



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**  
**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA**  
**ÁREA ACADÉMICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**



**LICENCIATURA EN INGENIERIA INDUSTRIAL**

**MANUAL DE PRÁCTICAS DE ERGONOMÍA**

**7° SEMESTRE**



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

**FECHA DE APROBACIÓN DEL MANUAL DE PRÁCTICAS, POR ACADEMIA RESPECTIVA.**

**27 DE SEPTIEMBRE DE 2017**

**NOMBRE DE QUIENES PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN:**

NOMBRE	FIRMA
<b>M. I. JUAN JOSÉ CABRERA FILOMENO</b>	

**Vo. Bo. DEL PRESIDENTE Y SECRETARIO DE LA ACADEMIA.**

NOMBRE	FIRMA
<b>DR. HERIBERTO NICOLAS MORALES</b>	
<b>DR. IVAN ALONSO LIRA HERNÁNDEZ</b>	

**Vo. Bo. DEL COORDINADOR DEL PROGRAMA EDUCATIVO.**

NOMBRE	FIRMA
<b>DR.GUSTAVO ERICK ANAYA FUENTES</b>	

**FECHA DE LA ÚLTIMA REVISIÓN Y/O ACTUALIZACIÓN.**

**DICIEMBRE 2018**

**DIRECTORIO:**



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

---

**MTRO. ADOLFO PONTIGO LOYOLA**  
RECTOR

**DR. SAÚL AGUSTÍN SOSA CASTELÁN**  
SECRETARIO GENERAL

**DR. OSCAR RODOLFO SUÁREZ CASTILLO**  
DIRECTOR DE ICBI

**LIC. ARTURO FLORES ÁLVAREZ**  
DIRECTOR GENERAL DE SERVICIOS ACADÉMICOS

**DR. JOSELITO MEDINA MARIN**  
SECRETARIO ACADÉMICO DE ICBI

**DR. JOSÉ RAMÓN CORONA ARMENTA**  
\* JEFE(A) DEL ÁREA ACADÉMICA DE INGENIERÍA

**DR. GUSTAVO ERICK ANAYA FUENTES**  
\* COORDINADOR(A) DEL P.E. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

(\*) DEMSYT NO APLICA



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

---

## ÍNDICE

<b>ENCUADRE DEL MANUAL DE PRÁCTICAS.....</b>	<b>2</b>
1.- Introducción.....	2
2.-Competencias.....	3
<b>NORMAS DE SEGURIDAD. REGLAMENTOS, LINEAMIENTOS Y MANUALES.....</b>	<b>4</b>
1.- Reglamento de Laboratorios. Anexo B .....	4
2.- Medidas de Seguridad en los Laboratorios, Talleres, Clínicas y Actividades Extramuros. Anexo C.....	4
3.- Lineamientos de seguridad para trabajar en laboratorios, clínicas, talleres y actividades extramuros. Anexo D .....	4
<b>NORMAS DE SEGURIDAD ESPECÍFICAS DE LA PRÁCTICA .....</b>	<b>4</b>
<b>CONTENIDO DE CADA PRÁCTICA EN PARTICULAR. ....</b>	<b>6</b>
<b>P.1 Interacciones del ser humano-entorno. Sistemas hombre – entorno .....</b>	<b>6</b>
<b>P.2 Antropometría: Diseño de un lugar de trabajo con base a las medidas antropométricas .....</b>	<b>10</b>
<b>P.3 Iluminación con base a la NORMA Oficial Mexicana <b>NOM-025-STPS-Vigente</b>, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo .....</b>	<b>19</b>
<b>P.4 Ruido. Con base a la NORMA Oficial Mexicana <b>NOM-011-STPS-Vigente</b>, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.....</b>	<b>26</b>
<b>P.5 Vibraciones. Con base a la NORMAS (<b>NOM-011-STPS-Vigente</b>, Vibraciones-Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo. <b>ISO 5349-1. Vigente</b>, Vibraciones mecánicas. Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano y a la <b>ISO 2631-1:Vigente</b>, Vibraciones y choques mecánicos. Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo entero).....</b>	<b>35</b>
<b>P.6 Condiciones térmicas elevadas y abatidas. Con base a la NORMA Oficial Mexicana <b>NOM-015-STPS-Vigente</b>, Condiciones térmicas elevadas o abatidas-Condiciones de seguridad e higiene .....</b>	<b>42</b>



## **PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

---

### **ENCUADRE DEL MANUAL DE PRÁCTICAS.**

#### **1.-Introducción.**

La finalidad principal de este documento es tener una guía en la que el estudiante pueda aplicar los conocimientos adquiridos en el aula sobre los temas relacionados a la Ergonomía.

En la actualidad la mecanización y la automatización dentro de las empresas aceleran a menudo el ritmo de trabajo, esto se ha llevado a través de un proceso continuo, buscando mejorar la eficiencia y efectividad de la producción; sin embargo, este desarrollo no siempre ha resultado en mejores condiciones de trabajo, seguridad y comodidad para quienes los utilizan (los trabajadores o empleados). La mecanización y automatización de las empresas implica mayor velocidad y rapidez de las operaciones; por lo tanto, un mayor riesgo para los que utilizan los equipos y maquinas, debido a que cuando las cosas se producen con mayor rapidez, las posibilidades de accidentes aumentan.

Por otra parte, todavía hay muchas tareas que se deben hacer manualmente y que entrañan un gran esfuerzo físico. Una de las consecuencias del trabajo manual, además del aumento de la mecanización, es que cada vez hay más trabajadores que padecen dolores de la espalda, dolores de cuello, inflamación de muñecas, brazos y piernas y tensión ocular. Así también, las condiciones ambientales como espacios o lugares físicos, iluminación, ruido, temperatura, vibraciones, etc., cuando no cumplen con las condiciones adecuadas afectan el confort laboral, las condiciones de seguridad y resultan en factores nocivos para la salud de los trabajadores.

La ergonomía es el estudio del trabajo en relación con el entorno en que se lleva a cabo (el lugar de trabajo) y con quienes lo realizan (los trabajadores). Se utiliza para determinar cómo diseñar o adaptar el lugar de trabajo al trabajador a fin de evitar distintos problemas de salud y de aumentar la eficiencia. La ergonomía es una



## **PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL** **MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

---

ciencia de amplio alcance que abarca las distintas condiciones laborales que pueden influir en la comodidad y la salud del trabajador, comprendidos factores como la iluminación, el ruido, la temperatura, las vibraciones, el diseño del lugar en que se trabaja, el de las herramientas, el de las máquinas, el de los asientos, el calzado y el del puesto de trabajo, incluidos elementos como el trabajo en turnos, las pausas y los horarios de comidas. La aplicación de la ergonomía al lugar de trabajo reporta muchos beneficios evidentes. Para el trabajador, unas condiciones laborales más sanas y seguras; para el empleador, el beneficio más patente es el aumento de la productividad.

Para la aplicación de la ergonomía en los centros de trabajo el estudiante tiene que realizar actividades de análisis de las condiciones de trabajo tanto físicas como ambientales en los mismos, y aplicar métodos para evaluar dichas condiciones donde analicen los problemas y factores que influyen en el desempeño, satisfacción, seguridad y confort de los humanos al realizar sus actividades y tareas cotidianas; así también, que brinden soluciones para el diseño de tareas, sistemas, espacios de trabajo, mejoras en las condiciones ambientales, etc., con el fin de obtener mayor productividad con seguridad y bajo riesgo para los trabajadores.

Este es un material de apoyo que será utilizado en el proceso de enseñanza-Aprendizaje de la materia de Ergonomía.

### **2.-Competencias.**

**Genéricas:** Comunicación, Formación, Pensamiento Crítico, Creatividad, Liderazgo

**Específicas:** Diseño, implementación y control de condiciones de trabajo óptimas referidas a:

- a) Interrelación hombre máquina,
- b) espacios de trabajo,
- c) iluminación,
- d) ruido,
- e) temperatura y
- f) vibraciones.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

**3.- Programa del Sistema de Prácticas y Actividades Extramuros.**

NÚM. DE PRÁCTICA	UNIDAD PROGRAMÁTICA	SESIONES	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	ÁMBITO DE DESARROLLO	PROGRAMACIÓN DE LA PRÁCTICA (SEMANA)
1	2	1	<b>Interacciones del ser humano-entorno.</b> Sistemas hombre – entorno.	Extramuros	5
2	3	1	<b>Antropometría.</b> Diseño de un lugar de trabajo con base a medidas antropométricas.	Laboratorio de Ingeniería de Métodos	8
3	4	1	<b>Iluminación.</b> Con base a la NOM-025-STPS-Vigente.	Laboratorio de Ingeniería de Métodos	10
4	4	1	<b>Ruido.</b> Con base a la NOM-011-STPS-Vigente.	Laboratorios de Ingeniería de Métodos y Manufactura	12
5	4	1	<b>Vibraciones.</b> Con base a las NORMAS ISO 5349-1. eISO 2631-1:Vigentes y a la NOM-024-STPS-Vigente.	Laboratorio de Ingeniería de Métodos y Manufactura	14
6	4	1	<b>Condiciones térmicas elevadas y abatidas.</b> Con base a la NOM-015-STPS-Vigente	Laboratorio de Ingeniería de Métodos	15

**NORMAS DE SEGURIDAD. REGLAMENTOS, LINEAMIENTOS Y MANUALES.**

1.- Reglamento de Laboratorios. Anexo B

2.- Medidas de Seguridad en los Laboratorios, Talleres, Clínicas y Actividades Extramuros. Anexo C

3.- Lineamientos de seguridad para trabajar en laboratorios, clínicas, talleres y actividades extramuros. Anexo D



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

---

**NORMAS DE SEGURIDAD ESPECÍFICAS DE LA PRÁCTICA.**

a.- Cuadro de normas y referencias de seguridad de la práctica, para su llenado, consulte el “Manual de Higiene, Seguridad y Ecología” (Anexo C)

TIPO DE RIESGO	COMO EVITARLO	COMO PROCEDER EN CASO DE UN ACCIDENTE...

b.- Cuadro de disposición de residuos: consulte el “Manual de Procedimientos del Departamento de Control del Medio Ambiente. Plan de Manejo de los Residuos CRETI (Anexo E) y el “Manual de Procedimientos del Departamento de Control del Medio Ambiente. Plan de Manejo de los Residuos RPBI” (Anexo F).

