



Modalidad Abierta y a Distancia

# Itinerario 2: Ergonomía en Sectores Productivos

Guía didáctica

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Departamento de Producción

---

## Itinerario 2: Ergonomía en Sectores Productivos

*Guía didáctica*

Carrera	PAO Nivel
▪ Seguridad y Salud Ocupacional	VII

Autor:

Pambabay Santacruz Julio Alberto



S E O C \_ 4 0 0 6

Asesoría virtual  
[www.utpl.edu.ec](http://www.utpl.edu.ec)

## **Universidad Técnica Particular de Loja**

### **Itinerario 2: Ergonomía en Sectores Productivos**

Guía didáctica

Pambabay Santacruz Julio Alberto

#### **Diagramación y diseño digital:**

Ediloja Cía. Ltda.

Telefax: 593-7-2611418.

San Cayetano Alto s/n.

[www.ediloja.com.ec](http://www.ediloja.com.ec)

edilojacialtda@ediloja.com.ec

Loja-Ecuador

ISBN digital - 978-9942-39-794-2



**Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual  
4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)**

Usted acepta y acuerda estar obligado por los términos y condiciones de esta Licencia, por lo que, si existe el incumplimiento de algunas de estas condiciones, no se autoriza el uso de ningún contenido.

Los contenidos de este trabajo están sujetos a una licencia internacional Creative Commons **Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 (CC BY-NC-SA 4.0)**. Usted es libre de **Compartir – copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. Adaptar – remezclar, transformar y construir a partir del material citando la fuente, bajo los siguientes términos: Reconocimiento- debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios.** Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante. **No Comercial-no puede hacer uso del material con propósitos comerciales. Compartir igual-Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original.** No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

# Índice

<b>1. Datos de información .....</b>	<b>8</b>
1.1. Presentación de la asignatura .....	8
1.2. Competencias genéricas de la UTPL.....	8
1.3. Competencias específicas de la carrera .....	8
1.4. Problemática que aborda la asignatura .....	9
<b>2. Metodología de aprendizaje .....</b>	<b>9</b>
<b>3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje .....</b>	<b>10</b>
<b>Primer bimestre.....</b>	<b>10</b>
<b>Resultado de aprendizaje 1.....</b>	<b>10</b>
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje.....	10
<b>Semana 1 .....</b>	<b>11</b>
<b>Unidad 1. Fundamentos y marco de acción de la ergonomía y factores humanos .....</b>	<b>11</b>
1.1. Introducción y reseña histórica .....	11
1.2. ¿Qué entendemos por ergonomía?.....	15
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	17
<b>Semana 2 .....</b>	<b>18</b>
1.3. Definición .....	18
1.4. Relaciones entre la ergonomía con otras ciencias.....	20
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	21
Autoevaluación 1 .....	22
<b>Semana 3 .....</b>	<b>24</b>
<b>Unidad 2. El sistema hombre-máquina-ambiente, parte de los sistemas de trabajo en la ergonomía .....</b>	<b>24</b>
2.1. Los sistemas de trabajo .....	24
2.2. Diversos tipos de información a ser tomados en cuenta en la gestión de los sistemas de trabajo .....	28

<b>Semana 4</b>	.....	<b>30</b>
2.3. Objetivos de la ergonomía de los sistemas de trabajo o de producción .....	31	
2.4. El diseño ergonómico aplicado.....	34	
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	37	
Autoevaluación 2.....	38	
<b>Semana 5</b>	.....	<b>41</b>
<b>    Unidad 3. Ergonomía geométrica</b> .....	<b>41</b>	
3.1. La antropometría estática .....	42	
3.2. La antropometría dinámica .....	44	
<b>Semana 6</b>	.....	<b>46</b>
3.3. Análisis ergonómico del puesto de trabajo.....	46	
3.4. Consideraciones normativas del diseño en función a la seguridad de máquinas y equipos .....	50	
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	52	
Autoevaluación 3.....	53	
<b>Semana 7</b>	.....	<b>55</b>
<b>    Unidad 4. Clasificación de la ergonomía conforme la IEA</b> .....	<b>55</b>	
4.1. Ergonomía física .....	56	
4.2. Ergonomía cognitiva.....	58	
4.3. Ergonomía organizacional .....	60	
Actividad de aprendizaje recomendada .....	62	
Autoevaluación 4.....	63	
<b>Semana 8</b>	.....	<b>65</b>
Actividades finales del bimestre .....	65	
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	65	

<b>Segundo bimestre .....</b>	<b>66</b>
<b>Resultado de aprendizaje 1.....</b>	<b>66</b>
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje.....	66
<b>Semana 9 .....</b>	<b>66</b>
<b>Unidad 5. Ergonomía ambiental y estudio de confort .....</b>	<b>67</b>
5.1. Ergonomía ambiental .....	67
5.2. Ambiente acústico.....	69
5.3. Ejercicio de aplicación.....	72
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	75
<b>Semana 10 .....</b>	<b>75</b>
5.4. Ambiente lumínico y contrastes .....	76
5.5. Ejercicio de aplicación.....	82
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	82
Autoevaluación 5.....	84
<b>Semana 11 .....</b>	<b>86</b>
<b>Unidad 6. Ergonomía organizacional o macro ergonomía .....</b>	<b>86</b>
6.1. La ergonomía organizacional.....	86
6.2. Crono ergonomía o ergonomía temporal .....	89
<b>Semana 12 .....</b>	<b>92</b>
6.3. El error humano en los sistemas .....	92
<b>Semana 13 .....</b>	<b>96</b>
6.4. Aplicaciones de la ergonomía en la seguridad industrial, un enfoque bajo la norma ISO 12100 .....	96
<b>Semana 14 .....</b>	<b>100</b>
6.5. Recomendaciones prácticas de la OIT sobre maquinaria.....	100

<b>Semana 15 .....</b>	<b>102</b>
6.6. Aplicación de seguridad y generación de guardas bajo norma ISO 14120.....	102
Actividad de aprendizaje recomendada.....	106
Autoevaluación 6.....	107
<b>Semana 16 .....</b>	<b>109</b>
Actividades finales del bimestre .....	109
<b>4. Solucionario .....</b>	<b>111</b>
<b>5. Glosario .....</b>	<b>118</b>
<b>6. Referencias bibliográficas .....</b>	<b>122</b>
<b>7. Anexos .....</b>	<b>125</b>



---

## 1. Datos de información

---

### 1.1. Presentación de la asignatura



### 1.2. Competencias genéricas de la UTPL

- Comunicación oral y escrita.
- Pensamiento crítico y reflexivo.
- Comportamiento ético.
- Organización y planificación del tiempo.

### 1.3. Competencias específicas de la carrera

- Identificar, evaluar, prevenir y controlar riesgos para la seguridad y salud de las personas en empresas y lugares de trabajo.
- Maneja adecuadamente los protocolos y procedimientos de prevención de riesgos laborales.
- Desarrolla mecanismos integrales de prevención, monitoreo, para la seguridad en el ámbito laboral.

## **1.4. Problemática que aborda la asignatura**

El bienestar humano y la productividad serán dos componentes fundamentales dentro del desarrollo de la carrera de Seguridad y Salud Ocupacional, al desplegar habilidades y destrezas en los futuros profesionales, quienes contribuyan desde la prevención y planeación al encadenamiento y mejoramiento productivo, con pensamiento crítico para alcanzar la protección del hombre en diversos ámbitos laborales.

Escasa generación de capacidades y promoción de oportunidades laborales en condiciones de equidad, donde exista un estricto cumplimiento del derecho a la salud y al cuidado integral de los trabajadores, bajo criterios de accesibilidad, calidad y pertinencia territorial y cultural, nos permite plantear el reto de conseguir bienestar y productividad, como fines de la ergonomía.



---

## **2. Metodología de aprendizaje**

---

Aplicaremos a lo largo de este semestre la metodología de aprendizaje basado en indagación, aprovechando el *B-Learning*, donde por medio de clases sincrónicas y asincrónicas, planteamos una educación virtual comprometida con los estudiantes, la flexibilidad es nuestra principal herramienta, para conversar, debatir y discutir los temas presentados aprovechando las ventajas de la tecnología por medio de la revisión de videos, textos, audios, entre otros REAS, con los cuales estamos contribuyendo a la adecuación de los horarios y disponibilidad por parte de los estudiantes, respecto del tiempo dedicado al autoestudio y desarrollo de sus competencias.

Contribuir al desarrollo de una cultura por la indagación, a través de la revisión de materiales bibliográficos disponibles en la Universidad para mejorar los procesos formativos, facilitando el autoaprendizaje en la aplicación de diversas herramientas de la ergonomía en los sectores productivos, en busca del encadenamiento y mejoramiento productivo, con pensamiento crítico para alcanzar la protección del trabajador en diversos ámbitos laborales, donde se desarrolla.



### 3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje



#### Primer bimestre

##### Resultado de aprendizaje 1

- Conoce de forma adecuada como se relaciona la maquinaria con el operador.

#### Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje

Al interior de todos los sectores productivos, sean industriales o comerciales, la operación de maquinarias y equipos conllevan riesgos operacionales y de manera particular riesgos disergonómicos asociados principalmente con las posturas de trabajo extremas, el estatismo y las posturas de trabajo forzadas, los movimientos repetitivos, el uso de fuerza, el manejo manual de cargas. Los factores individuales como edad, sexo, antigüedad y otros asociados con factores intra o extralaborales presentes en el trabajo, todos los cuales tienen la capacidad de generar los denominados trastornos músculo esqueléticos, estos requieren ser identificados, medidos, evaluados y controlados en las organizaciones para evitar dolor y sufrimiento asociado con las lesiones y enfermedades profesionales, esta gestión requiere ser efectuada por los profesionales de seguridad y salud ocupacional.

En consecuencia, la ergonomía en los sectores productivos, presentará diversas herramientas asociadas con los aprendizajes desarrollados por los estudiantes de la carrera de Seguridad y Salud Ocupacional, a fin de perfeccionar las competencias necesarias con las cuales se reconozcan los factores de riesgo ergonómicos en los sectores productivos, hacia generar productividad y bienestar fines de esta disciplina científica, como parte del ejercicio práctico del futuro profesional.



## Semana 1

---

**<<In the past, the man has been first; in the future, the system must be first>>.**

*"En el pasado, el hombre fue primero; en el futuro, el sistema será primero" ...*

(Taylor, F.W. 1911. p. 7)

Durante esta semana proponemos revisar los conceptos relacionados con la ergonomía, es de importancia estandarizar y perfeccionar estos fundamentos, pues será el cimiento en el que se afirme su aprendizaje durante todo este ciclo. Bienvenidos todos a este curso.

### **Unidad 1. Fundamentos y marco de acción de la ergonomía y factores humanos**

---

#### **1.1. Introducción y reseña histórica**

La ergonomía es el estudio de las interacciones entre personas, máquinas, además de otros factores que afectan esta interacción. Su propósito es mejorar el desempeño de los sistemas optimizando la interacción entre el hombre y la máquina.

Desde el inicio de la gestión de prevención de riesgos laborales, durante este ciclo se plantea un compromiso con la seguridad y salud ocupacional, puede ser que algunos de los temas sean nuevos, otros usted ya tenga conocimiento, será importante el estandarizar los conceptos para alcanzar los resultados esperados.

Al comenzar se revisa la propuesta de Bernardo Ramazzini (1633-1714), quien es considerado el <<Padre de la Medicina Laboral>>, este médico visionario escribió De Morbis Artificum Diatribe y en este documento hace referencia respecto de problemas físicos ergonómicos en cargadores de agua sobre la espalda.

Un científico de origen polaco, publicó un tratado filosófico titulado: "Compendio de Ergonomía, o la Ciencia del Trabajo Basada en Verdades Tomadas de la Naturaleza" (Jastrzebowski, 1857). A posteriori, se

entenderá que la ergonomía aplica y busca evidencia científica desde una interacción con una diversidad de ciencias.

Sin embargo, desde antes el concepto de un trabajo adecuado, siempre estuvo presente como parte de la prevención de riesgos de la salud.

**El ingeniero Frederick W. Taylor (1856-1915)**, fue el primero en proponer la “organización científica del trabajo” y al aplicar su propio método desarrolló el “estudio del trabajo”, este consiste en medir la duración de cada una de las operaciones más simples que un trabajador realizaba durante una tarea a fin de estandarizarlas, es considerado uno de los padres de la administración moderna, sus propuestas son útiles en la ergonomía donde se requiere entender el trabajo, sus tiempos y movimientos para alcanzar los resultados para una organización.

**Frank Gilbreth (1868-1924)** y su esposa Lillian, aportaron a la ergonomía con el “estudio de movimientos”. Este método consistía en medir los tiempos de trabajo descompuestos en los movimientos fundamentales, denominados “THERBLIGS” utilizados hasta el día de hoy en el estudio de la carga de trabajo. Nacen los tiempos predeterminados para que el trabajo sea menos cansado y más productivo.

**El psicólogo Elton Mayo (1880-1949)**, experimentó en la planta de Western Electric de los Estados Unidos los fundamentos de la ergonomía, fue quien se concentró en analizar la influencia de aspectos físicos (iluminación, ruido, humedad, temperatura, entre otros) y psicológicos (jornadas, descansos, horarios, tipo de dirección, liderazgo, entre otros) sobre el rendimiento de los trabajadores en función de su estado de ánimo, generando los fundamentos para la actual administración de recursos humanos, desde la visión ergonómica.

Bajo este enfoque, las relaciones entre los aspectos físicos y psicológicos, influyen de manera directa sobre el rendimiento humano y de manera especial entender a la ergonomía en relación con los sectores productivos requiere de habilidades y destrezas en los futuros profesionales prevencionistas, a fin de mejorar el bienestar laboral y la productividad dentro de las organizaciones.

Los trabajos de **Münsterberg por el año 1913**, no solo subrayaban la importancia de seleccionar a los trabajadores mediante “test psicológicos”, sino que incluían el estudio de factores físicos, sociales y psicológicos

(economía de movimientos, diseño de *displays* o visualizadores, efectos de la fatiga y la monotonía sobre el rendimiento, la estandarización de las tareas o la importancia del aprendizaje y el entrenamiento), que pueden considerarse básicos en la ergonomía actual (**Münsterberg, 2005**).

**Cattell (1921)**, fue el primero en aplicar los “*test mentales*”, no solo a nivel psicológico, sino también el desarrollo de los perfiles antropométricos (Sokal, 1987), aspecto fundamental —hoy en día— en el campo de la ergonomía física, para el dimensionamiento adecuado de los puestos de trabajo.

A partir de la Segunda Guerra Mundial, y debido a la necesidad de mejorar la eficacia del cada vez más sofisticado y complejo equipamiento militar, nace el interés por la interacción entre personas y máquinas, desde entonces ha ido en aumento, generando la denominada Human Computer Interface (HCI) (**Tarrazó Cases & Esteban Martín, s/f**).

Nace en 1949 la **Ergonomics Society Research** en Inglaterra, de la mano de un psicólogo H. Murrel, entre tanto desde los EE. UU. se va desarrollando la ingeniería de los factores humanos, de ahí en más, esta disciplina científica ha desarrollado aportes que buscan el bienestar humano y mejorar la productividad en las organizaciones.

**Martínez de la Tejada, (2007)**, dirá al respecto que: la Interacción Humano-Computadora (HCI), es el estudio de la interacción entre el ser humano, las computadoras y las tareas que se desarrollan; principalmente se enfoca a conocer cómo la gente y las computadoras pueden interactuar para llevar a cabo tareas por medio de sistemas y *software*.

Entender de esta manera a la ergonomía o factores humanos, donde el hombre será el activo más importante de la empresa y organización, sin importar el tamaño de esta. Así entendido, será sobre lo cual se tendrá que desarrollar el diseño que permita mejorar el rendimiento humano, incrementando la efectividad de los trabajadores, en beneficio de las organizaciones.

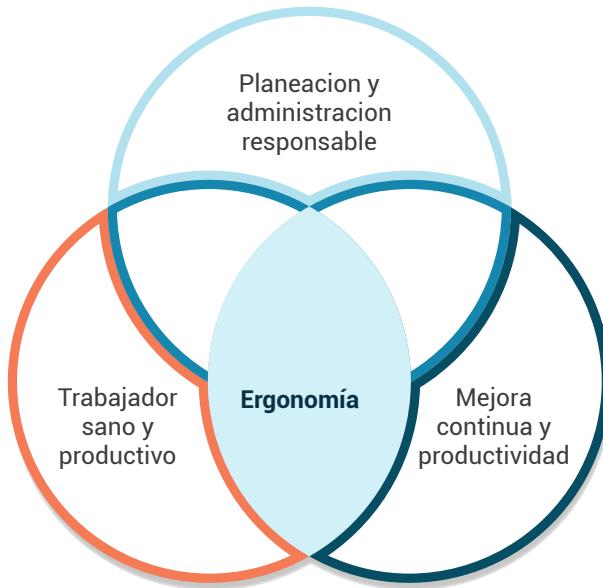
Un enfoque histórico conlleva la adaptación de las tareas y actividades a las capacidades o limitaciones de los trabajadores, si bien esto es admirable en los ergonomistas, no lo es todo, pues también requieren el desafío de seleccionar, entrenar y capacitar al trabajador más adecuado en función de esas capacidades, necesidades y condiciones, en busca de

mejorar el diseño de mejores sistemas de trabajo integrados, a través de un verdadero análisis ergonómico de los puestos de trabajo (Letho, 2015).

Hasta aquí, una breve revisión y una rápida descripción de los momentos históricos en el adelanto de la ergonomía, ahora note en la figura 1 la forma como esta disciplina científica, se inserta en las organizaciones modernas.

**Figura 1.**

*Ergonomía, elemento común en toda organización.*



*Nota. Diagrama de Venn, en la cual relaciona a los sistemas de trabajo, los trabajadores y la gestión de la producción*

En la figura 1, se muestra un diagrama de Venn, donde la administración de una organización, juega un papel preponderante a la hora de plasmar a la ergonomía, desde la concepción y la planeación del sistema de trabajo, con el fin de que se desarrollen puestos de trabajo sanos, seguros y productivos, con esto las organizaciones consiguen implementar y mantener el mejoramiento continuo, pilar fundamental de la productividad, pero también el bienestar humano así entendido, donde la ergonomía tiende en armonizar la salud ocupacional al interior de las empresas que han decidido aplicar a sus sistemas productivos.

Agrupamos así un concepto propuesto por Hendrick, (2003), quien expresa: "*la buena ergonomía es buena economía*". Si la ergonomía es considerada

desde el diseño del sitio de trabajo, hasta la utilización misma de un producto o servicio, siempre será más económico mantener un sistema ergonómico al servicio de la organización, pues el imponer desde la manera tradicional el trabajo al hombre, siempre será mucho más costoso.

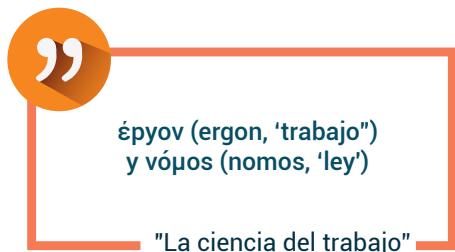
## 1.2. ¿Qué entendemos por ergonomía?

Hoy por hoy, la ergonomía está destinada a contribuir con el bienestar de los seres humanos; es decir, busca identificar las capacidades y limitaciones de los individuos, quienes a su vez interactúan con productos, bienes o servicios, en un determinado entorno.

Al ser transversal, esta disciplina científica, se aplicará sobre los sistemas de trabajo, incluyendo los métodos adecuados para su evaluación. La ergonomía centrará su enfoque en el “ser humano”, con sus capacidades y limitaciones cuando se proyecta esta disciplina científica sobre los sistemas de trabajo.

En la ergonomía habrá un doble beneficio, mejorar la seguridad y el bienestar de la fuerza laboral para mejorar la productividad. Sin embargo, si vemos más el futuro se podrá mencionar que los beneficios serán para la sociedad, el país, las empresas y sobre todo para los trabajadores.

**Figura 2.**  
*Etimología de la palabra Ergonomía.*



Nota. Pambabay, J., 2023.

En la figura 2, se plantea la etimología de la palabra ergonomía desde un origen griego (“*ergon*” = trabajo y “*nomos*” = leyes), concebida desde el punto de vista tradicional; sin embargo, se requiere entender al hombre dentro de un sistema de trabajo, quien interactúa con una o más máquinas en un determinado entorno, razón básica del estudio de la ergonomía

desde la visión sistémica, dejando a un lado el concepto tradicional de la ciencia del trabajo y como se verá más adelante cambiará su definición acostumbrada.

Existe un acrónimo en inglés denominado **LIMET**, conforme Letho & Landry (2013), quienes mencionan lo planteado por el ergólogo Paul Fitts, cuya traducción al español será:

- **Aprendizaje (Learning).**
- **Diferencias Individuales (Individual Differences).**
- **Motivación (Motivation).**
- **Medioambiente (Environment).**
- **Tarea (Task).**

Consecuentemente, en la ergonomía será necesario un aprendizaje de manera individual y colectiva, reconocer las diferencias individuales de los trabajadores a quienes se requiere cuidar y proteger, lograr una motivación adecuada para la gestión de prevención, reconocer el ambiente y entorno donde se labora y un tema básico, la forma en que se ejecuta lo planificado por la organización a través de ejecución de las tareas.

La identificación de estos cinco factores, le ayudará a comprender desde una visión sistémica, tanto como un sistema de gestión, desde la administración se deberá trabajar por alcanzar el denominado “*trabajo decente*” conforme la visión de la OIT en el mundo de trabajo representado por la figura 3; pero también, conforme a la norma ISO 45001, se requiere desarrollar un liderazgo al interior de la organización por asegurar condiciones de trabajo sanas, seguras y productivas, enfocando hacia los resultados empresariales anhelados.

Los profesionales de seguridad y salud ocupacional, también requieren el uso de los cinco elementos expuestos por Fitts, pues requieren de un buen aprendizaje individual y con los trabajadores sobre los cuales influenciarán, una capacidad de reconocer las condiciones ambientales y del entorno donde se desarrollan las tareas, comprender las circunstancias o la forma en la que se realizan los procesos productivos; finalmente, prevenir los accidentes y enfermedades de origen laboral, con la capacidad de motivar a los trabajadores, reconociendo sus capacidades y limitaciones individuales dentro del mundo del trabajo.

**Figura 3.**

*El mundo del Trabajo*



Nota. Tomado de *El mundo de trabajo para la Organización Internacional del Trabajo (OIT)* [Fotografía], por OIT, 2022, [ilo.org](http://ilo.org) Fuente: <http://bit.ly/3BX40tS>



### Actividades de aprendizaje recomendadas

A fin de mejorar su aprendizaje, revise en el Internet o en su biblioteca de la UTPL y conteste las siguientes preguntas:

1. ¿Por qué es importante planificar en la [ergonomía](#)?
2. ¿Por qué es importante hablar de un [trabajo decente](#)?

Ahora, resuelva desde su aprendizaje estos casos de aplicación:

3. Considere a una trabajadora del sector agrícola exportador, ella permanece cortando tallos de flores, al menos 8000 veces/día, que puede hacer la ergonomía para generar bienestar y un trabajo decente.
4. Usted ha observado que en las calles de nuestras ciudades se venden frutas o productos, ¿por qué los vendedores hacen unas manillas o manijas para mantener los productos exhibiendo durante todo el día? ¿Cómo aplicaron la ergonomía a su sitio de trabajo?



## Semana 2

En esta semana se requiere entender el concepto de ergonomía desde lo planteado por la Asociación Internacional de Ergonomía, a fin de comprender y aplicar en nuestro estudio y de manera particular enfocarse en los sectores productivos.

### 1.3. Definición

Desde la moderna visión de la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA, por sus siglas en inglés), señala la siguiente definición, a la cual continuamente estaremos recurriendo a lo largo de este curso:



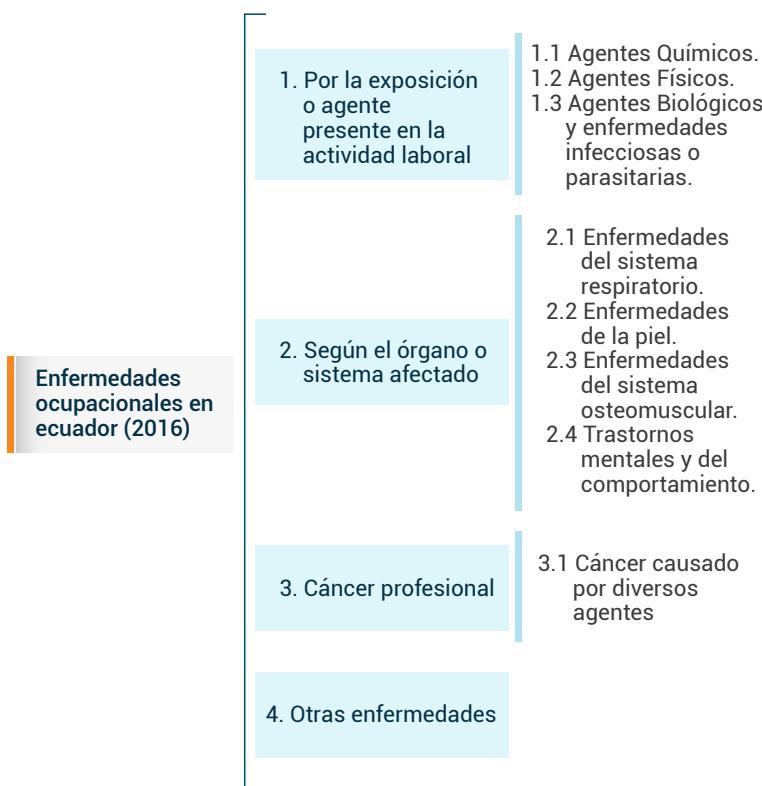
Ergonomía o factores humanos, es una disciplina científica de carácter multidisciplinario, que trata de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, así como, la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos al diseño con objeto de optimizar el bienestar del ser humano y el resultado global del sistema (Dul, et al., 2012, p. 377).

Al observar esta definición, conduce a justificar plenamente el desarrollo de este curso de manera multidisciplinaria, a fin de reconocer las diversas formas para incrementar la productividad dentro de una organización; sin embargo, desde la visión de la higiene industrial, concebida como la “ciencia de la anticipación”, destinada a identificar, medir y controlar los contaminantes presentes en los sitios de trabajo, se requiere estar atento a la definición planteada.

Adicional, al considerar el bienestar laboral de los trabajadores, por medio de la ergonomía, como una disciplina científica orientada al ser humano; es decir, los sistemas de trabajo estarán diseñados y adecuados a las capacidades y limitaciones de los trabajadores, algo que no es común en la mayoría de organizaciones, exponiendo a condiciones inseguras de trabajo, pues se obliga al trabajador a adecuarse a su puesto de trabajo, cuando lo adecuado y técnico será que el puesto de trabajo o el trabajo en sí, sea adaptado a las necesidades y capacidades de los trabajadores.

**Figura 4.**

*Clasificación de las enfermedades laborales en Ecuador*



Nota. Adaptado de Resolución No. CD. 513., (pp. 32-36), por Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2016, IESS. <https://bit.ly/3FTysX0>.

