

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



“DESARROLLO DE UN MODULO EDUCATIVO PARA EL ESTUDIO DE PROCESOS MANUALES REPETITIVOS EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL”

Presentado por el Bachiller:

PINTO CARPIO, LADYNORT
TAPIA SALAS, JOYCE MALENA

Para optar el título profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL

AREQUIPA – PERÚ

2005

INTRODUCCIÓN

Mediante la presente tesis se pretende mejorar la formación profesional de los alumnos de Ingeniería Industrial en temas relacionados al Estudio del Trabajo a través del desarrollo de un módulo educativo que permitirá aplicar los Principios de Economía de Movimientos, además de demostrar la importancia de la ergonomía en el diseño de puestos de trabajo, con lo cual no sólo se logra mejorar las condiciones de trabajo y calidad de vida del trabajador sino también una mayor productividad.



RESUMEN

La presente tesis comprende IX capítulos, los mismos que abarcan lo siguiente:

En el I capítulo se consideran los aspectos generales, los mismos que se refieren a la problemática actual de la formación profesional de los alumnos de Ingeniería Industrial en temas relacionados al Estudio del Trabajo, asimismo se proporciona el marco conceptual necesario para el desarrollo de un módulo educativo que permita mejorar dicha formación.

En el II capítulo se realiza el diagnóstico del laboratorio de estudio del trabajo, primero, describiendo aspectos generales sobre infraestructura, organización, inventario de equipos e instrumentos, además de la realización de una encuesta de opinión a los alumnos de los últimos años, para luego de acuerdo a la evaluación y análisis de dicha información y lo recomendado por profesionales en el tema, determinar cual es la situación del laboratorio de Estudio del trabajo.

Del capítulo III al VI se proporciona información especializada sobre los aspectos a tener en cuenta para el diseño de puestos de trabajo, abarcando aspectos sobre: análisis antropométrico, sobrecarga muscular y su prevención, biomecánica, fatiga, ergonomía ambiental, confort visual, térmico, sonoro así como normas y reglamentaciones sobre el tema, asimismo se incluye información complementaria sobre herramientas manuales, para finalmente establecer los criterios de diseño del módulo educativo (silla y mesa).

En el VII capítulo se describe el módulo educativo propuesto para mejorar la formación profesional de los alumnos de Ingeniería Industrial en temas relacionados al Estudio del Trabajo, para lo cual se realiza un sustento detallado de todos los aspectos que se tomaron en cuenta para el desarrollo del mismo, asimismo se realiza el análisis de una operación tipo para

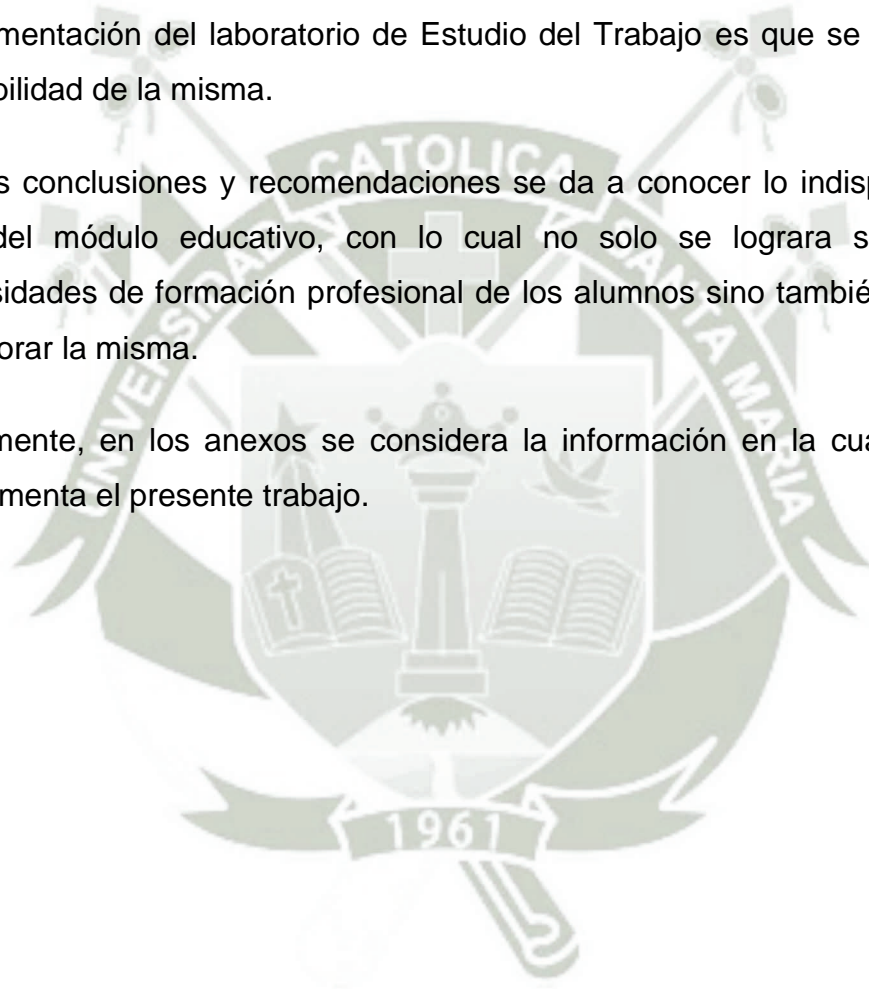
demostrar la aplicación práctica de los conceptos descritos en los capítulos anteriores.

Complementando al capítulo anterior, en el capítulo VIII se realiza el cálculo de la productividad de la operación analizada, demostrando que efectivamente mediante la utilización del módulo educativo, hay un incremento significativo de la misma.

En el IX capítulo, analizando la inversión requerida y costos relacionados con la implementación del laboratorio de Estudio del Trabajo es que se determina la rentabilidad de la misma.

En las conclusiones y recomendaciones se da a conocer lo indispensable del uso del módulo educativo, con lo cual no solo se lograra satisfacer las necesidades de formación profesional de los alumnos sino también contribuirá a mejorar la misma.

Finalmente, en los anexos se considera la información en la cual se basa y fundamenta el presente trabajo.



SUMMARY

The present thesis includes 9 chapters, such that such that include the following thing:

In the chapter I considers the general aspects, such as the problematic of the present professional formation of the students of Industrial Engineering in subjects related to the Study of Work, it also provides the necessary conceptual frame for the development of an educative module that allows to improve such formation.

In the chapter II is made the diagnose of the laboratory of study of work, first, describing some general aspects about infrastructure, organization, inventory of equipment and instruments, besides of the making of a students opinion survey to those belonging to the last years, so after that, according to the evaluation and analysis of such information and the recommended by professionals in the subject, to determine which is the situation of the laboratory of study of work

From chapter III to VI is provided specialized information about the aspects to consider when designing a work place, including aspects about anthropometric analysis, muscular overloads and its prevention, biomechanics, fatigue, environmental ergonomics factors, visual comfort, thermal, acoustic as well as regulations and legal exigencies in the matter, it also includes complementary information about manual tools, for finally, to establish the criteria for designing an educative module (chair and table).

In the chapter VII is described the educative module proposed to improve the professional formation of the students of Industrial Engineering in subjects related to the Study of Work, for which a detailed sustenance of all aspects that were taken into account in the module's development is made, also it's made an

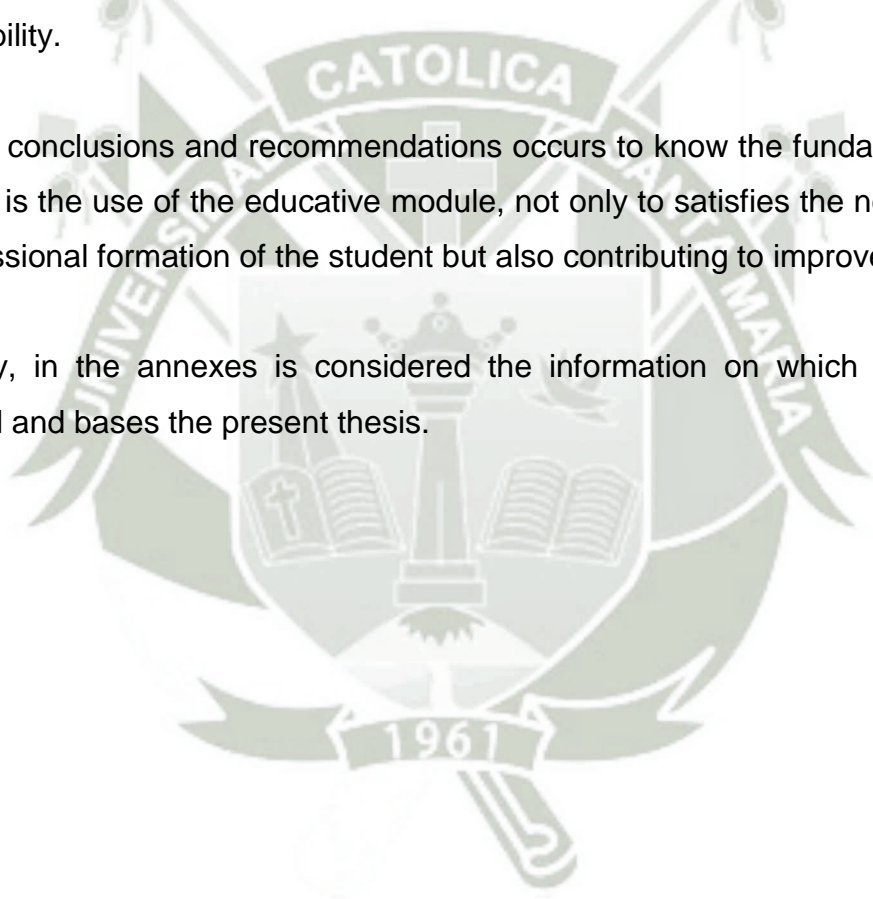
analysis of one standard operation to demonstrate the practical applications of the concepts described in the previous chapters.

Complementing to the previous chapter, in the chapter VIII, is made the calculus of productivity of the operation analysed, effectively demonstrating that thought the utilization of the educative module, there is a significant increase of productivity.

In the chapter IX, after analysing the required investment and costs related with the implementation of the laboratory of study of Work, it is determined its rentability.

In the conclusions and recommendations occurs to know the fundamental thing that it is the use of the educative module, not only to satisfies the necessities of professional formation of the student but also contributing to improve it.

Finally, in the annexes is considered the information on which this work is based and bases the present thesis.



CONTENIDO

CAPITULO I

APECTOS GENERALES	1
1.1 PLANTEAMIENTO TEORICO	1
1.1.1 Enunciado del problema	1
1.1.2 Identificación del problema	1
1.1.3 Descripción del problema.....	2
1.1.4 Formulación	2
1.1.5 Justificación	3
1.1.6 Objetivos.....	3
1.1.6.1 <i>Objetivo General</i>	3
1.1.6.2 <i>Objetivos Específicos</i>	3
1.1.7 Alcances del Estudio.....	4
1.1.8 Hipótesis.....	4
1.1.9 Variables.....	4
1.1.9.1 <i>Dependientes</i>	4
1.1.9.2 <i>Independientes</i>	4
1.1.10 Metodología.....	5
1.2 MARCO TEORICO	5
1.2.1 Ergonomía	5
1.2.2 Estudio de métodos	6
1.2.3 El diseño de los puestos de trabajo.....	7
1.2.4 Descripción del puesto de trabajo	8
1.2.5 Estudio del trabajo	11
1.2.6 Antropometría	15
1.2.7 Condiciones y medio ambiente de trabajo.....	16

CAPITULO II

DIAGNOSTICO DEL LABORATORIO DE ESTUDIO DE TRABAJO	18
2.1 DESCRIPCIÓN E INFRAESTRUCTURA.....	18
2.2 ASIGNATURAS QUE SE DESARROLLAN EN EL LABORATORIO Y SU RESPECTIVOS SILABOS.....	18
2.3 ORGANIZACIÓN DEL LABORATORIO.....	19
2.4 INVENTARIO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS	20
2.5 HORARIO DE USO DEL LABORATORIO.....	20
2.6 ENCUESTA REALIZADA A LOS ALUMNOS DE LOS ÚLTIMOS AÑOS	20
2.6.1 Cálculo del tamaño de muestra para encuesta	21
2.7 VISTAS DEL LABORATORIO	21
2.8 EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL LABORATORIO.....	26
2.8.1 Infraestructura.....	26
2.8.2 Asignaturas que se desarrollan en el laboratorio y sus respectivos sílabos	26
2.8.3 Organización del laboratorio	27
2.8.4 Instrumentos y Equipos.....	27
2.9 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA	28

CAPITULO III

ANÁLISIS ANTROPOMETRICO PARA EL DISEÑO DE PUESTO DE TRABAJO	31
3.1 ANTROPOMETRIA	31
3.1.1 Variables antropométricas	31
3.1.2 Precisión y errores	32
3.1.3 Tratamiento estadístico.....	33
3.1.4 Muestreo y análisis	33
3.1.5 Antropometría poblacional	34
3.1.6 Antropometría dinámica	34
3.2 TRABAJO MUSCULAR EN LAS ACTIVIDADES LABORALES	34
3.3 CONSECUENCIAS DE LA SOBRECARGA MUSCULAR EN LAS ACTIVIDADES LABORALES.....	35
3.4 PREVENCIÓN DE LA SOBRECARGA MUSCULAR	36
3.5 POSTURA EN EL TRABAJO.....	36
3.5.1 Factores que afectan a las posturas de trabajo.....	38
3.5.2 Normativa sobre salud y seguridad en relación con los elementos posturales.....	40
3.6 BIOMECANICA	40
3.6.1 Aplicaciones.....	43
3.6.2 Manipulación manual de materiales	44
3.6.3 Posturas y movimientos	44
3.7 FATIGA GENERAL	45
3.7.1 Fatiga clínica.....	46
3.7.2 Medidas preventivas	47
3.8 FATIGA Y RECUPERACION.....	47
3.8.1 Estrés, tensión, fatiga y recuperación	48
3.8.2 Modelos de fatiga.....	49
3.9 EL ANALISIS Y DISEÑO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO	50
3.9.1 Estrategia en seis puntos para aplicar mejoras ergonómicas en el lugar de trabajo	51
3.10 DISEÑO ANTROPOMÉTRICO DEL PUESTO DE TRABAJO	52

CAPITULO IV

ERGONOMIA AMBIENTAL.....	54
4.1 CONDICIONES NECESARIAS PARA EL CONFORT VISUAL.....	54
4.1.1 Factores que determinan el confort visual.....	54
4.1.2 Niveles de iluminación	56
4.1.3 Unidades y magnitudes de iluminación	57
4.1.4 Factores que afectan a la visibilidad de los objetos.....	58
4.1.5 Distribución de la luz; deslumbramiento.....	60
4.1.6 Sistemas de iluminación	62
4.1.6.1 Iluminación general uniforme	62
4.1.6.2 Iluminación general e iluminación localizada de apoyo	63
4.1.6.3 Iluminación general localizada	64
4.2 COLOR: CONCEPTOS BÁSICOS.....	64
4.2.1 Contraste y temperatura de diferentes colores.....	65
4.2.2 Combinación y elección de los colores	66
CONDICIONES NECESARIAS PARA EL CONFORT TERMICO.....	70
4.3.1 Trastornos producidos por el calor	70
4.3.1.1 Trastornos sistémicos	70

4.3.2	Prevención del estrés por calor	72
4.3.3	Características del ser humano que influyen en la adaptación	72
4.4	CONFORT SONORO	74
4.4.1	Los efectos del ruido	74
4.4.2	Deterioro auditivo	75
4.4.2.1	<i>Deterioro auditivo de origen laboral</i>	75
4.4.2.2	<i>Deterioro auditivo de origen no laboral</i>	76
4.5	NORMAS Y REGLAMENTACIONES	77
4.5.1	Normas de consenso	77

CAPITULO V

DISEÑO ERGONOMICO DEL PUESTO DE TRABAJO	78
5.1 CONFORMACIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO	78
5.2 CONFORMACION ERGONOMICA DEL PUESTO DE TRABAJO	80
5.3 DIMENSIONES FUNCIONALES DEL CUERPO	80
5.4 LAS HERRAMIENTAS MANUALES	81
5.4.1 La naturaleza del agarre	82
5.4.2 Fuerza del agarre y dimensiones de la mano	82
5.4.3 Mangos	84
5.4.3.1 <i>Forma del mango</i>	84
5.4.3.2 <i>Superficie y textura del agarre</i>	85
5.4.3.3 <i>Longitud del mango</i>	86
5.4.3.4 <i>Peso y equilibrio</i>	86
5.4.3.5 <i>Importancia de los guantes</i>	86
5.4.4 Alicates y herramientas de palanca en cruz	87
5.4.5 Cuchillos y limas	88
5.4.6 Martillos	88
5.4.7 Destornilladores y rascadores	90
5.4.8 Sierras y herramientas eléctricas	91

