

53
109

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD A TRAVES DE LA ERGONOMIA EN EL DISEÑO DE PRODUCTOS Y PROCESOS

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
Ingeniero Mecánico Electricista
P R E S E N T A M

ANTONIO FEDERICO GOMEZ VALDERRAMA
RICARDO IBARRA GARCIA
FAUSTO CEDEÑO MALACARA

Asesor de Tesis: ING. MAURICIO MIGLIANO G.
MEXICO, D. F. 1989

FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

| | |
|--|-----------|
| I INTRODUCCION | 1 |
| 1.1 Ingeniería Industrial | 2 |
| 1.1.1 Panorama de la Ingeniería Industrial | 2 |
| 1.1.2 Antecedentes de la Ingeniería Industrial | 2 |
| 1.1.3 Concepto de Ingeniería Industrial | 4 |
| 1.2 Concepto de Ergonomía, propósitos y aplicaciones | 6 |
| 1.2.1 Necesidades Ergonómicas en México | 7 |
| 1.3 Concepto de Producto | 9 |
| 1.4 Concepto de Proceso | 10 |
| 1.5 La Ergonomía y la Ingeniería Industrial | 10 |
| 1.6 La Ergonomía y la Función de Productos y Procesos | 10 |
| 1.7 La Ergonomía en la Seguridad y en la Productividad | 11 |
| 1.8 La Productividad en la Industria | 15 |
| II ANALISIS DE ESTACIONES DE TRABAJO | 19 |
| 2.1 Analisis General de Estaciones de Trabajo | 20 |
| 2.2 Relación Hombre-Máquina | 21 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3 Antropometría Aplicada | 23 |
| 2.3.1 Instrumentos de Control | 25 |
| 2.3.2 Asientos en la Industria | 28 |
| 2.4 Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo | 29 |
| 2.4.1 Temperatura | 29 |
| 2.4.2 Ruido y Vibraciones | 33 |
| 2.4.3 Iluminación | 34 |
| 2.4.4 Empleo de Colores en la Industria | 36 |
| 2.4.5 Ventilación | 38 |
| III HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL DISEÑO DE PRODUCTOS Y PROCESOS | 40 |
| 3.1 Datos Históricos sobre Seguridad Industrial | 41 |
| 3.2 Conceptos Generales sobre Seguridad Industrial | 43 |
| 3.3 Organización de la Seguridad | 43 |
| 3.4 Definición y Concepto Técnico de Accidente | 45 |
| 3.5 Panorama de Accidentes de Trabajo | 46 |
| 3.5.1 Lesión y Daño | 46 |
| 3.5.2 Accidentes sin Lesión | 46 |
| 3.5.3 Condición Insegura y Acto Inseguro | 46 |

| | |
|---|-----------|
| 3.5.4 Prevención de Accidentes | 48 |
| 3.5.5 Costo de accidentes Industriales | 49 |
| 3.6 Mantenimiento Propósitos y Aplicaciones | 52 |
| 3.6.1 Seguridad en el Mantenimiento | 54 |
| 3.7 Educación y Capacitación sobre Seguridad Industrial | 55 |
| 3.7.1 Relaciones Humanas | 55 |
| 3.8 Propósitos de la Higiene Ocupacional | 55 |
| 3.9 Conceptos Legales sobre Seguridad | 57 |
| IV ORGANIZACION DEL TRABAJO | 62 |
| 4.1 Estudio del Trabajo | 63 |
| 4.2 Estudio de Métodos | 63 |
| 4.3 Medición del Trabajo | 65 |
| 4.4 El Trabajo y los Programas de Descanso | 69 |
| 4.5 Importancia de la Variabilidad del Operador en las Líneas de Producción | 69 |
| V DISEÑO DE SISTEMAS ERGONOMICOS | 71 |
| 5.1 Aspectos Generales en el Diseño de Sistemas Ergonómicos | 72 |
| 5.2 Aplicación de la Ergonomía en el Diseño de un Producto | 72 |
| 5.2.1 Descripción del Sistema Propuesto | 73 |

| | |
|-----------------------------------|------------|
| 5.2.2 Materiales a utilizar | 74 |
| 5.2.3 Cálculos | 79 |
| 5.2.4 Estimación de costos | 87 |
| 5.2.5 Planos del diseño propuesto | 91 |
| 5.2.6 Justificación del Diseño | 98 |
| VI CONCLUSIONES | 100 |
| VII BIBLIOGRAFIA | 103 |
| ANEXOS | |

INTRODUCCION

1.1 ENTORNO GENERAL DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL

1.1.1 Panorama de la Ingeniería Industrial.

La ingeniería se considera como el arte de transformar la naturaleza para uso y beneficio del hombre. Así, dentro de su desarrollo histórico se dieron, en primer lugar, las ingenierías ligadas a elementos físicos tangibles, tales como la de minas y la civil, disciplinas que modifican la naturaleza para obtener beneficios de sus recursos y la infraestructura necesaria para su desarrollo, respectivamente. Con el advenimiento de la energía eléctrica, surge la ingeniería mecánica y eléctrica que transforma las grandes fuentes de energía naturales para uso y conveniencia del hombre.

En este desarrollo histórico la Ingeniería Industrial es la última que se da y surge como una necesidad de integrar los recursos humanos, materiales y económicos para lograr una mejor y mayor productividad.

1.1.2 Antecedentes de la Ingeniería Industrial.

La Ingeniería Industrial surge durante el proceso de transformación del sistema productivo artesanal al industrial, durante el siglo XVIII. En este cambio adquieren significado tres conceptos que forman la base de esta disciplina: Organización, trabajo productivo y tiempo. Los estudios del trabajo, la creación de nuevas formas de organización y el mejor aprovechamiento del tiempo constituyen un nuevo campo de estudio que recibe el nombre de Ingeniería Industrial, originada porque tales actividades se llevaron a cabo, precisamente, en la organización más importante de esa época: **La Industria**.

El desarrollo de las máquinas capaces de remplazar a hombres como principales fuerza de trabajo, esto es, la mecanización, fue la característica principal de la llamada Revolución Industrial que atrajo la atención de científicos, ingenieros y especialistas de varias disciplinas, cuyos intereses cubrían algunos

aspectos de la productividad. Como resultado se inicio el Estudio del Trabajo conocido en México como Ingeniería de Tiempos y Movimientos.

Al acumularse y sistematizarse el conocimiento y la comprensión de la naturaleza del trabajo físico, aquellos que estaban consagrados a dicha investigación, institucionalizaron e hicieron de sus esfuerzo una profesión: la Ingeniería Industrial.

Esta propicio la orientación intelectual y la creatividad necesarias para el proceso de mecanización, lo cual la contituye en una carrera distinta a otras afines. De esta forma, sus aplicaciones ejercitaron en todo tipo de actividades relativas a la industria y, de hecho se convirtió en la rama de la ingeniería que hacia incapié en el factor humano, así como en los aspectos mecánicos y materiales.

Al aparecer la computadora digital en los años 40's surgen una serie de disciplinas y campos de estudio tales como teoría de la información, de decisión, de control, cibernética, teoría general de sistemas y modelos de investigación de operaciones. Todos estos nuevos campos incorporaron paulatinamente a la Ingeniería Industrial como herramientas metodológicas.

Tales innovaciones prácticas e intelectuales han contribuido a interpretar las organizaciones humanas como sistemas operativos. Así, se puede dividir esta área que nos ocupa en cinco etapas:

- a) Ingeniería Industrial convencional (tiempos y movientos, modelos de trabajo, etc.).
- b) Ingeniería Industrial que utiliza modelos. (De decisión, de investigación de operaciones, de control y otros).
- c) Ingeniería Industrial apoyada en sistemas de información.
- d) Ingeniería Industrial con base en la cibernética y la teoría general de sistemas.

e) Ingeniería Industrial, vinculada con el comportamiento humano en búsqueda de la excelencia competitiva.

El ingenio del hombre lo ha llevado a buscar la máxima efectividad con el mínimo de esfuerzo. La necesidad de integrar los recursos humanos materiales y económicos es el origen de este deseo de eficiencia del esfuerzo.

A pesar de ser la rama más joven de la Ingeniería, esto no quiere decir que sea hasta este momento cuando el hombre se ocupa de productividad de los sistemas; por el contrario ha sido y seguirá siendo una preocupación constante de la humanidad, no es solo una expresión que relaciona al producto social con el insumo sino un instrumento para generar bienestar compartido.

1.1.3 Concepto de Ingeniería Industrial.

Tiene como función social incrementar la productividad con objeto de generar bienestar compartido para los trabajadores técnicos, administradores, inversionistas, gobierno y consumidor, y elevar así la calidad de vida en nuestro país.

Su universo conceptual se observa en que la productividad es quizá el único concepto que las teorías económicas aceptan y que aplican en forma similar, tanto las de régimen capitalista como las inspiradas en los sistemas comunistas y socialistas.

Dar una definición de Ingeniería Industrial es muy complejo, pero dentro de las adoptadas por las asociaciones respectivas, se dice que es la disciplina que se encarga del diseño, mejora e instalación de sistemas que integran al hombre, materiales, maquinaria, equipo, información, energía y recursos económicos.¹

1 Ingeniería Industrial, Una Demanda Nacional, Ing. Carlos Sánchez Mejía.

El profesionalista de esta área es un integrador que se vale de los conocimientos especializados de la propia ingeniería; de la física, química y de las ciencias económico sociales y de las habilidades matemático computacionales, las cuales, junto con los principios y métodos de análisis síntesis y diseño, le permiten especificar, predecir y evaluar los resultados que se obtienen de tales sistemas; todo ello encaminado a lograr beneficios para la sociedad, ya que se debe considerar que los sistemas productivos u operativos de actividad humana tiene valor solo por el servicio que prestan a la colectividad.

Ayuda en el contexto nacional para lograr un desarrollo industrial y de servicios productivos que generen fuentes de trabajo, mejores productos y de mayor calidad.

Así como disminuir la dependencia tecnológica mediante métodos, procesos, productos, servicios y sistemas industriales en forma productiva y competitiva en los mercados nacionales que abarcan la importación y el pago de regalías de costo económico y social elevado, y mejora en nuestra balanza de pagos.

También ayuda a desarrollar productos, servicios, sistemas, procesos y métodos de trabajo y de calidad acordes a la realidad social, así como la adecuada utilización de nuestros recursos, contribuyendo a la formación de industrias con productos y servicios propios que puedan competir en los mercados internacionales en productividad, calidad y servicio.

El mercado de trabajo de la Ingeniería Industrial abarca dos áreas fundamentales:

- 1) Diseño y administración de sistemas productivos.
- 2) Investigación de sistemas operativos.

Se considera que el Ingeniero Industrial tendrá conocimientos profesionales profundos; claridad y rigor científicos que lo capaciten en el ejercicio de su carrera, y que le permitan planear, diseñar, dirigir sistemas, productos o servicios industriales, su adecuada valoración técnica, económica y social. Así mismo,

buscará optimizar los recursos disponibles, para dirigir, operar, mantener y administrar tales sistemas, en la búsqueda de una mayor productividad de beneficio social, a la vez que la preservación del ambiente. Resolverá problemas de Ingeniería Industrial que nos proporcione independencia económica y tecnológica.

1.2 CONCEPTO DE ERGONOMIA, PROPOSITOS Y APLICACIONES

La palabra Ergonomía, vista desde el punto de vista etimológico, proviene de dos raíces griegas:

- *Ergon*, cuyo significado es trabajo
- *Nomos*, cuyo significado es ley

Desde este punto de vista, podemos ver que esta palabra desde sus orígenes, tiene una relación directa con el trabajo, así como las normas que lo rigen.

En un principio se utilizó esta palabra para referirse a aspectos de anatomía, fisiología y psicología experimental del hombre, dentro de las situaciones cotidianas de trabajo.

En la actualidad, la "Ergonomía" se utiliza como un análisis global de la relación entre el hombre y su trabajo así como del medio ambiente en el que se desenvuelve, convirtiéndose en una disciplina sumamente importante para tratar los problemas que se presentan durante el desarrollo del trabajo.

Dentro de los principales propósitos de la Ergonomía, podemos mencionar que esta trata de adaptar el trabajo a la persona, así como para adaptar las situaciones de trabajo a las capacidades y limitaciones de las personas, para lograr con esto, una máxima eficiencia en el desarrollo de las labores, es decir, tener un incremento en la productividad, para lo cual es indispensable involucrar aspectos como seguridad, problema de condiciones de trabajo (comodidad y fatiga), condiciones sociológicas del trabajo (motivación, satisfacción, etc.), ahorro de recursos, etc.

El campo de aplicación de la Ergonomía es sumamente amplio en la industria en general, siendo los campos que engloba :

- Percepción,
- Análisis,
- Decisión y
- Acción.

1.2.1 Necesidades Ergonómicas en México.

La Ergonomía fue definida como el estudio científico de las relaciones del hombre con su medio de trabajo; en este sentido, la palabra medio se aplica no solamente al ambiente en el que el hombre desarrolla su trabajo, sino también a sus herramientas y materiales, métodos de trabajo y como los organiza, toma al hombre como individuo o como parte de un grupo de trabajo. Todo lo relacionado con la naturaleza del hombre, sus habilidades y limitaciones.

La palabra necesidad, se define como el riesgo que exige pronto auxilio. En este sentido, trata sobre aquellos problemas de carácter ergonómico que exigen pronto auxilio en nuestro medio. Los problemas que incumben a la ergonomía son todos los que caben dentro de su definición; aquellos relacionados con el hombre y su medio de trabajo, entendiendo como medio de trabajo al lugar donde se lleva a cabo toda actividad, sea productiva o recreativa.

La aplicación de la ergonomía en la industria es útil y necesaria para lograr que el trabajo sea sano, seguro, agradable, confortable, más productivo y para que contribuya a la autorrealización del trabajador.

Para que el trabajo sea sano, el lugar de trabajo debe ser higiénico en lo físico y en lo mental; para que sea seguro tiene que evitarse los riesgos y las fuentes de estos; para que sea agradable, debe gustarle al que lo hace; para que sea confortable, debe ser adaptado al hombre, no este al trabajo como sucede en

muchas ocasiones. Debe ser diseñado tomando en cuenta las características, capacidades y limitaciones del trabajador; para que sea más productivo deben evitarse los esfuerzos innecesarios y hacerlo en forma rápida, fácil, cómoda y que no produzca ningún tipo de fatiga; y para que contribuya a la autorrealización del trabajador, este debe sentirlo como un gusto, no como una obligación, debe sentirse creativo y contribuyente a la sociedad, debe estar motivado por sus compañeros y por el producto de su trabajo.

En el sector Industrial encontramos uno de los riesgos que exige pronto auxilio, la importación de la maquinaria en México es cuantiosa, que generalmente se trae de Europa, Estados Unidos, Japón y otros; todo ese equipo está diseñado para poblaciones distintas a la mexicana, y aunque desde hace algunos años H.T.E. Hertzberg habló sobre el diseño de maquinaria y equipo dirigido a mercados Internacionales, no se es bien sabido que esto se aplique en la actualidad.

Por lo general los especialistas en ergonomía dicen que la maquinaria que fue diseñada para una población no es óptima para otra.

La ergonomía de los productos es la que tiene la aplicación más efectiva. Se dice que hay objetos que no son utilizados directamente por el hombre, sino por la máquina (como lo es un engranaje). Pero este tipo de productos intervienen también con el hombre, durante su fabricación, distribución, instalación y mantenimiento, por lo que también deben estar diseñados pensando en la función mecánica; lo cual será la forma más sencilla de producirlo, de instalarlo y de darle mantenimiento sin que el sujeto tenga que hacer esfuerzos innecesarios.

En relación con el diseño de máquinas, la aplicación de la ergonomía en México está muy limitada ya que en un alto porcentaje son importadas, pero se pueden implementar recomendaciones y adaptaciones.

En relación a los productos podríamos mencionar la crisis del diseño industrial en México, el porque los fabricantes no se arriesgan a producir diseños propios.

Una de las necesidades ergonómicas más importantes en nuestro país es difundir el conocimiento de la ergonomía en todos los niveles donde es requerida. A los médicos del trabajo, para que den solución a problemas que alteran la salud del trabajador con el uso de alternativas ergonómicas y no solamente por medios tradicionales. A los técnicos en seguridad industrial para que manejen técnicas más completas en la localización y eliminación de los riesgos, que tomen en cuenta factores psicológicos, fisiológicos, económicos, sociológicos, mecánicos, ambientales y organizacionales en las soluciones.

A los diseñadores industriales para que creen productos y equipo más acorde con las características del mexicano. A los ingenieros industriales para cambiar el concepto de tomar al hombre como una fuente mecánica de poder y comprenda que esa máquina humana es capaz de asimilar y tomar decisiones, que su trabajo ocupa una tercera parte de su vida y que esta tendrá repercusión en la vida social y familiar. A los psicólogos del trabajo para que nos ayuden a conocer un poco más sobre el funcionamiento del individuo y su comportamiento. A los administradores, para que conozcan que otros factores intervienen en la organización del trabajo y como encontrar sistemas de motivación en sus trabajadores; para que tengan un conocimiento mayor de la población a la que va dirigido su producto.

Hemos tratado de presentar algunas de las necesidades ergonómicas en nuestro país donde hemos querido transmitir algunas inquietudes y que veamos a la ergonomía como una fuente de solución a nuestras necesidades y problemas.

1.3 CONCEPTO DE PRODUCTO

Podemos definir a un producto como un bien material (artículo), al que se llega después de realizar una serie de transformaciones, ya sean físicas o químicas en nuestra materia prima, con lo cual obtiene un valor en el mercado y que al mismo tiempo pretende satisfacer las necesidades del consumidor.

1.4 CONCEPTO DE PROCESO

Un proceso lo podemos definir como una serie prevista de acciones y operaciones que hace avanzar un material o procedimiento desde una fase de la realización a otra.

Otra definición, es el tratamiento, previsión y control, que somete el material a la influencia de uno o más tipos de energía, durante el tiempo necesario, para lograr las reacciones o resultados deseados.

1.5 LA ERGONOMIA Y LA INGENIERIA INDUSTRIAL

La Ingeniería se enfoca a aplicar las ciencias exactas y las sociales a un proceso creativo, con lo cual es posible transformar nuestros recursos en productos que satisfagan las necesidades del hombre. El Ingeniero Industrial se enfoca a lograr transformaciones con las cuales se obtenga un máximo de resultados con la menor inversión posible, es decir, diseña los medios de producción en los cuales hay que saber relacionar adecuadamente a los hombres, máquinas, materiales, recursos, etc..

En general podemos decir que el Ingeniero Industrial se ocupa por el estudio de tiempos, métodos, materiales, recursos económicos y humanos, todo esto con el fin de aumentar la productividad, lo cual es un instrumento que genera un bienestar compartido.

Los métodos ya mencionados se utilizan para lograr que los trabajadores sean más productivos, debiéndose considerar para esto la relación del hombre con su medio de trabajo, siendo esto uno de los principales propósitos de la Ergonomía.