Para concluir, será importante mencionar que la ergonomía, busca prevenir las lesiones asociadas con las enfermedades ocupacionales asociadas, conforme la figura 4 en Ecuador se reconocen diversas enfermedades relacionadas con el trabajo, pero nos concentraremos en aquellas enfermedades que afectan a un órgano o sistema corporal; tanto por la acción de los contaminantes presentes en los sitios de trabajo, así como, con la prevención de la exposición sobre los sistemas u órganos afectados por la presencia de **riesgos disergonómicos**, aquí será importante mencionar este punto porque si la ergonomía es bienestar, lo contrario a esto estará asociado con el malestar, fundamento de sobra para que no puedan existir “**riesgos ergonómicos**” al interior de las organizaciones.

## 1.4. Relaciones entre la ergonomía con otras ciencias

Cuando los sistemas de trabajo están en equilibrio, entre la productividad y bienestar, se dirá entonces que el ejercicio de la ergonomía tendrá que recurrir a muchas y diversas ciencias de aplicación directa, tales como: higiene industrial, antropometría, medicina del trabajo, informática, cibernetica, física, biomecánica, arquitectura, ingeniería, derecho laboral, psicología, entre otras ciencias de las más diversas, con este enfoque multidisciplinario tiene un verdadero sentido dentro las empresas, pues marcan un compromiso hacia el cuidado del capital humano concebido como el activo más importante de toda organización.

En el lugar de trabajo, la ergonomía se aplicará en el diseño de equipos de trabajo y tareas, así como en la organización del trabajo. A menudo se le conoce como “ergonomía ocupacional” o “ergonomía aplicada”, aunque el concepto de ergonomía engloba un amplísimo conocimiento, por lo tanto, al hablar de la ergonomía aplicada al mundo del trabajo, será promover la salud, la eficiencia y bienestar en los empleados, al diseñar puestos de trabajo sanos, productivos y confortables y una verdadera gestión de prevención en los procesos productivos, desde las organizaciones.



Entonces, será importante integrar los diversos enfoques de la ergonomía, para facilitar el dimensionamiento y diseño de los puestos de trabajo, desde una visión holística e integradora, con la cual se facilite el insertar sitios de trabajo seguros y eviten enfermedades asociadas, adicional permitan alcanzar la productividad dentro de los sitios de trabajo.

Desde esta visión particular de la ergonomía, será necesario el buscar emplear los conocimientos, las técnicas, los procedimientos de otras ciencias, tales como: medicina, ingeniería, la anatomía, la fisiología, las ciencias sociales, entre muchas de estas relacionadas o emparejadas con la ergonomía, a fin de que los sistemas de trabajo puedan funcionar adecuadamente.



## Actividades de aprendizaje recomendadas

Estimado estudiante le invito a realizar las siguientes actividades:

1. Investigue y elabore una línea de tiempo de la ergonomía moderna.
2. Realice un mapa mental con las relaciones de la ergonomía con las demás ciencias.
3. Compare el Código del Trabajo del Ecuador, respecto de las clasificaciones de las enfermedades laborales OIT. ¿Cuál será su diferencia?
4. Realice la siguiente autoevaluación 1:



## Autoevaluación 1

Estimado estudiante, conteste el siguiente cuestionario según corresponda:

1. ( ) La ergonomía es una ciencia dedicada al cuidado del hombre en su trabajo.
2. ( ) La ergonomía aplicada estará relacionada con los sistemas de trabajo.
3. ( ) La ergonomía estará emparejada con una diversidad de ciencias para lograr un enfoque multidisciplinario.
4. ( ) En la ergonomía será necesario cuidar del hombre a fin de evitar los accidentes de trabajo.
5. ( ) Un análisis adecuado del puesto de trabajo, llevará hacia la protección del trabajador, pero también a lograr una adecuada productividad desde la aplicación de la ergonomía.
6. ( ) Adecuar el hombre al puesto de trabajo, será lo más rentable y adecuado para las organizaciones.
7. Se requieren adaptar a las capacidades y necesidades de los trabajadores.
  - a. Los sistemas.
  - b. El trabajo.
  - c. Los trabajadores.
  - d. Las empresas.
8. Las enfermedades laborales asociadas con el estrés y los trastornos mentales estarán relacionadas en Ecuador por:
  - a. Los contaminantes presentes.
  - b. Los riesgos psicosociales.
  - c. Los factores extralaborales.
  - d. El órgano o sistema afectado.

9. Aquellas lesiones que afectan tejidos blandos, articulaciones, nervios, músculos, entre otros se denominará:
- a. Síndrome de Quervain.
  - b. Síndrome del túnel carpiano.
  - c. Trastorno músculo-esquelético .
  - d. Enfermedades relacionadas al trabajo.
10. Desde sus aprendizajes, al referirse a la ciencia de la anticipación dentro de la gestión de riesgos laborales. ¿Estamos hablando de?
- a. La seguridad industrial.
  - b. La salud ocupacional.
  - c. La norma ISO 31000.
  - d. La higiene industrial.

[Ir al solucionario](#)



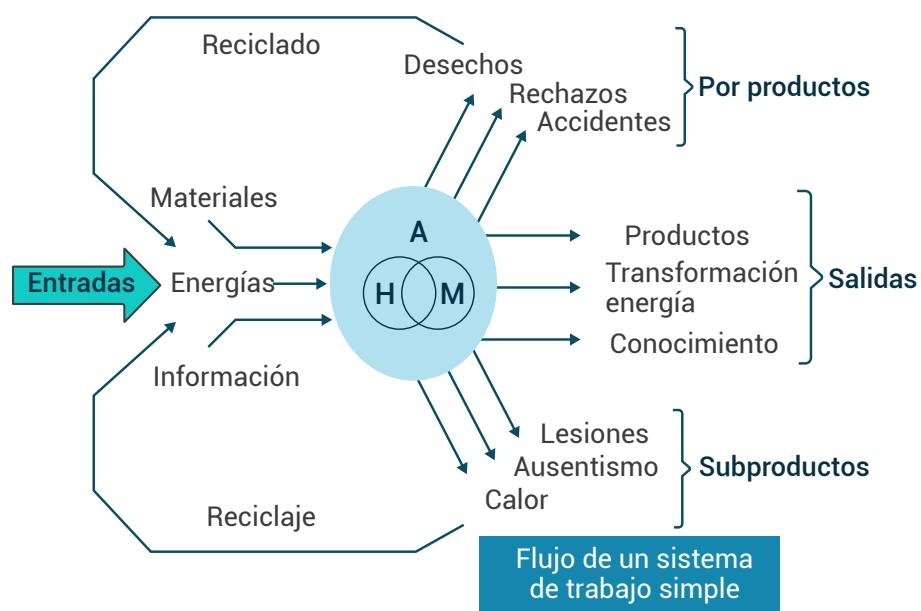
## Unidad 2. El sistema hombre-máquina-ambiente, parte de los sistemas de trabajo en la ergonomía

A lo largo de esta semana, se desarrollará el concepto vinculado con los sistemas de trabajo y de manera especial como él o los trabajadores estarán relacionados con el entorno y las máquinas para comprender al sistema hombre-máquina-entorno, como parte de la gestión de prevención.

### 2.1. Los sistemas de trabajo

**Figura 5.**

*Los sistemas de trabajo simple*



Nota. Adaptado de *Introduction Human Factors and Ergonomics* (p. 30), por Bridger, R., 2018, Boca Raton: CRC Press.

En la figura 5, se representa un esquema para visualizar un flujo de trabajo al interior de un sistema, es decir, los *inputs* o entradas estarán asociadas con los materiales, uso eficiente de la energía, procedimientos de trabajo, entre otros, los cuales serán transformados en productos, subproductos

y residuos, donde normalmente intervienen: el Hombre (H), la Máquina o Máquinas (M) y el Ambiente de Trabajo (A), conformando un todo para que funcione el sistema como tal.

Adicional, nótese en la figura 5, que una salida o subproducto de este sistema productivo, pueden ser también: el ausentismo, los accidentes y las enfermedades relacionadas con el trabajo, debido a la interacción de los sistemas con el hombre, quien, en última instancia será la víctima de ese sistema; es decir, sobre quien se impute la lesión, perturbación o deterioro de su salud, incluyendo a la muerte a causa de un inadecuado sistema de trabajo.

También, será importante entender como cada una de las diversas interacciones entre el sistema hombre – máquina – entorno, tiene la capacidad de alterar el equilibrio de este sistema, provocando perturbaciones asociadas con incidentes, lesiones o enfermedades laborales, conforme lo presenta la Organización Internacional del Trabajo, siendo el mismo criterio de adopción en la CD 513 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, agrupadas en cuatro tipos, relacionando con la pérdida de productividad.



Consecuentemente, el diseño adecuado y técnico de los sistemas de trabajo, conlleva a mantener sitios de trabajo sanos, seguros y productivos, será importante exponer aquí las diversas interfaces y combinaciones entre el emisor y receptor de la información, más si esta se procesa por parte de la automatización, en la vieja industria 1.0 el trabajador tuvo que ser entrenado y capacitado en la forma de realizar en su tarea.

Estamos en un cambio de época, próxima a la industria 5.0, asociada con el “*Internet de las Cosas*” (IoT por sus siglas en Inglés), con un mundo globalizado e integrado donde surgen los “knowmads” y los “cobots”, en consecuencia, los sistemas tienen el desafío para encontrar formas diversas de aplicar la tecnología pensada en el bienestar del ser humano en el desarrollo de los modernos puestos de trabajo.

Por lo tanto, serán identificadas diversas interacciones por la relación entre: persona y persona, la persona y la máquina, la máquina y la persona, por último, máquina hacia la máquina, todas estas interacciones tienen un componente en la ergonomía, de manera particular nos preocupamos de las relaciones del hombre con sus equipos o máquinas o entornos, la última

relación será propia de las ciencias de la ingeniería computacional y la cibernética.

Un sistema será: “**un conjunto de elementos, las relaciones entre estos elementos y la frontera que los rodea...** Un sistema es una combinación de medios (como personas, materiales, equipos, software, instalaciones, datos, etc.), integrados de tal forma que puedan desarrollar una determinada función en respuesta a una necesidad concreta” (Lorenzon, 2020).

La mayoría de los sistemas constan de personas y dispositivos que realizan una o más funciones (actividades) en sus entradas para producir alguna forma de salida. Las entradas se reciben en forma de materia, energía e información. El análisis de los sistemas es una parte integral de todo el trabajo avanzado en ergonomía (Bridger, 2018. pp. 6-9).



Será importante también dejar una definición sobre los sistemas de trabajo, es decir, aquella que relaciona a uno o más trabajadores, conformando un equipo de trabajo, interrelacionando sus actividades de manera conjunta o dentro de un proceso, donde comparten un sistema ambiental de trabajo, bajo similares condiciones para la realización de sus actividades (Llorca Rubio, Llorca Pellicer, & Llorca Pellicer, 2015).

También este criterio relacionado con los sistemas de trabajo, puede ser tomado en cuenta a través de la norma ISO 6385:2017, la cual se relaciona con los principios de ergonomía en el diseño de sistemas de trabajo, entre sus definiciones se hace referencia al sistema de trabajo, como:

Sistema compuesto por uno o más trabajadores (2.4) y equipos de trabajo (2.6) que actúan conjuntamente para realizar la función del sistema (2.21), en el espacio de trabajo (2.9), en el entorno de trabajo (2.8), en las condiciones impuestas por las tareas de trabajo (2.17). (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2021).

Los invitamos a revisar en la norma INEN ISO 6385:2017 todas las definiciones, estas les serán útiles todas a lo largo de este curso. Adicional, si revisamos algunos de los enunciados utilizados en la legislación nacional, podemos darnos una idea más clara sobre la importancia de los sistemas de trabajo en la ergonomía.

**Ergonomía:** es la técnica que se ocupa de **adaptar el trabajo al hombre**<sup>1</sup>, teniendo en cuenta sus características anatómicas, fisiológicas, psicológicas y sociológicas, con el fin de conseguir una óptima productividad con un mínimo esfuerzo y sin perjudicar la salud (R. O. No. 249, 2008).

**Factores de riesgo ergonómicos:** originados en posiciones incorrectas, sobreesfuerzo físico, levantamiento inseguro, uso de herramientas, maquinaria e instalaciones que no se adaptan a quien las usa<sup>2</sup> (R. O. No. 249, 2008).

Entonces, delinear a la ergonomía, para la gestión de los sistemas de trabajo, requiere una destreza a tener en cuenta para el dimensionamiento apropiado, basada en los siguientes aspectos:

- **Ineficiencia:** cuando el esfuerzo del trabajador produce un rendimiento subóptimo, menos de lo esperado por la organización, aunque también puede ser producto del inadecuado diseño del trabajo.
- **Fatiga:** asociada con la gestión por la carga de trabajo, especialmente en trabajos mal diseñados, la gente se cansa innecesariamente.
- **Accidentes,** lesiones y errores - debido a interfaces mal diseñadas y / o exceso, carga de trabajo, instrucciones o procedimientos inadecuados, inexistentes o que simplemente se desconoce su cumplimiento.
- **Estrés o estresores,** ya sean mentales o físicos, como una respuesta a la inadaptación a las tareas solicitadas por la organización, al trabajador o trabajadores, exigencia más allá de las capacidades de los trabajadores.
- **Dificultades del usuario:** debido a combinaciones inapropiadas de subtareas donde hacen que diálogo-interacción sea difícil y antinatural.

---

<sup>1</sup> Las negritas son impuestas por nosotros a propósito de resaltar los conceptos y no corresponde directamente a lo dispuesto en los textos de referencia.

<sup>2</sup> Ibid.

- **Baja moral y apatía relacionada con el clima laboral**, el liderazgo inadecuado, los turnos de trabajo inadaptados, bajo rendimiento de la organización, factores extralaborales presentes.

Centrar un sistema de trabajo, en función del hombre-máquina-ambiente, será fundamental para reconocer a la ergonomía de manera anticipativa, se requiere de conocimientos, experiencias y conceptos multidisciplinarios, no es que sea más o menos importante, en el fondo se requiere tener una visión integral, global y holística de los sistemas para encontrar la importancia de aplicar la ergonomía desde la planeación como punto de arranque de esta disciplina.

Para lograr diseños adecuados de los sitios de trabajo, ahora requiere entender un proceso de planeación en función a la resolución de problemas presentes en los sitios de trabajo, todos los procesos productivos requieren entender las diversas interfaces con las cuales se plantea un diseño ergonómico de un producto, bien o servicio, incluyendo listas de verificación que permitan el enfoque participativo entre trabajadores y empresarios, conforme lo describe Letho & Landry (2013).

Al terminar este tema, será de importancia, el desarrollo de personal competente para la gestión de los sistemas de trabajo por medio de la ergonomía; es decir, no basta con el conocimiento sobre la disciplina científica denominada ergonomía, al ser tan amplia, se requieren de habilidades y destrezas, incluyendo aptitudes y actitudes desarrolladas en el quehacer diario , con el fin de entender y plantear soluciones ergonómicas, por parte de profesionales multidisciplinarios, comprometidos con la prevención de riesgos laborales.

## 2.2. Diversos tipos de información a ser tomados en cuenta en la gestión de los sistemas de trabajo

Varios especialistas en ergonomía, tales como: (Konz & Johnson, 2008), (Bestratén Belloví, y otros, 2008), (Wilson y Corlett 1979), plantean que la ergonomía ha desarrollado diversos *inputs* o salidas, las cuales estarán asociados con otras disciplinas preventivas como: higiene industrial, psicosociología laboral, seguridad y salud ocupacional, entre otras especializaciones, útiles para la recolección de información requerida por los sistemas de gestión preventivos:

- **Información de las personas:** con referencia directa a características humanas individuales: fuerza, resistencia, capacidad aeróbica, capacidades mentales, capacidades fisiológicas, respuestas psicológicas, entre otras a ser tomadas en cuenta.
- **Información asociada con los sistemas:** serán requeridos análisis y síntesis para el desarrollo de los sistemas. Llevar hacia conceptos ergonómicos, desde el desarrollo de prototipos, los diseños requieren ser consensuados, incluyendo usabilidad, cuyo concepto se define como la medida de la calidad de la experiencia que tiene un usuario cuando interactúa con un producto o sistema.
- **Información sobre el funcionamiento del sistema persona-máquina:** “la persona, la máquina y el ambiente forman un complejo funcional en el que el papel rector corresponde a la persona” (Bestratén Belloví, y otros, 2008). Cualquier cambio, modificación y/o mejora requiere nuevamente ser analizada a fin de evitar el aparecimiento de nuevos riesgos o errores al efectuar los cambios o modificaciones en el sistema, especialmente en la relación con la capacidad o limitación del ser humano.
- **Información para evaluar las demandas y efectos en las personas:** si bien la ergonomía busca el bienestar y equilibrio entre las necesidades y capacidades de los trabajadores, será también importante asegurar la productividad dentro de las empresas, por eso cualquier evaluación debería tener en cuentas estas dos vertientes, para lograr un sistema en equilibrio, las organizaciones modernas centran su atención sobre la tecnología, pero siempre un ser humano estará sobre este desarrollo.
- **Información para desarrollar programas de gestión ergonómica:** será importante el gestionar programas ergonómicos, por ejemplo, relacionados con la seguridad y salud ocupacional, el rediseño del trabajo (es decir, la forma en que se prescribe una tarea), tiempos y movimientos asociados con el rendimiento y la producción, el acondicionamiento del lugar-sitio de trabajo, donde se precisan de métodos con los cuales se permitan el desarrollo de estrategias apropiadas, estas apoyen la gestión de programas ergonómicos a ser implementados o ejecutados como parte de las actividades normales de la empresa.

La Asociación Internacional de Ergonomía (IEA), en unión con la Organización Internacional del Trabajo (OIT), plantearon cinco principios fundamentales para el diseño y la gestión de los sistemas de trabajo, a partir de un trabajo multidisciplinario, como la base técnica para la normalización a nivel mundial de la Ergonomía y los Factores Humanos (E/FH), tendientes a la gestión dentro de los sistemas de trabajo conforme lo descrito por Asociación Internacional de Ergonomía IEA, en el año 2020.

Estos principios fundamentales, desarrollados bajo la visión de la ergonomía o factores humanos, se centran en considerar los componentes esenciales del sistema. Todos los principios ponen el foco principal sobre los seres humanos, quienes serán los únicos componentes vivos del sistema y como tal sufren sus consecuencias.

 Los principios enfatizan el valor de la integridad humana, cuidando la salud, la seguridad y el bienestar individual de los trabajadores, incluyendo sus características humanas colectivas; adicional, subrayan la importancia de involucrar a los trabajadores o aprovechar su conocimiento y experiencia durante los procesos de diseño, evaluación y mantenimiento de los sistemas de trabajo.

Por último, se menciona en este documento, respecto del equilibrio sostenible entre los objetivos comerciales de las organizaciones y las necesidades y aspiraciones sociales, individuales y colectivas de sus colaboradores (aunque la traducción menciona como trabajadores). Este cambio sugiere el compromiso de los trabajadores con el cumplir las metas organizacionales, más allá de simplemente esperar un salario a fin de mes, este colaborador será quien, desarrolla, mejora su puesto de trabajo, cuidando del trabajo digno y la sostenibilidad, conforme lo plantean Letho & Landry (2013).



#### Semana 4

---

Vamos a centrar nuestra orientación a lo largo de esta semana en los objetivos de la ergonomía dentro de los sistemas de trabajo y producción industrial a partir de los principios propuestos por la IEA y OIT.

## 2.3. Objetivos de la ergonomía de los sistemas de trabajo o de producción

**Figura 6.**

*Sistemas de trabajo y producción industrialmente organizados.*



Nota. Tomado de *8 Reglas de ergonomía para sistemas de trabajo [Fotografía]*, por Production tools, 2020, [Productiontools](#) CC BY 2.0

En la figura 6 se muestra un sistema de trabajo organizado a fin de lograr desarrollar los objetivos de ergonomía sobre los sistemas de trabajo, será necesario levantar sobre cinco principios desarrollados por la IEA y OIT, en función de aportar con los sistemas y la gestión de trabajo, desde una visión ergonómica.

Estos cinco principios, aquí descritos, darán el enfoque adecuado para la prevención de lesiones y enfermedades laborales, relacionadas con un inadecuado diseño y dimensionamiento de los puestos de trabajo, por una inconveniente planificación, los principios propuestos estarán comprometidos con lo siguiente:

**Principio 1:** garantizar la seguridad, la salud y el bienestar de los trabajadores por medio de la optimización de los sistemas de trabajo, siendo la máxima prioridad por parte de los gobiernos y los empresarios.

**Principio 2:** diseñar y gestionar sistemas de trabajo hacia alcanzar la alineación entre los objetivos organizacionales y de los colaboradores, por medio de la evaluación y el aprendizaje continuos, bajo un enfoque de sustentabilidad y sostenibilidad.

**Principio 3:** crear ambientes de trabajo seguros, saludables y sostenibles desde una perspectiva integral, holística, comprendiendo y atendiendo las necesidades humanas.

**Principio 4:** tener en cuenta en el diseño de los sistemas de trabajo, las diferencias individuales y las contingencias organizacionales, para lograr equilibrio en el bienestar de los trabajadores y la productividad empresarial.

**Principio 5:** utilizar el conocimiento colectivo y transdisciplinario y la plena participación de los trabajadores para diseñar los sistemas de trabajo, revelar problemas y crear soluciones basadas en E/FH.

Conforme a Wilson & Corlett (2005), la ergonomía busca privilegiar el bienestar del trabajador para alcanzar el bienestar de una organización, a través de la creación de un puente entre los requerimientos de los trabajadores/usuarios y las organizaciones. Considerar a los trabajadores como colaboradores, es decir, gente comprometida con el bienestar propio y organizacional, llevará a un mejor desempeño integral.

También será significativo destacar las características individuales de las personas (trabajadores), en relación con los requerimientos y necesidades propias para la ejecución de las tareas; adicional, será trascendental tener en cuenta las particularidades del ambiente en donde se ejecutarán las tareas, pues todas estas producirán efectos deseables e indeseables sobre las personas (recuerda a los residuos o subproductos del sistema), como también sobre los resultados organizacionales de las actividades hechas por las personas.

Por lo tanto, en ergonomía las cosas no suceden simplemente, siempre habrá una interfase, sea con el lugar de trabajo, el entorno físico, el ambiente laboral, la organización de tareas, incluyendo factores extralaborales<sup>3</sup>, todos con la capacidad de afectar o de ser tomados en cuenta, dentro del sistema hombre – máquina – entorno.

<sup>3</sup> Asociados con temas aspectos inherentes al trabajador fuera del contexto laboral tales como: el entorno familiar, social y económico del trabajador,

Para ampliar sobre estos conceptos, se recomienda revisar la norma ISO 6385:2016, la cual describe los principios ergonómicos para el diseño de los sistemas de trabajo, siendo fundamental mostrarse con respecto a cada una de las definiciones propuestas por parte de esta norma internacional, adoptada por el Ecuador, a través del Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN).

Expresado de esta manera, la interrelación de los sistemas, demandan de empresas u organizaciones sobre las cuales se plantean sistemas de trabajo, dentro de una planta u oficina, en donde los trabajadores reconocen a su puesto de trabajo, conforme la figura 7, existen al menos tres tipos de puestos de trabajo; es decir la ergonomía estudia la manera de planificar y diseñar los puestos de trabajo de modo que exista una adaptación entre estos y el individuo, como generador de capacidades físicas, mentales y psicológicas, requeridas para la realización de bienes y servicios.

**Figura 7.**

*Puestos de trabajo industriales: Bipdestante, sedente, mixto*



Nota. Tomado de *8 Reglas de ergonomía para sistemas de trabajo [Fotografía]*, por Production tools, 2020, [Productiontools CC BY 2.0](#)

---

utilización del tiempo libre, redes de apoyo social, condiciones de la vivienda, entre otras.

## 2.4. El diseño ergonómico aplicado

Hasta aquí se ha planteado una relación entre la ergonomía, los sistemas de trabajo o de producción y la presencia del entorno de trabajo como pilares del denominado sistema hombre - máquina - entorno, donde esta trilogía permite entender conceptos asociados al bienestar y la productividad.

Las tareas planificadas por las organizaciones y principalmente las actividades estarán realizadas por seres humanos, con capacidades y limitaciones, por lo tanto, sus capacidades físicas, mentales y sensoriales son demandadas por las organizaciones, las cuales pagarán por ello. Ahí estará anclada la importancia de cuidar del ser humano, a fin de conseguir la productividad dentro de las organizaciones.

Conforme lo exponen, Letho & Landry (2013), la eficiencia de las personas estará directamente relacionada con la productividad por medio de la administración de las operaciones, la operación de equipos o maquinaria, el rendimiento humano en la ejecución de tareas, entre otros relacionados con las capacidades de los individuos, se pone en juego el rendimiento humano a fin de alcanzar el éxito como motor de desarrollo de la actividad económica a nivel global.

Aparece un ciclo virtuoso, donde si se logran producir bienes o servicios a mejores precios, los individuos comprarán más, a su vez ellos tendrán mejores empleos y dispondrán mejores salarios y del dinero suficiente para pagar o demandar esos productos o servicios, generando efectividad de los individuos en los procesos industriales, conforme lo presentan, Letho & Landry (2013).

Esta será la razón fundamental, por la cual se requiere centrar el diseño ergonómico aplicado, se demanda entender el diseño de los productos o servicios, las tareas, los sistemas de trabajo, métodos, herramientas o equipos con los cuales se ejecuta el trabajo, señales, alarmas y controles, interfaes con instrumentos, dando una amplitud de temas ergonómicos, requeridos por diversos profesionales para entender el verdadero alcance del diseño ergonómico.

Antes de entrar en temas de diseño, también será necesario tomar en cuenta varios aspectos sobre los cuales, si del análisis no fueron tomados en

cuenta dentro de los sistemas de trabajo, van a generar un pobre desarrollo de los productos o servicios, conforme lo exponen (Konz & Johson, 2008):

- **Diseño inapropiado.** - Relacionado con la falla al entender el uso final del dispositivo o la herramienta, por ejemplo: use plástico para evitar peso innecesario si fuere lo mismo, pero en acero; soldar en vez de atornillar puede ser otro caso.
- **Falta de estandarización.** - Cuando se hace diseños únicos y no con partes de producción masiva o fácil reposición, que existe en el mercado, esto puede ser útil para el nuevo producto o servicio.
- **Estándares de calidad inadecuados.** - Asociados con los productos o servicio no conformes, reprocesos, garantías o concesiones por defectos prevenibles si hay una adecuada gestión de calidad. Procedimientos de trabajo no adecuados o no actualizados para las capacidades y limitaciones de los trabajadores.
- **Desperdicio excesivo de materia prima o mano de obra.** - Al evitar los desperdicios puede mejorar el rendimiento de la materia prima o del proceso productivo, también asociado con el punto anterior, material prima fácil de reprocesar o asociar estos conceptos a los de la economía circular.
- **Desperdicio de energía.** - Costos asociados con la generación de electricidad, vapor o temperatura de proceso, entre otros, son el ejemplo claro de esto, será el mantener línea de aire comprimido con varias fugas o usado para limpieza de ropa por parte de los operadores, ¿cuál será el costo de producir esta energía que se desperdicia innecesariamente?, pueden ser estos dos, un buen ejemplo de la inadecuada práctica del diseño del proceso productivo. Inadecuada planificación de sitios o espacios para las rampas de transporte, accesos y puertas de emergencia, o la escasa o mucha climatización en zonas tropicales, serán otro tipo de ejemplos.