TIPO DE RESIDUOS	CLASIFICACIÓN	TIPO DE CONTENEDOR





**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

**CONTENIDO DE CADA PRÁCTICA EN PARTICULAR**

**1. Identificación.**

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	<b>INTERACCIONES DEL SER HUMANO- ENTORNO. Sistemas hombre – entorno</b>		
NO. DE PRÁCTICA:	<input type="text" value="1"/>	NO. DE SESIONES:	<input type="text" value="1"/>
NO. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:	<input type="text" value="4-5"/>		

**2 Introducción.**

La interacción entre el humano y las máquinas o los sistemas depende de un intercambio de información en ambas direcciones entre el operador y el sistema. Casi siempre consideramos que el operador controla las acciones del sistema o de la máquina por medio de la información que introduce y las acciones que realiza sobre este, pero también es necesario considerar que el sistema alimenta de cierta información al usuario por medio de señales, para indicar el estado del proceso o las condiciones del sistema. Esta información sirve como retroalimentación para el usuario, y de su adecuada recepción e interpretación dependerá la toma de decisiones que debe tomar el usuario con el fin de mantener las condiciones o modificarlas para alcanzar el objetivo deseado.

Por lo general, cuando se diseñan máquinas o sistemas, se hacen modelos muy explícitos y detallados para su construcción, funcionamiento, precisión y comportamiento, pero casi nunca se desarrollan modelos semejantes sobre el usuario y su comportamiento; en ergonomía, esta tarea corresponde a los profesionistas especializados en psicología o ciencias del conocimiento, con el fin de desarrollar y aplicar modelos que puedan utilizarse en el diseño de procesos de intercambio de información, buscando que estos sean óptimos, adecuados y compatibles con el usuario.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

---

**3. Objetivo General.**

Identificar y analizar los sistemas hombre-entorno de trabajo; por medio de la evaluación de las condiciones ergonómicas actuales en un centro de trabajo, para diseñar estrategias que hagan eficiente las relaciones hombre entorno y determinar las mejores condiciones de trabajo de acuerdo a cada sistema.

**4. Objetivos Específicos.**

- Identificar la interacción hombre máquina y tipos de sistemas hombre entorno.
- Conocer y diferenciar los tipos de máquinas y tableros de control con los que interactúa el hombre en un entorno de trabajo.
- Identificar, diferenciar y describir los sistemas: hombre-producto; hombre-máquina; hombre computadora; hombre-lugar de trabajo; y hombre-hombre
- Elaborar un diagnóstico de las condiciones labores entre la interacción del hombre máquinas y los sistemas.

**5. Reactivos/insumos, materiales/utensilios y equipos.**

<b>a) REACTIVOS/INSUMOS.</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
<b>b) MATERIALES/UTENSILIOS.</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
9	Formato de evaluación hombre-entorno	Elaborado por el Docente	



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

---

<b>c) EQUIPOS/INSTRUMENTOS.</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.

**6. Desarrollo de la Actividad Práctica.**

1. Realizar un recorrido por las áreas en donde esté presente maquinaria y equipo; y por dónde existan interacciones del hombre con los diferentes sistemas del entorno de trabajo.
2. Observar las características y condiciones de las máquinas y de sus tableros correspondientes y registrar la información en el formato correspondiente.
3. Observar las características y condiciones de trabajo entre el hombre y los diferentes sistemas y registrar la información en el formato correspondiente.
4. Analice desde una perspectiva de usuario, si las máquinas, tableros de control y los distintos sistemas son los adecuados y si no es así, que aspectos podrían ser mejorados.
5. Realice el reporte correspondiente de la práctica de acuerdo a las especificaciones requeridas (incluir croquis del área o áreas de trabajo evaluadas) y desarrolle sus propias conclusiones al respecto.

**7. Cuestionario.**

1. Dibuja el croquis o plano de las áreas evaluadas.
2. Describe las funciones que hace mejor el hombre y las funciones que hace mejor la máquina.
3. Define los siguientes sistemas: hombre-producto; hombre-máquina; hombre computadora; hombre-lugar de trabajo; y hombre-hombre



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

---

4. Describe la importancia de tener un buen diseño de las máquinas, de los tableros de control y de los sistemas de interacción hombre entorno.
5. Describe los riesgos asociados al mal diseño y/o ambiente inadecuado en la interacción hombre-entorno.

### **8. Bibliografía:**

1. García C.R. (2007). Estudio del Trabajo: McGraw-Hill Interamericana.
2. García Criollo Roberto. (2005) Estudio del Trabajo, Editorial McGraw Hill.
3. Kanaway G. (2008). Introducción al Estudio del Trabajo (OIT), cuarta edición: Limusa.
4. Osborne David J. (2004). Ergonomía en Acción (la adaptación del medio de trabajo al hombre). Editorial Trillas.
5. Ramírez Cavassa César. (2006). Ergonomía y Productividad. Editorial Limusa

### **9. Formato y especificación del reporte de práctica.**

- a) **Introducción**
- b) **Objetivo**
- c) **Desarrollo de la actividad práctica**
- d) **Resultados**
- e) **Discusión**
- f) **Cuestionario**
- g) **Bibliografía**



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

---

### 1. Identificación.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	<b>ANTROPOMETRÍA</b>		
NO. DE PRÁCTICA:	2	NO. DE SESIONES:	1
NO. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:	4-5		

### 2. Introducción.

El término antropometría proviene del griego anthropos (hombre) y metrikos (medida) y trata del estudio cuantitativo de las características físicas del hombre.

La ergonomía es una herramienta indispensable, tanto en el proceso de diseño de un producto, como para medir los resultados de unas determinadas condiciones de trabajo en lo que a productividad y eficiencia se refiere. Esta disciplina, que surgió con el fin exclusivo de aumentar la productividad del trabajador, con el tiempo se ha convertido en multidisciplinaria, toda vez que busca hacer más funcionales las herramientas y el espacio habitable a fin de mejorar aspectos como seguridad, comodidad y salud. En el ambiente laboral la antropometría y la ergonomía tienen un objetivo claro: lograr la armonía entre el ser humano y su entorno, para provocar así la eficiencia productiva en ambientes de trabajo.

**Antropometría:** Es la disciplina que describe las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano, estudia las dimensiones tomando como referencia distinta estructuras anatómicas, y sirve de herramienta a la ergonomía con objeto de adaptar el entorno a las personas. Tiene como objetivo la búsqueda de la adaptación física entre el cuerpo humano en actividad y los diversos componentes del espacio que lo rodean. Esta es la esencia de la antropometría, además diseñarlos puestos de trabajo, aplicación de los métodos físico-científicos al ser humano para el desarrollo de los estándares de diseño, para los requerimientos específicos y para la evaluación de los diseños de ingeniería, modelos a escala, productos manufacturados, con el fin de asegurar la adecuación de estos productos a la población del usuario pretendida.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

**3. Objetivo General.**

Al finalizar la práctica el alumno sabrá analizar el diseño ergonómico de puestos de trabajo por medio de la obtención, descripción y aplicación de datos antropométricos para asegurar que las máquinas y el ambiente de trabajo se ajusten a las capacidades y limitaciones del trabajador.

**4. Objetivos Específicos.**

- Aplicar correctamente los procedimientos y normas para tomar dimensiones corporales de las personas.
- Aplicar los procedimientos estadísticos apropiados para el manejo de la información antropométrica.
- Diseñar un lugar de trabajo con base a medidas antropométricas del personal.

**5. Reactivos/insumos, materiales/utensilios y equipos.**

<b>d) REACTIVOS/INSUMOS.</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
<b>e) MATERIALES/UTENSILIOS.</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
18	Tablas o plantillas de mediciones (de pie y sentado)	Las que se especifican en el procedimiento de la práctica.	El alumno las traerá
18	Tablas de registros estadísticos de los percentiles (medidas de pie y sentado).	Las que se especifican en el procedimiento de la práctica.	El alumno las traerá
<b>f) EQUIPOS/INSTRUMENTOS.</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
9	Cintas métricas flexibles	3 mts., de plástico suave amarilla.	



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

9	Antropómetro Lafayette de 60 cm.	Modelo: 01290. Precisión: 1 mm.	
1	Báscula de mesa mecánica Marca: OHAUS modelo: D500M.	Marca: OHAUS modelo: D500M. Capacidad: 150 kg.	

**6. Desarrollo de la Actividad Práctica.**

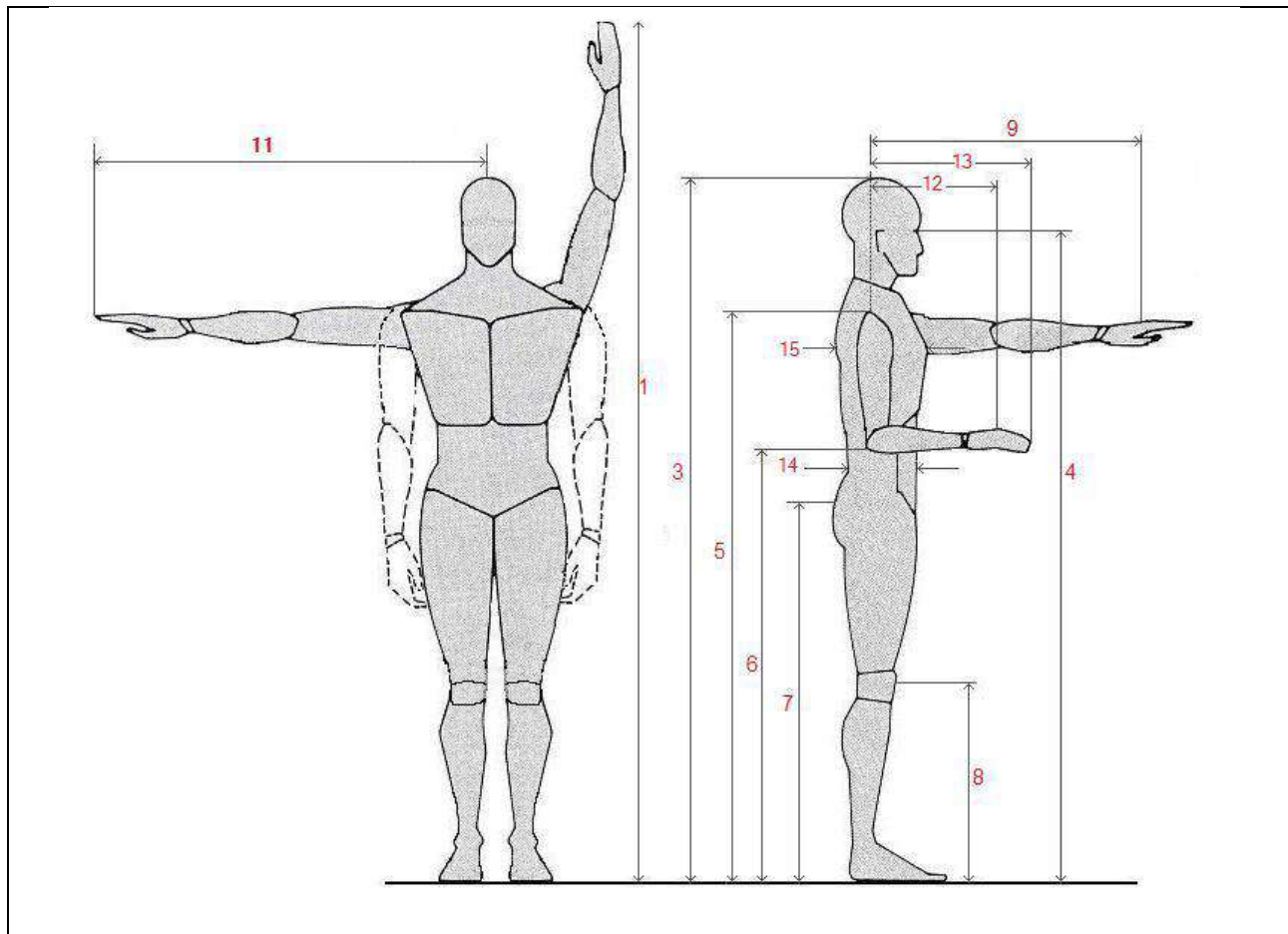
1. Realizar las medidas antropométricas solicitadas de sus compañeros para el diseño del lugar de trabajo y registrarlas en las tablas 1 y 2; según corresponda.