CAPITULO VI

DISEÑO ERGONOMICO DE LA SILLA Y MESA DE TRABAJO	93
6.1 LA SILLA	93
6.1.1 Forma de selección de una silla	96
6.1.1.1 <i>La silla correcta no es igual en todos los puestos de trabajo</i>	96
6.1.1.2 <i>La silla no es un elemento decorativo</i>	96
6.1.1.3 <i>La selección de la silla se debe hacer en base a</i>	97
6.1.2 Principios del diseño de asientos	97
6.1.2.1 <i>Distribución de peso</i>	98
6.1.2.2 <i>Altura del asiento</i>	98
6.1.2.3 <i>Profundidad y anchura del asiento</i>	98
6.1.2.4 <i>Estabilización del tronco</i>	99
6.1.2.5 <i>Cambios de postura</i>	99
6.1.3 Base (patas)	100
6.1.4 Columna (alzada)	101
6.1.5 Conjunto superior	101
6.1.5.1 <i>Asiento (almohadón)</i>	101
6.1.5.2 <i>Respaldo</i>	103
6.1.5.3 <i>Apoya brazos</i>	106

6.1.5.4	<i>Apoya pies</i>	106
6.2	GENERALIDADES SOBRE SILLAS DE USO GENERAL	107
6.3	LA MESA	110
6.3.1	Dimensiones de la mesa	110
6.3.1.1	<i>Mesa regulable</i>	110
6.3.1.2	<i>Mesa fija</i>	111
6.3.2	Dimensiones de la superficie de la mesa	112
6.3.3	Dimensiones de la mesa de trabajo	113
6.3.4	Terminación de las mesas	114

CAPITULO VII

INGENIERÍA DE PROYECTO	115
7.1 MUESTREO	115
7.2 MEDIDAS BASICAS PARA EL DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO	117
7.3 LA SILLA	120
7.3.1 Selección de la silla	120
7.3.2 Principios del diseño de asientos (según Grandjean)	122
7.3.2.1 <i>Distribución de peso</i>	122
7.3.2.2 <i>Altura del asiento</i>	123
7.3.2.3 <i>Profundidad y anchura del asiento</i>	123
7.3.2.4 <i>Estabilización del tronco</i>	125
7.3.2.5 <i>Cambios de postura</i>	126
7.3.3 Partes de la silla	126
7.3.3.1 <i>Base (patas)</i>	126
7.3.3.2 <i>Columna (alzada)</i>	127
7.3.3.3 <i>Conjunto Superior</i>	128
7.3.3.3.1 <i>Asiento (almohadón)</i>	128
7.3.3.3.2 <i>Tapizado</i>	129
7.3.3.3.3 <i>Respaldo</i>	129
7.3.3.3.4 <i>Apoya brazos</i>	132
7.3.3.3.5 <i>Apoya pies</i>	132
7.3.3.4 <i>Sistema basculante</i>	132
7.4 MESA DE ENSAMBLE	133
7.4.1 Altura de la mesa de ensamble	133
7.4.2 Ajuste de la superficie de trabajo	134
7.4.3 Dimensión de la superficie de la mesa	134
7.4.4 Características básicas de la mesa	135
7.5 ANÁLISIS DE LA OPERACION	137
7.5.1 Montaje de Perno y Arandela	137
7.5.1.1 <i>Método Antiguo de Montaje</i>	138
7.5.1.2 <i>Método Perfeccionado de Montaje</i>	141
7.5.2 Principios de economía de movimientos	144
7.5.2.1 <i>El uso del cuerpo humano</i>	144
7.5.2.2 <i>Distribución física del local de trabajo</i>	147
7.6 ANALISIS DEL AMBIENTE DE TRABAJO	153
7.6.1 Temperatura y humedad	153
7.6.2 Luminosidad	157
7.6.2.1 <i>Método de los lúmenes</i>	159
7.6.3 Ruido	167
7.7 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA	168
7.7.1 Cálculo de áreas para los equipos	169

7.7.2	Procedimiento Racional de Preparación del Planteamiento (S.L.P)	173
-------	---	-----

CAPITULO VIII

PRODUCTIVIDAD.....	178
8.1 CONCEPTOS DE PRODUCTIVIDAD.....	178
8.1.1 Importancia de la productividad	180
8.2 CICLO DE LA PRODUCTIVIDAD	183
8.3 MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD	185
8.4 FACTORES INFLUYENTES EN LA PRODUCTIVIDAD	186
8.4.1 Mano de obra, maquinaria y equipos	186
8.4.2 Materiales	187
8.4.3 Terrenos y edificios	188
8.5 MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD	188
8.5.1 Índice de productividad total: PrTo	189
8.5.2 Índice de productividad real: PrR	191
8.5.3 Productividad del factor total: PrFT	191
8.6 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA	192
8.7 CRONOMETRAJE	193
8.7.1 Unidad de Medida	193
8.7.2 Elementos.....	193
8.7.3 Valores para cronometraje.....	193
8.7.4 Teoría de la fatiga	193
8.7.4.1 Factores que se consideran en la fatiga.....	194
8.7.4.2 Influencia del ambiente	194
8.7.4.3 Coeficientes de fatiga.....	194
8.7.4.4 Valores del Coeficiente de Fatiga.....	194
8.7.5 Hallando el Tiempo normal (Tn).....	196
8.7.6 Hallando el Tiempo estándar (Te).....	196
8.8 PRODUCTIVIDAD MANO DE OBRA	199
8.8.1 Método Propuesto.....	199
8.8.2 Método Actual	199
8.9 INTERPRETACIÓN.....	199

CAPITULO IX

EVALUACIÓN ECONÓMICA	201
9.1 COSTOS Y GASTOS INCURRIDOS PARA EL DESARROLLO DEL MÓDULO EDUCATIVO	201
9.2 INVERSIÓN Y COSTOS RELACIONADOS CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE ESTUDIO DEL TRABAJO.....	203
9.3 EVALUACION SOCIO - ECOMOMICA DE LA IMPLEMENTACION DEL LABORATORIO DE ESTUDIO DEL TRABAJO.....	203
9.4 EVALUACION BENEFICIO-COSTO DE LA IMPLEMENTACION DEL LABORATORIO DE ESTUDIO DEL TRABAJO.....	204

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	205
-------------------------------------	-----

CAPITULO I

APECTOS GENERALES

1.1 PLANTEAMIENTO TEORICO

1.1.1 Enunciado del problema

¿En que medida la enseñanza mediante un módulo educativo para el estudio de procesos manuales repetitivos mejora la formación académica de los alumnos de Ingeniería Industrial?

1.1.2 Identificación del problema

Relacionados a la formación profesional de los alumnos de Ingeniería Industrial:

- Poco interés en temas relacionados con la ergonomía y su relación con la productividad por parte de los alumnos de Ingeniería Industrial.
- Baja preparación para realizar trabajos de campo donde se aplique la Ergonomía y el Estudio de Tiempos y Movimientos.
- Escasez de recursos educativos para realizar las prácticas de la asignatura de Estudio del Trabajo.
- Baja satisfacción de las necesidades en la formación profesional de los alumnos en el aspecto tecnológico, práctico y científico del Estudio de Tiempos y Movimientos.

Relacionados al Entorno Empresarial donde se desarrollan los egresados de Ingeniería Industrial:

- Baja productividad y rendimiento del trabajador
- Ambiente de trabajo inadecuado
- Baja calidad en el trabajo

- Tiempo perdido
- Enfermedades y lesiones laborales
- Desmotivación de trabajadores
- Contratación de más personal
- Aumento de Costos

1.1.3 Descripción del problema

Actualmente se imparte la asignatura correspondiente al área de Estudio del Trabajo de manera teórica, la cual se complementa con prácticas, sin embargo esto no satisface en su totalidad las necesidades de la formación profesional de los alumnos, ya que estos al egresar no están suficientemente preparados para realizar trabajos de campo y/o mediante la aplicación de la ergonomía y el estudio de tiempos y movimientos, proponer e implementar soluciones que permitan incrementar la productividad en las empresas con procesos manuales repetitivos.

1.1.4 Formulación

El desarrollo del módulo educativo para procesos manuales repetitivos nos permitirá enseñar al alumno la manera óptima de aplicar y desarrollar sus actividades profesionales tomando en cuenta la ergonomía y estudio de tiempos y movimientos, contribuyendo de esta forma al incremento de la productividad.

Establecer que la formación profesional del Programa Profesional de Ingeniería Industrial requiere de complementación práctica mediante módulos de estudio de tiempos y movimientos los cuales permitan potenciar los aspectos tecnológicos, prácticos y científicos de la formación profesional de los alumnos.

1.1.5 Justificación

Debido a que algunos procesos tienen la característica de realizarse manualmente es necesario un modelo de optimización mediante el estudio del trabajo ya que este estudio mejorará la productividad y rentabilidad, reduciendo costos y creando un ambiente adecuado para el trabajador.

1.1.6 Objetivos

Este estudio pretende alcanzar los siguientes objetivos:

1.1.6.1 *Objetivo General*

Mejorar la formación profesional de los alumnos, demostrando la importancia de la aplicación de los principios ergonómicos y el estudio de tiempos y movimientos para el incremento de la productividad en las empresas mediante el desarrollo de un módulo educativo para procesos repetitivos manuales en el Programa de Ingeniería Industrial.

1.1.6.2 *Objetivos Específicos*

- Fomentar el interés de los alumnos, dando a conocer la importancia de la ergonomía para el buen desempeño de los trabajadores en una empresa, incrementando la productividad.
- Contribuir a la formación profesional de los alumnos mediante el desarrollo de un módulo educativo que permita estudiar procesos manuales repetitivos.
- Ayudar a identificar problemas ergonómicos del puesto de trabajo.

- Servir como material de consulta a los alumnos a todos aquellos interesados en la aplicación de la ergonomía como herramienta para incrementar la productividad.

1.1.7 Alcances del Estudio

Nuestro trabajo estará a nivel de estudio de investigación, el cual se desarrollará e implementará en el laboratorio de Estudio de Trabajo del Programa Profesional de Ingeniería Industrial.

1.1.8 Hipótesis

Es probable que mediante el desarrollo de un módulo educativo para procesos manuales repetitivos, se contribuya a mejorar la formación académica de los alumnos, para realizar trabajos de campo que corresponden al área de Estudio del Trabajo incrementando la productividad y mejorando las condiciones de trabajo en las empresas. Permitiendo a la vez comprobar que la ergonomía tiene como objetivo la adaptación y mejora de las condiciones de trabajo al hombre, tanto en su aspecto físico como psíquico y social.

1.1.9 Variables

1.1.9.1 Dependientes

- Formación académica de los alumnos en el área de Estudio del Trabajo.

1.1.9.2 Independientes

- La enseñanza mediante módulo educativo para procesos manuales repetitivos.

1.1.10 Metodología

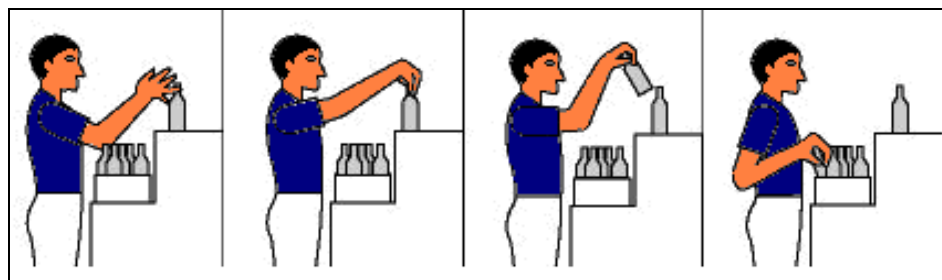
- Identificar y describir el puesto de trabajo con movimientos repetitivos.
- Recopilar de información
- Fotografiar del puesto de trabajo.
- Medir de los elementos que se consideren necesarios.
- Diseñar un módulo educativo adecuado al puesto de trabajo analizado.

1.2 MARCO TEORICO

1.2.1 Ergonomía

La ergonomía se define como un cuerpo de conocimientos acerca de las habilidades humanas, sus limitaciones y características que son relevantes para el diseño ergonómico. El término ergonomía se deriva de las palabras griegas ergos —trabajo— y nomos —leyes naturales, conocimiento o estudio—. Literalmente, el estudio del trabajo.

Figura 1: Estudio del Puesto de Trabajo



Fuente: <http://alebrije.uam.mx/ergonomia/ergouam/ergonomy.htm>

La ergonomía tiene dos grandes ramas: una se refiere a la ergonomía industrial, biomecánica ocupacional, que se encuentra en los aspectos físicos del trabajo y capacidades humanas tales como fuerza, postura y repeticiones.

Una segunda disciplina, que unas veces se refiere a los *factores humanos*, ésta orientada a los aspectos psicológicos del trabajo, como la carga mental y la toma de decisiones.

Los siguientes puntos se encuentran entre los objetivos generales de la ergonomía:

- Reducción de lesiones y enfermedades ocupacionales.
- Disminución de los costos por incapacidad de los trabajadores.
- Aumento de la producción.
- Mejoramiento de la calidad del trabajo.
- Disminución del ausentismo.
- Aplicación de las normas existentes.
- Disminución de la pérdida de materia prima.

1.2.2 Estudio de métodos

La mayoría de las mejoras resultantes de la medición del trabajo radica en los estudios fundamentales de métodos, que proceden a los estudios de tiempo en sí. A pesar de que los estándares de tiempo se utilizan para propósitos de control administrativo, estos estándares por si solos no mejoraran la eficiencia.

Un estudio común de método debe de contener:

- Definir los objetivos y limitaciones del estudio.
- Decidir que enfoque de estudio utiliza.
- Avisar del estudio a los trabajadores.
- Descomponer el trabajo en elementos.
- Estudiar el método mediante el uso de gráficas.
- Decidir un método para cada elemento de trabajo.

El trabajo debe organizarse de manera que el operario reciba solamente la información esencial, a través de los canales sensoriales

adecuados y en el momento y en el lugar necesario. La información debe presentarse de manera que permita al operario reaccionar a ella de manera óptima.

En la fase de decisión debe disponerse el trabajo de manera que las interpretaciones y decisiones sean automáticas en lo posible. El número de elecciones que debe realizar el operario durante un tiempo dado debe ser el menor posible.

El método de trabajo debe proyectarse de manera que permita al operario ejecutar la tarea en el menor tiempo posible, y con la mayor facilidad y satisfacción. Tanto el número y longitud de los movimientos como el de miembros del cuerpo que intervengan en ellos debe ser mínimo.

La tarea debe proyectarse de manera que su ejecución requiera el gasto mínimo de energía y la menor tensión fisiológica, expresada en calorías por minuto y en latidos por minuto.

1.2.3 El diseño de los puestos de trabajo

Los puestos de trabajo bien diseñados tienen en cuenta las características mentales y físicas del trabajador y sus condiciones de salud y seguridad. La manera en que se diseña un puesto de trabajo determina si será variado o repetitivo, si permitirá al trabajador estar cómodo o le obligará a adoptar posiciones forzadas y si entraña tareas interesantes o estimulantes o bien monótonas y aburridas. A continuación se exponen algunos factores ergonómicos que habrá que tener en cuenta al diseñar o rediseñar puestos de trabajo:

- tipos de tareas que hay que realizar;
- cómo hay que realizarlas;
- cuántas tareas hay que realizar;
- el orden en que hay que realizarlas;

- el tipo de equipo necesario para efectuarlas.

Además, un puesto de trabajo bien diseñado debe hacer lo siguiente:

- permitir al trabajador modificar la posición del cuerpo;
- incluir distintas tareas que estimulen mentalmente;
- dejar cierta latitud al trabajador para que adopte decisiones, a fin de que pueda variar las actividades laborales según sus necesidades personales, hábitos de trabajo y entorno laboral;
- dar al trabajador la sensación de que realiza algo útil;
- facilitar formación adecuada para que el trabajador aprenda qué tareas debe realizar y cómo hacerlas;
- facilitar horarios de trabajo y descanso adecuados gracias a los cuales el trabajador tenga tiempo bastante para efectuar las tareas y descansar;
- dejar un período de ajuste a las nuevas tareas, sobre todo si requieren gran esfuerzo físico, a fin de que el trabajador se acostumbre gradualmente a su labor.

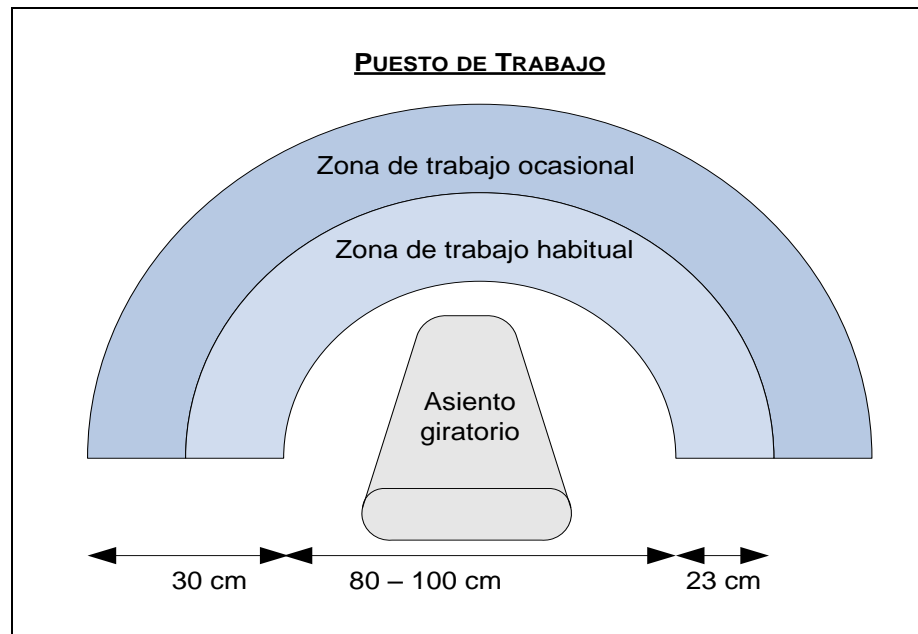
1.2.4 Descripción del puesto de trabajo

El puesto de trabajo es el lugar que un trabajador ocupa cuando desempeña una tarea. Puede estar ocupado todo el tiempo o ser uno de los varios lugares en que se efectúa el trabajo. Algunos ejemplos de puestos de trabajo son las cabinas o mesas de trabajo desde las que se manejan máquinas, se ensamblan piezas o se efectúan inspecciones; una mesa de trabajo desde la que se maneja un ordenador; una consola de control; etc.