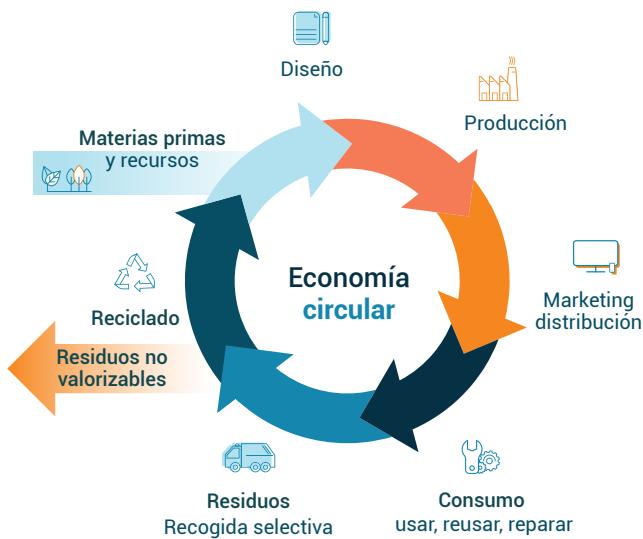
Entonces, al desarrollar criterios ergonómicos, pueden lograr mejorar los rendimientos productivos para justificar las inversiones en el tema de la prevención de riesgos laborales, si logramos evitar los desperdicios, los costos de la no calidad y del producto no conforme asociado a los reprocesos y la pérdida de energías, podremos tener a la mano una fuente de financiamiento para gestionar la seguridad y salud ocupacional, pero para

lograr este objetivo, será necesario el diseñar adecuadamente el sitio de trabajo.

Existe una clasificación internacional de la Ergonomía proporcionada por la IEA, donde se habla de: ergonomía física, ergonomía cognitiva y ergonomía organizacional, las cuales serán detalladas más adelante, pero en este punto será necesario hacer referencia a una clasificación adicional conocida como ergonomía geométrica, la cual nos ayudará a dimensionar puestos de trabajo, en función de los requerimientos antropométricos y ambientales, pero también, relacionados con el diseño sostenible como una entrada a los sistemas de trabajo, a fin de generar el bienestar o confort requerido.

**Figura 8.**

*La Economía Circular en la producción ergonómica.*



Nota Tomado de *Economía Circular: qué es, principios, objetivos, beneficios y ejemplos [Ilustración]*, por Editorial RSyS, 2022, [responsabilidadsocial CC BY 2.0](#)

Para concluir, se mencionará a la economía circular, conforme a la figura 8, siendo una perspectiva actual en el dimensionamiento de los puestos de trabajo, al tener en cuenta estos temas conllevará a cuidar del entorno y ambiente, sobre todo cuidar al diseñar productos o servicios, el reutilizar, reusar o minimizar los residuos, cuidando de manera integral los escasos recursos del planeta.



El bienestar del ser humano, también requiere ser el bienestar de la casa de todos, nuestro planeta Tierra, bajo un enfoque sustentable y sostenible, así aportaremos a lograr los “objetivos de desarrollo sostenible” impulsado por las Naciones Unidas hasta el 2030.



## Actividades de aprendizaje recomendadas

Estimado estudiante le invito a realizar las siguientes actividades:

1. Realice este juego de completar a manera de resumen y aplicación del estudio, hasta ahora planteado, proponemos resolver:

[Juego de completar.](#)

2. Realice la siguiente autoevaluación 2:



## Autoevaluación 2

Estimado estudiante: en su progreso de aprendizaje requiere que conteste a las siguientes preguntas según corresponda.

1. Cuando proyecta a la ergonomía sobre los sistemas de trabajo, estamos preocupados por:
  - a. El bienestar de la empresa.
  - b. El bienestar de los seres humanos.
  - c. El ser humano con sus capacidades y limitaciones.
  - d. El sistema hombre – máquina - entorno.
  
2. En los sistemas de trabajo, ¿quién sufre las consecuencias de la exposición?
  - a. El hombre.
  - b. La mujer.
  - c. Los dos si están casados.
  - d. Cualquiera de ellos.
  
3. ( ) En la ergonomía ocupacional, ¿las enfermedades laborales estarán relacionadas con el sistema u órgano afectado de manera exclusiva?
  
4. ( ) La medida de la calidad de la experiencia que tiene un usuario cuando interactúa con un producto o sistema, ¿corresponde al concepto de usabilidad?
  
5. La ciencia con la cual nos ayudará en el dimensionamiento de los sitios de trabajo.
  - a. Medicina laboral.
  - b. Ingeniería industrial.
  - c. Diseño industrial.
  - d. Antropometría.

6. Lea detenidamente la siguiente definición: “*originados en posiciones incorrectas, sobreesfuerzo físico, levantamiento inseguro, uso de herramientas, maquinaria e instalaciones que no se adaptan a quien las usa*”. Esta definición corresponderá a:
- Riesgos ergonómicos.
  - Factor de riesgo ergonómico.
  - Factor disergonómico.
  - Riesgos de los sitios de trabajo.
7. Desde la perspectiva de la prevención de riesgos laborales, el entender al trabajador utilizando máquinas o herramientas dentro de un ambiente laboral, buscará:
- Evitar las enfermedades laborales.
  - Mejorar el bienestar de los empresarios.
  - Producir con calidad en las empresas.
  - Ubicar el puesto de trabajo adecuado.
8. En la legislación nacional y de manera particular en la Resolución CD 513 del IESS, a las enfermedades laborales, se las clasificarán en:
- Por el órgano o sistema afectado, los cánceres profesionales.
  - Por el agente o contaminante presente en el sitio de trabajo.
  - Otras enfermedades relacionadas por una causa – efecto.
  - Todas las anteriores.
9. (Aplicación). Considere el siguiente puesto de estudio (o trabajo): una mesa y silla del comedor, el computador personal o *laptop*, todos orientados hacia el costado derecho de la ventana de la casa, ¿cómo usted podría mejorar esta estancia de trabajo?
- Coloca una lámpara para mejorar la iluminancia del sitio estudiado.
  - Manipula la silla, coloca cojines para mejorar la sedestación y la zona lumbar.
  - Requiere hacer la compra un nuevo escritorio y sillas ergonómicas.
  - No se puede realizar adecuaciones, porque el comedor no es una estancia de trabajo.

10. Para realizar una adecuada adaptación de los sitios de trabajo, usted como prevencionista de riesgos laborales, requiere:
- a. Anticiparse a los riesgos relacionados con el sitio y entorno de trabajo, para evitarlos técnicamente.
  - b. Realizar un análisis de las condiciones de trabajo, los factores de riesgo físicos, los elementos presentes en el sitio de trabajo.
  - c. Elaborar la matriz de identificación de peligros y riesgos, en la cual se incluyan los riesgos ergonómicos aprendidos en el curso.
  - d. Utilizar la ergonomía correctiva para eliminar los riesgos asociados con los puestos de trabajo.

[Ir al solucionario](#)



Nos introducimos en las aplicaciones de la ergonomía en los diversos sitios de trabajo y requerimos desarrollar conocimientos desde la aplicación de la antropometría y biomecánica a través de la ergonomía geométrica.

### **Unidad 3. Ergonomía geométrica**

---

La mayoría de decisiones relacionadas con el diseño de los espacios de trabajo estarán emparejadas con la antropometría, esta ciencia será la encargada del estudio de las dimensiones humanas y de manera general estarán relacionadas con el uso de los percentiles; estas medidas de posición desarrolladas desde el enfoque estadístico permitirán, distribuir los datos de una determinada población en partes iguales de datos antropométricos específicos, relacionados con el diseño de un puesto de trabajo.

Existen dos tipos de antropometría, la una orientada al componente estático, es decir, las dimensiones de largos, perímetros, anchos corporales en sedestación y bipedestación, conforme a la familia de normas relacionadas con ISO 7250. Adicional, con base en las dimensiones corporales, se podrá aplicar la antropometría dinámica, es decir, como el ser humano cabe en un determinado sitio, de manera tridimensional.

Por lo general, conforme plantea Bridger (2018), la antropometría busca acomodar a la mayoría de la población (al menos del 90 % ), teniendo en cuenta la variabilidad humana en función a esta población de usuarios conocida, estadísticamente serán un grupo con intereses comunes, tales como: ocupaciones, grupo etario, ubicación geográfica, entre otros directamente relacionados con el diseño requerido.

Sin embargo, de este criterio tradicional difundido, por los diseñadores y otros profesionales a fin de ajustar las dimensiones del mobiliario y estaciones de trabajo, se puede utilizar otras técnicas estadísticas, como el análisis multivariante, acorde a Gordon (2002), quien ha demostrado la mejora en el estudio para lograr el alojamiento de población en una estación de trabajo, donde se requiere de sillas y mobiliario para usar con pantallas de visualización de datos, citado por (Pheasant & Haslegrave, 2018).

Bridge (2018), también mencionará al respecto de estos nuevos análisis, especialmente relacionados con la ayuda de programas computarizados, el integrar datos y ordenarlos tridimensionalmente, a fin de visualizarlos de mejor manera con ajustes antropométricos útiles que lleven a mejorar el rendimiento humano, incluyendo el desarrollo de nuevos estándares normativos.

### 3.1. La antropometría estática

Para el adecuado dimensionamiento del sitio de trabajo, se requieren desarrollar relaciones dimensionales coherentes, entre el usuario u operador, las actividades que ejecutará a fin de lograr el bienestar laboral y la productividad organizacional, con esto en mente se puede justificar las intervenciones ergonómicas para lograr adecuaciones o cambios en los procesos productivos.

Consiguentemente, el dimensionamiento de los puestos de trabajo, las relaciones dimensionales requieren del conocimiento de las dimensiones antropométricas, las cuales corresponderán con el tipo de trabajo a ejecutar, es decir en bipedestación, sedestación o mixto. También, tomando en cuenta esto, será necesario entender a la variabilidad humana, no solo desde las características cualitativas (sexo, color de piel, ojos, pelo) y de características cuantitativas (largos, anchos, perímetros, distancias corporales), así pues, se dirá que no existen dos personas idénticas o dos dimensiones corporales idénticas.

La variación antropométrica, cuyas características cuantitativas, estará relacionada con la estructura morfológica de cada uno de los individuos en función del sistema osteomuscular y la adiposidad corporal incorporada. Estas relaciones se denominarán somatotipos, los cuales se desarrollan desde etapas embrionarias, aunque con el tiempo, podrían ser modificados, por ejemplo, por la actividad física que se ejecuta.

En la figura 9 se representa a tres somatotipos, conforme lo describe Sheldon estos son:

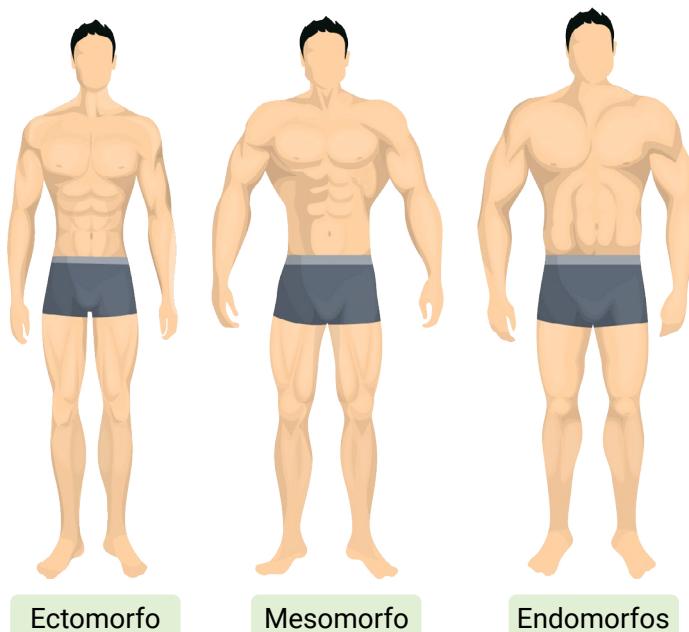
- Ectomorfo, cuyas características son la linealidad y escualidez, disponen de poca grasa corporal y aparentan una postura no adecuada debido a su delgadez.

- Mesomorfo, corresponden a las personas con mejor masa muscular, principalmente relacionadas con la actividad deportiva, disponen hombros amplios y estructura robusta, adecuada para el trabajo manual.
- Endomorfo, estas personas son regordetas, mayor grasa corporal, la redondez, también se hablará desde la prevención la mirada atenta a estos trabajadores, pues estarán asociados con enfermedades prevenibles como la obesidad, enfermedades cardiacas y la diabetes, entre otras.

Por lo tanto, será necesario recolectar datos antropométricos conforme, requisitos normativos, para el diseño tecnológico a partir de puntos de referencia corporales conocidos, a través del criterio de INEN ISO 7250-1, bajo criterios metodológicos y metrológicos para el uso posterior de las dimensiones tomadas.

**Figura 9.**

Diversos somatotipos en seres humanos.



Nota. Tomado de *Tipos de cuerpo humano* [ilustración], por vector4stock, 2023, [freepik](#). CC BY 2.0

### 3.2. La antropometría dinámica

Una vez realizadas las dimensiones corporales y planteados los estudios antropométricos, ahora será necesario entender, desde los conocimientos de la biomecánica, como cada una de las partes anatómicas del cuerpo (articulaciones, huesos, músculos, tendones, nervios, entre otros), se comportan durante el movimiento.

La antropometría dinámica o funcional, estará relacionada con la valoración de los sistemas humanos, y de manera particular del sistema músculo esquelético con relación a la acomodación de las articulaciones dentro del sistema de trabajo, tomando en cuenta los espacios funcionales requeridos para conseguir diseños dimensionales adaptados a las necesidades y capacidades de los trabajadores en el sitio de trabajo.

Al ser los países latinoamericanos y de manera particular el Ecuador, todos dependientes de la tecnología de países extranjeros, los equipos y maquinaria dimensionados con datos antropométricos propios de su comunidad o mercado de origen, puede ser necesario incorporar ayudas o mejoras para ser utilizadas por los trabajadores, a fin de reducir los esfuerzos innecesarios, incluyendo las posturas forzadas o extremas para alcanzar los controles, mandos, pantallas y demás dispositivos asociados al sistema productivo de trabajo.

Al entender este concepto y principio antropométrico, permitirá fundamentar la razón dimensional de la antropometría, conforme a la figura 10, en consecuencia será útil en concebir un espacio de trabajo óptimo a fin de lograr una economía de los movimientos durante la realización de las tareas por parte de los trabajadores, este particular modo no es tomado en cuenta en la mayoría de puestos de trabajo, porque buscan acomodar el hombre al puesto, cuando lo técnico, ético y adecuado será acomodar el puesto para el hombre, quien puede terminar lesionado si no ha sido tomado en cuenta este principio fundamental de la ergonomía.

## **Figura 10.**

*Un puesto de trabajo y diferencias antropométricas visibles.*



Nota. Tomado de *Laboratorio di meccanica [Fotografía]*, por [gobufalini](#) 2023, *gobufalini*. CC BY 2.0

En la figura 10, se muestra la diversidad de dimensiones corporales, donde los operadores pueden tener alcances, estaturas y demás dimensiones diferentes, las máquinas también suelen generar posturas no adecuadas, durante la operación, este ejemplo visual, le permitirá a usted comprender las necesidades individuales de los operadores para la ejecución de su trabajo.



Un adecuado espacio de trabajo, diseñado en función de las dimensiones corporales de los trabajadores usuarios, será parte importantísima, del diseño de los sistemas de trabajo, con esto se puede alcanzar mejores rendimientos productivos, sin llegar a la fatiga en los trabajadores, incrementando la productividad, pero también alcanzando mejores condiciones de trabajo asociadas con el bienestar, por lo tanto, el cuidar del hombre con relación a la productividad dentro del sistema productivo serán el fin de porque hacer una verdadera ergonomía.



## Semana 6

---

Durante esta semana nos concentraremos en el análisis de los puestos de trabajo, a fin de entender las necesidades y requerimientos de los trabajadores, un enfoque algo distinto, pero que en la gestión de la ergonomía aplica siempre.

### 3.3. Análisis ergonómico del puesto de trabajo

Con el fin de diseñar un puesto de trabajo de manera tal que prevalezca la seguridad y salud en el trabajo, será necesario ejecutar un análisis ergonómico del puesto de trabajo, será importante la presencia del conocimiento exhaustivo de los puestos de trabajo, a fin de mejorar la productividad.

Conforme a Falzon (2009), la tarea será lo planificado por la organización, con unas determinadas exigencias físicas y mentales, estas serán parte del profesiograma y del perfil de cargo diseñado por la empresa. En cambio, la actividad será lo que realmente ejecuta el colaborador, es decir, lo que cada individuo hace o entiende para ejecutar la tarea encomendada, por la cual será evaluado y recibirá una remuneración (págs. 24-25).

Entonces, un análisis de las condiciones de trabajo, para la identificación de los riesgos disergonómicos asociados, podría ser desarrollado de manera básica a través de la observación y aplicación de listas de verificación ergonómicas, por ejemplo: ILO Ergonomics Check Points u otras listas de verificación ergonómicas asociadas con requisitos técnico legales, donde sea evidenciado el nivel de riesgo asociado.

También, podrá ser requerido un análisis a nivel específico , donde un profesional experto revise la estadística de la siniestralidad laboral asociada con el puesto de trabajo y la tarea, además realice las evaluaciones necesarias con metodologías nacionales e internacionales reconocidas que lleve a la determinación del nivel de riesgo asociado y el programa de gestión para el control de dicho riesgo.

El análisis de las condiciones de trabajo requiere necesariamente ser entendido entre el responsable de la gestión de talento humano, el

profesional médico y el profesional prevencionista de riesgos laborales, quienes generan un modelo de demanda teórico, sobre el cual se evaluará el desempeño del o los trabajadores, incluyendo los respectivos exámenes ocupacionales para el ingreso, seguimiento y prevención de las enfermedades laborales asociadas con el puesto de trabajo.

En cambio, los trabajadores, cuando están en los puestos de trabajo, ejecutando las tareas en función de la carga de trabajo, tienden a utilizar atajos o adecuaciones para resolver su trabajo, por medio de las actividades, es decir, una actividad es lo que realmente se ejecuta en el trabajo, es una tarea adaptada (Falzon, 2009), no siempre es lo que la empresa espera; sin embargo, entender y escuchar al trabajador (colaborador) será el punto de partida de toda buena evaluación ergonómica de un puesto de trabajo.

Sin un adecuado análisis integral de las condiciones sobre las cuales se desenvuelve el trabajo, será necesario un criterio multidisciplinario, donde los profesionales de seguridad, higiene industrial y ergonomía, requieren intervenir por la gran cantidad de información y situaciones que surgen del análisis, deberá llevar a una propuesta integral de ajuste del sistema de trabajo a fin de controlar el nivel de riesgo por medio de las adecuaciones del puesto de trabajo en función de los requisitos, capacidades y limitaciones de los trabajadores.

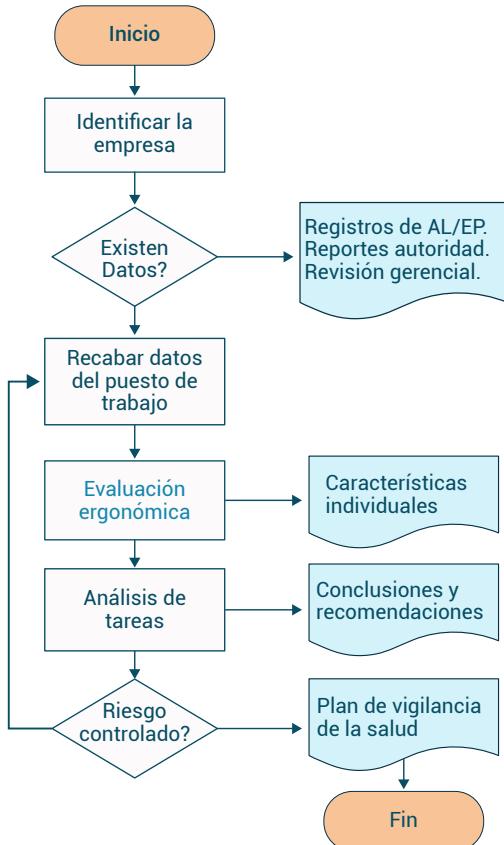
A partir de reconocer la información de las empresas, se podrá comprender el trabajo en cada uno de los diversos procesos, los cuales tienen entradas y salidas, bajo el enfoque de los sistemas de trabajo. Estos necesariamente pasarán por el análisis estadístico de la siniestrabilidad laboral, es muy común encontrar los accidentes de trabajo, pero la asociación con posibles enfermedades profesionales, también será requerido.

Tener en cuenta la opinión de los trabajadores, donde ellos comenten respecto de la forma y condiciones sobre las cuales realizan su trabajo, será fundamental a la hora de recabar información de los puestos de trabajo. Las preguntas asociadas serán: ¿cómo lo hace?, ¿cada cuánto lo hace?, ¿qué tanto esfuerzo requiere?, ¿cuánto tiempo lo dedica?, ¿cuántas veces puede parar o pausar?, ¿qué o quién imprimen el ritmo de trabajo?,

tendrá entre otras preguntas útiles para recolectar información a fin de entender el trabajo y alcanzar una evaluación adecuada.

**Figura 11.**

*Flujograma para la evaluación ergonómica en los puestos de trabajo.*



Nota. Pambahay, J., 2023.

En la figura 11, puede observar la forma de obtener información, sin el adecuado conocimiento de las características individuales y un verdadero análisis del puesto de trabajo, no se puede plantear una evaluación ergonómica real de dicho puesto, adicional, sin tener información del sitio de trabajo, será por decir lo menos imposible evaluar ergonómicamente, por lo tanto, siempre será importante conversar con el trabajador respecto de la operación y sus actividades para entender el trabajo y sus implicaciones.



Recuerde siempre, la carga de trabajo, estará presente en el puesto de trabajo, esta carga puede ser física, mental o psíquica, o una combinación de estas, dando como respuesta a las tareas propuestas desde la organización. Las tareas serán un conjunto de operaciones dentro del sistema de trabajo, los cuales requieren ser ejecutadas en un determinado tiempo, como parte de un ciclo de trabajo, sobre el cual será evaluado y remunerado el trabajador.

El diseño inadecuado del puesto de trabajo, provocará incrementos de la carga de trabajo, entonces será apropiado para cuidar de la población laboral, la necesidad de plantear desde la antropometría y la biomecánica, aspectos de alcances, alturas, dimensiones útiles, para evitar los sobre esfuerzos, lesiones o desarrollo de enfermedades laborales asociadas.

Sin embargo, el trabajador cumple con un grupo de acciones técnicas o movimientos fundamentales, siendo esta la unidad básica para ejecutar su actividad. Las acciones técnicas son, en términos generales, acciones productivas humanas, es decir, acciones intencionales guiadas por planes de acción y conocimientos aprendidos, que se ejecutan empleando productos de acciones técnicas anteriores (Lawler, 2006).

Por último, podemos asociar los sistemas informáticos, pues dentro de los sistemas relacionados con el trabajo, estos cada día cobran más prestancia, estos sistemas estarán asociados con el almacenamiento , retención o recuperación de la información digital, procesada por dispositivos electrónicos.

### Aplicaciones



Revisa sobre las nuevas herramientas y desarrollos para aplicar la ergonomía en el diseño de puestos de trabajo, en este [enlace](#) podrás descubrir otras visiones relacionadas:

Diseño de puestos de trabajo ergonómicos para ser utilizados por la industria

Lo importante aquí será que pueda tener una referencia de una industria alemana en la cual se desarrollan diversas soluciones aplicadas a los conceptos de ergonomía, útil en su proceso de aprendizaje.

### 3.4. Consideraciones normativas del diseño en función a la seguridad de máquinas y equipos

En este punto, vamos a introducirnos en temas relacionados con normativa asociada con la seguridad de los individuos, para el uso de máquinas y equipos, de manera general mencionaremos las directrices de ISO 15534, esta familia de normas estará compuesta por tres normas las cuales exponen criterios técnicos relacionados con la ergonomía en el diseño de seguridad en maquinaria.

Tendremos que recurrir a conocimientos previos respecto de las dimensiones, alcances, perímetros identificados desde la antropometría y el uso los percentiles para la estimación de la población a ser cubierta con el correspondiente diseño.

Recordemos que: "*la ciencia de las dimensiones humanas*" será denominada a la antropometría, la cual se divide en dos: estática y dinámica, la primera requiere ser analizada y procesada en función de la norma INEN ISO 7250-1, la cual describe datos antropométricos para las dimensiones corporales de los seres humanos.



Adicional el percentil enésimo ( $P_x$ ), estará relacionado con la ecuación 1:

$$P_x = M \pm (Z * \sigma) \quad (\text{Ecuación 1})$$

**Donde:**

*Percentil ( $P_x$ )*

*M = valor de la media; Z = valor del grado de confianza (constante);*

*$\sigma$  = desviacionestandard*

El diseño adecuado tendría que fundamentarse en al menos el percentil 90 ( $P_{90}$ ), es decir, deberíamos dimensionar entre el percentil 5 ( $P_5$ ) al percentil 95 ( $P_{95}$ ), dejando cubierta la mayor población y desistiendo del grupo a los individuos extremos. Si hay población mixta, será necesario tener en cuenta el  $P_5$  femenino al  $P_{95}$  masculino, cubriendo así a toda la población laboral combinada.

Ahora, con este recordatorio de información previa, volvemos a la norma ISO 15534-1, de forma tal que podamos identificar información relevante de las aperturas de acceso, respecto de diferentes posturas al momento de ejecutar la tarea, estas podrían requerir tener en cuenta, las siguientes condiciones:

- **Facilidad de acceso:** esta puede ser afectada por el tipo de vestuario de trabajo, los equipos de protección personal requeridos para ejecutar el trabajo, el tipo o clase de herramientas a ser utilizadas, la duración de la tarea, en tiempo y demanda de esfuerzo, la postura para realizarla. Punto adicional a tener en cuenta aquí la distancia o ubicación de los peldaños o soportes para los pies y las empuñaduras o soportes donde colocar las manos.
- **Condiciones ambientales:** sobre las cuales se ejecuta la tarea, temperatura ambiental, velocidad de aire, humedad relativa, índice de WBGT asociado con el gasto metabólico en la ejecución de la tarea, vestuario y el EPI requerido.
- **Nivel de riesgo:** asociado con la realización de la tarea, no es lo mismo inspeccionar visualmente que realizar trabajos en caliente; el trabajo será ejecutado a nivel de suelo o es un trabajo de altura, será requerido acceder a espacios confinados, como ha pasivado previamente el ambiente, hay gases o vapores o residuos producto del proceso previo.

