleva a banco de<br>trabajo.<br>deposita<br>revisa<br>tapa<br>coloca<br>con martillo y clavos<br>tapa<br>con martillo y clavos<br>con crayón.<br>con tipo de tornillos<br>con crayón.<br>con caja.<br>lleva a punto de em-<br>barque.<br>inclina a dejarla<br>deposita en el suelo<br>levanta. | Astillas-Machucón<br>Relajamiento caída<br>caja.<br>Caída de caja<br>Machucón<br>Astillas.<br>Golpe con martillo.<br><br>Machucón<br>Caída de caja<br>Relajamiento.<br>Machucón | Mejorar acabado de<br>cajas.<br><br>Distribuir 6 cajas<br>en carro de 0.75 M.<br>de alto para revi-<br>sarlas y rotularlas<br>sobre carro.<br><br>Instruir en manejo<br><br>Las cajas se entrea-<br>gan a punto de em-<br>barque, sin remover<br>las del carro que<br>las trajo. | Camina a tomar ca-<br>rro cargado con 6 cajas.<br>Lo lleva a área de tra-<br>bajo.<br><br>Revisa 6 cajas.<br>Toma 6 tapas<br>Las coloca.<br>Toma martillo y caja<br>con clavos.<br>Las clava<br>Dejar martillo y cla-<br>vos.<br>Toma crayón<br>Rotula cajas.<br>Dejar crayón<br>Lleva carro a punto de<br>embarque.<br>Vuelve por otro, carro<br>cargado. | Usar guantes<br>lona.<br>Revisar mango<br>cabeza-mango<br>pio.<br>Tomar extremo<br>mango y clava<br>acercando la<br>za del martil. |

50  
73

## RESUMEN DE LA 1A. SESION

- 1.- Los accidentes generalmente son el resultado de falta de control o ineficiencia. Por lo tanto, para prevenir accidentes, el trabajo debe ser planeado, organizado y controlado. Estos aspectos son principalmente la responsabilidad de quienes ejercen funciones de dirección.
- 2.- La finalidad de la Seguridad Industrial es proteger al trabajador en el desarrollo de sus labores y accesoria - miento a los familiares que dependen de él a la economía del país - reducir al mínimo los daños a la planta y -- equipo.
- 3.- Accidente y lesión no es la misma cosa. La lesión es consecuencia del accidente, y al ocurrir éste se puede producir la lesión.
- 4.- Se debe tratar de eliminar los accidentes y automáticamente se estará protegiendo a la persona contra una lesión.
- 5.- No todos los accidentes causan lesión, pero siempre afectan a uno o más de los elementos de la producción.
- 6.- El accidente es un acontecimiento imprevisto que interrumpe o transtorna el desarrollo ordenado de la actividad que se realiza, y cuando este accidente ocurre en un lugar de trabajo, siempre afecta a uno o más de los elementos de la producción.
- 7.- En la producción, sea de objetos o servicios, generalmente intervienen cinco elementos: hombre, maquinaria, equipo, materia prima y tiempo.
- 8.- Se considera que el costo total de un accidente se compone de dos partes:
  - a).- El costo directo.
  - b).- el costo oculto o indirecto.

El costo directo está representado por los salarios de la persona lesionada durante el período de su incapacitación; su -- atención médica e indemnización, en casos de incapacidad permanente. Este costo ordinario es cubierto por el Seguro Social o por compañías aseguradoras.

El costo indirecto u oculto está representado por diversos - perjuicios, entre ellos: interrupciones en la producción, da

s a la maquinaria, materia prima, producto o instalaciones; cos  
to de adiestramiento de personal sustituto, desperdicios derivados  
del accidente, etc.

Este costo indirecto es absorbido por la Empresa.

Las estadísticas y los estudios contables que se han hecho revelan  
que el costo indirecto suele ser 4.5 y más veces mayor que el cos-  
to directo.

9.- El trabajador en sus distintas categorías es el hombre clave -  
para la seguridad en el trabajo, ya que es la causa de ésta, pues se  
trata de protegerlo, y en esta forma proteger el factor humano de la  
producción.

SALUD OCUPACIONAL

EFFECTOS EN LA PRODUCTIVIDAD DE LOS AGENTES AMBIENTALES

LA FATIGA Y OTROS FACTORES COMO CAUSA DE ACCIDENTES.

PRIMEROS AUXILIOS

DR. FRANCO TRUJILLO  
Secretaría del Trabajo  
y Previsión Social

NORMAS COMPLEMENTARIASAC. TRABAJOS EN AIRE COMPRIMIDO.Definiciones:  
(Sección II-B)

- 1.- Superintendente del aire.- Aquel individuo competente, designado por la empresa, quien es responsable por la obra.
- 2.- Presión de aire.- La fuerza del aire sobre la unidad del área. (En el sistema inglés es en libras por pulgada cuadrada, psi). En el sistema métrico es en kilogramos por centímetro cuadrado,  $\text{kg/cm}^2$ .
- 3.- Presión absoluta.- Es la presión manométrica más la presión atmosférica, (psia),  $\text{kg/cm}^2\text{-a}$ .
- 4.- Presión atmosférica.- La presión normal del aire libre atmosférico. Al nivel del mar la presión atmosférica se estima en  $1.03 \text{ kg/cm}^2\text{-a}$  (14.7 psia). La presión manométrica es siempre  $\text{kg/cm}^2\text{-m}$  (cero psig) al nivel del mar.
- 5.- Presión manométrica.- La presión medida por un manómetro indicando la presión que excede la presión atmosférica, (psig) ( $\text{kg/cm}^2\text{-m}$ ).
- 6.- Presión de trabajo.- La presión que el Superintendente del aire o su asistente autorizado establezca para la cámara de trabajo, según la necesidad.
- 7.- Presión baja.- Una presión de trabajo no mayor de  $1.03 \text{ kg/cm}^2\text{-m}$ , (14.7 psig).

- 8.- Presión alta.- Una presión de trabajo mayor de 1.03 kg/cm<sup>2</sup>-a (14.7 psig).
- 9.- Suministro de aire.- El aire comprimido usado en la cámara de trabajo.
- 10.- Suministro de aire de presión baja.- Aire comprimido usado para subir y mantener la presión en la cámara de trabajo y en las esclusas de aire.
- 11.- Suministro de aire de presión alta.- Aire comprimido normalmente usado para el equipo y herramientas neumáticas.
- 12.- Médico.- Un médico con licencia, contratado por la empresa para supervisar el programa médico que aquí se describe.
- 13.- Manpara.- Una estructura a prueba de escape de aire que separa la cámara de trabajo del aire libre o de otra cámara bajo una presión menor. Generalmente es atravesada por una o más esclusas, por la tubería de aire y otras instalaciones.
- 14.- Patrón.- El contratista, la firma, corporación u otra organización que lleve a cabo el trabajo.
- 15.- Ingeniero.- Un ingeniero con licencia para ejercer la profesión en el estado o distrito de su jurisdicción. El ingeniero deberá ser experto en el tipo de trabajo. El ingeniero a que se hace referencia en estas normas de seguridad, no tiene que ser la misma persona en cada caso o en todos los casos.
- 16.- Aire normal.- La presión atmosférica normal.
- 17.- Inundación rápida.- Una situación crítica debida a una crecida rápida del agua en la cámara de trabajo, cuando la presión

do aire sea bajada intencionalmente e por otro motivo. Un túnel perforado por el sistema de aire comprimido, bajo agua, tal como bajo un río o bahía, será considerado propenso a una inundación rápida, en cualquier tipo de terreno.

- 18.- Cortina de seguridad.- Un diafragma impermeable colocado a través de la parte alta del túnel entre el frente y la mampara, con el fin de evitar la inundación de la clave del túnel entre la cortina de seguridad y la mampara, dando un refugio seguro y escape de una inundación o túnel inundado.
- 19.- Pozo.- Una entrada hecha desde la superficie del terreno a un punto subterráneo y cuyo eje mayor inclina a la horizontal con más de 20 grados.
- 20.- Shafting.- Un conducto sellado e impermeable de la cámara de trabajo a un punto situado por arriba del nivel normal del terreno o del agua.
- 21.- Túnel.- Una excavación debajo de la superficie del terreno - cuyo eje mayor forma un ángulo no mayor de 20 grados con respecto al horizontal.
- 22.- Cámara de trabajo.- El espacio donde se trabaja en aire comprimido.





centro de educación continua  
división de estudios superiores  
facultad de ingeniería, unam



SEGURIDAD Y SANEAMIENTO PARA LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

TEMA TUNELES

ING. RAUL LOPEZ CALVILLO

junio-Julio, 1979.



NOMBRE DEL PUESTO : GERENTE DE SEGURIDAD

JEFE INMEDIATO : DIRECTOR ADMINISTRATIVO

PUESTOS A SU CARGO : JEFES DE ZONA

PUESTOS A QUIEN REPORTA : VICE-PRESIDENTE EJECUTIVO, GERENTE GENERAL, DIRECTOR ADMINISTRATIVO, Y GERENTE DE CONSTRUCCION.

#### F U N C I O N E S :

1. - Es responsable de la Gerencia de Seguridad.
2. - Debe coordinar la labor que desarrolla el personal a su cargo.
3. - Autoriza las estimaciones que se originen en la Obra.
4. - Autoriza los gastos que se efectuen en la Gerencia a fin de que sean reembolsados.
5. - Realiza los programas de trabajo.
6. - Autoriza todas las altas del personal.
7. - Mantiene el control sobre los costos que se originen en la Gerencia, así como de las estimaciones entregados para su trámite a la Dirección Técnica, y revisa el control contable sobre Ingresos y Egresos a fin de tratar que la Seguridad grave los costos de la obra.
8. - Realiza inspección periódica a los tramos en construcción del Metro.

NOMBRE DEL PUESTO : ENCARGADO ADMINISTRATIVO

JEFE INMEDIATO :

PUESTOS A SU CARGO :

PUESTOS A QUIEN REPORTA :

F U N C I O N E S :

1. - Llevará un estado contable de Ingresos -- (estimaciones) y Egresos.
2. - Es responsable de los cargos enviados por los frentes, recibos de honorarios médicos, pagos a la policía auxiliar, notas de consumo de combustible, facturas, etc.
3. - Revisa y codifica éstos documentos a fin de turnarlos para su pago.
4. - Elabora con las copias de los documentos - autorizados para su pago, las pólizas de diario para el registro de los pasivos.
5. - Respecto a las notas de gastos menores, es responsable de tramitar su pago, elaborando una relación semanal de ellos.
6. - Debe pedir a procesos y sistemas el total de días-hombre trabajados por todo el personal de Metro, S.A., así como el total de horas extras pagados, calculando con éstos datos - el total de horas-hombre trabajados en el mes
7. - Recibe los reportes de accidentes ocurridos al personal de la empresa en los diferentes frentes de trabajo, clasificándolos por su índice de gravedad.

8. - Con los datos obtenidos de PSL y de los frentes, calcula los índices de frecuencia de accidentes y los índices de gravedad de ellos.
9. - Las estimaciones enviadas por los frentes - las valorizará de acuerdo con el Catálogo de P. U. vigente y su importe lo controlará en sus estados contables.
10. - Deberá turnar para su cobro del departamento técnico las estimaciones recibidas de los frentes, llevando una relación de éstos documentos.
11. - Semanariamente deberá entregar a los jefes de zona y de línea el número de turnos que como mínimo se deben de cobrar, llevando una gráfica en la que se anotan las cantidades de turnos que como mínimo se deben cobrar y los que realmente se estimen.
12. - Deberá controlar a los tomadores de tiempo, así como al personal administrativo cuando lo haya en cada uno de los frentes.
13. - Mantiene el control de altas y bajas del personal.
14. - Mantiene en el archivo las actas de la Comisión de Seguridad e Higiene.

NOMBRE DEL PUESTO : TOMADOR DE TIEMPO

FUNCIONES :

1. - Controla la asistencia del personal de seguridad que trabaje en un tramo, debiendo estar presente al inicio y finalización de los turnos, haciendo chequeos durante el desarrollo de los mismos.
2. - Deberá elaborar un reporte diario de las asistencias.
3. - Semanariamente deberá hacer el reporte de asistencias del personal en copia de la pre-nómina, debiendo conciliarla con el jefe de zona o de línea.
4. - Mantiene el control sobre altas y bajas del personal.
5. - Debe presentar la pre-nómina dividiendo al personal según su actividad, ya sea laboral o de vialidad.
6. - Solicitará al jefe de línea, el plano topográfico donde se haya indicado la distribución y localización del personal de seguridad.

NOMBRE DEL PUESTO : JEFE DE ZONA

FUNCIONES :

1. - Representará siempre que sea necesario al Gerente en juntas de Covitur, y en visitas de Inspección.
2. - Mantendrá relaciones con el personal de Supervisión ya sea de Econ o de Covitur.
3. - Semanariamente presentará a Covitur para su aprobación las estimaciones de vialidad que se originen en su zona.
4. - Conciliará las estimaciones con la supervisión de la Obra.
5. - Una vez conciliados y aceptados por Covitur los enviará con un memorándum al jefe administrativo, llevando un control de ellas.
6. - Semanariamente vigilará y controlará las estimaciones generadas por los encargados de línea, auxiliándolos cuando fuera necesario para lograr su aprobación.
7. - Vigilará que en todos los frentes a su cargo, se cumplan las disposiciones del reglamento de Seguridad.
8. - Cada vez que haya modificación en la localización del personal de seguridad, deberá presentar un plano topográfico donde se localicen los elementos de seguridad y vigilancia policiaca.

9. - Mantendrá comunicación constante con la Gerencia, informándolo telefónicamente de las incidencias presentados en la zona a su cargo.
10. - Entregará al jefe administrativo, toda clase de documentos de pagos, facturas, notas, - etc.
11. - Reportará a las Compañías de Seguros que- esten relacionadas con la Empresa, los accidentes que ocurran en su zona y avisará- de inmediato al departamento legal de la Empresa.
12. - Deberá asistir a las juntas que semanalmen- te se llevan a cabo en la Oficina Matriz.



NOMBRE DEL PUESTO : JEFE DE TRAMO

FUNCIONES :

1. - Semanariamente deberá presentar para su aprobación la estimación que origine su -- trabajo.
2. - Conciliará con el personal de Supervisión la estimación semanal.
3. - Una vez aprobada por Covitur, la estimación deberá ser enviada con un memorándum al jefe administrativo en oficina matriz.
4. - Vigilará a los supervisores de Seguridad y a los auxiliares para que cumplan las disposiciones del reglamento de Seguridad.
5. - Presentará para su aprobación el plano topográfico del tramo donde se indique la localización de los elementos de Seguridad.
6. - Entrevistará a los solicitantes de trabajo mandando su solicitud de trabajo para la aprobación de la Gerencia.
7. - Reportará a las Compañías de Seguros y al departamento Legal de la Empresa, los accidentes ocurridos en su tramo.
8. - Rendirá a la Gerencia un informe semanal de las incidencias ocurridos en su tramo.

9. - Dará mantenimiento a todos los materiales de señalización que tenga en su tramo.
10. - Llevará una bitácora de Seguridad, donde se anoten diariamente las incidencias ocurridos, así como las disposiciones recibidas por el personal autorizado de la Supervisión, enviando las copias a la Gerencia.
11. - Controlará la rotación de actividades del personal a su cargo.

NOMBRE DEL PUESTO : SUPERVISOR DE SEGURIDAD

JEFE INMEDIATO : JEFE DE TRAMO

PUESTOS A SU CARGO: AUXILIARES DE SEGURIDAD

PUESTOS A QUIEN REPORTA : JEFE DE TRAMO O DE LINEA

F U N C I O N E S :

1. - Vigila que se cumplan las disposiciones de Seguridad indicadas en el Reglamento.
2. - Vigila a los auxiliares de Seguridad en el desempeño de sus funciones.
3. - Mantiene una observación constante de las condiciones de peligro que puedan presentarse en la obra, reportándolas al jefe del personal de construcción, ya sea ingeniero, sobrestante ó cabo.
4. - Debe anotar diariamente en la bitácora, las observaciones transmitidas.
5. - Mantendrá constante información con el jefe de línea ó de tramo.
6. - Vigilará que se coloquen los materiales de protección y de señalización en los sitios adecuados.
7. - Vigilará que las boyas, varillas o cables que limiten la zona de su trabajo no estén fuera de su lugar.

8. - Reportará al jefe de tramo, la falla de alguna señalización que el considere necesaria.
9. - Brindará oportuno auxilio al personal accidentado, llamando de inmediato al servicio médico de la Empresa, para que lo atiendan y ayuden a su traslado a las clínicas del Seguro Social.

NOMBRE DEL PUESTO : MEDICO

F U N C I O N E S :

1. - Realizará los exámenes de admisión al personal de nuevo ingreso.
2. - Atenderá en primeros auxilios al personal accidentado, derivándolo a las clínicas del seguro social cuando el caso lo requiera.
3. - Dará atención médica de enfermedades no profesionales, siempre y cuando el enfermo pueda seguir laborando, es decir: cefalalgias, resfrios, dolores reumáticos, diarreas, etc.
4. - Deberá elaborar un reporte semanal de las atenciones obtenidas, indicando los casos derivados al Seguro Social y los que no originaron incapacidad.