A continuación figuran algunos principios básicos de ergonomía para el diseño de los puestos de trabajo. Una norma general es considerar la información que se tenga acerca del cuerpo del trabajador, por ejemplo, su altura, al escoger y ajustar los lugares de trabajo. Sobre

todo, deben ajustarse los puestos de trabajo para que el trabajador esté cómodo.

Figura 2: Puesto de trabajo



Fuente: http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/

Altura de la cabeza:

- Debe haber espacio suficiente para que quepan los trabajadores más altos.
- Los objetos que haya que contemplar deben estar a la altura de los ojos o un poco más abajo porque la gente tiende a mirar algo hacia abajo.

Altura de los hombros:

- Los paneles de control deben estar situados entre los hombros y la cintura.
- Hay que evitar colocar por encima de los hombros objetos o controles que se utilicen a menudo.

Alcance de los brazos:

- Los objetos deben estar situados lo más cerca posible al alcance del brazo para evitar tener que extender demasiado los brazos para alcanzarlos o sacarlos.
- Hay que colocar los objetos necesarios para trabajar de manera que el trabajador más alto no tenga que encorvarse para alcanzarlos.
- Hay que mantener los materiales y herramientas de uso frecuente cerca del cuerpo y frente a él.

Altura del codo:

- Hay que ajustar la superficie de trabajo para que esté a la altura del codo o algo inferior para la mayoría de las tareas generales.

Altura de la mano:

- Hay que cuidar de que los objetos que haya que levantar estén a una altura situada entre la mano y los hombros.

Longitud de las piernas:

- Hay que ajustar la altura del asiento a la longitud de las piernas y a la altura de la superficie de trabajo.
- Hay que dejar espacio para poder estirar las piernas, con sitio suficiente para unas piernas largas.
- Hay que facilitar un escabel ajustable para los pies, para que las piernas no cuelguen y el trabajador pueda cambiar de posición el cuerpo.

Tamaño de las manos:

- Las asas, las agarraderas y los mangos deben ajustarse a las manos. Hacen falta asas pequeñas para manos pequeñas y mayores para manos mayores.

- Hay que dejar espacio de trabajo bastante para las manos más grandes.

Tamaño del cuerpo:

- Hay que dejar espacio suficiente en el puesto de trabajo para los trabajadores de mayor tamaño.

1.2.5 Estudio del trabajo

En cualquier sistema organizacional se habla de trabajo, por lo que las empresas realizan estudios que tratan de optimizar sus recursos para obtener un bien y/o servicio. Por ello el trabajo representa la dinámica de la empresa, ya que ésta presenta un factor primordial para aumentar su productividad.

Durante cualquier proceso en donde intervenga el hombre, se trata de ser los más eficientes, es por ellos que el *Estudio del Trabajo* nos presenta varias técnicas para aumentar la productividad.

El estudio de trabajo se divide en dos ramas que son las siguientes:

Estudio de tiempos: Se define como un análisis científico y minucioso de los métodos y aparatos utilizados para realizar un trabajo, el desarrollo de los detalles prácticos de la mejor manera de hacerlo y la determinación del tiempo necesario.

Estudio de movimientos: Consiste en dividir el trabajo en los elementos más fundamentales posibles, estudiar éstos independientemente y en sus relaciones mutuas; y una vez conocidos los tiempos que absorben ellos, crear métodos que disminuyan al mínimo el desperdicio de mano de obra.

Podemos aumentar la productividad a través del estudio del trabajo. Para realizar este estudio es necesario aplicar las 8 etapas que contiene el procedimiento básico que son:

CUADRO N° 01
PROCEDIMIENTO BÁSICO PARA EL ESTUDIO DEL TRABAJO

ETAPA	DESARROLLO
SELECCIONAR	El trabajo o proceso a estudiar.
REGISTRAR	O recolectar todos los datos relevantes acerca de la tarea o proceso utilizado las técnicas más apropiadas y disponiendo los datos en la forma más cómoda para analizarlos.
EXAMINAR	Los hecho registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad; el lugar donde se lleva a cabo, el orden en que se ejecuta; quien la ejecuta; y los medios empleados.
ESTABLECER	El métodos más económico tomando en cuenta las circunstancias y utilizando las diferente técnicas de gestión, así como los aportes de dirigentes, supervisores, trabajadores y otros especialistas cuyos enfoques deben analizarse y discutirse.
EVALUAR	Los resultados obtenidos con el nuevo método en comparación con la cantidad de trabajo necesario y establecer un tiempo tipo.
DEFINIR	El nuevo método y el tiempo correspondiente, y presentar dicho método, ya sea verbalmente o por escrito, a todas las personas a quienes concierne, utilizando demostraciones.
IMPLANTAR	El nuevo método, formando a las personas interesadas, como práctica general con el tiempo fijado.
CONTROLAR	La aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolo con los objetivos.

Fuente: Organización Internacional del Trabajo (OIT)

Estas etapas se aplican tanto al estudio de tiempos como al estudio de movimientos, dándole el perfil que requiere su análisis. Siendo inevitables las etapas 1, 2 y 3.





DIAGRAMA BIMANUAL Y SIMO

Este diagrama muestra todos los movimientos realizados para la mano izquierda y por la mano derecha, indicando la relación entre ellas.

El diagrama bimanual sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas y en ese caso se registra un solo ciclo completo de trabajo. Para representar las actividades se emplean los mismos símbolos que se utilizan en los diagramas de proceso pero se les atribuye un sentido ligeramente distinto para que abarquen más detalles (Cuadro N° 02).

CUADRO N° 02

PROCEDIMIENTO BÁSICO PARA EL ESTUDIO DEL TRABAJO

Actividad / Definición	Símbolo
Operación; Se emplea para los actos de asir, sujetar, utilizar, soltar, etc., Una herramienta -pieza o material.	
Transporte; Representa el movimiento de la mano hasta el trabajo, herramienta o material o desde uno de ellos.	
Espera; Indica el tiempo en que la mano no trabaja (aunque quizá trabaje la otra).	
Sostenimiento o almacenamiento; Indica el acto de sostener alguna pieza, herramienta o material con la mano cuya actividad se está consignando.	

Al elaborar diagramas es conveniente tener presente estas observaciones:

1. Estudiar el ciclo de las operaciones varias veces antes de comenzar las anotaciones.
2. Registrar una sola mano cada vez.

3. Registrar unos pocos símbolos cada vez.
4. El momento de recoger o asir otra pieza al comienzo de un ciclo de trabajo se presta para iniciar las anotaciones. Conviene empezar por la mano que coge la pieza primero o por la que ejecuta más trabajo.
5. Registrar las acciones en el mismo renglón cuando tienen lugar al mismo tiempo.
6. Las acciones que tienen lugar sucesivamente deben registrarse en renglones distintos.
7. Procure registrar todo lo que hace el operario y evítese combinar las operaciones con transportes o colocaciones, a no ser que ocurran realmente al mismo tiempo.

Movimientos Básicos

Los Gilbreth concluyeron que todo trabajo, productivo o no, se realiza usando una combinación de 17 movimientos básicos que llamaron *therbligs*. Los 17 *therbligs* junto con sus símbolos y definiciones se muestran en el siguiente cuadro.

CUADRO Nº 03
THERBLING DE LOS GILBRETH

Therblig's efectivos		
Therblig's	Símbolo	Descripción
Alcanzar	AL	Movimiento con la mano vacía desde y hacia el objeto; por lo general en esta tarea se toma el objeto y luego se suelta y así sucesivamente.
Mover	M	Movimiento con la mano llena, el tiempo depende del peso, la distancia y el tipo de movimiento.
Tomar	T	Cerrar los dedos alrededor del objeto, empieza cuando los dedos hacen contacto con el objeto y termina cuando esta bien sujeto el objeto.
Soltar	S	Dejar el control de un objeto.

Preposicionar	PP	Posicionar un objeto en un lugar predeterminado para su uso posterior, casi siempre ocurre junto con mover.
Usar	U	Manipular, utilizar una herramienta.
Ensamblar	E	Unir dos partes que van juntas.
Desensamblar	DE	Opuesto al ensamble, separación de partes que están juntas.
Therblig's no efectivos		
Therblig's	Símbolo	Descripción
Buscar	B	Ojos o manos que deben encontrar un objeto.
Seleccionar	SE	Elegir un artículo entre varios.
Posicionar	P	Orientar un objeto durante el trabajo.
Inspeccionar	I	Comparar un objeto con el estándar con la vista.
Planear	PL	Hacer una pausa para determinar la siguiente acción, por lo general se detecta como una duda antes del movimiento
Retraso inevitable	RI	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación.
Retraso evitable	R	Solo el operario es responsable del tiempo ocioso.
Descanso, contrarresta la fatiga	D	Aparece en forma periódica, no en todos los ciclos. Depende de la naturaleza del trabajo.
Sostener	SO	Una mano detiene un objeto mientras la otra realiza un trabajo provechoso.

Fuente: Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño de trabajo – Benjamín Niebel

1.2.6 Antropometría

La guía primordial es diseñar el lugar de trabajo para que se ajuste a la mayoría de los individuos en cuanto al tamaño estructural del cuerpo humano. La ciencia de medir el cuerpo humano se conoce como antropometría y, por lo común, utiliza una variedad de dispositivos tipo calibrador para medir las dimensiones estructurales, como estatura,

largo del antebrazo y otros. Sin embargo, en el sentido práctico, pocos ergonomistas o ingenieros recolectan sus propios datos, debido a la cantidad que ya se ha reunido y tabulado.

El tipo de datos antropométricos que interesan principalmente al ergónomo se pueden dividir en dos categorías:

- La antropometría estructural, la cual se refiere a las dimensiones simples del ser humano en reposo por ejemplo: el peso, la estatura, la longitud, la anchura, las profundidades y las circunferencias de la estructura del cuerpo.
- Antropometría funcional que estudia las medidas compuestas de un ser humano en movimiento por ejemplo: el estirarse para alcanzar algo, y los rangos angulares de varias articulaciones.

Las fuentes de variabilidad antropométricas suelen deberse a pequeñas diferencia genéticas, sin embargo existen otra como son: edad, sexo, cultura, ocupación, tendencias históricas.

1.2.7 Condiciones y medio ambiente de trabajo

Las condiciones de trabajo juegan un papel primordial en el desempeño de las actividades que realizar el trabajador, debido a que estas influyen tanto psicológica como físicamente, y pueden poner en peligro su integridad.

Cuando las condiciones de trabajo, no son adecuadas o no se cuenta con la protección correspondiente que se requiere en la actividad, se puede generar las siguientes consecuencias:

- Aumento de la fatiga
- Aumento de los accidentes de trabajo
- Aumento de las enfermedades profesionales
- Disminución del rendimiento

- Aumento de la tensión nerviosa
- Disminución de la producción
- Insatisfacción y desinterés en el trabajo, etc.

Estos puntos sin duda, nos conllevan a una disminución en la productividad, por ello es fundamental determinar las condiciones óptimas para realizar un trabajo en específico.

Un punto importante en concientizar a la dirección, del impacto que se tiene al no establecerse condiciones de trabajos idóneos, ya que aumentan los costos y se incrementan los riesgos de trabajo.

Las condiciones de trabajo es un factor primordial en el rendimiento humano, por lo que es necesario que el hombre no trabaje más allá de los límites máximos de su resistencia y en condiciones ambientales inadecuadas.

El individuo se enfrenta a problemas como: temperatura, humedad, ruido y vibraciones, iluminación y fuerzas de aceleración y desequilibrio, etc.

CAPITULO II

DIAGNOSTICO DEL LABORATORIO DE ESTUDIO DE TRABAJO

2.1 DESCRIPCIÓN E INFRAESTRUCTURA

El laboratorio de estudio del trabajo del Programa Profesional de Ingeniería Industrial viene funcionando desde el año 2004, actualmente sus instalaciones se encuentran en el tercer piso del Pabellón R, el ambiente donde ha sido instalado tiene 36 m², cabe resaltar que los módulos se van a instalar en un ambiente contiguo de 35 m², el cual se encuentra inhabilitado por el momento. Las instalaciones del laboratorio cuentan con las instalaciones eléctricas adecuadas y necesarias para el uso del mismo.

Ver Anexo N° 01: Distribución del laboratorio

2.2 ASIGNATURAS QUE SE DESARROLLAN EN EL LABORATORIO Y SU RESPECTIVOS SILABOS

En el laboratorio se desarrollan las clases de prácticas de los cursos:

- Estudio del Trabajo
- Diseño de Planta

El desarrollo de las prácticas de Estudio del Trabajo se realiza de acuerdo a la programación del sílabo de aprendizaje, abarcando diversos temas como son:

- **Primera Unidad:** La Ingeniería del Trabajo o Simplificación del Método
- **Segunda Unidad:** Medios Gráficos, Análisis y Diseño del Proceso
- **Tercera Unidad:** Análisis y Diseño de la Operación.
- **Cuarta Unidad:** Definición Ergonómica
- **Quinta Unidad:** El Entorno Laboral
- **Sexta Unidad:** Sistemas de Diseño del Puesto de Trabajo

- **Séptima Unidad:** Medición del Trabajo
- **Octava Unidad:** Productividad

Actualmente la enseñanza del Tema: Sistema de Diseño de Puesto de Trabajo de la asignatura de Estudio del Trabajo (Prácticas) se realiza mediante la proyección de un video, en el cual se muestran ejemplos de Procesos de Trabajo Repetitivos y como mediante la aplicación de los Principios de Tiempos y Movimientos se logra el ahorro de los tiempos y el incremento de la productividad.

Ver Anexo N° 02: Silabo de la asignatura Estudio del Trabajo.

2.3 ORGANIZACIÓN DEL LABORATORIO

El laboratorio esta bajo la dirección del Programa Profesional de Ingeniería Industrial, para su debido funcionamiento, el laboratorio esta a cargo de 3 profesores jefes de prácticas; los mismos que a su vez cuentan con el apoyo de dos colaboradores encargados del cuidado del laboratorio.

Los profesores jefes de prácticas colaboran con el profesor titular de la asignatura para coordinar cada práctica dirigida de acuerdo al avance silábico: además de coordinar la proyección de videos de los casos de estudios para la asignatura.

El laboratorio de Estudio del Trabajo consiste básicamente en un ambiente en el cual se encuentran distribuidos 7 mesas bipersonales de trabajo; en cada mesa se analizan las diversas formas Industriales de trabajo.

El laboratorio cuenta con un estante sobre el cual se encuentra un televisor a color de 21 pulg., una video grabadora en sistema VHS para proyectar videos a tiempo normal y con efecto retardado ó cuadro a cuadro. Además en el armario se puede encontrar elementos auxiliares como: cronómetros, cintas de video, herramientas de medición.

2.4 INVENTARIO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS

El laboratorio, para la enseñanza de prácticas de la asignatura de estudio del trabajo cuenta con los siguientes equipos e instrumentos, los cuales se encuentran operativos y en perfecto estado de conservación:

CUADRO N° 04
EQUIPOS/INSTRUMENTOS DE ESTUDIO DEL TRABAJO

CANT	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO
1	Televisor de 21 pulg. Control Remoto
1	Video-grabadora VHS, Control Remoto
6	Cronómetros digitales 1/100 seg.
3	Luxómetros para medir intensidad de luz.
2	Higrómetro de humedad y temperatura
3	Higrómetro digital
7	Mesas bipersonales

Fuente: Elaboración Propia

2.5 HORARIO DE USO DEL LABORATORIO

Los alumnos realizan 6 horas académicas de teoría y 2 horas de clases de prácticas por semana, haciendo un total de 136 horas teórico-prácticas durante el semestre que dura la asignatura de Estudio del Trabajo, cabe resaltar que para el desarrollo del tema de Estudio de Tiempos y Movimientos se emplean 4 horas de prácticas, además cada grupo de prácticas esta conformado por un máximo de 10 alumnos.

2.6 ENCUESTA REALIZADA A LOS ALUMNOS DE LOS ÚLTIMOS AÑOS

Con el fin de saber cual es la opinión de los alumnos de los últimos años respecto a como se vienen desarrollando las prácticas de la asignatura de Estudio del Trabajo y si consideran que el laboratorio cuenta con los equipos adecuados para un optimo aprendizaje, es que se procedió a

realizar una encuesta con el objeto de recoger sus inquietudes y sugerencias.