Otro punto a tener en cuenta al diseñar puestos de trabajo estará relacionado con las necesidades particulares de los trabajadores, es decir un lugar de trabajo bien diseñado requiere tener en cuenta no solo las funciones regulares o habituales del lugar de trabajo y los trabajadores que trabajan allí, todos los días en tareas rutinarias, sin embargo, desde la gestión de seguridad y salud ocupacional, también se requieren tener una mirada atenta sobre las tareas no rutinarias o en situaciones de emergencia; esto incluye también las necesidades de mantenimiento y los requisitos especiales del personal de mantenimiento o del tipo de tarea requerido, como parte del diseño apropiado.

Debido a que las personas de mantenimiento a menudo deben acceder a áreas a las que no tienen que acceder los trabajadores regulares, los diseñadores deben analizar los requisitos especiales de las personas de mantenimiento y el diseño del lugar de trabajo en consecuencia. Los

trabajadores regulares y las personas de mantenimiento a menudo tienen necesidades diferentes, por lo tanto, un lugar de trabajo ajustable se torna particularmente deseable.

Las siguientes imágenes muestran los requerimientos normativos asociados con ISO 15534, para el dimensionamiento de accesos de personal dentro de espacios de trabajo en situaciones normales, estas dimensiones **NO** son útiles si estos accesos son rutas de evacuación en caso de emergencia.



### Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Resuelva el [ejercicio de aplicación](#).
2. Ahora querido estudiante, le invito a realizar la siguiente autoevaluación 3.



## Autoevaluación 3

Estimado estudiante, conteste las siguientes preguntas y resuelva los ejercicios según corresponda, esta autoevaluación I le permitirá fijar sus conceptos y aplicarlos en su vida profesional futura.

1. La norma que hace referencia a las definiciones de las medidas del cuerpo humano para el diseño tecnológico será:
  - a. ISO 7250-2.
  - b. INEN ISO 7250-1.
  - c. INEN ISO 8995.
  - d. ISO 6385.
2. La delgadez estará representada por la población:
  - a. Endomorfa.
  - b. Mesomorfo.
  - c. Ectomorfa.
  - d. Isomorfa.
3. Aquellos principios para determinar las dimensiones requeridas para las aberturas para el acceso de todo el cuerpo a la maquinaria estarán relacionados con:
  - a. INEN ISO 7250-1.
  - b. INEN ISO 8995.
  - c. ISO 6385.
  - d. ISO 15534-1.
4. Los puestos de trabajo, desde la visión de la ergonomía, se puede clasificar en:
  - a. De pies, recostados, mixtos.
  - b. Bipidestante, sedente, mixto.
  - c. Sedentes, de pies, supino dorsal.
  - d. Supino dorsal, bipidestante, sedente.

5. Cuando se considera al vestuario y los equipos de protección personal, entre otros elementos que pueden afectar a:
- Facilidad de acceso.
  - Usabilidad.
  - Desplazamiento.
  - Rendimiento del equipo.
6. ( ) La redondez corporal estará asociada con el somatotipo endomorfo:
7. ( ) Al diseñar puestos de trabajo será necesario reconocer a todas aquellas situaciones del sitio de trabajo en condiciones normales, anormales y de relacionadas con las posibles emergencias.
8. ¿Será importante diseñar puestos de trabajo utilizando el percentil \_\_\_\_\_, cuando la población es mixta?
- El percentil mayor a 90.
  - P5 femenino y el P95 masculino.
  - El percentil de los más bajos a 5.
  - Es necesario diseñar para el promedio.
9. ¿Cuál será el ancho del ducto para acceder a un tanque si conoce que la estatura del P95 es 178 cm y largo del pie es 30 cm?
- 208
  - 118
  - 178
  - No es posible el cálculo con esos datos.
10. Si un extintor conforme al reglamento de prevención de incendios en Ecuador requiere ser colocado a 1,50 m de altura, y conoce que la población tiene las siguientes medidas de altura de hombro, justifique el requisito legal antes mencionado.

149	138	152	150	152	155	140	149	147	152
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

[Ir al solucionario](#)



Existen diversas clasificaciones de la ergonomía, dependerá de los autores, pero en nuestro caso proponemos estandarizar a lo que dispone la IEA, es decir, existen tres clases de ergonomía: física, cognitiva y organizacional, por eso la importancia del estudio de esta semana.

### **Unidad 4. Clasificación de la ergonomía conforme la IEA**

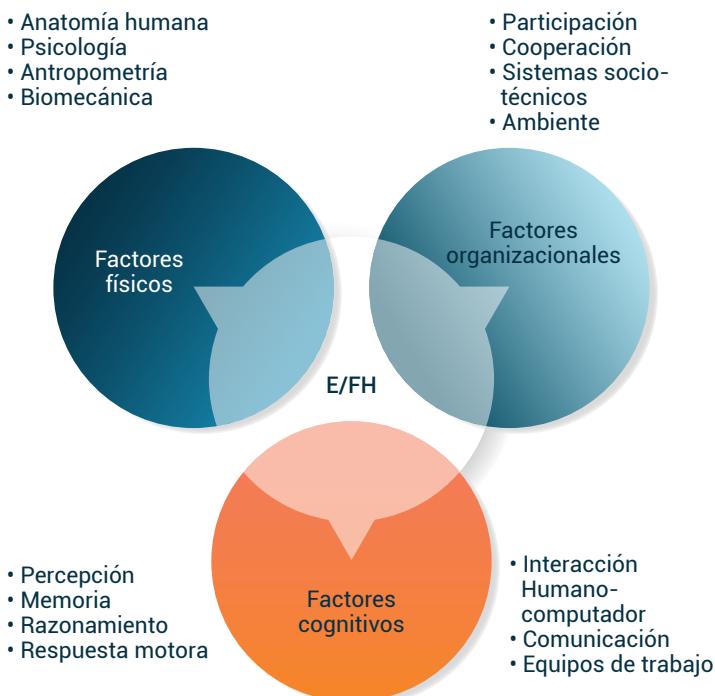
---

*"El trabajo realizado es imagen y semejanza de quien lo realiza, pero hay que brindar seguridad y bienestar en el espacio de trabajo". Martha Obregón Sánchez.*

Desde una perspectiva actual pueden existir, a criterio de diversos autores, diversas clasificaciones de la ergonomía; sin embargo, consideramos un criterio a fin de poder estandarizar conforme la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA por sus siglas en inglés); consecuentemente, aquí expondremos solo a los tres tipos distintos de ergonomías, a ser entendidos dentro del estudio correspondiente, conforme la figura 12, se distinguen las siguientes:

- Ergonomía física.
- Ergonomía cognitiva.
- Ergonomía organizacional.

**Figura 12.**  
*Clasificación de la Ergonomía*



Nota. Tomado de What Is Ergonomics (HFE)? [Ilustración], por International Ergonomics Association, 2023, [iea](#). CC BY 2.0

#### 4.1. Ergonomía física

La ergonomía física se refiere al estudio de las características del entorno y las condiciones biomecánicas y biológicas del trabajador, expresada entre otras ciencias a la anatomía y fisiología humana, con las particularidades expresadas por la antropometría, características fisiológicas y biomecánicas relacionadas con la actividad física y el rendimiento respecto de la carga de trabajo.

Por lo tanto, la ergonomía física centra su estudio en la relación entre los trabajadores y las condiciones geométricas requeridas por el puesto de trabajo, conforme la figura 13, siendo trascendentales para un adecuado diseño del puesto, a partir del aporte de información antropométrica y de las dimensiones esenciales requeridas para el apropiado diseño del puesto de trabajo.

**Figura 13.**  
*Ergonomía Física*



Nota. Tomado de Trabajar desde casa en una estación de trabajo ergonómica [Fotografía], por [freepik](#), 2023, CC BY 2.0

Adicional, topa temas relevantes que incluyen entre otros: posturas de trabajo, manejo manual de materiales, movimientos repetitivos, uso de fuerza, trabajo pesado, todas estas reconocidas como fuentes generadoras de Trastornos Músculo Esqueléticos (TME) relacionados con el trabajo. Temas asociados como los músculos y los tipos de palancas corporales, el somatotipo, serán desarrollados en esta clasificación, incluyendo a la proxémica.

Añadido como un factor de importancia, se incluyen en el diseño del lugar de trabajo, las condiciones de confort acústico, térmico, lumínico y la exposición a vibraciones, conforme a la figura 14, donde se incluyen sitios de trabajo en condiciones ergonómicas, conteniendo temas relacionados de la seguridad y salud en el trabajo, por ejemplo: la dotación y el empleo de equipos de protección individual y colectiva de manera técnica en la selección y adecuación de estos dispositivos.

**Figura 14.**

Diversos sitios de trabajo en condiciones ergonómicas ambientales diversas



Nota. Tomado de *industry-solutions* [Fotografía], por *intl*, 2023, [intl.ergomat](https://www.intl.ergomat.com) CC BY 2.0

## 4.2. Ergonomía cognitiva

La ergonomía cognitiva tiene relación con los procesos mentales, tales como: percepción, memoria, razonamiento y respuesta motora, entendiendo como afectan las interacciones entre humanos y otros elementos de un sistema.

**Figura 15.**

Un tablero de automóvil.



Nota. Tomado de *Tablero de instrumentos realista del coche* [ilustración], por *autovector*, 2023, [freepik](https://www.freepik.es). CC BY 2.0

En todo momento podemos requerir tomar una decisión, por ejemplo: al encender el automóvil, conforme a la figura 15, estamos con prisa o premura de tiempo y no revisamos el nivel de combustible, en medio de la

autopista se enciende la alarma y buscamos prontamente una estación de servicio, sin embargo, descubrimos que al salir al apuro nos olvidamos la cartera en casa. En este caso, tuvimos varias interacciones que pudieron terminar en errores por la inadecuada toma de decisiones, por eso la importancia del estudio del comportamiento humano desde la ergonomía cognitiva.

Este dominio de la ergonomía centra su estudio en los aspectos cognitivos de los seres humanos y su interacción con el sistema de trabajo y los otros elementos que encontramos en dicho sistema; se relaciona con otros aspectos, tales como: el uso de un producto o un servicio, la interacción con las capacidades cognitivas de los usuarios. También centra su estudio en la percepción humana, el procesamiento mental y la memoria. No es una disciplina de diseño, pero funciona como fuente de conocimiento para que los diseñadores utilicen experiencias a fin de crear productos que garanticen la correcta usabilidad.

Dentro de la ergonomía cognitiva se tienen en cuenta temas importantes que incluyen la carga de trabajo mental, la toma de decisiones, el desempeño calificado, la relación entre el diseño de la interfaz y su interacción con el ser humano, la confiabilidad humana, el estrés laboral y la capacitación.

Los resultados que maneja este campo de estudio se aplican en el ámbito laboral para lograr un mayor rendimiento de los sistemas utilizados por los seres humanos. Adicional se tienen en cuenta factores que afectan la función cognitiva de las personas.

Un punto importante para tratar es la relación con los mandos y señales presentes en las instalaciones industriales, el adecuado diseño de estos dispositivos contribuye en gran medida a evitar los “errores humanos”, sean estos de omisión, es decir, no se capacitó, entrenó, orientó adecuadamente al individuo para que responda a determinada situación. Adicional, se habla del error humano de comisión, es decir, aquel en el cual los trabajadores no desean cumplir con los procedimientos e instructivos de trabajo, cometiendo actos inseguros, inclusive llegando a la imprudencia profesional.

La integración de los procesos cognitivos a la actividad laboral y en conjunto con otras acciones de diagnóstico, evaluación e intervención, mejoran las condiciones de trabajo, el desempeño humano, la seguridad y la salud, disminuyendo los errores humanos, la carga mental y otros aspectos que influyen en sus dimensiones físicas y psicológicas. En la figura 16 se representa un puesto de trabajo donde dos colaboradores están compartiendo; sin embargo, ignoran u olvidan al tercer trabajador que está en el fondo, absorto en sus pensamientos o problemas. En la ergonomía será importante mantener buenas interacciones entre los trabajadores, cuidando la parte afectiva relacional.

**Figura 16.**

*Interacciones del ser humano en el puesto de trabajo.*



Nota. Tomado de *Personas de plano medio trabajando juntas* [fotografía], por freepik, 2023, [freepik](#). CC BY 2.0

#### 4.3. Ergonomía organizacional

La ergonomía organizacional se refiere a la optimización de los sistemas técnicos sociales, incluidas estructuras organizacionales, políticas y procesos. Los temas relevantes incluyen adicional las comunicaciones, gestión de recursos, proyectos de trabajo, organización temporal del trabajo, trabajo en equipo, ergonomía participativa, incluyendo además nuevos paradigmas de trabajo, trabajo cooperativo, cultura organizacional, organizaciones en red y gestión de la calidad (IEA, 2000).

Conforme Kromer, A. (2009), menciona: “*e l objetivo de la ergonomía organizacional es el logro de un sistema de trabajo totalmente armonizado que asegure la satisfacción y el compromiso laboral de los empleados*”.

Adicional se incluyen estudios asociados con las consecuencias de la tecnología en las relaciones humanas, los procesos y las instituciones.

Las intervenciones representativas de esta parte de la ergonomía son las siguientes:

Incorporar a los trabajadores y contratistas en la identificación y resolución de problemas ergonómicos.

Mejorar los procesos totales dentro del sistema, incluyendo flujos de valor en los procesos de gestión y fabricación. Apostar con éxito la gestión de seguridad integral, como parte de la cultura organizacional. Cuidar del envejecimiento de la fuerza laboral, asociado con lesiones y enfermedades, especialmente aquellas asociadas con un origen laboral, plenamente prevenibles con una verdadera gestión ergonómica al interior de las organizaciones.

Desde una aplicación más extendida de la ergonomía organizacional se encuentra en la introducción e integración de nuevas tecnologías en el lugar de trabajo. A medida que las empresas implementan nuevas tecnologías, deben considerar, entre otros:

- Las funciones, responsabilidades y rendición de cuentas.
- Las capacidades y limitaciones de la fuerza laboral.
- Conocimientos, habilidades, destrezas, adecuadas para la tarea.
- Aptitudes y actitudes propias para la gestión humana.
- Integración de los sistemas de gestión.
- Prevención de las fallas humanas.

Para terminar, en esta parte será importante mencionar que al diseñar el puesto de trabajo se requiere de un adecuado perfil de cargo, con las características particulares del sitio de trabajo, donde el operador (es) van a ejecutar las tareas, en tal motivo será importante conocer las condiciones de trabajo, para las cuales se requiere adecuar o ajustar en función de las capacidades humanas, por ejemplo: no se podrá pedir a una mujer con una estatura de 155 centímetros y peso de 55 kilos a



que opere una llave inglesa de 60" cuyo peso es de 50 libras y un largo de 150 centímetros.

Existen otras clasificaciones de la ergonomía, las cuales nos pueden llegar a ser útiles a lo largo de este curso, esta clasificación adicional puede estar contenidas en las tres básicas propuestas por la IEA, sin embargo, nosotros mencionaremos a Llorca Rubio, Llorca Pellicer, & Llorca Pellicer, (2015), estos autores sugieren las siguientes:

- Ergonomía de los sistemas / ergonomía de puestos.
- Ergonomía de concepción o corrección.
- Ergonomía geométrica.
- Ergonomía ambiental.
- Crono ergonomía o ergonomía temporal.
- Ergonomía del *hardware* y *software*.

Hasta aquí hemos planteado las tres primeras dentro de esta clasificación, al tener en cuenta a los sistemas para el dimensionamiento adecuado de los puestos de trabajo, el desarrollo anticipado de planear y concebir un puesto de trabajo preventivo, por último, hacemos una referencia a la geométrica, con el dimensionamiento dentro de todos estos conceptos de manera integrada.

Ánimo, continuaremos nuestro estudio en el siguiente bimestre, ahora a revisar, estudiar, consultar, asistir a las tutorías para que puedas lograr tu meta, para nosotros será importante también la retroalimentación correspondiente de parte de cada uno de ustedes.

*"Todo esfuerzo tiene su recompensa, pero quedarse solo en palabras lleva a la pobreza" Proverbios 14:23 (NVI).*



### Actividad de aprendizaje recomendada

Estimado estudiante le invito a realizar la siguiente autoevaluación:



## Autoevaluación 4

Estimado estudiante, conteste conforme corresponda, recuerde siempre es mejor tener una duda y preguntar que imaginar la respuesta sin ser correcta.

1. La ergonomía \_\_\_\_\_ estará pensada en las relaciones con la anatomía, antropometría y biomecánica, para el diseño de los puestos de trabajo.
  - a. Ambiental.
  - b. Hardware y software.
  - c. Física.
  - d. Organizacional.
2. ( ) Conforme la IEA, la ergonomía organizacional, también será conocida como macro ergonomía.
3. Un sistema de trabajo armonizado para beneficio de los trabajadores y la organización corresponde a la ergonomía \_\_\_\_\_.
  - a. Organizacional.
  - b. De los sistemas / ergonomía de puestos.
  - c. De concepción o corrección.
  - d. Geométrica.
4. ( ) La crono ergonomía, estará relacionada con los turnos de trabajo de manera exclusiva.
5. La optimización de los sistemas técnicos, sociales, incluidas estructuras organizacionales, políticas y procesos de las organizaciones, estará relacionado con \_\_\_\_\_.
  - a. Ergonomía organizacional.
  - b. Ergonomía de sistemas.
  - c. Ergonomía de puestos.
  - d. Ergonomía de concepción.

6. La confiabilidad humana, el estrés laboral y la capacitación estarán relacionados con \_\_\_\_\_.
- Ergonomía organizacional.
  - Ergonomía concepción.
  - Ergonomía cognitiva.
  - Crono ergonomía.
7. ( ) Calidad expresada en función de la opinión por parte del usuario se denomina individualidad.
8. ( ) Capacidad anatómica relacionada con las características para ejecutar una tarea, será usabilidad.
9. La única víctima dentro del sistema de trabajo, será:
- Los trabajadores.
  - El ser humano.
  - El empleador.
  - Los contratistas.
10. La introducción de las nuevas tecnologías, estará relacionado conforme a su aprendizaje a la ergonomía:
- Cognitiva.
  - Emocional.
  - Física.
  - Organizacional.

[Ir al solucionario](#)



## Semana 8

---



### Actividades finales del bimestre

Revise su material de estudio, prepare su evaluación para lograr sus objetivos personales, durante estas semanas ha revisado conceptos, aplicaciones, lecturas, juegos y videos para lograr conceptualizar a la ergonomía desde una aplicación sobre los procesos productivos, ahora es tiempo del examen, por lo tanto, será importante que repase y desarrolle todas las actividades de aprendizaje, revise las rúbricas de los trabajos enviados, complete su autoaprendizaje para lograr la meta propuesta.



### Actividades de aprendizaje recomendadas

Hemos identificado la importancia de la ergonomía dentro de los sistemas, ahora estamos frente al desafío de aplicar nuestros conocimientos a la sociedad actual, le invito a desarrollar estas preguntas y aceptar el reto de futuro del trabajo.

1. ¿Cómo resuelve el espacio de trabajo al interior de un ducto para trabajar de rodillas?
2. Explique con sus propias palabras ¿quién es un **knowmad**?, ¿cómo aplicaría esta lectura en su **desarrollo profesional**?
3. ¿Cómo logran un aprendizaje los denominados **cobots**?
4. ¿Cuál es su conclusión respecto del futuro del trabajo?
5. Desde su aprendizaje de la ergonomía, explique la forma de mejorar las condiciones de trabajo en el Ecuador.



Tenga sus apuntes a la mano, revise sus materiales y presente el examen, utilice sus conocimientos, habilidades y destrezas desarrolladas con el material y las actividades realizadas.



## Segundo bimestre

**Resultado de aprendizaje 1** ▪ Conoce de forma adecuada como se relaciona la maquinaria con el operador.

### Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje

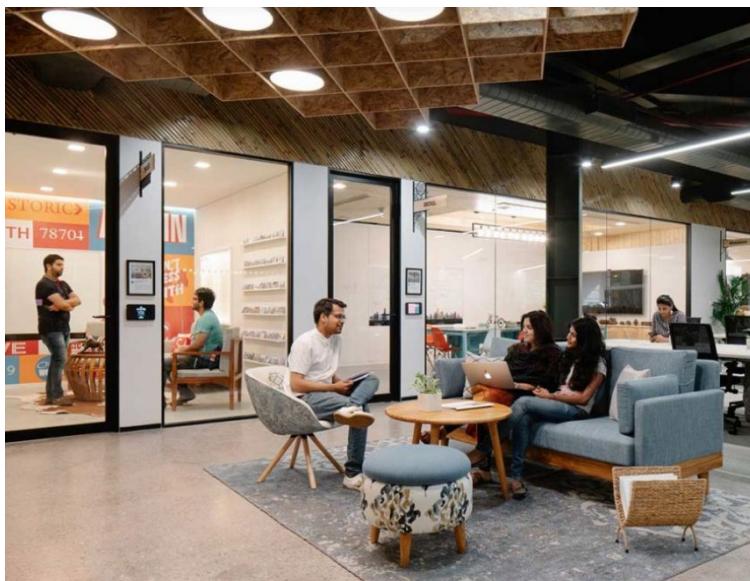


#### Semana 9

Conforme la figura 17, donde se presentan a diversos puestos de trabajo con ambientes confortables, nótese la iluminación, el color, el estilo de conversación relajada, similares sitios de trabajo requieren ser desarrollados con la aplicación de la ergonomía, a fin de reconocer de forma adecuada como se relaciona la maquinaria con el operador.

**Figura 17.**

*Diversos puestos de trabajo con ambientes confortables*



Nota. Tomado de *Confort ambiental en espacios de trabajo [Fotografía]*, por Pérez, R., 2020, [origenad](#) CC BY 2.0

En este bimestre utilizaremos ejercicios perfeccionados y cálculos matemáticos con base en sus conocimientos previos desarrollados en la carrera a fin de identificar, evaluar y proponer medidas de control en temas relacionados con la ergonomía aplicada en los sectores productivos, con una mirada siempre preventiva, buscando el bienestar y la productividad en el ámbito laboral, por medio de espacios de trabajo amplios, iluminados, térmicamente adecuados a las necesidades y capacidades de los trabajadores.

La ergonomía desde el punto de vista del confort será el estudio de esta semana, recuerde que desde la higiene industrial se requiere medir las características ambientales de los puestos de trabajo, en la ergonomía nos centraremos en el bienestar y el confort.

## **Unidad 5. Ergonomía ambiental y estudio de confort**

---

### **5.1. Ergonomía ambiental**

Hablar de este tema dentro de las organizaciones, cubre aquellos aspectos relacionados con las condiciones del ambiente físico de los puestos de trabajo, se requiere recordar que la ergonomía física busca explicar las interacciones del ser humano desde los órganos relacionados principalmente con: visión, audición y termo, regulación interna en la relación con el ambiente de trabajo. Este producto tendrá entonces directa relación con las características individuales de adaptación y regulación dentro del sistema que logre producir el confort dentro del bienestar.



Recuerde dentro de la seguridad industrial se habla de las condiciones CyMAT, es decir, aquellas presentes en los sitios de trabajo, conforme a (Neffa, 2015), define como: aquellas condiciones existentes entre los factores organizacionales y socio-técnicos, presentes en los procesos productivos implementados en sitios de trabajo y el nivel de riesgo de los factores ambientales dentro del mismo. El mismo autor describirá la relación directa entre los procesos de trabajo y la salud, en términos de prevención para cuidar de los trabajadores sin descuidar el sistema productivo.

Ahora, en términos de higiene industrial, la prevención del riesgo, estará relacionada con la identificación, medición, evaluación y control de los contaminantes presentes en los sitios de trabajo, es decir, existen agentes contaminantes físicos reconocidos como: presiones, temperatura, vibración, ruido, radiaciones lumínicas , no ionizantes e ionizante, todas estas presentes de manera conjunta o particular en el sistema de trabajo, las cuales tienen capacidad de afectar la salud de los trabajadores, como efecto o consecuencia de las tareas ejecutadas para una organización.

Desde esta perspectiva, entonces se requiere entender y recordar que la ergonomía, busca el bienestar de los trabajadores y la productividad de las organizaciones; es decir, se hablará del confort requerido y necesario dentro del sistema productivo para lograr eficiencias dentro del mismo. La palabra confort será la acepción que mejor describe el bienestar en términos de equilibrio entre las necesidades y requerimientos particulares de los trabajadores, en relación con sus capacidades y limitaciones, directamente orientados a los sistemas productivos para cuidar de la salud de manera integral y no solo como la ausencia de enfermedades.

Consecuentemente, la diferencia principal entre las evaluaciones higiénicas de los ambientes de trabajo estará relacionado con los confortos requeridos en los diferentes sitios de trabajo y estarán relacionados directamente con:

- **Confort lumínico/visual:** estabilidad entre la cantidad de iluminación requerida para alcanzar la productividad, respecto de las necesidades visuales de cada uno de los trabajadores. Incluye los colores de contraste y la percepción de bienestar asociados con el color.
- **Confort térmico:** alcanzar temperaturas ambientales óptimas para el desempeño de las actividades, es decir, incluye la climatización de los sitios de trabajo con rangos de temperatura, humedad relativa y velocidad de aire, no afecten la percepción de bienestar y salud de los trabajadores. Un edificio puede contribuir a enfermar a los trabajadores por acumulación de contaminantes, esto será el denominado como “edificio enfermo”, al tener capacidad de romper el equilibrio, será necesario anticiparse en controlar.
- **Confort acústico:** equilibrio entre los diferentes niveles de presión sonora, producidos al interior de las organizaciones a fin de conservar la concentración al momento de trabajar dentro de un espacio determinado.

## 5.2. Ambiente acústico

Dentro de los ambientes laborales, especialmente en aquellos donde la actividad intelectual es de importancia, se requiere evaluar estos sitios de trabajo, principalmente debido a que el ruido, conforme Llaneza, 2009, tendrá consecuencias sobre los resultados del trabajo, con efectos extremadamente diversos. Será importante comprender que niveles altos de ruido provocará en los trabajadores niveles de atención y vigilancia, los cuales pueden desarrollar resultados positivos asociados con las denominadas leyes de vigilancia o negativos, asociados con fatiga mental, falta de atención, sobre carga informativa o de comportamiento.

El ruido tiene la capacidad de distracción y dependiendo de la intensidad puede provocar errores en la audición, relacionados con la dificultad de la inteligibilidad del habla para los seres humanos, recuerde de aprendizajes anteriores relacionados con la higiene industrial, que las bandas de octava para el habla humana estarán ubicadas entre 500 a 4000 Hz , y el umbral de percepción auditiva ocupará las frecuencias entre 20 a 20000 Hz . A medida que nos desarrollamos y la edad se incrementa, los umbrales podrán ser modificados, pudiendo llegar a la denominada hipoacusia (pérdida de la audición).

Otro de los temas a tener en control será el tipo de ruido, en este caso los ruidos agudos serán más molestos para el ser humano (ejemplo: el chirrido de una hoja de metal, o el ruido provocado por la falta de lubricación, imagínese que alguien silva demasiado fuerte junto a usted). Sin embargo, también podrán existir ruidos graves con efectos molestos para el trabajador, por ejemplo, el sonido de un claxon de un camión, especialmente cuando es accionado inesperadamente. En los ambientes de trabajo pueden existir diversos tipos de ruidos no industriales que pueden interferir o provocar malestar por su presencia continua.