GLOSARIO DE TERMINOS PECULIARES DE LAS OPERACIONES  
DE VOLADURA DE USO COMUN EN MEXICO

|  |   |
|--|---|
| A CARREL<br>(Loading)                  | Forma de cargar la dinamita en una columna continua dentro del barrenos.  |
| ADEMS DE POZO<br>(Casing)              | Protección que se le dá a las paredes de un pozo para evitar derrumbes.   |
| ALAMBRES COLECTORES<br>(Bus wires)     | Alambres que comunican entre sí varias series de estopines.   |
| ALCANCIA                               | Excavación hecha a un nivel inferior del piso del túnel que se utiliza para la carga de los botos de rezaga.  |
| AL TRESEOLILLO<br>(Staggered)          | Disposición de los barrenos en filas paralelas cruzadas en diagonal.  |
| ARTIFICIOS<br>(Blasting Supplies)      | Accesorios empleados en una voladura, tales como cápsulas explosivas, mecha, etc.   |
| ATACAR<br>(Tamp)                       | Acción de apretar o apelmazar los explosivos en el barrenos.  |
| ATACADOR O FANHERO<br>(Tamping Pole)   | Palo que se usa para atacar los explosivos.   |
| BARRENACION Ó TANDA<br>(Round)         | Conjunto de barrenos que se dispara en una sola voladura ó tronada.   |
| BARRENOS ATRASADO<br>(Delayed Shot)    | Barrenos cuya carga explosiva estalla después del tiempo calculado para ello.   |
| BARRENOS DE POZO<br>(Well Drill Holes) | Barrenos de diámetro grande (mayor de 5 cm).  |
| BARRENOS DE EMPAREJE<br>(Trim Holes)   | Barrenos de pata, de tabla y de cielo que le dán figura al corte.   |
| BARRENOS DE PATA                       | Barrenos perforados en la parte inferior de una voladura ó tronada.   |
| BARRENOS DE TABLA                      | Perforaciones que se hacen en los lados derecho o izquierdo, siguiendo el perímetro de una voladura.  |
| BARRENOS DE CIELO<br>Ó CLIVE           | Perforaciones siguiendo el perímetro de la voladura en la parte superior.   |
| BARRENOS DE CUÑA<br>(Cut Holes)        | Perforaciones que se hacen generalmente en la parte media de la voladura, las cuales tienen una inclinación hacia el centro formando una pirámide ó cuña. |

|  |   |
|--|---|
| BARRENO QUEMADO<br>(Burn Cut)                        | Perforación ó perforaciones de diámetro gran-<br>de a las cuales no se les pone carga explosi-<br>va.                             |
| BARRENOS QUEDADOS<br>(Misfires)                      | Barrenos cuya detonación falla total ó par-<br>cialmente.   |
| BARRENOS ROBADOS<br>(Cut Offs)                       | Barrenos que han sido cortados por el adya-<br>ciento, pudiendo dejar parte del explosivo -<br>sin detonar.                       |
| BANDERILLA   | Barra de perforación que queda trampada en<br>el frente.  |
| BARRENOS SECANTEADOS<br>ó SECANTE.<br>(Sprung Holes) | Barreno cuyo fondo ha sido ensanchado por -<br>una explosión preliminar, ósto se hace para<br>dar mayor capacidad de carga .      |
| BPCERRO  | Bomba para lodos de accionamiento neumático.  |
| BOMBILLO   | Cartucho de dinamita de tamaño estandar   |
| BONIFICACION   | Pago extra que se le hace al trabajador en<br>proporción del avance obtenido en una semana  |
| "BONI"   | Bonificación en efectivo que se le entrega<br>al trabajador por un mayor avance.  |
| CAJESA ó JAULA                                       | Canastilla con la que se transporta vertical-<br>mente al personal, mediante el uso del mala-<br>cate.                            |
| CARCAMO  | Excavación hecha dentro del túnel para alo-<br>jar la succión de las bombas.  |
| CARGA DE FONDO                                       | Colocación de una mayor densidad de carga -<br>por metro de barreno en el fondo de la per-<br>foración.                           |
| CAÑA   | Huella dejada por un barreno que se manifiesta<br>después de la voladura.   |
| CARGAS SALTEADAS<br>(Deck Loading)                   | Método de cargar un barreno dejando separado<br>res entre cada bombillo ó cartucho.   |
| CASTILLO   | Estructura metálica o de madera que se colo-<br>ca sobre las lumbreras y que sirve para el<br>manteo de los materiales de rozaga. |
| CEBO ó ESPOLETA<br>(Primer)                          | Bombillo en el cual se le coloca el detona-<br>dor cuya finalidad es iniciar la explosión<br>del resto de la carga.               |
| CONTRA POZO ó CHIFLON<br>(Raise)                     | Aberturas perforadas hacia arriba.  |



|  |  |
|--|--|
| CORTE EN LADERA Ó BALCON<br>(Sidehill Cut)                 | Excavación en la ladera de una montaña dejando pared en un solo lado.  |
| CORTE EN CAJON<br>(Thorough Cut)                           | Excavación a través de una montaña dejando una pared a cada lado.  |
| COYOTERA<br>(Coyote Blast)                                 | Túneles de diámetro pequeño donde se colocan grandes cantidades de explosivos, se usa para derribar grandes volúmenes.   |
| CRUCERO<br>(Wing o Crosscut)                               | (Min) Puentes transversales a las vetas.<br>(Constr) Cualquier túnel excavado en un ángulo respecto a la dirección general del túnel principal.                    |
| CUELE<br>(Tunnel Driving)                                  | Avancó en un túnel, pozo ó contra pozo, también se usa para indicar la profundidad del barrero.  |
| CULEBRA, BARREROS DE<br>(Snake Holes)                      | Barrenos horizontales ó inclinados que se colocan al pie de una pedrera para ayudar a la barrenación vertical.   |
| CUÑA<br>(Cut)  | Conjunto de barrenos que forman una abertura inicial, con objeto de que los barrenos adyacentes tengan salida.   |
| CHOCOLONES Ó FUQUE<br>(Bootlegs)                           | Parte de un barrero que queda en el frente después de la voladura. También se le llama a cualquier excavación pequeña que se tenga que hacer dentro del túnel.     |
| CHORREADERO  | Parte por donde se tira la rezaga ó mineral.   |
| DESENCAPE Ó DECAPOTE<br>(Stripping)                        | Quitar el material que se encuentra arriba de la roca, en minería es quitar o remover todo el material estéril que está sobre la veta.                             |
| DISPARO Ó TRONADA<br>(Shot)                                | Acción de provocar una voladura ó también la voladura en sí.   |
| DESTAPADOR Ó CUCHARILLA                                    | Instrumento hecho de una varilla de bronce ó cobre que se utiliza para descargar un barrero.   |
| DETONADOR ELECTRICO Ó ESTOPIN.<br>(Electric blasting caps) | Cápsula explosiva que se hace estallar por medio de electricidad.  |
| ESTOPIN DE TIEMPO<br>(Delay caps)                          | Cápsula explosiva cuya acción es retardada en determinado tiempo después de emitida la corriente eléctrica, los tiempos se miden con milisegundos $\frac{1}{1000}$ |

EXPLOSOR

Máquina que suministra la corriente necesaria para los disparos eléctricos, hay de diferentes tipos siendo los más comunes las de condensador y de generador ó cremallera.

FRENTE  
(faco)

Altura de una pedrera o topo de un túnel.

FULMIGNANTES  
(Blasting caps)

Cápsula explosiva que se emplea con mecha

FUQUE

Fracción de barreno que queda en la frente después de la voladura.

GIRASOL

Aparato de topografía formado por un círculo graduado de 0° a 360° que va montado sobre un soporte en el que se puede deslizar, se utiliza para hacer secciones transversales de topografía mediante radiaciones.

GALVANOMETRO

Aparato con el cual se registra la continuidad de un circuito determinando si está cerrado ó abierto.

JUNCO

Estructura metálica que sirve de apoyo a las máquinas perforadoras, puede ser tubular ó de perfiles estándar, también puede ser un equipo mecánico montado sobre un vehículo.

LUMBRERA  
(Shaft)

Excavación vertical desde la superficie hasta el túnel, en minería cualquier excavación vertical que sale a la superficie.

MANTEO  
(Loading)

Operación de extraer el material de una trozada fuera del túnel, utilizando malacates.

HELICANTE

Aparato mecánico con un tambor y cable accionado con motor eléctrico, de combustión interna ó neumático que se utiliza para manotar ó en maniobras de equipo.

MARINOLA

Rueda montada sobre un aparato que se inserta al lado de las vagonetas que al girar sobre una estructura metálica, provoca el volteo suficiente para el vaciado del material

MECHA DETONANTE  
(Prima Cord)

Es un cordón detonante con un corazón de explosivo de alta velocidad (6 kms por segundo).

MONEO  
(Secondary Blasting)

Voladura secundaria para romper piedras de gran tamaño que no caben en el bote de la rezagadora.

|             |  |
|-------------|--|
| PLASTA      | Procedimiento para romper rocas sin haber hecho un barrenado, se coloca la carga sobre la roca, cubriéndola con lodo.  |
| PERRERA     | Depósito para explosivos montada sobre ruedas con capacidad para una carga y medio, debe tener dos compartimentos una para los ostopinos y otro para los explosivos. |
| POBLADOR    | Persona que carga los barrenos, se encarga de conectar los circuitos y hacer el disparo.   |
| POLVORIN    | Caseta para almacenar explosivos.  |
| RETACAR     | Encerrar el explosivo en un barrenado con arena, arcilla u otro taco.  |
| REZAGA      | Material producto de la voladura ó tronada.  |
| REZAGAR     | Acción de cargar, extraer el producto de una voladura.   |
| TARANGO     | Estructura de metal ó madera que sirve de apoyo para los trabajadores.   |
| TOLVERO     | Encargado de la descarga de los carros a la tolva de manto.  |
| VOLTIOMETRO | Es un instrumento que combina un voltímetro y un ohmetro, es decir determina intensidad de corriente y resistencia del conductor.                                    |



INTRODUCCION:

ING: RAUL OSCAR ELIZONDO



## CURSO DE TUNELES

Es un gran honor para mi, el haber sido invitado para encomendarme la introducción al Curso Intensivo de Túneles, del Centro de Educación Continua de la División de Estudios Superiores de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M.

El Diccionario de la Lengua Española, de la Real Academia de la Lengua, toma la palabra del Inglés y lo define así: "Paso subterráneo --abierto artificialmente para establecer una comunicación a través de un monte, por debajo de un río u otro obstáculo".

De acuerdo con la definición anterior, no existirían túneles naturales; sin embargo, existen. Ustedes seguro que han visto, cuando --menos en fotografías, los túneles provocados por la erosión del mar en la parte blanda de rocas que las atraviesan de un lado a otro, como pueden observarse frente a Cabo San Lucas y establecen indudablemente una comunicación.

Los túneles en las Islas Baleares Españolas, se tienen algunas --para entrar en la marea baja hacia lagunas interiores, como era el caso --que Julio Verne citaba en el Nautilus.

En las cercanías de Monterrey, debido a la erosión eólica en estratos verticales de calizas, se han abierto agujeros en las zonas altas y --desde luego éstos son túneles, ya que comunican de un lado a otro a través del obstáculo.

Tenemos un ejemplo notable en el caso de las Grutas de Cacañamilpa: son túneles irregulares que atraviesan la montaña, en una longitud de más de seis kilómetros y los ríos Maniñtenango y San Jerónimo, - que han provocado otras grietas de solución en las calizas, recorren subterráneamente la montaña hasta unirse a la salida aguas abajo en el lugar llamado Dos Bocas, para formar el Río Amacuzac. Indiscutiblemente que éstos son túneles naturales, ya que comunican de acuerdo con la definición, y además, permiten el paso del agua. Existen muchos ejemplos de túneles naturales que hacen aparecer como que los ríos se pierden subterráneamente y vuelven a aparecer en un trecho más o menos largo.

Si nos remontamos a épocas prehistóricas, en el Paleolítico y el Neolítico, existían cavernas naturales en donde el hombre primitivo habitó y dejó testimonio de su actividad en las propias cuevas. Es el caso de las Cuevas de Altamira, en España; por ejemplo, se tienen las pinturas rupestres.

El hombre se encontró con estas maravillas naturales desde la prehistoria; empezó a tratar de imitar a la naturaleza construyendo cavernas y túneles para su habitación y protección principalmente. Pero en los tiempos históricos, digamos de seis mil años hacia nuestros días, veamos lo que ha ocurrido: así es desde esos tiempos, el arte de tunelear fue entendido y los primeros pobladores de la tierra deben de haberse encontrado con la misma paradoja que los tuneleiros modernos confrontan continuamente, en donde los túneles son fáciles pocas veces son necesarios o raras veces son necesarios y donde son necesarios raramente son fáciles.



La corteza de la tierra consiste de suelo y rocas; el suelo es -- fácilmente excavable; las montañas son hechas de rocas. Sin embargo, los antiguos se encontraron en suelos o tobas que podían realizar los -- túneles con relativa rapidez y facilidad y en las mismas rocas podían -- realizar estos túneles, usando para su excavación de piedras de mayor -- dureza. Por supuesto que los avances eran muy pequeños, el trabajo -- muy lento, pero efectuándolo con tenacidad lograban su propósito.

En el siglo VIII, antes de Cristo, cuando Zacarías era poderoso y se había derrumbado el Imperio por la pérdida de las Siete Tribus de -- Israel, el pequeño reino de Jehová vió la posibilidad de la destrucción de Jerusalem. El abastecimiento de agua de la ciudad estaba afuera de las -- murallas, entonces el Rey resolvió salvaguardar el abastecimiento excavando un túnel que partía de un pozo en una curva amplia bajo los mu -- ros de la ciudad, hasta el almacenamiento de Siloa que primeramente es -- tuvo fuera de las murallas y que finalmente quedó dentro por la ejecu -- ción de una nueva fortificación. La distancia era solamente de unos po -- cos metros y por supuesto que el terreno era suave, pues los pueblos an -- tiguos sorprendentemente también eran capaces de perforar roca y esto -- está discutido por Herodoto en una de las obras más notables del siglo -- VII, antes de Cristo, en el Valle de la Isla de Samos. Era un túnel de -- dos bocas en la base de una colina, de una longitud de un kilómetro, de -- 2.50 m. de alto y 2.50 m. de ancho; en toda su longitud tenía un peque -- ño canal de 90 cms. de ancho, en donde el agua escurría de un manan -- tial a la población de Samos; el diseñador del trabajo era Opalinos, hijo de

Nanost ropus. Este túnel fue descubierto por los arqueólogos modernos en 1881 y tiene aproximadamente un kilómetro de longitud. Es incuestionable que al hacer esta obra con cincel y martillo debe haberse llevado varias décadas y lo más notable es que fue abierta en dos frentes, que para los medios con que se contaba entonces, nada más guiados por el sonido de los cincelos o martillos, pudieron hacer la construcción por medio de correcciones que hacían en el trazo para efectuar la unión por medio de alguna curva inversa.

Pero retrocedamos todavía un poco más: el túnel de Semiramis, bajo el Eufrates. Este túnel era desconocido puesto que no queda ningún trazo, ninguna traza de él o ningunos restos. Construido bajo el reinado de Semiramis de Babilonia para conectar su palacio con el Templo de Marduk; la forma de hacerlo era que en el tiempo de estiaje o en que el caudal del Eufrates baja considerablemente, se le desviaba a un lado el cauce, se abría una zanja a la cual se recubría con muros de tabique recocido, construyéndose la bóveda; se volvía a rellenar y se desviaba el río hacia esta parte ya construida para repetir la operación en el otro tramo del río, justamente como se hacen algunas obras modernas y así podía tener comunicación todo el año al templo, desde el palacio por un conducto seco y al río pasando sobre él.

Para apreciar lo grande de esta obra de la antigüedad, deberemos darnos cuenta que hasta el Siglo XIX de nuestra era, se construyen túneles y sifones de características semejantes. Se supone que este túnel fue hecho en el Siglo II, antes de nuestra era, que en ese tiempo era to-

davía poderosa Babilonia. El no encontrarse restos de él, se debe a que el cauce del Río Eufrates ha sido siempre sumamente divagante en la parte - baja, por lo que puede haberse perdido sin remedio.

Vamos a ver algunos túneles para los Faraones muertos. Estos -- túneles se hacían en roca desde mil quinientos años antes de Cristo, para formar cámaras grandes en donde se enterraban a los Faraones. De acuerdo con esto y con algunas pirámides encontradas en el Alto Nilo, en tiempos de Ramsés II, se excavaron grandes cavernas en las que había estatuas colosales de los Faraones.

Si seguimos con el mundo antiguo, se puede encontrar en la historia un relato muy detallado de los Qanats del Irán o Persia. Estos túneles se usaban para captar agua en las zonas de la sierra donde había infiltraciones en los abanicos aluviales y llevarla hasta las planicies áridas con fines de obtener abastecimiento de agua y de irrigación.

Es increíble pensar que todavía hasta hace poco tiempo estos túneles, de los cuales voy a tratar de hacer una figura explicativa, son más económicos que la perforación de pozos. Se han realizado más de 250,000 - - Kms. de estas perforaciones, que como pueden ustedes ver, eran en tobas o en conglomerados más o menos cementados. Es evidente que actualmente con el descubrimiento del petróleo y siendo en el de Irán un combustible - relativamente barato, se recurre a pozos operados con bombas con motores diesel. Aún en la actualidad, el 75% del agua de irrigación y potable, se -- obtiene con los Qanats.

En forma semejante, los pueblos antiguos, como los Nubios del Nilo

Superior, aún los Aztecas en el Nuevo Mundo y los Hindúes, se tienen datos de templos excavados en las rocas.

Pero veamos ahora cuál es el objeto de los túneles; para qué se realizan los túneles. Podemos clasificarlos en túneles de distintas clases. Los primeros que se realizaron fueron con el objeto de obtener minerales, principalmente hierro, cobre, algunas veces oro y plata.

También como ya lo hemos visto, se han realizado túneles para el transporte de agua potable y por ende una vez usadas estas aguas -- había necesidad de eliminarlas, en muchos casos por medio de conductos que se excavaban en túneles desde tiempos muy remotos.

Refiriéndose a las minas, el mejor tratado escrito por el año de 1527, por Georgius Agrícola, en su libro denominado de *Re de Metallica*, -- publicado en 1556, un año después de su muerte, explica los métodos increíbles que se usaban para la explotación de minerales en túneles y galerías subterráneas. Los métodos que usaban para desaguar empleando la rueda con canjilones de madera o metálicos, para ir extrayendo el -- agua a distintos niveles hasta su expulsión fuera del área donde se traba jaba. Algunas veces era por medio de animales que eran movidas estas -- ruedas para la extracción del agua.