2.6.1 Cálculo del tamaño de muestra para encuesta

Sabiendo que son 224 alumnos matriculados en los últimos años (a partir del V semestre), se procedió a calcular el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{N (Z)^2 (p) (q)}{d^2 (N-1) + Z^2 (p)(q)}$$

Si N es igual a 224, el valor de Z es 1.96 por que representa la seguridad del 95%, con una precisión del 3% y la proporción esperada es del 5%, se tiene:

$$n = \frac{224 (1.96)^2 (0.05) (0.95)}{(0.03)^2 (224-1) + (1.96)^2 (.05)(.95)}$$

$$n = 40,874624 / 0,383176$$

$$n = 107$$

Por lo tanto el tamaño de muestra para el estudio fue de 107 personas (alumnos de Ingeniería Industrial).

Ver Anexo N° 03: Modelo de encuesta

2.7 VISTAS DEL LABORATORIO

Con el objetivo de formarnos una idea más clara de la situación actual del laboratorio, es que a continuación se presentan algunas vistas en las cuales se muestran las instalaciones y equipos con los que se cuentan para la enseñanza de la asignatura de Estudio del Trabajo.



Foto N° 1: Ambiente donde se desarrolla las prácticas de la asignatura de Estudio del Trabajo, así como la proyección de videos.



Foto N° 2: Vista donde se aprecia el mobiliario utilizado por el profesor de la asignatura



Foto Nº 3: Vista donde se aprecia el mobiliario (mesa y silla) utilizado por los alumnos de la asignatura de Estudio del Trabajo para el desarrollo de las prácticas.



Foto Nº 4: Vista donde se aprecia los equipos con los que cuenta el laboratorio de Estudio del Trabajo para la proyección de videos así como estante donde se almacenan los instrumentos y accesorios utilizados en la asignatura.



Foto Nº 5: Vista lateral de ambiente del laboratorio donde se ubicaran los módulos de Estudio del Trabajo



Foto Nº 6: Vista donde se aprecia la silla utilizada por los alumnos en el laboratorio de Estudio del Trabajo



Foto N° 7: Vista frontal de ambiente del laboratorio donde se ubicaran los módulos de Estudio del Trabajo



Foto N° 8 y 9: Vistas donde se aprecia la vía de acceso al laboratorio así como la parte posterior del mismo.



Foto N° 10: Vista del laboratorio de Estudio del Trabajo donde se aprecia la iluminación de mismo.

2.8 EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL LABORATORIO

2.8.1 Infraestructura

El laboratorio de Estudio de Trabajo cuenta con una infraestructura e instalaciones adecuadas para el desarrollo de las prácticas, la cual es relativamente nueva y se encuentra operativa desde el año 2004. Con un área de 35 m².

2.8.2 Asignaturas que se desarrollan en el laboratorio y sus respectivos sílabos

Es importante resaltar para un óptimo aprendizaje del tema, no basta con tan solo mirar el video, sino es necesario llevarlo a la práctica y comprobar que efectivamente aplicando la teoría de Tiempos y Movimientos se logra incrementar la productividad.

Para lograr lo anteriormente descrito, es necesario contar con un módulo de similares características al del video, el cual deberá ser

diseñado ergonómicamente y permitir aplicar los Principios de estudios de tiempos y movimientos.

2.8.3 Organización del laboratorio

Generalmente los Laboratorios se ubican en los Departamentos Académicos, ya que son éstos los que dan prestación de servicios a una o más escuelas a través de sus docentes y Laboratorios de Especialidad. Para su debido funcionamiento el laboratorio debe contar con una jefatura, esta jefatura estará a cargo de dos profesores de prácticas; a estos últimos pueden integrarse como colaboradores dos ayudantes de Cátedra cuyo requisito debe ser alumno del último año de estudios, estar en el tercio superior y que hayan destacado como mejores alumnos en las asignaturas de Estudio del Trabajo.

El Ing. Jefe de Laboratorio se encargará de la parte Administrativa y de Gestión y Producción del Laboratorio; debe participar en la programación y control de las actividades del Laboratorio, en las previsiones a largo plazo, en la promoción de los cursos de extensión, en la coordinación y ejecución o proyección de videos para el área de Estudio del Trabajo, debe dar facilidades al profesor investigador y otros a parte de sus labores como docente de la Especialidad.

El laboratorio de Estudio del Trabajo debe contar con un ambiente que contenga módulos de trabajo; en los cuales sea posible aplicar los principios de economía de movimientos que permitan abordar eficazmente el problema de hallar los métodos mejores para hacer un trabajo.

2.8.4 Instrumentos y Equipos

Para el desarrollo de las Prácticas de Estudio del Trabajo, el laboratorio no se encuentra debidamente implementado porque aún no cuenta con los equipos necesarios tales como:

CUADRO N° 05
EQUIPOS DE LABORATORIO

CANT	DESCRIPCIÓN
05	Juegos de herramientas para montaje
05	Cajas de inserción de clavijas
05	Kits de piezas geométricas para ensamblar
05	Módulos para estudio de trabajos repetitivos
05	Decibelímetro para medir el sonido
05	Metrónomos
06	Audífonos profesionales
01	Retroproyector
01	Filmadora
03	Grabadora
	Multimedia
	Internet

Fuente: Elaboración Propia

2.9 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA

A continuación se muestra los resultados obtenidos de la encuesta realizada a los alumnos que cursan los últimos años del Programa Profesional de Ingeniería Industrial.

Dicha encuesta se tomó a un número de 107 alumnos expresando los resultados en porcentajes según las preguntas formuladas:

CUADRO N° 06
RESULTADOS DE LA ENCUESTA

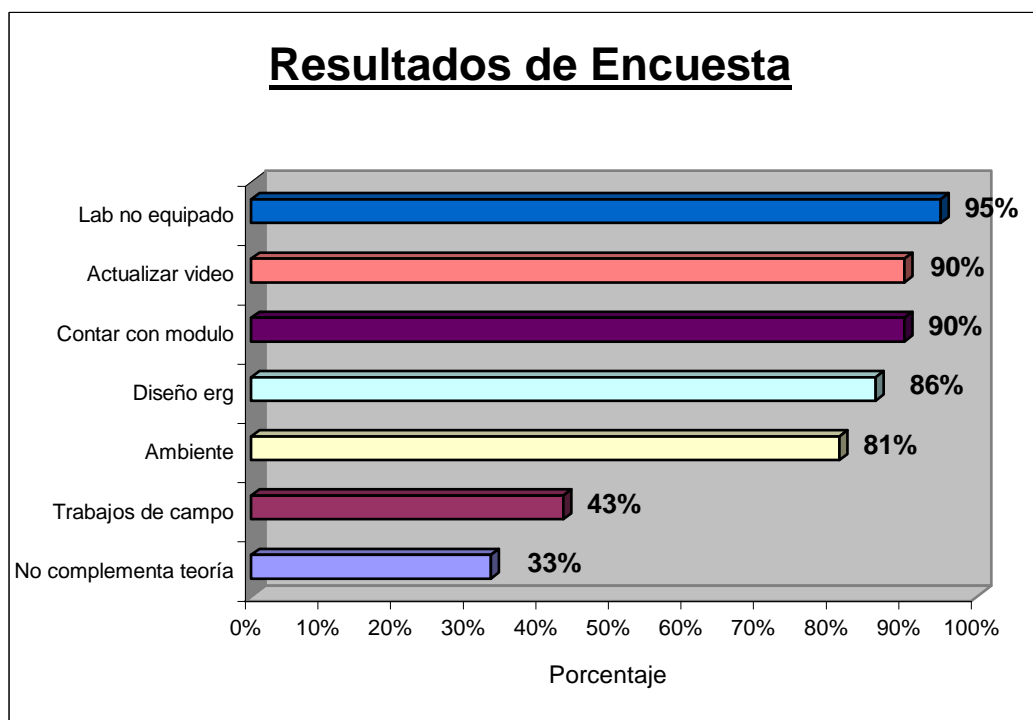
PREGUNTAS	%	Cant.
Opina que la práctica no complementa con la teoría	33%	35
Opina que el laboratorio no esta debidamente equipado	95%	102
Opina que no esta preparado para realizar trabajos de campo	43%	46
Ha visto el video	81%	87
Considera que el video debe ser actualizado	90%	96
Considera que se debería contar con un módulo	90%	96
Opina que el mobiliario no ha sido diseñado ergonómicamente	86%	92
Considera que los niveles de ruido, iluminación, etc. no son adecuados	81%	87

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: de la presente tabla que se refiere a la encuesta realizada a los alumnos de Ingeniería Industrial observamos que, el 95 % considera que el laboratorio de Estudio del Trabajo no esta debidamente equipado, el 90 % considera que se debería actualizar el video, el 90 % considera que se debería contar con un módulo educativo, el 86% piensa que el mobiliario no esta diseñado ergonómicamente, el 81% considera que los niveles de temperatura, iluminación, humedad y ruidos no son adecuados, el 43% considera que no esta preparado para realizar trabajos de campo, el 33% considera que la teoría no se complementa con la práctica.

Esto significa que más del 80% de los alumnos coincide en el hecho de que el laboratorio no esta debidamente equipado y que el mobiliario con el que cuenta no esta diseñado ergonómicamente, sumándose a esto la necesidad de contar con un módulo educativo para estudio de procesos manuales repetitivos así como actualizar el material audiovisual, además de considerar que los factores ambientales (iluminación, ruido, temperatura y humedad) no son los adecuados para la instalación.

Gráfico 1: Resultados de la Encuesta



Fuente: Elaboración Propia

“Prestigiosos textos universitarios, destacados profesores universitarios de la especialidad de Ingeniería Industrial, concuerdan en señalar la necesidad de un Laboratorio de Estudio del Trabajo debidamente implementado.”

CAPITULO III

ANÁLISIS ANTROPOMETRICO PARA EL DISEÑO DE PUESTO DE TRABAJO

3.1 ANTROPOMETRIA

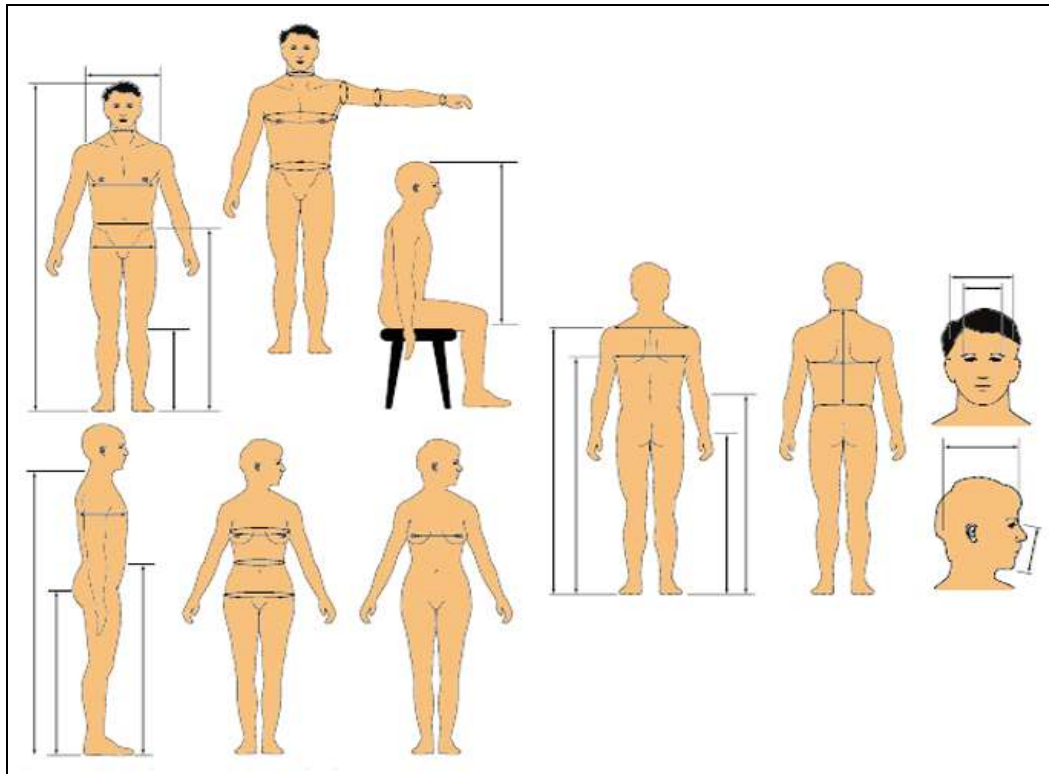
La antropometría es una rama fundamental de la antropología física. Existe un amplio conjunto de teorías y prácticas dedicado a definir los métodos y variables para relacionar los objetivos de diferentes campos de aplicación. En el campo de la salud y seguridad en el trabajo y de la ergonomía, los sistemas antropométricos se relacionan principalmente con la estructura, composición y constitución corporal y con las dimensiones del cuerpo humano en relación con las dimensiones del lugar de trabajo, las máquinas, el entorno industrial y la ropa.

3.1.1 Variables antropométricas

Una variable antropométrica es una característica del organismo que puede cuantificarse, definirse, tipificarse y expresarse en una unidad de medida.

Las variables antropométricas son principalmente medidas *lineales*, como la altura o la distancia con relación al punto de referencia, con el sujeto sentado o de pie en una postura tipificada; *anchuras*, como las distancias entre puntos de referencia bilaterales; *longitudes*, como la distancia entre dos puntos de referencia distintos; *medidas curvas*, o arcos, como la distancia sobre la superficie del cuerpo entre dos puntos de referencia, y *perímetros*, como medidas de curvas cerradas alrededor de superficies corporales, generalmente referidas en al menos un punto de referencia o a una altura definida.

Figura 3: Conjunto básico de variables antropométricas



Fuente: <http://www.mtas.es//insht/EncOIT>

3.1.2 Precisión y errores

La precisión en las dimensiones de los organismos vivos debe considerarse de forma estocástica, ya que el cuerpo humano es sumamente impredecible, tanto como estructura estática como dinámica.

Pueden derivarse errores de la mala interpretación de los puntos de referencia y del uso incorrecto de los instrumentos (errores personales), del uso de instrumentos poco precisos o inexactos (errores instrumentales) o de los cambios posturales del sujeto (errores del sujeto). Estos últimos pueden deberse a dificultades en la comunicación si los antecedentes culturales o lingüísticos del sujeto son distintos de los del operador.

3.1.3 Tratamiento estadístico

Los datos antropométricos deben ser analizados mediante procedimientos estadísticos, especialmente en el campo de los métodos de inferencia, en los que se aplican métodos de una sola variable (media, moda, percentiles, histogramas, análisis de varianza, etc.), de dos variables (correlación, regresión) o de múltiples variables (correlación y regresión múltiples, análisis factorial, etc.).

3.1.4 Muestreo y análisis

Dado que no es posible obtener datos antropométricos de la población completa (excepto si la población es particularmente pequeña), generalmente es necesario tomar muestras de la población.

El punto inicial de cualquier análisis antropométrico debería ser la definición aleatoria de la muestra. Para mantener el número de sujetos medidos en un nivel razonable, generalmente es necesario recurrir a muestras estratificadas con múltiples fases. Esto permite una subdivisión más homogénea de la población en varias clases o estratos. La población puede subdividirse por sexo, grupo de edades, área geográfica, variables sociales, actividad física, etc. Las formas de análisis deben diseñarse teniendo en cuenta tanto el procedimiento de medición como el tratamiento de los datos. Debe realizarse un estudio ergonómico preciso del procedimiento de medición con el fin de reducir la fatiga del operador y los posibles errores. Por este motivo, las variables deben agruparse de acuerdo con el instrumento utilizado y ordenarse secuencialmente para reducir la cantidad de flexiones que debe realizar el operador.

3.1.5 Antropometría poblacional

Las poblaciones de distintas áreas pueden diferir como consecuencia de distintas condiciones de adaptación o de estructuras biológicas y genéticas.

Es necesario realizar un análisis en una muestra aleatoria cuando es importante realizar un ajuste preciso.

3.1.6 Antropometría dinámica

La antropometría estática puede proporcionar una gran cantidad de información sobre el movimiento si se ha elegido un conjunto adecuado de variables. Sin embargo, cuando los movimientos son complicados y se desea realizar un buen ajuste con el entorno industrial, como sucede con la mayoría de las interfaces usuario-máquina y persona-vehículo, es necesario realizar un análisis preciso de las posturas y los movimientos.

3.2 TRABAJO MUSCULAR EN LAS ACTIVIDADES LABORALES

El trabajo muscular en las actividades laborales puede dividirse, en general, en cuatro grupos: el trabajo muscular dinámico pesado, la manipulación manual de materiales, el trabajo estático y el trabajo repetitivo. El trabajo muscular dinámico pesado lo hallamos en las actividades forestales, agrícolas y en la construcción. La manipulación manual de materiales es común, por ejemplo, en las labores de enfermería, transporte y almacenaje, mientras que el trabajo estático existe en las oficinas, en la industria electrónica y en las tareas de mantenimiento y reparación.