1.6 LA ERGONOMIA Y LA FUNCION DE PRODUCTOS Y PROCESOS

La Ergonomía como la Ingeniería Industrial están enfocadas a un mejoramiento general, ya sea en el caso del diseño de procesos, que involucra un beneficio en las condiciones de trabajo para el operario, como en el diseño de productos,

que presenta un beneficio directo para el consumidor, lo cual en conjunto se verá reflejado en el incremento de la utilidad para la empresa en cuestión.

Es de gran importancia hacer una selección adecuada de productos y procesos, ya que además de que los productos deben prestar servicio a los consumidores, también debe rendir beneficios a la empresa, como antes se mencionó, por lo cual es necesario que el ingeniero cuente con datos (versatilidad del proceso, capacidad instalada, recursos humanos, penetración del producto en el mercado, eficiencia del sistema etc.) que le permita decidir cuales son los productos y procesos más convenientes, con lo que se logrará un incremento de la productividad.

1.7 LA ERGONOMIA EN LA SEGURIDAD Y EN LA PRODUCTIVIDAD

Con justicia ha sido considerado como el inicio de una nueva revolución industrial el reciente descubrimiento del hombre como factor básico de la producción.

Con la introducción de costosos mecanismos y grandes inversiones para el aprovechamiento de nuevas fuentes de energía y la obtención y transformación en gran escala de nuevos materiales, se absorbió toda la atención de la empresa en su afán por encontrar la forma de explotar a su máximo rendimiento, los descubrimientos de la tecnología.

Las condiciones de trabajo fueron determinadas por factores completamente ajenos al trabajador, el que tenía que adaptarse a las técnicas de producción, en cuyo esfuerzo, casi siempre arduo e infructuoso, era víctima del accidente, y en el mejor de los casos de la insatisfacción.

A principios de siglo, se comenzaron a hacer los primeros intentos respaldados por disposiciones legales, para iniciar un movimiento de adaptación en sentido inverso, es decir, para adaptar el trabajo al hombre, lo cual es el fin de la ergonomía como tal.

La medicina del trabajo proporciona normas para la planeación y dirección de los métodos de producción, el funcionamiento preventivo en favor del hombre que trabaja.

Otro tanto acontecía en el campo de la seguridad industrial. Al iniciarse este movimiento organizado con la mira puesta en el control de las condiciones físicas y ambientales como causa de los accidentes laborales y más tarde, en el control de sus causas humanas.

La psicología al pasar de su rango original de ciencia especulativa, para convertirse en aplicada, tuvo en la psicotécnica (estudio científico del carácter y facultades de un individuo para apreciar sus reacciones psicológicas), una de sus expresiones más importantes, orientándose a favorecer a los intereses de la empresa exclusivamente, tratando de obtener tan solo el mayor rendimiento del trabajador.

La psicología dinámica y social dieron origen a un importante descubrimiento; la participación del hombre en el trabajo, no solamente con su capacidad potencial, física y sensorial, sino también con sus sentimientos, afectos, emociones, tensiones, casi sus necesidades de orden material o biológico, tales como las del alimento y además sus necesidades psicosociales, como las de importancia personal, es decir, la de ser alguien, la de pertenencia que reclama su participación activa en la labor del grupo, y el estar informado de lo que sucede a su alrededor, para darle un sentido o significación a su trabajo.

Tiene también la necesidad de seguridad en la continuidad de la satisfacción de todas sus necesidades y la necesidad de autoexpresión a través del trabajo.

El hombre que trabaja, al ser identificado con tales características, adquiere el más alto rango entre los factores de la producción, ya que de su capacidad, de su voluntad dependía el éxito o el fracaso de los más adelantos de la tecnología.

Los problemas humanos del trabajo, se plantean bajo el concepto de la salud ocupacional, siendo la definición de la Organización Mundial de la Salud y de la Organización Internacional del Trabajo como sigue:

El estado de bienestar completo, físico, mental y social en la gente que trabaja, estado que supone un equilibrio de carácter dinámico entre el ser humano y el conjunto de factores provenientes de su ambiente laboral, con los que sostiene una integración continua y permanente, de cuyo resultado, puede obtener adaptación y por consiguiente, ese estado de bienestar completo que constituye la salud. De acuerdo a esta definición, la desadaptación, puede manifestarse en la enfermedad o el accidente, con sus correspondientes secuelas.

El concepto de salud ocupacional vino a representar una convergencia, una salida a un cauce común de disciplinas científicas y técnicas, que persiguiendo un objetivo semejante iniciaron su desarrollo paralelamente. Esta falta de identificación es la razón por la cuál llegaron a tropezar con limitaciones en sus recursos para lograr plenamente sus objetivos que cada una de ellas se había impuesto.

Así es como la ingeniería de seguridad que naciera como el instrumento técnico específico en la lucha contra los accidentes, tuvo que reclamar el auxilio de otras disciplinas para satisfacer plenamente su objetivo. La medicina por su parte, al enfrentarse con los problemas de salud del trabajo tuvo la necesidad de crear especialidades que reclamaran el concurso de otras ciencias y técnicas. Tal fue el caso de la Toxicología Industrial que penetra en los términos de la química, la arquitectura, la física y en general todas las subespecialidades de la medicina del trabajo que confrontan problemas conectados no solamente con la tecnología, sino también con la administración, las relaciones humanas y las ciencias jurídicas.

Tal fue el origen de esa confluencia que constituyó la meta común de la salud ocupacional y que convino un triple objetivo enunciado conjuntamente por la Organización Mundial de la Salud y la Organización Internacional del Trabajo.

- 1) Crear y mantener el más alto nivel de bienestar físico mental y social entre la gente que trabaja.
- 2) Proteger al trabajador contra los riesgos específicos del trabajo o del ambiente en el que lo realiza.

- 3) Colocar a cada persona en el puesto más de acuerdo con sus características personales y vigilar que su adaptación sea permanente.

Para satisfacer los requisitos enunciados se han desarrollado una serie de técnicas y métodos tendiente a ahorrar materiales, energéticos, recursos financieros, tiempo de producción, etc. Pero ninguna de las técnicas ni de los métodos puede igualar por su propia naturaleza o por su trascendencia económica el ahorro de energía humana o el aprovechamiento racional del esfuerzo del hombre en el trabajo.

Conseguir el máximo beneficio tanto para el trabajador como para la colectividad con el mínimo esfuerzo constituye concretamente el ideal supremo de la productividad.

La productividad del trabajo humano descanza en los atributos que en mayor o menor proporción posee cada trabajador que son :

- 1) Capacidad para el trabajo.
- 2) Voluntad para trabajar
- 3) Conocimiento que tenga para ejecutar el trabajo

Los dos primeros dependen íntegramente de la salud tanto en el área física, mental o emocional ya que de las características fisiológicas y psicológicas de la presencia o ausencia de enfermedades, de las aptitudes de las limitaciones, del carácter y de los intereses de cada individuo frente a su puesto de trabajo dependerá su rendimiento.

El tercer atributo, o sea, el grado de conocimiento que el trabajador posee para ejecutar su labor, depende antes que de la instrucción y el adiestramiento que reciba, de los otros atributos, es decir, de su capacidad y de su voluntad; ya que es obvio, que mal aprovecharía la mejor enseñanza y el más bien planteado adiestramiento quien no puede o no quiere dedicarse a determinada actividad.

El advenimiento del concepto de salud ocupacional y de las técnicas humanas desarrolladas para el logro de su objetivo, proporcionan la base más sólida en la que debe hacerse descansar todo esfuerzo por elevar la productividad.

En Leyden Holanda, en 1957 se reunió en el Seminario Europeo de Productividad que aprobó la creación de una entidad permanente de carácter internacional, para promover la conexión de las ciencias humanas del trabajo con las disciplinas tecnológicas y económicas para lograr un avance más racional en el movimiento de productividad y encontrar mejores soluciones a problemas tales como los de máquinas y herramientas, haciéndolas más adaptables al hombre y suprimiendo riesgos en su manejo, así como un mejor ajuste de los métodos de trabajo. En 1959 en Oxford, Inglaterra se fundó la asociación Internacional de Ergonomía, agrupando a personas y entidades interesadas en los problemas científicos relacionados con el trabajo. En agosto de 1961 se reunió en Estocolmo el primer congreso internacional de Ergonomía, el Dr. Ferssman amplió los conocimientos de esta nueva disciplina científica. En Holanda al mismo tiempo se promueve la necesidad de aplicar los conocimientos de la anatomía, fisiología, psicología, medicina industrial y de la ingeniería de seguridad industrial, con el propósito de establecer un sistema hombre máquina óptimo, en el que mantenga el equilibrio adecuado entre la magnitud del esfuerzo y la capacidad del hombre, procurando hacer uso posible de la potencia y capacidad profesional del trabajador para beneficio de su salud y de la productividad.

En nuestros días existe un acuerdo casi universal, en identificar la Ergonomía como **LA CIENCIA DEL TRABAJO**.

1.8 LA PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA

Casi todas las industrias tienen dos funciones básicas:

- Producción
- Mercadotecnia

Proporcionar productos y servicios es la función de la producción. La promoción, venta y distribución de estos es la función de la mercadotecnia. La función de la administración de la producción es la de planear, organizar, dirigir y controlar las actividades necesarias para proporcionar productos y servicios.

En cualquier actividad de la producción nuestra primera preocupación es la de proporcionar insumos, los que incluyen: materias primas, maquinaria, suministros de operación, productos semiterminados, edificios, energía y hombres.

Una vez que los insumos han sido conjuntados, ocurre la creación del valor del producto. En este momento la gente de producción dedica la mayor parte de su atención a la programación cronológica de los trabajos en las máquinas, la asignación de hombres para los distintos trabajos, el control de calidad en la producción, el mejoramiento de los métodos para ejecutar los trabajos y el manejo de los materiales dentro de la compañía.

Un aspecto en el que se debe tener gran atención en lo referente a la producción es la de tratar de obtener cero rechazos, es decir, hacer las cosas bien a la primera, lo que reeditará en un beneficio para la empresa.

La etapa final del proceso de producción es la terminación de los productos o de los servicios. Estos servicios y/o artículos terminados quedan entonces disponibles para que pueda comercializarse.

El objetivo del departamento de producción y de las actividades de la producción es maximizar el valor creado, es decir, la diferencia del valor de lo que entra y el valor de lo que sale representa el valor creado mediante las actividades de la producción.

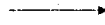
$$\text{Valor Creado} = \text{Valor de Salida} - \text{Valor de Entrada}$$

A la larga, deben de existir las utilidades para la empresa, por lo que las actividades de la producción deben maximizar la creación del valor dentro de los

límites creados por precios de venta competitivos y el costo de la producción, esto es, sueldos y salarios, costo de los materiales, y así sucesivamente, dado que la supervivencia de la empresa no puede garantizarse únicamente por la supresión de la competencia, debido al elevado índice de competitividad de artículos extranjeros en el país.

Se puede considerar a un sistema de producción como la estructura fundamental de las actividades dentro del cual puede ocurrir la creación del valor. En un extremo del sistema se encuentran los insumos o entradas, en el otro están los productos o salidas, conectando las entradas con las salidas, existen una serie de operaciones o procesos, almacenamientos e inspecciones.

INSUMOS



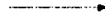
REPORTES DE
RECIBIDO

ALMACENAMIENTO
DE MATERIA PRIMA



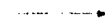
REPORTE DE
INVENTARIO

OPERACIÓN 1



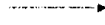
PROGRAMAS
CRONOLÓGICOS

OPERACIÓN 2



HOJAS DE RUTA

OPERACIÓN 3



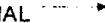
REPORTES DE
PRODUCCIÓN

OPERACIÓN 4



REGISTRO DE
COSTO Y TIEMPO

INSPECCIÓN FINAL



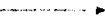
REPORTE DE INSPECCIÓN

ALMACENAMIENTO DE
ARTICULO TERMINADO



REPORTE DE INVENTARIO

PRODUCTOS



REPORTES DE ENVIOS

GERENTE DE
PRODUCCIÓN

ANALISIS DE ESTACIONES DE TRABAJO

Este capítulo tiene dos objetivos:

- Indicar brevemente el acceso general a los problemas prácticos de la ergonomía.
- Sugerir una estructura lógica y posible secuencia de análisis para factores humanos.

2.1 ANALISIS GENERAL DE ESTACIONES DE TRABAJO

El campo de aplicación ergonómica, o de factores humanos, debe ser, para la obtención del mejoramiento de sistemas en eficiencia y salud para el individuo.

Los objetivos de la práctica de la ergonomía, son por esta razón, la eficiencia y la seguridad de las relaciones Hombre-Máquina y Hombre-Medio ambiente, junto con el bienestar y satisfacción de la relaciones humanas. Estos son además los objetivos primarios de Ingenieros, diseñadores y otros, donde ergonómicamente se denotará una real contribución a la productividad, tomándose la productividad no como el principal objetivo de la ergonomía, sino como uno de sus objetivos finales.

El objetivo general a cumplir, es un producto bien integrado de las relaciones del hombre y la máquina, así como del hombre y el medio ambiente. El camino o acceso a los problemas ergonómicos tiene definidas tres secciones:

- a) **Análisis del sistema.**- El primer proceso es definir los objetivos de los sistemas, y las funciones necesarias para lograr estos objetivos; primero se examina y decide cuales serán las funciones del sistema que serán asignadas por elementos humanos y cuales por elementos de la máquina.

- b) **Análisis de estaciones de trabajo.**- Por cada máquina o parte de un sistema, cuando es empleado un elemento humano, se debe optimizar la relación Hombre-Máquina, lo cual es el acceso a la ergonomía, para lo que se deben examinar las tareas que realiza el hombre, así como el medio que lo rodea.
- c) **Evaluación.**- Si se trata de implantar un nuevo método o procedimiento de trabajo, el diseño final convenido debe ser evaluado por modelos y pruebas de validez de decisión sobre aspectos humanos, lo cual es una muestra de lo que espera el operador.

2.2 RELACION HOMBRE-MAQUINA

Una de las definiciones existentes dice que la Ergonomía es la relación entre el hombre y su ocupación, equipo y medio ambiente y particularmente la aplicación de los conocimientos anatómicos, fisiológicos y psicológicos a los problemas que de ahí se derivan.

La ergonomía es una tecnología de las comunicaciones de los sistemas hombres-máquinas, más exactamente, es una tecnología de las comunicaciones entre el hombre y las máquinas, si conferimos a este último término un sentido muy amplio: máquinas-herramientas, diversos accesorios, instrucciones, consignas, registros, etc., y también para cada hombre con los demás hombres del sistema. Tales comunicaciones consisten en señales y en respuestas a dichas señales. Las comunicaciones entre el hombre y la máquina definen el trabajo. En este sentido, la ergonomía es el estudio del trabajo con el fin de mejorarlo.

" Un sistema hombres-máquinas es una organización cuyos componentes son hombres y máquinas que trabajan conjuntamente para alcanzar un fin común y están unidos entre sí por una red de comunicaciones ".

La industria requiere de hombres y máquinas para hacer una unidad productiva eficiente. La Ergonomía puede ayudar en el diseño de un proceso, de un producto y de las condiciones generales de trabajo.

El diseñador en pocas ocasiones le da a lo humano la importancia que merece a pesar de que la mayoría de los productos están dirigidos al hombre o tienen relación directa con él.

El objetivo de la tecnología es brindar al hombre toda una serie de artículos con los que puede incrementar su habilidad, controlar y manipular su medio ambiente, etc. La interdependencia de estos artículos y su operador (humano), ha venido a ser una de las características que distinguen a nuestra civilización.

El objetivo por el cual cualquier sistema hombre-máquina es diseñado, podrá ser logrado solamente si todos sus componentes están relacionados el uno con el otro y tiene una interacción para un propósito común. Máquinas diseñadas sin tomar en cuenta las capacidades físicas y mentales de quienes las usan, controlan y les dan mantenimiento, difícilmente estarán bien diseñadas.

La necesidades de estudiar los componentes en su relación con el sistema del cual forma parte, se aplica no solamente a la parte humana, sino también a las componentes mecánicas que aquel utiliza.

La relación Hombre-Máquina es de gran importancia en el momento de diseñar máquinas y accesorios, ya que de este diseño dependerá el ágil y cómodo manejo de la máquina, además con esto lograremos que nuestro personal se sienta más cómodo y desarrolle mejor su trabajo, además de que el riesgo al momento de la operación se verá disminuido y por consiguiente se evitarán un gran número de accidentes.

La relación Hombre-Máquina-Medio Ambiente acepta generalmente como éticas inmutables los siguientes objetivos:

- Bienestar individual.
- Eficiencia en el sistema.

El Ergonomista como tal tiene la responsabilidad de inducir al usuario para lograr estos objetivos, aumentando con esto sus conocimientos y disminuyendo actividades o estrategias inadecuadas.

2.3 ANTROPOMETRIA APLICADA

La antropometría y los campos de la biomecánica afines a ella, tratan de medir las características físicas y las funciones del cuerpo, incluidas las dimensiones lineales, peso, volumen, tipos de movimientos, etc.

En términos generales las mediciones de las dimensiones del cuerpo son de dos clases, dimensiones estructurales y dimensiones funcionales.

- **Dimensiones estructurales del cuerpo:** Las dimensiones estructurales del cuerpo son las que se toman con el cuerpo de los sujetos en posiciones fijas (estáticas), estandarizadas. Las mediciones de diferentes características del cuerpo pueden tener una aplicación específica, sin embargo las mediciones de ciertas características del cuerpo tienen probablemente una utilidad bastante general.
- **Dimensiones funcionales del cuerpo:** Las dimensiones funcionales se toman a partir de las posiciones del cuerpo resultantes del movimiento. Aunque las dimensiones estructurales del cuerpo resultan útiles para determinar las finalidades de diseño, las dimensiones funcionales son, probablemente, mucho más útiles que la mayoría de los problemas de diseño. En la mayoría de las situaciones laborales las personas están funcionando. El postulado central de las dimensiones funcionales se relaciona con el hecho de que, al realizar funciones físicas, los miembros del cuerpo de un individuo no operan independientemente, sino más bien conectados, así por ejemplo, el límite práctico del alcance del brazo no es la mera consecuencia de la longitud del brazo, pues también resulta afectado, en parte, por el movimiento del hombro, rotación parcial del tronco, etc.

Esta y otras variables son las que hacen difícil, o como mínimo arriesgado, el tratar de resolver todos los problemas de espacios y dimensión sobre las bases de las dimensiones estructurales del cuerpo.

Podemos decir que el uso de los datos antropométricos pueden tener un amplio espectro de aplicación en cuanto al diseño de implementos físicos y ayudas.