Los acueductos romanos son bien conocidos por todos los hísto riadores durante el Imperio Romano, inclusive varios siglos antes de -- Cristo, se construyeron muchos acueductos, ya que era una de las preo cupaciones principales de los emperadores el abastecer de agua a Roma.

Se tiene la obra de Frontinius, llamada de *Acuis Urbis Romae*, - escrita durante su término como *Curato Oraquarum* después del año 97 - al 104. De acuerdo con Frontinius, las aguas para los romanos eran tomadas del Tíber, así como de pozos y de manantiales y 440 años antes de nuestra era.

El año del primer acueducto público fue completado por el Censor *Apus Claudius Secus*, que había sido preparado ingenierilmente en la -- *Vía Apia*, de la Compuerta de *Copena Acapua*, al Este de Nápoles. La toma del acueducto de la *Vía Apia*, era en el Estado de *Lucuyán*, al Este de Roma y corre enteramente bajo tierra por aproximadamente 16 Kms. Solamente 100 metros pasan en estructuras arriba del suelo, justamente fuera de la ciudad se unía con el Acueducto de *Augusto* y continuaba enteramente -- por túneles por otros diez kilómetros, hasta el pie de *Clinus Publici*. El acueducto de la *Vía Apia* llevaba aproximadamente 2.00 M<sup>3</sup>/Seg. de agua - hasta dentro de la ciudad. El área de agua dentro del túnel, era de 1.50 m. por 60 cms.

Al siguiente acueducto completado 40 años después, fue dado el - nombre de *Anio Betus* y captaba manantiales arriba, en la Montaña de *Las Sabinas* y tenía una longitud de aproximadamente 60 Kms., de los cuales 40 estaban en túnel. El costo de construcción fue financiado por la propia población y éste servía a la parte Este de la ciudad. En esta forma tenemos una serie de ejemplos de acueductos que se hacían para llevar agua a la Roma Imperial.

Los túneles también se usaron para el desarrollo gigantesco de las comunicaciones por agua. Si pensamos que un caballo fuerte es -- capaz de transportar a lomo aproximadamente unos 125 kilos; si nosotros lo hacemos que arrastre un carro de ruedas, puede tal vez transportar -- hasta dos toneladas; pero si lo ponemos a jalar una lancha o una barcaza en el río, podrá jalar hasta 30 toneladas y quizá si la pendiente es baja, puede llegar a jalar hasta 50 toneladas.

Estas cifras dan la explicación de la cantidad de canales que se -- construyeron en la Edad Media y hasta a lo que se llamó la explosión de -- construcción de canales en toda la Europa. Estos eran unas arterias antes de que apareciera el ferrocarril, magníficas para la transportación, -- por lo que se unieron cantidad de canales y ésto se constituyó en una cosa común tanto en Holanda, como en Italia, como en Alemania y Francia y algunos ríos fueron conectados atravesando para ello los parteaguas por medio de túneles.

En la cabecera de la Liga Aniciática se conectaron aproximadamente por 60 Kms. de canales, incluyendo alrededor de 10 Kms. de canales -- superiores; con compuertas para la navegación; esto ocurría en el Río -- Elba por los años de 1400. Para este tiempo la construcción de canales se volvió rutina entre los Milaneses después de Federico Barbarrosa, que -- había dominado la ciudad por el año de 1167, ellos trataban de encerrar a la ciudad de Milán para mayor seguridad, algo así como 10 años después, se construyó un canal de 45 Kms. para fines de irrigación del Río Ticino, hasta un depósito justamente fuera de la ciudad. En el año de 1696, este canal fue ampliado hasta 60 metros, pero ya que el nivel del agua bajaba

hasta 40 M. de un extremo a otro, se tuvo que proveer con numerosas -  
exclusas de navegación. Cuando ésto se completó, se convirtió en el fa-  
moso Naviglio Grande, la mayor construcción llevada a cabo en Italia des-  
de los días de los romanos.

Cuando empezó la construcción de la Catedral de Milán, al final  
de la siguiente centuria, el sistema Naviglio Grande fue ligado por medio  
de un canal para que permitiera que las barcazas cargadas con materia--  
les de construcción pudieran llevarse hasta el lugar de la construcción -  
de la catedral.

Esto presentaba algunos problemas hidráulicos, ya que el nivel -  
del otro canal se encontraba algunos metros arriba del canal principal. -  
Simplimente se le proveyó al canal con unas compuertas que permitían -  
que se podían elevar por medio de poleas y cuando la compuerta era eleva-  
da, el agua en el canal era detenida hasta elevar el nivel para que se igua-  
lara. Es decir, como las esclusas actuales. Debido al bajo nivel del agua  
en que las barcazas podían tocar el piso, en 1438 se const ruyó una segun-  
da compuerta en el Canal de liga; ésto fue la primera exclusiva construída-  
en Europa. Una cuestión semejante se había construído en el canal por -  
los años 984 después de Cristo, para unir los Ríos Amarillo con el Yang --  
Tse; aquí las compuertas fueron colocadas 80 M. de distancia aproxima--  
mente una de otra.

Seis años después, la primera exclusiva construída en Europa. Los  
ingenieros fueron Filippo de Modena y Fiorabante de Boloña. Durante el --  
resto del siglo, la construcción de canales en Lombardía, procedía a una -

velocidad grande de acuerdo con el Ing. Bertola de Novatti, que proveía - sus canales con doble compuerta del tipo abatible que hemos visto antes y cuya muerte en 1475 privó a Milán y a Europa del constructor más grande de canales de aquel tiempo.

Seis años después, en 1481, Ludovico Esforza, Duque de Milán, recibió una de las más interesantes cartas de aplicación o de solicitud de trabajo que se hayan escrito nunca. El escritor aseguraba que no existía ningún problema en las artes y ciencias que él no pudiera resolver; él -- podía construir toda clase de puentes, fortalezas, máquinas de destruc- - ción, túneles, minas, construcciones campestres, morteros y máquinas de arrojar fuego, es decir, cañones. También conocía cómo construir -- vagones que aseguraba ser indestructibles, que él podía entrar con sus - piezas dentro del enemigo y confundirlo severamente con la infantería si - guiendo atrás sin oposición. El escritor remarcaba en repetir que él po- - día esculpir también en bronce, terracota y mármol. Estaba también fuera de duda que era el mayor pintor vivo. Contrario a su esperanza, su Alte- - za, el Duque, no estaba en necesidad inmediata de los servicios menciona- - dos; sin embargo, quien ponía la carta agregaba que también conocía cómo - conducir el agua de un lugar a otro en canales. Dada la redacción de la -- carta ofreciendo los servicios en estos tiempos, se pensaría que la persona estaba loca e inmediatamente se tiraría al cesto de los papeles, o bien podía circular en la oficina para diversión de todas las personas. Sin embargo, - el Duque Ludovico lo único que hizo fue trasladar al que enviaba la carta y le dió el trabajo de Ingeniero del Ducado, así que además de otras distincio - nes, el Duque podía agregar el crédito de haber empleado a la persona más



brillante de la época. Era indiscutiblemente el genio de Leonardo de Vinci.

No podemos referirnos a la capacidad enorme del Gran Leonardo. Es suficiente decir que estuvo ocupado en la extensión del sistema de canales de la Lombardía el llamado Naviglio Interno, es decir, de navegación interna alrededor de Milán y él vió que dejaba mucho que desear lo que se había hecho, debido a que el agua escurría en forma intermitente y con poca regularidad, así que Leonardo construyó una serie de compuertas, una cerca de San Marcos, justamente abajo del depósito del canal que traía el agua al canal de conexión.

El Canal de San Marcos era una compuerta de mampostería de 30 metros de largo y de seis metros de ancho y Leonardo proveyó y le llamó compuertas maestras. Cada una de estas compuertas se abatían dentro de un hueco; en la mampostería en el fondo de la mitad de cada compuerta estaba una pequeña compuerta ocupando aproximadamente un sexto del total del área de la compuerta para controlar el escurrimiento del agua. Esta pequeña compuerta podía ser abierta quitando un tope que se tenía en el lado del canal.

Leonardo ha fascinado a generaciones posteriores con su riqueza científica, así como ideas técnicas, desde anatomía, física, hasta cañones, hasta cómo volaban los pájaros. Diseñó numerosos proyectos de canales, incluyendo uno en que se consideraba un túnel de kilómetro y medio a través de la montaña, separando dos valles de ríos. Esto no eran especulaciones técnicas, simplemente porque no podían serlo, ellos eran algo así como ciencia ficción para esos tiempos; pero sus invenciones y construc-

ción actual del tipo de compuerta abatible, es suficiente para colocar a Leonardo aparte del común de los ingenieros. Este tipo de compuerta abrió nuevos horizontes a los constructores de canales y con gran eficiencia en el ahorro de tiempo para usarlos. Pocos años antes de la muerte de Leonardo, ahora en el servicio del Rey de Francia, Francisco I, estuvo metido en una empresa que excedía cualquier cosa que se había intentado en la Lombardía. Era un proyecto de canales interiores desde el Atlántico hasta el Mediterráneo, un canal de los dos mares conectando el Río Girona y el Loira; como siempre ocurre, estos planes no se llevaron a cabo. Leonardo murió y lo hizo también su patrón. Extrañamente de estos planes, el canal de Languedoc que ha preocupado a los grandes genios del tiempo sin aún contar con una topografía tosca, vino a ser realizado por un Colector de Rentas que se había tornado en ingeniero amateur en la edad media; él pudo hacer los planos con grandes detalles y construyó un modelo de lo que sería el esquema del canal con las subsecuentes modificaciones y se convirtió por lo tanto en el trabajo más grande de ingeniería civil desarrollada al Norte de los Alpes. El nombre del promotor ingeniero y constructor de los 220 Kms. del Canal Languedoc, fue Pierre Paul Riquet que era de 58 años. Murió en 1682, él envió los primeros planos a Corbert que era el Ministro de Finanzas de Luis XIV; la idea le pareció curiosa al Ministro de las Finanzas. Sin embargo, se interesó por el esquema en detalle. Los planos fueron aprobados, pero se tuvieron ciertas dudas acerca de la posibilidad de pasar aproximadamente cinco kilómetros de la parte alta de los valles. Para probar lo correcto del esquema, Riquet a su propio gasto, construyó 43 kilómetros de canal de seis metros de ancho y tres metros

de profundidad en un tiempo extremadamente corto, de mayo a octubre de 1665. El trabajo de construir el canal empezó en 1666 y tres años después ocho mil hombres fueron empleados. Fue declarado abierto el canal por Luis XIV, en 1681, pero mucho del trabajo tenía que hacerse todavía y el canal no fue terminado sino hasta 1692.

El canal de Languedoc empieza en Garona, en Toulouse y se eleva 60 metros en una distancia de 50 kilómetros hasta la cima, para vencer la diferencia en elevación se emplean 32 compuertas, después de correr por 3 millas a lo largo de la cima que encierra la alimentación de aguas en el canal para mantenerlo navegable y desciende al Mediterráneo en una distancia de 160 Kms., con una diferencia de elevación de 200 Mts., formados por 74 esclusas. Diez kilómetros aguas arriba de la escalera de esclusas, en Peciers, Riquet encontró una dificultad con la Comisión que ordenaba tomar otra ruta, pero Riquet tenía sus propias ideas; puso la orden de la Comisión en su bolsillo, despachó sus excavadores a otra sección y con una cuadrilla selecta, subrepticamente excavó un túnel en Malpas. Este túnel tiene 150 metros de longitud, 6 metros de ancho y 9 metros de altura. No fue colocado el arco de mampostería sino muchos años después. Este es el primer túnel de canal que se haya construido en ninguna ocasión y parece ser que es el primero en que se usó la pólvora. Claro que existieron muchos después, particularmente en Inglaterra, pero esta solución tan ingeniosa para una obstrucción topográfica, nunca había sido ensayada previamente.

El canal de Languedoc fue una de las obras de ingeniería civil en grande escala y para el tiempo de su terminación, en 1692, la ingeniería

hidráulica había llegado a la madurez.

El Curator del Agua en Roma, Julius Frontinius, que ha sido ya mencionado, construyó un número grande de canales militares mientras servía como Gobernador en Bretaña en el reino del Emperador Vespaciano. Uno de ellos es el Dique Fose que conecta el Río Tren con Lincoln y que ha sido usado hasta nuestros días. Algunos canales simples o quizá más acertadamente zanjas, fueron excavados en tiempos de Elizabeth de Inglaterra.

Decíamos que podíamos tener los túneles para los siguientes fines: obtención de minerales de todas clases, comunicación para canales de agua, transporte de agua y transporte de aguas residuales o aguas negras o aguas de lluvia que pueden causar daños.

Tenemos túneles para ferrocarril. Es evidente que los primeros -- que se construyeron fue cuando resultó una necesidad para las comunicaciones ferroviarias.

Tenemos también túneles carreteros con objeto de acortar la distancia y las elevaciones de operación en las carreteras.

Túneles para los ferrocarriles subterráneos. Túneles para los servicios públicos. La ordenación del subsuelo a las grandes ciudades. Túneles para los transportes colectivos en las ciudades. Túneles para las plantas hidroeléctricas, que son protegidas en esta forma de cualquier destrucción y sobre todo en climas fríos y avalanchas de nieve, etc.

Por último, túneles para la construcción de refugios contra bombas atómicas.

Los túneles, desde luego, se pueden dividir de túneles en roca, túneles en terreno suave, túneles arriba del nivel de las aguas o túneles subacuáticos para cruzar ríos, bahías o estrechos de mar.

Richard Trevithick, fabricante de la primera locomotora de vapor, trató de hacer un túnel piloto abajo del Támesis.

Marc Isambard Brunel, que nació en 1769, concibió el primer escudo para túneles consistente en tres pisos de celdas de hierro fundido, de 2.00 x 1.00 M. que empujaba con gatos mecánicos. La idea le vino del Teredo Novalis que destruye los pilotes en los muelles. Admirado de la adaptación efectiva, Brunel concibió un instrumento gigantesco -- para tunelear como no había en ninguna máquina parecida. En noviembre 28 de 1825, empezó a utilizar el escudo con los 36 marcos de hierro fundido.

#### 1825 BRUNEL - TUNEL DE MONT - CENIS.

Según los italianos es Monte Fréjus, para conectar el ferrocarril entre Turín en Italia y Chambéry en Francia.

Fue un contratista en 1838, Joseph Médail, el que primeramente sugirió el túnel bajo el paso del Monte Fréjus.

#### HENRY MAUS - JEFE DE INGENIEROS BELGAS.

El ingeniero Belga, Jefe de los ferrocarriles del Piamonte, se interesó por el túnel y el Profesor Angelo Desimonda, distinguido Geólogo de la Universidad de Turín, fue consultado y dió su opinión de que el túnel era posible. Pensaban ellos que el túnel podía const ruírse en 35 a 40 años.

El calor era uno de los principales problemas por el espesor del techo. No se tenía un compresor de aire, se usaba pólvora negra que producía un humo espeso, grasoso y opaco, aún en campos abiertos de batalla. El método de perforación seguía siendo como se hacía cientos de años antes, es decir, barrena golpeado con marro. Se pretendía de acuerdo con Maus, por medio de aire comprimido, efectuar la perforación nada más con aire. Un científico brillante de mediados del siglo pasado, fue el Profesor Daniel Colladón, de la Universidad de Ginebra, en Suiza. Experimentaba con aire comprimido y consideraba la posibilidad de usarlo en la construcción de túneles y aún sugirió a Brunel que lo usara para conservar el agua fuera del túnel en el Támesis. El Gobierno del Piamonte le dió seguridades de patente y pudo producir en dos años un dispositivo para transmitir el aire comprimido desde fuera del túnel sin pérdida de presión. El aire tenía varias funciones: control de temperatura, ventilación y limpia de las perforaciones y fuerza para la perforación.

Una coincidencia fortuita, un trío de ingenieros de la Universidad de Turín, estaban trabajando en un martillo neumático para operar un dispositivo estacionario para proporcionar potencia extra a locomotoras en pendientes grandes. El jefe del trío era Germain Somellér y asociado a Maus Bartlet se le ocurrió a Somellér que su martillo podía operar una perforadora.

El Parlamento del Piamonte aprobó entusiastamente la máquina de Colladón y Somellér. Esto fue en 1857, y se construirían en Bélgica las máquinas, pero no se hicieron hasta enero de 1861, con el ciclo de:

1. - Perforar,
2. - Cargar y detonar,
3. - Ventilar;
4. - Rezagar.

El túnel se efectuaba excavando primero la parte central inferior, bajo un espacio de la parte superior, luego las partes laterales.

Las condiciones eran desastrosas por la falta de ventilación y por el humo que producía la pólvora, pero las cosas cambiaron notablemente con otro hito en la historia.

En 1863, Alfred Nobel había demostrado la efectividad de la nitroglicerina como agente explosivo. Para 1867 tenía el explosivo convenientemente empacado, en forma de dinamita. Fue lo más importante para disminuir los gases y humos a la que se le llamaba "pólvora sin humo". La longitud del túnel es de 13,444 metros.

En el lado Americano, por el año de 1820, se hacía el primer túnel para canales en Pennsylvania y se tenía otro proyecto de los comerciantes de Boston aproximadamente en el mismo tiempo para el túnel de Monte Hoosac. El túnel sería de 6 a 8 kilómetros de longitud y por fin se logró hacer el túnel para ferrocarril que se terminó en veinticuatro años.

ALFRED BEACH.

Construyó el primer subterráneo en Nueva York en 1868, montado por aire. Alfred Beach fue el editor por muchos años, hasta su muerte, de la revista Scientific American.

Túnel de San Gothard o en los Alpes Suizos para unir a Zurich - con Milán. 15 kilómetros de longitud.

#### TUNELES DEBAJO DEL HUDSON.

El Coronel Haskins usó por primera vez el aire comprimido para puentes, para las pilas. Por primera vez se usó en el túnel la mezcla de la rezaga de arcilla con agua y se bombeaba en tubo de 6" hasta la superficie.