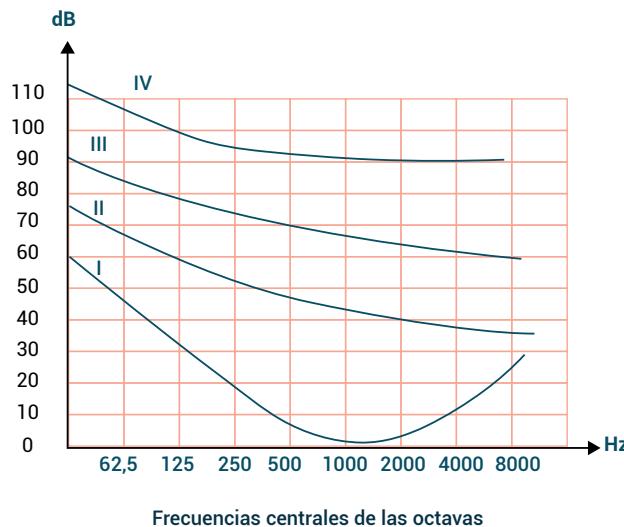
Conforme expone (Llaneza Álvarez, 2009), el ruido puede tener un componente emocional, el cual puede provocar cambios en el comportamiento y esta molestia se puede traducir en irritabilidad o cambios en el estado de ánimo, provocando molestias no deseadas que provocarán estados de desequilibrio emocional, afectivo y perceptivo, entre otros.

El psicólogo y ergónomo Allan Wisner, propuso una relación gráfica entre el nivel de presión sonora, conforme la figura 18, medidos en decibelios (Belio

es la unidad de presión acústica, del cual se ocupa el submúltiplo decibelio) y las frecuencias centrales de las bandas de octava, expresadas en Hertzios, esta relación se traduce en la gráfica siguiente:

**Figura 18.**  
Confort acústico conforme a Wisner

Nivel por banda de octava de la presión acústica por encima de  $2,10^{-5}$  PASCAL



Nota. Tomado de *Ergonomía y psicosociología aplicada* (p. 116), por Llaneza Álvarez, F. J., 2009, Lex Nova S.A.

Este índice es uno de los más utilizados para la valoración ergo acústica. En consecuencia, a cada una de las zonas representan un determinado significado, nótese las frecuencias centrales de las bandas de octava situadas en el eje de las abscisas y no olvide la percepción audible del ser humano:

- **Zona I:** tanto el sueño y el trabajo intelectual, no se ven perturbados de forma apreciable.
- **Zona II:** el trabajo intelectual complejo es difícil de ejecutarlo.
- **Zona III:** para ejecutar el trabajo intelectual se torna muy complejo, si existe trabajo administrativo corriente es difícil poder ejecutarlo.

- **Zona IV:** a este nivel una exposición prolongada determina la sordera profesional (hipoacusia).

Se puede plantear también listas de verificación asociadas con el cumplimiento técnico legal para identificar las fuentes de ruido, al interior de los sitios de trabajo, estas listas, desde la visión ergonómica, serán útiles para hallar puntos de control o déficit de gestión, con los cuales podemos plantear acciones tendientes a la mejora del confort al interior del sitio de trabajo, recuerde siempre la ergonomía busca privilegiar el bienestar de los trabajadores, pero simultáneamente requiere generar la productividad asociada con las organizaciones.

Existen diversos métodos para la evaluación de los niveles de presión sonora (NPS), una vez que se haya identificado la presencia de ruidos en los ambientes de trabajo, desde la visión ergonómica, se ha identificado en la norma ISO 9921, este método de evaluación se denomina nivel de interferencia verbal (SIL por sus siglas en inglés). Será apropiado para la evaluación de puestos de trabajo donde haya la necesidad de evaluar la comunicación, es decir, haya un emisor el cual habla, un receptor quien desea escuchar y entre estos individuos haya ruidos que pueden afectar dicha comunicación.

Para realizar la medición se requiere ubicar el sonómetro en posición del oyente, en una esfera imaginaria de 0,30 m respecto del oído de este trabajador, de preferencia apoyado en un trípode para reemplazar al trabajador, a fin de evitar la interferencia derivada del propio cuerpo; el sonómetro deberá registrar en bandas de octava y respuesta lenta en decibeles "A", donde de manera particular ubicaremos las bandas entre 500 a 4000 hz , por medio de una muestra representativa, en busca de los valores más altos.

Una vez medidos los valores los niveles de presión sonora en las bandas identificadas (recuerde por qué se hará énfasis entre las bandas de 500 a 4000 hz ), se realizará el cálculo con la ecuación 2, de la manera siguiente:

$$L SIL = \frac{1}{4} (\Sigma NPS n, oct i) \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

NPS= la presión sonora en cada una de las bandas de octava utilizadas.

Con estos resultados encontrados, se compararán con los valores mínimos recomendados en función de cada uno de los hallazgos realizados. Esta comparación nos permite evaluar los requisitos mínimos de inteligibilidad para quien escucha y el máximo esfuerzo vocal para quien habla. Por lo tanto, será importante dejar la tabla 1, tomada desde la norma ISO 9921, para evaluar el nivel SIL.

### Tabla 1.

*Esfuerzo del efecto vocal a un metro de distancia.*

Efecto vocal	$L_{A, S, 1\text{ m}}$
Muy alto	78
Alto	72
Exagerado	66
Normal	60
Relajado	54

*Nota. Adaptado de la tabla corresponde al esfuerzo vocal de una persona hablante de sexo masculino y nivel del habla ponderado A relacionado una presión sonora de 20  $\mu\text{Pa}$ . a 1 metro delante de la boca, Tomado de International Organization for Standardization, 2003, p. 7.*

### 5.3. Ejercicio de aplicación

Considere que usted ha sido llamado para una evaluación de nivel SIL al interior de una oficina de atención al público en escritorios no separados entre estos, la distancia entre el funcionario y el cliente es de 1,50 m; si conocen que los valores durante la mañana y la tarde son:

Hz	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
AM	60,5	54,6	44,6	48,4	46,7	45,6	41,6	35,8	28,4	28
PM	59,5	50,7	47,7	50,4	51,3	57,8	56,2	59,8	37,4	28,4

Evalúe conforme a la norma ISO 9921 y halle el valor SIL correspondiente, plantee medidas de control para este puesto de trabajo.

## SOLUCION:

Lo primero que se requiere es conocer el efecto de la distancia en función del nivel de conversación y sobre la base de la siguiente fórmula desarrollada en ISO 9921:

$$L_{s,a,l} = L_{a,s,1m} - 20 \log \log \frac{R}{R_0}$$

Donde:

**L<sub>s,a,l</sub>** = nivel de presión sonora de escucha por parte del oyente.

**L<sub>a,s,1m</sub>** = esfuerzo vocal del hablante a 1 m de distancia.

**R** = distancia de separación entre interlocutores.

**R<sub>0</sub>** = distancia fija equivalente a 1,00 m.

Reemplazando obtendremos:

$$L_{s,a,l} = 60 - 20 \log \log \left( \frac{1,5}{1} \right) = 56,47 \text{ dB}$$

De las mediciones realizadas, se extrae solo las bandas de octava correspondientes entre 500 y 4000 hz .

Hz.	500	1000	2000	4000
AM	46,7	45,6	41,6	35,8

Aplicamos la fórmula de

$$LSIL_{am} = \frac{46,7 + 45,6 + 41,6 + 35,8}{4} = 42,43$$

$$\text{SIL} = L_{sI} - L_{sI} = 56,47 - 42,43 = 14,05 \text{ dB}$$

Por lo tanto, SIL tiene una relación justa el nivel entre el hablante de comunicación entre el hablante y quien escucha (valores SIL entre 10 y 15). Será importante tener en cuenta la distancia entre el hablante y quien escucha, también tratar de generar espacios adecuados para mantener un diálogo fluido, especialmente evitando ruidos distractores adicionales.

Tenga en cuenta siempre estos valores, conforme a ISO 9921:

- $SIL=L_{s,a,l} - L_{sil} \geq 21$  (comunicación excelente).
- $SIL=L_{s,a,l} - L_{sil} \geq 15$  a 21 (comunicación buena)
- $SIL=L_{s,a,l} - L_{sil} \geq 10$  a 15 dB (comunicación justa).
- $SIL=L_{s,a,l} - L_{sil} \leq 10$  a 3 dB (comunicación pobre).
- $SIL=L_{s,a,l} - L_{sil} \leq 3$  (comunicación mala).

Podemos concluir con algo adicional, si usted revisa la Nota Técnica de Prevención NTP 794 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, presenta la Tabla 2 de la manera siguiente:

**Tabla 2.**

Comunicación  $SIL$  entre personas, conforme NTP 794.

COMUNICACIONES PERSONA A PERSONA		
$L_{SIL}$	Críticas	Normal prolongada
30	39,8 m	5,92 m
35	22,3 m	3,16 m
40	12,5 m	1,77 m
45	7,07 m	1 m
50	3,98 m	0,56 m
55	2,23 m	0,31 m
60	1,25 m	0,17 m
65	0,70 m	0,10 m
70	0,39 m	0,05 m
75	0,22 m	0,03 m

Nota. Adaptado de *La comunicación de persona a persona puede verse influenciada por la presión sonora y la distancia entre interlocutores, por NTP 794, España, 2008, p. 3.*

El  $L_{sil}$  hallado en el turno de la mañana fue de 42,43 dB, en la tabla anterior se observa los valores de **40** y **45**; consecuentemente, para una conversación normal prolongada estará entre 1,77 y 1 m de distancia, para conocer si la distancia que medimos es adecuada, se requiere hacer una interpolación lineal de la manera siguiente:

$$Y = \frac{Y_1 - Y_0}{X_1 - X_0} * (x - X_0) + y_0$$

$$Y = \frac{1,77 - 1}{40 - 45} * (42,43 - 45) + 1 = 1,39m$$

Se concluye que si la distancia entre el funcionario público y quien escucha es de 1,39 m, entonces la comunicación será adecuada, debido a que en nuestro caso la medida fue tomada en 1,50 m, por lo tanto, lo encontrado denota que la comunicación es justa.



## Actividades de aprendizaje recomendadas

Estimados estudiantes: en función de su aprendizaje, proponemos, desarrolle el siguiente problema referente al tema estudiado del confort acústico.

1. Tome en cuenta los valores representados en el ejercicio de aplicación, se solicita realizar los cálculos y proponer medidas de control para el turno de la tarde (PM), correspondiente al cálculo del nivel SIL y grafique con la aplicación de la escala de Wisner, de preferencia grafique los valores por medio del uso de una tabla de Microsoft Excel.
2. Adicional, encuentre el valor de la presión sonora total en decibeles y normalizado en decibeles "A" de la misma, representado para el turno de la mañana y tarde, conforme a sus aprendizajes previos. ¿Cuáles son sus hallazgos y conclusiones al respecto del confort acústico?



Recuerde por cada banda de octava, existen unos valores de ponderación para hallar el nivel de presión sonora en decibeles "A".

3. Por último, explique cuantos tipos de ponderación sonora se utilizan en la higiene industrial y de uso en la ergonomía aplicada.

Recuerde la resolución de este problema corresponderá al taller 3, este deberá ser presentado conforme a la rúbrica de evaluación correspondiente.



Semana 10

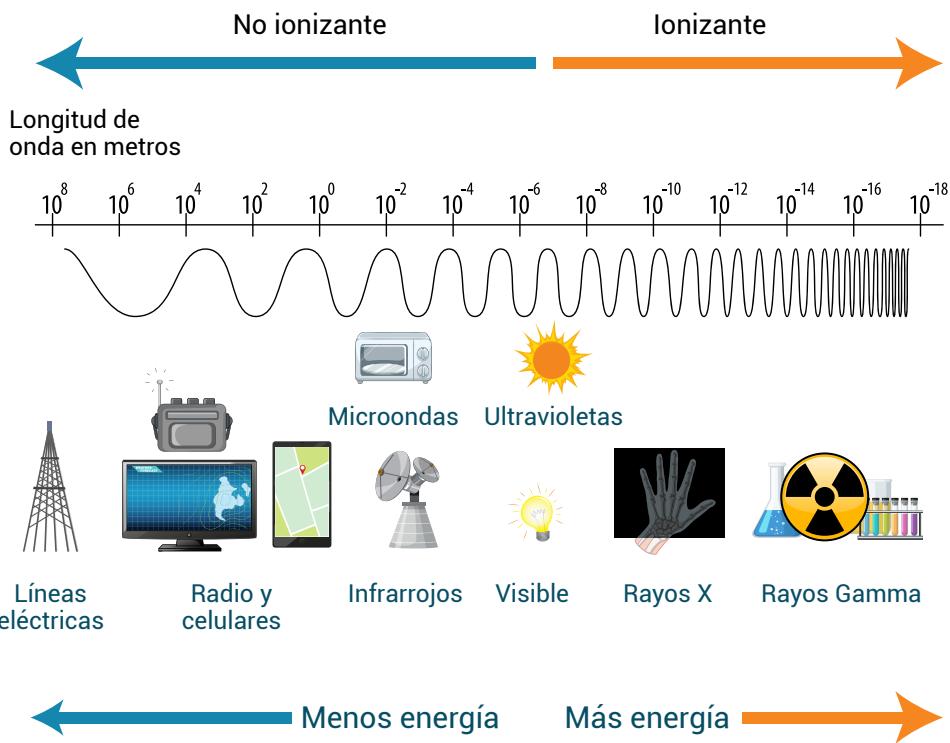
Esta semana nos centraremos en el análisis de las condiciones lumínicas y el contraste, necesarios para diseñar sitios de trabajo confortables.

## 5.4. Ambiente lumínico y contrastes

Los seres humanos, a cada instante que observamos, estaremos recibiendo enorme cantidad de información, a través de la capacidad visual utilizada en la distinción de detalles por medio de la luz (sea esta artificial o natural), dentro del espectro de la radiación electromagnética, conforme la figura 19:

**Figura 19.**

*Espectro de radiación electromagnética*



Nota. Tomado de Radiación [Ilustración], por energyeducation, 2023, [energyeducation CC BY 2.0](#).

La luz es un tipo de radiación, la cual viaja en forma de ondas, por medio de la radiación electromagnética, la velocidad de la luz en el vacío será igual a 300000 km/s, en términos enteros; sin embargo, conforme a la conferencia de pesos y medidas en el año 1983, redefinió esa velocidad en el espacio a 299.792,45 kms<sup>-1</sup>, por lo tanto, la velocidad que demora en llegar la luz desde el Sol hasta la Tierra demora algo más de 8 minutos.

En los sitios de trabajo será necesario identificar los niveles de iluminación, con el fin de evitar efectos adversos sobre la actividad que se ejecuta, Llorca Rubio, Llorca Pellicer, & Llorca Pellicer, (2015), describen la importancia de obtener ambientes visuales confortables, incluyendo el análisis de las luminarias, los colores de las paredes, la ubicación de las lámparas y el correspondiente mantenimiento, al interior de los ambientes de trabajo (p 211).

Llaneza Álvarez (2009), explica acerca de la calidad y precisión respecto de la realización de una actividad, estará directamente relacionada con la calidad de la iluminación y el tipo de luz presentes en los sitios de trabajo, debido a los estrechos márgenes de energía radiante con la cual podemos percibir por medio de la visión, los rangos del espectro visible para el ojo humano, estarán entre los 380 y 760 nm (nm= nanómetro o  $11 \times 10^{-9}$  m).

Para Llaneza Álvarez (2009), un “*buen sistema visual ergonómico*”, tendrá relación de manera directa entre, la calidad de la información recibida, un nivel de desempeño adecuado y el confort visual asociado con el entorno sobre el cual se realiza la tarea, esto incluye la ausencia de deslumbramientos molestos al ojo y el color de las fuentes de luz, en relación con la tarea y la psicología de los trabajadores, en sus sitios de labor (p 141).

Por lo tanto, el tipo de tarea, la calidad de iluminación y las características individuales afectarán el rendimiento de un trabajador, desde el enfoque ergonómico de la iluminación. A un mayor rendimiento visual, se requiere de mejores condiciones de iluminación y contrastes, es decir, el rendimiento visual máximo se consigue por medio de una luminancia moderada, estimadas en las correspondientes tablas de iluminación, pero también se requiere contar con el contraste adecuado.



Ejemplo: considere un sitio de trabajo de precisión (similar a una estación de control de calidad) donde se requieren la identificación de detalles visuales precisos, la mayor iluminación será esperada en el área del campo de realización de tarea, pero también en el espacio circundante, para que la iluminación sea adecuada, habrá que contar con los contrastes adecuados que permitan identificar los detalles sin esfuerzo visual aparente, pues de la cantidad que aprecia el ojo humano no se distingue distintos niveles de iluminación en el espacio.

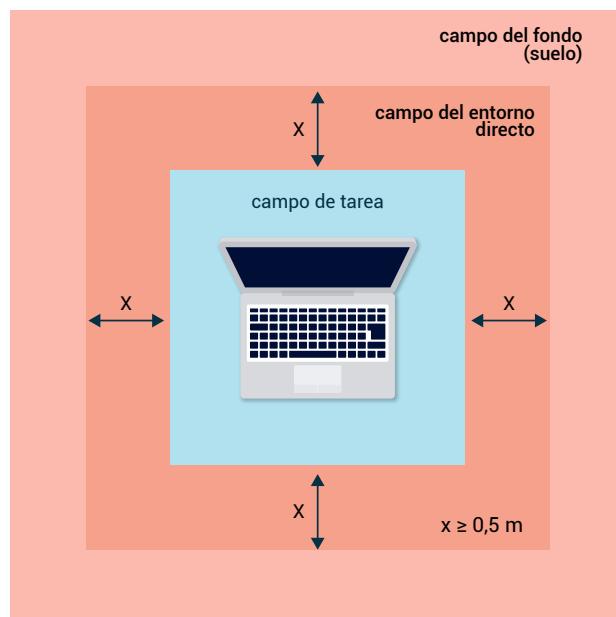


Será importante recordar también, la capacidad de adaptación del ojo humano, respecto de los niveles de iluminancia, como ejemplo si usted ingresa al interior de un túnel con su vehículo, momentáneamente podría quedar ciego debido a que su visión se está ajustando a los niveles de baja iluminación, esto es fundamental cuando se requiere cuidar de trabajadores expuestos a los efectos de los cambios bruscos de niveles de iluminación, tales como conductores, soldadores, mecánicos de ajuste, supervisores de control de calidad, entre otros.

Ante esto se requiere planear de manera adecuada, el tipo de iluminación y el diseño del sistema de iluminación, incluyendo colores y contrastes, para evitar problemas posteriores relacionados con la inadaptación del trabajador a las condiciones de iluminación, provocando rechazo y malestar, pero también generando problemas en la producción y posiblemente en el rendimiento de los trabajadores por el mal diseño lumínico o desproporcionadamente realizado sin tener en cuenta a la ergonomía ambiental.

**Figura 20.**

Áreas de tarea y circundante para la evaluación lumínica



Nota. Tomado de *Tarea visual, área del ambiente directo y área del fondo [Ilustración], sonel.*

Conforme a la figura 20, donde se representa los campos de tarea y entorno, a fin de establecer la relación adecuada entre la capacidad de iluminación respecto de las necesidades de los trabajadores, será requerido para dar facilidad y comodidad a los trabajadores, la iluminación interior requiere satisfacer la comodidad visual tendiente a generar el bienestar en los trabajadores, y además asegurar un desempeño óptimo para ejecutar las tareas encomendadas, por último, será importante que la iluminación permita distinguir elementos de seguridad para detectar los peligros del ambiente circundante.

Acorde a la norma INEN ISO 8995-1, la uniformidad lumínica al interior de los sitios de trabajo, requiere ser no menor de 0,70 sobre el campo de tarea y en las áreas circundantes será igual al 0,50 conforme a esta norma internacional (International Standardization Organization, 2002), una buena iluminación requiere atención por igual a la cantidad y calidad de la iluminación. Aunque es necesario proporcionar suficiente iluminancia sobre la tarea, no debe existir diferencias muy notorias en el campo de entorno y en el fondo; en ambos casos, la visibilidad depende de la forma en que se entrega la luz, de las características de color de la fuente de luz y de las superficies, conjuntamente con el nivel de deslumbramiento del sistema.

En tarea visual demandará de parámetros ergonómicos adecuados, tales como los atributos de la tarea y la capacidad de percepción, con el propósito de generar factores sobre los cuales el trabajador pueda mejorar sus niveles de ejecución, por medio de sistemas de iluminación adecuados, similares a la figura 21, generando el confort y el bienestar.

**Figura 21.**

Puesto de trabajo con iluminación natural y artificial equilibrada



Nota. Tomado de *6 recomendaciones para una buena iluminación en el puesto de trabajo [Fotografía]*, por LED Industrial, 2021, [ledindustrial](#) CC BY 2.0

En la figura 21, que antecede, se puede observar un puesto de trabajo combinado entre luz natural y artificial combinado, siempre habrá que utilizar la luz natural de manera controlada, pues esta generará una experiencia de bienestar a los trabajadores, será un claro ejemplo del equilibrio lumínico sobre el puesto de trabajo, este bienestar será fundamental para evitar los deslumbramientos sobre el plano de trabajo.

Desde el aparecimiento de las lámparas incandescentes, la iluminación artificial cambió la forma sobre la cual se ejecuta el trabajo, antes la luz natural se imponía para ejecutar las tareas, pero la iluminación artificial nos permite laborar a voluntad, por lo tanto, se requiere dar un mantenimiento periódico de las luminarias para garantizar un nivel de iluminación adecuado.

Otra de las consideraciones a tener en cuenta, será los niveles de iluminancia promedio, dentro de los requisitos normativos legales aplicables al país. De existir una variación muy fuerte de la uniformidad lumínica puede generar deslumbramiento o fatiga visual asociada. El flujo luminoso representa la cantidad de energía lumínica emitida por una fuente, la unidad será el lumen.

La iluminación adecuada estará asociada con evitar los reflejos y deslumbramientos innecesarios, para esto se requiere ubicar las lámparas de manera adecuada y en los ángulos correspondientes, las lámparas requieren estar orientadas de manera tal que genere la mejor uniformidad y visibilidad aun a distancias determinadas. La cantidad de flujo luminoso, generada por las lámparas sobre una unidad de superficie, se conoce como lux y está será la unidad de la iluminancia.

El evitar las interferencias entre el brillo y los contrastes, también entre los parpadeos o *flickers*, las sombras y discontinuidades, esto se requiere realizar en conjunto con el o los trabajadores, pues serán ellos quienes explican la observación de los contrastes y sombras, producto de la inadecuada iluminación de los puestos de trabajo. La adecuada distribución de las luminarias, evitará molestias innecesarias sobre las actividades laborales. La luminancia será la cantidad de flujo luminoso reflejado sobre una unidad de superficie, también será conocido como el brillo.

### Tabla 3.

*Diversos tipos de iluminación requeridas por tipo de trabajado o faena*

LUGAR O FAENA	ILUMINACIÓN
Pasillos, bodegas, salas de descanso, comedores, servicios higiénicos, salas de trabajo con iluminación suplementaria sobre cada maquina o faena, salas donde se efectúen trabajos que no exigen discriminación de detalles finos o donde hay suficiente contraste.	150
Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecánico con cierta discriminación de detalles, moldes en funciones y trabajos similares.	300
Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada en tipo pequeño, trabajo mecánico que exige discriminación de detalles finos, maquinarias, herramientas, cajitas de imprenta, monotipias y trabajos similares.	500
Laboratorios, salas de consulta y de procedimientos de diagnóstico y salas de esterilización.	500 a 700
Costura y trabajo de aguja, revisión prolja de artículos, corte y trazado.	1000
Trabajo prolongado con discriminación de detalles finos, montaje y revisión de artículos con detalles pequeños y poco contraste, relojería, operaciones textiles sobre género oscuro y trabajos similares.	1500 a 2000
Sillas dentales y mesas de autopsias.	5000
Mesa quirúrgica.	20000

Nota. Adaptado de *La tabla representa diversas actividades donde es requerido niveles de iluminación en relación con la ejecución de las tareas, por ISO 8995, 2005 p.18-29, enlace web*

En tabla 3, se expresan valores estandarizados para los sitios de trabajo, recuerde en el Decreto Ejecutivo 2393 se establecen unos valores diferentes, esta legislación no ha sido actualizada desde el año 1986, esa será la principal diferencia para no tener valores estandarizados de la norma ISO 8995 revisada al 2005.

## 5.5. Ejercicio de aplicación

Para el cálculo de la iluminación en interiores se puede realizar por diversas metodologías desde el punto de la luminotécnica y la ingeniería eléctrica, nosotros por la facilidad en el desarrollo vamos a desarrollar bajo el método del salón o de la grilla, como es conocida la ecuación 3.

$$K = \frac{a*b}{h*(a+b)} \quad (\text{Ecuación 3})$$

**Donde:**

**K = constante del salón.**

**a = largo del salón en metros.**

**b = ancho del salón en metros.**

**H = altura desde el suelo hasta la luminaria en metros.**

**h = (H-altura del puesto de trabajo) en metros.**

Para calcular la constante del salón, se requiere estandarizar el valor de K redondeado al mayor valor redondeado al inmediato superior. Una vez calculado U conforme la ecuación 4, se podrá dividir el salón por el número de mediciones encontrado.

$$U = (k + 2)^2 \quad (\text{Ecuación 4})$$



### Actividades de aprendizaje recomendadas

1. Le invitamos a que resuelva el siguiente [ejercicio de aplicación](#) de aplicación correspondiente a la evaluación lumínica de un puesto de trabajo.
2. En una oficina con monitores de computación de forma rectangular de 7 x 5 metros, se requiere evaluar la iluminancia media, si cada una

de las estaciones de trabajo están ubicadas a 70 cm del suelo y las luminarias están a 3 metros desde el nivel del suelo.

Los valores medios medidos en hora de la tarde en cada puesto de trabajo corresponden en luxes:

350	320	400	450	520	350	500	450	490	390
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

3. Estimado estudiante le invito a realizar la siguiente autoevaluación:



## Autoevaluación 5

Estimado estudiante, responda según corresponda el siguiente cuestionario de autoevaluación correspondiente a la unidad 5.

1. Cuando se tiene en cuenta las condiciones de las organizaciones relacionadas con el ambiente dentro de un sistema trabajo, esto hace relación al concepto de:
  - a. Condiciones ambientales.
  - b. Condiciones organizacionales.
  - c. Condiciones inseguras de SST.
  - d. Condiciones CyMat.
2. La mejor relación entre el bienestar y la productividad dentro de una organización, describe el concepto de:
  - a. Confort.
  - b. Ergonomía.
  - c. Ergo acústica.
  - d. Comodidad.
3. ( ) El umbral de percepción acústica estará ubicado entre los 20 hz y 20 kHz:
4. ( ) El oído humano requiere procesar entre las bandas entre 1000 y 3500 hz para distinguir el habla humana.
5. Las bandas de octavas (1/1 octava) se definirán como el intervalo de \_\_\_\_\_ entre dos sonidos, cuyas frecuencias centrales son del doble de la inmediata anterior.
  - a. Amplitud.
  - b. Frecuencia.
  - c. Periodo.
  - d. Filtros.