	MEDIDA	PERSONA							Instrumento Utilizado
		1	2	3	4	5	6	7	
1	Alcance vertical máximo sin agarre								Cinta Métrica
2	Alcance vertical máximo con agarre								Cinta Métrica
3	Estatura								Cinta Métrica
4	Altura de ojos								Cinta Métrica
5	Altura de hombros								Cinta Métrica
6	Altura de codos								Cinta Métrica
7	Altura espina iliaca								Cinta Métrica
8	Altura rodilla								Cinta Métrica
9	Alcance máximo con agarre								Antropómetro
10	Alcance máximo sin agarre								Antropómetro
11	Alcance máximo lateral								Antropómetro
12	Alcance mínimo con agarre								Antropómetro
13	Alcance mínimo sin agarre								Antropómetro
14	Profundidad de abdomen								Antropómetro
15	Profundidad de pecho								Antropómetro
16	Peso								Báscula

**Tabla 1. Medidas de pie**



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**



	MEDIDA	PERSONA							Instrumento Utilizado
		1	2	3	4	5	6	7	
1	Anchura de hombros								Cinta Métrica
2	Anchura bideltaoidea								Cinta Métrica
3	Anchura codo-codo								Cinta Métrica
4	Anchura de cadera sentado								Cinta Métrica
5	Distancia sacro-poplítea								Cinta Métrica
6	Altura cabeza-asiento								Cinta Métrica
7	Altura ojos-asiento								Cinta Métrica
8	Altura cervical								Cinta Métrica
9	Altura hombros-asiento								Antropómetro
10	Altura subescapular								Antropómetro

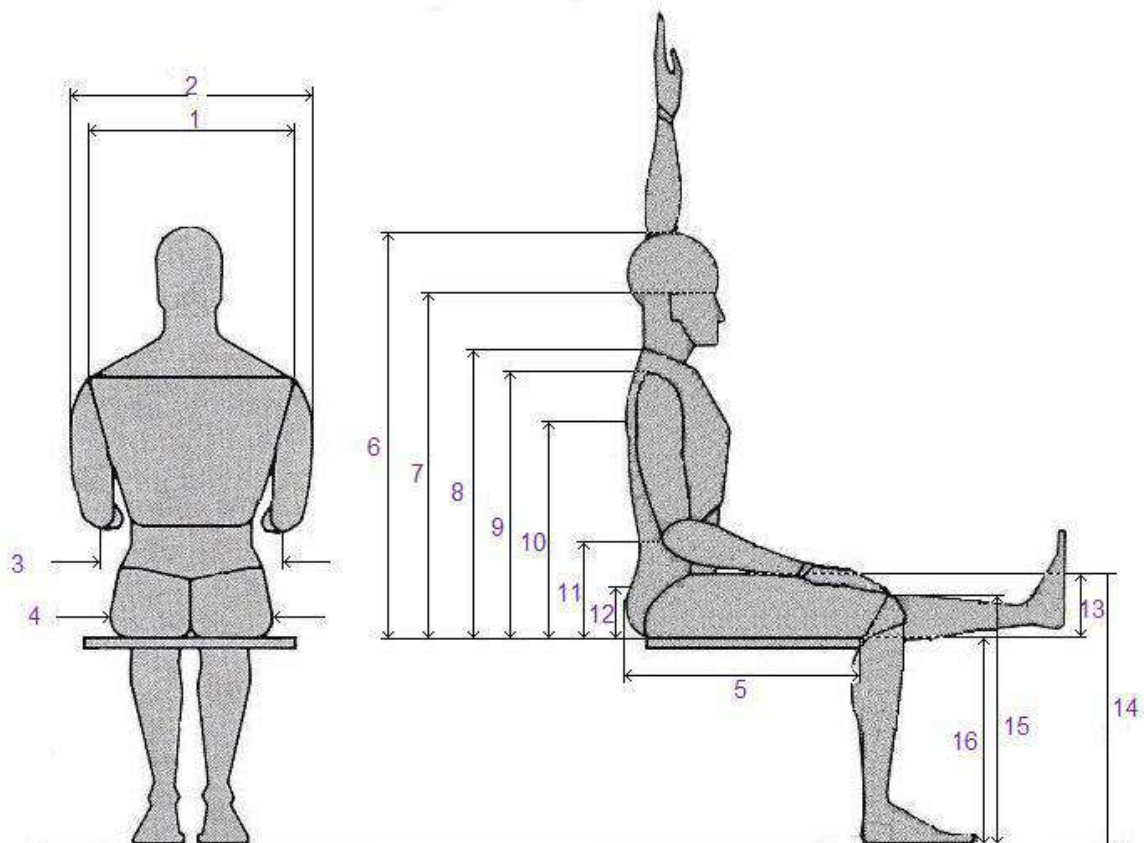




**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

11	Altura codo-asiento								Antropómetro
12	Altura cresta iliaca								Antropómetro
13	Altura muslo-asiento								Antropómetro
14	Altura muslo-suelo								Cinta Métrica
15	Altura rodilla-suelo								Cinta Métrica
16	Altura poplítea								Cinta Métrica

**Tabla 2. Medidas sentado**

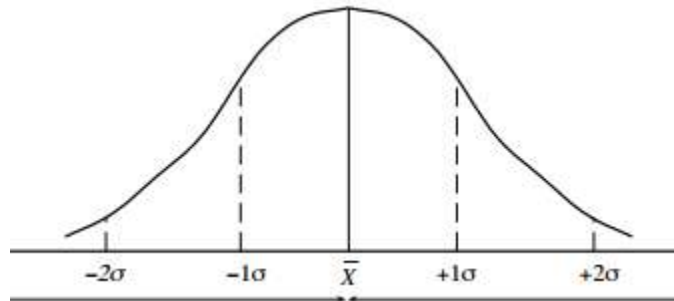


2. Desarrollar el procedimiento estadístico para calcular el valor de los percentiles 1, 5, 50, 95 y 99; así como la media y desviación estándar de cada medida antropométrica utilizada y registrar en las tablas 3 y 4.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

2.1 Los datos antropométricos tienden a una distribución normal, la curva de Gauss está presente en la antropometría (Fig. 1). Esto facilita el trabajo. Conociendo la media y la desviación estándar de cada dimensión de la población, podemos hacer nuestros cálculos y tomar decisiones.



**Fig. 1. Curva de distribución normal**

2.1.1. Para calcular el valor de una medida en un percentil determinado, se requiere conocer o calcular la desviación estándar y la media de la población.

Para el cálculo de las medidas se utiliza la fórmula 1 (MONDELO, Pedro. Ergonomía 1: Fundamentos, 3ª Edición. Alfaomega, 2000, p. 70).

$$P = \bar{X} \pm Z\sigma(1)$$

**Donde:**

**P** = Es la medida del percentil en centímetros, o sea, el intervalo dónde se incluye el porcentaje de la población o muestra.

$\bar{X}$  = Media o promedio de los datos.

$\sigma$  = Desviación estándar de los datos.

**Z** = Es el número de veces que  $\sigma$  está separada de la media, su valor se toma de la tabla 5 dependiendo del percentil deseado.

2.1.2. Para ser más específico en la aplicación de la formula; se toman los siguiente criterios.

a) Cuando se pidan valores del percentil 1 al percentil 49 se aplica la fórmula 1a:

$$P = \bar{X} - Z\sigma(1a)$$

b) Cuando se pidan valores del percentil 51 al percentil 99 se aplica la fórmula 1b:

$$P = \bar{X} + Z\sigma(1b)$$



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

**Tabla 5. Percentiles más utilizados en diseño antropométrico y sus correspondientes Z**

<b>P</b>	<b>Z</b>
1 Y 99	2.326
2.5 Y 97.5	1.96
3 Y 97	1.88
5 Y 95	1.645
10 Y 90	1.28
15 Y 85	1.04
20 Y 80	0.84
25 Y 75	0.67
30 Y 70	0.52
40 Y 60	0.25
50	0

**2.2 PERCENTILES ANTROPOMÉTRICOS**

Se define como percentil, en su acepción antropométrica, el valor del recorrido de una variable, bajo el cual se encuentra una proporción determinada de la población. Por ejemplo, si en la variable estatura el percentil 5 (P5) es de 165 cm. significa que el 5% de la población considerada mide menos de 165 cm. Y el 95% restante mide más de 165 cm.

	MEDIDA	PERCENTIL					Media	Desviación Estándar
		1	5	50	95	99		
1	Alcance vertical máximo sin agarre							
2	Alcance vertical máximo con agarre							
3	Estatura							
4	Altura de ojos							
5	Altura de hombros							
6	Altura de codos							
7	Altura espina iliaca							
8	Altura rodilla							
9	Alcance máximo con agarre							
10	Alcance máximo sin agarre							
11	Alcance máximo lateral							
12	Alcance mínimo con agarre							
13	Alcance mínimo sin agarre							
14	Profundidad de abdomen							
15	Profundidad de pecho							

**TABLA 3. Estadísticas para medidas de pie**



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

	MEDIDA	PERCENTIL					Media	Desviación Estándar
		1	5	50	95	99		
1	Anchura de hombros							
2	Anchura bideltaoidea							
3	Anchura codo-codo							
4	Anchura de cadera sentado							
5	Distancia sacro-poplítea							
6	Altura cabeza-asiento							
7	Altura ojos-asiento							
8	Altura cervical							
9	Altura hombros-asiento							
10	Altura subescapular							
11	Altura codo-asiento							
12	Altura cresta iliaca							
13	Altura muslo-asiento							
14	Altura muslo-suelo							
15	Altura rodilla-suelo							
16	Altura poplítea							

**TABLA 4. Estadísticas para medidas sentado**

3. Realizar los cálculos de cada medida solicitada; aplicando el procedimiento estadístico para determinar el percentil deseado para el diseño de un lugar de trabajo.
4. Aplicarlos resultados obtenidos para diseñar un lugar de trabajo; por ejemplo: una oficina, una estación de trabajo, etc.