JAMES HENRY GREATHEAD, INVENTOR.

Aunque fue Alfred Beach el primero que usó un escudo cilíndrico con aire comprimido este Sur-Africano. Sin embargo, Peter Barlow decía haber inventado en 1864 un escudo cilíndrico que usaba en los túneles -- del Támesis en la Torre de Londres y gatos mecánicos y en el Río Támesis lograron hacer estos túneles.

DR. E. W. MOIR.

Encuentra las razones de las enfermedades causadas por el aire comprimido; 3-1/2 atmósferas.

Marzo 11 de 1904. Después de 30 años, se terminó el túnel del Hudson para ferrocarril. Se llamaba Túnel McAdoo.

Túneles de Loetschberg, en Suiza, en Berna y el Túnel del Simplón de 15 Kms.



En 1830, Lord Cochrane, inventó y obtuvo la patente para introducir aire comprimido en excavaciones subterráneas; es decir, inventó la campana de buzos, permitiendo a los trabajadores hacer las operaciones ordinarias de excavación, hundimiento y mineo y pasar desde el espacio encerrado, aire comprimido hasta la presión atmosférica.

Este procedimiento está basado en un Principio Elemental de Física, de que una atmósfera es igual a 10.4 metros de agua.

El uso de explosivos, como la pólvora en las minas, no se introdujo hasta el siglo XVII y no fue generalmente aplicado hasta 100 años después; en algunos países hasta el siglo XIX y sin embargo, se asegura que la pólvora fue usada en China, hace tanto tiempo como en el año 80, después de Cristo.

Un salto grande en la perforación de túneles, se dió con el invento de la perforadora de roca. Las primeras fueron operadas por máquinas de vapor, Joseph Fowle's patentó en 1849 una máquina de percusión para perforar roca, que no era muy práctica y económica, pero los principios establecidos permitieron el desarrollo posterior. Mejoras notables al invento de Fowle's fue hecho por G. A. Gardner, quien patentó una máquina en 1871. Lo mismo hizo con algunas mejoras Simons Ingersoll, que fundó la Ingersoll Rock Drill Company, quien compró las patentes de - - - Fowle-Burleigh.

Las dificultades de algunos tipos de máquinas, era la remoción del polvo que quedaba en el agujero al ir perforando; este problema se eli-

minó con la invención de la perforadora con un agujero en el centro y -- conectando en todo lo largo; en esta forma el aire comprimido se podía aplicar hasta el fondo de la perforación para remover el polvo. Esto fue la contribución de J. G. Leyner's, histórica en 1890 que se aplicó en las minas y desde entonces las innovaciones han sido insignificantes, excepto una cosa, que en el agujero podía también meterse agua para que el polvo no perjudicara a los mineros o perforistas, sino que al mezclarse el agua salía en una forma de lodo que no hacía daño.

Para hacer perforadoras ligeras, provistas de una pierna de aire alimentadora, se supone que fue introducida en 1930 por un fabricante alemán, pero el arquetipo es la R H 656, diseñada por Erik Ryd, de la compañía Atlas Copco.

## PEQUEÑOS GRANDES INVENTOS

Las cosas han progresado tanto a partir de 1950, que prácticamente se ha causado una revolución en los bastos trabajos de excavación subterránea, que se ha dado en llamar cirugía geográfica. Un ejemplo de esto es el descubrimiento del carburo de tungsteno, que permite tener la punta de la barrena mucho más dura y penetra en las rocas de mayor dureza, -- como el granito, como si fuera queso.

El carburo de tungsteno nació después del colapso de 1918 de Alemania. La Fábrica de Lámparas Incandescentes en Berlín, la Osram, se encontró repentinamente que no tenía diamante industrial esencial para el estirado del filamento de tungsteno que emite la luz. El gerente ordenó-

una investigación para encontrar un sustituto a los diamantes y se conocía que el carburo era extremadamente duro y resistente al desgaste. El trabajo empezó con el carburo, con la idea de hacerlo menos quebradizo. Varios años se gastaron en intentos vanos para mejorar las características del material y el cuerpo de investigadores estaba por abandonar el trabajo, cuando una noche el limpiador del laboratorio le añadió polvo de hierro a la carga. Su falta de cuidado abrió un nuevo camino de investigación y se observó que agregando hierro a los cristales de carburo se cementaban y el material era mucho más resistente y menos quebradizo. Una investigación posterior llevó a la conclusión de que el cobalto era el mejor material cementado y el grupo de la Osram había desarrollado un nuevo material con características excelentes, o sea, el carburo de tungsteno cementado.

La crisis de los diamantes se acabó, la compañía volvió a usarla y fue la empresa Krupp que ofreció las facilidades para manufacturar el metal hecho por el hombre. Así en 1926 se empezaron a usar los carburos cementados y las operaciones de perforación habían hecho posible el aumentar la posibilidad 5 veces. Esta máquina mágica era desconocida en Inglaterra y en los Estados Unidos cuando empezó la guerra.

Las fuerzas aliadas se dieron cuenta que Romel's, en el Africa -- Corps, estaba abasteciendo con armas y municiones que tenían carburo de tungsteno. Solamente el diamante es más duro que el carburo de tungsteno, tiene un punto de fusión de  $2,800^{\circ}$ , y por lo tanto, puede tomar calor que puede fundir aleaciones de acero, pero en su composición original

el material era tan quebradizo que solamente en el transporte podía romperse.

La investigación continúa alrededor de lo mismo y se trata de producir metales más duros con una lechada de óxido de tungsteno, en presencia de gas hidrógeno, en donde el tungsteno metálico se obtiene con un polo gris. Las dimensiones de los granos de metal de .5 a 8 micras, pueden controlarse variando la temperatura y el gas hidrógeno, de tal manera que el cuello de botella en la perforación de túneles o minas que era la perforación, se redujo a que se tuvieron que inventar nuevas máquinas para el rezagado del material de excavación, ya que entonces se convirtió en el cuello de botella.

Los grandes túneles del siglo pasado, terminaron a principios de este siglo, con la apertura del túnel del Simplón, pero después de la explosión de la primera bomba atómica en Hiroshima y posteriormente la de Nagasaki, hicieron que Suecia, un país cuya energía eléctrica en 95% proviene de plantas hidroeléctricas, con objeto de proteger estas plantas de bombardeos masivos, se empezó la construcción de plantas subterráneas. El suelo de Suecia es generalmente granito masivo bastante regular que facilita estas operaciones, de tal manera que así se ha avanzado en la construcción de estas plantas, hasta llegar a dimensiones gigantescas. En México también ya se han realizado, como en el Infiernillo, en la Angostura, etc. y después de los túneles con escudo y aire comprimido, llegamos a la excavación rápida con máquinas para tunelear, y ahora se

emplean lo que se llama los topos o teredos, con objeto de reducir la mano de obra y aumentar los avances al máximo y tener las obras lo más -- pronto posible, y a la larga, que sean más económicas.

El caso de la ciudad de Chicago; el crecimiento rápido de Chica-- go, llevó a que se hiciera una solución más satisfactoria al problema de -- las comunicaciones que deberían ser subterráneas, principalmente ca--- bles de teléfonos y telégrafos, ya que constantemente estaban abriendo -- las calles para poner nuevos cables. La compañía Illinois Telephone and Telegraph, propuso construir túneles bajo las calles, suficientes para -- que pudieran colocarse todos los cables que se instalarían en el futuro. Como muchas ideas ingenieriles de ahora, el proyecto parecía que no te -- nía importancia y después de construir 30 kilómetros de túneles en 3 --- años, de 1900 a 1903, la compañía quebró, pero de las cenizas de su pri-- mer negocio, dice una autoridad británica en túneles, como el ave fenix, -- brotó una nueva idea. Los túneles fueron vendidos a la compañía Illinois de Túneles, y en 1903 se obtuvo una franquicia que permitía que los tú-- neles fueran usados para el transporte de mercancías y paquetes.

La extensión de los túneles en un sistema coherente, que comu-- nicaba grandes edificios comerciales entre uno y otro y con las terminales de carga de ferrocarriles, tomó varios años. El tuneleo se hizo con baja -- presión, digamos de .3 a .7 de atmósferas, pero sin escudo, ya que anda-- ban aproximadamente a 12 metros de profundidad, en la resistente arcilla azul. En forma de óvalo, de 1.50 de ancho y 2.35 de altura, dentro del re

vestimiento de concreto, se pusieron vías de kaubil de 2 pies, o 60 cms. de ancho. En la actualidad se tienen aproximadamente 150 locomotoras eléctricas que jalan aproximadamente 3,000 carros en los 95 kilómetros de túneles; a diferencia de los metros, estas líneas están totalmente en un solo nivel, sin intención de evitar intersecciones, de las cuales hay cientos, pero la línea opera por un sistema de señales regular y nunca ha tenido un accidente. Los trenes son despachados con un sistema telefónico y toma cargas solamente dentro de los edificios, ya que muchos rascacielos están equipados con elevadores capaces de levantar los carros hasta la parte superior o a pisos intermedios. Además de mercancía y abastecimientos, muchos edificios reciben carbón y eliminan las cenizas gracias a este ferrocarril subterráneo.

Estos ferrocarriles son especialmente útiles cuando se construye un nuevo edificio o se tira uno antiguo. Una rama de la línea es tuneleada hasta el sitio y los desperdicios del edificio se palean mediante un tubo de bajada hasta la vía y entonces es acarreado subterráneamente hasta un punto donde es necesario un relleno. Para el observador que pasa, tiene un efecto extraordinario que los trabajadores palean toneladas de tabique, mortero y cemento en un pozo en la tierra.

## BIBLIOGRAFIA

1. - THE HISTORY OF TUNNELLING. Gösta E. Sandström.  
Barrie and Rockliff. 1963.
2. - TUNNEL ENGINEERING. Roff Hammond. Heywood & Company LTD. 1959.
3. - TUNNELS AND TUNNELLING. C.A. Péquignot, B. Eng., Assoc. I.C.E.  
Hutchinson Scientific & Technical. 1963.
4. - RAPID EXCAVATION-PROBLEMS AND PROGRESS, Donald H. Yardley.  
The Guinn Company Inc. 1970.
5. - PRACTICAL TUNNEL DRIVING. Harold W. Richardson and Robert S. Mayo  
McGraw-Hill Book Company, Inc. 1941.
6. - ADVENTURE UNDERGROUND. Joseph Gies. Doubleday & Company, Inc.  
1962.
7. - THE ART OF TUNNELLING. Károly Széchy. Akadémiai Kiadó Budapest.  
1966.





TUNELES FERROCARRILEROS

| NOMBRE                    | PERIODO DE CONSTRUCCION | PAIS              | OBJETIVO              | R Q D  | ADT MAX.     | REVESTIMIENTO                    | LONG. TOTAL | DIMENSION DE LA SEC. TRANSVER.                 | AREA M <sup>2</sup> DE LA SEC. | VOLUMEN EXCAVADO X 1000 | M <sup>3</sup> EXG. POR AD |
|---------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|--|--------------|----------------------------------|-------------|--|--------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| SIMPLON I<br>SIMPLON D    | 1895-1906<br>1812-1921  | SUIZA             | F.F.C.C.<br>UNA VIA   | GNEISIS<br>CALIZAS<br>PIZARRAS                 | 2150         | PIEDRAS<br>SILLARAS<br>CONCRETO. | 19730       | HERRADURA<br>5 X 5.35                          | 2 X 27                         | 1070                    | 53500                      |
| FONT<br>CINIS             | 1857-1871               | FRANCIA<br>ITALIA | F.F.C.C.<br>DOBLE VIA | GNEISIS<br>CALIZAS<br>ARGENSOOS                | 1600         | PIEDRA<br>TABIQUE                | 12700       | HERRADURA<br>8 X 7.50                          | 48                             | 670                     | 43000                      |
| GOYARD                    | 1872-1881               | SUIZA             | F.F.C.C.<br>VIA DOBLE | GNEISIS<br>BRECCIAS<br>CONGLOMERA<br>DO GRIOSO | 1800         | MMP.                             | 14980       | HERRADURA<br>8.00 X 7.35                       | 47                             | 704                     | 37100                      |
| <u>TUNELES CARRETEROS</u> |                         |                   |                       |  |              |                                  |             |  |                                |                         |                            |
| FORST<br>HILL             | 1851-1853               | HUNGRIA           | TRANSPORTE<br>URBANO  | MARGAS   | 40-50        | D/ROD.                           | 349.6       | HERRADURA<br>9.48 X 10.60                      | 80                             | 28                      | 9500                       |
| YERMA-<br>BIENA           | 1934                    | U.S.A.            | URBANO                | CALIZAS  | 200-300      | CONCRETO<br>REFORZADO            | 150         | HERRADURA<br>24 X 18                           | 432                            | 65                      | 65000                      |
| FONT-<br>BLANC            | 1959-1965               | FRANCIA<br>ITALIA | CARRETERO             | GNEISIS  | 100          | CONCRETO                         | 12650       | 9 X 12.45<br>9 X 9.65                          | 80                             | 101                     | 300000                     |
| SAN PIER<br>NARDU.        | 1959-1964               | SUIZA<br>ITALIA   | CARRETERO             | GRANITOS<br>GNEISIS                            | 1500<br>1800 | CONCRETO<br>REFORZADO            | 6600        | HERRADURA<br>10.6 X 9.6<br>TOTAL<br>4.8 X 9.74 | 95                             | 650                     | 120000                     |



CONFERENCIA DEL DIA 19 DE JUNIO '79

1. - EXPLICACION SUCINTA SOBRE LA CONVENIENCIA DE ESTABLECER UNA POLITICA DE SEGURIDAD EN UNA OBRA.
2. - ANALOGIA CON UNA CUENTA DE CONTABILIDAD.
3. - ESTADISTICAS.  
INDICE DE FRECUENCIA  
INDICE DE GRAVEDAD  
INFORMES DE ACCIDENTES
4. - GLOSARIO DE TERMINOS USADOS EN EXCAVACIONES SUBTERRANEAS.
5. - RECOMENDACIONES PRACTICAS PARA INFORMAR SOBRE -- EVENTOS OCURRIDOS EN LAS OBRAS SUBTERRANEAS.
6. - FORMULA PARA OBTENER EL GASTO DE APORTACION DE UNA FILTRACION Y MANERA DE CONFINAR ESTA, POR UN TUBO DE DIAMETRO CONOCIDO:

$$V = 2.21 \times \sqrt{y} \quad \text{m/seg} -$$

$\Delta_h$  = Area hidráulica

-  $\Delta_h$  para tubos parcialmente llenos

$$\Delta_h = \frac{1}{8} D^2 \alpha$$

$\alpha$  = Angulo central que subtiende a la cuerda formada por la lamina de agua, medida en radianes.

D = en metros

$$Q = \Delta V$$

7. - FORMULA PARA DETERMINAR LA PERDIDA DE PRESION LONGITUDINAL EN UNA TUBERA DE VENTILACION:

$$J = K' \frac{V^2}{D} \quad \text{PERDIDA DE CARGA POR M. L. DE TUB. EN CENTIPIZES.}$$

CENTIPIZES = 1.09 de mm. de columna de agua.

$K' = 0.0019$  PARA LAMINA NEGRA

$K' = 0.0015$  PARA LAMINA GALVANIZADA

$D =$  EN M.

RECOMENDACIONES PARA HACER QUE LAS UNIONES ENTRE TUBOS SEAN HERMETICAS.

METODO PRACTICO PARA CONOCER LA HERMETICIDAD DE UNA UNION.

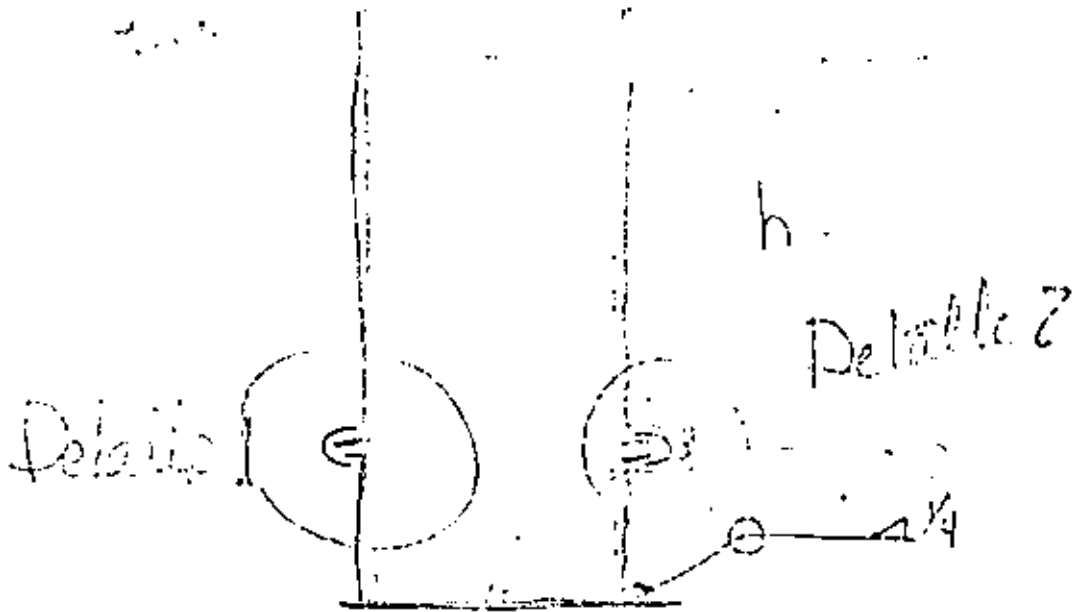
# Como probar la hermeticidad de una junta de tuberia de Ventilacion -

Se corta un tramo de tubo donde se tenga una union de mas o men 80 cms. Sobre de el se coloca un tramo completo de tubo de ventilacion, el extremo inferior se tapa sellandole una placa - Se coloca la junta y despues se llena el tubo con agua hasta tener una presion igual o mayor que la que proporciona el ventilador, se observan si hay fugas de liquido -

Anexo: Croquis.