Las tareas repetitivas pueden encontrarse, por ejemplo, en las industrias de procesamiento de alimentos y de la madera. Es importante destacar que la manipulación manual de materiales y el trabajo repetitivo son básicamente trabajos musculares dinámicos o estáticos, o una combinación de ambos.

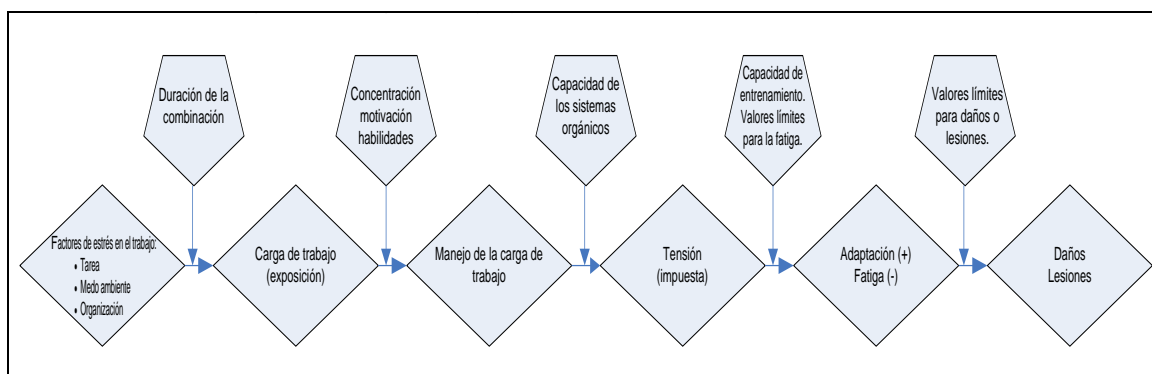
3.3 CONSECUENCIAS DE LA SOBRECARGA MUSCULAR EN LAS ACTIVIDADES LABORALES

El grado de carga física que experimenta un trabajador en el curso de un trabajo muscular depende del tamaño de la masa muscular que interviene, del tipo de contracciones musculares (estáticas o dinámicas), de la intensidad de las contracciones y de las características individuales.

Si la carga muscular es demasiado elevada, se producirá fatiga, se reducirá la capacidad de trabajo y la recuperación será más lenta. Las cargas más elevadas o la sobrecarga prolongada pueden ocasionar daños físicos en forma de enfermedades profesionales o relacionadas con el trabajo.

Estas relaciones se representan mediante el llamado *concepto de estrés-tensión expandido* desarrollado por Rohmert (1984) (Ver Figura 4).

Figura 4: Modelo de estrés-tensión expandida modificado por Rohmert (1984)



Fuente: <http://www.mtas.es//insht/EncOIT>

Uno de los objetivos de la ergonomía ha sido determinar límites aceptables para las cargas de trabajo muscular que podrían aplicarse para evitar la fatiga y las enfermedades.

En general, hay pocas pruebas epidemiológicas de que la sobrecarga muscular sea un factor de riesgo para las enfermedades.

3.4 PREVENCIÓN DE LA SOBRECARGA MUSCULAR

Existen relativamente pocas evidencias epidemiológicas que demuestren que la carga muscular es nociva para la salud. Sin embargo, los estudios fisiológicos y ergonómicos sobre el trabajo indican que la sobrecarga muscular se traduce en fatiga (es decir, en una reducción de la capacidad de trabajo) y puede reducir también la productividad y la calidad del trabajo.

La prevención de la sobrecarga muscular puede estar dirigida al contenido del trabajo, al entorno laboral o al trabajador. La carga puede ajustarse mediante medios técnicos centrados en el entorno laboral, en las herramientas o en los métodos de trabajo.

La prevención de la sobrecarga muscular, sobre todo, es difícil cuando la forma física o las habilidades de los trabajadores son deficientes. Un entrenamiento adecuado mejorará las habilidades laborales del trabajador y puede reducir las cargas musculares durante el trabajo.

3.5 POSTURA EN EL TRABAJO

La postura que adopta una persona en el trabajo puede analizarse y estudiarse desde distintos puntos de vista. Existe una interacción muy estrecha entre las capacidades fisiológicas del cuerpo y las características y los requisitos del trabajo.

La carga musculoesquelética es un elemento necesario para las funciones del organismo e indispensable para el bienestar. Desde el punto de vista del diseño del trabajo, la cuestión es encontrar el equilibrio necesario entre la carga necesaria y la carga excesiva.

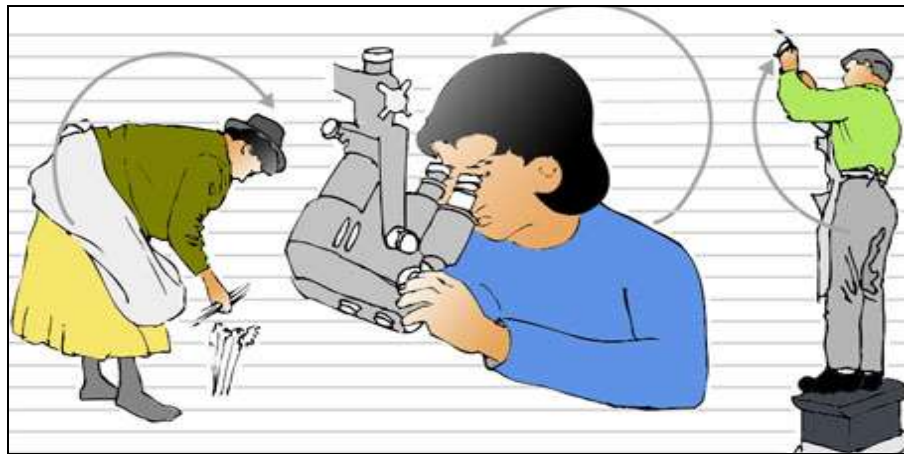
Las posturas han interesado a médicos e investigadores, por las siguientes razones:

1. *La postura es la fuente de la carga musculoesquelética.* Excepto cuando estamos relajados, ya sea de pie, sentados o tumbados, los músculos

tienen que ejercer fuerzas para equilibrar nuestra postura o controlar los movimientos.

Incluso en una postura relajada, cuando el trabajo muscular tiende a cero, los tendones y las articulaciones pueden estar cargados y mostrar signos de fatiga. Un trabajo con una carga aparentemente baja (por ejemplo, el trabajo con un microscopio) puede convertirse en algo tedioso y extenuante cuando se realiza durante un largo período de tiempo. (Ver Figura 5)

Figura 5: Las posturas con las manos demasiado elevadas o con la cintura doblada se cuentan entre las formas más comunes de crear una carga “estática”.



Fuente: <http://www.mtas.es//insht/EncOIT>

2. *La postura está en estrecha relación con el equilibrio y la estabilidad.* De hecho, la postura está controlada por una serie de reflejos nerviosos, en los que la llegada de sensaciones táctiles y visuales procedentes del entorno desempeña un importante papel. Algunas posturas, como las que se adoptan para alcanzar un objeto distante, son por naturaleza inestables. La pérdida del equilibrio es una causa inmediata común de los accidentes de trabajo.

3. *La postura es la base de los movimientos precisos y de la observación visual.* Muchas tareas requieren una serie de movimientos finos y hábiles de la mano, y una minuciosa observación del objeto de trabajo. En estos casos, la postura se convierte en la plataforma para estas acciones. La

atención se dirige a la tarea, y los elementos posturales están destinados a apoyarla: la postura se vuelve más inmóvil, la carga muscular aumenta y se convierte en más estática.

4. La postura es una fuente de información sobre los acontecimientos que tienen lugar en el trabajo. La observación de la postura puede ser intencionada o inconsciente. Se sabe que los supervisores experimentados así como los trabajadores emplean las observaciones posturales como indicadores del proceso laboral.

3.5.1 Factores que afectan a las posturas de trabajo

El análisis postural que no tiene en cuenta el entorno de trabajo y la tarea en sí, tiene un interés limitado para los ergónomos. Las características de las dimensiones del lugar de trabajo definen bastante bien las posturas, como en el caso de los trabajos que se realizan sentado, incluso en el caso de las tareas dinámicas, como el manejo de materiales en un lugar pequeño. Las cargas que hay que manejar, el peso y la naturaleza de las herramientas de trabajo, obligan al cuerpo a adoptar una postura determinada. Algunas tareas requieren que el peso del cuerpo se utilice para sostener una herramienta o para aplicar una fuerza sobre el objeto de trabajo.

Los soportes para las posturas adoptadas durante el trabajo son: los cinturones, las fajas lumbares y los aparatos ortopédicos que están recomendados en tareas con riesgo de dolencia lumbar o musculoesquelética de los miembros superiores.

Algunas de las lesiones y enfermedades más habituales que causan las labores repetitivas o mal concebidas:

CUADRO N° 07

LESIONES Y ENFERMEDADES HABITUALES

LESIONES	SINTOMAS	CAUSAS TÍPICAS
Bursitis: inflamación de la cavidad que existe entre la piel y el hueso o el hueso y el tendón. Se puede producir en la rodilla, el codo o el hombro.	Inflamación en el lugar de la lesión.	Arrodillarse, hacer presión sobre el codo o movimientos repetitivos de los hombros.
Celulitis: infección de la palma de la mano a raíz de roces repetidos.	Dolores e inflamación de la palma de la mano.	Empleo de herramientas manuales, como martillos y palas, junto con abrasión por polvo y suciedad.
Dedo engatillado: inflamación de los tendones y/o las vainas de los tendones de los dedos.	Incapacidad de mover libremente los dedos, con o sin dolor.	Movimientos repetitivos. Tener que agarrar objetos durante demasiado tiempo, con demasiada fuerza o con demasiada frecuencia.
Ganglios: un quiste en una articulación o en una vaina de tendón en el dorso de la mano o la muñeca.	Hinchazón dura, pequeña y redonda, que normalmente no produce dolor.	Movimientos repetitivos de la mano.
Síndrome del túnel del carpo bilateral: presión sobre los nervios que se transmiten a la muñeca.	Hormigueo, dolor y entumecimiento del dedo gordo y de los demás dedos, sobre todo de noche.	Trabajo repetitivo con la muñeca encorvada. Utilización de instrumentos vibratorios. A veces va seguido de tenosinovitis.
Tendinitis: inflamación de la zona en que se unen el músculo y el tendón.	Dolor, inflamación, reblandecimiento y enrojecimiento de la mano, la muñeca y/o el antebrazo. Dificultad para utilizar la mano.	Movimientos repetitivos.
Tenosinovitis: inflamación de los tendones y/o las vainas de los tendones.	Dolores, reblandecimiento, inflamación, grandes dolores y dificultad para utilizar la mano.	Movimientos repetitivos, a menudo no agotadores. O al aumento repentino de la carga de trabajo.

Fuente: http://www.ergonomía-monografias_com-enfer-trab-repetitivo.htm

El trabajo repetitivo es una causa habitual de lesiones y enfermedades del sistema óseo muscular (y relacionadas con la tensión). Las lesiones provocadas por el trabajo repetitivo se denominan generalmente lesiones provocadas por esfuerzos repetitivos (LER). Son muy dolorosas y pueden incapacitar permanentemente.

3.5.2 Normativa sobre salud y seguridad en relación con los elementos posturales

Las posturas o los elementos posturales nunca han estado sujetos a normas por sí mismos. Sin embargo, hay varios documentos que contienen comentarios, que hacen alguna referencia a las posturas o que incluyen la cuestión de las posturas como elemento integrante en la elaboración de una norma. Tales como:

1. *La Organización Internacional del Trabajo* publicó en 1967 una recomendación sobre las cargas máximas que deben manejarse. Aunque la recomendación no regula los elementos posturales como tales, muestra un interés significativo por la tensión postural. Esta recomendación ha servido a un objetivo muy importante el cual es la atención en los problemas relacionados con la manipulación manual de materiales.

2. *Las guías del NIOSH sobre levantamiento de pesos* (NIOSH 1981) no son propiamente normas, aunque hayan adquirido ese nivel. Las guías se refieren a los límites de peso para cargas, utilizando como base el emplazamiento de la carga, es decir, un elemento postural.

3. *En la Organización Internacional de Normalización y en la Comunidad Europea*, las normas y las directivas sobre ergonomía existentes incluyen aspectos relacionados con los elementos posturales (CEN 1990 y 1991).

3.6 BIOMECANICA

La biomecánica es una disciplina que se encarga del estudio del cuerpo, como si éste se tratara simplemente de un sistema mecánico: todas las partes del cuerpo se comparan con estructuras mecánicas y se estudian como tales.

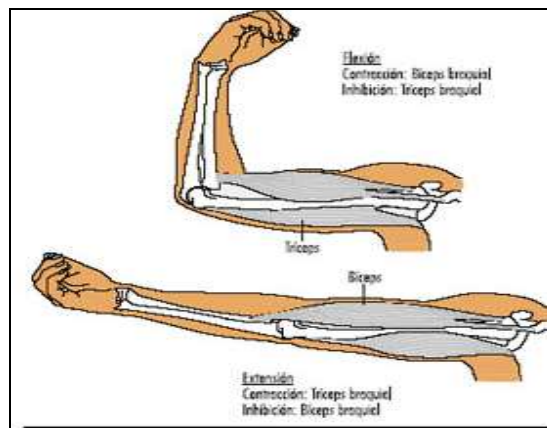
El objetivo principal de la biomecánica es estudiar la forma en que el organismo ejerce fuerza y genera movimiento. Esta disciplina se basa principalmente en la anatomía, las matemáticas y la física; las disciplinas afines son la antropometría, la fisiología del trabajo y la cinemática (el estudio de los principios de la mecánica y la anatomía en relación con el movimiento humano).

La biomecánica contribuye a sugerir diseños de tareas que eviten lesiones o bien, a mejorar tareas mal diseñadas.

Dos principios importantes de la biomecánica son:

1. *Los músculos funcionan por pares.* Los músculos sólo pueden contraerse, de forma que en cada articulación deberá haber un músculo o grupo muscular que desplace la articulación en una dirección, y un músculo o grupo muscular correspondiente que la desplacen en la dirección opuesta. La siguiente figura ilustra lo anterior para la articulación del codo.

Figura 6: Los músculos esqueléticos trabajan por pares para iniciar o revertir un movimiento.

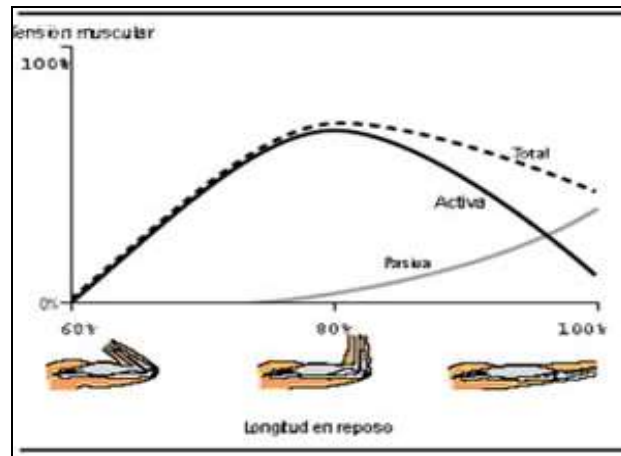


Fuente: <http://www.mtas.es//insht/EncOIT>

2. *Los músculos se contraen más eficazmente cuando el par de músculos está en equilibrio relajado.* El músculo actúa con mayor eficacia cuando se encuentra en el punto medio del recorrido de la articulación que flexiona. Esto sucede por dos motivos: en primer lugar,

si el músculo trata de contraerse cuando está acortado, tirará del músculo opuesto que está alargado. Este último, al estar extendido, ejercerá una fuerza elástica contraria que el músculo contraído tendrá que vencer.

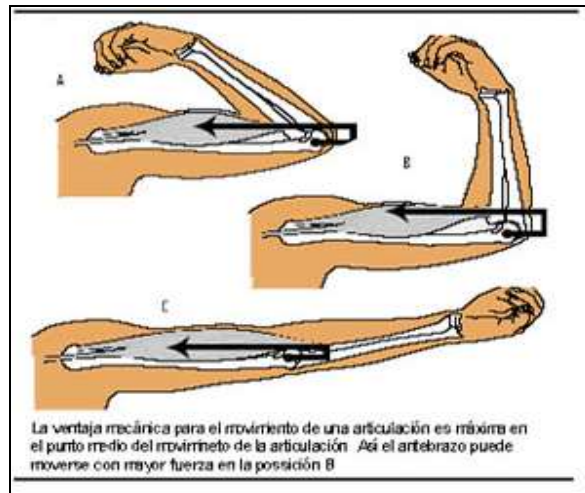
Figura 7: La tensión muscular varía dependiendo de la longitud del músculo



Fuente: <http://www.mtas.es//insht/EncOIT>

La figura 7 muestra la forma en que varía la fuerza del músculo en función de su longitud. En segundo lugar, si el músculo trata de contraerse en otro punto que no sea el punto medio del recorrido del movimiento de la articulación, funcionará en desventaja mecánica. La siguiente figura 8 ilustra el cambio de rendimiento mecánico del codo en tres posiciones diferentes. De estos principios puede concluirse un criterio importante para el diseño del trabajo: el trabajo deberá organizarse de forma que se produzca con los músculos opuestos de cada articulación en equilibrio relajado.