### 7.- Cuestionario

1. Investiga de donde proviene y que es antropometría.
2. Describe que es y para que se utiliza la cinta métrica.
3. Describe que es y para que se utiliza el antropómetro.
4. Describe el o los objetivos de obtener las medidas antropométricas.
5. Menciona 3 instrumentos para tomar medidas antropométricas.
6. Define que es puesto de trabajo y que es área de trabajo.
7. Describe los riesgos de un mal diseño de los centros de trabajo.
8. Describe la importancia de que las instalaciones, máquinas y lugares de trabajo se adecuen al trabajador.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

---

## **8.- Bibliografía**

1. CHINER, Mercedes et al. Laboratorio de Ergonomía. México: Alfaomega, 2004.
2. MONDELO, Pedro et al. Ergonomía 1: Fundamentos, 3ª Edición. México: Alfaomega, 2000.
3. MONDELO, Pedro et al. Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo. México: Alfaomega, 2001.
4. NIEBEL, Benjamín, FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, 11ª Edición. México: Alfaomega, 2002.

## **9. Formato y especificación del reporte de práctica.**

- a. **Introducción**
- b. **Objetivo**
- c. **Desarrollo de la actividad práctica**
- d. **Resultados**
- e. **Discusión**
- f. **Cuestionario**
- g. **Bibliografía**



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

**1. Identificación.**

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	ILUMINACIÓN		
No. DE PRÁCTICA:	3	NO. DE SESIONES:	1
NO. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:	4-5		

**2. Introducción.**

El acondicionamiento de la iluminación en los puestos de trabajo tiene por objeto favorecer la percepción visual con el fin de asegurar la correcta ejecución de las tareas y la seguridad y bienestar de quienes las realizan.

Una iluminación inadecuada constituye un riesgo en cuanto que la apreciación errónea de la posición, forma o velocidad de un objeto puede provocar errores y accidentes, debidos, en la mayoría de los casos, a falta de visibilidad y deslumbramiento. Asimismo, una iluminación inadecuada puede provocar la aparición de fatiga visual y otros trastornos visuales y oculares. A pesar de esta evidencia, es frecuente encontrar puestos de trabajo mal iluminado o con un mantenimiento deficiente del sistema de iluminación.

En otros casos, el acondicionamiento de la iluminación se limita al aspecto cuantitativo (nivel de iluminación) sin tener en cuenta otros requisitos importantes referidos a la calidad de la misma.

Con frecuencia, esta situación viene motivada por las dificultades que presenta el análisis y la evaluación de los diversos aspectos que intervienen en la iluminación de los puestos de trabajo, algunos de los cuales no son fácilmente abordables por personas no especialistas.

Desde el punto de vista de la seguridad en el trabajo, la capacidad y el confort visuales son extraordinariamente importantes, ya que muchos accidentes se deben, entre otras razones, a deficiencias en la iluminación o a errores cometidos por el trabajador, a quien le resulta difícil identificar objetos o los riesgos asociados con la maquinaria, los transportes, los recipientes peligrosos, etc.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

---

Es necesario, por tanto, realizar un acondicionamiento de la iluminación en los puestos de trabajo, con objeto de favorecer la percepción visual y asegurar así la correcta ejecución de las tareas y la seguridad y bienestar de los trabajadores. Tomando como base lo establecido en la NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-(Vigente). Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

El 80% de la información requerida para llevar a cabo un trabajo se adquiere por medio de la vista. Se ha probado que las empresas con buenas condiciones de trabajo producen más que aquellas que no las tienen, es por esta razón que la ergonomía no solo busca el diseñar ambientes de trabajo adecuados para la visión proporcionando simplemente luz, sino permitir que las personas reconozcan sin error lo que ven, en un tiempo adecuado y sin fatigarse.

### **3. Objetivo General.**

Analizar y determinar los requerimientos de iluminación en los centros de trabajo, a través de la evaluación de las condiciones actuales de iluminación, con el fin de proveer un ambiente seguro y saludable para los trabajadores en la realización de sus actividades.

### **4. Objetivos Específicos.**

- Determinar los niveles de iluminación en las áreas de trabajo y verificar si se cumple con los niveles mínimos permisibles establecidos en la norma aplicable.
- Determinar los niveles de reflexión en las áreas de trabajo y verificar si se cumple con los niveles mínimos permisibles establecidos en la norma aplicable.
- Identificar y analizar las condiciones actuales de iluminación, sus causas y efectos en las áreas de trabajo para determinar las condiciones óptimas de Iluminación y minimizar riesgos a los trabajadores.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

**5. Reactivos/insumos, materiales/utensilios y equipos.**

<b>a) REACTIVOS/INSUMOS.</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
36	Pilas	9V de 250 mAh de níquel metal-hidruro	
<b>b) MATERIALES/UTENSILIOS.</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Formato de evaluación de la iluminación.		El alumno lo traerá
1	Calculadora		El alumno la traerá
1	<b>NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-Vigente.</b> Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.		El alumno la traerá
<b>c) EQUIPOS/INSTRUMENTOS.</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
9	Flexómetros	Marca: Urrea; modelo: 1586HD; Heavy Duty con Hoja de Acero y Carátula de ABS + TPR, 5 M x 27 Mm, 4 Remaches.	Uso Rudo
9	Luxómetros	Detector para medir iluminación, corrección cosenoidal, corrección de color, detector con una desviación máxima de $\pm 5\%$ respecto a la respuesta espectral. Fotópica y precisión de $\pm 5\%$	
10	Luxómetro general	Modelo: HK-FT3424 que es marca HIOKI – Japonés.	Cualquier tipo de lámpara





**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

**6. Desarrollo de la Actividad Práctica.**

**Cálculo 1. Medición de iluminación**

1. Realizar un recorrido por las áreas del centro de trabajo donde los trabajadores realizan sus tareas visuales.
2. Identificar 3 áreas de trabajo para medir la iluminación.
3. Utilizando el flexómetro realizar las mediciones del área de trabajo y la altura de las luminarias respecto al plano de trabajo.
4. Determinar el Índice de área (IC) con la ecuación 1:

$$IC = \frac{(x)(y)}{h(x + y)} \quad (1)$$

**Donde:**

**IC** = Índice del área.

**x, y**= dimensiones del área (largo y ancho), en metros.

**h** = altura de la luminaria respecto al plano de trabajo, en metros

5. Determinar e identificar la ubicación y los puntos de medición de las áreas de trabajo seleccionadas, de acuerdo a lo establecido en la tabla 1:

**Tabla 1. Relación entre el Índice de Área y el número de Zonas de Medición**

<b>ÍNDICE DE ÁREA</b>	<b>A) NÚMERO MÍNIMO DE ZONAS A EVALUAR</b>	<b>B) NÚMERO DE ZONAS A CONSIDERAR POR LA LIMITACIÓN</b>
<b>IC &lt; 1</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
<b>1 ≤ IC &lt; 2</b>	<b>9</b>	<b>12</b>
<b>2 ≤ IC &lt; 3</b>	<b>16</b>	<b>20</b>
<b>3 ≤ IC</b>	<b>25</b>	<b>30</b>

6. Dividir las áreas de trabajo en zonas del mismo tamaño, de acuerdo a lo establecido en la columna A (número mínimo de zonas a evaluar) de la tabla anterior.
7. Preparar y calibrar el luxómetro (Teniendo en cuenta las reglas de seguridad para el cuidado del equipo).

**Importante.** Las mediciones se deben realizar en el lugar donde haya mayor concentración de trabajadores o en el centro geométrico de cada una de estas zonas.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

**Nota:** En caso de que los puntos de medición coincidan con los puntos focales de las luminarias, se debe considerar el número de zonas de evaluación de acuerdo a lo establecido en la columna B (número mínimo de zonas a considerar por la limitación) de la tabla anterior.

8. Realizar las mediciones correspondientes por cada punto y registrar datos en el formato correspondiente, calcular y determinar niveles de iluminación.

9. Comparar niveles de iluminación calculados vs. Los niveles mínimos establecidos en **la NOM-025-STPS-vigente (Ver tabla 2)** y proponer acciones y/o mejoras en caso que se requiera.

**Tabla 2. Niveles de iluminación**

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Area de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Areas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: <ul style="list-style-type: none"> <li>• de bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados;</li> <li>• exactas y muy prolongadas, y</li> <li>• muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño.</li> </ul>	2,000



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

---

**Cálculo 2. Medición del índice de reflexión**

1. Identificar las áreas y planos de trabajo.
2. Preparar y calibrar el luxómetro para realizar las mediciones (Teniendo en cuenta las reglas de seguridad para el cuidado del equipo).

**3. Realizar mediciones:**

- a. Primera medición (E1), con la fotocelda del luxómetro colocada de cara a la superficie, a una distancia de 10 cm ± 2 cm, hasta que la lectura permanezca constante.
- b. Segunda medición (E2), se realiza con la fotocelda orientada en sentido contrario y apoyada en la superficie, con el fin de medir la luz incidente

4. Calcular índice de reflexión con la fórmula 2:

$$K_f = \frac{E_1}{E_2} (100) \quad (2)$$

5. Comparar resultados vs. niveles máximos permisibles del factor de reflexión, de acuerdo a la tabla 3.

**Tabla 3. Niveles Máximos Permisibles del Factor de Reflexión**

Concepto	Niveles máximos permisibles de reflexión Kf
Paredes	60%
Plano de Trabajo	50%

6. Proponer acciones y/o mejoras en caso que se requiera.

**7. Cuestionario.**

1. Dibuja el croquis o plano de las áreas evaluadas y especifica los puntos de evaluación
2. Define que es iluminación.
3. Define que es nivel de iluminación.
4. Define que es plano de trabajo.
5. Define que es reflexión y que es factor de reflexión.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

---

6. Describe las causas y efectos de una deficiente iluminación dentro del ambiente laboral.
7. Describe los riesgos laborales (para el trabajador y para la empresa) debido a una deficiente iluminación.
8. Describe la importancia, beneficios y ventajas de cumplir con los niveles mínimos de iluminación en los centros de trabajo tanto para el trabajador como para la empresa.