Diagrama 1

AREA NORMAL DE TRABAJO
MOVIMIENTOS DE LOS DEDOS.
DE LA MUÑECA Y DEL CODO

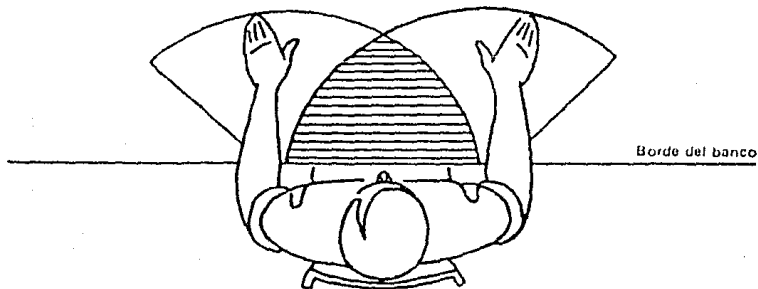
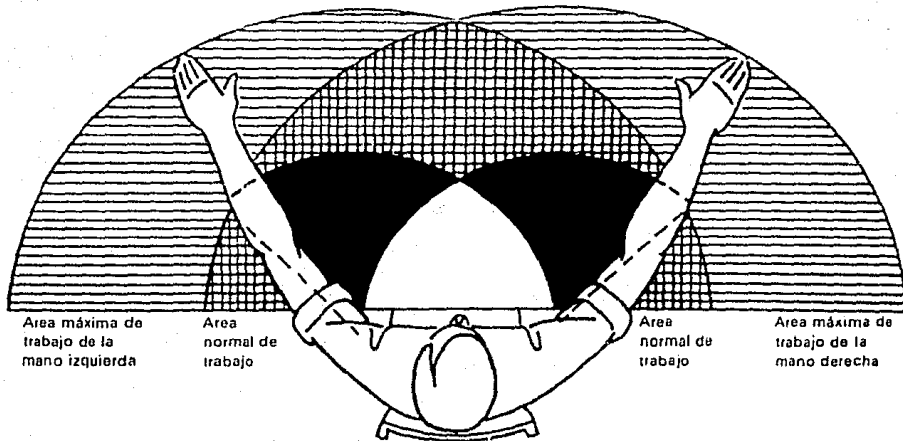


Diagrama 2

AREA MAXIMA DE TRABAJO
MOVIMIENTOS DE LOS HOMBROS



Area máxima de trabajo de la mano izquierda

Area normal de trabajo

Area normal de trabajo

Area máxima de trabajo de la mano derecha

2.3.1 Instrumentos de control

Mientras que la potencia total de la energía del cuerpo humano es ilimitada, es decir, los movimientos que el hombre puede realizar son ilimitados por la posición dentro de la cual, las partes del cuerpo pueden moverse, existen varios factores que nos determinarán la forma y distribución de los controles, como es la altura promedio de los trabajadores, peso, edad y sexo de los mismos.

Entre la gran variedad de los controles existentes, como perillas y botones, conmutadores o interruptores, indicadores de caratula o electrónicos, etc., el diseñador deberá escoger y analizar exactamente que información necesita transmitir la máquina por medio del control.

Los controles deben ser adaptados a varias partes del cuerpo, pero siempre es importante que sean lo más fácil de operar por lo que se deberá de pensar en los miembros que el trabajador tiene libres en el momento de desempeñar el trabajo.

En la tabla que se presenta a continuación (T – A) se da una breve evaluación de las características operacionales de determinados tipos de instrumentos de control.

En la tabla T – B presentamos un resumen de recomendaciones referentes a determinadas características de estos tipos de instrumentos de control.

Al poner en práctica estas y otras recomendaciones, debe recordarse que la única situación en la que debe utilizarse un instrumento de control, y las finalidades a las que sirve, puede afectar materialmente la prioridad de un tipo de control determinado y puede justificar variaciones en una serie de recomendaciones generales o prácticas generales basadas en la investigación o en la experiencia.

COMPARACION DE LAS CARACTERISTICAS DE CONTROLES COMUNES

| Características | Pulsador Manual | Pulsador de pie | Interruptor | Soluc. giratorio | Mando chico | Mando grande | Palanca grande | Volante | Pedal |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|---------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Espacio necesario | Pequeño | Grande | Pequeño | Medio | Pequeño | Medio | Medio | Grande | Grande |
| Efectividad de la indicación | Regular - bueno | Pobre | Regular | Buena | Buena | Regular | Buena | Regular | Pobre |
| Facil la identificación visual de la posición de control | Pobre (*) | Pobre | Regular - bueno | Regular - bueno | Regular - bueno (*) | Pobre (**) | Regular - bueno | Pobre - regular | Pobre |
| Facil la no identificación visual de la posición de control | Regular | Pobre | Buena | Regular - bueno | Pobre - bueno | Pobre (**) | Pobre - regular | Pobre - regular | Pobre - regular |
| Facil de confrontar su lectura con la de controles parecidos | Pobre (*) | Pobre | Buena | Buena | Buena (*) | Pobre (**) | Buena | Pobre | Pobre |
| Facil de operar en montaje con controles parecidos | Buena | Pobre | Buena | Pobre | Pobre | Pobre | Buena | Pobre | Pobre |
| Efectividad en control combinado | Buena | Pobre | Buena | Regular | Buena (*) | Pobre | Buena | Buena | Pobre |

* Excepto cuando el control está iluminado interiormente y se enciende la luz cuando se activa el control.

** Aplicable solamente cuando el control da menos de una vuelta y cuando los mandos redondos llevan un indicador.

— Se supone que el control de más de una vuelta.

— Efectivo fundamentalmente cuando está montado concéntricamente sobre un eje con otros mandos.

(T-A)

**RESUMEN DE DATOS SELECCIONADOS RELACIONADOS CON LAS RECOMENDACIONES
DE DISEÑO PARA INSTRUMENTOS DE CONTROL**

| | Dimensiones, pulgadas | | Desplazamiento | | Resistencia | |
|-----------------------------------|-----------------------|--------|----------------|------------|-------------|-----------------|
| | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo |
| Pulsador manual | | | | | | |
| Operación con la punta del dedo | 1/2 | No | 1/8 pulg | 1/5 pulg | 10 oz | 40 oz |
| Pulsador de pie | 1/2 | No | | | | |
| Operación normal | | | 1/2 pulg | | | |
| Elevando talón | | | 1 pulg | | | |
| Sólo cuando liberar del sujeto | | | | 2 1/2 pulg | | |
| Movimiento de la perna | | | | 1 pulg | | |
| No descansar sobre el control | | | | | 4 lb | 20 lb |
| Puede descansar sobre el control | | | | | 10 lb | 20 lb |
| Interruptor | | | 30° | 120° | 10 oz | 40 oz |
| Díametro de la manija del control | 1/8 | 1 | | | | |
| Longitud de la palanqueta | 1/8 | 2 | | | | |
| Subcorte giratorio | | | | | 10 oz | 40 oz |
| Longitud | 1/2 | 3 | | | | |
| Anchura | 1/2 | 1 | | | | |
| Profundidad ¹ | 1/2 | | | | | |
| Posición visual | | | 15° | 40° (*) | | |
| Posición no visual | | | 30° | 40° (*) | | |
| Mando, ajuste continuo (+) | | | | | | |
| Dedo - pulgar | | | | | | 4 1/2-6 pulg/oz |
| Profundidad | 1/2 | 1 | | | | |
| Díametro | 1/2 | 4 | | | | |
| Mano - palma, diámetro | 1 1/2 | 3 | | | | |
| Manivela (+) | | | | | | |
| Para cargas ligeras, radio | 1/2 | 4 1/2 | | | | |
| Para cargas pesadas, radio | 1/2 | 20 | | | | |
| Rápida, giro constante | | | | | | |
| < 3-5 pulgadas de radio | | | | | 2 lb | 5 lb |
| 5-8 pulgadas de radio | | | | | 5 lb | 10 lb |
| > 8 pulgadas de radio | | | | | ? | ? |
| Para asentamientos precisos | | | | | 2 1/2 lb | 8 lb |
| Palanca (") | | | | | | |
| Delante - atrás (una mano) | | | | 11 pulg | | |
| Lateral (una mano) | | | | 38 pulg | | |
| Agarre del dedo, diámetro | 1/2 | 3 | | | 12 oz | 32 oz |
| Agarre de la mano, diámetro | 1 1/2 | 3 | | | 2 lb | 20-100 lb |
| Volante (+) | | | 90° - 120° | | | |
| Díametro | 7 | 21 | | | | |
| Anchura del borde | 3/4 | 2 | | | 5 lb | 30 lb (*) |
| pedal | | | | | | |
| Longitud | 3 1/2 | | | | | |
| Anchura | 1 | | | | | |
| Uso normal | | | 1/2 pulg | | | |
| Botas pesadas | | | 1 pulg | | | |
| Flexión del talón | | | | 2 1/2 pulg | | 10 lb |
| Movimiento de la perna | | | | 7 pulg | | 180 lb |
| No descansar sobre el mando | | | | | 4 lb | |
| Puede descansar sobre el mando | | | | | 10 lb | |

* Cuando necesidades especiales exigen grandes separaciones, el máximo debería ser de 90°

+ El desplazamiento de mandos, manivelas y volantes debería quedar determinado por la proporción control/display deseable

" Para operar con las dos manos, la resistencia máxima del volante puede subir hasta las 50 libras.

" La longitud depende de la situación, incluyendo las ventajas mecánicas necesarias. Por lo que respecta a movimientos largos, se aconsejan palancas más largas (de modo que el movimiento sea más trivial).

(I-8)

2.3.2 Asientos en la Industria

Es muy posible que la silla sea el mueble más utilizado por el hombre contemporáneo, en el cual suele pasar la mayor parte de su vida activa.

Los principales atributos de una buena silla dependen del diseño de su perfil y de su adecuación a la relajación de los músculos y al mismo tiempo una libre circulación de la sangre y un respeto por la anatomía humana; ya que el principal propósito de un asiento no es solamente quitar el peso que recae en los pies, sino el tratar de matener en una posición estable al trabajador mientras este realiza su labor, y relajar aquellos músculos que no requiera para el desempeño de su trabajo.

El asiento diseñado necesita dar al operador un rango de posturas en las cuales este pueda cambiar su posición durante el trabajo, sin perder el soporte que necesita. El descuido a los principios de un buen asiento, trae como consecuencia la ineficiencia, el descontento al desempeñar el trabajo, así como el decremento de la productividad.

Cuando se tiene algún prototipo de un asiento industrial es conveniente antes de ponerlo en práctica, ver si cumple con las condiciones requeridas de cada industria que lo utilizará, para lo cual es conveniente tomar una muestra de población y seguir los siguientes dos métodos:

- 1) Hacer un estudio sistemático de los criterios subjetivos hechos a una selección cuidadosa, que representen a la población que utiliza el producto.
- 2) Observar el comportamiento del cuerpo humano, las posturas que generalmente adoptan los trabajadores, cada cuanto y cuando cambian estas, y la cantidad y calidad del trabajo.

Después que se ha observado la funcionalidad de nuestra silla o producto, dentro de nuestro grupo piloto, podremos concluir si esta cumple con los requisitos deseados por los trabajadores. y con esto poderlo aplicar libremente a la industria.

2.4 CONDICIONES Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO

Las condiciones así como el medio ambiente de trabajo, son fundamentales para que el trabajador pueda desempeñar sus labores lo más cómodo y funcional posible, lográndose con esto un incremento en la productividad y al mismo tiempo disminuyendo la fatiga del trabajador; los principales puntos que se deben tratar para esto, son los que se muestran a continuación.

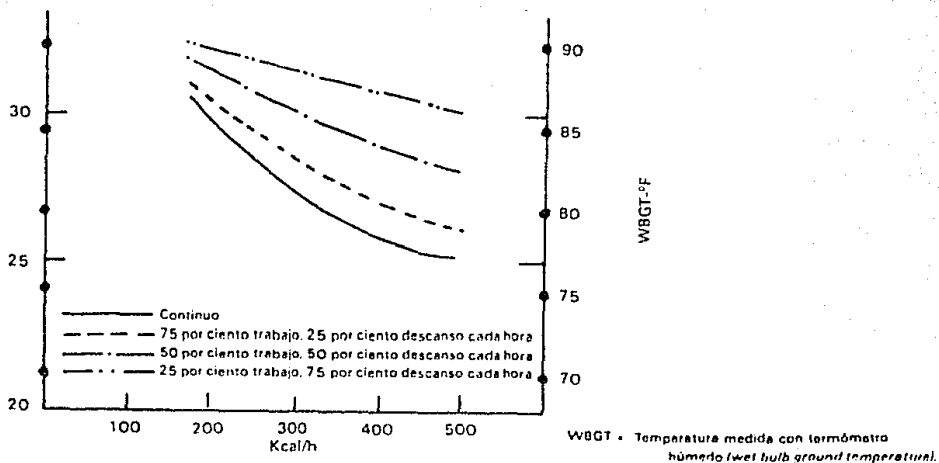
2.4.1 Temperatura.

Para mantener la productividad es preciso evitar que las condiciones climáticas en el lugar del trabajo, no representen una carga suplementaria para el trabajador; de ellas dependen igualmente la salud y la comodidad de los trabajadores.

El organismo humano tiene por función mantener constante la temperatura del sistema nervioso central y de los órganos internos. Con este fin, mantiene su equilibrio térmico gracias a un intercambio continuo de calor con el medio ambiente. El grado de intercambio depende, por un lado, de la temperatura del aire, ventilación, humedad y calor radiante y, por el otro, del metabolismo.

Durante la actividad física, los valores metabólicos pueden alcanzar niveles 10 veces superiores a los correspondientes en periodos de descanso. En condiciones climáticas normales, para evitar una hipertermia que tarde o temprano puede ser fatal, el organismo debe eliminar el calor que produce continuamente; la cantidad que debe eliminar será superior cuando está trabajando y mayor aun cuando absorbe calor de un medio ambiente con temperaturas elevadas.

En todos los casos es indispensable considerar la carga térmica en relación con el consumo requerido por el trabajo, puesto que el cuerpo humano debe hacer frente a la combinación de estos dos factores de stress, y cuanto más pesadas sean las condiciones climáticas más largas deben ser las pausas en el trabajo.



TRABAJO EN AMBIENTES CALUROSOS:

Cuando la temperatura del medio ambiente es elevada, la única forma en que el organismo puede dispersar el calor es la evaporación del sudor. Esta es más intensa, y por consiguiente más eficaz y refrescante, cuando más la facilite una ventilación adecuada y lo es menos cuanto más elevada sea la humedad relativa del aire.

Tomando en cuenta la dificultad de evaluar las condiciones climáticas que dependen de 4 factores (temperatura del aire, ventilación, humedad, calor radiante) todos variables, independientemente unos de otros, se han adoptado varios índices de stress térmico, entre los cuales el más común es el índice WBGT (wet bulb ground temperature) o temperatura de bulbo húmedo. La prevención puede adoptar formas diferentes, por ejemplo medidas técnicas y de organización del trabajo que, debidamente aplicadas, permiten evitar los efectos nocivos para la salud.

TRABAJO EN AMBIENTES FRÍOS:

El trabajo a bajas temperaturas es más común hoy que antes, pero los expertos en medicina del trabajo siguen conociendo más bien sus efectos que los del trabajo a altas temperaturas. Quienes laboran en ambientes refrigerados deberían estar bien protegidos contra el frío llevando ropa y calzado adecuado; por otra parte, habría que alternar los periodos de exposición a bajas temperaturas con periodos de exposición a temperaturas normales; además, los trabajadores deberían precaverse contra la deshidratación tomando con frecuencia bebidas calientes. Cuando los locales no están dotados de calefacción la tecnología moderna permite utilizar aparatos de calefacción bien localizados, como las lámparas de rayos infrarrojos enfocados a los puestos de trabajo, que dan la posibilidad de prolongar los periodos de exposición sin que se afecte la salud del trabajador ni disminuya notablemente la producción. Para el trabajo al aire libre la reglamentación nacional suele requerir la instalación de cobertizos u otros medios de protección contra la intemperie.

TRABAJO EN AMBIENTES HÚMEDOS:

Los altos niveles de humedad se toleran mal cuando la temperatura es elevada, sobre todo si el trabajo es pesado, se considera que la temperatura del lugar del trabajo indicada por el termómetro de bulbo húmedo no debería superar 21 C (70 °F), pero es sumamente difícil ajustarse a ese límite en los países calurosos cuando se tratan de procesos que exigen altos niveles de humedad atmosférica (tales como en la industria textil) o que desprenden grandes cantidades de vapor (fábricas de conservas, diferentes plantas químicas) en el primer caso es preciso reducir la temperatura mediante la ventilación y en el segundo eliminar el vapor mediante extractores de aire.

El exceso de humedad también es difícil cuando va acompañado de bajas temperaturas y la humedad relativa deberá mantenerse entre 40% y 70%. A su vez, el aire demasiado seco puede provocar enfermedades de las vías respiratorias; por consiguiente, debería evitarse que se reseque, en invierno, en los locales con calefacción excesiva.

TEMPERATURA DEL LUGAR DE TRABAJO:

Dada la complejidad de los factores físicos que intervienen en la sensación que experimenta el trabajador, y dado el papel que desempeña el consumo de energía y factores personales, tales como la alimentación, costumbres individuales, edad, sexo, y vestimenta, sería vano tratar de crear condiciones térmicas óptimas para todos los trabajadores (es decir, en las que nunca necesiten que el aire este más frío ni más caliente). La experiencia muestra que entre las personas que trabajan en un mismo taller algunas preferirían más ventilación que otras.

A menudo, estas diferencias en un mismo taller pueden atribuirse a la sencilla razón objetiva de que los trabajos realizados por los respectivos obreros exige esfuerzo físicos muy distintos.

A continuación se indican algunas temperaturas del aire recomendadas para diferentes tipos de trabajo:

| | °C | °F |
|---|-------|-------|
| Trabajo sedentario | 20-22 | 68-72 |
| Trabajo físico ligero en posición sentada | 19-20 | 66-68 |
| Trabajo ligero de pie | 17-18 | 63-65 |
| Trabajo mediano de pies | 16-17 | 61-63 |
| Trabajo pesado de pie | 14-16 | 57-61 |

Los locales y puestos de trabajo deberían combinarse de modo que el desgaste de energía de las personas que trabajan en ellos sea lo más uniforme posible, con el fin de que la mayoría de los trabajadores se sientan en condiciones climáticas óptimas, ya que se conocen los beneficios del bienestar térmico de la producción.

2.4.2 Ruido y vibraciones

Las operaciones sumamente mecanizadas, la aceleración del ritmo de las máquinas, la densidad de la maquinaria en el lugar de trabajo y, hasta hace poco tiempo, la falta de conocimientos detallados sobre las molestias y los riesgos debidos al ruido, han sido causa de que en muchas fábricas los trabajadores hayan estado a niveles de ruido que actualmente se consideran excesivos. El ruido origina problemas diversos ya que obstaculiza la transmisión de las señales acústicas, pues en primer lugar encubre los sonidos de frecuencia igual o inmediata superior y reduce la inteligibilidad de las palabras emitidas en una voz que no supere el ruido ambiental, y en segundo lugar, porque eleva temporalmente el umbral auditivo cuando el ruido al que ha estado expuesto es excesivo.