Figura 8: Posiciones idóneas para el movimiento de las articulaciones



Fuente: <http://www.mtas.es//insht/EncOIT>

3.6.1 Aplicaciones

A continuación se dan algunos ejemplos de la aplicación de la biomecánica.

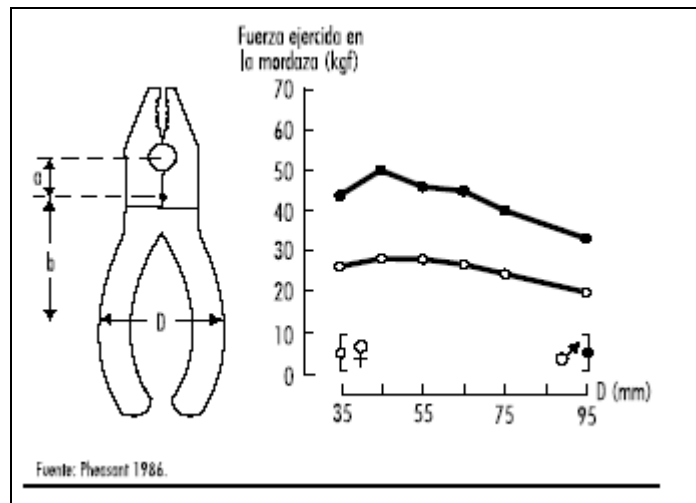
- ***Diámetro idóneo de los mangos de las herramientas***

El diámetro de un mango afecta a la fuerza que los músculos de la mano pueden aplicar a una herramienta. Los estudios han demostrado que el diámetro óptimo de un mango depende del uso que se vaya a dar a la herramienta. Para ejercer una presión a lo largo de la línea del mango, el mejor diámetro será el que permita que los dedos adopten un agarre con una ligera superposición del pulgar, es decir, unos 40mm. Para ejercer torsión, el diámetro óptimo está entre 50 y 65mm.

- ***Uso de alicates***

Los alicates tienen un tipo especial de mangos y la capacidad de ejercer una fuerza con unos alicates dependerá de la separación que exista entre ambos mangos, como se indica en la figura.

Figura 9: Fuerza de la mordaza de unos alicates ejercida por hombres y mujeres, en función de la distancia de separación del mango



Fuente: <http://www.mtas.es//insht/EncOIT>

3.6.2 Manipulación manual de materiales

Incluye las acciones de levantar, bajar, empujar, tirar, transportar, mover y sostener, y está relacionado con gran parte de las actividades realizadas en la vida laboral.

La biomecánica tiene una importancia directa evidente en la manipulación manual, ya que los músculos deben moverse para realizar las tareas.

Hay un gran número de factores que determinan la cantidad de carga ejercida sobre el cuerpo en una tarea de manipulación manual.

3.6.3 Posturas y movimientos

El puesto de trabajo puede rediseñarse para evitar los riesgos de lesiones por los giros o estiramientos para alcanzar algo. Se producen más lesiones de espalda cuando el levantamiento se hace desde el suelo que cuando se hace desde una altura media; esto indica la necesidad de sencillas medidas de control. Esto también se aplica a las situaciones de levantamientos de pesos hasta una altura elevada.

Organización y entorno. La forma en que está organizado el trabajo, tanto física como temporalmente, también influye en su manejo. El entorno influye sobre la manipulación: la falta de luz, los obstáculos o desniveles en el suelo o una limpieza deficiente pueden hacer que la persona tropiece.

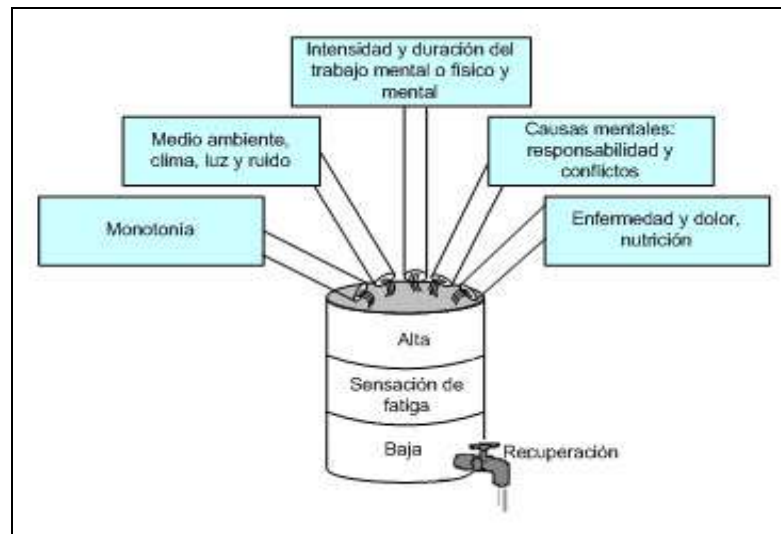
Factores personales. Las habilidades personales para la manipulación de objetos, la edad y la ropa que lleve puesta la persona, también pueden influir. Es necesaria una formación adecuada para levantar pesos, que proporcione la información necesaria y que dé el tiempo suficiente para desarrollar las habilidades físicas requeridas para la manipulación de objetos.

3.7 FATIGA GENERAL

Durante mucho tiempo, la fisiología ha distinguido entre la fatiga muscular y la fatiga general. La primera es un fenómeno doloroso agudo localizado en los músculos; la fatiga general, en cambio, se caracteriza por una disminución del deseo de trabajar, también conocida como “fatiga psíquica” o “fatiga nerviosa”, y al descanso necesario.

La fatiga general puede deberse a diferentes causas, entre las que destacan las que se muestran en la figura. El efecto es como si, a lo largo del día, todas las tensiones experimentadas se acumularan en el organismo, produciendo gradualmente una sensación de fatiga que va en aumento. Esta sensación hace que el individuo deje de trabajar y funciona como un preludio fisiológico del sueño.

Figura 10: Representación esquemática del efecto acumulativo de las causas cotidianas de fatiga



Fuente: <http://www.mtas.es//insht/EncOIT>

En la figura el descanso se representa como el proceso de vaciar un barril. Este fenómeno del descanso puede darse de forma normal si el organismo permanece tranquilo o si al menos una parte esencial del mismo no está sujeta a estrés. Esto explica lo importante que son los descansos de todo tipo durante la jornada, desde las pausas cortas durante el trabajo hasta el sueño nocturno. El símil del barril muestra lo necesario que es para una vida normal alcanzar un cierto equilibrio entre la carga total soportada por el organismo y la suma de las posibilidades de descanso.

3.7.1 Fatiga clínica

Todo el mundo sabe que la fatiga intensa, excesiva, que se acumula día tras día produce gradualmente un estado de fatiga crónica. En este caso, la sensación de fatiga se intensifica y no sólo se produce por la tarde, después del trabajo, sino también durante el día y, en ocasiones, incluso antes de comenzar a trabajar. Una sensación de malestar, frecuentemente de naturaleza emocional, suele acompañar a este estado. En las personas que padecen de fatiga se observan los siguientes síntomas: mayor emotividad psíquica (comportamiento antisocial, incompatibilidad), tendencia a la depresión (ansiedad sin

motivación) y falta de energía con pérdida de iniciativa. Estos efectos psíquicos suelen ir acompañados por un malestar inespecífico y generalmente se manifiestan como síntomas psicossomáticos: dolores de cabeza, vértigo, alteraciones funcionales cardíacas y respiratorias, pérdida de apetito, trastornos digestivos, insomnio, etc. En vista de la tendencia de la fatiga crónica a producir síntomas de enfermedad, es justo que reciba el nombre de fatiga clínica.

3.7.2 Medidas preventivas

No existe un remedio para la fatiga, pero puede hacerse mucho para aliviar el problema si se presta atención a las condiciones generales de trabajo y al entorno físico en el lugar de trabajo. El estudio ergonómico del lugar de trabajo puede ayudar a reducir la fatiga al garantizar que los asientos, las mesas y los bancos de trabajo tengan las dimensiones adecuadas y que el flujo de trabajo esté correctamente organizado. Además, el control del nivel de ruido, el aire acondicionado, la calefacción, la ventilación y la iluminación pueden tener un efecto beneficioso para retrasar la aparición de la fatiga en los trabajadores.

La monotonía y la tensión también pueden compensarse con el uso controlado del color y la decoración del entorno, intervalos de música y, en ocasiones, descansos para ejercicios físicos en el caso de los trabajadores sedentarios. La formación adecuada de los trabajadores y, en particular, del personal supervisor y directivo también tiene un papel importante.

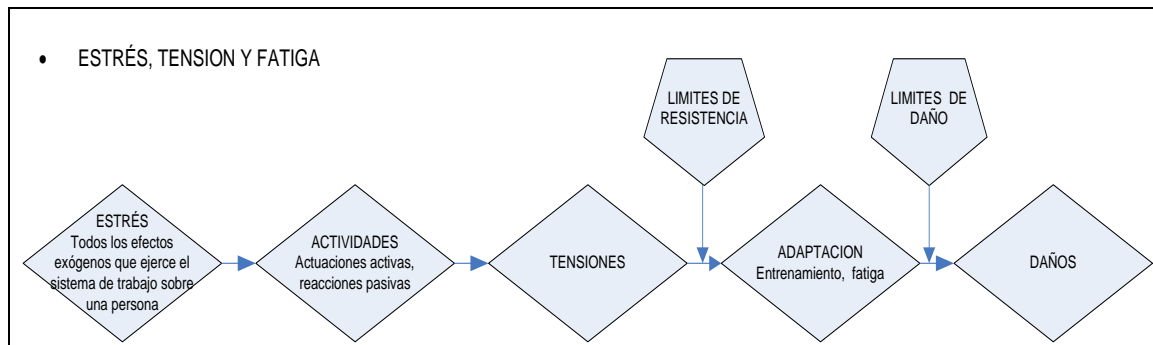
3.8 FATIGA Y RECUPERACION

La fatiga y la recuperación son procesos periódicos en todos los organismos vivos.

3.8.1 Estrés, tensión, fatiga y recuperación

Los conceptos de fatiga y recuperación en el trabajo humano están estrechamente relacionados con los conceptos ergonómicos de estrés y tensión (Ver figura 11).

Figura 11: Estrés, tensión y fatiga



Fuente: <http://www.mtas.es//insht/EncOIT>

El estrés es la suma de todos los parámetros del sistema de trabajo que influyen sobre los trabajadores y que se perciben o se sienten principalmente a través del sistema receptor o que implican un trabajo del sistema efector. Los parámetros del estrés son el resultado de la tarea del trabajo (trabajo muscular o no muscular) y de las condiciones físicas, químicas y sociales bajo las que debe realizarse el trabajo (ruido, clima, iluminación, vibración, turnos de trabajo, etc.).

La intensidad, dificultad, duración y composición de los factores de estrés, es decir, la distribución simultánea y sucesiva de estos requisitos específicos, producen un estrés combinado en el que todos los efectos exógenos del sistema de trabajo actúan sobre el trabajador.

Esta fatiga reduce las funciones fisiológicas y psicológicas y esto puede compensarse a través de la recuperación.

3.8.2 Modelos de fatiga

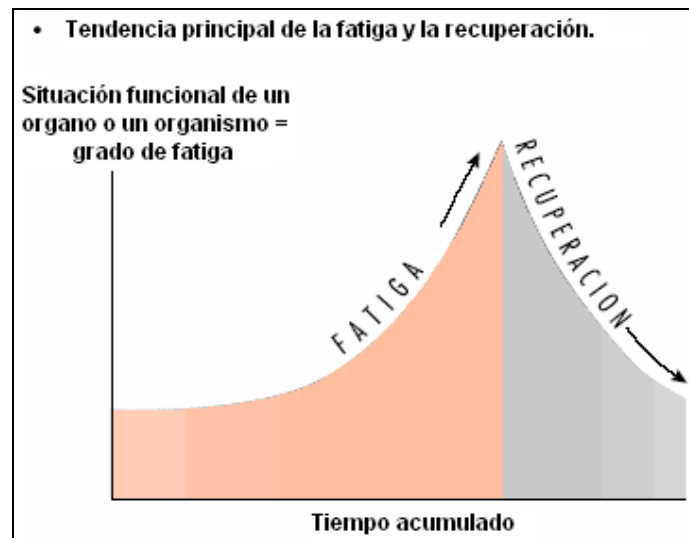
En general, los procesos biológicos de la fatiga no pueden medirse de forma directa, por lo que las definiciones se basan principalmente en los síntomas de la fatiga. Estos síntomas pueden dividirse en las siguientes tres categorías:

1. *Síntomas fisiológicos*: la fatiga se interpreta como una disminución de la función de los órganos o del organismo completo.
2. *Síntoma conductuales*: la fatiga se interpreta principalmente como una disminución de los parámetros del rendimiento.
3. *Síntomas psicofísicos*: la fatiga se interpreta como un aumento en la sensación de agotamiento y un deterioro sensorial, dependiendo de la intensidad, la duración y la composición de los factores de estrés.

En el proceso de la fatiga pueden aparecer los tres tipos de síntomas, pero en distintos momentos. Las reacciones fisiológicas en los sistemas orgánicos, en especial las que están involucradas en el trabajo, pueden ser las primeras en aparecer. Los síntomas fisiológicos pueden producir una crisis en el organismo, cambios en la estructura de la personalidad y agotamiento.

La tendencia principal de la fatiga y la recuperación se muestra en la figura.

Figura 12: Tendencia principal de la fatiga y la recuperación



Fuente: <http://www.mtas.es//insht/EncOIT>

3.9 EL ANALISIS Y DISEÑO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO

El *puesto de trabajo* se debe tratar como un sistema de interrelaciones, compuesto por el conjunto de funciones, tareas, responsabilidades, requisitos y condiciones que se organizan para constituir una nueva unidad de orden superior y adoptar una posición jerárquica en la organización.

Es en el puesto de trabajo donde se concretizan y cumplen los objetivos de la organización. Los objetivos, en el ámbito de la entidad son desagregados por unidades organizativas a partir del proceso de conciliación de los mismos, y éstos a su vez, a nivel de puesto de trabajo en el proceso de comprometimiento del trabajador con ellos. Es aquí precisamente, donde se decide el cumplimiento de los objetivos. Se comprende entonces, que el trabajador que no esté motivado y satisfecho con la propia labor que desempeña, pone en peligro el cumplimiento de los objetivos de toda la organización.

Es precisamente, en el puesto de trabajo donde están contenidas actualmente las potencialidades fundamentales para el logro de la elevación de la productividad y de la motivación del trabajador, y es aquí por lo

general, a donde menos ha recurrido, el conjunto de organizaciones que en un momento u otro han emprendido un proceso de perfeccionamiento de su gestión corporativa, y de su estructura organizativa.

3.9.1 Estrategia en seis puntos para aplicar mejoras ergonómicas en el lugar de trabajo

1. Entrar en contacto con otros trabajadores

- a. Distribuir hojas de información o folletos en el trabajo.
- b. Escuchar lo que otras personas tienen que decir acerca de las cuestiones relativas a la ergonomía.
- c. Escribir los nombres y zonas de trabajo de las personas que experimentan síntomas que puede sospecharse que están provocados por la inaplicación de los principios de la ergonomía.

2. Recoger información para identificar las zonas con problemas

3. Estudiar las zonas en las que se sospecha que hay un problema

- a. Recorrer las zonas con problemas y analizar las tareas laborales.
- b. Empezar a pensar en soluciones, por ejemplo, elevar las mesas, que el trabajo se efectúe por rotación, etc.

4. Recoger recomendaciones de:

- a. Los trabajadores afectados
- b. Los trabajadores de mantenimiento y reparación
- c. El departamento sindical de salud y seguridad (si existe)
- d. Otros especialistas en salud y seguridad.

5. Impulsar los cambios necesarios

El apoyo de los trabajadores (más la pertinente documentación) le alentará a usted para conseguir con la dirección que en los convenios colectivos se tenga en cuenta la salud y seguridad, se atiendan las quejas u otros acuerdos.

6. Comunicar con los trabajadores

La comunicación en ambos sentidos es importante para fomentar y mantener la solidaridad.

3.10 DISEÑO ANTROPOMÉTRICO DEL PUESTO DE TRABAJO

El diseño ergonómico de los puestos y lugares de trabajo se puede plantear a distintos niveles: el diseño físico de cada puesto, el espacio disponible en los lugares de trabajo, la distribución de los puestos y los requisitos del mobiliario de trabajo.

El diseño del puesto debe:

- Permitir la adopción de buenas posturas
- Propiciar la movilidad del trabajador
- Facilitar la visualización y manipulación de los elementos de la tarea.

Para ello es necesario que el diseño del puesto se haga partiendo de las dimensiones antropométricas del colectivo de usuarios.

En el diseño de la zona operativa del puesto es preciso tener en cuenta:

- Los límites de alcance en los planos horizontal y sagital
- La altura del plano de trabajo.
- Los espacios libres del puesto.

En relación con el espacio en los lugares de trabajo, es preciso garantizar unas dimensiones mínimas para las zonas de paso y en el entorno de cada máquina, al mismo tiempo que se respetan las distancias interpersonales.

De forma complementaria, los accesos a cada puesto de trabajo y los espacios libres en cada uno de ellos deben estar diseñados para los individuos de mayor talla y, así mismo, deben permitir la realización de las tareas de reparación y mantenimiento.