### **8. Bibliografía**

1. NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-vigente, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
2. Osborne David J. (2004). Ergonomía en Acción (la adaptación del medio de trabajo al hombre). Editorial Trillas.
3. Ramírez Cavassa César. (2006). Ergonomía y Productividad. Editorial Limusa

### **9. Formato y especificación del reporte de práctica.**

- h) Introducción
- i) Objetivo
- j) Desarrollo de la actividad práctica
- k) Resultados
- l) Discusión
- m) Cuestionario
- n) Bibliografía



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

**1. Identificación.**

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	RUIDO		
NO. DE PRÁCTICA:	4	NO. DE SESIONES:	1
NO. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:	4-5		

**2. Introducción.**

La exposición a ruidos en los puestos de trabajo puede influir en la salud y la seguridad de los trabajadores, al igual que en la productividad de cualquier empresa. Por tal motivo, es muy importante contar con herramientas y conocimientos para medir el ruido y de esta manera llevar a cabo acciones correctivas y/o preventivas para combatir este riesgo físico.

El ruido además de ser molesto, puede afectar la capacidad de trabajar al ocasionar tensión y perturbar la concentración, por esto puede originar accidentes al dificultar la comunicación y las señales de alarma.

Es importante destacar la diferencia entre sonido y ruido, el sonido es la vibración mecánica de las moléculas de un gas, de un líquido, o de un sólido (aire, agua, paredes, etc.) que se propaga en forma de ondas, y que es percibido por el oído humano; mientras que el Ruido es todo sonido no deseado, que produce daños fisiológicos y/o psicológicos.

La exposición al ruido durante un largo período de tiempo puede provocar una pérdida permanente de audición. La pérdida de audición que se va produciendo a lo largo del tiempo no es siempre fácil de reconocer y, desafortunadamente, la mayoría de los trabajadores no se dan cuenta de que se están volviendo sordos hasta que su sentido del oído ha quedado dañado permanentemente. Desde el punto de vista industrial, el ruido es uno de los principales factores que origina disminución de productividad de los empleados.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

Con la realización de esta práctica, se propondrán alternativas de mejoramiento de las condiciones de trabajo en lo referente al ruido, con base a lo establecido en la NORMA Oficial Mexicana NOM-011-STPS-(Vigente). Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido, donde se establece el TMPE (Tiempo Máximo Permisible de Exposición) que es tiempo bajo el cual la mayoría de los trabajadores pueden permanecer expuestos sin sufrir daños a la salud y del NER (Nivel de Exposición a Ruido) que es el nivel sonoro promedio referido a una exposición de 8 horas.

### 3. Objetivo General.

Analizar y evaluar los tipos y niveles de ruido, por medio de una simulación de un centro de trabajo donde se genere ruido arriba de 80dB, con el fin de proveer un ambiente seguro y saludable para minimizar los riesgos auditivos a los que están expuestos los trabajadores al realizar sus actividades.

### 4. Objetivos Específicos.

- Aprender a manejar y entender el funcionamiento del sonómetro para la toma de medidas instantáneas de niveles de ruido.
- Determinar los niveles de ruido en las áreas de trabajo y verificar si se cumple con los niveles permisibles establecidos en la norma aplicable.
- Conocer los efectos ocasionados por niveles de ruido inadecuados en la productividad de un trabajador.
- Proponer alternativas de mejora, en caso de que se presenten condiciones desfavorables de los niveles de ruido.

### 5. Reactivos/insumos, materiales/utensilios y equipos.

<b>g) REACTIVOS/INSUMOS.</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
72	Pilas tipo AA	Pila alcalina ó recargable 2500 mAh de Ni-MH	
10	Pila	Alcalina ó recargable 9V, 250 mAh de Ni-MH	
10	Pila de botón CR 2032	Pila 2024 de 3 volts.	



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

<b>h) MATERIALES/UTENSILIOS.</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Formato de registro de NSA o NSCEA,T	Igual o similar al que viene en la Norma.	(Ver Norma)
1	<b>NORMA Oficial Mexicana NOM-011-STPS-vigente,</b> Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.		
<b>i) EQUIPOS/INSTRUMENTOS.</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
9	Sonómetro integrador	Marca: Quest; Modelo: 2900, con filtro de medición de bandas de octava.	
9	Sonómetro clase 1 o clase 2	Rango dinámico superior a 120 dB, Rango de frecuencia lineal entre 3 Hz y 20 kHz	
9	Medidor personal de exposición a ruido ó dosímetro de ruido personal	Marca: extech; Modelo: sl355, Rango de operación lineal: 65.0 a 140.0 dB RMS Rango de medición de Pico: 95.0 a 143.0 dB Ponderación de frecuencia RMS: A Ponderación de frecuencia Pico: C, A, Z (Lineal) Ponderación de tiempo: Slow, Fast & Impulso Ponderación de amplitud: Q=3 & Q=5 Umbral seleccionable: 2 (70 a 90dB), en tramos de 1dB Criterio seleccionable: 1 (70 a 90dB), en tramos de 1dB Capacidad de memoria: 64kB (180 Horas de medición) Modos por defecto: ISO u OSHA	
9	Trípode de soporte para el sonómetro.	Sunpak Mini Tripode 620-786 - Con Piernas Flexibles	
9	Cronómetros profesionales.	Cronómetro quartz, Modelo: 365535; Marca: extech	
1	Calibrador para sonómetros	Marca: extech; Modelo: TE-1356, es la herramienta que puede usarse como patrón de referencia para verificar la calibración de sus sonómetros. Emite una señal en dos niveles de intensidad con una frecuencia de 1kHz.	





**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

**6. Desarrollo de la Actividad Práctica.**

1. Realizar un recorrido por las áreas donde existan fuentes emisoras de ruido; y con la ayuda del sonómetro identificar las fuentes arriba de 80 dB.

2. Identificar el tipo de ruido a evaluar de acuerdo a lo establecido en la NOM-011-STPS-vigente: (Ruido estable o continuo, ruido impulsivo, ruido inestable o intermitente) y determinar lo siguiente:

a) Límites máximos permisibles de exposición a ruido

En la tabla 1 se establece los límites máximos permisibles de exposición de los trabajadores a ruido estable, inestable o impulsivo durante el ejercicio de sus labores, en una jornada laboral de 8 horas.

**Tabla 1. Límites máximos permisibles de exposición**

NER	TMPE
90 dB(A)	8 HORAS
93 dB(A)	4 HORAS
96 dB(A)	2 HORAS
99 dB(A)	1 HORA
102 dB(A)	30 MINUTOS
105 dB(A)	15 MINUTOS

b) La ubicación de los puntos de medición se da en función de las necesidades y características físicas y acústicas de cada local de trabajo, y debe efectuarse seleccionando el método conforme se indica en la tabla 2:

**Tabla 2. Ubicación de los puntos de medición**

	GRADIENTE DE PRESION SONORA	PRIORIDAD DE AREAS DE EVALUACION	PUESTO FIJO DE TRABAJO
RUIDO ESTABLE	SI	SI	SI
RUIDO INESTABLE	NO	SI	SI
RUIDO IMPULSIVO	NO	SI	SI

**2.2 MÉTODOS PARA IDENTIFICAR LOS PUNTOS DE MEDICIÓN**

**2.2.1 Método de gradiente de presión sonora.** Identificar todos los puntos de medición realizando lo siguiente:

- a. El punto inicial debe fijarse al centro de la evaluación, registrándose el NSA máximo (el cual debe utilizarse como referencia para iniciar la evaluación);
- b. El alumno se debe desplazar con el sonómetro en una trayectoria previamente determinada, hasta encontrar un NSA que difiera  $\pm 3$  dB(A), respecto al punto de





**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

---

referencia, marcando en el plano de distribución este punto. El procedimiento se repite hasta cubrir completamente todo el plano. Los puntos de medición son aquellos que registren su NSA, con diferencia de  $\pm 3$  dB(A) (tomar en cuenta la distancia entre puntos de medición que no sea mayor de 12 metros)

**Nota:** Cuando se han identificado todos los puntos de medición se procede la evaluación correspondiente.

### **2.2.2 Método de prioridad de áreas de evaluación**

- a. Identificar las zonas de trabajo con NSA superior o igual a 80 dB(A), deben dividirse en áreas cuidando que éstas no sean superiores a 6 metros por lado. (No deben incluirse las áreas o pasillos de circulación).
- b. Los puntos de medición en las áreas de evaluación deben ubicarse en las zonas de mayor densidad de trabajadores. De no ser posible esta ubicación, deben localizarse en el centro geométrico de cada área.
- c. Una vez efectuada la división e identificación de los puntos, deben identificarse las áreas de evaluación.

### **2.2.3. Método de puesto fijo de trabajo.**

Para evaluar ruido en puesto fijo de trabajo, el punto de medición debe ubicarse en el lugar que habitualmente ocupa el trabajador o, de no ser posible, lo más cercano a él, sin interferir en sus labores.

#### **2.2.3.1. Altura del micrófono.**

- a. cuando los trabajadores realicen sus labores de pie, la altura del micrófono debe ser de  $1.45 \pm 0.10$  m, en relación al plano de sustentación de los trabajadores;
- b. cuando los trabajadores realicen sus labores sentados, la altura del micrófono debe colocarse al nivel
- c. medio de la cabeza de los trabajadores;
- d. cuando se utilice otra altura del micrófono, debe explicarse el motivo en el registro de evaluación.

#### **2.2.3.2. Orientación del micrófono.**

Durante el periodo de observación en un punto de medición, el micrófono debe orientarse en aquella posición donde se registre el máximo NSA del punto.

#### **2.2.3.3. Ubicación del observador.**

La ubicación del observador y la posición del micrófono no deben ser motivo para que sufran o causen un riesgo de trabajo y, en su caso, se debe utilizar un cable de extensión para el micrófono.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

### 3. EVALUACIÓN POR TIPO DE RUIDO

#### 3.1 EVALUACION PARA RUIDO ESTABLE

- a. Con el sonómetro efectuar las lecturas durante 3 periodos de observación, tomando 50 lecturas como mínimo durante 5 minutos y registrar el NSA cada 5 segundos, como máximo.
- b. El alumno debe registrar datos generales de la evaluación y el valor de cada NSA en el formato de registro de NSA.
- c. Calcular el NSA promedio de cada punto de medición mediante la ecuación 1:

$$NS_{Ai} = 10 \log \frac{1}{150} \sum_{j=1}^{150} 10^{\frac{Nj}{10}} \quad (1)$$

**Donde:**

**NS<sub>Ai</sub>** es el NSA promedio del punto de medición i

**N<sub>j</sub>** es el NSA registrado

- d. El alumno debe calcular el NER con la ecuación 2:

$$NER = 10 \log \sum_{i=1}^n t_i 10^{\frac{NS_{Ai}}{10}} - 10 \log T_e \quad (2)$$

**donde:**

**t<sub>i</sub>** es el tiempo de exposición en el punto de medición i

**T<sub>e</sub>** es el tiempo total de exposición, ecuación 3.

$$T_e = \sum_{i=1}^n t_i = 8 \text{ hora} \quad (3)$$

- e. Calcular el tiempo máximo permisible de exposición, con la siguiente ecuación:

$$TMPE = \frac{8}{2^{\frac{NER-90}{3}}} \quad (4)$$

- f. Verificar y evaluar los límites máximos permisibles de exposición de los trabajadores a ruido estable de acuerdo a la tabla 1.