6. Complete la serie conforme a ISO respecto de las bandas de octava descritas: \_\_\_\_; 63; 125; 250; 500; \_\_\_\_; 2000; 4000; \_\_\_\_; 16000. ( )
- 20, 3500, 7000.
  - 31.5, 1k, 8k.
  - 35, 1000, 7000.
  - 20, 3.5 k. 7k. 80
7. La norma ISO relacionada con la evaluación del ruido industrial por el método de ingeniería es:
- ISO 9612.
  - INEN 8996.
  - ISO 7250.
  - INEN 8995.
8. Explique por qué en el decreto ejecutivo 2393, los valores de luminancias son diferentes al requisito normativo de INEN ISO 8995.
- La diferencia entre la fecha de emisión y aprobación.
  - La relación entre las fechas de emisión.
  - La relación entre las fechas de aprobación.
  - La diferencia entre las fechas de aprobación.
9. Se produce en las pantallas de visualización de datos e influye en el confort del puesto de trabajo.
- A la iluminancia.
  - La luminancia.
  - La presión lumínica.
  - El *flicker*.
10. ¿Qué representa la cantidad de flujo luminoso por unidad de superficie?
- A la iluminancia.
  - El lux.
  - La presión lumínica.
  - El *flicker*.

[Ir al solucionario](#)



Hemos desarrollado ya conceptos, aplicaciones para la ergonomía en diversas consideraciones para los sectores productivos, esta semana nos vamos centrando en la ergonomía organizacional.

### **Unidad 6. Ergonomía organizacional o macro ergonomía**

---

#### **6.1. La ergonomía organizacional**

Tradicionalmente, a la ergonomía se la estudia desde un enfoque micro organizacional, es decir, desde el sistema hombre-máquina-entorno o el encargo en un determinado puesto; por lo tanto, será necesario entender que existe algo más allá y superior, un sistema de los sistemas, dentro de toda organización y como tal deberemos hablar de los conceptos de macro ergonomía o ergonomía organizacional.

Dentro de la ergonomía organizacional, deberemos descubrir conceptos asociados e interrelacionados con la ingeniería industrial, psicología, el diseño industrial y de manera particular con las ciencias de la administración de empresas, es decir, desde el hecho de saber administrar o gestionar los recursos existentes en los diversos procesos de toda organización: estratégicos, clave y de apoyo, pero también tomando en cuenta a los sistemas socio técnicos al interior de las organizaciones.

En el mundo empresarial surge a mediados de los años 50 del siglo pasado, por medio de las investigaciones del Instituto Tavistok en Londres, también aparecen los conceptos desde las investigaciones de Emery y Trist, quienes designan a las primeras relaciones entre los obreros y sus máquinas en ambientes de trabajo industriales, más en los tiempos actuales hará referencia a los desarrollos actuales, pretende explicar las complejas interrelaciones entre la tecnología y los seres humanos (Emery & Trist, 1960).

De acuerdo con Bridger (2018), existen dos enfoques con los cuales la ergonomía y la seguridad industrial están directamente interrelacionados, conforme plantea el modelo de Levinson, estos enfoques permitirán

la ergonomía y los factores humanos estar incluidos en la gestión de seguridad y en la investigación de los accidentes de trabajo.

Por una parte, se habla del enfoque micro ergonómico, este se centra en todos aquellos eventos inmediatos durante un cortísimo periodo de tiempo antes del momento crítico, buscando factores de riesgo asociados con el error humano dentro del espacio de trabajo, lo más próximo del operador (Bridger, 2018). Factores individuales asociados con los actos inseguros, tales como: la falta de capacitación, entrenamiento, desconocimiento de la forma de ejecutar las tareas encomendadas o acciones deliberadas por incumplir un procedimiento de trabajo debido a la prisa, fatiga, frustración o complacencia, incluyendo la imprudencia profesional.

En cambio, desde el enfoque macro ergonómicos o de “sistemas”, donde será necesario el análisis amplio de toda la organización, pues el trabajador no es un ente individual y solitario que toma decisiones sin una supervisión o control (Bridger, 2018); por lo tanto, estaremos analizando los factores organizacionales asociados con la gestión inadecuada y los eventos que condujeron al accidente, averiguando descubrir por qué los factores básicos presentes en el ambiente laboral, por los cuales se pudo facilitar el accidente de trabajo. Será importante controlar los riesgos desde el denominado “Principio ALARP”, tan bajo como sea razonablemente posible.

A continuación le invito a revisar la siguiente infografía:

#### [\*\*Variables a revisar dentro del sistema socio técnico.\*\*](#)

En la infografía, se presenta un resumen rápido de las diversas variables asociadas con los sistemas socio técnicos, de manera particular, el liderazgo y la gestión cubren a todas las variables a fin de que se cumpla con el propósito del sistema hombre-máquina-entorno.

Con esta información, habrá descubierto la importancia de los elementos de seguridad en toda instalación industrial, ¿cómo los sistemas socio técnicos pueden contribuir en la mejora de los sitios de trabajo?

Para resumir, puede ser útil citar esta frase, producto de la experiencia profesional: “*si se presentase un error humano será necesario de un refuerzo del sistema de gestión y en el liderazgo del sistema de prevención*”.

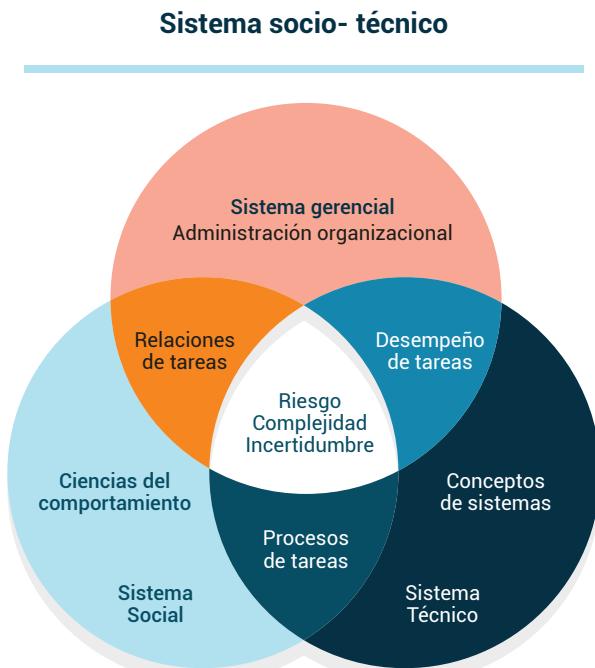
Es decir, identificando a todos aquellos déficits de gestión, asociados con la inconveniente forma de organización del trabajo, supervisión y liderazgo,

incluyendo las condiciones ambientales inapropiadas presentes todos estos, y tomando parte al interior de los sistemas empresariales implementados por cada una de las organizaciones.

Entonces, el sistema socio técnico cubrirá tres aspectos básicos, conforme a la figura 22:

**Figura 22.**

*El sistema sociotécnico*



Nota. Tomado de *Historia de la ingeniería industrial [Ilustración]*, por Jiménez, J., 2023, [timetoast](#) CC BY 2.0

En toda organización confluyen los sistemas gerenciales, técnico y social, en el primer caso serán quienes lleven la administración y la estrategia a ser desarrollada por toda la empresa. El sistema técnico, en cambio, estará asociado con el desempeño de los equipos y herramientas utilizadas dentro de los procesos productivos. Finalmente, el sistema social, describe la forma en la cual se genera el apoyo a la producción por medio del recurso humano, y la forma en que puede influir sobre este sistema abierto.

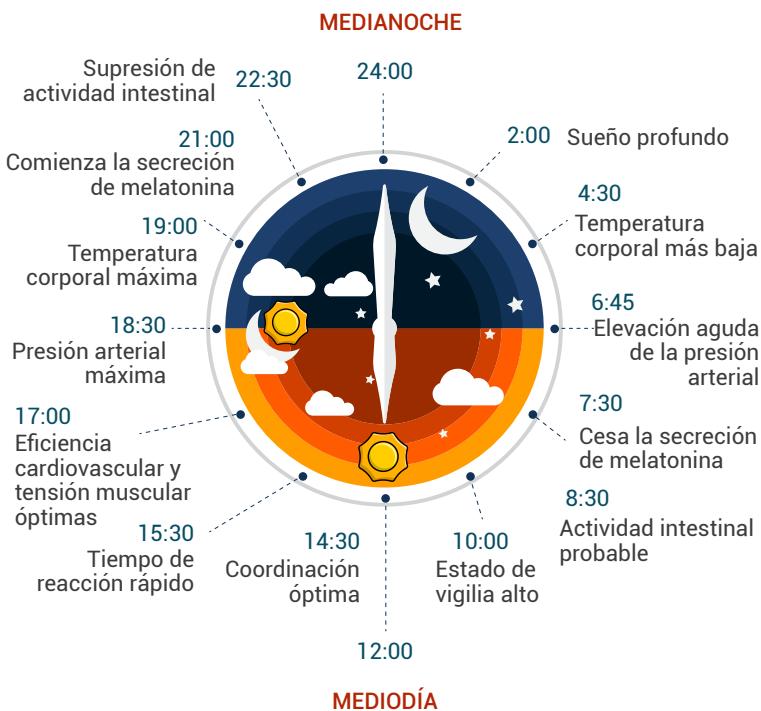
Otro tema a considerar dentro del sistema socio técnico, estará relacionado con la gestión del riesgo, asociado con la norma ISO 31000, para los técnicos prevencionistas será de importancia tener una identificación, el

control y la gestión de los riesgos, los cuales pueden influir directamente sobre los resultados del desempeño de la organización. Un accidente o una enfermedad laboral asociada con la inadecuada gestión de la empresa, provocará que todo el sistema requiera reaccionar y no será lo adecuado para la prevención de riesgos, de manera particular un sistema reactivo no es lo apropiado.

## 6.2. Crono ergonomía o ergonomía temporal

**Figura 23.**

*El ciclo circadiano para el trabajo*



Nota. Tomado de Ergonomía en el entorno de trabajo [Fotografía], por castilla-sa, 2023, [castilla-sa](#) CC BY 2.0

La crono ergonomía o ergonomía temporal, estará asociada con el rendimiento de las personas respecto del ciclo circadiano, representado por la figura 23; en todo el mundo, las organizaciones requieren desarrollar su productividad asociada con variaciones cíclicas, dentro de las cuales se puede comprender cómo aparecen los turnos de trabajo, es decir, la

forma en la cual se ejecuta el trabajo alrededor de un día, semana o año de manera total.

Un turno de trabajo será una forma de organización del trabajo, dentro de una jornada laboral, con la cual las organizaciones productivas, especialmente, adaptan un horario de trabajo, el cual cambia de manera regular de acuerdo a un determinado patrón. Estas variaciones rítmicas estarán asociadas con los denominados ciclos circadianos o el ciclo sueño-vigilia, el cual desde el aparecimiento de la luz artificial puede ser modificado a voluntad, sin tener en cuenta estos aspectos ergonómicos que podrían alterar y dañar de manera irreversible a los trabajadores expuestos laboralmente.

Entendiendo que la ergonomía está relacionada con el bienestar de los trabajadores, el alterar los ciclos circadianos, podría estar asociado con variaciones en la producción, la tasa de errores, la cantidad de esfuerzo físico, mental y psíquico asociado a ser tomado en cuenta, el nivel de entusiasmo y el tiempo total dedicado al trabajo, dentro de los límites aceptables, sin provocar fatiga o sobreesfuerzo.

A nivel global, las jornadas laborales serán diversas y diferentes, pero algo que está determinado es que el tiempo de trabajo no debería estar más allá de las 55 horas semanales, pues superarlo simplemente no será productivo, conforme lo describe la Organización Mundial de la Salud.

En relación al mismo tema, la OIT, menciona lo siguiente: “*Trabajar muchas horas puede provocar numerosos efectos mentales, físicos y sociales. Los gobiernos deberían tomarse esta cuestión muy en serio*” (Organizacion Internacional del Trabajo, 2021). Existe una asociación entre el número de muertes en las jornadas extendidas, con respecto de los accidentes cerebro vasculares y las enfermedades cardiacas, a criterio de la OIT y la OMS.

El trabajo en turnos, se encuentran ampliamente medidos, entre otros, por medio de la carga metabólica, la actividad glandular corporal, la temperatura corporal interna, la actividad física y el rendimiento; por lo tanto, se reconoce una curva de rendimiento alrededor de las 24 horas del día o el denominado ciclo circadiano. Existe un rendimiento mayor en la tarde y disminuye en las primeras horas de la mañana, pero se altera si el trabajador pasa al turno nocturno, por lo cual se requieren entre dos a tres días para afianzarse, conforme lo expone (Singleton, 1972).

A los cambios fisiológicos asociados con los turnos de trabajo, también existirán cambios en temas psicológicos y sociológicos, asociados con la conducta y el comportamiento humano; es decir, nuevamente aparece el criterio ergonómico multidimensional, por lo tanto, Singleton, menciona que el trabajador es un ser integral que puede ser influenciado o influenciar sobre el rendimiento de los trabajadores dentro de una organización.

#### **Tabla 4.**

##### *El rendimiento humano.*

###### **Principios generales del rendimiento humano**

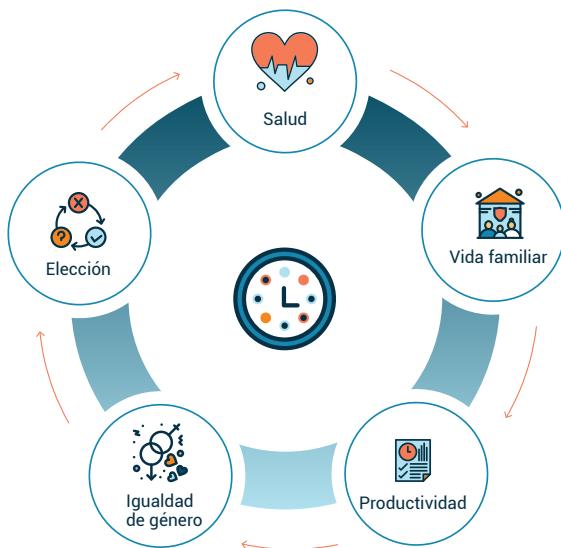
1. La actividad humana, tanto externa como internamente, es fundamentalmente cíclica en lugar de uniforme. Muchos ritmos, incluidos los relacionados con el trabajo, están bloqueados al ciclo solar de 24 horas.
2. La duración óptima de la jornada o semana laboral no se ha determinado con exactitud.
3. Las variaciones de hasta el 5% en la duración de la jornada laboral o la semana laboral tienen poco o ningún efecto sobre la cantidad total de trabajo realizado.
4. Las pausas de descanso son esenciales en todo trabajo. Para el trabajo mental o el trabajo físico ligero, su duración y frecuencia deben aumentar con la monotonía del trabajo realizado.
5. El trabajo por turnos afecta a los ritmos corporales, pero no se ha demostrado que afecte en gran medida a las medidas de rendimiento.
6. El comportamiento en el trabajo se ve afectado por los patrones de cultura, estructura social y comportamiento grupal.
7. Hay tres tipos de incentivos: financieros, ambientales y sociales.
8. La moral, aunque importante, no es fácil de definir o medir.
9. El estilo de liderazgo grupal adoptado puede ser variado para adaptarse a personalidades y problemas particulares.
10. La comprensión del comportamiento total de una organización requiere una variedad de enfoques y conceptos.

Nota. Adaptado de Introduction to ergonomics, por Singleton, 1972, p. 93-94,  
[enlace](#)

En las organizaciones será fundamental, entender los principios contenidos en la infografía, para la implementación y el desarrollo de un liderazgo adecuado, como ya se ha mencionado anteriormente, emprender en el perfeccionamiento de un estilo adecuado de liderazgo con el cual se pueda generar oportunidades en los trabajadores expuestos a los turnos de

trabajo será importante, cuidar del rendimiento, estilo de vida, factores de riesgo asociados, entre otros, pero también respecto de las remuneraciones e incentivos, hasta alcanzar el “trabajo decente” pilares en la verdadera gestión ergonómica de las organizaciones, en relación con la figura 24.

**Figura 24.**  
*Las cinco dimensiones del trabajo decente*



Nota. Adaptado de Guía para establecer una ordenación del tiempo de trabajo equilibrada, (p. 5), por Organización Internacional del Trabajo, 2019, [enlace](#)



## Semana 12

Esta semana centraremos nuestra atención en el error humano y el modelo de James Reason para controlar los eventos no deseados. Revise esta información que es importante para su desarrollo profesional.

### 6.3. El error humano en los sistemas

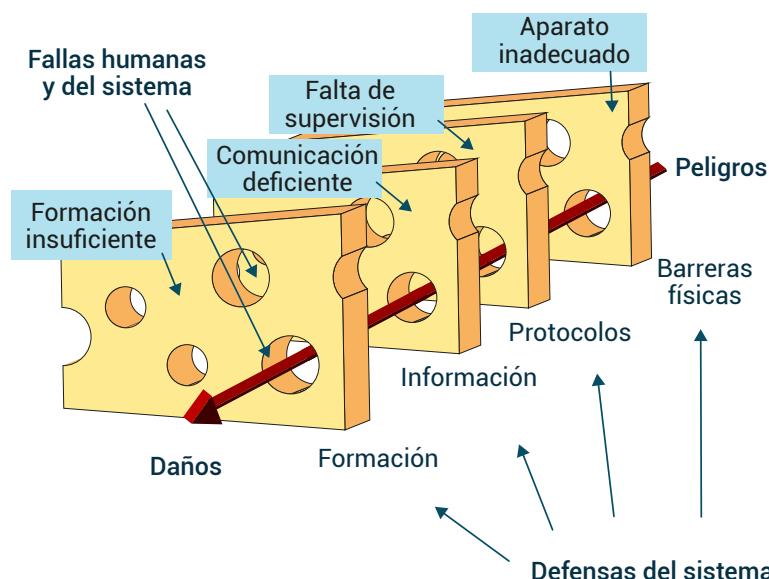
Se puede observar en el centro de la gráfica de los sistemas sociotécnicos, estará identificada la gestión del riesgo, es decir el “efecto de la incertidumbre sobre el logro de los objetivos”, esta será una de las definiciones de riesgo, conforme a la norma ISO 9001, en su última versión.

Por lo tanto, los riesgos pueden tener efectos positivos o negativos, al interior de las organizaciones.

Los efectos negativos pueden estar relacionados con los incidentes y accidentes, no solo por errores del trabajador, adicional también por todos aquellos déficits de gestión inadecuada dentro de las organizaciones, los cuales tendrán una relación directa con el error humano, conforme el modelo denominado Queso Suizo, planteado por James Reason, conforme a la figura 25, en la década de los 90 del siglo pasado.

**Figura 25.**

*El modelo de Queso Suizo, conforme al criterio de James Reason*



Nota. Tomado de *Liderazgo para el cambio* [Ilustración], por García, C., 2018, *Liderazgo para el cambio* CC BY 2.0

Si cada una de las fetas o capas, son permeadas o pueden permitir el paso de los peligros, provocará en un momento determinado que las fallas humanas o del sistema terminen provocando daños o pérdidas, incluyendo a las vidas humanas, económicas, materiales y equipos, producto del accidente que pudo ser evitado si estaban en constante movimiento el sistema a fin de evitar el alineamiento o la filtración por alguna de las capas, estas en último caso debieron advertir al sistema del fallo y generar acciones a tiempo. Si bien es cierto se pretende explicar el modelo de la manera más sencilla posible, este modelo propuesto por Reason, buscaba explicar los accidentes dentro de sistemas industriales complejos.

Con este ejemplo, se plantea la importancia de la gestión del riesgo, la cual es eminentemente preventiva, la anticipación provoca una adecuada gestión y esta gestión puede tener la capacidad de evitar las pérdidas y los daños asociados con los sistemas de producción. Desde la macro ergonomía, se deberá tener en cuenta a todo el sistema sociotécnico para evitar las pérdidas dentro de las organizaciones.

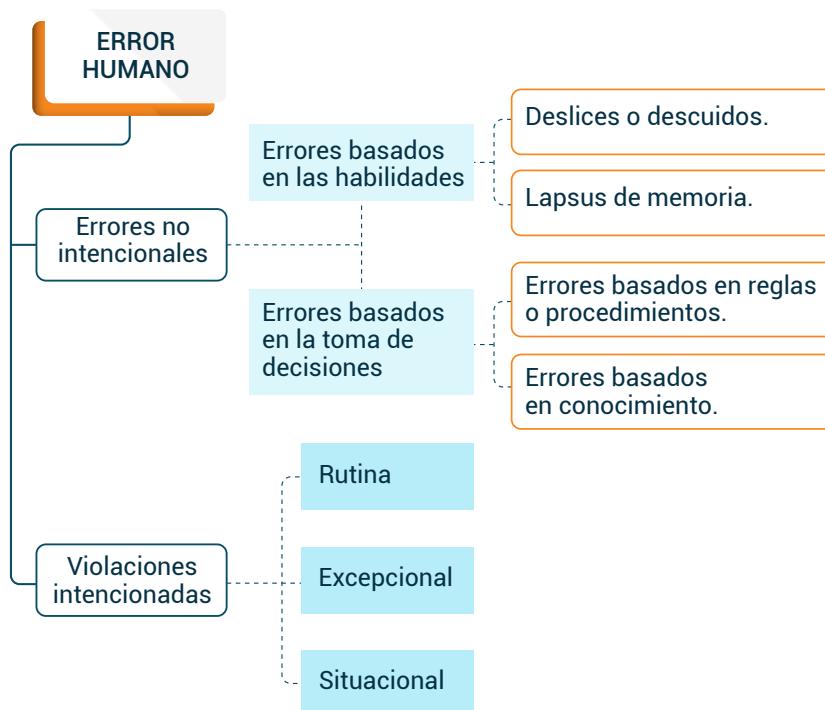
Permítame, citar a uno de los grandes pensadores modernos en temas de prevención, el profesor Erick Hollnagel, catedrático y autor de varios libros relacionados con la gestión de la prevención, en el libro Safety I – Safety II describe lo siguiente:

Cuando pensamos en seguridad, generalmente lo hacemos por referencia a su opuesto, la ausencia de seguridad. En consecuencia, la visión tradicional de la seguridad, denominada seguridad-I, ha sido definida por la ausencia de accidentes e incidentes, o como la 'libertad de riesgo inaceptable'. Como resultado, el enfoque de la investigación y la gestión de la seguridad ha estado generalmente en la operación insegura del sistema más que en la operación segura. En contraste con la visión tradicional, la ingeniería de resiliencia sostiene que "las cosas van mal" y "las cosas van bien" por las mismas razones básicas. Esto corresponde a una visión de la seguridad, denominada seguridad-II, que define la seguridad como la capacidad de tener éxito en diversas condiciones. Por lo tanto, la comprensión del funcionamiento cotidiano es un requisito previo necesario para la comprensión del desempeño de seguridad de una organización (Erik Hollnagel, 2016).

 El comprender cómo se plantea el error humano es básico en la gestión de prevención; desde esta perspectiva, existen los errores por desconocimiento y los errores por comisión, en el primer caso el trabajador no ha sido lo suficientemente entrenado, capacitado e instruido sobre los procedimientos e instructivos de trabajo por parte de la organización. En el otro caso, los trabajadores, simplemente apelan a la "*imprudencia temeraria*"<sup>4</sup> como el resultado de los años que ha realizado el trabajo y nunca ha sufrido las consecuencias negativas de su negligencia, por lo tanto, será necesario cuidar de estos trabajadores, mejorando su comportamiento y conducta preventiva a fin de evitar las lesiones que contribuyen a las pérdidas dentro de las empresas.

**Figura 26.**

*El error humano en los sistemas sociotécnicos*



Nota. Tomado de *Human factors: managing human failures [Ilustración]*, por Health and Safety Executive, 2023, [hse.gov](https://www.hse.gov.uk) CC BY 2.0

Consecuentemente, desde la ergonomía y los factores humanos se requiere hablar de la prevención de riesgos a través de la gestión del error humano, representado por la figura 26, entre estos los accidentes asociados con una verdadera gestión del error humano, sea desde la conducta y comportamiento del trabajador, será más importante desde la visión gerencial, el desarrollar programas de ergonomía participativa a fin de evitar las pérdidas.

En conclusión, se mencionará, desde la visión ergonómica, a la gestión de los macroprocesos relacionados a la seguridad y salud en el trabajo, sin contar con un liderazgo adecuado para la implementación y cambios requeridos en beneficio del sistema de prevención, no será posible gestionar el riesgo. El ajustar y promover, sistemas de gestión adecuados, con el propósito de entender las diversas interacciones de cada uno de los subsistemas, algunas más complejas que otras, dentro del sistema sociotécnico, estarán agrupadas con la gestión del riesgo.

- 4 Este término es considerado dentro del Código de Trabajo en Ecuador. Cuando el accidentado ha actuado de manera contraria a las normas, instrucciones u órdenes dadas por el empresario de forma reiterada y notoria en materia de Seguridad e Higiene, perdiendo, inclusive, la calidad de accidente de trabajo.



## Semana 13

---

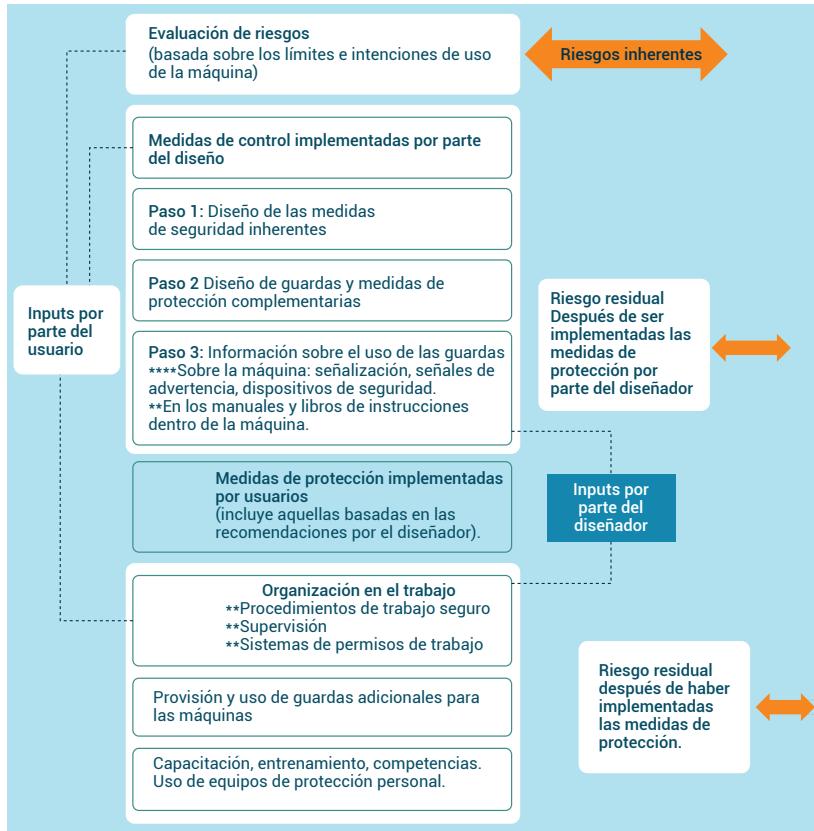
Durante esta semana se revisará el proceso de evaluación de riesgos en el diseño de seguridad en maquinarias, para ser tomados en cuenta en el diseño de los controles requeridos.