El ruido puede acarrear trastornos sensorimotrices, neurovegetativos y metabólicos; de ahí que se lo cite entre las causas de fatiga industrial, irritabilidad, disminución de la productividad y accidentes de trabajo. La exposición prolongada a un ruido que supere determinados niveles, estropea en forma permanente el oído, causando sordera profesional.

Quien haya efectuado trabajo intelectuales o manuales pero que requieran gran concentración, en un ambiente ruidoso, sabe hasta que punto el ruido es agotador, incluso cuando no alcanza niveles que provoquen sordera profesional, el ruido intermitente resulta particularmente molesto. A través del tiempo se ha podido demostrar que la reducción del ruido ambiental nos lleva a una disminución gradual de los errores y por tanto, a un mejoramiento apreciable en la producción.

Uno de los métodos más eficaces para luchar contra el ruido consiste en reducirlo en el lugar mismo donde se produce, lo que equivale a decir, que como siempre cuando se trata de medidas preventivas, hay que tenerlas en cuenta durante la fase de concepción o de elaboración del proceso de producción. Deberá tomarse en cuenta el sistema de ventilación, pues se ha podido ver que en un determinado lugar de trabajo donde se han instalado aparatos de ventilación, estos llegan a aumentar el ruido incluso antes de que la maquinaria empiece a funcionar.

Otro de los métodos que se utilizan tendientes a la disminución del ruido, consiste en impedir o reducir la transmisión de ruido, interponiendo barreras que absorban el ruido entre la fuente y el trabajador, insonorizando las estructuras que pueden ser origen de reverberación secundaria, o aislando la fuente de ruido en locales separados o recintos insonorizados. Todo esto puede exigir una reforma de los cimientos para evitar un exceso de vibraciones en el piso.

Cuando las medidas anteriormente descritas no son sumamente eficaces, será necesario proveer a los trabajadores de tapones de fibra de vidrio o plástico alviolar para los oídos, tratando de evitar con esto que el trabajador se vea afectado en gran medida por los altos índices de ruido, en caso de que estos índices sigan siendo demasiado altos será necesario suministrar a los trabajadores en cabinas insonorizadas desde las que pueden manejar las máquinas sin tener que entrar a los locales ruidosos.

Cabe mencionar la necesidad de informar a los trabajadores, sobre la importancia de los riesgos inherentes a la exposición del ruido, y sobre los medios de protección adecuados.

Aunque son pocos los trabajadores expuestos a vibraciones tales que sean peligrosas para la salud, no se deberían descuidar las medidas de protección. La prevención más eficaz consta en tomar medidas técnicas y metodológicas que, aplicadas debidamente, permitan evitar el quebranto de la salud.

2.4.3 Iluminación

La iluminación es de gran importancia para poder desarrollar correctamente cualquier actividad o proceso, en el cual se tenga que llevar un control visual para lograr un desempeño eficiente.

Se calcula que el 80% de la información requerida para ejecutar un trabajo se adquiere por la vista. La buena visibilidad del equipo, del producto y en sí de todos los datos que se involucran en el trabajo, son factores esenciales para acelerar la producción reduciendo al mismo tiempo el número de piezas defec-

tuosas y el desperdicio; así como para prevenir la fatiga visual, lo cual en muchos casos es causa de accidentes de trabajo.

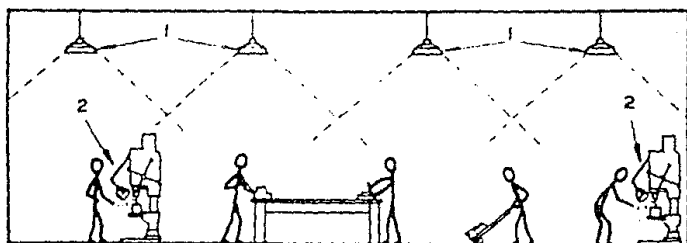
La visibilidad depende de varios factores, tamaño del objeto con que se este trabajando, su distancia de los ojos, persistencia de la imagen, intensidad de la luz, color de la pieza, así como el contraste cromático y luminoso del fondo.

Es conveniente estudiar todos estos factores para cualquier trabajo de precisión, para los trabajos que se desarrollan en ambientes peligrosos, o cuando exista insatisfacción.

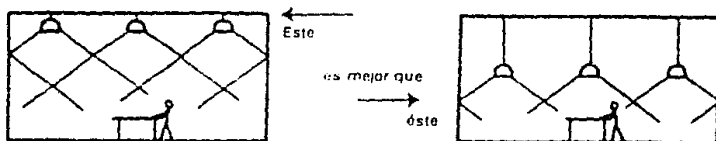
La iluminación además de adaptarse al grado de precisión o minlaturización del producto, debe estar en función de la edad de los trabajadores, puesto que las personas de edad necesitan una luz mucho más intensa que los jóvenes, pero al mismo tiempo son más sensibles al deslumbramiento pues su tiempo de recuperación es más largo.

Cuando se hace un diseño de iluminación para cualquier área de trabajo se debe tomar en cuenta que después de hacer la instalación, la intensidad de la luz disminuye rápidamente entre un 10 % a un 25 % al principio y con mayor lentitud después, hasta alcanzar un 50 % de su valor inicial. Esto se debe a la acumulación de polvo y desgaste de las bombillas u otras fuentes de luz, por lo que habrá que verificar periódicamente la intensidad de la luz en el plano de trabajo y mantener limpias todas las superficies de donde proviene la iluminación.

Siempre que se pueda será conveniente utilizar la luz natural del día, por ventanas con una superficie total que corresponda como mínimo a la sexta parte de la superficie del piso, aunque hay que prever una luz artificial para disponer de una visibilidad adecuada, pues la intensidad de la luz natural varía rápidamente a medida que aumenta la distancia a las ventanas, con cambios meteorológicos o estaciones del año.



Aunque el plano de trabajo se ilumine localmente, siempre se necesita una iluminación general. 1. Iluminación general uniforme. 2. Iluminación local suplementaria



Conviene instalar los artefactos de alumbrado general lo más alto posible.

2.4.4 Empleo de colores en la industria.

Es de gran importancia hacer una combinación de colores acertada en el interior de los locales, ya que esto contribuye en gran medida a una buena iluminación; además de que los colores del lugar del trabajo tienen efectos psicológicos que no deben descuidarse por lo que conviene recordar que cuesta lo mismo o un poco más, elegir colores alegres en lugar de apagados, con lo cual los trabajadores verán un signo tangible de que la dirección se esfuerza por hacer las condiciones de trabajo más agradables.

Los colores de la maquinaria y del equipo son factores suplementarios de seguridad, cuya importancia ha sido reconocida por los fabricantes de ma-

quinaria, herramientas y equipos eléctricos, gracias a los esfuerzos desplegados por la Organización Internacional de Normalización.

La utilización de los colores en una forma adecuada, aparte de crear un ambiente agradable, ayuda a obtener mayor visibilidad, a dirigir o a enfocar la atención donde se requiera y a comunicar advertencias visuales de riesgo.

Para estar al tanto de todas las posibilidades de aplicar la dinámica de colores en la industria como una ayuda para la prevención de accidentes, debe considerarse primero como un medio de comunicación más que de decoración; por lo que al seleccionar colores para una industria o cualquier otro lugar de trabajo, se debe pensar en la seguridad y en el estado de ánimo que pueda lograrse en las personas que lo ocupan, así como las condiciones de trabajo que conduzcan a incrementar la eficiencia de este.

Los colores tienen varias características o atributos que los hacen apropiados solo para determinadas circunstancias; cuando se conocen esos atributos y son categorizados correctamente es muy simple determinar cuando y como podrían emplearse en forma racional para producir el ambiente deseado.

El amarillo, el anaranjado y el rojo son los colores de más alta visibilidad, son también los más cálidos, y por tanto, tienden a agrandar, por lo cual son los colores focales más poderosos para señalar aspectos importantes. La combinación amarillo verde también es útil por su alta visibilidad pero debido a que tiende hacia los colores más fríos que dan sensación de alejamiento, tienen menos poder de impacto visual que el anaranjado y el rojo.

El verde y el azul son los más opuestos al rojo; son fríos, refrescantes y dan sensación de alejamiento, el verde da la impresión de calma, tranquilidad mental y seguridad; por tanto es apropiado para salas de descanso. El azul sugiere la inmensidad de espacio, la frialdad del hielo y del acero, y es esencialmente estático en contraste con el rojo, anaranjado y amarillo, que sugieren calor luz y movimiento.

2.4.5 Ventilación

Los metros cúbicos de aire de un local de trabajo, por muchos que sean, nunca permitirán prescindir de ventilación, porque esta es el factor dinámico que complementa el concepto de espacio; para un número constante de trabajadores; la intensidad de ventilación debe ser inversamente proporcional al tamaño del local.

No debe confundirse ventilación con circulación del aire; la primera substituye el aire vaciado por aire fresco, mientras que la segunda mueve el aire, pero sin renovarlo. Cuando la temperatura y la humedad son elevadas, la mera circulación del aire no solo resulta eficaz, si no que más allá de ciertos límites, aumenta la absorción de calor por convección; no obstante, todavía existen locales de trabajo calurosos con ventiladores que se limitan a remover el aire sin renovarlo.

La ventilación de los locales de trabajo tiene por objetivo:

- a) Dispersar el calor producido por las máquinas y los trabajadores (el rendimiento mecánico del trabajo suele representar el 20 % de la energía empleada, mientras que el 80 % se transforma en calor), por consiguiente, habría que intensificar la ventilación en donde existe un gran número de máquinas y trabajadores.
- b) Disminuir la contaminación atmosférica; resulta fácil calcular la intensidad de ventilación necesaria en función de la cantidad de substancias que se dispersan en el aire, y de los límites de concentración que se deben de respetar.
- c) Mantener la sensación de frescura del aire.

En resumen una ventilación adecuada debe considerarse uno de los factores importantes para la salud y la productividad de los trabajadores.

Todos los locales de trabajo tienen un mínimo de ventilación, si no son lugares confinados; sin embargo para que la circulación del aire sea suficiente (no inferior a 50 metros cúbicos por hora y por trabajador), se calcula generalmente que el aire debe cambiar de cuatro a ocho veces por hora en las oficinas o en los lugares donde se realicen trabajos sedentarios, y de ocho a doce veces por hora en los talleres; el caudal necesario puede llegar a ser de quince a treinta veces por hora en las oficinas públicas o en los lugares donde hay gran índice de contaminación o de humedad.

La velocidad de circulación en los locales de trabajo debería corresponder a la temperatura del aire y al consumo de energía:

Para los trabajos sedentario no debería de pasar de 0.2 m/s, pero en los ambientes calurosos la velocidad óptima se sitúa entre 0.5 y 1 m/s. Para los trabajos pesados puede ser incluso superior. Algunos trabajos en lugares calurosos se vuelven soportables cuando se proyecta un chorro de aire frío sobre los trabajadores.

La ventilación natural, que se obtiene abriendo ventanas u orificios en paredes o techos, puede hacer correr caudales de aire importantes, pero solo puede utilizarse en los climas relativamente frescos; además, su eficiencia depende de las condiciones externas, generalmente sujetas a grandes variaciones.

Cuando este tipo de ventilación no cumple los requisitos deseados, es conveniente utilizar ventilación artificial, lo cual puede ser insuflación de aire puro, o extracción de aire viciado, o una combinación de ambos. La utilización de estos métodos puede traer en determinados momentos problemas, pues por ejemplo, después de un tiempo de utilizar la insuflación, los sistemas de iluminación empiezan a ser afectados por el polvo que este tipo de ventilación acarrea, por lo que en los lugares que se producen gases y polvos es más recomendable utilizar la extracción.



HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL DISEÑO DE PRODUCTOS Y PROCESOS

3.1 DATOS HISTORICOS SOBRE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL

La prevision de accidentes tiene un origen tan arraigado en la conciencia del hombre como un reflejo de conservación. Así, el hombre se caracteriza por sus actuaciones sobre los medios naturales para lograr su supervivencia.

Para encontrar el origen de la seguridad, la podemos descubrir en el estudio de las características propias del ser humano como un instinto de conservación que lo lleva a protegerse contra animales y a veces contra sus semejantes.

El hombre a medida que actua más intensamente sobre la tierra lo necesita hacer con una mayor seguridad. La verdadera necesidad para la seguridad organizada, no provino sino hasta el advenimiento de la edad de la máquina, siendo Inglaterra la cuna de la industria mecanizada.

En los primeros años del siglo XIX, las fábricas eran poco más que barracas, prácticamente no existían condiciones convenientes de alumbrado, ventilación y sanidad; en aquellas estructuras de bajos techos y estrechas naves, las protecciones de las máquinas se desconocían, las muertes y mutilaciones por accidentes profesionales eran frecuentes.

No fue sino hasta cerca de 1850 cuando comenzaron a verificarse las primeras mejoras en cuanto a Seguridad Industrial, se hicieron algunas mejoras en cuanto a las condiciones sanitarias y de seguridad, tales como el suministro de protecciones para los engranes y transmisiones, la transportación, alumbrado, se estaban realizando a través del adelanto industrial, habiendo una creencia firmemente arraigada entre empleados, así como entre la administración, que era necesaria y cierta la Seguridad Industrial.

En 1877 en Massachusett se ordenó el uso de protecciones de maquinaria de funcionamiento peligroso. Por fin iba enterandose la industria de que la conservación del elemento humano era importante.

Uno de los antecedentes legales más importantes de la seguridad industrial, se hizo en 1880, en Inglaterra, cuando el parlamento promulgó el acta de responsabilidad de los patrones. Otro documento histórico, es el primer estatuto de los Estados Unidos definiendo la responsabilidad de los patrones que se promulgó en Alabama en 1885, así como en Massachusett en 1887. Estos dos hechos constituyeron la primera advertencia al patrón estadounidense, de que era legalmente responsable de la protección de los trabajadores contra los accidentes. Afortunadamente la situación de los accidentes venía siendo afectada por una nueva fuerza: el seguro.

El seguro estaba desempeñando una parte importante de la organización de la Seguridad Industrial, las compañías del seguro, encontraron la necesidad de emplear inspectores que visitaran a sus nuevos asegurados, principalmente para clasificar los riesgos de acuerdo con los daños que aseguraban. Así fue como a través de los servicios técnicos inagurados por las compañías de seguros, las empresas comenzaron gradualmente a darse cuenta de los métodos técnicos de la seguridad y sus potencialidades, para reducir los costos de operación industrial.

Lo que algunos llamaron la cuna del movimiento de la Seguridad Industrial en los Estados Unidos, fue establecido por el departamento de seguridad de la empresa Joliet Works de la Illinois Steal Co.

Una de las primeras referencias en cuanto a la Seguridad de los trabajadores en México, se remonta a la legislación de indias en la cual se consignaron medidas para prevenir los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, para atender a los accidentados y enfermos previendo la asistencia y curación de los indios, con lo cual podemos ver que el contenido social de las leyes de indias se anticipó bastante a los países europeos, pero desgraciadamente esta medidas se pierden durante la época independiente, y es en la Revolución Mexicana de 1910 que culmina con la Constitución de 1917, cuando vuelven a aparecer medidas de esta índole. En esta época de la revolución, gobernadores de varios estados como es el caso de Jose Vicente Villada (1904), Nicolas Flores (1915), Gustavo Espinosa Mireles (1916); establecieron leyes para proteger al trabajador refiriendose a los accidentes de trabajo y a la responsabilidad de los

patrones. Consecuencia de este movimiento legislativo de todo el país, se logró que el trabajo llegara a ser una garantía social consagrada en la Carta Magna del país y por tanto la misma Constitución sentó las bases para exigir responsabilidades a los propietarios de empresas desde ocurriera algún infortunio en el trabajo.

La Seguridad Industrial en nuestros tiempos ha progresado y ahora es bien sabido que esta debe ser una actividad inherente a la administración de industrias, no solo porque es una tarea humanitaria, sino porque brinda ahorros económicos de considerable importancia.

En toda fábrica deberían existir rutinas y procedimientos necesario para atacar y controlar el problema de los accidentes. Se ha demostrado que las condiciones que causan accidentes, también motivan una producción defectuosa, decrecimiento de la producción, ineficiencia y la falta de economía en general. Mientras los patrones estén en posibilidad de controlar la calidad y cantidad del producto, por medio de los métodos que existen dentro de la Ingeniería Industrial, también lo estarán para restringir la frecuencia de los accidentes, o lo que nosotros llamamos la Seguridad Industrial aplicada.

3.2 CONCEPTOS GENERALES SOBRE SEGURIDAD INDUSTRIAL

La Seguridad Industrial es un proceso por medio del cual se ejecuta un trabajo en cualquier forma o manera sin ocasionar daño o lesión mental, física o de cualquier otra clase a la persona o personas ocupadas en un oficio sin dañar o destruir los medios y son las utilizadas para desempeñar dicho trabajo.

3.3 ORGANIZACION DE LA SEGURIDAD

Toda Organización es algo más que una serie de gráficas, aspira a crear primero las líneas de autoridad y, segundo, los medios para alcanzar el objetivo prefijado.

Teniendo esto presente, podemos ver que no es posible lograr una disminución de los accidentes a menos que se cuente con una organización la cual debe tener un interés y apoyo completo de la alta dirección.

En la actualidad más compañías así como los dirigentes de las mismas, han visto que es de gran importancia tener un esfuerzo sostenido y organizado para la prevención de accidentes; sabiendo también que esta finalidad es una política beneficiosa y sensata desde el punto de vista comercial.

Para lograr obtener una buena organización de seguridad es importante tomar en cuenta los siguientes puntos:

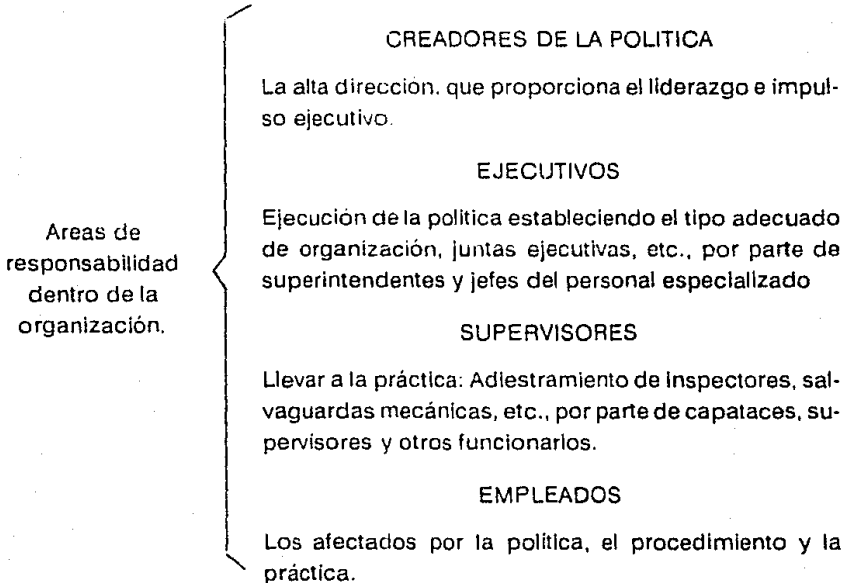
- 1.- La seguridad **debe** contar con la aprobación, sanción y apoyo de la alta dirección.
- 2.- La responsabilidad de la seguridad **debe** descansar en el personal de supervisión.
- 3.- A la seguridad **debe** darsele la misma importancia que a otros factores de la producción.
- 4.- **Debe** atenderse a emprender una acción inmediata para la supresión de los peligros de origen mecánico y personal.