#### 3.2 EVALUACION PARA RUIDO INESTABLE

- a. Debe efectuarse con el sonómetro durante 5 periodos de observación, tomando 50 lecturas como mínimo durante 5 minutos y registrar el NSA cada 5 segundos, como máximo.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

- b. El alumno debe registrar datos generales de la evaluación y el valor de cada NSA en el en el formato de registro de NSA.
- c. Calcular el NSA promedio del punto de medición mediante la ecuación 5:

$$NS_{Ai} = 10 \log \frac{1}{250} \sum_{j=1}^{250} 10^{\frac{Nj}{10}} \quad (5)$$

**donde:**

**NS<sub>Ai</sub>** es el NSA promedio del punto de medición i  
**N<sub>j</sub>** es el NSA registrado

- d. El alumno debe calcular el NER con la ecuación 2:

$$NER = 10 \log \sum_{i=1}^n ti 10^{\frac{NS_{Ai}}{10}} - 10 \log Te \quad (2)$$

**donde:**

**NS<sub>Ai</sub>** es el NSA promedio del punto de medición i  
**ti** es el tiempo de exposición en el punto de medición i  
**Te** es el tiempo total de exposición, ecuación 3.

$$Te = \sum_{i=1}^n ti = 8 \text{ horas} \quad (3)$$

- e. Calcular el tiempo máximo permisible de exposición, con la ecuación 4:

$$TMPE = \frac{8}{2^{\frac{NER-90}{3}}} \quad (4)$$

- f. Verificar y evaluar los límites máximos permisibles de exposición de los trabajadores a ruido estable de acuerdo a la tabla (A1).

**NOTA GENERAL:**

1. Si en el área donde se ubican las fuentes de ruido, el personal cuenta con protección auditiva, se debe calcular el factor de reducción R con la ecuación 6.

$$R = \frac{(NRR - 7)}{2} \quad (6)$$

**Donde:**

**NRR** es el factor de nivel de reducción a ruido establecido por el fabricante.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

---

2. Una vez conocido el nivel de exposición a ruido en dB(A), el nivel de ruido efectivo en ponderación A (NRE), se calculará con la ecuación 7:

$$\text{NRE} = \text{dB(A)} - R \quad (7)$$

3. Calcular los dB totales de exposición y generar conclusiones.

### 7. Cuestionario.

1. Dibujar el croquis o plano del lugar a evaluar y ubicar los puntos de medición de acuerdo a lo establecido en la norma.
2. Describe la diferencia entre ruido y sonido.
3. Describe los tipos de ruido (estable; inestable e impulsivo)
4. Describe los diferentes métodos para evaluar el ruido.
5. Define que es decibel.
6. Según la NOM-011-STPS-Vigente. ¿Cuáles son los límites máximos permisibles de exposición para una jornada de 8 horas?
7. Menciona al menos 3 factores de primer orden que determinan el riesgo de pérdida auditiva.
8. ¿Qué tipo el equipo de seguridad se debe utilizar para protección contra el ruido?
9. Describe las causas y efectos del ruido cuando se rebasan los límites máximos permisibles.
10. Describe los riesgos labores (para los trabajadores y para la empresa) debido a ruidos elevados.
11. Describe la importancia, beneficios y ventajas de cumplir con los niveles permisibles de ruido.

### 8. Bibliografía

1. Behar, Alberto, El ruido y su control, editorial Trillas SA de CV 1994, impreso en México, 2ª edición, pag. 99-107.
2. García, Armando, La Contaminación Auditiva, Servicio de publicaciones Universitat de Valencia 1988, Pp.133 – 135, Dis. de portada: Tomás Burgos.
3. IMSS (2003). Memoria Estadística 2002 Capitulo VI. Recuperado.
4. NORMA Oficial Mexicana NOM-011-STPS-vigente Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

---

**9. Formato y especificación del reporte de práctica.**

- a. **Introducción**
- b. **Objetivo**
- c. **Desarrollo de la actividad práctica**
- d. **Resultados**
- e. **Discusión**
- f. **Cuestionario**
- g. **Bibliografía**



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

---

### 1. Identificación.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	<b>VIBRACIONES</b>		
No. DE PRÁCTICA:	5	NO. DE SESIONES:	1
NO. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:	4-5		

### 2. Introducción.

El aumento de la industrialización y de la mecanización de procesos de trabajo ha dado lugar a una mayor exposición a riesgos producidos por agentes físicos, entre los que se encuentran las vibraciones.

En relación con la ergonomía, las vibraciones han sido poco estudiadas, en parte por la dificultad que supone establecer límites a la hora de evaluar el riesgo. NORMA Oficial Mexicana NOM-024-STPS-Vigente, Vibraciones-Condiciónes de seguridad e higiene en los centros de trabajo y en las NORMAS ISO 5349-1 e ISO 2631-1: Vigente, se pueden ver los límites máximos permisibles de exposición y las condiciones mínimas de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen vibraciones que, por sus características y tiempo de exposición, sean capaces de alterar la salud de los trabajadores.

Se entiende por vibraciones cualquier movimiento oscilante que efectúa una partícula alrededor de un punto fijo. Este movimiento puede ser regular o aleatorio en dirección, frecuencia y/o intensidad. Dentro de los factores de riesgo ergonómicos físicos, las vibraciones ocupan un primer lugar como causa de lesiones musculoesqueléticas en extremidades superiores y columna.

En las vibraciones lo que se mide es la aceleración y la velocidad de la vibración, sus unidades son  $m/s^2$ . Las vibraciones en los centros de trabajo se pueden generar por las máquinas y equipos utilizados por los trabajadores; las vibraciones afectan a los trabajadores en cuerpo entero (Todo el cuerpo del trabajador) o en extremidades superiores (Mano brazo que incluye: Dedos, manos, muñecas y antebrazos del trabajador).



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

**Vibración Mano-brazo (VMB).** La vibración mecánica que, cuando se transmite al sistema humano de mano y brazo, supone riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular, problemas vasculares, de huesos o de articulaciones, nerviosos o musculares.  
**Vibración Cuerpo Entero (VCE).** La vibración mecánica que, cuando se transmite a todo el cuerpo, conlleva riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular, lumbalgias y lesiones de la columna vertebral.

**3. Objetivo General.**

Analizar y evaluar los niveles y límites máximos permisibles de vibración, por medio de una simulación de un centro de trabajo donde se generen vibraciones, con el fin de minimizar los riesgos de los trabajadores expuestos a vibraciones.

**4. Objetivos Específicos.**

- Conocer las formas de medición de las vibraciones.
- Saber interpretar los lineamientos permisibles según las normas aplicables
- Determinar los niveles de vibración de los trabajadores expuestos y verificar si se cumple con los niveles permisibles establecidos en la norma aplicable.
- Proponer alternativas de mejora, en caso de que se presenten condiciones desfavorables de los niveles de vibración.

**5. Reactivos/insumos, materiales/utensilios y equipos.**

<b>j) REACTIVOS/INSUMOS.</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
27	Pilas	Alcalinas ó recargables. 1,5 V tipo AAA, alcalinas (LR03) o pilas NiMH (HR03)	
<b>k) MATERIALES/UTENSILIOS.</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Formato registro de vibraciones (ejes x, y y z)		
1	<b>NORMA Oficial Mexicana NOM-024-STPS-2001,</b> Vibraciones-Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.		

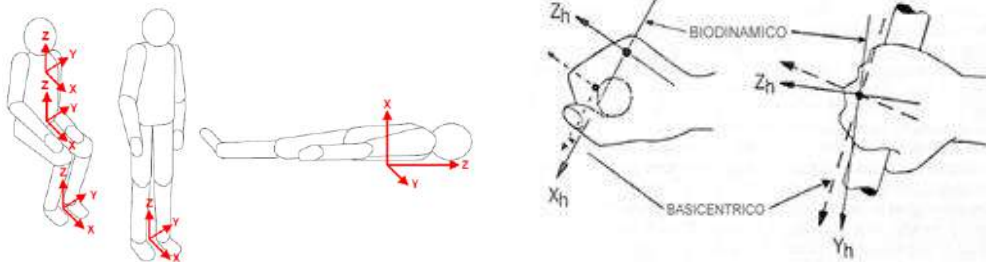


**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

1	<b>NORMAS ISO 5349-1.</b> Vibraciones mecánicas. Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano y a la <b>NORMA ISO 2631-1: Vigentes</b> Vibraciones y choques mecánicos. Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo entero.		
<b>I) EQUIPOS/INSTRUMENTOS.</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
9	Vibrómetros para medir cuerpo entero y brazos PCE-VM 31-HAW	Con filtros medición $W_b, W_c, W_d, W_h, W_j, W_k, W_m$ ponderación de frecuencias (Hz) y amplitud ( $m/s^2$ ). Aceleración 0,1- 400,0 $m/s^2$ Bandas de octava con frecuencias centrales de 8 a 1600 Hz.	
9	Analizadores de vibraciones de 3 canales	Marca: Delta Modelo: HD2070 Frecuencias centrales de bandas de octava de 1 a 80 Hz.	

**6. Desarrollo de la Actividad Práctica.**

1. Identificar las fuentes de vibración a que están expuestos los trabajadores y determinar el tipo de vibración a evaluar: **Cuerpo entero o mano-brazo**



2. Identificar los límites máximos permisibles de exposición (LMPE)

a. **Tabla 1. Valores límite de exposición diarias VMB y VCE**

	<b>Valor que da lugar a una acción</b>	<b>Valor límite</b>
Vibraciones transmitidas al sistema <b>mano-brazo</b>	2,5 $m/s^2$	5 $m/s^2$
Vibraciones transmitidas al <b>cuerpo entero</b>	0,5 $m/s^2$	1,15 $m/s^2$





**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

**b. Tabla 2. Límites máximos de exposición en manos.**

LIMITES MAXIMOS DE EXPOSICION EN MANOS A VIBRACIONES EN DIRECCIONES  $X_h, Y_h, Z_h$ .