Por otra parte, la distribución de los puestos en el lugar de trabajo debería hacerse considerando los aspectos relativos a la organización del trabajo,

el aprovechamiento de la luz natural, las salidas del aire acondicionado, las actividades ruidosas, etc.

El mobiliario de trabajo debería ser regulable y satisfacer los requisitos generales de acabado, resistencia y estabilidad requeridos por la tarea. Dentro del mobiliario debe prestarse especial atención al sistema silla/mesa. Para estos elementos resulta prioritario el cumplimiento de los requisitos de diseño ergonómico.



CAPITULO IV

ERGONOMIA AMBIENTAL

4.1 CONDICIONES NECESARIAS PARA EL CONFORT VISUAL

Los seres humanos poseen una capacidad extraordinaria para adaptarse a su ambiente y a su entorno inmediato. De todos los tipos de energía que pueden utilizar los humanos, la luz es la más importante. La luz es un elemento esencial de nuestra capacidad de ver y necesaria para apreciar la forma, el color y la perspectiva de los objetos que nos rodean en nuestra vida diaria. La mayor parte de la información que obtenemos a través de nuestros sentidos la obtenemos por la vista (cerca del 80 %). El órgano encargado de realizar esta función es el ojo.

Ahora bien, no debemos olvidar que ciertos aspectos del bienestar humano, como nuestro estado mental o nuestro nivel de fatiga, se ven afectados por la iluminación y por el color de las cosas que nos rodean. Desde el punto de vista de la seguridad en el trabajo, la capacidad y el confort visuales son extraordinariamente importantes, ya que muchos accidentes se deben, entre otras razones, a deficiencias en la iluminación o a errores cometidos por el trabajador, a quien le resulta difícil identificar objetos o los riesgos asociados con la maquinaria, los transportes, los recipientes peligrosos, etc.

4.1.1 Factores que determinan el confort visual

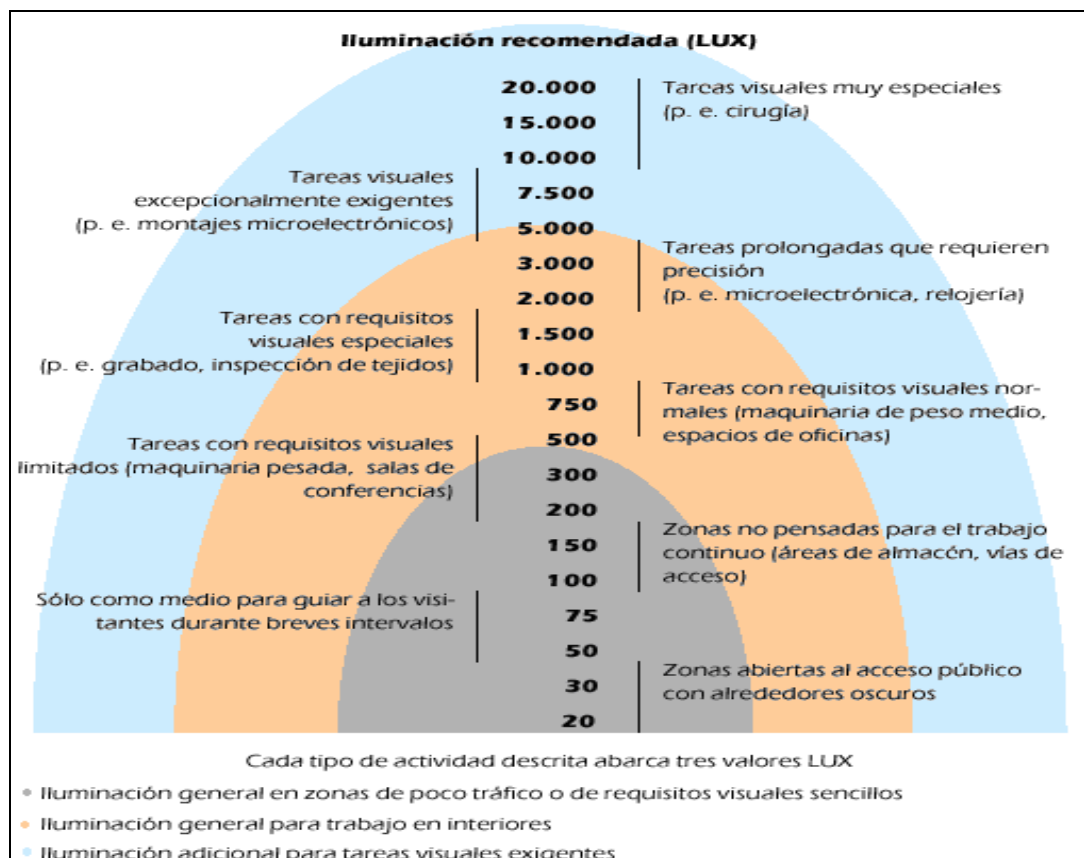
Los requisitos que un sistema de iluminación debe cumplir para proporcionar las condiciones necesarias para el confort visual son los siguientes:

- Iluminación uniforme;
- Iluminancia óptima;
- Ausencia de brillos deslumbrantes;
- Condiciones de contraste adecuadas;

- Colores correctos,
- Ausencia de luces intermitentes o efectos estroboscópicos.

Es importante examinar la luz en el lugar de trabajo no sólo con criterios cuantitativos, sino también cualitativos. El primer paso es estudiar el puesto de trabajo, la precisión que requieren las tareas realizadas, la cantidad de trabajo, la movilidad del trabajador, etc. La luz debe incluir componentes de radiación difusa y directa. El resultado de la combinación de ambos producirá sombras de mayor o menor intensidad, que permitirán al trabajador percibir la forma y posición de los objetos situados en el puesto de trabajo. Deben eliminarse los reflejos molestos, que dificultan la percepción de los detalles, así como los brillos excesivos o las sombras oscuras.

Figura 13: Normas Europeas CENTC 169



Fuente: <http://www.mtas.es//insht/EncOIT>

4.1.2 Niveles de iluminación

Cada actividad requiere un nivel específico de iluminación en el área donde se realiza. En general, cuanto mayor sea la dificultad de percepción visual, mayor deberá ser el nivel medio de la iluminación.

Se suelen ofrecer directrices de niveles mínimos de iluminación asociados a diferentes tareas. El nivel de iluminación se mide con un luxómetro que convierte la energía luminosa en una señal eléctrica, que posteriormente se amplifica y permite una fácil lectura en una escala de lux calibrada. Al elegir un cierto nivel de iluminación para un puesto de trabajo determinado, deberán estudiarse los siguientes puntos:

- La naturaleza del trabajo.
- La reflectancia del objeto y de su entorno inmediato.
- La diferencia con la luz natural y la necesidad de iluminación.
- La edad del trabajador.

CUADRO Nº 08
VALORES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN

NIVEL ILUMINACIÓN EN LUX	TIPO DE TRABAJO
1000 Lux	Joyería y relojería, imprenta
500 a 1000 Lux	Ebanistería
300 Lux	Oficina, Bancos de taller
200 Lux	Industrias conservas, carpinterías metálicas
100 Lux	Salas de máquinas y calderas depósitos y almacenes
50 Lux	Manipulación de mercaderías
20 Lux	Patios galerías y lugares de paso

Fuente: Art. 28 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo



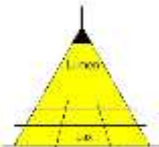

4.1.3 Unidades y magnitudes de iluminación

En el campo de la iluminación se utilizan habitualmente varias magnitudes. Las más básicas son las siguientes:

- **Flujo luminoso:** energía luminosa emitida por una fuente de luz durante una unidad de tiempo. Unidad: lumen (lm).
- **Intensidad luminosa:** flujo luminoso emitido en una dirección determinada por una luz que no tiene una distribución uniforme. Unidad: candela (cd).
- **Nivel de iluminación:** nivel de iluminación de una superficie de un metro cuadrado que recibe un flujo luminoso de un lumen. Unidad: lux = lm/m².
- **Luminancia o brillo fotométrico:** se define para una superficie en una dirección determinada, y es la relación entre la intensidad luminosa y la superficie vista por un observador situado en la misma dirección (superficie aparente). Unidad: cd/m².
- **Contraste:** diferencia de luminancia entre un objeto y su entorno o entre diferentes partes de un objeto.
- **Reflectancia:** proporción de la luz que es reflejada por una superficie. Es una cantidad no dimensional. Su valor varía entre 0 y 1.

A continuación se muestra en el cuadro N° 07 un resumen de las unidades y magnitudes de iluminación.

CUADRO N° 09
UNIDADES Y MAGNITUDES DE ILUMINACIÓN

MAGNITUD	SIMBOLO	UNIDAD	DEFINICIÓN	GRAFICO	FORMULA
FLUJO	Φ	LUMEN (lm)	Cantidad de luz emitida por una fuente de luz en todas las direcciones.		$\Phi = I \times \omega$
INTENSIDAD LUMINOSA	L	CANDELA (cd)	Intensidad luminosa de una fuente puntual que emite un flujo luminoso de un lumen en un ángulo sólido de un esteradian.		$I = \Phi / \omega$
NIVEL DE ILUMINACION (ILUMINANCIA)	E	LUX (lx)	Flujo luminoso de un lumen que recibe una superficie de 1 m ² .		$E = \Phi / S$
LUMINANCIA	L	CANDELA por m ² (cd/m ²) por cm ² (cd/cm ²)	Intensidad luminosa de una candela por unidad de superficie.		$L = I / S$

Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Factores que afectan a la visibilidad de los objetos

El grado de seguridad con que se ejecuta una tarea depende, en gran parte, de la calidad de la iluminación y de las capacidades visuales. La visibilidad de un objeto puede resultar alterada de muchas maneras. Una de las más importantes es el contraste de luminancias debido a factores de reflexión, a sombras, o a los colores del propio objeto y a los factores de reflexión del color. Lo que el ojo realmente percibe son las diferencias de luminancia entre un objeto y su entorno o entre diferentes partes del mismo objeto. En la siguiente tabla se muestran los contrastes entre colores por orden descendente.

CUADRO N° 10
CONTRASTE DE COLORES

Contrastes de color por orden descendiente	
Color del objeto	Color del fondo
Negro	Amarillo
Verde	Blanco
Rojo	Blanco
Azul	Blanco
Blanco	Azul
Negro	Blanco
Amarillo	Negro
Blanco	Rojo
Blanco	Verde
Blanco	Negro

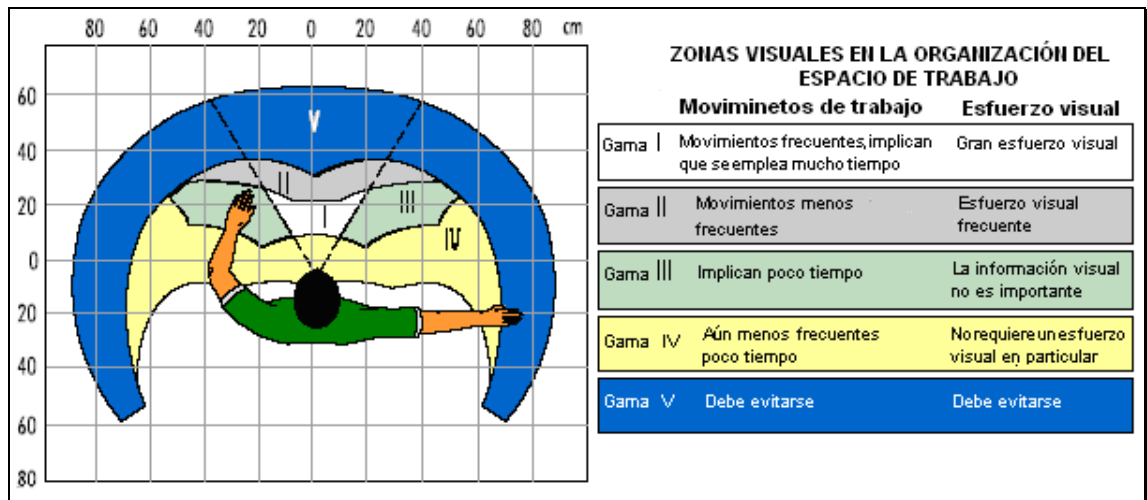
Fuente: <http://www.laszlo.com.ar>

La luminancia de un objeto, de su entorno y del área de trabajo influye en la facilidad con que puede verse un objeto.

Por consiguiente, es de suma importancia analizar minuciosamente el área donde se realiza la tarea visual y sus alrededores.

Otro factor es el tamaño del objeto a observar, que puede ser adecuado o no, en función de la distancia y del ángulo de visión del observador. Los dos últimos factores determinan la disposición del puesto de trabajo, clasificando las diferentes zonas de acuerdo con su facilidad de visión. Podemos establecer 5 zonas en el área de trabajo.

Figura 14: Distribución de las zonas visuales en el puesto de trabajo



Fuente: <http://www.mtas.es//insht>

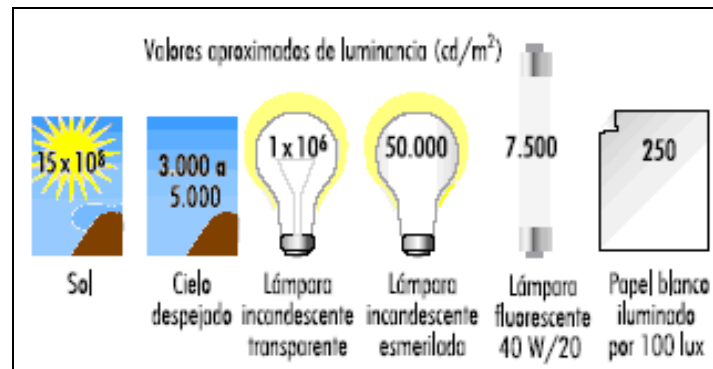
4.1.5 Distribución de la luz; deslumbramiento

Son los factores esenciales en las condiciones que afectan a la visión. Por lo que se refiere a la distribución de la luz, es preferible tener una buena iluminación general en lugar de una iluminación localizada, con el fin de evitar deslumbramientos. Por esta razón, los accesorios eléctricos deberán distribuirse lo más uniformemente posible con el fin de evitar diferencias de intensidad luminosa. Cuando existe una fuente de luz brillante en el campo visual se producen brillos deslumbrantes; el resultado es una disminución de la capacidad de distinguir objetos.

El deslumbramiento puede ser directo (cuando su origen está en fuentes de luz brillante situadas directamente en la línea de visión) o reflejado (cuando la luz se refleja en superficies de alta reflectancia). En el deslumbramiento participan los factores siguientes:

1. **Luminancia de la fuente de luz:** la máxima luminancia tolerable por observación directa es de 7.500 cd/m². En la siguiente figura se recogen algunos de los valores aproximados de luminancia para varias fuentes de luz.

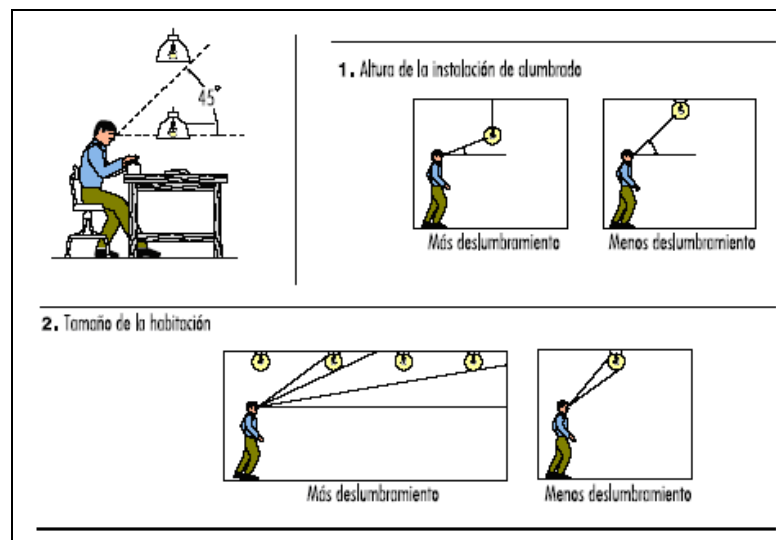
Figura 15: Valores aproximados de luminancia



Fuente: <http://www.mtas.es//insht>

2. **Ubicación de la fuente de luz:** el deslumbramiento se produce cuando la fuente de luz se encuentra en un ángulo de 45 grados con respecto a la línea de visión del observador. Las figuras siguientes ilustran maneras y métodos de evitar el deslumbramiento directo y reflejado.

Figura 16: Factores que afectan al deslumbramiento.



Fuente: <http://www.mtas.es//insht>

En general, se produce más deslumbramiento cuando las fuentes de luz están montadas a poca altura o en grandes habitaciones, porque así ubicadas pueden entrar fácilmente en el ángulo de visión que provoca deslumbramiento.

3. Distribución de luminancias entre diferentes objetos y superficies: cuanto mayores sean las diferencias de luminancia entre los objetos situados en el campo de visión, más brillos se crearán y mayor será el deterioro de la capacidad de ver provocado por los efectos ocasionados en los procesos de adaptación de la visión. Los valores máximos recomendados de disparidad de luminancias son:

- Tarea visual: superficie de trabajo = 3:1.
- Tarea visual: alrededores = 10:1.