Conviene elaborar un programa definido para interesar y educar a los trabajadores en el aspecto de la seguridad y ganar su colaboración activa en el esfuerzo para la eliminación de accidentes. El programa debe basarse en un reconocimiento pleno de sus obligaciones y sus responsabilidades por parte de la administración. Necesita contener un impulso ejecutivo y de liderazgo. De acuerdo con lo mismo, la seguridad **debe** funcionar en todos los aspectos de la organización empresarial (Planeación, compras, producción, supervisión y operación).

Una vez que estas bases sean comprendidas y reconocidas por la dirección y que esta asuma las responsabilidades involucradas, podrá darse forma para una apropiada organización, debiéndose tener presente que cualquiera que sea la forma que dicha organización tome, solo funcionará con eficacia si esta respaldada por un interés e impulso ejecutivo.

Cualquiera que sea la importancia de una empresa los principios y fines son identicos " Crear en todo el personal y en todos los distintos niveles de la empresa, un pleno espiritu de seguridad ".

Un ambiente de la seguridad industrial dentro de una empresa, el cual afecte los actos del personal lo podríamos expresar de la siguiente manera:



3.4 ACCIDENTE, DEFINICION Y CONCEPTO TECNICO

Accidente se define como un acontecimiento posible casi siempre repentino, que altera un orden establecido de actividades y que puede tener consecuencias sobre el hombre, la máquina y el trabajo.

El accidente se produce por la concurrencia de causas directas e inmediatas que a su vez tienen antecedentes que son llamadas causas indirectas.

3.5 PANORAMA DE ACCIDENTES DE TRABAJO

3.5.1 Lesión y daño.

Son las probables consecuencias del accidente, aunque no siempre se presentan, o pueden hacerlo en magnitud pequeña o grave.

3.5.2 Accidentes sin lesión.

Es un accidente que ocurre y en el que nadie resulta lesionado, aunque puede o no haber pérdidas de materiales, daño al equipo y pérdida de producción.

Las causas directas son fundamentalmente dos:

- Condición insegura y
- Acto inseguro.

3.5.3 Condición Insegura y Acto Inseguro.

En los accidentes de trabajo intervienen varios factores, entre los cuales las llamadas causas inmediatas que se podrían clasificar en dos grupos:

- **Condiciones inseguras:** Son las causas que se derivan del medio en que los trabajadores realicen sus labores (ambiente de trabajo), y se refieren al grado de inseguridad que pueden tener los locales, la maquinaria, los equipos y los puntos de operación.

Las condiciones inseguras más frecuentes son:

- Estructuras o instalaciones impropriamente diseñadas.
- Faltas de medidas de prevención y protección contra incendios.
- Instalaciones en la maquinaria o equipo impropriamente diseñadas.

- Protección inadecuada o ineficiente en la maquinaria, en el equipo o en las instalaciones eléctricas.
- Herramientas manuales, eléctricas, neumáticas y portátiles defectuosas o inadecuadas.
- Equipo de protección personal defectuoso.
- Falta de orden y limpieza.
- Avisos o señales de seguridad o higiene insuficientes o faltantes.
- **Actos inseguros:** Son las causas que dependen de las acciones del propio trabajador, y que pueden dar como resultado accidentes.

Los actos inseguros que los trabajadores realizan en su trabajo son:

- Llevar a cabo operaciones sin previo adiestramiento.
- Operar equipos sin autorización.
- Ejecutar el trabajo a velocidad no indicada.
- Bloquear o quitar dispositivos de seguridad.
- Limpiar, engrasar o reparar la maquinaria cuando se encuentra en movimiento.
- Trabajar en líneas o equipo eléctrico energizado.
- Viajar sin autorización en vehículos de alto riesgo.
- Transitar en áreas peligrosas.
- Usar herramientas inadecuadas.

- No usar el equipo de protección adecuado.
- Hacer bromas en el sitio de trabajo.

3.5.4 Prevención de Accidentes

De acuerdo con la secuencia de sus causas y efectos se evita eliminando el elemento central de la cadena el cual es el que comprende las causas directas (acto y condición insegura), las cuales son susceptibles de analizar y controlar.

La condición insegura además de ser en sí misma una causa directa de accidentes con frecuencia puede inducir a los trabajadores a realizar actos inseguros, haciendo muchas veces este acto inseguro el resultado de un deficiente diseño de máquinas, de métodos inadecuadamente planeados, cuando ocurre un accidente con frecuencia la condición insegura no es tan notoria como el acto inseguro, a menos de que se haga un cuidadoso estudio de la ocurrencia de los accidentes. La eliminación de un riesgo debido a una condición insegura suprime uno de los factores causantes de los accidentes, y de ahí que reduce la posibilidad de una lesión por un acto inseguro.

En los lugares en donde existe una condición insegura la Ingeniería enfocada a la seguridad, con frecuencia no ha intervenido suficientemente en los problemas inherentes al diseño de la planta, procesos, máquinas, operaciones, o especificación de los métodos de trabajo. Las múltiples causas que conducen a efectuar actos inseguros son de carácter emocional o mental pudiendo ser algunos de estos, la imprudencia físico-mental o exceso de confianza, distracción, enojo, juego, fatiga, etc.

En la mayoría de los casos parece no haber una educación específica dirigida a tales debilidades humanas, aunque la buena instrucción del trabajo evitará muchos de los actos perjudiciales que pudieran surgir de estos estados mentales o emocionales.

3.5.5 Costo de Accidentes Industriales.

El haberse percatado de que prevenir accidentes y su secuela es un beneficio de la empresa, sigue siendo la fuerza impulsora del movimiento en favor de la seguridad, tanto en el seno de la industria privada como en el gobierno.

En el año de 1927 H. W. Henrich presentó un trabajo ante el Congreso Nacional de Seguridad, basado en el estudio que él y sus socios llevaron a cabo en fábricas aseguradas por su oficina promedio el costo indirecto en cuatro veces más que el costo directo, originándose de ahí la famosa proporción de 4 a 1 de que tanto se habló y tan controvertida.

Son costos directos todos aquellos que se identifican claramente como consecuencia del accidente, y comprenden:

- 1.- Atención médica, medicina y hospitalización.
- 2.- Indemnización y pensión.

Son costos indirectos aquellos que no identificándose claramente con el accidente, producen gastos y pérdidas económicas, que no pueden determinarse exactamente, y comprenden:

1. Costo del tiempo que dejan de producir otros empleados que dejan de producir para auxiliario.
2. Costo del material dañado o desperdiciado.
3. Costos por tiempo extra requerido.
4. Costo de la producción que deja de salir.
5. Costo por salario pagado a responsables y personal de oficina por el tiempo que emplean en el accidente.

6. Costo por entrenar a un nuevo operario.

7. Costo derivado de la baja productividad del accidentado al regresar al trabajo.

La relación realizada por H. W. Henrich nos indica aplicado a casos reales, que la empresa gastará \$4.00 de costos indirectos, por cada \$1.00 de costos directos; esta relación es conocida en la actualidad como teoría económica.

Debido a que esta relación 4 a 1 no siempre muestra lo que está sucediendo, ya que en algunas ramas industriales dicha proporción alcanza una relación 7 a 1, algunos países están utilizando un sistema basado en proporciones respecto a la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{COSTO TOTAL} = & \\ & \text{COSTO DIRECTO} + \\ & A (\text{\# DE ACCIDENTES CON PÉRDIDA DE TIEMPO}) + \\ & B (\text{\# DE CASOS QUE SOLO REQUIEREN ATENCIÓN MÉDICA}) + \\ & C (\text{\# DE CASOS QUE REQUIEREN PRIMEROS AUXILIOS}) + \\ & D (\text{\# DE CASOS DE ACCIDENTES SIN LESIÓN, PERO CON} \\ & \text{PÉRDIDA DE MAQUINARIA, EQUIPO Y/O MATERIALES}). \end{aligned}$$

Los factores A, B, C y D son constantes que indican el costo promedio incidental para casos con pérdida de tiempo, de atención médica, de primeros auxilios y de accidentes sin lesión respectivamente.

El costo promedio incidental por cada clase de caso, se obtiene a través de un estudio realizado en la empresa para lo cual los costos serán computados.

Para llevar a cabo este estudio es necesario hacer la siguiente subdivisión de las categorías de accidentes que se utilizan en la fórmula antes descrita.

- 1.- Casos de pérdida de tiempo (Con ausencia de trabajo):
 - a) Incapacidades permanentes parciales.
 - b) Incapacidades temporales.
- 2.- Casos de asistencia médica solamente (No denotando ausencia en el trabajo):
 - a) Incapacidades parciales temporales.
 - b) Bajo tratamiento médico.
- 3.- Casos de primeros auxilios con atención médica (No denotando ausencia en el trabajo):
 - a) Que requieran solamente primeros auxilios
 - b) Resultante en daños materiales o con pérdida de menos de 8 hrs. de tiempo de trabajo.
- 4.- Accidente sin lesiones:
 - a) Que no existen lesiones o existe una lesión menor que no requiere atención médica.
 - b) Que resultan daños materiales o en pérdida de tiempo de 8 o más hrs. hombre.

Los costos médicos y por concepto de indemnización suelen cubrirse mediante pólizas de seguro. La diferencia entre la suma de estos costos y la prima del seguro se denomina sobrecarga de seguro.

El consejo nacional de seguridad calcula que en términos generales, la proporción entre la prima de seguros y el costo no asegurado es alrededor de uno a uno.

Los accidentes de trabajo significan también una carga de consideración para la sociedad. Aún cuando la mayoría de las víctimas reciben indemnización, no son pocas las que requieren de ayuda adicional procedentes de organizaciones hospitalarias, sociedades de beneficencia y otras formas de auxilio. Claro que en el caso de las personas que no cuentan con la protección de las leyes, la necesidad que tiene de ayuda es mayor.

Para terminar, diremos que los patrones tiene que incluir sus costos de accidentes en los precios de venta de sus productos. Por consiguiente, estas desgracias aumentan el precio de casi todos los productos que existen en el mercado.

3.6 MANTENIMIENTO PROPOSITOS Y APLICACIONES

El mantenimiento o conservación adecuado de una fábrica o equipo, es esencial para que haya continuidad en la producción. Un resultado satisfactorio de la operación depende no solo de contar con los locales, equipo, maquinaria, herramientas portátiles, dispositivos de seguridad, etc., en buen estado de trabajo, sino también de que estén conservados de modo que se pueda depender de ellos para no demorar la producción o que se haga necesario detener el trabajo para ejecutar reparaciones.

Una buena administración no busca solo mantener mantener las cosas en condiciones de que puedan servir, sino que prevee su deterioro y establece un sistema de inspección que pueda corregir sus deficiencias lo más pronto posible.

Esto requiere de una íntima integración del departamento de mantenimiento y la inspección de la fábrica. Una conservación de carácter preventivo significa el reponer piezas usadas como tubos, válvulas, etc., antes de que fallen, y cuidar de implantar un programa fijo para lograrlo.

Aún cuando toda la administración sabe bien que una constante y uniforme producción de la calidad necesaria exige que tanto la fábrica como el equipo se encuentren en buen estado de mantenimiento, hay quienes parecen no percatarse de lo valioso que es observar en forma sistemática una política de mantenimiento preventivo. En lugar de ello, se concretan a conservar las porciones de equipo y maquinaria más indispensable en suficiente buen estado para evitar colapsos, creyendo tal vez que este camino les ahorraría gastos. La realidad es que tienen razón los que afirman que a la larga lo más económico, es mantener maquinaria, equipo y herramientas, en máxima capacidad y eficiencia de operación. La forma más económica de operar cualquier máquina, es mantenerla en un estado como si fuese nueva hasta que la caducidad justifique su reposición.

Los procedimientos de inspección de seguridad tienen que ver con el mantenimiento, pero cuando este es preventivo a menudo va más lejos y requiere inspecciones más minuciosas, comprobaciones y reacondicionamientos, que una inspección que solo busca encontrar riesgos y puntos de peligro. Quizá la principal diferencia sea que en el caso de máquinas muy especializadas o complicadas, el inspector debe tener profundos conocimientos en la materia.

En el caso de equipo cuyo fallo puede ser particularmente grave, es necesario observar un alto tipo de mantenimiento, en donde algunas empresas mantienen amplios registros de inspección y renovación de equipo.

Un mantenimiento perfecto de los dispositivos y equipos de los cuales depende la seguridad del obrero, es una necesidad imperiosa. Cualquier administrador o trabajador que se vea tentado a descuidar esto, necesita recordar que el equipo de seguridad constituye la última línea de defensa entre la persona o personas involucradas y el riesgo de que se trate. La negligencia en conservar dicho equipo en una condición perfecta es imperdonable.

Los procedimientos de inspección de seguridad tienen que ver con el mantenimiento, pero cuando este es preventivo a menudo va más lejos y requiere inspecciones más minuciosas, comprobaciones y reacondicionamientos, que una inspección que solo busca encontrar riesgos y puntos de peligro. Quizá la prin-

cipal diferencia sea que en el caso de máquinas muy especializadas o complicadas, el inspector debe tener profundos conocimientos en la materia.

Algunas veces habrá de emplear procedimientos y equipo especial, por ejemplo: Rayos X para descubrir fallos internos en vaciados y soldaduras, así como radiografías para determinar la condición física del metal.

3.6.1 La seguridad en el trabajo de mantenimiento

Es evidente que los encargados de mantenimiento deben ser experimentados mecánicos, alertas y de buen criterio, con capacidad para aprender el funcionamiento de máquinas y procesos nuevos para ellos y bien dispuestos para modificar sus métodos de trabajo para adaptarse a situaciones.

El espíritu de seguridad posee un papel de importancia especial en el renglón de mantenimiento. Aún cuando los trabajos de mantenimiento son de rutina en gran parte (por ejemplo el recubrimiento de una caldera, la reposición de un engrane o el cambio de un motor pesado), las nuevas situaciones son frecuentes, los riesgos numerosos y variados y en cualquier instante pueden surgir urgencias. Esto quiere decir que el adiestramiento de seguridad para los encargados de las tareas de mantenimiento debe ser más amplio que para los trabajadores ocupados de la labor de producción.

Como gran parte del trabajo de mantenimiento y reparación no tiene un carácter reiterativo, es necesario poner énfasis en impartir un detallado conocimiento de los tipos de riesgo y como evitarlos o suministrar una protección adecuada contra los mismos.

Los trabajadores de mantenimiento, especialmente los ajustadores, quienes efectúan trabajos en lo alto, y soldadores, necesitan estar bien preparados en lo que se refiere a la inspección del equipo con el que laboran.

3.7 EDUCACION Y CAPACITACION SOBRE SEGURIDAD INDUSTRIAL

Es de gran importancia tomar en cuenta la educación y capacitación que sobre Seguridad Industrial se imparta a todos los trabajadores que laboran en todo tipo de empresa, para lo cual es necesario concientizar a los dirigentes de la misma. Los beneficios que esto les va a proporcionar tanto en un ámbito de bienestar compartido, como una mejora en las condiciones del trabajador, para de esta manera poder llegar a uno de los fines que nos hemos propuesto dentro del presente trabajo, que es el incremento de la productividad.

3.7.1 Relaciones humanas

Entre el trabajador y la empresa debe haber como base de entendimiento buenas relaciones, no solo para que el trabajador sienta confianza con todo el personal, jefes, compañeros, sino para el éxito de sus labores y para el fomento de la seguridad.

Ligado a la productividad se encuentra el aspecto de las relaciones humanas, donde también cumple una misión importante la seguridad del trabajo. Un programa de relaciones humanas dentro de una empresa tiene que estar vinculado con las condiciones de trabajo, seguridad, higiene y bienestar de los trabajadores, lográndose con esto que el trabajador que labora en un ambiente limpio y seguro, logre producir más y con mejor calidad.

3.8 PROPOSITOS DE LA HIGIENE OCUPACIONAL

La higiene ocupacional estudia la manera de conservar la salud de los trabajadores ocupados en los establecimientos de cualquier actividad económica; ocupa un lugar de gran importancia en todos los sectores ya sean industriales, agrícolas o mineros. La razón de esto se debe a que sus reglas y preceptos obran correcta y eficazmente para proteger el organismo humano contra las condiciones de trabajo o ambientales. Para que la higiene ocupacional resulte práctica, es necesario un control del ambiente y la aplicación de las medidas máximas ya establecidas por la legislación en un gran número de países.

La aplicación que actualmente tiene la seguridad e higiene ocupacional, no debe limitarse solamente al recinto de la fábrica; sino que, debidamente planificada, debe abarcar el campo fuera de la empresa. La higiene ocupacional no solo debe proteger al trabajador contra los contaminantes u operaciones que pueden dañar su organismo, es decir, se debe de evitar que los contaminantes y las consecuencias de las operaciones que se lleven a cabo en una empresa pasen al ambiente exterior del establecimiento y contamine o dañe a las personas que habitan las comunidades vecinas.

Los agentes que pueden dañar el organismo de las personas tanto dentro como fuera del establecimiento se puede clasificar en tres grupos:

- **Agentes químicos:** Estos atacan directamente al organismo y se presentan en forma de sustancias tóxicas y corrosivas, vapores o gases, así como emanaciones líquidas o sólidas.
- **Agentes biológicos:** Son bacterias o virus, entre los que se pueden mencionar un gran número de agentes infecciosos que dan lugar a diversas enfermedades.
- **Agentes físicos:** Comprenden las condiciones de un ambiente dañino, tales como ruido, vibraciones, humedad, temperatura excesiva, variaciones de la presión atmosférica, etc.

Los principales métodos de prevención utilizados en la eliminación o control de los peligros que afectan al organismo son los siguientes:

- Substitución de una sustancia tóxica por una menos tóxica.
- Aislamiento completo de los procesos o tratamiento de resto de ambiente de trabajo, con la protección adecuada y necesaria para los trabajadores que se encuentren dentro de las zonas aisladas.
- Ventilación general.

- Instalación o uso de métodos húmedos para evitar que los contaminantes pasen al ambiente.
- Uso del equipo personal de protección adecuado a las sustancias tóxicas y muy particularmente para el sistema respiratorio.
- Disminución del contacto diario o exposición por medio de periodos cortos de trabajo.