Tiempo total de exposición diaria a vibraciones, en horas	Valores cuadráticos medios dominantes de la componente de las aceleraciones de frecuencia ponderada que no deben excederse (*)
	ak, en m/s <sup>2</sup>
De 4 a 8	hasta 4
De 2 a 4	hasta 6
De 1 a 2	hasta 8
Menor de 1	hasta 12

**c. Tabla 3. Parámetros a tener en cuenta en cuerpo entero, para el cálculo del A(8) en cada eje.**

Eje	Acelerac. Eficaz	Ponderac	Factor de multiplic.	Tiempo de expos.	A(8)
Eje x	$a$ (rms)	$w_d$	1.4	t →	$A(8)_x$
Eje y	$a$ (rms)	$w_d$	1.4	t →	$A(8)_y$
Eje z	$a$ (rms)	$w_k$	1	t →	$A(8)_z$

3. Realizar la medición de las vibraciones en cada eje (x, y, y z) y registrar los datos en el formato correspondiente; así como el tiempo real de exposición del trabajador.

**4. Calcular A(8) y determinar si cumple o no cumple con los LMPE (Mano brazo o Cuerpo entero)**

**4.1 Exposición a vibraciones mano brazo con una sola fuente de vibración**

- a. Determinar el valor eficaz de la aceleración ponderada en frecuencia  $a_{hv}$  mediante la ecuación 1:

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2} \quad (1)$$

Donde:

$a_{hwx} + a_{hwy} + a_{hwz}$  son las aceleraciones ponderadas en frecuencia según cada uno de los ejes.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

- b. Calcular el valor de  $A(8)$ ; que se debe comparar con el valor que da a una acción y el valor límite se calcula mediante la ecuación 2:

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}} \quad (2)$$

**Donde:**

$A(8)$  = Representa el valor de la exposición diaria a vibraciones, normalizado para un periodo de ocho horas.

$T_{exp}$ . = Es el tiempo real de exposición y  $T_0 = 8$  hrs.

- c. Comparar con la tabla 1. Valores límite de exposición diaria; y con la tabla 2. Límites máximos de exposición en manos (Ver tablas arriba).  
d. Determinar conclusiones y/o medidas de control.

**4.1.1 Exposición a vibraciones mano brazo con varias fuentes de vibración**

- a. Determinar los valores parciales de  $A(8)$  correspondientes a las  $n$  exposiciones de la forma indicada en el caso anterior.  
b. Determina el valor de la exposición global que deberemos comparar con los valores de acción y límite mediante la ecuación 3:

$$A(8) = \sqrt{A_1(8)^2 + A_2(8)^2 + A_3(8)^2 \dots + A_n(8)^2} \quad (3)$$

- c. Comparar con la tabla 1. Valores límite de exposición diaria; y con la tabla 2. Límites máximos de exposición en manos (Ver tablas arriba).  
d. Determinar conclusiones y/o medidas de control.

**4.2 Exposición a vibraciones de cuerpo entero con una sola fuente de vibración**

**4.3**

- a. Determinar los valores eficaces de la aceleración ponderados en frecuencia  $a_{wx}$ ,  $a_{wy}$ ,  $a_{wz}$ ; mediante las siguientes ecuaciones para cada eje (**1a** para el eje x; **1b** para el eje y; **1c** para el eje z).

**Ec. 1a**

$$A_x(8) = 1.4 a_{wx} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$$

**Ec. 1b**

$$A_y(8) = 1.4 a_{wy} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$$

**Ec.1c**

$$A_z(8) = 1 a_{wz} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$$

**Donde:**

$a_w$  = Representa el valor eficaz de la aceleración ponderada en frecuencia según los ejes ortogonales x, y, z.

$T_{exp}$ . Tiempo real de exposición y

$T_0$  = Tiempo de referencia de 8 horas



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

---

- b. Una vez que se calcula  $A(8)$  por cada eje, la evaluación de la vibración debe realizarse con respecto a la aceleración ponderada en frecuencia **más alta obtenida** en cada uno de los ejes con la ecuación 4.

$$A(8) = \max[Ax(8), Ay(8), Az(8)] \quad (4)$$

- c. Comparar con la tabla 1. de valores límite de exposición diaria (Ver tabla arriba).  
d. Determinar conclusiones y/o medidas de control.

#### 4.2.1 Exposición a vibraciones de cuerpo entero con varias fuentes de vibración.

- a. Conocidos los valores de  $a_{wx}$ ;  $a_{wy}$ ;  $a_{wz}$ ; correspondiente a cada fuente de exposición, se determinan los valores de  $A(8)_{x,i}$ ,  $A(8)_{y,i}$ ,  $A(8)_{z,i}$  asociados a cada una de ellas de la manera indicada en el apartado anterior.  
b. Una vez calculados dichos valores se determina la exposición global en cada eje utilizando la ecuación 5.

$$A_i(8) = \sqrt{A_{i1}(8)^2 + A_{i2}(8)^2 + A_{i3}(8)^2 + \dots} \quad (5)$$

Donde  $i$  se refiere a los ejes  $x$ ,  $y$ ,  $z$ .

- c. Se toma como valor de la exposición diaria equivalente  $A(8)$  el mayor de estos tres valores.  
d. Comparar con la tabla 1. de valores límite de exposición diaria (Ver tabla arriba).  
e. Determinar conclusiones y/o medidas de control.

## 7. Cuestionario

1. Dibuja el croquis o plano de las áreas evaluadas y especifica los puntos de evaluación.
2. Define que vibración.
3. Menciona diferentes fuentes de vibración.
4. ¿Qué aspectos generales se deben considerar para aminorar el nivel de vibración en los lugares de trabajo?
5. Menciona y describe los ejes considerados para realizar la evaluación de las vibraciones en los centros de trabajo.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

---

6. Describe las causas y efectos de las vibraciones que rebasen los límites máximos permisibles.
7. Describe los riesgos labores (para los trabajadores y para la empresa) debido a las vibraciones elevadas.
8. Describe la importancia, beneficios y ventajas de cumplir con los niveles permisibles de las vibraciones.

**8. Bibliografía.**

1. Lazo Cerna, Humberto, "Higiene y Seguridad Industrial", IMSS, México, 1990
2. NORMA ISO 5349-1. Vibraciones mecánicas. Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano.
3. NORMA ISO 2631-1:2008 Vibraciones y choques mecánicos. Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo entero.
4. NORMA Oficial Mexicana NOM-024-STPS-vigente, Vibraciones-Condicionales de seguridad e higiene en los centros de trabajo.

**9. Formato y especificación del reporte de práctica.**

- a) Portada
- b) Introducción
- c) Objetivo
- d) Desarrollo de la práctica
- e) Resultados
- f) Cuestionario
- g) Conclusión
- h) Bibliografía



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

---

### 1. Identificación.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	<b>CONDICIONES TÉRMICAS ELEVADAS Y ABATIDAS.</b>		
NO. DE PRÁCTICA:	6	NO. DE SESIONES:	1
NO. DE INTEGRANTES MÁXIMO POR EQUIPO:	4-5		

### 2. Introducción.

La sensación fisiológica de calor y frío es el origen del concepto primario de temperatura. Podemos apreciar variaciones de temperatura de acuerdo con las variaciones de intensidad de estas sensaciones, además, los efectos producidos por la conductividad de los cuerpos dan lugar a confusión en la apreciación de temperaturas al tacto.

Los ambientes térmicos requieren un estudio, conocimiento y adecuado tratamiento desde el campo de la Seguridad Industrial; debido a los efectos que estos pueden provocar en el individuo y en su actividad laboral, dando lugar a riesgos profesionales. Debido a la gran cantidad de legislaciones existen en los países, es casi obligado realizar este tipo de estudios

El valor de las diferentes variables térmicas, combinado con la intensidad de la actividad realizada en el trabajo, el tipo de vestido y las características individuales de los trabajadores, originan diferentes grados de aceptabilidad del ambiente térmico. El ambiente térmico del lugar de trabajo, aunque no sea extremo, puede influir negativamente en el bienestar de los trabajadores.

Un ambiente térmico inadecuado puede originar una reducción del rendimiento físico y mental, con la consiguiente disminución de la productividad, y un incremento de las distracciones, debido a las molestias ocasionadas, pudiendo ser estas distracciones la causa de accidentes laborales.

Con la realización de esta práctica, se propondrán alternativas de mejoramiento de las condiciones de trabajo en lo referente a las condiciones térmicas abatidas o elevadas, con base a lo establecido en la NORMA Oficial Mexicana **NOM-015-STPS-vigente**. Condiciones térmicas elevadas o abatidas-Condiciones de seguridad e higiene.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

**3. Objetivo General.**

Analizar y determinar los niveles y tiempos máximos permisibles de exposición a condiciones térmicas (elevadas o abatidas) de los trabajadores en los centros de trabajo; por medio de simular ambientes térmicos elevados o abatidos, con el fin de proveer un ambiente de confort térmico para los trabajadores en la realización de sus actividades.

**4. Objetivos Específicos.**

- Determinar los niveles de condición térmica abatida y condición térmica elevada; y verificar si se cumple con los niveles máximos permisibles establecidos en la norma aplicable.
- Identificar y analizar las condiciones actuales de condiciones térmicas, sus causas y efectos en las áreas de trabajo para determinar las condiciones térmicas óptimas y minimizar riesgos a los trabajadores.
- Realizar propuestas de mejora de las condiciones térmicas óptimas, en caso de que se requiera.

**5. Reactivos/insumos, materiales/utensilios y equipos.**

<b>d) REACTIVOS/INSUMOS.</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
9	Vaso de precipitado	Capacidad de 50 ó 100 ml de vee gee Scientific 202 gk-002 vidrio de borosilicato.	
9	Goteros		
<b>e) MATERIALES/UTENSILIOS.</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
1	Formato de evaluación de condiciones térmicas.		
<b>f) EQUIPOS/INSTRUMENTOS.</b>			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	OBS.
9	Termómetros de mercurio de bulbo seco.	Con bulbo sensor de $30 \pm 5$ mm, de $6 \pm 1$ mm de diámetro externo. Intervalo de medición de 10°C a 60°C Exactitud de medición de 1°C.	