# BOOMES

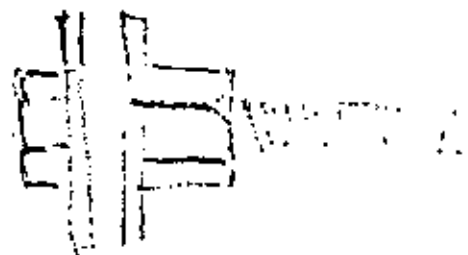
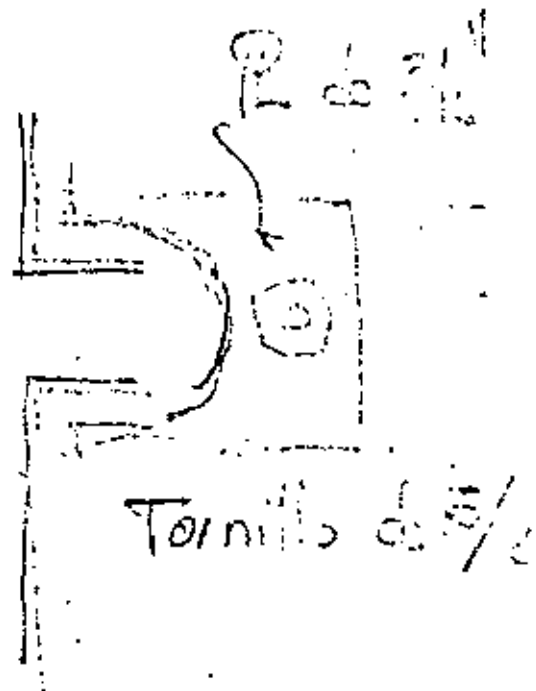
2



Cincho media  
corta

Una  
de...  
colores con resis-  
ta...

Detalle 1



2



centro de educación continua  
división de estudios superiores  
facultad de ingeniería, unam



SEGURIDAD Y SANEAMIENTO PARA LOS SERVICIOS DE AGUA  
POTABLE Y ALCANTARILLADO

CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO

ING. ARMANDO ADAME SAENZ

JULIO, 1979





## CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO

### 1. - CARACTERISTICAS PRINCIPALES Y CLASIFICACION DE LAS BOMBAS.

#### Bombas Centrifugas. -

Tipo Voluta o Espiral: La mayor parte de las bombas que se fabrican actualmente son de este tipo, pueden ser verticales y horizontales de uno o varios pasos y cuentan además, con rangos amplios de capacidades (carga y gasto)

Tipo difusor o rueda Directriz. - Son bombas generalmente de varios pasos y de alta presión, tienen una eficiencia comparada con las bombas tipo voluta.

Tipo Mujo Mixto. - son ideales para cargas bajas y para una gran capacidad de gasto, generalmente se fabrican de tipo vertical con impulsor abierto de una sola entrada, aún cuando también se fabrican del tipo horizontal.

Tipo Axial. - Su nombre común es el de bombas propela, desarrollan la mayor parte de la carga por la succión causada por los alabes, son generalmente del tipo vertical y más apropiado para cargas bajas y grandes capacidades de gasto.

Tipo Turbina Regenerativa. - Para manejar líquidos sin sólidos, la tipo turbina se fabrica del tipo horizontal o vertical. Cubre las necesidades entre otro tipo de bomba centrifuga y las bombas rotativas son para carga alta, baja y mediana capacidad.

### Bombas rotatorias. -

Este tipo de bombas se emplean para manejar líquidos de todas las velocidades para procesos químicos, manejo de alimentos, protección contra incendios, manejo de grasas, etc., las hay en varios tipos: de engranes, de aspas, de leva y embolo, de tornillo y de lobulos.

### Bombas reciprocantes o de movimiento alternativo. -

De acción directa. - Las bombas reciprocantes de vapor se encuentran ahora en muchos diseños para manejar agua fría o caliente, aceite y un rango muy extenso de diferentes líquidos en la industria.

De embolo acoplada a cualquier tipo de máquina motriz incluyendo el de biela, el rango de capacidad de estas bombas varía de muy baja a mediana capacidad y a presiones de 15 lb/pul<sup>2</sup>. o mayores.

De diágragma. - Se utilizan grandemente en la industria automotriz y últimamente en bombeo de líquidos viscosos.

## 2. - BOMBAS UTILIZADAS PARA EL MANEJO DE AGUAS NEGRAS

Este tipo de bombas tienen la característica que poseen pasos de esfera lo suficientemente grandes para el paso de sólidos cuando menos de 6.4 ( 2 - 1/2" ) de diámetro, el cual es del tamaño de un agujero de letrina. Los trapos y material duro, generalmente causan más problemas que los objetos sólidos, sin embargo, cuando las bombas están protegidas por una rejilla, los pasajes de agua donde pueden pasar sólidos de 5 cm (2") Ø, dan un servicio satisfactorio.

La bomba usada principalmente para el bombeo de aguas negras es de succión y descarga simple, centrífuga, del tipo voluta con impulsor de suspendido, o dependiendo de la capacidad requerida, la bomba tipo radial inatascable o la de flujo mixto, las bombas para aguas negras generalmente se instalan a bajos niveles para eliminar el cebamiento, por lo que la mayoría de las instalaciones son del tipo vertical. Podemos clasificar a las bombas para manejo de aguas negras como sigue:

a).- Bomba radial inatascable.- La capacidad de carga requerida en la mayoría de las estaciones de bombeo de aguas negras, se encontrarán que están dentro del rango de aplicación de las bombas radiales, llamadas bombas centrífugas inatascables.

Los impulsores de estas bombas son del tipo flujo radial - usualmente con 2, pero no más de tres paletas (álabes).

Los impulsores están bien acabados y libres de esquinas cortantes y salientes que detengan trapos y material duro pueden ser semicerrados, pero usualmente son de diseño completamente cerrado, que últimamente se ha encontrado que retiene los claros originales y eficiencia más alta, particularmente donde el contenido de arenillas de las aguas negras es alto.

b).- Bomba de flujo Axial.- Las bombas de flujo axial requieren de una gran inyección de potencia en el arranque que en la capacidad, su uso por lo tanto es restringido en aplicaciones donde la operación será en un rango de carga y capacidad bajas, para evitar motores demasiado grandes y costosos. Esta característica permite evitar la instalación de válvula, de

cierre positivo en la tuberfa de descarga de estas bombas, para excluir la posibilidad de operar con la descarga estrangulada ó cerrada.

El rango de carga y capacidad de esta bomba y su diseño de cárcamo húmedo la hacen ideal desde el punto de vista de costo de equipo y estructura, para la recirculación de lodos sedimentables y el bombeo de efluente y alturas cortas. Se usa rara vez para el bombeo de agua cruda a menos que esté precedida por rejillas apropiadas, debido a que la tendencia a acumular trapos y material duro en el impulsor y sobre los soportes de los cojinetes de la flecha.

c). - Bomba de flujo mixto. - Esta bomba, llamada algunas veces de flujo angular, es un diseño intermedio entre la radial. (inatas cable) y la bomba de flujo axial o bomba propela. Como es evidente su rango de capacidad es el mismo que el de la bomba propela y también cubre el punto más bajo de las bombas inatas cables. En la región que cubre junto con la bomba radial, las condiciones económicas son las que gobiernan al hacer la selección. La bomba de flujo mixto es generalmente más barata que la bomba radial inatas cable para capacidades arriba de 176 litros por segundo (2000 G.P.M.), debido a su velocidad de rotación tan alta y reducido tamaño para una capacidad dada.

Los impulsores para bombas de flujo mixto para aguas negras están provistos generalmente con unos cuantos álabes menos que cuando la bomba está destinada a manejar agua limpia.

Los impulsores para bombas de flujo mixto para aguas negras están provistos generalmente con unos cuantos álabes menos que cuando la bomba está destinada a manejar agua limpia.

d). - Bombas de succión doble. - La tendencia de los trapos en las corrientes de agua negra a enredarse alrededor de las flechas en las bombas de succión doble y la tendencia de la basura y otros sólidos a tapar los pasos relativamente pequeños de agua de otros tipos de bombas, empleadas para bombear agua limpia, hacen que éstas sean apropiadas para bombear agua negra.

Debemos mencionar, que uno de los pasos más importantes en un proyecto de este tipo, es la selección del número y tamaño de la bomba.

Las posibles combinaciones o arreglos de bombas se analizan desde el punto de vista del costo inicial de instalación y equipo, flexibilidad y economía de operación y proceso de tratamiento requerido.

La elección entre el uso de una sola bomba o la instalación de varias en paralelo, para la demanda máxima que depende del factor de carga esperando. Cuando la demanda es más o menos constante, la tendencia es seleccionar una sola bomba para la demanda máxima, agregando un margen de seguridad como previsión al desgaste de la bomba; si por el contrario la carga presenta variaciones dos o más bombas pueden operar en paralelo, es importante hacer notar que cuando la demanda máxima es muy grande como para permitir el uso de la bomba más económica o la velocidad más económica de operación, la demanda podrá cubrirse con dos ó mas unidades, haciendo caso omiso al factor de carga.

En los períodos de carga ligera una o dos bombas pueden pararse para una operación más eficiente. La capacidad de cada una de las bombas se selecciona de acuerdo con este punto de vista de operación.

Si se utiliza más de una bomba para prever la demanda máxima y si es permisible una reducción parcial en la capacidad disponible, la instalación puede no requerir de una bomba de reserva; de esta manera deberá mantenerse una cantidad considerable de partes de repuesto para poder mantener en servicio el sistema a carga máxima, si por el contrario, no es permisible una reducción en la capacidad del sistema, entonces deberá preverse una bomba de reserva, la cual podrá ponerse en servicio en caso de paro o falla en una de las bombas principales.

### 3. - VALVULAS, TUBERIAS Y ACCESORIOS CORRESPONDIENTES AL TIPO DE LIQUIDO A BOMBEAR.

#### A). - Naturaleza del líquido. -

- a). - Tipo de líquido. = En cierta forma la naturaleza del líquido por bombear, determina el tipo de bomba que ha de usarse para el servicio requerido. Las impurezas, aparentemente insignificantes en el líquido, pueden ser un factor muy importante en la selección de los materiales apropiados. Similarmente la naturaleza del líquido afectará no sólo el material de la bomba, sino también la construcción mecánica más apropiada para este fin, dependiendo si el líquido es viscoso, ácido o de naturaleza alcalina.
- b). - Temperatura. - También la temperatura del líquido es un factor muy importante. Una línea estándar de bombas de servicio general tiene limitaciones de temperatura definidas y temperaturas más elevadas, podrán dictar el uso de materiales especiales, cualquier variación en las temperaturas de operación deberá conocerse, pues afectará la gravedad específica y el rango de viscosidad del líquido manejado.
- c). - Viscosidad. - Cuando la viscosidad del líquido manejado difiera de la del agua, la capacidad de la bomba, carga y consumo de energía se afectan considerablemente, de tal manera que es necesario considerar factores de corrección.
- d). - Sólidos o Materias en Solución. - El tamaño y naturaleza de los sólidos suspendidos en el líquido determinarán el tipo de impulsor más apropiado para el caso, así como los materiales que deben usarse en la construcción de la bomba. Si los



(1)



(2)



(3)



(4)



(5)



(6)



(7)

Fig. 2.9 IMPULSORES TÍPICOS: (1)-Abierta (2)-Semiabierta  
 (3)-Cerrada de admisión simple (4)-Cerrada de doble admisión  
 (5)-Abierta (para pulpa de papel) (6)-De flujo axial (hélice) (7)-De flujo mixto

sólidos son muy abrasivos, se usa generalmente impulsores abiertos, y donde es necesario se emplea material especial más resistente al desgaste. Cuando los sólidos son de consistencia o son de material duro, se requiere el uso de impulsores inatacables.

- e). - Gravedad específica. - La gravedad específica debe conocerse con el objeto de determinar la potencia de consumo en las condiciones de diseño y seleccionar el motor adecuado.
- f). - Análisis Químicos. - Deberá hacerse una consideración especial al análisis químico del líquido, si es corrosivo o si sus propiedades electrolíticas no son aparentemente lo que el líquido indica, en estos casos si las especificaciones muestran que no es neutro, se deberá medir el pH del líquido (medición de la acidez o alcalinidad).

#### Velocidad de rotación de los equipos.

- g). - Las bombas para aguas negras, se diseñan para operar a velocidades hasta de 1750 r.p.m. y la relación capacidad-carga para un caso dado puede requerir esta velocidad de operación. Sin embargo, la práctica es usar generalmente velocidades de 1800 r.p.m.
- h). - La tubería de succión y descarga se diseñan para evitar pérdidas excesivas de carga, en la descarga ó perturbar el flujo dentro de la bomba.
- i). - Tubería de Succión. - En todos los casos es recomendable determinar separadamente la diferencia estática entre el nivel del líquido y línea de centros de la bomba, las pérdidas por fricción y pérdidas en la entrada de la tubería de succión. Si estas pérdidas no han sido determinadas será suficiente describir lo más preciso posible el desarrollo de la tubería de succión, dando la longitud, diámetro de tuberías y válvulas.
- j). - Tubería de descarga. - Deberá establecerse para las condiciones de diseño la cabeza de descarga, sabiendo que está compuesta de una larga estática y pérdidas por fricción en la tubería de descarga. En caso de que exista alguna variación en la carga estática deberá conocerse, con el fin de determinar la cabeza mínima y máxima contra las que operará la bomba. Especificar una carga dinámica total excesiva, tiene actualmente el mismo efecto que especificar una capacidad excesiva. Como la bomba siempre operará en la intersección de su curva de carga con la del sistema, una bomba que desarrolla más carga entregará, aún cuando se estrangule en la descarga, un gasto en excesivo, hasta que su curva



se intercepte con la del sistema a un gasto mucho mayor.

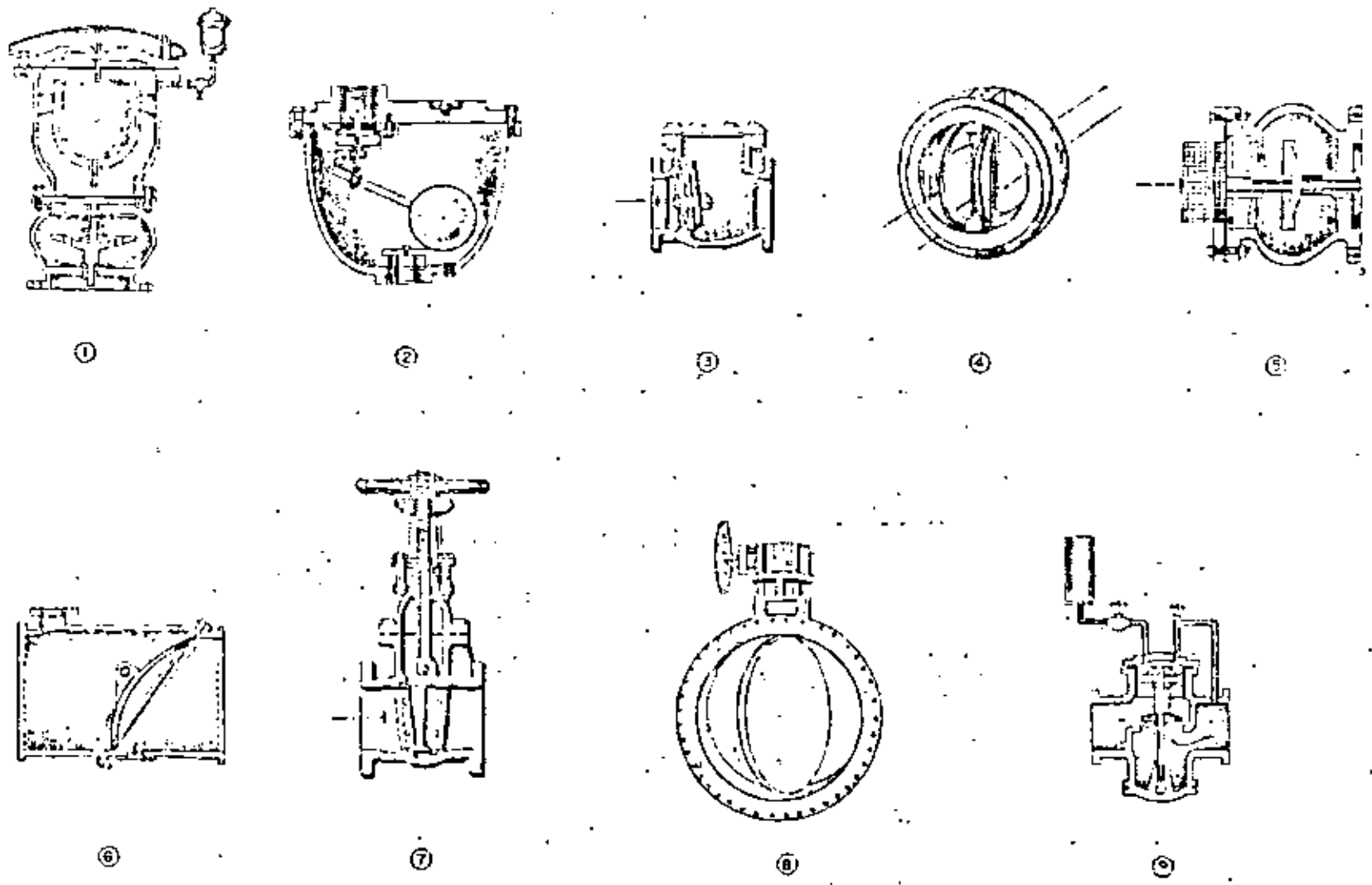
Haciendo la separación de la carga estática y la carga debido a las pérdidas por fricción, puede determinarse las pérdidas por fricción excesivas. Si la tubería usada es muy pequeña, la bomba y el motor requeridos serán más costosos que lo necesario y el costo por operación más alto que si se usara el diámetro correcto de tubería.