Por lo general se recomienda no usar solo un método aisladamente, sino una combinación adecuada de varios de ellos con el fin de garantizar la protección de los trabajadores desde el punto de vista del ambiente de trabajo.

3.9 CONCEPTOS LEGALES SOBRE SEGURIDAD

En lo que se refiere a aspectos legales nuestras leyes se encargan por medio de algunos artículos de la Constitución de la República Mexicana y por la Ley Federal del Trabajo, de fijar las normas que rigen en materia de riesgos profesionales quedando complementadas estas disposiciones por diversos decretos y reglamentos, entre los que se encuentran: El Reglamento de Higiene del Trabajo, el Reglamento de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo, varios decretos que aprueban los decretos aceptados en las Conferencias Internacionales del Trabajo, etc., y, como punto más importante, el de implantación y reglamentación de los Seguros Sociales obligatorios en toda la república.

Por lo que toca concretamente, a las disposiciones mencionadas en primer término, hay que puntualizar que son las fracciones XIV y XV del Art. 123 Constitucional, las que se refieren a la prevención y reparación de los accidentes de trabajo, teniendo estas disposiciones su reglamentación en el Título Sexto de la Ley Federal del Trabajo.

Sin embargo la Ley Federal del Trabajo tiene muchas lagunas que no han podido llenar los mencionados reglamentos y decretos, al igual que diversas disposiciones que no van de acuerdo con la evolución constante que han tenido las relaciones Obrero-Patronales y la economía nacional. Esta falta de disposiciones

legales ha sido llenada en varias ocasiones por diversas ejecutorias dadas por la H. Suprema Corte de Justicia de la Nación.

Ahora bien, como la Ley y la Suprema Corte han dejado sin reglamentar ciertos aspectos referente a los accidentes y enfermedades de trabajo, en muchas veces necesario que en las empresas industriales se formulen normas para el uso individual de cada una de ellas. Esto sucede, por ejemplo, en el campo de medidas preventivas de seguridad, pues es imposible que los preceptos y sus interpretaciones dados por la mencionada Ley y la Suprema Corte, puedan llenar las necesidades surgidas de las relaciones contractuales de todas y cada una de dichas negociaciones con sus trabajadores.

La Ley Federal del Trabajo define como riesgo profesional en su Art. 284: "*Los accidentes o enfermedades a que están expuestos los trabajadores con motivo de sus labores o en ejercicio de ellas*" (Al hablar de trabajadores, la Ley se refiere a los obreros, empleados, campesinos y domésticos, según lo establece el párrafo introductorio del Art. 123 Constitucional).

Dado el enunciado del artículo anterior, se entiende que la responsabilidad de los riesgos profesionales recae sobre el empresario en todos los casos de que existe una relación de trabajo.

El Art. 285 de la Ley Federal del Trabajo define a los accidentes de trabajo como: "*Toda lesión médico-quirúrgica o perturbación psíquica o funcional, permanente o transitoria, inmediata o posterior, o la muerte producida por la acción repentina de una causa exterior que puede ser medida, sobrevenida durante el trabajo, en ejercicio de este o como consecuencia del mismo y de toda lesión interna determinada por un esfuerzo violento, producido en las mismas circunstancias*".

En lo que se refiere a la responsabilidad que tiene el empresario en los riesgos profesionales que sufren sus trabajadores, la fracción IV del Art.3 de la Ley Federal del Trabajo, impone a los patrones, sin excluir a ninguno, la obligación de cubrir las indemnizaciones por los accidentes y enfermedades profesionales ocurridos a sus trabajadores.

Cuando un trabajador es víctima de un riesgo profesional, quedando imposibilitado; el Art. 295 de la Ley Federal del Trabajo, dice: "*Los patrones tienen la obligación de proporcionar a los trabajadores que sufren un riesgo profesional las siguientes prestaciones.-*

- *Una asistencia médica.*
- *Suministro de medicinas de material de curación.*
- *La indemnización que procede según lo que fija la Ley".*

Referidos al Art. 287 de la Ley Federal del Trabajo los tipos de Incapacidades existentes son los que presentamos a continuación:

1- La muerte.

2- Incapacidad total permanente: Es la pérdida absoluta de facultades o de aptitudes que imposibilitan a un individuo para poder desempeñar cualquier trabajo en el resto de su vida. (Art.288 de la Ley Federal del Trabajo).

3- Incapacidad parcial permanente: Es la disminución de las facultades de un individuo por haber sufrido la pérdida o paralización de algún miembro, órgano o función del cuerpo. (Art. 289 de la Ley Federal del Trabajo).

4- Incapacidad temporal: Es la pérdida de facultades y de aptitudes que imposibilitan parcial o totalmente a un individuo para desempeñar su trabajo por algún tiempo. (Art. 290 de la Ley Federal del Trabajo).

Las únicas causas por las que un empresario puede quedar exento de una enfermedad o accidente ocurrido a cualquiera de sus trabajadores, están enumeradas en el Art. 316 de la Ley Federal del Trabajo siendo las siguientes:

- a) Cuando el trabajador está bajo el efecto de una droga o narcótico, o por encontrarse en estado de embriaguez. En este caso el patrón tendrá la obligación de prestar solamente primeros auxilios.
- b) Cuando deliberadamente el trabajador se ocasiona una incapacidad por él o de acuerdo con otra persona.
- c) Cuando el accidente producto del riesgo, es debido a fuerza mayor extraña al trabajo, siendo esta toda fuerza de naturaleza tal que no tenga relación alguna con el ejercicio de la profesión de que se trate.
- d) Cuando el accidente es resultado de riña o de intento de suicidio.

Además de la Ley Federal del trabajo existen leyes creadas por el Seguro Social, con las aportaciones de los trabajadores, de los patrones y del estado integrándose un capital constitutivo en beneficio del propio trabajador, el cual se le entrega en partidas mensuales que constituyen las pensiones que se le otorgan por incapacidad, por vejez o por muerte, siendo estas últimas entregadas a los familiares.

La Ley del Seguro Social fue publicada en el Diario Oficial de la Federación del 12 de marzo de 1973, ratificando el establecimiento del Instituto Mexicano del Seguro Social organismo público descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, domiciliado en la Cd. de México, D.F. y entró en vigor el 1 de abril de ese año.

Al quedar establecida la obligación de inscripción al IMSS en todas las empresas, quedan cada una de las negociaciones industriales inscritas, según lo dispone el Art.46 de la Ley del Seguro Social, exoneradas de toda la responsabilidad que les fija la Ley Federal del Trabajo en la ocurrencia de una enfermedad de trabajo o un accidente profesional.

La creación del Seguro Social trae para las empresas industriales, la formación de una nueva relación con el Estado, en virtud de la atención de los infortunios que se presentan directa o indirectamente en las mismas, en la

prestación de servicios que hacen incontables trabajadores en favor de esas empresas.

Establecidas por el Art. 123 Constitucional y por la Ley Federal de Trabajo, obligaciones definidas para los empresarios en la formación de cada una de las relaciones de trabajo que se crean entre estos y sus trabajadores, viene a significar el IMSS una forma por la que pueden hacer extinguir sus compromisos en lo que toca a accidentes y enfermedades que les sobrevienen a los trabajadores en la prestación de sus servicios.

Consecuentemente, dicha exoneración de responsabilidad alivia a la empresa de posibles complicaciones futuras, en la formación de todo contrato de trabajo en lo que respecta a accidentes y enfermedades de trabajo, lo que indudablemente redundará, en mayores medios de acción para cualquier empresa que tiene la necesidad de optimizar la fuerza de la mano de obra, además de que le proporcionará una distribución bastante fácil y exacta para los gastos que realice por esos conceptos.

Es sin embargo comprensible, que los gastos que la mayoría de las empresas tienen por concepto por pago de cuotas al IMSS, le resulta de un monto más elevado que el que le representaría el asumir personalmente ellas la responsabilidad por tales conceptos; quedando fuera de esta idea, aquellas empresas que no poseen medios económicos considerables, a las que les sería más grave el tener que soportar la totalidad de dicha carga económica.

A la vez, la prestación monetaria para el mismo trabajador o sus dependientes económicos, reviste una garantía real de indemnización y, aún cuando el monto de estas indemnizaciones viene a ser en muchos casos inferior al que correspondería al que sí se les hubiera indemnizado de acuerdo con lo establecido por la Ley Federal del Trabajo, tiene en cambio, la realización de una prestación efectiva, eluida en el campo de la realidad por un número considerable de empresarios.

ORGANIZACION DEL TRABAJO

4.1 ESTUDIO DEL TRABAJO

Se entiende por estudio del trabajo ciertas técnicas, y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras. Básicamente los objetivos del estudio del trabajo son: **Determinar el método con el que un individuo realiza una tarea y determinar cuanto tiempo le llevará hacerla.**

El estudio del trabajo se emplea por tanto, especialmente en función de la productividad, puesto que sirve para obtener una producción mayor a partir de una cantidad de recursos dada, sin intervenir mayores capitales salvo quizás un pequeño monto adicional.

Hasta los cincuentas el estudio del trabajo fue conocido como de tiempos y movimientos; el primer objetivo es ahora conocido como estudio de métodos y el segundo como medición del trabajo, hasta ahora ha habido muy pequeños cambios en las técnicas básicas involucradas.

El estudio del trabajo, por lo tanto, consta de dos técnicas que se complementan; el estudio de métodos y la medición del trabajo.

4.2. EL ESTUDIO DE METODOS

El estudio de métodos es el registro crítico sistemático de los métodos existentes y proyectados para llevar a cabo un trabajo como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces para reducir los costos.

ESTUDIO DE METODOS
para mejorar los métodos de producción

Seleccionar

el trabajo cuyo estudio pueda originar ventajas económicas
Definir el alcance del estudio

Registrar

Para la disposición de los locales mediante

Gráficos

Otros medios

Cursograma sinóptico
Cursograma analítico - del operario - del material
Actividades múltiples
Traectoria
Diagrama de recorrido
Diagrama de hilos
Modelos

en el lugar del trabajo por medio de

Gráficos

Otros medios

Diagrama bimanual
Simograma
Actividades múltiples
Ciclograma
Cronociclograma
Análisis cinematográfico
Memofotografía

Examinar críticamente

Poner a prueba

PROPOSITO LUGAR SUCESION PERSONA MEDIOS

Buscar alternativas

Buscar orientaciones

Eliminar

Combinar o cambiar

Simplificar

Idear

un proyecto de método mejorado

Examinar nuevamente

el proyecto para establecer

el mejor método en las circunstancias del caso

Planificación y control
Manipulación
Ambiente y condiciones de trabajo
Disposición de los locales

Auxiliares mecánicos
Controles manuales e instrumentos visuales
Modelos de maquinaria
Plantillas y dispositivos de fijación
Condiciones de trabajo locales

Definir

proceso o procedimiento - disposición - equipo - materiales
calidad - instrucción - condiciones de trabajo

Implantar

el método perfeccionado
planear - disponer - aplicar

Mantener en uso

Comprobar a intervalos regulares si se utiliza el método perfeccionado definido.

para conseguir mejor disposición de las fábricas y lugares de trabajo.
mejor diseño del equipo
mejores condiciones de trabajo,
reducción de la fatiga
obteniendo así mayor utilización del material de las instalaciones, del equipo y de la mano de obra

MAYOR PRODUCTIVIDAD

Los fines del estudio de métodos son:

- Mejorar los procesos y procedimientos.
- Mejorar la disposición de la fábrica, taller, y lugar de trabajo, así como los modelos de máquinas e instalaciones.
- Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria.
- Mejorar la utilización de materiales, máquinas y mano de obra.
- Crear mejores condiciones de trabajo.

En general el estudio de métodos es la técnica principal para reducir la cantidad de trabajo, principalmente al eliminar movimientos innecesarios del material o de los operarios y sustituir métodos malos por buenos.

Existen varias técnicas apropiadas para el estudio de métodos que nos sirven para resolver problemas de todas las categorías, desde la disposición general de la fábrica hasta los menores movimientos del operario en los trabajos repetitivos. En todos los casos, el procedimiento es fundamentalmente el mismo y debe seguirse meticulosamente.

A pesar de los avances relativamente pequeños en la ergonomía, los datos ergonómicos han basado su camino en los estudios de métodos hechos por los ingenieros.

4.3 LA MEDICION DEL TRABAJO

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

USOS DE LA MEDICIÓN DEL TRABAJO:

En general la medición del trabajo sirve para investigar, reducir y finalmente eliminar (mediante la fijación de tiempos estandar de ejecución del trabajo) el tiempo improductivo, es decir el tiempo durante el cual no se ejecuta trabajo eficaz, por cualquier causa que sea.

Revelar la existencia y las causas del tiempo improductivo es importante, pero posiblemente sea menos, a la larga, que fijar tiempos estandar acertados, puesto que estos se mantendrán mientras continúe el trabajo a que se refieren y deberán hacer notar todo el tiempo improductivo o trabajo adicional que aparezca después de fijadas tales pautas.

En el proceso de fijación de las normas quizá sea necesario emplear la medición del trabajo:

- Comparar la eficacia de varios métodos; en igualdad de condiciones, el mejor método será el que lleve menos tiempo.
- Repartir el trabajo dentro de los equipos con ayuda de diagramas de actividades múltiples para que, en lo posible, le toque a cada cual una tarea que lleve el mismo tiempo.
- Determinar, mediante diagramas de actividades múltiples, operario y máquina, el número de máquinas que puede atender un operario.

Una vez fijados, los tiempos estandar pueden ser utilizados para:

- Obtener información en que basar el programa de producción incluidos datos.
- Sobre el equipo y la mano de obra que se necesitarán para cumplir el plan de trabajo y aprovechar la capacidad de producción.

- Obtener información en que basar presupuestos de ofertas, precios de venta y plazos de entrega.
- Fijar normas sobre uso de la maquinaria y desempeño de la mano de obra que puedan ser utilizadas con cualquiera de los fines que anteceden y como base de sistemas de incentivo.
- Obtener información que permita controlar los costos de mano de obra y fijar y mantener costos regulares.

Se ve pues, que la medición del trabajo proporciona la información básica necesaria para llegar a organizar y controlar las actividades de la empresa en que interviene el factor tiempo.

Las principales técnicas que se emplean en la medición del trabajo son las siguientes:

- Estudio de tiempos.
- Muestreo de actividades, conversión, y muestreo de actividades valoradas.
- Síntesis de los datos tipo.
- Sistemas de tiempos predeterminados de los movimientos.
- Evaluación.
- Evaluación analítica.
- Evaluación comparativa.

Actualmente, para hacer la medición del trabajo, la mayoría de las industrias utilizan la técnica del estudio de tiempos o la técnica de los sistemas de tiempos predeterminados de los movimientos.

En la técnica del estudio de tiempos, el tiempo necesario para completar unidades de trabajo es medido por un observador con un cronómetro, quién además evalúa la rapidéz y el esfuerzo puesto en el trabajo por el operario.

Por lo común, una vez elegido el trabajo que se va a analizar, el estudio de tiempos suele constar de las ocho etapas siguientes:

- 1) Obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea, del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.
- 2) Registrar na descripción completa del método descomponiendo la operación en elementos
- 3) Examinar ese desglose para verificar si se están utilizando los mejores métodos .
- 4) Medir el tiempo con un instrumento apropiado, generalmente un cronómetro y registrar el tiempo invertido en llevar a cabo cada elemento de la operación.
- 5) Evaluar simultaneamente la velocidad del trabajo efectiva del operario por correlación con la idea que tenga el analista de lo que debe ser el ritmo tipo.
- 6) Convertir los tiempos observados en tiempos básicos.
- 7) Determinar los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación.
- 8) Determinar el tiempo estandar propio de la operación.

El propósito de la evaluación es el de reducir, subjetivamente, todos los bajos desempeños a nivel general, lo cual es conocido como normalización.

$$\text{Tiempo Básico} = \text{Tiempo Observado} * (\text{Eval. Velocidad} / 100.)$$

4.4 EL TRABAJO Y LOS PROGRAMAS DE DESCANSO

Frecuentemente es pasado por alto que el descanso es una parte integral del trabajo, y que si no es dado un descanso suficiente, o si es dado en el tiempo inadecuado, el individuo estará frecuentemente fatigado, lo cual acarréa accidentes de trabajo, afectará la producción y la calidad del trabajo.

Los descansos durante el trabajo, así como las pausas de estas son por consecuencia indispensables para el organismo y mantenimiento de la capacidad del trabajo.

Los descansos son necesarios al igual que en los trabajos físico, en los trabajo que solicitan la actividad del sistema nervioso, como es el caso de los trabajos que exigen una concentración de la mente, velocidad de los dedos, esfuerzos de los sentidos, etc.

A través del tiempo se ha podido observar que las operaciones que se repiten a gran velocidad ponen al sistema nervioso en gran actividad, por lo que se requieren pausas o descansos más frecuentemente que para otro tipo de trabajos.

En algunos casos las pausas son automáticas como es el caso de los períodos de espera, por lo que los descansos programados pueden ser más espaciados.

4.5 IMPORTANCIA DE LA VARIABILIDAD DEL OPERADOR EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

Cuando un número de operarios trabajan simultáneamente en una línea de producción, pasando trabajo de uno al próximo, se trata de hacer un balance del tiempo promedio del contenido del trabajo en cada una de las estaciones a lo largo de la línea. Como cada operario muestra variabilidad en una u otra parte

de este tiempo promedio, es recomendado tener un número de piezas almacenadas, que absorban la variabilidad del ciclo de tiempo; en caso que no se cuente con esta reserva, se puede dar el caso que un operario este en la fase larga de su ciclo, mientras que los operarios que le siguen pueden estar en una fase corta, por lo que el segundo operario tendrá que esperar hasta que el primero haya terminado.

Cuando las componentes son pequeñas o de fácil elaboración, es fácil calcular el número de piezas que se deben tener almacenadas como amortiguadoras de tiempo, cuando la desviación estándar de los ciclos de tiempo de los dos operarios es conocida; pero cuando el producto es grande o de proceso de elaboración complicado, es necesario requerir a la simulación en la computadora para determinar la dimensión óptima económica del amortiguador.

Ninguna simulación de una línea de producción puede estar completa, hasta que la variabilidad de los operarios involucrados sea considerada.

La simulación por computadora implica adoptar un modelo "*Montecarlo o Random*" a un operario humano, y aunque de ninguna manera un operario se puede considerar como "*Random*"; hay como evidencia que los ciclos de tiempo largos y cortos son básicos, por lo que la simulación por computadora nos ayuda a dar una aproximación cercana, siendo esto hasta el momento la forma más avanzada y certera de aproximarnos a la realidad.