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

9	Termómetros de mercurio de bulbo húmedo.	Con bulbo sensor de $30 \pm 5$ mm, de $6 \pm 1$ mm de diámetro externo. Intervalo de medición de $5^{\circ}\text{C}$ a $40^{\circ}\text{C}$ . Exactitud de medición de $0.5^{\circ}$	
9	Termómetros de globo	De índice de calor WBGR. Modelo: WBGT-2010SD Marca: lutron 1) Con bulbo sensor de $30 \pm 5$ mm, de $6 \pm 1$ mm de diámetro externo; 2) intervalo de medición de $20^{\circ}\text{C}$ a $120^{\circ}\text{C}$ ; 3) exactitud de medición de $1^{\circ}\text{C}$ ; 4) con una esfera de cobre en cuyo centro se localice el bulbo sensor del termómetro; con diámetro exterior de 150 mm; un espesor menor o igual a 1 mm y la superficie exterior pintada de color negro mate, con un coeficiente promedio de emisión de 0.95 (negro mate)	
9	Tripiés para soporte de los termómetros	Marca: labsuply. Soporte Universal 60 cm. altura, cromado.	
9	Anemómetros de copa o veleta	Con un rango de medición de 0.05 a 150 m/s. ó Termoanemómetros con un rango de medición de 0.03 a 300 m/s. Modelo: Lutron AM-4221; Marca: valiometro; Medición de velocidad del aire en m/s, Km/hr, Milla/hr. Medición de temperatura $-20$ a $60^{\circ}\text{C}$ ; $-4$ a $140^{\circ}\text{F}$ .	

**6. Desarrollo de la Actividad Práctica.**

**GENERALES**

**1. Límites máximos permisibles de exposición:**

**1.1 Condiciones térmicas elevadas.** En la Tabla 1 se establecen los tiempos máximos permisibles de exposición y el tiempo mínimo de recuperación para jornadas de trabajo de ocho horas.

**Tabla 1. Límites máximos permisibles de exposición (LMPE) a condiciones térmicas elevadas**

Temperatura máxima en $^{\circ}\text{C}$ de $I_{gbh}$			Porcentaje del tiempo de exposición y de no exposición
Régimen de trabajo			
Ligero	Moderado	Pesado	
30.0	26.7	25.0	100% de exposición
30.6	27.8	25.9	75% de exposición 25% de recuperación en cada hora
31.7	29.4	27.8	50% de exposición 50% de recuperación en cada hora
32.2	31.1	30.0	25% de exposición 75% de recuperación en cada hora





**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

**1.2 Condiciones térmicas abatidas.** En la Tabla 2 se relacionan las temperaturas del índice de viento frío, tiempo de exposición máxima diaria y el tiempo de no exposición.

**Tabla 2. Límites máximos permisibles de exposición a condiciones térmicas abatidas**

Temperatura en °C	Exposición máxima diaria
de 0 a -18	8 horas.
Menores de -18 a -34	4 horas; sujeto a periodos continuos máximos de exposición de una hora; después de cada exposición, se debe tener un tiempo de no exposición al menos igual al tiempo de exposición.
Menores de -34 a -57	1 hora; sujeto a periodos continuos máximos de 30 minutos; después de cada exposición, se debe tener un tiempo de no exposición al menos 8 veces mayor que el tiempo de exposición.
Menores de -57	5 minutos.

2. Identificar y registrar en un plano de vista de planta del centro de trabajo, todas las fuentes que generen condiciones térmicas extremas.

3. Determinar si en el área donde se ubican las fuentes, el personal se localiza en un lugar cerrado o abierto y si existe ventilación natural o artificial.

**EVALUACIÓN 1.MÉTODO DE EVALUACIÓN PARA CONDICIONES TÉRMICAS ELEVADAS.**

1. Describir las actividades del personal expuesto.

2. Medir la temperatura axilar del personal operativo expuesto al inicio y al término de cada ciclo de exposición.

3. Determinar el régimen de trabajo del personal, según lo establecido en la **Tabla A.1 que viene en la NOM-015-STPS-Vigente.**

4. Estabilizar los instrumentos de medición.

5. Realizar la evaluación que consiste en medir y promediar a tres diferentes alturas la temperatura de globo bulbo húmedo, colocando los instrumentos de medición en:

5.1 La primera medición, a una altura de 0.10 m.+/-0.05 m (región de los tobillos), en relación al plano de sustentación del trabajador.

5.2 la segunda medición a la altura de la región abdominal a 0.60 m.+/-0.05 m., en relación al plano de sustentación del trabajador sentado, y de 1.10 m.+/-0.05 m. si la actividad es desarrollada de pie.

5.3 La tercera medición, a la altura de la región superior de la cabeza a 1.10 m.+/-0.05 m en relación al plano de sustentación del trabajador sentado, y de 1.70 m.+/-0.05 m si desarrolla sus actividades de pie.





**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

6. La medición se debe realizar al inicio y al final de todos los ciclos de exposición que se generen durante una hora continua de actividades.

7. Registrar las mediciones en el formato correspondiente y **determinar el índice de temperatura de globo bulbo húmedo** por cada punto evaluado:

7.1. Mediante la ecuación (1) si la medición se realiza en interiores o exteriores sin carga solar:

$$I_{tgbh} = 0.7 t_{bhn} + 0.3t_g(1)$$

7.2 Y mediante la ecuación (2) si la medición se realiza en exteriores con carga solar:

$$I_{tgbh} = 0.7t_{bhn} + 0.2t_g + 0.1t_s(2)$$

Donde:

**I tgbh cabeza:** Es el índice de temperatura de globo bulbo húmedo, medido en la región de la cabeza.

**I tgbh abdomen:** Es el índice de temperatura de globo bulbo húmedo, medido en la región del abdomen.

**I tgbh tobillos:** Es el índice de temperatura de globo bulbo húmedo medido, en la región de los tobillos.

7.3 Para obtener la temperatura de globo bulbo húmedo promedio, se debe aplicar la ecuación 3:

$$I_{tg bh promedio} = \left[ \frac{I_{tg bh cabeza} + 2I_{tgbh abdomen} + I_{tg bh tobillos}}{4} \right] \quad (3)$$

**8. Los resultados obtenidos se deben comparar con los LMPE establecidos en la Tabla 1.**

## **EVALUACIÓN 2. MÉTODO DE EVALUACIÓN PARA CONDICIONES TÉRMICAS ABATIDAS.**

1. Instrumentos de medición que se requieren para evaluar las condiciones térmicas abatidas:

1.1 Termómetro de mercurio de bulbo seco (con bulbo sensor de  $30 \pm 5$  mm, de  $6 \pm 1$  mm de diámetro externo, intervalo de medición  $-60^{\circ}\text{C}$  a  $20^{\circ}\text{C}$ , exactitud de medición de  $0.5^{\circ}\text{C}$ ).

1.2 Anemómetro de copa o veleta.

2. Describir las actividades del personal expuesto

3. Medir la temperatura axilar del personal en su puesto de trabajo, antes y después de su exposición, así como la duración de la exposición.

4. Realizar la medición colocando los instrumentos de medición a una altura de  $1.40 \pm 0.10$  metros y se deben tomar tres lecturas: al inicio, a la mitad y al final de cada ciclo de exposición.



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL  
MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

5. Registrar en el formato los valores obtenidos y determinar el valor del índice de viento frío promedio, como se indica a continuación:

5.1. Correlacionar la temperatura de bulbo seco y la velocidad del aire para calcular el índice de viento frío de acuerdo a la siguiente tabla A.2.

**Tabla A.2 Índice de viento frío**

Velocidad del viento en km/h	Temperatura leída en el termómetro en °C									
	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40
8	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40
16	9	3	-3	-9	-14	-21	-26	-32	-38	-44
24	4	-2	-9	-15	-23	-31	-36	-43	-50	-57
32	2	-6	-13	-21	-28	-36	-43	-50	-58	-65
40	0	-8	-16	-23	-32	-39	-47	-55	-63	-71
48	-1	-9	-18	-26	-34	-42	-50	-59	-67	-76
56	-2	-11	-19	-28	-36	-44	-53	-62	-70	-78
64	-3	-12	-20	-29	-37	-46	-55	-63	-72	-80
66 y mayores	-3	-12	-21	-29	-38	-47	-56	-65	-73	-82
	PELIGRO ESCASO EN UNA HORA DE EXPOSICION (PARA UNA PERSONA ADECUADAMENTE VESTIDA)				AUMENTO DE PELIGRO EN UN MINUTO DE EXPOSICION			GRAN PELIGRO EN 30 SEGUNDOS DE EXPOSICION		
	PELIGRO DE CONGELACION DE LAS ZONAS EXPUESTAS									

5.2 Determina el valor del índice de viento frío promedio, utilizando la ecuación 4:

$$I_{vf \text{ promedio}} = \left[ \frac{I_{vf \text{ inicial}} + I_{vf \text{ a la mitad}} + I_{vf \text{ al final}}}{3} \right] \quad (4)$$

**Donde:**

**I<sub>VF</sub> inicial:** Es el valor promedio del índice del viento frío inicial.

**I<sub>VF</sub> a la mitad:** Es el valor promedio del índice del viento frío a la mitad.

**I<sub>VF</sub> al final:** Es el valor promedio del índice del viento frío final.

6. Una vez determinado el valor del Índice de viento frío promedio, todos los puntos de medición de la zona evaluada se deben identificar con un número progresivo y registrarse en un plano de vista de planta.

7. Con el resultado del índice de viento frío promedio, **se debe determinar el tiempo máximo de exposición del POE según lo establecido en la Tabla 2.**



**PROGRAMA EDUCATIVO INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA DE ERGONOMÍA**

---

**7. Cuestionario.**

1. Dibuja el croquis o plano de las áreas evaluadas y especifica los puntos de evaluación
2. Define que es temperatura, condición térmica abatida, condición térmica elevada, condición térmica extrema y que es estrés térmico.
3. Define que es temperatura de bulbo húmedo natural, que es temperatura de bulbo húmedo ventilado, que es temperatura de bulbo seco y que es temperatura de globo.
4. Define que es índice de temperatura de globo bulbo húmedo y que es índice de viento frío.
5. Describe las causas y efectos de una condición térmica abatida y una condición térmica elevada dentro de las áreas de trabajo.
6. Describe los riesgos labores (para los trabajadores y para la empresa) debido a las condiciones térmicas abatidas y elevadas.
7. Describe la importancia, beneficios y ventajas de cumplir con los niveles máximos permisibles de condiciones térmicas elevadas y abatidas.

**8. Bibliografía**

1. NORMA Oficial Mexicana NOM-015-STPS-vigente. Condiciones térmicas elevadas o abatidas-Condición de seguridad e higiene.
2. Osborne David J. (2004). Ergonomía en Acción (la adaptación del medio de trabajo al hombre). Editorial Trillas.
3. Ramírez Cavassa César. (2006). Ergonomía y Productividad. Editorial Limusa.

**9. Formato y especificación del reporte de práctica.**

- a) Introducción
- b) Objetivo
- c) Desarrollo de la actividad práctica
- d) Resultados
- e) Discusión
- f) Cuestionario
- g) Bibliografía