Cuando el costo total es muy alto y justifica un análisis en extremo detallado, es posible determinar el diámetro de tubería más económico, sumando la amortización inicial de la bomba, motor y costo de tubería, más costos de operación, contra diámetro de tubería.

Las conexiones en el cabezal de descarga, cambios de dirección y transiciones entre los decímetros de tubería se hacen de tal manera que reduzcan la turbulencia y las pérdidas excesivas de carga. La instalación de una succión de tubería recta entre codos y la brida de descarga de la bomba, es recomendable para prevenir cualquier reacción de flujo sobre el impulsor de la bomba que podría reducir la eficiencia.

La velocidad de flujo en tubería es generalmente de 1 a 2 m/seg. ( 4-6 pies/seg) menor que 3 m/seg. (10 pies/seg). a flujo máximo para evitar las pérdidas excesivas de cargas y mayor que 0.60 m/seg. (2 pies/seg) con el gasto mínimo, para evitar la sedimentación de sólidos en las vueltas horizontales. Los puntos más altos se dejan con ventilas o preferentemente se evitan para que no haya acumulación de gas.

- k). - Válvula de Compuerta. - Dependiendo del tamaño de la tubería este tipo de válvulas son necesarias usualmente para permitir el aislamiento de la bomba individualmente par permitir el aislamiento de la bomba individualmente para el mantenimiento y reparación. Las válvulas de vástago saliente son de gran ayuda porque indican la posición del disco.
- l). - Válvulas check. - Ordinariamente más segura en operación y menos aptas para acumular sólidos si se colocan en posición horizontal. La válvula check operada eléctricamente del tipo de cono, que combina las funciones de una válvula de alivio, es algunas veces necesaria para prevenir el golpe de ariete en la tubería de descarga cuando la bomba tenga que ser parada durante las condiciones de trabajo o en condiciones de emergencia. Para estaciones de capacidad media y grande, se instalarán válvulas de compuerta fijas o compuerta de columpio, en lugar de la válvula check.



6

Fig 126 VALVULAS 1- de Aire 2- de Aire 3- Check 4- Duo Check 5- Check telescopico 6- Rotu Check 7- Computado 8- Manopala 9- Alavan

#### 4. - DISTRIBUCION DE INFLUENCIA DE EQUIPOS DE BOMBEO.

- a). - Posición adecuada para la instalación de los equipos. - Puesto que la mayoría de las bombas centrífugas son horizontales, sucede -- que una bomba con rotación o eje vertical es más adecuada; las -- bombas de propela de flujo axial y ciertas bombas del tipo de flu- -- jo mixto se arreglan para operar en forma vertical. Esto da -- como resultado una instalación más compacta y permite tener el -- impulsor sumergido, de tal manera que la bomba está siempre -- cebada, al mismo tiempo, el motor podrá colocarse sobre la bom- -- ba a un nivel lo suficientemente alto para evitar cualquier daño -- accidental al motor si el nivel del agua aumenta excesivamente. - Bombas para pequeña y gran capacidad, para agua negra; se insta- -- lan de esta manera.
- b). - Influencia de las Condiciones Geográficas sobre los equipos de -- bombeo. - La localización geográfica de la instalación tiene un pa- -- pel muy importante en la selección de la bomba y su mantenimien- -- to.

La elevación sobre el nivel del mar afecta a la bomba debido a -- que existe una disminución en la presión atmosférica de 86 mm. -- por cada 1 000 m. de elevación ( 1"/1000 pies). La situación geo- -- gráfica debe también tomarse en cuenta por las refacciones, en -- caso de que una bomba trabaje en un lugar apartado, deben pro- -- porcionarse partes de repuesto para evitar interrupciones en el -- servicio si las partes desgastadas no pueden reponerse rápidamen- -- te.

#### 5. - CALCULO.

En problemas de bombeo de agua, se acostumbra expresarlas en me- -- tros y es usual trabajar con presiones manométricas:

$$\begin{aligned} 1 \text{ Kg/cm}^2 &= 10 \text{ m. col. de agua} = 1 \text{ atm. métrica.} \\ 0.10 \text{ Kg/cm}^2 &= 1 \text{ m. col. de agua} = 3.28 \text{ pies} \\ 1 \text{ Kg/cm}^2 &= 14.223 \text{ lbs/pul}^2 = 32.808 \text{ ples.} \end{aligned}$$

#### Columna o carga total de bombeo.

Definición. - En un sistema de bombeo, se le da nombre de columna -- o carga total, a la suma de las energías contra las que debe operar una -- bomba para mover determinada cantidad de agua de un punto a otro.

De acuerdo con lo anterior, la carga total ( $H$ ) para una bomba centrífuga horizontal, es igual a la diferencia entre la carga de descarga ( $H_D$ ) y la carga de succión ( $H_S$ ) es decir:

$$H = H_D - H_S \quad (1)$$

En la Fig. 2.4 se presentan dos casos típicos de instalación de bombas centrífugas horizontales. - Difieren entre sí por lo siguiente:

En el caso 2.4a, la bomba se localiza en un nivel superior al de la superficie del agua en la succión (lo más frecuente en problemas de riego) actuando únicamente la presión atmosférica, tanto en la succión como en la descarga. En el 2.4.b, la bomba se encuentra a un nivel inferior al del agua en la succión, y además se supone que, en la succión o en la descarga o bien en ambos, actúa una presión  $P_S$  y  $P_D$  respectivamente, que es diferente a la atmosférica.

#### Valor de la columna en 2.4.a.

En este caso la carga de succión es una carga negativa, por lo que, la columna valdrá numéricamente, la suma de  $H_D$  y  $H_S$ . Aclaremos:

$$H_S = -h_s - h_{f_s} \quad (a)$$

$$-H_S = h_s + h_{f_s}$$

$$H_D = h_d + h_{f_d} + h_{v_d} \quad (b)$$

Sustituyendo (a) y (b) en (1)

$$H = h_d + h_{f_d} + h_{v_d} + h_s + h_{f_s} \quad \text{valor de la carga total}$$

o también 
$$H = h_{e_t} + h_{f_d} + h_{v_d} + h_{f_s}$$

//

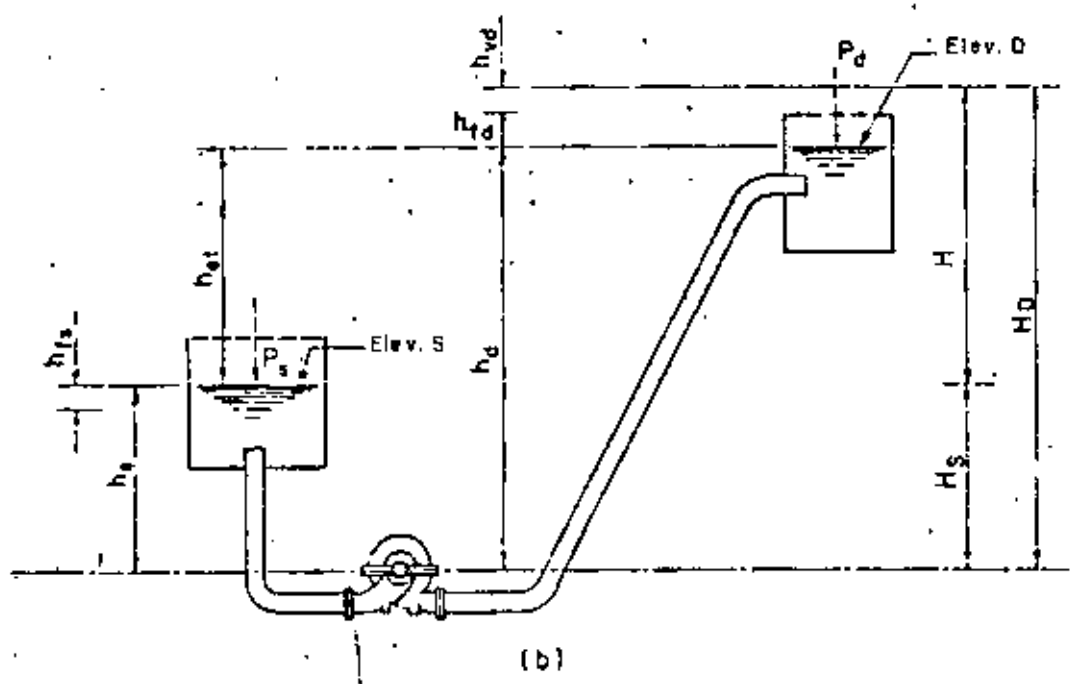
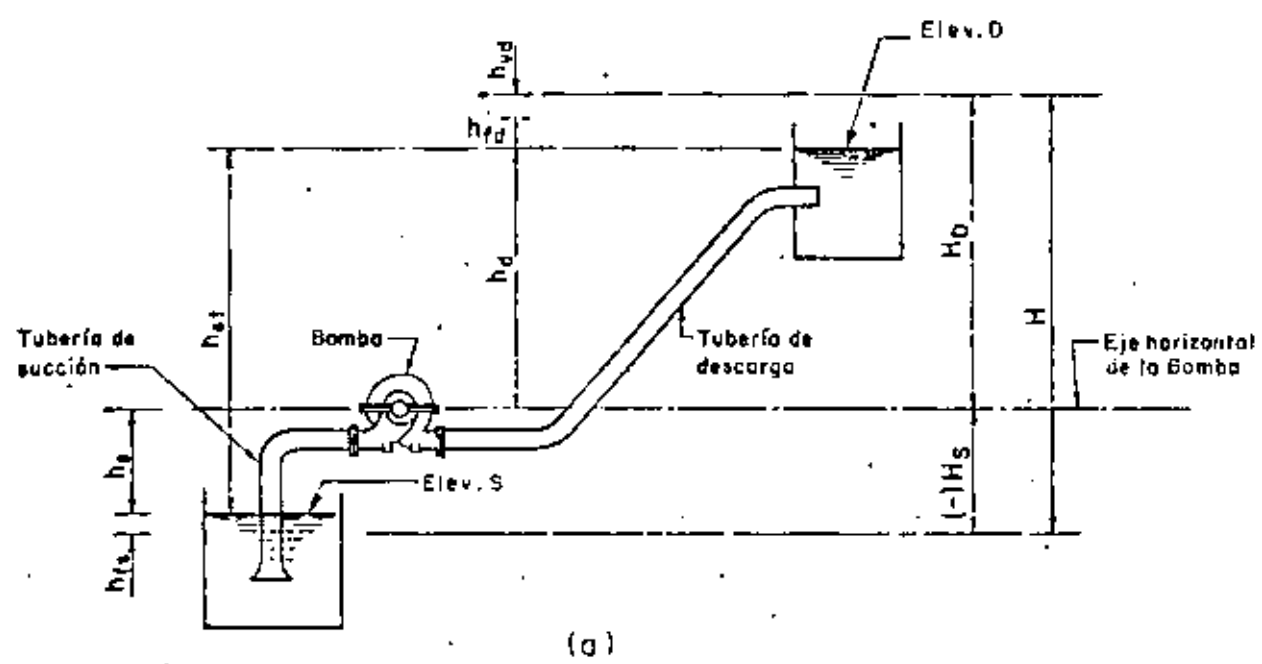


Fig. 2.4.- Instalaciones típicas de bombas centrífugas horizontales

## Bombas - Sumergibles

Se menciona en este capítulo el empleo de las bombas sumergibles, - que son bombas centrífugas de eje vertical, impulsadas con motor eléctrico y construídas de tal manera que son propias para operar dentro del agua sin que sufran deterioro sus partes. Fig. 1.28.

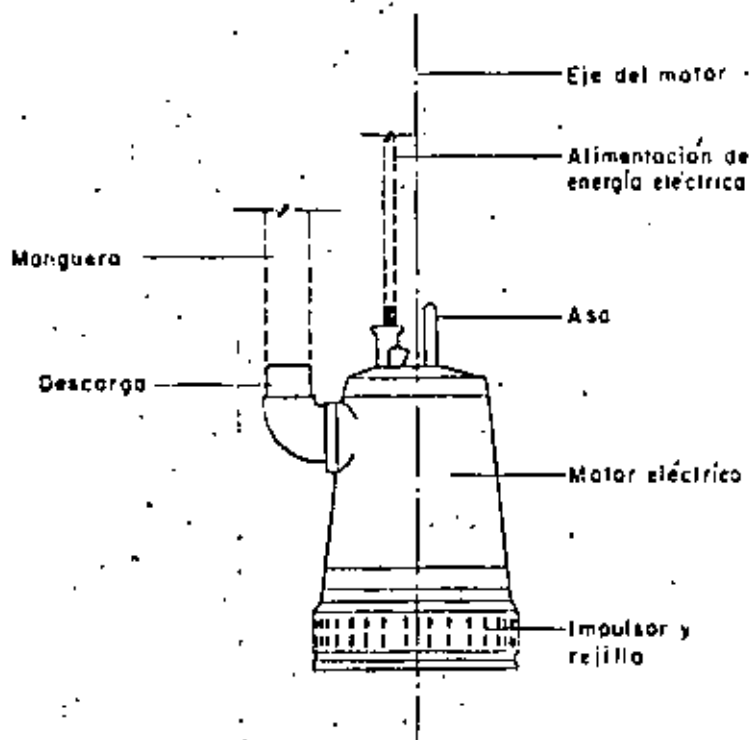


Fig. 1.28.— Bomba sumergible

Su uso más indicado es en el achique de minas, y en todo tipo de obras de construcción, así como para el desagüe de aguas negras en las poblaciones.

Estas bombas tienen varias ventajas, entre ellas, son fáciles de transportar, instalar, etc. y desde luego, son propias para manejar agua sucia, con lodos y arenas; requieren para su funcionamiento, un tirante pequeño, incluso nulo, es decir, que pueden trabajar en seco sin dañarse, lo mismo que dentro del agua. La limitante de estas bombas es su capacidad, baja eficiencia y costo relativamente alto.

En las plantas de bombeo es recomendable incluir como un accesorio más para el mantenimiento y servicio de la planta, una bomba sumergible que servirá principalmente para el achique del cárcamo de bombeo ó de alguna otra parte de la planta, por ejemplo: el acceso a la toma, etc. En este caso deberá preverse su localización y conexión para el servicio de energía eléctrica.

Debido a la fácil transportación de estas bombas, es posible poder emplear una de estas unidades para varias plantas de bombeo, controlada por una misma jefatura de obras.

Estas bombas son propias para el manejo de aguas negras, aunque dadas las limitaciones de su capacidad y principalmente de altura de bombeo, así como de su eficiencia; es probable, que pueda tener ventajas sobre los equipos de bombeo tradicionales para los proyectos en los cuales se utilice como fuente de aprovechamiento, cuyos niveles de agua sean frecuentes y notablemente variables, pues en estos casos es siempre necesario construir cárcamos y estructuras adicionales a elevaciones suficientes para salvar el equipo, del nivel máximo de agua.

Desde luego, un estudio económico comparativo en el que se considere la magnitud del gasto y carga de bombeo; las características de fluctuaciones en los niveles de la fuente de aprovechamiento ( y desventajas que esto ocasiona para el empleo de bombas estacionarias) con el

empleo de varias bombas sumergibles, será un indicador para considerar la posibilidad de utilizar este tipo de máquinas en un sistema de riego.

La Fig. No. 1.29 muestra el esquema de la instalación de una bomba sumergible aprovechando las aguas de un río.

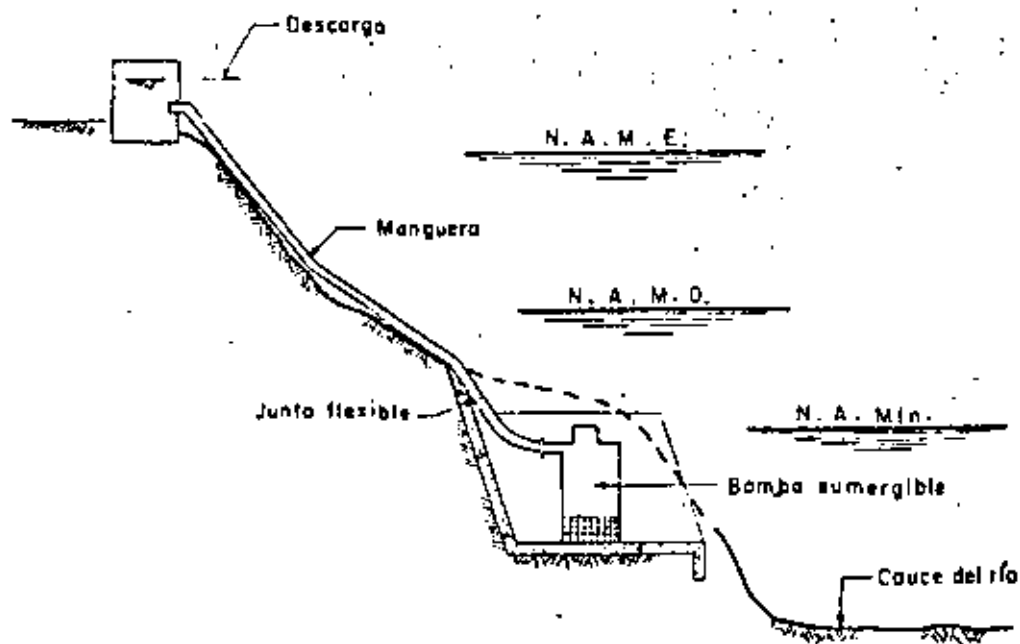


Fig. 1.29. Instalación de una bomba sumergible



## 5. SUBESTACION ELECTRICA

En los casos en que es empleada la energía eléctrica para mover las bombas, es necesario instalar una subestación eléctrica, la cual tiene por objeto cambiar las características de la energía aprovechada (generalmente de alto a bajo voltaje) y suministrar la requerida por el equipo de bombeo.