V

DISEÑO DE SISTEMAS ERGONOMICOS

5.1 ASPECTOS GENERALES EN EL DISEÑO DE SISTEMAS ERGONOMICOS

Se puede definir el diseño como la actividad de innovación tecnológica y creativa que se ocupa de la creación y/o remodelación de un producto, o un grupo de ellos, los cuales van a servir de alguna u otra manera al usuario.

Para la realización de algún diseño también se debe de tomar en cuenta el proceso de fabricación, el cual debe de ser lo más sencillo posible.

Un sistema ergonómico lo podemos definir como la realización de una serie de medidas que tienen como fin, tener una mejora en un producto o proceso determinado, ya sea para el trabajador que esta desempeñando su labor en un cierto proceso, o para aquellas personas que están utilizando algún producto.

Para poder utilizar la ergonomía en el diseño de productos y procesos, necesitamos en primer término, conocer los requerimientos ergonómicos de los mismo, una vez que estos requerimientos han sido debidamente analizados procedemos a aplicar las medidas ergonómicas pertinentes.

5.2 APLICACION DE LA ERGONOMIA EN EL DISEÑO DE UN PRODUCTO

La utilización de la ergonomía en el diseño de nuestro producto, tiene como objetivo, llegar a realizar mejoras generales en los asientos utilizados en las lanchas rápidas. se plantea la necesidad de corregir problemas que se presentan generalmente en este tipo de lanchas aplicando un sistema de amortiguamiento en los asientos.

Los principales problemas que se presentan en este tipo de asientos son:

- Inseguridad
- Incomodidad
- Rigidez

Estos problemas hacen que se presenten en el usuario lastimaduras corporales (columna vertebral, pelvis, cintura, etc.) las cuales son ocasionadas generalmente por el golpeo que existe entre el individuo y el asiento, por no existir sistemas de amortiguamiento. Cabe mencionar que en la actualidad no existe ningún sistema como el que se plantea en este caso.

5.2.1 Descripción del sistema propuesto

Dentro de las características principales del diseño propuesto, se tiene :

Un sistema de amortiguamiento integrado a los asientos de las lanchas rápidas. Este sistema está constituido básicamente por cuatro sistemas independientes que tienen como fin absorber la energía en cualquier punto del asiento, causada por el constante movimiento vertical (fuerzas encontradas), que se presentan en este tipo de lanchas.

Cada sistema está constituido por :

- **Un resorte:** Este se utilizará para absorber la energía, lo cual se logra mediante la compresión de este, esta energía mecánica no se transforma en otros tipos de energía como calor o sonido, en este caso la energía absorbida volverá a ser liberada en forma de energía mecánica.
- **Un amortiguador:** Esta retrasará la liberación de la energía que absorbe el resorte, logrando la estabilidad del sistema en un tiempo menor.

- **Sujetador (amortiguador-resorte):** Se utilizará uno en cada extremo del amortiguador, teniendo como finalidad la integración del resorte con el amortiguador, para que estos logren trabajar como un sistema amortiguado.
- **Sujetador (amortiguador-asiento):** Se utilizará en cada extremo del amortiguador, sirviendo para fijar el sistema de amortiguamiento al asiento de la lancha y al piso de la misma. Para fijar este sistema se utilizan tornillos de 5/16 " con sus respectivas tuercas y rondanas de presión (cuatro por cada placa).
- **Perno sujetador:** Sirve para sujetar el amortiguador a las bases del asiento y del piso, este perno deberá tener un orificio en cada extremo, en donde se colocarán unas grapas, evitando con esto que el perno salga de su posición de trabajo.

Debido a la forma de sujetar el amortiguador a los extremos, podrían presentarse desplazamientos laterales, para lo cual se colocarán los sistemas de amortiguamiento no alineados (encontrados), como se podrá ver en los planos.

5.2.2 Materiales utilizados en la construcción del asiento:

- a) Vinil
- b) Hule espuma
- c) Fibra de vidrio
- d) Amortiguador
- e) Sujetador amortiguador-resorte - (Acero 1045)
- f) Sujetador amortiguador-asiento - (Acero 1045)
- g) Perno - (Acero 1060)

- h) Tornillo y tuerca - (Acero al carbono, porcentaje carbono 0.10-0.20)
- i) Rondana de presión - (Acero al carbono, porcentaje carbono 0.10-0.20)
- j) Resorte helicoidal - (Acero al carbono, aleado al cromo vanadio con las siguientes especificaciones:

UNS G61500, AISI 6150, ASTM 23141, es de un uso más extenso en aplicaciones que implican esfuerzos elevados y donde se necesita resistencia a la fatiga y alta durabilidad. Existen dos tipos de enrollado para los resortes helicoidales, en frío y en caliente.

En este caso se utilizará trabajo en frío debido a que se aplica a materiales de especificaciones como las anteriormente descritas y en diámetros de alambre de 0.005" a 0.625".

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE RESORTES HELICOIDALES:

Antes de ver las características generales de este tipo de resortes veamos en general lo que es un resorte y sus aplicaciones.

Los resortes mecánicos se utilizan en las máquinas o accesorios con el objeto de ejercer fuerzas, proporcionar flexibilidad y almacenar o absorber energía. En general pueden clasificarse como de alambre, planos, o con formas especiales, teniéndose variaciones en estas divisiones. Los de alambre incluyen a los helicoidales, sean de alambre de sección circular o cuadrada, y se fabrican con el fin de resistir cargas de tensión, compresión o torsión.²

En los resortes helicoidales se presentan esfuerzos cortantes por curvatura, los cuales se concentran en la parte interna del resorte. El uso de una sección

² Shigley, Joseph E., Diseño en ingeniería mecánica, Mc. Graw Hill. p.p. 467.

rectangular o cuadrada no es recomendable para resortes, a menos que las limitaciones de espacio lo hagan necesario. Las formas de alambre especiales no se fabrican en cantidades tan grandes como las de redondo y carecen de la fuerza y resistencia de los resortes de alambre de sección circular.

En la actualidad se dispone de muy diversos materiales para el diseño de resortes, inclusive los aceros al carbono simples, aleados y resistentes a la corrosión, así como materiales no ferrosos, como bronce fosforado, latón para resortes, cobre-berilio y diversas aleaciones de níquel.

Los materiales pueden compararse analizando sus resistencias a la tensión, que varían en gran escala dependiendo del tamaño del alambre y, en menor grado, según la clase de material y la resistencia a la tensión.

Las variaciones en el diámetro del alambre y de las espiras de un resorte influyen en el esfuerzo y la constante del resorte.

Cuando se requiere diseñar un nuevo resorte para cualquier uso, deben de considerarse los siguientes puntos:

- El espacio en el que debe adaptarse y operar
- Valor de las fuerzas y deflexiones que se produzcan
- Precisión y confiabilidad necesaria
- Tolerancias y variaciones permisibles
- Condiciones ambientales
- Costo
- Necesidades, expectativas o deseos que deben satisfacerse

La persona que diseñara este tipo de resortes, tomarán en cuenta estos factores para determinar los valores adecuados para el tamaño del alambre, el número de espiras, el diámetro y la longitud libre, el tipo de extremos, y el módulo del resorte necesarios para satisfacer los requisitos de fuerza y alargamiento de trabajo.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL AMORTIGUADOR:

El amortiguador sirve para reducir las amplitudes de la vibración, es decir, para amortiguar las vibraciones, lo cual se logra debido a que la fricción se opone al movimiento en el sentido opuesto a la velocidad.

La fricción puede presentarse como la resistencia viscosa de los fluidos, como la resistencia deslizante de los materiales secos en contacto, o como la resistencia interna al corte del flujo plástico de materiales. El material que se utilizó para el sistema propuesto, es un dispositivo que emplea la resistencia friccional de los fluidos para amortiguar las vibraciones.

Este amortiguador fue agregado al sistema con el fin de introducir amortiguamiento hidráulico, mediante la resistencia de un fluido, esta resistencia es proporcional a la velocidad de la masa M y de signo contrario a la velocidad.

En consecuencia la fuerza de amortiguamiento es

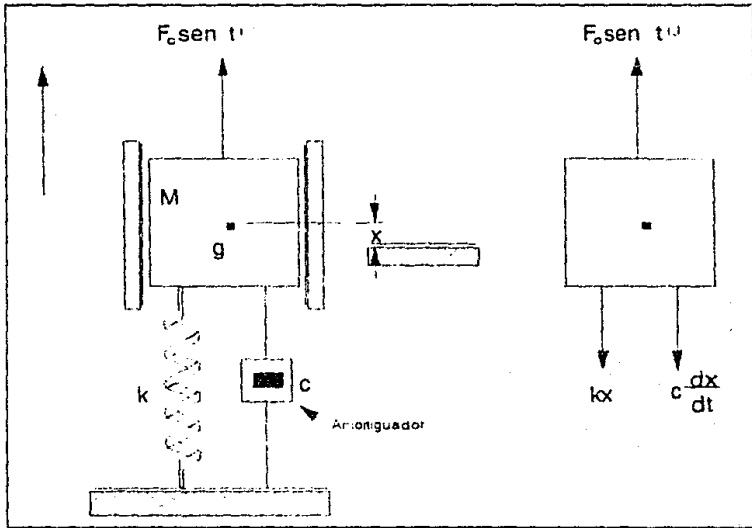
$$- cV = - c \, dx/dt$$

en donde c es la constante de proporcionalidad.

El amortiguador también influye en la transmisibilidad, ya que tanto el resorte como el amortiguador están unidos a la cimentación, provocándose con esto una transmisión de cargas.

La fuerza del resorte es Kx y la del amortiguador es $cV = c \, dx/dt$, por lo tanto la resultante de las dos fuerzas es

$$F = Kc + c \, dx/dt$$



Los aislantes comerciales de hule y otros materiales no metálicos ofrecen mayores cantidades de amortiguamiento.

Cabe mencionar que el amortiguador utilizado ya existe en el mercado, por lo que no va a ser necesario su cálculo ni fabricación.

5.2.3 Cálculos

Cálculo del resorte utilizado en el sistema de amortiguamiento.

Considerando que tenemos una persona de peso standard de 80 Kg y estimando que el peso del asiento es de 15 Kg tenemos un peso total de 95 Kg. Utilizando un factor de seguridad del 20%, obtenemos que el peso que se utilizará en los cálculos correspondientes será de 115 Kg.

$$F = m * a \dots\dots\dots (1)$$

En donde:

- F = fuerza [N]
- m = masa [Kg]
- a = aceleración grav. [m/s²]

$$F = 115 \text{ [Kg]} * 9.81 \text{ [m/s}^2\text{]} \dots\dots\dots (2)$$

$$F = 2256.3 \text{ [N]}$$

Como tenemos cuatro resortes, entonces:

$$F = 2256.3 / 4$$

$$F = 564.07 \text{ [N]} \dots\dots\dots \text{Fuerza ejercida en cada resorte.}$$

Considerando los diámetros siguientes obtenemos que:

$$D = .04 \text{ [m]} \dots\dots\dots \text{(diámetro del resorte)}$$

$$d = .004 \text{ [m]} = 5/32 \text{ ''} \dots\dots\dots \text{(diámetro del alambre)}$$

Estos diámetros se estimaron de acuerdo a los existentes en el mercado nacional.

Índice del resorte C.

$$C = D / d \dots\dots\dots (2)$$

$C = 0.4/0.04 \dots\dots\dots$ Considerando que el rango del índice

$C = 10 \dots\dots\dots$ del resorte debe de estar entre: $6 < C < 12$

Calculando el esfuerzo de torsión t.

$$t = K (8 * F * D) / (\pi * d^3) \dots\dots\dots (3)$$

donde:

$$K = [(4C - 1) / (4C - 4)] + (0.615 / C) \dots\dots (4)$$

si $C = 10$, tenemos:

$$K = [(4 * 10) - 1] / [(4 * 10) - 4] + (0.615 / 10)$$

$$K = 1.14483$$

Sustituyendo en (3):

$$t = 1.14483 (8 * 564.7 * 0.04) ; (\pi * 0.004^3)$$

$$t = 1,027'765,737 \text{ [Pa]}$$

$$t = 1,027.765737 \text{ [MPa]}$$

Deflexión del resorte y.

$$y = (8 * F * D^3 * N) / (d^4 * G) \dots\dots\dots (5)$$

De tablas se obtiene un módulo de rigidez G.

$$G = 73.1 * 10^9 \dots\dots\dots (\text{anexo 1})$$

sustituyendo:

$$y = (8 * 564.07 * 0.04^3 * 8) / (0.004^4 * 73.1 * 10^9)$$

$$y = 0.1234 \text{ [m]}$$

$$y = 12.34 \text{ [cm]}$$

Como utilizamos resorte con extremos aplandados y cerrados sabemos que $N_d = 2$, y considerando que:

$$N = N_t * N_d \dots\dots\dots (6)$$

Donde

N = Número de espiras activas.

N_t = Número total de espiras.

N_d = Número espiras inactivas.

$$N = 10 - 2$$

$$\boxed{N = 8} \dots \dots \text{(número de espiras activas)}$$

Ahora calculamos la longitud cerrada del resorte L_c

$$\boxed{L_c = N * d} \dots \dots \dots (7)$$

$$L_c = 10 * 0.004$$

$$L_c = 0.04 \text{ [m]}$$

$$\boxed{L_c = 4 \text{ [cm]}}$$

Longitud total del resorte L_t .

$$\boxed{L_t = y + L_c} \dots \dots \dots (8)$$

$$L_t = 12.34\text{cm} + 4\text{cm}$$

$$\boxed{L_t = 16.34 \text{ [cm]}}$$

Rango de resorteo R.

$$R = (d^4 * G) / (8 * D^3 * N) \dots\dots\dots (9)$$

$$R = (0.0044 * 73.1 * 10^9) / (8 * 0.04^3 * 8)$$

$$R = 4568.75 \text{ [N/m]}$$

Esfuerzo a la fluencia Sut.

$$Sut = A / d^m \dots\dots\dots (10)$$

Obteniendo A y m del anexo 2:

$$Sut = 2000 / (0.004^{1.67})$$

$$Sut = 5029.05 \text{ [MPa]}$$

Esfuerzo al Corte Ssy

$$Ssy = 0.577 * Sut \dots\dots\dots (11)$$

$$Ssy = 0.577 * 5029.05$$

$$Ssy = 2901 \text{ [MPa]}$$

Como $S_{sy} > t$

$$2901 \text{ [MPa]} > 1,027.76 \text{ [MPa]}$$

Por lo tanto si se puede utilizar el material escogido.

(Acero ASTM 23141)

Calculando la fuerza maxima F_{max} .

$$F_{max} = (S_{sy} * \pi * d^3) / (8 * K_s * D) \dots\dots\dots (12)$$

Donde

$$K_s = 1 + (0.5 / C) \dots\dots\dots (13)$$

$$K_s = 1 + 0.5 / 10$$

$$K_s = 1.05$$

Sustituyendo:

$$F_{max} = (2901 * 10^6 * \pi * 0.004^3) / (8 * 1.05 * 0.04)$$

$$F_{max} = 1735.95 \text{ [Kg]}$$

Paso del resorte P.

$$P = (L - 2d) / N \dots\dots\dots (14)$$

$$P = (16.34 - (2 * 0.04)) / 8$$

$$P = 2.0325 \text{ [cm]}$$

Cálculo de tolerancias del resorte.

- Tolerancia en el diámetro exterior.

| D | d | Spring index (D/d) | Tolerancia de tablas | [mm] usar |
|----------|-----------|--------------------|----------------------|------------|
| 0.04 [m] | 0.004 [m] | 10 | ± 0.023 " | ± 0.58 |

Se utilizo el anexo 3

$$\text{Tolerancia en el diámetro exterior} = 4 + 0.058 \text{ cm}$$

- Tolerancia en longitud libre.

| Long libre [mm] | Long activa [mm] | Espiras activas | Espiras activas / [mm] | Usar | Tolerancia [mm/mm] tablas | Tolerancia en [mm] |
|-----------------|------------------|-----------------|------------------------|------|---------------------------|--------------------|
| 163.4 | 155.4 | 8 | 0.05148 | 0.04 | 0.016 | 2.6144 |

Formulas utilizadas:

Longitud activa L1 a

$$La = \text{long libre} * 2d$$

$$La = 163.4 \text{ mm} * 2(4 \text{ mm})$$

$$La = 155.4 \text{ [mm]}$$

Espiras activas por milímetro:

$$E/\text{mm} = \text{esp act} / La$$

$$E/\text{mm} = 8 / 155.4$$

$$E/\text{mm} = 0.05148$$

Tolerancia en milímetros

$$T_{\text{mm}} = (\text{Tol mm/mm}) * (\text{Longitud libre})$$

$$T_{\text{mm}} = (0.016) * (163.4 \text{ [mm]})$$

$$T_{\text{mm}} = 2.6144 \text{ [mm]}$$

$$\text{Tolerancia en longitud libre} = 16.34 \pm 0.216 \text{ cm.}$$

Dado que los cálculos fueron realizados para un peso promedio en las personas de 80 Kg., a continuación se presentará una tabla en la cual se indica la deflexión que se va a presentar para personas de menor peso.

| Peso [Kg] | Fuerza [N] | Fuerza/Resorte | Deflexión [cm] |
|-----------|------------|----------------|----------------|
| 40 | 941.76 | 235.44 | 5.10 |
| 50 | 1177.20 | 294.25 | 6.40 |
| 60 | 1412.64 | 353.16 | 7.70 |
| 70 | 1648.08 | 412.02 | 9.01 |

5.2.4 Estimación de costos

A continuación se presenta el costo unitario de cada una de las piezas que se utilizarán para la construcción del sistema, obteniendo con esto el costo total del mismo, y la relación que tendrá con el costo total de las lanchas con las características especificadas.

1) Sujetador amortiguador-resorte (acero 1045)

Costo de maquinado \$ 2,500.00 c/u

Costo del material \$ 4,446.00 kg.

Costo por corte \$ 2,110.00 p/c

Estimando 75 gr. por pieza,

el costo unitario total será: \$ 4,943.45

2) Sujetador amortiguador-asiento (acero 1045)

Costo de maquinado \$ 8,500.00 c/u

Costo del material \$ 4,446.00 Kg.

Costo por corte \$ 2,110.00 p/c

Estimando 350 gr. por pieza,

el costo unitario total será: \$ 12,166.10

3) Perno sujetador (acero 1060)

Costo de maquinado \$ 1,000.00 c/u

Costo de material \$ 600.00 p/pza.

El costo unitario total será: \$ 1,600.00

4) Tornillos, tuercas y rondanas

Costo unitario del tornillo \$ 100.00

Costo unitario de la tuerca \$ 50.00

Costo unitario de la rondana \$ 25.00

5) Costo resorte

Costo por resorte \$ 3,314.56

6) Costo amortiguador

Costo por amortiguador \$ 40,250.00

7) Chavetas (acero recocido)

Costo por unidad\$ 73.00

8) Costo ensamble del sistema

Costo de ensamble por pieza \$ 1,730.00

Los costos fueron presupuestados para 100 unidades, exepctuando el costo del amortiguador.