### 6.4. Aplicaciones de la ergonomía en la seguridad industrial, un enfoque bajo la norma ISO 12100

Desde el concepto o la idea con la cual se requiere analizar un proyecto de herramienta o equipo, es decir, que se desea solucionar o cuál será el uso previsto de esta, será importante visualizar los requisitos mandatorios dentro del enfoque de ISO 12100, bajo el siguiente esquema contenido en la figura 27:

**Figura 27.**

Proceso de evaluación de riesgos en diseño de seguridad en máquinas, incluye inputs de usuarios y diseñadores



Nota. Adaptado de Safety of machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction (p. 8), por CEN, 2010, BSI Standards Publication.

Nótese en la figura 27, algunos elementos clave, necesarios para entender los requerimientos de los equipos o maquinaria, compuesto por dos visiones, las del diseñador y la del usuario, entre estas dos visiones se requiere mantener una evaluación de riesgos asociados con la operación de la máquina o equipo. En la misma gráfica, observe el ancho que representa, la cantidad de riesgos inherentes previos el diseño, al realizar la gestión iterativa (los pasos necesarios para mantener el diseño y producto deseado), se logra apreciar la disminución del nivel de riesgos hasta dejar un riesgo residual, asociados con el criterio técnico del diseñador.

En el país, muchas veces se deja de lado esta primera parte, pues si bien nuestros expertos artesanos o profesionales, buscan desarrollar

máquinas o equipos adaptados a satisfacer las necesidades particulares de la producción, lo cual es correcto; sin embargo, bajo el criterio técnico de gestión de la prevención, el paso de revisión iterativo no es tomado en cuenta y esto conlleva que las herramientas o equipos realizados tengan aún riesgos altos, por la falta o falla de colocar guardas o medidas de protección adecuadas, el desafío para la nueva generación de profesionales, estará en revisar y tener en cuenta estos aspectos importantísimos de la gestión del riesgo agrupado al diseño o dimensionamiento para la seguridad y, por lo tanto, en beneficio del bienestar humano y la productividad, fines de la verdadera ergonomía.

De manera particular habrá la necesidad de cuidar de la ergonomía p articipativa, la cual busca formar en las organizaciones, trabajadores y empleadores, comprometidos con mejorar las condiciones de trabajo, compartiendo a través de la participación, comunicación y consulta entre estos para alcanzar mejoras de los sitios de trabajo.

Al dimensionar o desarrollar un proyecto, será importante tener en cuenta, el criterio de parte del usuario, donde se reconoce de manera importante la organización del trabajo, se hace énfasis en el desarrollo de procedimientos de trabajo seguro, misión de todo buen prevencionista, estará asociado con la implementación de los procedimientos e instructivos de trabajo, dentro de los cuales se establezcan medidas de control anticipativo y de advertencia para los usuarios.



Recuerde que todo sistema de gestión de prevención de riesgos laborales, incluye la gestión administrativa, técnica, de los recursos humanos y los procesos especiales, conforme el [Reglamento del instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo](#).

Consecuentemente con el sistema de gestión, se requiere del liderazgo transformacional, el cual será parte importante dentro de la gestión de riesgos, la prevención se predica y practica con el ejemplo, sin este componente organizacional, gestionar el riesgo simplemente suena a declarativo o idílico, sin compromisos verdaderos para gestionarlos. La falta de presupuestos y personal entrenado no puede existir el control de los riesgos sobre los puestos de trabajo, adicional si las máquinas no reciben los mantenimientos oportunos o se ignoren y modifiquen los controles de seguridad implementados como norma de fabricación.

Para complementar con este tema, se propone mantener el foco de atención sobre las guardas y otros dispositivos de paro en caso de emergencia, en este caso puede ser útil revisar los diversos tipos de dispositivos a ser desarrollados en las organizaciones, el prevencionista requieren tener control sobre estos dispositivos y desde la ergonomía colocar a las distancias o alcances de los trabajadores, de nada sirve por ejemplo tener un paro de emergencia, similar a la figura 28, si está muy alto para el acceso de cualquier trabajador o está escondido y no señalizado para ser utilizado con facilidad.

Esto incluye el equipo de protección y combate de incendios, los extintores, mangueras y gabinetes, entre otros requieren estar en función del alcance y las capacidades de los usuarios, citamos como ejemplo en muchos sitios de trabajo disponen de extintores con pesos superiores a la capacidad de levantamiento de las trabajadoras, quienes deberían accionar estos equipos en caso de emergencia, ellas no podrían cargar o utilizarlos, exponiendo al riesgo innecesariamente a esta población laboral.

La capacitación y el entrenamiento será un pilar fundamental en la gestión del riesgo desde el control de los recursos humanos (o la administración de recursos humanos), para mejorar el proceso productivo, sin la formación, entrenamiento, capacitación y competencia no se puede permitir operar equipos, especialmente cuando se hace cambios tecnológicos al interior de las organizaciones. Será importante, la gestión del cambio, este término es fundamental a la hora de identificar los nuevos riesgos que pueden aparecer o surgir por el cambio tecnológico o productivo.

El uso de los equipos de protección personal, conlleva la generación de la última barrera de protección a los trabajadores, estos equipos desde la ergonomía, requieren ser dotados en función de las capacidades y limitaciones de los trabajadores, el dotar equipos de protección personal no adecuados, implicará el incremento del nivel de riesgos, pues el trabajador puede ser víctima de la mala selección, el equipo comprado es inadecuado no apto para el tipo de riesgo, el equipo puede ser muy grande o de diferente talla en función a las medidas antropométricas del grupo de trabajo.

**Figura 28.**

Un paro de emergencia dentro de un equipo industrial.



Nota. Tomado de *¿Para qué sirve la Seguridad en maquinaria? [Fotografía]*, por Blog Autómatas, 2015, [infoplcn.net](http://infoplcn.net) CC BY 2.0



## Semana 14

En los procesos industriales será requerido tener algunas consideraciones con las cuales se elaboran los equipos para evitar las lesiones y reducción del riesgo, relacionados con la operación de estos.

### 6.5. Recomendaciones prácticas de la OIT sobre maquinaria

El desarrollo de propuestas de control en cada uno de los proyectos, requiere estar relacionado con la gestión del cambio y la gestión del riesgo, será importante tener en cuenta estos temas, a fin de alcanzar por medio de estas los controles adecuados en el desarrollo, diseño o dimensionamiento de máquinas y equipos.

En el año 2013, la Organización Internacional del Trabajo (OIT), publicó una recomendación práctica sobre la seguridad y salud en el trabajo, esta guía constituye un compendio de encargos sobre la seguridad en el uso de la maquinaria.

Ergonómicamente, la figura 29 se representa a los trabajadores y será importante tener en cuenta las características individuales de estos, las

condiciones de espacio asociadas con las posturas para el realizar las tareas, sean en dinámicas o estáticas, la velocidad o ritmo de trabajo, la concentración y carga mental de trabajo, por último, las interfaces entre el individuo y la máquina a través de sensaciones o percepciones de los trabajadores.

### **Figura 29.**

*Siempre recuerde: la seguridad es tarea de todos, sin excepción alguna.*



Nota. Tomado de *Ingeniería profesional, trabajador, hombre control de calidad, mantenimiento, verificación en fábrica* [fotografía], por user6699736, 2023, [freepik](#). CC BY 2.0

Las recomendaciones dadas por la OIT, expresadas en la figura 29, serán de aplicación, tanto a empleadores, trabajadores y autoridad de control, estarán orientadas a tener en cuenta las consideraciones previstas de la maquinaria, las cuales deberían llevar a la reducción del riesgo y la fatiga asociada con la operación, incluyendo la carga física, psíquica y mental, asociada a la operación de estos equipos, por lo tanto, será importante la revisión de los criterios asociados por el cuidado y la ergonomía por lo cual citamos en la siguiente infografía:

### [Factores ergonómicos en la utilización de maquinaria.](#)

Revise su aprendizaje previo de manera tal que descubra la importancia de realizar una verdadera gestión preventiva por medio de las inspecciones y auditorias de los sitios de trabajo, tanto desde el comportamiento de

los trabajadores, como desde la organización. Su misión será entender y comprender el trabajo, las circunstancias sobre cómo se realiza y las condiciones que pueden mejorar el desempeño, no hay una receta mágica para proponer, sin embargo, el no gestionar adecuadamente puede traer resultados no deseados para la empresa y su desempeño profesional.



También, será importante tener en cuenta estos aspectos relacionados con la reducción de las consecuencias negativas, pues la falta de prevención, provocará perturbaciones en los trabajadores, si no son atendidas estas provocarán perdidas asociadas con la fatiga, es decir existe una disminución de la capacidad de respuesta por parte de los trabajadores, tras haber ejecutado determinadas actividades físicas, mentales o psíquicas en un determinado tiempo y esfuerzo, todas las cuales serán recuperables con las pausas. Sin las pausas en el trabajo se llegará fácilmente a la fatiga y con el exceso de fatiga se llegará a niveles de monotonía, hipovigilancia y la saturación mental, todas juntas conllevarán al denominado síndrome de estar quemado.



## Semana 15

En los sectores productivos, será importante generar guardas y protecciones de seguridad para los trabajadores, esta semana revisaremos las aplicaciones relacionadas con la norma ISO 14120.

### 6.6. Aplicación de seguridad y generación de guardas bajo norma ISO 14120

Bajo este criterio se cubrirán aspectos de relevancia al construir y desarrollar guardas y dispositivos similares a la figura 30, para impedir el paso de las personas al centro de operaciones de la maquinaria.

**Figura 30.**

Elementos de seguridad y resguardos



Nota. Tomado de *Dispositivos de protección y de seguridad en máquinas e instalaciones [Fotografía]*, por pilz, 2023, [pilz.com](http://pilz.com) Links to an external site. CC BY 2.0

Adicional habrá que recordar, la distancia mínima de espacio entre equipos y peatones, contempladas por el Decreto Ejecutivo 2393, en el artículo 24 se menciona respecto de los anchos recomendados: “*no será menor a 800 milímetros, contándose esta distancia a partir del punto más saliente del recorrido de las partes móviles de cada máquina*” (Registro Oficial No. 565, 1986). Al mismo tiempo, se mencionará:

Cuando existan aparatos con partes móviles que invadan en su desplazamiento una zona de espacios libre, la circulación del personal quedará limitada preferentemente por protecciones y en su defecto, señalizada con franjas pintadas en el suelo, que delimiten el lugar por donde debe transitarse.

Las mismas precauciones se tomarán en los centros en los que, por existir tráfico de vehículos o carretillas mecánicas, pudiera haber riesgo de accidente para el personal (Registro Oficial No. 565, 1986).

Entonces será necesario plantear las medidas de control necesarias, mostramos ejemplos de estos en la figura 31, centraremos la atención sobre la norma ISO 14120, la cual describe los requisitos generales para

la construcción de resguardos fijos o móviles utilizados en los sitios de trabajo.

**Figura 31.**

*Resguardos y dispositivos de seguridad.*



*Nota. Tomado de Dispositivos de protección y de seguridad en máquinas e instalaciones [Fotografía], por pilz, 2023, [pilz.com](http://pilz.com) CC BY 2.0*

Esta norma internacional ayuda en el especificar los requisitos generales para el diseño, construcción y selección de resguardos proporcionados a fin de proteger a las personas de los riesgos mecánicos presentes en los sitios de trabajo. Explica la forma en la cual se puede influir en el diseño y la construcción de resguardos y se aplica a los resguardos para máquinas que serán fabricados aún después de su publicación. Los requisitos serán aplicables tanto si se utilizan resguardos fijos y móviles. En esta norma ISO 14120, no cubre a los dispositivos de enclavamiento, todos los cuales estarán cubiertos en la norma ISO 14119. Dejamos en su buen criterio indagar y desarrollar los demás temas asociados con el control del riesgo, a través de los diversos mecanismos aquí descritos.

Por último, en esta norma ISO 14120, no establecen los requisitos para sistemas especiales relacionados específicamente con la movilidad o con la capacidad para levantar cargas, tales como ROPS (Rollover Protective Structures), FOPS (Falling-Object Protective Structures) y TOPS (Tip over Protective Structures) por sus siglas en inglés, los cuales estarán fuera del alcance de esta norma.

En las definiciones de esta norma, se explica la importancia de disponer de la herramienta adecuada para apertura o cerrar los resguardos, evitando el uso de cualquier herramienta o una moneda, como suele ser de uso común en determinados sitios de trabajo.

Adicional, será necesario una evaluación de los riesgos, fin de seleccionar y diseñar los tipos de resguardos apropiados para una máquina concreta, será importante evaluar los riesgos derivados de los diferentes peligros presentes en la máquina y las diversas categorías previsibles de personas (trabajadores, contratistas y subcontratistas, visitantes ocasionales, entre otros) que puedan estar expuestas a los peligros asociados con la operación y funcionamiento de estas máquinas.

Los resguardos requieren estar pensados en que deberán soportar esfuerzos mecánicos, asociados con el impacto o eyección, súbita y repentina, producto de un evento no deseado, también será necesario establecer los tipos de materiales con los cuales se construirá el resguardo, en función de estos esfuerzos a los cuales se podrá ver sometido el dispositivo.

La norma ISO 14120, especifica la importancia de usar una combinación de diferentes tipos de protectores. Por ejemplo, cita:

- Si una máquina tiene varias zonas peligrosas y se requiere acceso a una de ellas durante la fase de funcionamiento, los resguardos pueden consistir en un protector definido combinado con un protector móvil entrelazado.
- Si se utiliza una valla perimetral para impedir el acceso a las zonas peligrosas de una máquina, una puerta entrelazada normalmente se requiere que proporcione un acceso seguro al personal autorizado (International Organization for Standardization, 2010).

Se establece, la importancia de la verificación y validación de estos sistemas preventivos, mediante la utilización de, entre otros métodos que incluyen:

- Inspección visual.
- Pruebas prácticas.
- Medición.
- Observación durante la operación.
- Examen de la evaluación de riesgos basada en tareas.
- Revisión de especificaciones, maquetación y documentación.

Será de interés suyo el tener a la mano, la manera o forma, como desarrollar una de las pruebas anteriormente descritas, esto será parte de la gestión de una auditoria en sistemas de gestión de seguridad y salud en

el trabajo, muchas veces, los auditores suelen preguntar sobre la utilización de estos métodos, en especial, si usted requiere controlar guayas, eslingas, fajas, cabestrantes y otro tipo de dispositivos utilizados en los sistemas de izaje mecánico.

Para finalizar, la norma especificará la necesidad de mantener registros asociados con las inspecciones y mantenimientos realizados a los resguardos, por lo tanto, la gestión de cambio asociado con reparaciones, mantenimientos, modificaciones necesarias a fin de garantizar la integridad del sistema.

Se requiere tener especial atención, cuando se presente algunos de estos cambios o modificaciones, las cuales necesariamente deberán quedar documentadas, para mantener la probidad en el dispositivo de resguardo:

- Sustitución de piezas de desgaste.
- Funcionamiento correcto de los enclavamientos.
- Degradación de los puntos de unión o fijación.
- Degradación por corrosión, cambio de temperatura, fragilización o ataque químico.
- Funcionamiento y lubricación satisfactorios, si es necesario, de los elementos móviles.
- Modificación de las distancias de seguridad y de los tamaños de apertura.
- Degradación del rendimiento acústico.



### Actividad de aprendizaje recomendada

Estimado estudiante le invito a realizar la siguiente autoevaluación.



## Autoevaluación 6

Estimado estudiante, desarrolle las siguientes preguntas, conforme su aprendizaje.

1. ¿Qué significa el acrónimo ALARP en la gestión del riesgo?
  - a. Tan bajo como sea posible.
  - b. Tan bajo como sea razonablemente posible.
  - c. Tan bajo ya no es posible.
  - d. Tan bajo es seguro ya.
2. ¿Qué es un acto inseguro?
  - a. Factores humanos asociados con el ser humano.
  - b. Factores humanos asociados con la organización.
  - c. Factores humanos asociados con el bienestar.
  - d. Factores humanos asociados con la productividad.
3. ¿Qué es una condición insegura?
  - a. Factores humanos asociados con la organización.
  - b. Factores organizacionales asociados con el malestar.
  - c. Factores organizacionales asociados con la productividad.
  - d. Factores humanos vinculados por la seguridad.
4. El sistema sociotécnico tiene una relación central con la \_\_\_\_\_ del riesgo.
  - a. Anticipación.
  - b. Concepción.
  - c. Gestión.
  - d. Prevención.

5. En las organizaciones, las fallas estarán asociadas con las inadecuadas \_\_\_\_\_ y auditorías a los sitios de trabajo. ( )
- a. Inspecciones.
  - b. Propuestas.
  - c. Regulaciones.
  - d. Resoluciones.
6. La \_\_\_\_\_ en las capas, permitirá que el accidente se consuma, fallando el control de las barreras. ( )
- a. Inspección.
  - b. Regulación.
  - c. Permeabilidad.
  - d. Supervisión.
7. La imprudencia laboral estará asociada con el \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ humana.
- a. Peligro y riesgo.
  - b. Accidente y falla.
  - c. Comportamiento y conducta.
  - d. Accidente y conducta.
8. El liderazgo \_\_\_\_\_ permitirá predicar con el buen ejemplo para lograr metas organizacionales en conjunto. ( )
- a. Transformacional .
  - b. Transaccional .
  - c. Participativo
  - d. Gerencial.
9. ( ) La ergonomía participativa está pensada en ejecutar la participación y consulta para consensuar la opinión de los trabajadores y demás partes interesadas de una organización.
10. ( ) Conforme a su aprendizaje, usted dirá que: la comprensión del funcionamiento cotidiano es un requisito no necesario para la comprensión del desempeño de seguridad dentro de la organización.

[Ir al solucionario](#)



## Semana 16

---

Durante esta semana, requiere revisar su material de estudio, la guía y las actividades previas realizadas, todas ellas le permitirán a cada uno de ustedes desarrollar el examen bimestral con el éxito deseado.

Hemos llegado al final de este curso, su esfuerzo se verá reflejado en el desarrollo y aplicación de los conceptos expresados a lo largo de todo este material, ahora el reto de desarrollar en la industria, cualquiera que sea los conceptos de ergonomía en los sectores productivos.



### Actividades finales del bimestre

Tenga sus apuntes a la mano, revise sus materiales y presente el examen, utilice sus conocimientos, habilidades y destrezas desarrolladas con el material y las actividades realizadas.

Para este servidor, ha sido un tiempo de aprendizaje y perfeccionamiento, gracias por su esfuerzo y la dedicación en cumplir con sus actividades, les deseo éxitos en su carrera profesional, a la vez les invito a desarrollar temas de investigación asociados con la ergonomía.

### Colofon

Desde la visión de la ergonomía aplicada a los sectores productivos, hemos presentado una perspectiva de entender al hombre dentro del trabajo y como los sistemas pueden ayudar o dañar al trabajador dentro de su entorno.

Punto importante a tener en cuenta, serán los requisitos técnicos legales y los requisitos normativos, en nuestro país y en toda la región, el desarrollar tecnología requiere estar basada en un lenguaje común para ser entendida y comprendida por todos los grupos de interés participantes.



Recuerde siempre, la buena ergonomía requiere ser económicamente viable, los proyectos necesitan de la ergonomía desde la planeación para evitar costos innecesarios durante la operación; por lo tanto, será un privilegio corresponder su interés, con temas de investigación que lleven al desarrollo pleno del bienestar y la productividad en nuestras comunidades.

Es mi deseo, al abordar los diversos temas relacionados con la ergonomía, contar con amigos desde el enfoque de las ciencias de la administración y la ingeniería, puedan juntarse en mi camino, aún es largo y por eso requiero de verdaderos amigos que me acompañen en este descubrimiento.

*"Si caminas por el camino correcto y estás dispuesto a seguir caminando, eventualmente harás progresos."*

Barack Obama



## 4. Solucionario

Autoevaluación 1		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	Falso	Porque la Ergonomía no es una ciencia, es una disciplina conforme lo expresa la definición de la IEA
2	Falso	Porque necesitamos adecuar los sistemas de trabajo a las capacidades y limitaciones de trabajadores para aplicar al concepto de la Ergonomía propuesto por la IEA
3	Verdadero	Porque la ergonomía es multidisciplinaria, sin ser exclusiva se requiere de integrar entre otras a las ciencias sociales, ingeniería, arquitectura, diseño industrial, psicología, derecho, para su aplicación en el mundo laboral
4	Falso	No solo será necesario evitar los accidentes de trabajo, en la Ergonomía se busca evitar el aparecimiento de las enfermedades laborales asociadas con los sistemas musculoesqueléticos y del comportamiento principalmente
5	Verdadero	La Ergonomía se constituye como un puente entre el bienestar laboral y la productividad de las organizaciones
6	Falso	La verdadera aplicación de la Ergonomía, requiere que los puestos de trabajo sean adecuados a las necesidades y capacidades de los trabajadores y correctamente aplicado será más rentable y adecuado para las organizaciones planificar la adaptación de los puestos de trabajo
7	a	Los sistemas requieren ser adaptados a las capacidades y necesidades de los trabajadores para asegurar el concepto ergonómico en los sitios de trabajo
8	d	Conforme a la Resolución CD 513 del IESS y OIT corresponderá al órgano o sistema afectado
9	c	Trastorno musculoesquelético se denomina al conjunto de lesiones que afectan tejidos, articulaciones, huesos y músculos entre otros, conforme el CDC
10	d	Estamos hablando de la Higiene Industrial como la ciencia de la anticipación para identificar, evaluar y controlar los contaminantes presentes en los sitios de trabajo

## Crucigrama de repaso

HORIZONTALES	VERTICALES
2. Ineficiencia	1. liderazgo
3. Ergonomía	6. Mal diseño
4. Hombre	7. Usabilidad
7. Cobots	8. Estrés
9. INEN ISO	10. Knowmads
15. Principio	12. Fatiga
13. Sistema	14. Industria

Ir a la  
autoevaluación

Autoevaluación 2		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	c.	El ser humano con sus capacidades y limitaciones, porque se requiere del cuidado del ser humano
2	d.	Cualquiera de ellos, los puestos de trabajo tienen que estar pensados en la igualdad y proporcionalidad, tanto para hombres como para mujeres, con sus diferencias antropométricas y anatómicas incluidas
3	Falso	Las enfermedades laborales estarán relacionadas con los sistemas osteomusculares y del comportamiento, para la Ergonomía Ocupacional
4	Verdadero	La usabilidad es la medida de la calidad respecto de la experiencia del usuario cuando interactúa con un producto o servicio dentro de un sistema.
5	d.	La definición de la Antropometría hace referencia a la ciencia del dimensionamiento del ser humano, y al estar inserto en un sistema de trabajo, se requiere de las dimensiones humanas para el diseño de un sitio de trabajo
6	b.	Hace referencia a la definición del Factor de riesgo ergonómico conforme la legislación nacional vigente
7	a.	Evitar las enfermedades laborales en los sitios de trabajo
8	d.	Todas las anteriores, conforme la Resolución del IESS CD 513
9	b.	Manipula la silla, coloca cojines para mejorar la sedestación y la zona lumbar, será necesario adecuar el puesto de trabajo con medidas disponibles, la buena ergonomía es buena economía.
10	b.	Realizar un análisis de las condiciones de trabajo, los factores de riesgo físicos, los elementos presentes en el sitio de trabajo, todo esto conlleva el realizar un verdadero análisis ergonómico, incluyendo los compromisos legales vigentes.

Ir a la  
autoevaluación

Autoevaluación 3		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	b.	La INEN ISO 7250-1 esta es la norma ecuatoriana para ser utilizada
2	c.	Ectomorfa corresponderá al somatotipo de las delgadez o linealidad
3	d.	ISO 15534-1 esta norma internacional es requerida para el dimensionamiento de accesos del cuerpo a maquinaria
4	b.	Bipidestante, sedente, mixto, los puestos de trabajo pueden estar diseñados para trabajos de pies, sentados o mixtos, en la actualidad se busca diseñar puestos de trabajo mixtos para mejorar la productividad
5	a.	Es importante considerar en la facilidad de acceso requerimientos especiales de vestuarios, EPPs, los elementos de rescate, entre otros para dimensionar los accesos
6	Verdadero	Los somatotipos endomórficos serán asociados con la redondez o cuerpo con mayor componente de grasa corporal asociada
7	Verdadero	Se requiere reconocer los requisitos de los puestos de trabajo en diversas condiciones, de manera particular en condición anormal o de emergencia, donde generalmente fallan los sistemas por falta de control.
8	b.	Porque se considera a la combinación entre hombres y mujeres en el dimensionamiento, al tomar el valor más bajo femenino cubrimos a la mayoría del personal y al calcular el percentil masculino mayor estará cubierta toda la población femenina
9	b	El cálculo corresponderá a: A= 108 +10 = 118  B= 0,74 * 0,30 = 0,22  C = A+B = 118,22
10		Al calcular el P95 de esta muestra corresponde a 153,6 por lo tanto, es la altura del hombro la cota correspondiente para cumplir la ley

[Ir a la autoevaluación](#)

Autoevaluación 4		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	c.	Física, de acuerdo con la clasificación internacional de la Ergonomía, estará relacionada con los factores ambientales, la Antropometría, Biomecánica
2	Verdadero	Verdadero, la Ergonomía Organizacional, estará vinculado con los sistemas de los sistemas sociotécnicos. Sin un supra sistema, los gerentes no podrían liderar a los sistemas de gestión.
3	a.	La Ergonomía Organizacional estará directamente relacionada con los procedimientos y planes de la organización
4	Falso	Falso, NO es exclusiva de los turnos de trabajo, hay otras consideraciones a ser tomadas en cuenta
5	a.	Ergonomía Organizacional, los sistemas socio técnicos y las políticas de una organización estarán relacionado con el concepto de la Ergonomía Organizacional o de la Macro ergonomía.
6	c.	Ergonomía Cognitiva, porque estarán directamente relacionados con la confiabilidad humana, el estrés laboral y la capacitación.
7	Falso	Falso, la definición corresponderá al concepto de usabilidad
8	Falso	Falso, la definición corresponderá al concepto de individualidad
9	a.	Los trabajadores serán la única víctima de un sistema de trabajo inadecuado
10	d.	Ergonomía Organizacional, porque se estará relacionando con la introducción de las nuevas tecnologías

[Ir a la  
autoevaluación](#)

## Autoevaluación 5

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	d.	Condiciones CyMat conforme lo explica Nesfa será necesario observar estas condición dentro de los sistemas de trabajo
2	a.	Estará asociado con el concepto de confort en las organizaciones
3	Verdadero	Verdadero, esos valores representan el rango de la percepción acústica en los seres humanos
4	Falso	Falso, las bandas de octava entre 500 y 4000 Hz corresponderán al rango del habla humana
5	b.	Las bandas de octava (1/1 octava) se definen como un intervalo de frecuencias entre dos sonidos cuyas frecuencias centrales son dobles una de la otra.
6	b.	La serie de las bandas de octava se completa con 31,5-1000-8000. Estará utilizando notación de 1k,8k
7	a.	ISO 9612
8	d.	La diferencia entre las fechas de aprobación
9	d	El flicker o parpadeo que se produce en las PVD's
10	b	Es la definición de la unidad de la luminancia o luxes

Ir a la  
autoevaluación

Autoevaluación 6		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	b.	Tan bajo como sea razonablemente posible (as low as reasonably practicable)
2	a.	Factores humanos asociados con el ser humano, sea por omisión o comisión, en el primer caso no se capacita o entrena al trabajador, el segundo caso es la imprudencia profesional, donde esta la conducta del trabajador no vinculada con la organización
3	b.	Factores organizacionales asociados con el malestar, pues las organizaciones no dan las condiciones básicas asociadas con generar el bienestar en los sitios de trabajo
4	Gestión	(Gestión). Los sistemas socio técnicos requieren estar atentos con respecto de la gestión del riesgo para evitar los accidentes y enfermedades laborales.
5	Inspección	(Inspecciones) una adecuada inspección de los sitios de trabajo permite identificar de manera temprana las fallas dentro de los sistemas de trabajo
6	c.	Es la permeabilidad conforme al modelo del Queso Suizo, planteado por Reason
7	c.	Conforme el requisito legal la imprudencia laboral estará asociada con el comportamiento y conducta humana. Revise también el gráfico del error humano de Reason
8	a.	El liderazgo transformacional será importante para dar el ejemplo y predicar en función del logro de las metas organizacionales
9	Verdadero	En la Ergonomía Participativa siempre será deseable el participar de los trabajadores con los directivos, para lograr acuerdos y resoluciones que mejoren los puestos de trabajo, incluyendo la productividad.
10	Falso	La comprensión del funcionamiento cotidiano es un requisito para la comprensión del desempeño de seguridad dentro de la organización.