Esencialmente una instalación de este tipo consta de las siguientes partes:

**Transformador.** - Mediante estos aparatos se cambia el voltaje de la corriente, obteniéndose el deseado.

**Seccionador.** - Se emplea para proteger la instalación contra fallas debidas a sobrecorriente causada por un corto circuito.

**Cuchillos Fusibles.** - Sirven para proteger la instalación contra sobrecorrientes por fallas en la línea de alimentación y además desconectar con carga al transformador, a fin de darle a éste servicio de mantenimiento.

**Aparta Rayos.** - Protege la subestación contra las descargas atmosféricas.

**Equipo de Medición.** - Registra la cantidad de energía consumida.

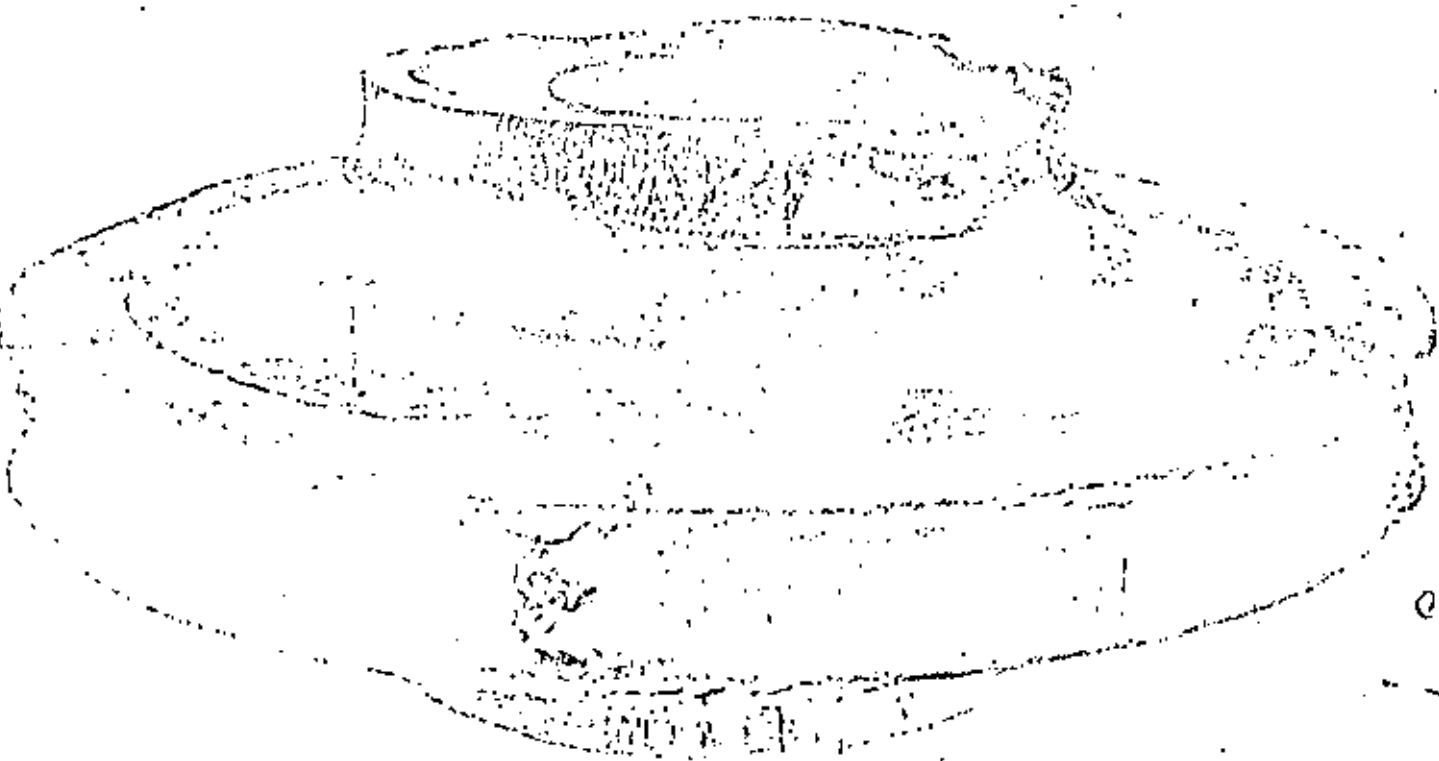
La magnitud de la subestación dependerá principalmente de la potencia de cada motor y de la total en la instalación. En proyectos pequeños (con menos de 100 H. P.) bastará instalar transformadores comerciales, equipados con los elementos citados anteriormente, en postes situados cerca de la caseta de controles. Cuando la potencia que demanda el sistema de bombeo es mayor de 100 K. V. A. por razones técnicas y económicas se utilizan los transformadores de piso, puestos en una plataforma de concreto y generalmente se hace necesario elaborar un proyecto detallado del sistema eléctrico de la planta, para lo cual se deberán proporcionar al proyectista los siguientes datos:

1. - De la localización del proyecto: Coordenadas geográficas, Municipio, Estado, Croquis.
2. - De línea eléctrica de alimentación. - Voltaje, frecuencia, número de fases y capacidad interruptiva en MVA. Posibilidad de cambios en el ciclaje.
3. - Servicio de bombeo: intermitente, continuo, tiempo máximo de trabajo diario.
4. - De las bombas: número, tipo, velocidad, tamaño.

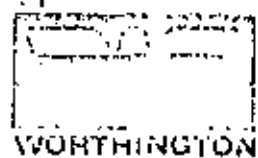
# 40

REGLAS

PARA EL MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO  
DE BOMBAS CENTRIFUGAS



WORTHINGTON



# 40 REGLAS

## PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE BOMBAS CENTRIFUGAS

### Selección-Instalación-Operación-Mantenimiento

Por: Igor J. Karassik y Roy Carter,  
De Worthington Corporation.

Las siguientes reglas, evidentemente fundamentales, ayudarán a obtener el servicio más seguro, el mantenimiento más económico, y la mayor vida posible de las bombas centrífugas. El mantenimiento adecuado no principia con la reparación o la reposición de las partes dañadas, sino con una buena selección e instalación, es decir, evitando que haya que reponer o reparar. Estas reglas versarán, por lo tanto, sobre cuatro temas bien diferenciados: Selección, Instalación, Operación y Mantenimiento.

#### Selección

1-Indíquese al fabricante de bombas, la naturaleza exacta del líquido a manejar.

Tal descripción debe explicar de qué líquido se trata, su composición y propiedades químicas y sus características físicas, entre las que no deben faltar: la temperatura de operación, el peso específico y la viscosidad y la presencia de cualquier sustancia extraña en suspensión indicando el diámetro máximo de las partículas si se trata de sólidos.

2-Especifíquense los gastos o caudales máximos y mínimos que pueden llegar a necesitarse y la capacidad normal de trabajo.

Debe incluirse toda la gama de variaciones esperadas desde el mínimo hasta el máximo.

3-Se dará una información semejante, relativa a la presión de descarga o plenos y datos para calcularla.

4-Proporcionése al fabricante un plano detallado del sistema de aspiración o succión, existente o deseado.

5-El fabricante necesita saber si el servicio es continuo o intermitente.

Esto evitará la instalación de una bomba para trabajo ligero en un servicio pesado, o viceversa.

6-Indíquese de qué tipo o tipos de energía se dispone para el accionamiento.

Recuérdese que la continuidad del servicio depende de la seguridad de una fuente constante de energía.

7-Especifíquense las limitaciones del espacio disponible.

Las bombas no deben ser instaladas en lugares reducidos que dificulten el mantenimiento y la inspección. Frecuentemente, es preferible utilizar una bomba vertical en lugar de la horizontal, cuando es vital la economía de espacio, o para obtener las mejores condiciones de succión.

8-Hay que estar seguros de que se dispone de un lote completo de refacciones o partes de repuesto.

Las bombas deben inspeccionarse periódicamente, y hay que reponer las partes desgastadas o dañadas. Aun en los casos en que no sea imprescindible la continuidad del servicio, deben tenerse disponibles partes de repuesto para permitir llevar a cabo puntualmente los programas de mantenimiento.

9-Consérvense suficientes partes de repuesto "a mano".

No todas las bombas son del tipo estándar, y el fabricante puede no tener en existencia permanente ciertas refacciones; pero recomendará cuáles son las que conviene que el usuario tenga siempre disponibles en su poder.

#### Instalación

10-Las bases de las bombas deben de ser rígidas.

Las bases de concreto construidas

sobre terreno firme son las más satisfactorias. Si la bomba está montada sobre una base de acero, deberá colocarse directamente sobre los cimientos principales del edificio, vigas o muros, o tan cerca de ellos como sea posible.

11-Debe cimentarse la placa de asiento de la bomba.

Ello dará rigidez al conjunto, previniendo el destizamiento lateral de la placa de asiento, y reducirá las vibraciones.

12-Debe comprobarse el alineamiento entre la bomba y su sistema de accionamiento.

Háganse las correcciones necesarias. Aun cuando una unidad se alinea en la fábrica antes de ser embarcada, es necesaria una cuidadosa comprobación en el "campo" o en la planta, debido al frecuente desalineamiento durante el tránsito. Si la bomba va a manejar líquidos calientes, la verificación debe efectuarse a la temperatura de operación.

13-Las tuberías no deben ejercer esfuerzos sobre la bomba.

El alineamiento más cuidadoso de la bomba y de sus sistema de accionamiento puede desaparecer fácilmente si hay que torzar las tuberías para conectarlas con la bomba.

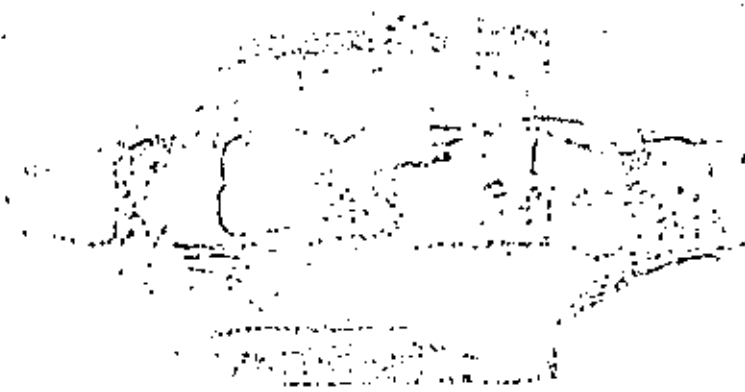
14-Usense tuberías de diámetro amplio, especialmente en la (succión) aspiración.

Generalmente deben usarse tubos mayores, en una o dos medidas, que el diámetro de la brida o rosca de la succión. No deben usarse codos de pequeño radio en la aspiración de la bomba. No se instalarán tubos con codos o conexiones que produzcan cambios de dirección o de diámetro, tales que originen perturbaciones en la

Vertical



Carcasa que presenta pruebas evidentes de los efectos de "abrasión y corrosión" producidos por el líquido manejado. Si se hubiera dado al fabricante la información previa completa, este hubiera podido seleccionar adecuadamente el material con que la bomba debía construirse.

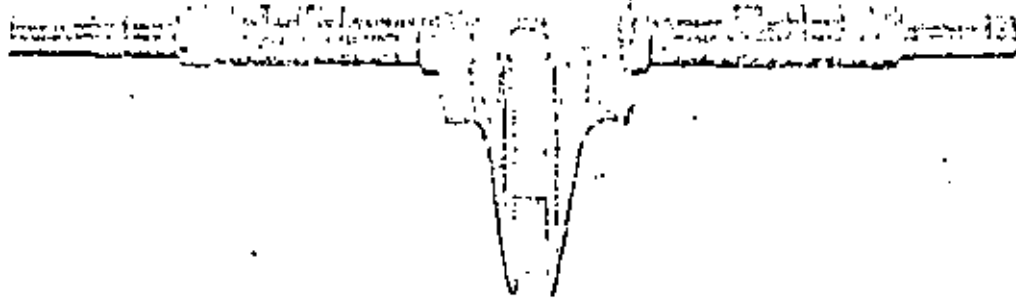


Este impulsor muestra claramente los daños causados por la "cavitación" originada al vaporizarse el líquido en forma de burbujas dentro del impulsor y al condensarse estas al salir de él a la zona de altas presiones, en forma de "implosiones" que ametrallan el material. Esto se hubiera evitado indicando al fabricante la naturaleza exacta del líquido a manejar y las condiciones de trabajo y pidiéndole consejo sobre cómo instalar el sistema de succión. (Reglas No. 3 y No. 4).

"La cavitación" dejó rastros palpables al resultar menor la presión Efectiva Neta de Aspiración (PENANPSH) que la requerida por el modelo de bomba utilizado. O el seleccionador no conocía el NPSH disponible, o el instalador no tuvo en cuenta el requerido. (Reglas No. 3 y No. 4).



23114



Las flechas se deterioran y llegan a romperse al resultar víctimas casi siempre indirectas, de muchos de los efectos que aquí se enumeran, desde el mal alineamiento hasta la corrosión y la abrasión, que destruyen o lesionan apoyos, baleros, anillos de desgaste, camisas, etc. Tales defectos repercuten siempre en las flechas dañándolas con efectos secundarios.

distribución adecuada del flujo dentro de la bomba.

15-Colóquense válvulas de purga en los puntos elevados de la bomba y de las tuberías.

Si los vapores o gases purgados son nocivos o inflamables, entúbense las salidas hasta lugares seguros.

16-Instálense conexiones ("calientes") para altas temperaturas.

Las bombas que vayan a manejar líquidos calientes deberán tener conexiones para altas temperaturas.

17-Instálense una conexión de derivación (by-pass).

Si existe la posibilidad de tener que operar la bomba hasta el punto de gasto cero, instálense una válvula de derivación. Esta no deberá descargar cerca de la succión de la bomba, sino en algún punto lo suficientemente alejado para que pueda disiparse el calor desarrollado en la bomba al trabajar sin circulación de líquido.

18-Dispóngase un abastecimiento adecuado de agua fría.

Refrigérense los rodamientos y las cajas de empaque.

19-Instálense medidores de flujo y manómetros adecuados.

Sin estos instrumentos, no se sabrá cómo está trabajando la bomba.

## Operación

20-No debe estrangularse nunca la succión de la bomba para disminuir el gasto.

Tal práctica produce peligrosa

"cavitación" en la bomba. El estrangular la descarga es más sencillo y no causa perjuicios.

21-No se operará la bomba "en seco".

El líquido bombeado es necesario para enfriar y lubricar los conductos internos. Una bomba que trabaja sin líquido, generalmente se sobrecalienta y se trava. NUNCA DEBE ARRANCARSE UNA BOMBA CON LA VÁLVULA DE ASPIRACION CERRADA.

22-No debe trabajarse una bomba con gastos excesivamente bajos.

Primero, aunque el servicio admiteda, en determinadas circunstancias, capacidades reducidas, el diseño de la bomba puede ser tal que dichos gastos provoquen gran reacción radial y hasta rotura de la flecha. Segundo, el diseño hidráulico puede ser tal que un caudal reducido produzca averías en el impulsor. Tercero, parte de la energía consumida por la bomba se gasta en calentar el líquido y, si no hay flujo suficiente de éste, la bomba se sobrecalentará y se pegará. Como una regla burda, el gasto mínimo, para proteger la bomba contra sobrecalentamientos, es aproximadamente de 30 galones por minuto, por cada cien caballos de potencia absorbida en el punto de gasto cero.

23-Efectúense observaciones frecuentes.

Investigúense inmediatamente los cambios que se observen en el ruido de una bomba trabajando. Obsérvense frecuentemente las temperaturas de los rodamientos y de

las cajas de empaque. Háganse lecturas frecuentes de los manómetros y compruébense los caudales, para ver si las presiones y los gastos corresponden a las condiciones normales de operación.

24-NO DEBE PRETENDERSE IMPEDIR TOTALMENTE EL GOTEO DE LAS CAJAS DE EMPAQUE.

Se necesita un ligero goteo para proporcionar lubricación y enfriamiento adecuados a la empaquetadura.

25-No debe usarse agua demaciado fría en los rodamientos enfriados por agua.

Si así se hiciera, se provocaría un enfriamiento excesivo en las cajas de los baleros, produciéndose la condensación de la humedad, que se emulsiona con el lubricante.

26-No debe utilizarse demaciado lubricante en los rodamientos "antifricción".

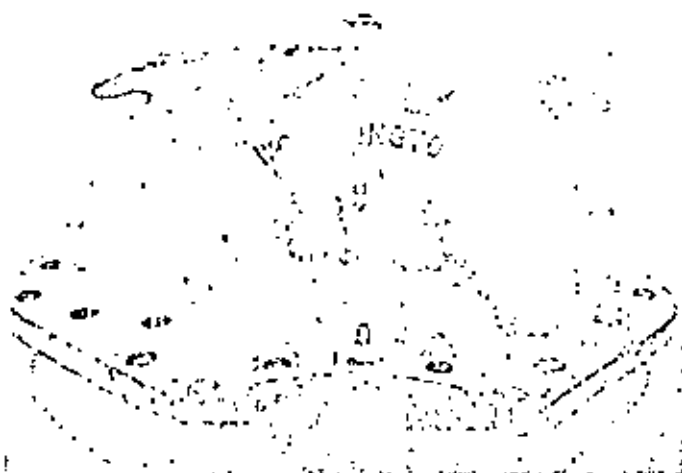
Si se está usando grasa, el rodamiento deberá estar "empacado" con grasa aproximadamente en su tercera parte. Si es de lubricación por aceite, el nivel no deberá exceder del marcado en el indicador correspondiente.

27-Si las cajas de empaque necesitan ser "re-empaquetadas", úsese empaquetadura nueva.

No se añadan uno o dos anillos si empaque viejo, pues se puede incluso tapar la abertura del líquido sellador.

28-INSPECCIÓN SEMESTRAL.

1-Compruébese el libre movimien-



La "Corrosión" destruyó esta carcasa. Indudablemente que el remedio es el uso de otro material más resistente a las soluciones ácidas bombeadas. (Regla No. 1).