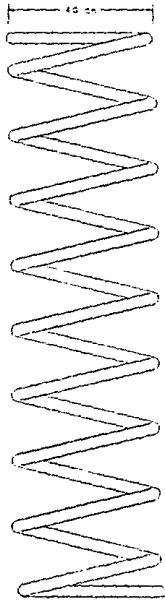
Costo total del sistema.-

| | |
|--|--------------|
| Sujetador amortiguador-resorte (2 pzas.) | \$ 9,886.90 |
| Sujetador amortiguador-asiento (2 pzas.) | \$ 24,332.20 |
| Perno sujetador (2 pzas.) | \$ 3,200.00 |
| Tornillo (8 pzas.) | \$ 800.00 |
| Tuerca (8 pzas.) | \$ 400.00 |
| Rondana (8 pzas.) | \$ 200.00 |
| Resorte (1 pza.) | \$ 3,314.56 |
| Amortiguador (1 pza.) | \$ 40,250.00 |
| Chaveta (2 pzas.) | \$ 146.00 |
| Costo ensamble | \$ 1,730.00 |

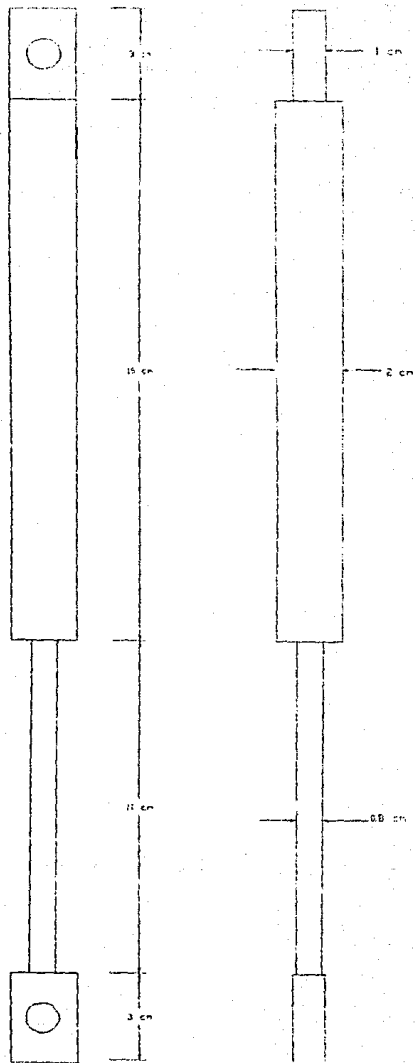
| | |
|--------------------|---------------------|
| COSTO TOTAL | \$ 84,239.66 |
|--------------------|---------------------|

Considerando que cada asiento consta de cuatro sistemas de amortiguamiento, y que se aplicaran a cuatro asientos de la lancha, nos da un costo total de \$ 1'348,154.56 y estimando un costo estandar por lancha de \$ 78'123,245.17 obtenemos que el costo de nuestro sistema representa unicamente el 1.72 % del costo total de la misma, por lo que el costo del sistema no es significativo.

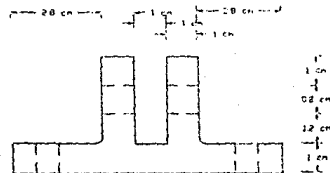
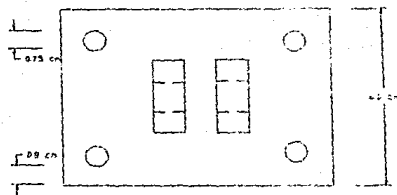
5.2.5 Planos del diseño propuesto.



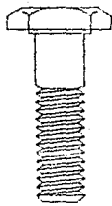
| | |
|----------|------------------------------|
| Acab. en | Aleación al cromo vanadio |
| RESORTE | |



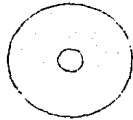
1000 cm 1000 cm 1000 cm 1000 cm
 ANDRÉ TIGUADOR



| | |
|----------------|--|
| Acab: en | Acero 1045 |
| Su: tornadores | con tornador espeso americano y resorte |

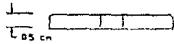


Acab: ca | tornillo comercial
TORNILLO



4 cm

0.5 cm

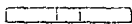


0.5 cm



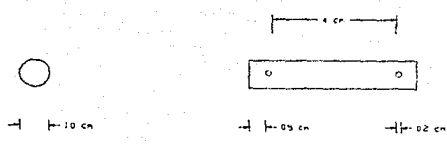
4 cm

2 cm

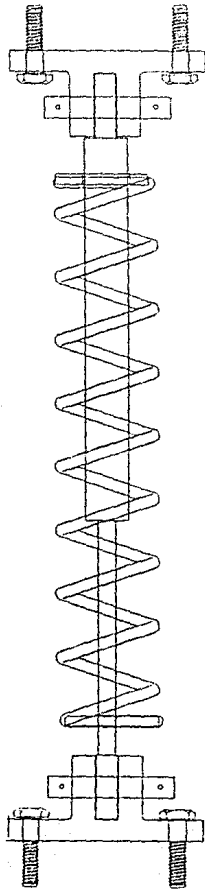


0.5 cm

| | |
|-----------|---|
| Acab: en | Acero suave templado recocido |
| Suavizado | sin ligadura o solda análisis de resistencia |



| | |
|----------|-----------------|
| Material | Acero 1060 |
| Parte | Perno Sujetador |



| | |
|-------------------|---------|
| Modelo | sistema |
| SISTEMA INTEGRADO | |

5.2.6 Justificación del diseño.

Se convino diseñar este sistema de amortiguamiento debido a que en la actualidad no existe ningún sistema similar disponible en el mercado, por lo cual tendría un mercado potencial elevado.

Dentro de las principales ventajas que tiene este sistema son :

- Aplicable en todo tipo de asientos, sin tener que modificar su diseño original.
- No se necesitan adaptaciones sofisticadas.
- El sistema no altera la armonía visual de las lanchas, dado que va cubierto y no es visible para el usuario.
- No se requiere de mantenimiento periódico.
- No es significativo el precio del sistema en relación con el precio de la lancha.
- El sistema hace más placentero el viaje al ocupante.

CONCLUSIONES

A través de la presente tesis hemos querido dar una perspectiva general de lo que la ergonomía como tal, puede ayudar al trabajador a desempeñar sus labores, así como consientizar al industrial de la importancia del confort de sus trabajadores. Proponemos tomar al hombre como el elemento básico y principal en la productividad industrial y tomando esto en consideración, adecuar las estaciones de trabajo a las necesidades ergonómicas del individuo tomando en cuenta las capacidades y limitaciones de estos. De esta manera podemos lograr la máxima eficiencia en un sistema productivo.

Podemos decir que con la ergonomía se puede elevar la productividad, sin la necesidad de hacer grandes inversiones de capital, esta forma de incrementar la productividad, es sumamente atractiva para el industrial y al mismo tiempo beneficiara al trabajador, ya que este se desenvolverá en un medio de trabajo óptimo, abarcando aspectos como medio ambiente, temperatura, colores, maquinas y herramienta, controles y paneles, ruido, asientos, etc. con estas medidas el trabajador sufrira menos fatiga, tanto física como psíquica, dandose con esto una disminución en problemas que se presentan a largo plazo, como pérdida de la vista, problemas auditivos, de columna vertebral, etc..

En lo que se refiere al diseño de procesos podemos involucrar la ergonomía pra eliminar los problemas más comunes en los procesos productivos, lo cual se logrará dotando al trabajador de las harremientas, equipos y controles adecuados con los que eliminarán los tiempos ociosos.

La importancia de la interrelación de las estaciones de trabajo como pequeños subsistemas así como la relación que existe hombre-máquina, conyevará a un mejoramiento del sistema productivo.

En lo que se refiere a las técnicas ergonómicas aplicadas a los productos, el que obtendrá el beneficio será el propio consumidor, el cual, aunque algunas veces no se percate del diseño ergonómico que está utilizando, si se dará cuen-

ta que el producto cumple con las características necesarias para satisfacer su función de una forma agradable y en muchos casos confortable.

BIBLIOGRAFIA

- Producción
Hopeman R.J, Ed. Continental S.A. de C.V.
1982, 8ª Edición.
- Manual de la Ingeniería de la Producción Industria,
Maynard H.B., Ed. Reverté S.A.
Barcelona, España.. Tomo I
- El Lado Humano en la Prevencion de Accidentes
Margolis L. Bruce & Kroes H. William
Ed. El Manual Moderno S.A.
México, 1979.
- Ergonomia
Mc. Cornick J. Ernest, Ed. Gustavo Gili S.A.
Barcelona, España, 1980.
- Introduccion al Estudio del Trabajo
Oficina Internacional del Trabajo
Ginebra, Suiza.
- Manual de Seguridad Industrial
Handley Willlam, Ed. Mc. Graw Hill
México, 1980.
- Los Riesgos de Trabajo
Kaye J. Dionisio, Ed. Trillas
México, 1985.

- **Ingeniería Industrial**
Nivel Benjamin W., Representaciones y Servicios de Ingeniería
México, 1980.
- **Seguridad Industrial**
Blake Ronald P., Ed. Planeta
México, 1984.
- **Seguridad Industrial**
Congreso Mundial de Prevención de los Riesgos Profesionales
Publicaciones I.M.S.S., 1986.
- **La Ergonomía y el Rendimiento en el Trabajo Industrial**
Ramos Marroquin Pedro, Tesis U.N.A.M.
- **Manual de Mantenimiento Industrial**
Rosaller C. Robert, Ed. Labor S.A.
Barcelona, España.
- **Ergonomía.**
Lecturas en Materia de Seguridad Social
Publicaciones I.M.S.S., 1985.
- **Revista Mexicana Del Trabajo**
Secretaria del Trabajo y Prevision Social
México, 1971.
- **Ergonomía. Una Disciplina que Ayuda a Generar un Bienestar Compartido**
Vazquez Yamallel P. Novella G. Roberto
Tesis, U.N.A.M.
- **Guías para las Comisiones Mixtas de Seguridad e Higiene de los Centros de Trabajo.** Publicaciones I.M.S.S., S.T.P.S.

- Control, Contabilidad y Auditoria de la Repercusion Industrial de los Accidentes y Enfermedades de Trabajo
Ibarra T. Ricardo, Tesis.
- Diseño en Ingeniería Mecánica.
Shigley Joseph E. & Mitchell Larry D.
Ed. Mc. Graw Hill, México.
- Ingeniería Hombre Máquina.
Alphonse Chapanis
Ed. CECSA
- Introducción a la Ergonomía.
Maurice Demont Mollin.
Ed. Aguilar.
- La adaptación de la máquina al hombre.
Faverge, J. M.
Ed. Kapeluz.
- Human factors in dlsigning
Woodson y Connover
Ed. Mc. Graw Hill.
- Factores Humanos en la Tecnologia Moderna.
Bannet, Degan y otros.
Ed. CECSA.
- Introducción a la Ergonomía
Munipov
Ed. Progreso.

ANEXOS

CONSTANTES FISICAS DE MATERIALES

| Material | Modulo de elasticidad, E | | Modulo de rigidez, G | | Relación de Poisson | Peso Especifico | | |
|---------------------------------|--------------------------|-------|----------------------|-------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| | Mpsi | GPa | Mpsi | GPa | | lb/pie ³ | kg/m ³ | kN/m ³ |
| Aceto Douglas | 15 | 110 | 0.6 | 4.5 | 0.330 | 0.016 | 28 | 4.3 |
| Acero al carbon | 30.0 | 207.0 | 11.5 | 79.3 | 0.292 | 0.282 | 487 | 76.5 |
| Acero inoxidable (18-8) | 27.6 | 190.0 | 10.6 | 73.1 | 0.305 | 0.280 | 484 | 76.0 |
| Acero niquel | 30.0 | 207.0 | 11.5 | 79.3 | 0.291 | 0.280 | 484 | 76.0 |
| Aluminio (todas las aleaciones) | 10.3 | 71.0 | 3.8 | 26.2 | 0.334 | 0.098 | 169 | 26.6 |
| Bronce fosforado | 16.1 | 111.0 | 6.0 | 41.4 | 0.349 | 0.295 | 510 | 80.1 |
| Cobre | 17.2 | 119.0 | 6.5 | 44.7 | 0.326 | 0.322 | 556 | 87.3 |
| Cobalto al boro | 18.0 | 124.0 | 7.0 | 48.3 | 0.285 | 0.297 | 513 | 80.6 |
| Hierro fundido gris | 14.5 | 100.0 | 6.0 | 41.4 | 0.211 | 0.260 | 450 | 70.6 |
| Inconel | 31.0 | 214.0 | 11.0 | 75.8 | 0.290 | 0.307 | 530 | 83.3 |
| Latón | 15.4 | 106.0 | 5.8 | 40.1 | 0.324 | 0.309 | 534 | 83.8 |
| Magnesio | 6.5 | 44.8 | 2.4 | 16.5 | 0.350 | 0.065 | 112 | 17.6 |
| Molibdono | 48.0 | 331.0 | 17.0 | 117.0 | 0.307 | 0.368 | 636 | 100.0 |
| Monel | 26.0 | 179.0 | 9.5 | 65.5 | 0.320 | 0.319 | 551 | 86.6 |
| Plata niquel | 18.5 | 127.0 | 7.0 | 48.3 | 0.322 | 0.316 | 546 | 85.8 |
| Plomo | 5.3 | 36.5 | 1.9 | 13.1 | 0.425 | 0.411 | 710 | 111.5 |
| Vidrio | 6.7 | 46.2 | 2.7 | 18.6 | 0.245 | 0.094 | 162 | 25.4 |

**CONSTANTES A EMPLEAR PARA ESTIMAR LA RESISTENCIA
A LA TENSION DE ALGUNOS ACEROS PARA RESORTES**

| Material | | Intervalo | | Exponente | Constante, A | |
|-----------------------------|-----|---------------------|-------------------|-----------|--------------|------|
| | | de calibres pulg | de calibres mm | | ksi | MPa |
| Alambre para cuerda musical | (a) | 0.004-0.250 | 0.10-6.5 | 0.146 | 196 | 2170 |
| Alambre revenido en aceite | (b) | 0.020-0.500 | 0.50-12 | 0.186 | 149 | 1850 |
| Alambre estrado duro | (c) | 0.020-0.500 | 0.70-12 | 0.192 | 136 | 1750 |
| Al cromo vanadio | (d) | 0.032-0.437 | 0.80-12 | 0.167 | 169 | 2000 |
| Al cromo silicio | (e) | 0.063-0.375 | 1.6-10 | 0.112 | 202 | 2000 |

- (a) La superficie es lisa, no tiene defectos y con brillante acabado lustroso.
 (b) Tiene una ligera capa, proveniente del tratamiento térmico, que debe quitarse antes de aplicar recubrimiento.
 (c) La superficie es lisa y brillante, sin marcas visibles.
 (d) Alambre revenido de calidad para aviones, también puede obtenerse recocido.
 (e) Revenido a Rockwell C49, pero también puede obtenerse sin revenir.

**COIL DIAMETER TOLERANCES OF
HELICAL COMPRESSION AND EXTENSION SPRINGS**

| Wire Diam., mm (in) | Tolerances: + mm (in) | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Spring Index (D/d) | | | | | | |
| | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| 0.38 (0.015) | 0.05 (0.002) | 0.05 (0.002) | 0.08 (0.003) | 0.10 (0.004) | 0.13 (0.005) | 0.15 (0.006) | 0.18 (0.007) |
| 0.58 (0.023) | 0.05 (0.002) | 0.08 (0.003) | 0.10 (0.004) | 0.15 (0.005) | 0.18 (0.007) | 0.20 (0.008) | 0.25 (0.010) |
| 0.89 (0.035) | 0.05 (0.002) | 0.10 (0.004) | 0.15 (0.006) | 0.18 (0.007) | 0.23 (0.009) | 0.28 (0.011) | 0.33 (0.013) |
| 1.30 (0.051) | 0.08 (0.003) | 0.13 (0.005) | 0.18 (0.007) | 0.25 (0.010) | 0.30 (0.012) | 0.38 (0.015) | 0.43 (0.017) |
| 1.93 (0.076) | 0.10 (0.004) | 0.18 (0.007) | 0.25 (0.010) | 0.33 (0.013) | 0.41 (0.016) | 0.48 (0.019) | 0.53 (0.021) |
| 2.90 (0.114) | 0.15 (0.006) | 0.23 (0.009) | 0.33 (0.013) | 0.46 (0.018) | 0.53 (0.021) | 0.64 (0.025) | 0.74 (0.029) |
| 4.34 (0.171) | 0.20 (0.008) | 0.30 (0.012) | 0.43 (0.017) | 0.58 (0.023) | 0.71 (0.028) | 0.84 (0.033) | 0.97 (0.038) |
| 6.35 (0.250) | 0.28 (0.011) | 0.38 (0.015) | 0.53 (0.021) | 0.71 (0.028) | 0.90 (0.035) | 1.07 (0.042) | 1.24 (0.049) |
| 9.53 (0.375) | 0.41 (0.016) | 0.51 (0.020) | 0.66 (0.026) | 0.94 (0.037) | 1.17 (0.046) | 1.37 (0.054) | 1.63 (0.064) |
| 12.70 (0.500) | 0.53 (0.021) | 0.76 (0.030) | 1.02 (0.040) | 1.57 (0.062) | 2.03 (0.080) | 2.54 (0.100) | 3.18 (0.125) |

FREE LENGTH TOLERANCE OF SQUARED
AND GROUND HELICAL COMPRESSION SPRINGS

| Number of Active coils per mm (in) | Tolerances: \pm mm/mm (in/in) of Free Length | | | | | | |
|--|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Spring Index (D/d) | | | | | | |
| | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| 0.02 (0.5) | 0.010 | 0.011 | 0.012 | 0.013 | 0.015 | 0.016 | 0.016 |
| 0.04 (1) | 0.011 | 0.013 | 0.015 | 0.016 | 0.017 | 0.018 | 0.019 |
| 0.08 (2) | 0.013 | 0.015 | 0.017 | 0.019 | 0.020 | 0.022 | 0.023 |
| 0.20 (4) | 0.016 | 0.018 | 0.021 | 0.023 | 0.024 | 0.026 | 0.027 |
| 0.30 (6) | 0.019 | 0.022 | 0.024 | 0.026 | 0.028 | 0.030 | 0.032 |
| 0.50 (12) | 0.021 | 0.024 | 0.027 | 0.030 | 0.032 | 0.034 | 0.036 |
| 0.60 (16) | 0.022 | 0.026 | 0.029 | 0.032 | 0.034 | 0.036 | 0.038 |
| 0.80 (20) | 0.023 | 0.027 | 0.031 | 0.034 | 0.036 | 0.038 | 0.040 |

For spring less than 12.7 mm (0.500 in) long, use the tolerance for 12.7 mm (0.500 in).

For closed ends not ground, multiply above values by 1.7.