[Ir a la autoevaluación](#)



## 5. Glosario

- a. **Accesibilidad.** - Medida en que los productos, sistemas, servicios, entornos e instalaciones pueden ser utilizados por personas de una población con la gama más amplia de características y capacidades para lograr un objetivo específico en un contexto de uso específico (ISO 6385:2017).
- b. **Accidente de trabajo.** – Es todo suceso imprevisto y repentino que ocasiona en el trabajador una lesión corporal o perturbación funcional con ocasión o por consecuencia del trabajo. Se registrará como accidente de trabajo, cuando tal lesión o perturbación fuere objeto de la pérdida de una o más de una jornada laboral (Reglamento de Seguridad y Salud para la Construcción y Obras Públicas, 2008).
- c. **Acoso laboral.** - Es una situación en la que una persona ejerce una violencia psicológica extrema de forma sistemática y recurrente y durante un tiempo prolongado sobre otra persona o personas en el lugar de trabajo con la finalidad de destruir las redes de comunicación de la víctima o víctimas, destruir su reputación, perturbar el ejercicio de sus labores y lograr que finalmente esa persona o personas acaben abandonando el lugar de trabajo (Organización Internacional del Trabajo).
- d. **Acto inseguro.** – Comportamientos y conductas relacionadas con errores por omisión o comisión en los trabajadores, quienes ponen en riesgo su integridad y la de los demás compañeros de trabajo a causa de estos.
- e. **A gatas.** - Modo de ponerse o andar una persona con pies y manos en el suelo, como el gato y demás cuadrúpedos. Librarse con gran trabajo y dificultad de un peligro.
- f. **Ambiente de trabajo o entorno.** - Factores físicos, químicos, biológicos, organizativos, sociales y culturales que rodean a un trabajador (ISO 6385:2017).

- g. **Asignación de funciones.** – Es el proceso de decisión a fin de establecer si las funciones del sistema serán implementadas por seres humanos, por equipos y/o hardware y/o software (ISO 6385:2017).
- h. **Bienestar (laboral).** - Una parte del sistema de trabajo, estado interno sostenible resultante de la satisfacción de las necesidades físicas y cognitivas del trabajador durante su actividad (ISO 6385:2017).
- i. **Biomecánica.** - Esta ciencia se relaciona con la ergonomía a través del estudio de los principios, métodos y aplicaciones de las leyes de la mecánica sobre los sistemas biológicos. Hace énfasis en aspectos físicos del trabajo y la adaptación biológica a ellos en temas como: manejo manual de cargas, fuerzas, repeticiones, posturas, vibraciones, repetitividad, entre otros.
- j. **Carga de trabajo externa.** – Condiciones de estrés con capacidad de acentuar las condiciones y demandas externas en un sistema de trabajo que influyen en la carga interna, física y/o mental de una persona (ISO 6385:2017).
- k. **Diseño centrado en el ser humano.** - Enfoque para el diseño y desarrollo de sistemas que tiene como objetivo hacer que los sistemas interactivos sean más utilizables, centrándose en el uso del sistema y aplicando conocimientos y técnicas de factores humanos/ ergonomía y usabilidad (ISO 6385:2017).
- l. **Doble presencia.** - Es la necesidad de responder a las demandas del trabajo remunerado y del trabajo doméstico-familiar o reproductivo. Esta necesidad de compaginar ambos trabajos plantea un conflicto de tiempos, puesto que las demandas se pueden producir de forma simultánea, y también un aumento de la carga total de trabajo, lo que repercute directamente sobre la salud de las personas (Organización Internacional del Trabajo).
- m. **Empleo.** – Es todo trabajo efectuado a cambio de pago (salario, sueldo, comisiones, propinas, pagos a destajo o pagos en especie) sin importar la relación de dependencia (si es empleo dependiente-asalariado, o independiente-autoempleo) (Organización Internacional del Trabajo).

- n. **Enfermedad laboral uocupacional.** - Son afecciones crónicas, causadas de una manera directa por el ejercicio de la profesión u ocupación que realiza el trabajador y como resultado de la exposición a factores de riesgo, que producen o no incapacidad laboral (IESS, CD 513).
- o. **Equipo de trabajo.** - Herramientas, incluyendo *hardware* y *software*, máquinas, vehículos, dispositivos, muebles, instalaciones y otros componentes utilizados en el sistema de trabajo (ISO 6385:2017).
- p. **Espacio de trabajo.** - Correspondrá al volumen dentro una organización asignada a una o más personas dentro del sistema de trabajo para completar la tarea de trabajo asignada (ISO 6385:2017).
- q. **Estación de trabajo.** - Combinación y disposición espacial de los equipos de trabajo, rodeados por el entorno de trabajo en las condiciones impuestas por las tareas de trabajo (ISO 6385:2017).
- r. **Estrés.** - Un conjunto de reacciones emocionales, cognitivas, fisiológicas y del comportamiento a ciertos aspectos negativos del contenido, la organización o del entorno de trabajo (Organización Internacional del Trabajo).
- s. **Fatiga laboral.** - Manifestación no patológica perjudicial de la tensión de trabajo, completamente reversible con reposo (ISO 6385:2017).
- t. **Organización del trabajo.** - Sistemas de trabajo que interactúan que actúan para producir un resultado general específico. Los procesos dentro de la organización del trabajo incluyen acciones coherentes en relación con el establecimiento de la forma y el modo de organización a adoptar (por ejemplo, trabajo individual o colectivo, equipos que trabajan por separado o interdependientes, etc.). También será necesario definir y asignar recursos y determinar los medios y canales de comunicación. Todas estas acciones conducen a la definición y asignación de tareas prescritas a los operadores involucrados (ISO 6385:2017).
- u. **Procesos de trabajo.** - Secuencia en tiempo y espacio de la interacción entre los trabajadores, equipo de trabajo, materiales, energía e información dentro de un sistema de trabajo (ISO 6385:2017).

- v. **Sistema de trabajo.** – El sistema que comprende uno o más trabajadores y equipos de trabajo que actúan juntos para realizar la función del sistema, en el espacio de trabajo, en el ambiente de trabajo, bajo las condiciones impuestas por las tareas dentro del trabajo (ISO 6385:2017).
- w. **Tarea de o en el trabajo.** - Actividad o conjunto de actividades requeridas del trabajador para lograr un resultado previsto (ISO 6385:2017).
- x. **Tensión de trabajo.** - Respuesta interna de un trabajador al estar expuesto a una carga de trabajo externa dependiendo de sus características individuales (por ejemplo, tamaño corporal, edad, capacidades, habilidades, destrezas, entre otros.) (ISO 6385:2017).
- y. **Trabajador (a).** - Persona que realiza una o más actividades para lograr un objetivo dentro de un sistema de trabajo (ISO 6385:2017).
- z. **Trabajo decente.** - Es un concepto que busca expresar lo que debería ser, en el mundo globalizado, un buen trabajo o un empleo digno. El trabajo que significa y permite el desarrollo de las propias capacidades no es cualquier trabajo; no es decente el trabajo que se realiza sin respeto a los principios y derechos laborales fundamentales, ni el que no permite un ingreso justo y proporcional al esfuerzo realizado, sin discriminación de género o de cualquier otro tipo, ni el que se lleva a cabo sin protección social, ni aquel que excluye el diálogo social y el tripartismo (Organización Internacional del Trabajo).
- aa. **Trabajo.** - El conjunto de actividades humanas, remuneradas o no, que producen bienes o servicios en una economía, o que satisfacen las necesidades de una comunidad o proveen los medios de sustento necesarios para los individuos (Organización Internacional del Trabajo).



## 6. Referencias bibliográficas

Asociacion Internacional de Ergonomia IEA. (Mayo de 2020). Principios y Directrices de Ergonomia/Factores Humanos para el Diseño y Gestión de los Sistemas de Trabajo. Obtenido de [http://www.ulergo.com/archivos/Principios\\_y\\_Directrices\\_de\\_EFH\\_para\\_el\\_Dise%C3%B1o\\_y\\_Gesti%C3%B3n\\_de\\_Sistemas\\_de\\_Trabajo\\_v1.pdf](http://www.ulergo.com/archivos/Principios_y_Directrices_de_EFH_para_el_Dise%C3%B1o_y_Gesti%C3%B3n_de_Sistemas_de_Trabajo_v1.pdf)

Bestratén Belloví, M., Hernández Calleja, A., Luna Mendaza, P., Nogareda Cuixart, S., Oncins de Frutos, M., & Solé Gómez, M. (2008). *Ergonomía* (Quinta ed.). Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/710902/Ergonom%C3%A9tica+2008.pdf/18f89681-e667-4d15-b7a5-82892b15e1fa>

Bridger, R. (2018). *Introduction Human Factors and Ergonomics*. Boca Raton: CRC Press.

Dul, J., Bruder, R., Buckle, P., Carayon, P., Falzon, P., Marras, W., . . . Van der Doelen, B. (2012, April). A strategy for human factors/ergonomics: Developing the, discipline and profession. (T. F. Group, Ed.) *Ergonomics*, 55(4), 377 - 395. doi:10.1080/00140139.2012.661087

Emery, F., & Trist, E. (1960). Socio-technical Systems. *Management Sciences Models and Techniques*.

Erik Hollnagel. (2016). Obtenido de Seguridad I - Seguridad II: <https://erikhollnagel.com/ideas/safety-i%20and%20safety-ii.html>

Falzon, P. (2009). *Manual de Ergonomía*. Madrid: Modus Laborandi.

Hendrick, H. (2003). Determining the cost-benefits of ergonomics projects and factors that lead to their success. *Applied Ergonomics*, 419-427.

International Organization for Standardization. (2003). *Ergonomics – Assessment of speech (ISO 9921:2003)*. Geneva: ISO.

International Organization for Standardization. (2010). *ISO 14120 - General requirements for design and construction of fixed and movable guards*. Geneva: ISO.

International Standardization Organization. (2002). *ISO 8995:1 Lighting of work places - Part 1: Indoor*. Geneva: ISO.

Konz, S., & Johson, S. (2008). *Work design: occupational ergonomics* (2a ed.). Boca Raton, Florida: CRC Press.

Lawler, D. (2006). La estructura de la acción técnica. *Scientle Studia*, 393-420.

Letho, M., & Landry, S. (2013). *Introduction to Human Factors and Ergonomics for engineers*. Boca Raton: CRC Press.

Llaneza Álvarez, F. J. (2009). *Ergonomía y psicosociología aplicada* (15a ed.). Valladolid: Lex Nova S.A.

Llorca Rubio, J. L., Llorca Pellicer, L., & Llorca Pellicer, M. (2015). *Manual de ergonomía aplicada a la prevención de riesgos laborales*. Madrid: Piramide.

Llorca Rubio, J. L., Llorca Pellicer, L., & Llorca Pellicer, M. (2015). *Manual de Ergonomía aplicada a la prevención de riesgos laborales*. Madrid: Pirámide. Recuperado el 2022

Lorenzon, E. (2020). *Sistemas y organizaciones*. Buenos Aires: Universidad Nacional de La Plata.

Münsterberg, H. (2005). *Psychology and Industrial Efficiency*. Cambridge: Gutember Project. Obtenido de <https://www.sips.it/wp-content/uploads/2017/09/Psychology-and-Industrial-Efficiency-by-Hugo-Münsterberg.pdf>

Neffa, J. C. (07 de 2015). Introducción al concepto de condiciones y medioambiente de trabajo (CyMAT). *Voces del Fénix*, 6, 6-16. Obtenido de <http://www.voceselfenix.com/content/introducci%C3%B3n-al-concepto-de-condicion>

Obregón Sánchez, M. G. (2016). *Fundamentos de ergonomía*. México: Grupo Editorial Patria.

Organización Internacional del Trabajo. (2019). *Guía para establecer una ordenación del tiempo de trabajo equilibrada*. Obtenido de [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/-ed\\_protect/-protrav/-travail/documents/publication/wcms\\_716135.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/-ed_protect/-protrav/-travail/documents/publication/wcms_716135.pdf)

Organización Internacional del Trabajo. (2013). *Seguridad y salud en la utilización de la maquinaria*. Ginebra: OIT.

Organizacion Internacional del Trabajo. (17 de mayo de 2021). *Salud laboral*. Obtenido de [https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS\\_792231/lang--es/index.htm](https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_792231/lang--es/index.htm)

Pheasant, S., & Haslegrave, C. M. (2015). *Bodyspace: Anthropometry, ergonomics and design of work*. Boca Raton - Florida: CRC Press Taylor & Francis Group.

Pheasant, S., & Haslegrave, C. M. (2018). *Bodyspace Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work*. Boca Raton: CRC Press.  
doi:10.1201/9781315375212

Registro Oficial No. 565. (17 de noviembre de 1986). Decreto Ejecutivo N. 2393. *Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores*. Quito, Ecuador: Registro Oficial del Ecuador.

Rivas, R. R. (2007). *Ergonomía en la producción y diseño industrial*. Buenos Aires: Nobuko.

Servicio Ecuatoriano de Normalización. (12 de 2021). Norma INEN ISO 6385:2017. *Principios ergonomicos para el diseño*. Quito, Ecuador: INEN.

Singleton, W. (1972). *Introduction to Ergonomics*. Geneva, Switzerland: Word Health Organization. Obtenido de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/37137/Introduction-to-Ergonomics-1972-eng.pdf?sequence=1>

Tarrazó Cases, M., & Esteban Martín, M. (s/f). *Interaccion Hombre - Ordenador*. Recuperado el 13 de 11 de 2022, de <https://web.ua.es/es/gvc/documentos/trabajos-ergonomia-visual/interaccion-hombre-ordenador.pdf>

UPV. (s.f.). *Therbligs*. Obtenido de <http://evaluador.doe.upv.es/wiki/index.php/Therbligs>



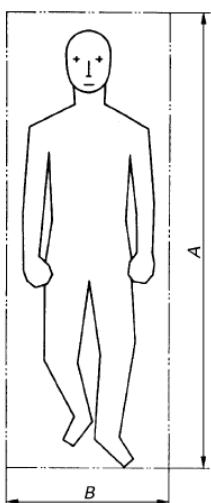
## 7. Anexos

### Ejercicios de aplicación

Proponemos un análisis minucioso de cada una de las imágenes contenidas en cada una de las tablas siguientes, asocie con sus aprendizajes anteriores, directa o indirectamente en cada una de las materias de esta carrera profesional, ahora llegó el tiempo de aplicar todo ese conocimiento, ¿acepta el reto?

**Tabla 5.**

*Apertura para avance horizontal en movimiento con postura erguida*



$$A = h1 \text{ (P95 or P99)} + x$$

$$B = a1 \text{ (P95 or P99)} + y$$

Donde:

*A = apertura en altura de pie*

*B = apertura en ancho*

*h1 = estatura*

*a1 = distancia entre codos*

*x = tolerancia en altura (100 mm)*

*y = tolerancia en ancho (100 a 200 mm)*

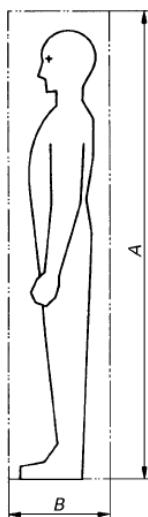
Nota: En esta tabla se representa los requisitos dimensionales para el caminar erguido dentro de ductos o túneles. Fuente: ISO 15534-1

1. ¿Cuál será la aplicación de este dimensionamiento de espacio de trabajo?
2. ¿Cuál es la definición de espacio confinado?
3. ¿Por qué necesitas trabajar con el percentil más alto?

4. ¿Cómo calcularías el percentil para una población mixta?
5. Aplicación: considera que es un túnel de acceso a una veta dentro de una mina o al interior de una alcantarilla, ¿cuál será el espacio mínimo para acceder a pie y caminar libre de riesgos?

**Tabla 6.**

*Apertura lateral horizontal para movimiento en distancias cortas en postura erguida*



$$A = h1 (P95) + x$$

$$B = b1 (P95) + y$$

Donde:

A = apertura en altura de pie

B = apertura en ancho

h1= estatura

b1= espesor del cuerpo

x = tolerancia en altura (100 mm)

y = tolerancia en ancho (100 a 200 mm)

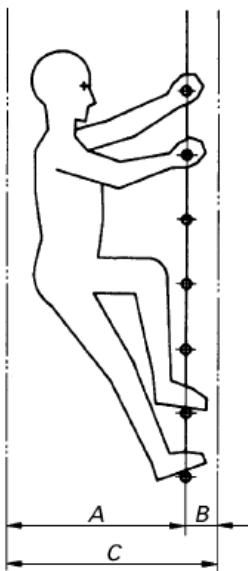
*Nota. La tabla muestra las dimensiones requeridas para accesos de pie y con desplazamientos horizontales cortos. Nota importante: No se considera como espacio en caso de evacuación en situación de emergencia. Fuente: ISO 15534-1*

Estimado estudiante, en este ejercicio de aplicación, conteste estas preguntas, justifique sus respuestas con base a sus aprendizajes o material de consulta adicional:

6. ¿Por qué no se considera este espacio para la evacuación en situación de emergencia?
7. ¿Qué será requerido tener en cuenta para evacuar al trabajador en situación de emergencia, considerando este una apertura de acceso a un espacio confinado?
8. ¿Para qué sirve este dimensionamiento al momento de diseñar sitios de trabajo?

## Tabla 7.

Dimensionamiento de acceso vertical a través de un ducto de escaleras



$$A = c1 \text{ (P95 or P99)} + x$$

$$B = 0,74*c2(P95 \text{ or } P99)$$

$$C = A+B$$

Donde:

A = ancho de apertura

B = apertura para asentar el pie

C = ancho del ducto

c1 = Longitud de la pierna

c2 = Largo del pie

x = tolerancia (100 mm)

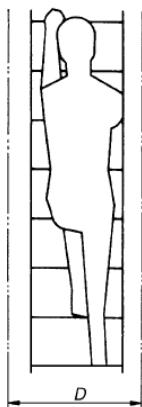
Nota. En la tabla se menciona las dimensiones necesarias para acceder por escaleras con ductos de protección. Nota importante: será necesario considerar los equipos de protección colectiva para el acceso (líneas de vida, puntos de anclaje, ganchos y argollas). Fuente: ISO 15534-1

Siempre será necesario en el dimensionamiento de accesos tener en cuenta las recomendaciones dimensionales de las tablas de 1 hasta 6, conforme ISO 15534-1, a fin de tener en cuenta el adecuado dimensionamiento de accesos, ahora le propongo que se ejercite y puede aplicar estos criterios normativos.

9. Calcule y explique ¿cuál será la dimensión adecuada de C? para realizar un acceso hacia un tanque de combustible con ducto de protección o una escalera tipo marinero para llegar a un plano superior.

## Tabla 8.

Diseño de espacios con acceso por escaleras



$$D = a1 (\text{P95 o P99}) + y$$

Donde:

D = amplitud de apertura

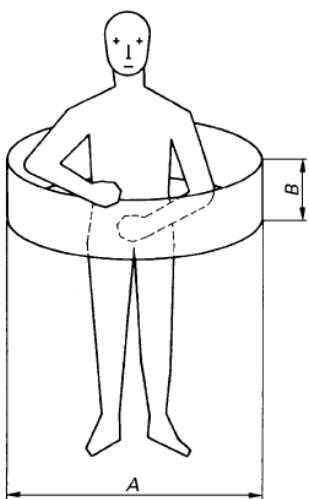
a1 = distancia entre codos

y = tolerancia en ancho (100 a 200 mm)

Nota. En el caso de la tabla propuesta, se presenta las consideraciones dimensionales requeridas para el acceso por escaleras. La consideración de Y será importante en función a los otros elementos necesarios para el ingreso, tales como equipos de protección individual o de rescate. Fuente: ISO 15534-1.

## Tabla 9.

Diseño de accesos de cuerpo entero, en ancho



$$A = a1 (\text{P95 o P99}) + x$$

B

Donde:

A = diámetro de apertura

B = longitud mínima de paso menor a 500 mm

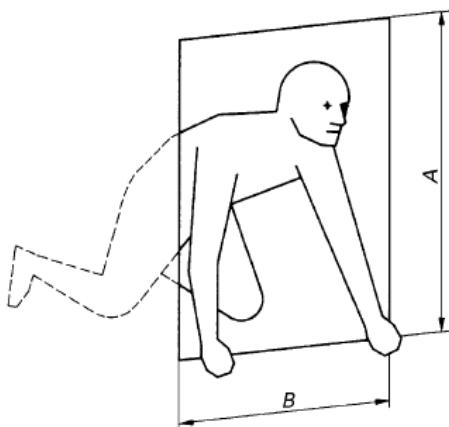
x = tolerancia en altura (100 mm)

a1 = ancho de codo a codo

Nota. Cuando se requiera dimensionar acceso para el cuerpo entero, será necesario tener estas consideraciones normativas. Fuente: ISO 15534-1

## Tabla 10.

### Diseño de accesos de rodillas



$$A = b2 \text{ (P95 or P99)} + x$$

$$B = a1 \text{ (P95 or P99)} + y$$

Donde:

A = altura de apertura

B = ancho de apertura

b2= alcance hacia adelante (alcance de agarre)

a1= ancho entre codos

x = tolerancia en altura (100 mm)

y = tolerancia en ancho (100 a 200 mm)

Nota: En la tabla se presenta las consideraciones para el diseño de espacios para accesos de rodillas o ductos de trabajo en posición de a gatas (rodillas). Fuente: ISO 15534-1.

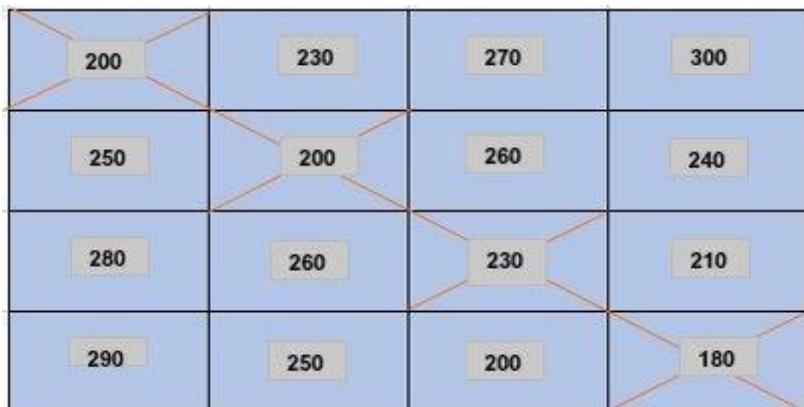
En función de la tabla 10, les proponemos a ustedes resolver lo siguiente:

10. ¿Cuál será la consideración a tener en cuenta para el acceso de a gatas?, en donde aplicar este tipo de dimensionamiento.
11. ¿Cuál será la disposición para el trabajo ergonómico sobre rodillas?
12. ¿Qué puede requerir este trabajador cuando está trabajando sobre sus rodillas?

## Ejercicio de aplicación

Usted ha sido contratado para realizar una evaluación de iluminación interior, unas oficinas con computadores, el salón tiene  $5 \times 9$  metros, las lámparas están ubicadas a 3,50 metros desde el suelo, las iluminancias se muestran en la figura 32, que se adjunta.

**Figura 32.**  
Aplicación del método de la grilla o rejilla



Nota. En este gráfico se ha dividido el salón en 16 partes iguales para colocar el luxómetro en el centro de cada una de las rejillas, dejar que se estabilice y realizar la toma de la medida que corresponda.

El método del salón, consiste en dividir en partes iguales el salón, aplicando la ecuación 3 :

$$K = \frac{a * b}{h * (a + b)} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Reemplazando, los valores en la ecuación 3, obtendremos, nótese aquí la medición de la altura del plano de trabajo es de 0,75 m.

$$K = \frac{9 * 5}{(3,5 - 0,75) * (9 + 5)} = 1,17 = 2$$

Ahora se reemplaza en la ecuación 4 para calcular el valor de U

$$U = (k + 2)^2 \quad (\text{Ecuación 4})$$

$$U = (2 + 2)^2 = 16$$

Al trazar las cuadrículas en cada división, se colocará el luxómetro para medir el nivel de iluminancia, para esto se recomienda que las lámparas al menos hayan estado encendidas por una hora antes de la evaluación y no haber sido recién reemplazadas.

Con esto se procederá a la medición para obtener el valor mínimo y el valor promedio de los valores encontrados. En algunos puestos de trabajo, se requiere tener la iluminancia cercana también, es decir, en el sitio de trabajo y a 0,50 m de distancia, el valor no deberá descender del 50% para saber que la iluminación del puesto es uniforme.

Los valores para encontrar la Iluminancia promedio serán conforme a la ecuación 5:

$$Ilm = \frac{\sum_{n=1}^n l_n}{n} \quad (\text{Ecuación 5})$$
$$Ilm = \frac{4400}{16} = 277,50$$

Conforme la legislación nacional se requiere calcular el Índice de Uniformidad (IU), requiere ser mayor a 0,70; la ecuación 6 será el resultado de:

$$IU = \frac{\text{Iluminancia mínima}}{\text{Iluminancia promedio}} \quad (\text{Ecuación 6})$$
$$= \frac{180}{277,5} = 0,66$$

Aquí se observa que se cumple con la iluminancia promedio respecto de la iluminancia mínima, pero si es un puesto de oficina, con pantallas de visualización de datos, sin embargo, este puesto no cumple con lo dispuesto por el valor normativo, en este caso el valor es de 500 luxes y el promedio es 277,50, lo que ocasionaría a los trabajadores problemas asociados con fatiga visual.