Las partículas "abrasivas" hicieron estragos en la bomba. El desconocimiento de las características precisas del fluido motivó una selección errónea. La solución será, o purificar el líquido antes del bombeo, o utilizar material más adecuado. Deberá estudiarse qué solución es la más económica. (Regla No. 1).

**"Una economía mal entendida".**

Restos de lo que fue una buena bomba que mantijó indabidamente un líquido muy abrasivo a "alta velocidad". Será más larga la vida útil del equipo si se utilizó una bomba de baja velocidad (mayor precio) y de material más resistente. (Regla No. 4).



quier

# TABLA DE FALLAS DE BOMBAS CENTRIFUGAS

## 10 Síntomas

- I - La bomba no da agua:
  - II - Capacidad insuficiente
- III - Presión baja:
  - IV - La bomba se "desceba" después de arrancar.
  - V - La bomba necesita potencia excesiva:
- VI - La caja de empaques gotea demasiado:
- VII - La empaquetadura se destruye rápidamente.
- VIII - La bomba vibra o hace ruido:
- IX - Los baleros tienen poca duración:
- X - La bomba se sobrecalienta o se "traba":

## 47 Posibles Causas

(Los números corresponden a la tabla inferior.)

- 1-2-3-4-6-11-14-16-17-22-23.
- 2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-14-17-20
- 22-23-29-30-31.
- 5-14-16-17-20-22-29-30-31.
- 2-3-5-6-7-8-11-12-13
- 15-16-17-18-19-20-23-24-26-27-29-33-31
- 37.
- 13-24-26-32-33-34-35-36-38-39-40.
- 12-13-24-26-28-32-33-34-35-36-37-38-39-40
- 2-3-4-9-10-11-21-23-24-25-26-27-28
- 30-35-36-41-42-43-44-45-46-47.
- 74-26-27-28-35-36-41-42-43-44-45-46-47.
- 1-4-21-22-24-27-28-35-36-41.

## Descripción de las CAUSAS, que revelan los REMEDIOS.

(Los números romanos indican los síntomas que pueden acusar cada falla)

### FALLAS DE LA SUCCION

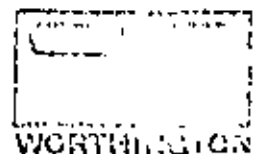
- 1—La bomba no ha sido cebada (I-X).
- 2—La bomba y/o la tubería de succión no están completamente llenas del líquido (I-II-IV-VIII).
- 3—La altura de aspiración es demasiado grande (I-II-IV-VIII).
- 4—Margen insuficiente entre la presión en la succión y la presión de vaporización del líquido a bombear (I-II-VIII-X).
- 5—Cantidad excesiva de gas o de aire en el líquido (II-III-IV).
- 6—Bolsas de aire en la línea de succión (I-II-IV).
- 7—Entrada de aire en la línea de succión (II-IV).
- 8—Entrada de aire en la bomba a través de la caja de empaque (II-IV).
- 9—Valvula de pie demasiado pequeña (II-VIII).
- 10—Valvula de pie parcialmente obstruida (II-VIII).
- 11—La entrada de la tubería de succión está insuficientemente ahogada (I-II-IV-VIII).
- 12—La tubería del "sello de agua" está tapada (IV-VII).
- 13—La caja de sello está mal colocada en la caja de empaques, impidiendo que el líquido sellador la inunde para formar el sello (IV-VI-VII).

### FALLAS DEL SISTEMA

- 14—Menor velocidad de la debida (por baja frecuencia de la corriente eléctrica o por motor de número de polos incorrecto; por estar mal regulada la velocidad del motor de combustión; por quedar sobrecargado el motor, o frenado el grupo en alguna forma (I-II-III).
- 15—Mayor velocidad de la indicada por error en el número de polos, etc. (V).
- 16—Sentido de rotación equivocado (fuede que baste intercambiar los cables de dos fases) (I-III-V).
- 17—La carga total dinámica del sistema es mayor que la estimada al calcular la bomba (alturas o distancias erróneas, diámetros insuficientes de las tuberías o de las conexiones, etc.) (I-II-III-V).
- 18—La carga total dinámica del sistema es menor que la que sirve para seleccionar la bomba (Datos equivocados, que produzcan un caudal excesivo) (V).
- 19—Peso específico del líquido diferente del estimado (V).
- 20—La viscosidad del líquido no es la que sirvió para calcular el equipo (II-III-V).
- 21—Se está trabajando con menor gasto del debido (VIII-X).
- 22—Bombas que se tienen trabajar indubidamente "en paralelo" (I-II-III-2).

### FALLAS MECANICAS

- 23—Cuerpos extraños llegan al impulsor (I-II-V-VIII).
- 24—Desalineamiento (V-VI-VII-VIII-IX-X).
- 25—La cimentación no es rígida o firme (VIII).
- 26—Flecha doblada (V-VI-VII-VIII-IX).
- 27—Alguna parte que gira está rozando con otra fija (V-VIII-IX-X).
- 28—Baleros dañados (VII-VIII-IX-X).
- 29—Anillos de desgaste en mal estado (II-III-V).
- 30—Impulsor evoriado (II-III-VIII).
- 31—Defectuosa junta de empaque de la carcasa, que permite fugas internas, y recirculaciones (II-III).
- 32—La flecha o las cámaras de la flecha están desgastadas o rayadas en puntos en contacto con la empaquetadura (VI-VII).
- 33—Empaque mal colocado (V-VI-VII).
- 34—El tipo de la empaquetadura usada no es el adecuado para las condiciones de trabajo (V-VI-VII).
- 35—La flecha está descentrada, por desalineamiento o por estar dañados los baleros. (VI-VII-VIII-IX-X).
- 36—Rotor "deshalancado", provocando vibraciones (VI-VII-VIII-IX-X).
- 37—El manguito (collarín) del prensaestopas quedó demasiado apretado, impidiendo el flujo del líquido necesario para la lubricación del empaque (V-VII).
- 38—Falla en el abastecimiento del líquido enfriador de las cajas de empaque (VI-VII).
- 39—Excesiva tolerancia en la caja de empaque entre la flecha y la carcasa, ocasionando que el empaque pase al interior de la bomba (VI-VII).
- 40—Tierra o arena en el líquido sellador, ocasionando que las flechas o las cámaras de flecha se rayen (VI-VII).
- 41—Excesivo empuje causado por fallas mecánicas dentro de la bomba o por la del dispositivo que tiende a establecer el equilibrio hidráulico si la bomba está doblada de tal ad tamento (VIII-IX-X).
- 42—Cantidad excesiva de grasa o de aceite en la zona de rodamientos anti-fricción, o falta de empaquetadura en los cojinetes (VIII-IX).
- 43—Falla de lubricación (VIII-IX).
- 44—Instalación inadecuada de los baleros (multiples al ensamblar), mal montaje de baleros múltiples o empuje de baleros sencillos cuando deben ser dobles (VIII-IX).
- 45—Tierra o polvo en los baleros (VIII-IX).
- 46—Oxidación de los baleros, debido a entradas de agua dentro de sus cajas. (VIII-IX).
- 47—Entramiento excesivo de baleros enfriados por agua, provocando la condensación de la humedad atmosférica dentro de sus cajas y haciendo que el agua de condensación pase al aceite (VI-IX).



no de los casquillos de la caja de empaque, limpiense y aceítense los pernos y las tuercas de los casquillos del prensa estopas, e inspecciónese la empaquetadura.

2-Chéquese el alineamiento entre la bomba y su accionamiento, y corrijáse si es necesario.

3-Drenense los baleros lubricados por aceite, y vuélvase a llenar los depósitos correspondientes.

4-En los baleros lubricados por grasa verifíquese la cantidad y la consistencia de la grasa.

#### 29-INSPECCION ANUAL.

Hágase anualmente una inspección total de cada bomba.

Especialmente:

1-Remuévanse los rodamientos para limpiarlos y ver si no presentan defectos.

2-Quítense los empaques e inspecciónese el desgaste de las camisas.

3-Desconéctese el cople y compruébese el alineamiento.

4-Verifíquese y límpiense el drenaje, el sello hidráulico y la tubería del enfriamiento por agua.

5-Recalíbrense todos los instrumentos y hágase pruebas comparadas del rendimiento de la bomba.

### Mantenimiento y Reparación

30>No debe desmontarse totalmente una bomba para su inspección general.

A menos de que exista una evidencia definitiva de que el rendimiento de la bomba ha decrecido, o de que se advierta ruido o sobrecarga de la máquina motriz que revelen un serio problema interno.

31-*Es preciso tener un gran cuidado en el desmontaje.*

Téngase mucho cuidado al efectuar una revisión completa. Con bombas de carcasa bipartida horizontalmente, levántese la parte superior verticalmente, de manera que no se dañen las partes inter-

nas. Extráigase el rotor también verticalmente para evitar daños a los impulsores, anillos de desgaste, etc. Márquense todas las partes tal y como vayan siendo removidas. Examinense todas las piezas y puntos importantes. Anótense todas las tolerancias existentes y compárense con las originales.

32-*Es necesario un cuidado especial al examinar y reacondicionar los ajustes "metal con metal".*

Póngase especial empeño en hacer el trabajo correctamente donde haya partes fijas, tales como los anillos de carcasa que asientan en la misma.

33-Limpiense completamente los conductos de agua de la carcasa y repíntense.

Esto debe siempre efectuarse al hacer una revisión completa. Obsérvense la corrosión y la erosión de los conductos. Si se aprecian desgastes excesivos, estúdiense con el fabricante la posibilidad y la conveniencia de la sustitución por materiales más resistentes.

34-*Al iniciarse una revisión total, deben tenerse disponibles juntas nuevas.*

Exceptuando algunos diseños especiales, la mayoría de las carcasas de las bombas centrífugas tienen juntas que suelen dañarse al desmontar la bomba. Las nuevas juntas deberán tener el mismo espesor que las originales. Los "filos" interiores de las juntas deben ajustar con precisión a lo largo de las partes internas de los conductos de líquido de la bomba. Las superficies de contacto de la junta deben estar absolutamente limpias antes de colocarse ésta.

35-Estúdiense la erosión, la corrosión y los efectos de cavitación en los impulsores.

Insistimos en que, si el desgaste es muy severo, debe consultarse al fabricante, porque puede haber disponible otro material más adecuado. Si existen serias muestras de cavitación, puede ser posible

cambiar la bomba de lugar para mejorar la succión aumentando la altura neta positiva de aspiración (ANPA ó NPSH) disponible, y cabe la circunstancia de que exista otro impulsor de diseño especial, de menor NPSH requerido, que pueda trabajar satisfactoriamente con las condiciones de aspiración existentes.

36-Verifíquese la "concentricidad" de los nuevos anillos de desgaste antes de montarlos en los impulsores.

Si hay necesidad, después de esta verificación hágase un ligero "rebaje" para lograr que las piezas sean concéntricas.

37-*Revisense todas las partes montadas en el rotor.*

Compruébese si son coaxiales las superficies que encajan unas en otras. Así se evitará flexionar la flecha cuando se aprietan las tuercas de la bomba.

38-Para volver a obtener servicio adecuado de la caja de empaques, muchas veces es preciso cambiar la flecha o las camisas de flecha.

En algunos casos, será posible reconstruir estas superficies por soldadura o por metalización. Sin embargo, tal método generalmente no es bueno y es preferible montar piezas nuevas.

39-*Opérese con gran cuidado al montar los baleros sobre la flecha.*

Es un método sencillo calentar ligeramente los baleros, provocando así la expansión del anillo interior, lo que es preferible a obligar a la fuerza a la flecha a pasar por él. Si así se hace, la fuerza debe aplicarse con una prensa de tornillo o con un martillo blando, golpeando alternativamente en uno y otro lado de un tubo que asiente sobre el anillo interior del rodamiento.

40-Llévese un registro completo de las inspecciones y reparaciones.

El llevar tal registro revelará las bases del mantenimiento preventivo, lo que reducirá la frecuencia y el costo del trabajo del mantenimiento propiamente dicho.

Traducido de "Power and Fluids"

#### OFICINAS DE VENTAS:

#### SUCURSAL EN MONTERREY

González No. 719 Tel. 46-76-60  
Telex 036-797

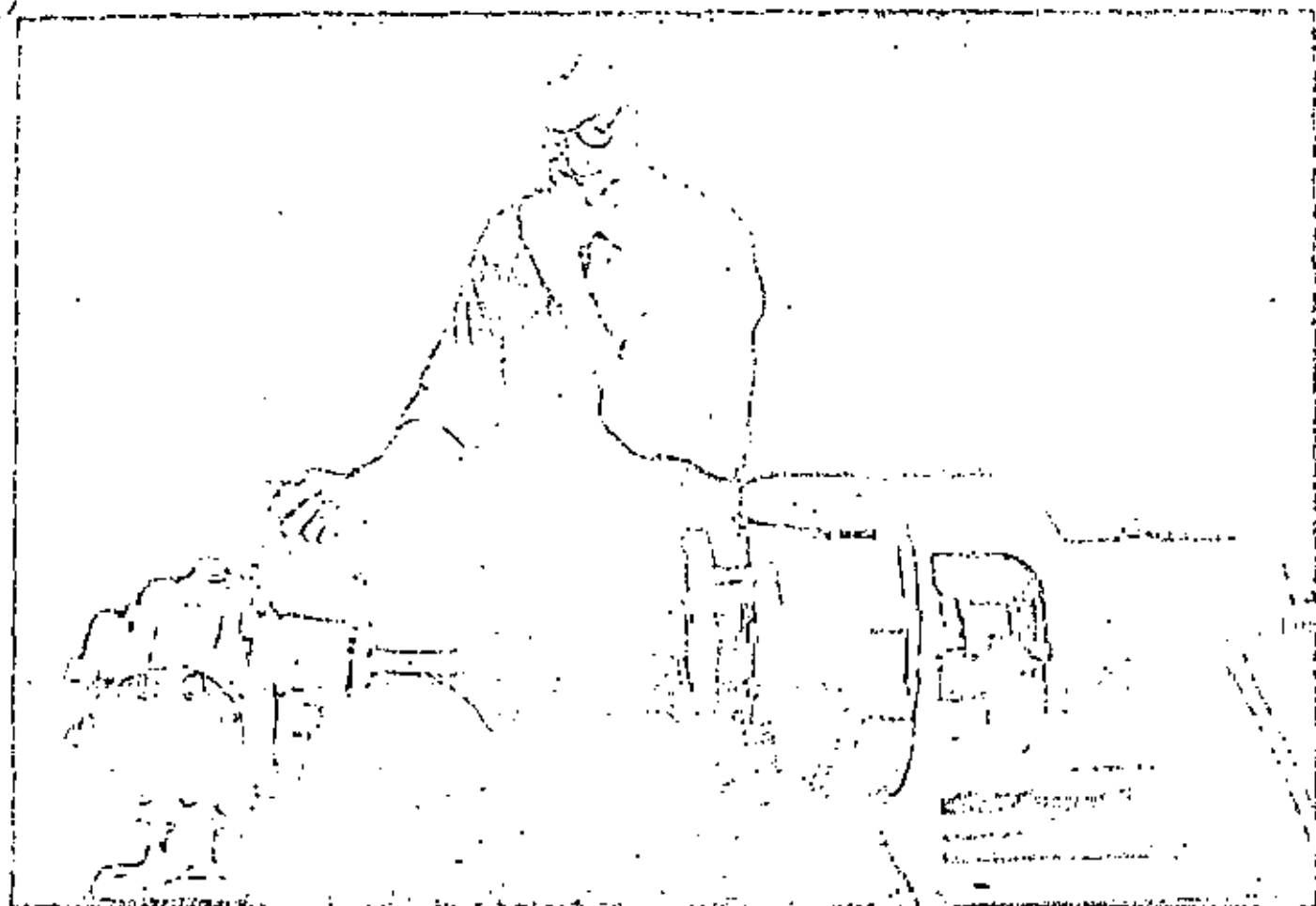
#### FABRICA, VENTAS Y SERVICIO MEXICO, D. F.

Av. Fontaine 140 No. 859  
Esq. Av. Cuyán  
Tel. 567-51-00 Telex 0177-2-527  
Colonia Industrial Vallaje

#### SUCURSAL EN GUADALAJARA

López Mateos Sur No. 573 local 16  
Teléfono 21-38-09





## ¿Rotativa? ¿Centrífuga? ¿Cuál será la mejor para su caso específico?

Algunas veces le será fácil elegir. Por ejemplo:

1. Usted escogerá sin titubear una bomba rotativa de engranes cuando tenga que manejar líquidos bastante viscosos (de más de 2,500 S.S.U.) o cuando sean delicentes las condiciones de succión, o si es preciso un desplazamiento positivo del líquido.

2. Usted no dudará en utilizar una bomba centrífuga si trata de manejar agua o mezclas acuosas; líquidos corrosivos o abrasivos, o que posean baja viscosidad (2,500 S.S.U. o menos), o productos derivados del petróleo.

3. Pero la duda le detendrá en muchos casos que no estén incluidos en la anterior clasificación, y aun más, en aplicaciones cuyos líquidos a manejar posean combinadas características que aparecen en 1 y 2. Otros aspectos del problema complicarán su elección: Costo inicial, costo de operación, calidad lubricante del líquido, espacio disponible, características de la instalación.

En el caso 3, no vacile ni un instante: haga una visita, telefonée o escriba a WORTHINGTON DE MEXICO, S. A.

UN TECNICO EXPERTO RESOLVERA SU DUDA.

### OFICINAS DE VENTAS:

#### SUCURSAL EN MONTERREY

Gonzalitos No. 919 Tel. 46-76-80  
Telex 038-797

#### FABRICA, VENTAS Y SERVICIO MEXICO, D. F.

Av. Poniente 140 No. 859  
Esq. Av. Ceylón  
Tel. 567-51-00 Telex 0177-2-527  
Colonia Industrial Vallejo

#### SUCURSAL EN GUADALAJARA

López Mateos Sur No. 573 local 16  
Teléfono 21-38-09

WORTHINGTON DE MEXICO, S. A.