4. Tiempo de exposición: incluso las fuentes de luz de baja luminancia pueden provocar deslumbramiento si se prolonga demasiado la exposición.

4.1.6 Sistemas de iluminación

El nivel de iluminación de las fuentes naturales no es uniforme, se necesita un sistema de iluminación artificial. Los sistemas de iluminación más utilizados son los siguientes:

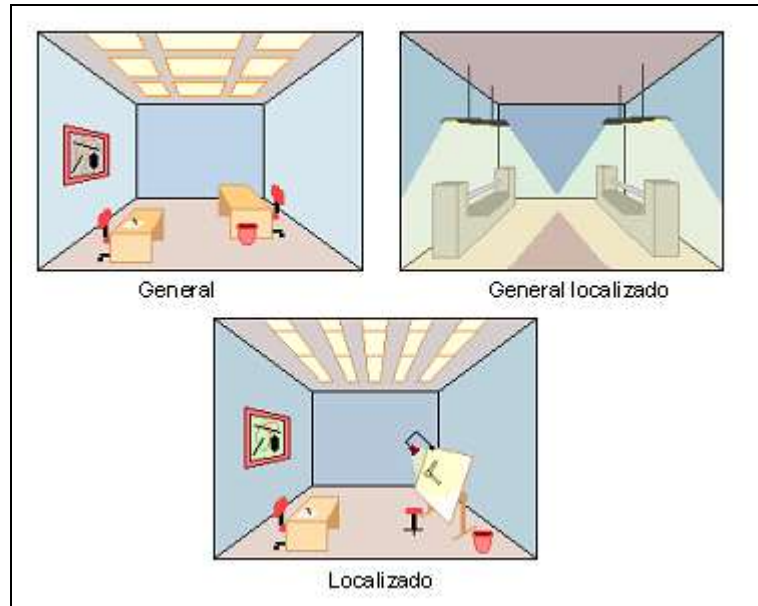
4.1.6.1 Iluminación general uniforme

Las fuentes de luz se distribuyen uniformemente sin tener en cuenta la ubicación de los puestos de trabajo. El nivel medio de iluminación debe ser igual al nivel de iluminación necesario para la tarea que se va a realizar.

Estos sistemas son utilizados principalmente en lugares de trabajo donde no existen puestos fijos. Debe tener tres características fundamentales: primero, estar equipado con dispositivos antibrillos (rejillas, difusores, reflectores, etc.); segundo, debe distribuir una fracción de la luz hacia el techo y la parte superior de las paredes, y tercero, las fuentes de luz

deben instalarse a la mayor altura posible, para minimizar los brillos y conseguir una iluminación lo más homogénea posible.

Figura 17: Sistemas de Iluminación

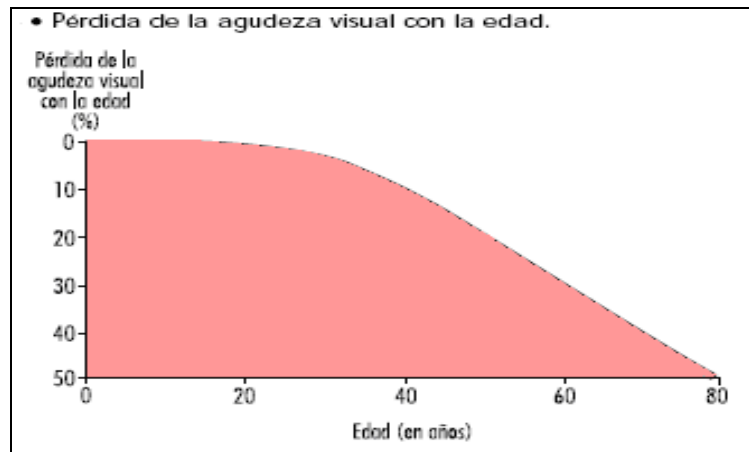


Fuente: edison.upc.es/curs/llum/interior/iluint1.html

4.1.6.2 Iluminación general e iluminación localizada de apoyo

Se trata de un sistema que intenta reforzar el esquema de la iluminación general situando lámparas junto a las superficies de trabajo. Las lámparas suelen producir deslumbramiento y los reflectores deberán situarse de modo que impidan que la fuente de luz quede en la línea directa de visión del trabajador. Se recomienda utilizar iluminación localizada cuando las exigencias visuales sean cruciales, como en el caso de los niveles de iluminación de 1.000 lux o más. Generalmente, la capacidad visual del trabajador se deteriora con la edad, lo que obliga a aumentar el nivel de iluminación general o a complementarlo con iluminación localizada. En la figura 18 se aprecia claramente este fenómeno.

Figura 18: Pérdida de la agudeza visual con la edad



Fuente: <http://www.mtas.es//insht>

4.1.6.3 Iluminación general localizada

Es un tipo de iluminación con fuentes de luz instalada en el techo y distribuidas teniendo en cuenta dos aspectos: las características de iluminación del equipo y las necesidades de iluminación de cada puesto de trabajo. Está indicado para aquellos espacios o áreas de trabajo que necesitan un alto nivel de iluminación y requiere conocer la ubicación futura de cada puesto de trabajo con antelación a la fase de diseño.

4.2 COLOR: CONCEPTOS BÁSICOS

Elegir el color adecuado para un lugar de trabajo contribuye en gran medida a la eficiencia, la seguridad y el bienestar general de los empleados. Del mismo modo, el acabado de las superficies y de los equipos que se encuentran en el ambiente de trabajo contribuye a crear condiciones visuales agradables y un ambiente de trabajo agradable.

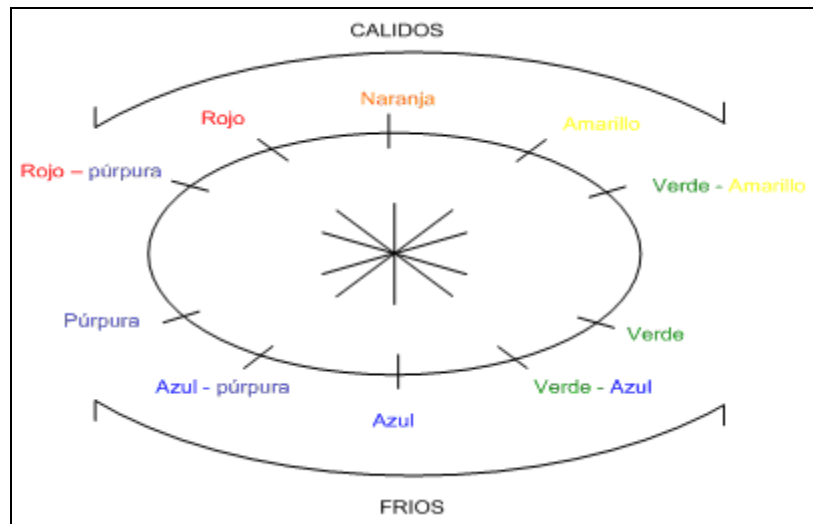
Nuestra percepción del color de un objeto depende del color de la luz con la que se ilumina y de la manera en que el propio objeto refleja la luz.

Las lámparas pueden clasificarse en tres categorías, en función de la coloración de la luz que emiten:

- **Color cálido:** para usos residenciales se recomienda una luz blanca de tono rojizo;
- **Color intermedio:** para ambientes de trabajo se recomienda una luz blanca,
- **Color frío:** para tareas que requieren un alto nivel de iluminación o para climas calientes, se recomienda una luz blanca de tono azulado.

Los colores también pueden clasificarse en calientes o fríos según su tonalidad la figura.

Figura 19: Tonalidades de colores “calidos” y “fríos”



Fuente: Elaboración propia

4.2.1 Contraste y temperatura de diferentes colores

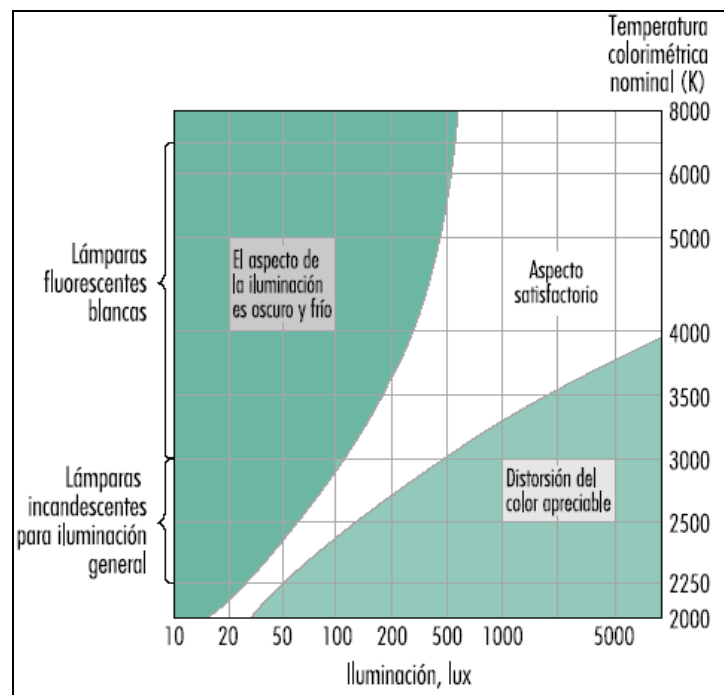
Los contrastes de color resultan afectados por el color de la luz elegida y, por esa razón, de ello dependerá la calidad de la iluminación en una aplicación concreta. El color de la luz que se va a utilizar deberá decidirse en función de la tarea que se deba realizar bajo ella. Si el color es próximo al blanco, la reproducción del color y la difusión de la luz serán mejores.

Cuanta más luz se aproxime al extremo rojo del espectro, peor será la reproducción del color, pero el ambiente será más cálido y atractivo.

La coloración de la iluminación no sólo depende del color de la luz, sino también de la intensidad luminosa. La temperatura colorimétrica está relacionada con las diferentes formas de iluminación. La sensación de satisfacción con la iluminación de un ambiente determinado depende de esta temperatura.

Kruithof definió, a través de observaciones empíricas, un diagrama de bienestar para diferentes niveles de iluminación y temperaturas colorimétricas en un ambiente determinado.

Figura 20: Diagrama de confort en función de la iluminación y las temperaturas colorimétrica



Fuente: <http://www.mtas.es//insht>

De este modo, demostró que es posible sentirse cómodo en ciertos ambientes con bajos niveles de iluminación si la temperatura colorimétrica también es baja.

4.2.2 Combinación y elección de los colores

La elección de los colores es muy relevante si la estudiamos conjuntamente con aquellas funciones en las que es importante

identificar los objetos que se han de manipular. También es relevante a la hora de delimitar vías de comunicación y en aquellas tareas que requieren un contraste nítido.

La elección de la tonalidad no es una cuestión tan importante como la elección de las cualidades reflectantes apropiadas de una superficie. Existen varias recomendaciones que pueden aplicarse a este aspecto de las superficies de trabajo:

1. **Techos:** la superficie de un techo debe ser lo más blanca posible (con un factor de reflexión del 75 al 95 %), porque entonces reflejará la luz de manera difusa, disipando la oscuridad y reduciendo los brillos de otras superficies. A ello se añade el ahorro en iluminación artificial.

2. **Paredes y suelos:** las superficies de las paredes situadas a nivel de los ojos pueden provocar deslumbramiento. Los colores pálidos con factores de reflexión del 40 al 60 % suelen ser adecuados para las paredes. Aunque las pinturas brillantes tienden a durar más tiempo que los colores mate, son más reflectantes. Por consiguiente, las paredes deberán tener un acabado mate o semibrillante.

Los acabados de los suelos deberán ser de colores ligeramente más oscuros que las paredes y los techos para evitar brillos. El factor de reflexión de los suelos debe oscilar entre el 15 y el 35 %.

3. **Equipo:** las superficies de trabajo, mesas y maquinaria deberán tener factores de reflexión de entre un 25 y 45 %. Los equipos deberán tener un acabado duradero de un color puro (grises o marrones claros) y el material no deberá ser brillante.

CUADRO N° 11
GRADOS DE REFLEXIÓN RECOMENDADOS PARA LUGARES DE
TRABAJO

SUPERFICIE	GRADO DE REFLEXION EN %
Techos	70 - 95
Paredes	40 - 60
Piso	15 - 35
Mobiliario	25 - 45
Maquina, aparatos	30 - 50
Tablero de instrumentos, panel	80 - 100
Tablero de instrumentos, entornos	20 - 40

Fuente: <http://www.mtas.es//insht>

Los colores también afectan al nivel de estímulo de una persona: los colores cálidos tienden a activar y relajar, mientras los colores fríos se utilizan para inducir al individuo a liberar su energía.

Es posible citar varias normas prácticas básicas y generales que pueden contribuir a crear un ambiente habitable.

- Los colores brillantes provocan sentimientos de confort, estímulo y serenidad, mientras los colores oscuros tienden a tener un efecto deprimente.
- Las fuentes de luz de colores cálidos ayudan a reproducir bien los colores cálidos. Los objetos de colores cálidos son más agradables a la vista con luz cálida que con luz fría.
- Los colores claros y apagados (pasteles) son muy apropiados como colores de fondo, mientras que los objetos deben tener colores ricos y saturados.
- Los colores cálidos excitan el sistema nervioso y transmiten la sensación de que aumenta la temperatura.

- Los colores fríos son preferibles para objetos. Tienen un efecto calmante y pueden utilizarse para producir el efecto de curvatura. Los colores fríos contribuyen a crear una sensación de descenso de la temperatura.
- La sensación de color de un objeto depende del color de fondo y del efecto de la fuente de luz sobre su superficie.
- Los ambientes físicamente fríos o calientes pueden atemperarse utilizando iluminación cálida o fría, respectivamente.
- La intensidad de un color será inversamente proporcional a la parte del campo visual normal que ocupe.

En la siguiente tabla figuran algunos de los factores de reflexión para diferentes colores y materiales.

CUADRO N° 12
PODER REFLECTANTE DE ALGUNOS COLORES Y MATERIALES

COLOR	REFL. %	MATERIAL	REFL. %
Blanco	70-75	Revoque claro	35-55
Crema claro	70-80	Revoque oscuro	20-30
Amarillo claro	50-70	Hormigón claro	30-50
Verde claro	45-70	Hormigón oscuro	15-25
Gris claro	45-70	Ladrillo claro	30-40
Celeste claro	50-70	Ladrillo oscuro	15-25
Rosa claro	45-70	Marmol blanco	60-70
Marrón claro	30-50	Granito	15-25
Negro	4-6	Madera clara	30-50
Gris oscuro	10-20	Madera oscura	10-25
Amarillo oscuro	40-50	Vidrio plateado	80-90
Verde oscuro	10-20	Aluminio mate	55-60
Azul oscuro	10-20	Aluminio pulido	80-90
Rojo oscuro	10-20	Acero pulido	55-65

Fuente: <http://www.laszlo.com.ar>

En cualquier caso, la identificación por colores sólo deberá emplearse cuando sea verdaderamente necesario, ya que sólo funcionará correctamente si no hay demasiados objetos destacados por su color.

CONDICIONES NECESARIAS PARA EL CONFORT TERMICO

Durante toda su vida, los seres humanos mantienen la temperatura corporal dentro de unos límites de variación muy estrechos y protegidos a toda costa. Los seres humanos pueden soportar temperaturas internas inferiores a 35°C o superiores a 41°C, aunque sólo durante períodos muy cortos de tiempo. Para mantener la temperatura interna dentro de esos límites, el ser humano ha desarrollado unas respuestas fisiológicas muy eficaces, y en algunos casos especializados, al estrés térmico agudo.

4.3.1 Trastornos producidos por el calor

Una elevada temperatura ambiente, o humedad, un esfuerzo extenuante o una disipación insuficiente del calor pueden causar una serie de trastornos, entre ellos los trastornos sistémicos.

4.3.1.1 Trastornos sistémicos

Los calambres por calor, el agotamiento por calor y el golpe de calor tienen importancia clínica. Los mecanismos responsables de estos trastornos sistémicos son una insuficiencia circulatoria, un desequilibrio hídrico y electrolítico y/o hipertermia (elevada temperatura corporal). El más grave de todos ellos es el golpe de calor, que puede provocar la muerte si no se trata rápida y correctamente.

- **Síncope por calor:** El síncope es una pérdida de conocimiento temporal como resultado de la reducción del riego cerebral que suele ir precedido por palidez, visión borrosa, mareo y náuseas. Puede ocurrir en personas expuestas a estrés por calor.

- **Edema por calor:** En personas no aclimatadas expuestas a un ambiente caluroso puede aparecer edema leve dependiente, es decir, la hinchazón de manos y pies. Suele afectar a las mujeres y desaparece con la aclimatación.
- **Calambres por calor:** Los calambres por calor pueden aparecer tras una intensa sudoración como consecuencia de un trabajo físico prolongado. Aparecen espasmos dolorosos en las extremidades y en los músculos abdominales sometidos a un trabajo intenso y a la fatiga, aunque la temperatura corporal apenas aumenta. El tratamiento de los calambres por calor consiste en interrumpir la actividad, descansar en un lugar fresco y reponer los líquidos y electrolitos perdidos.
- **Agotamiento por calor:** El agotamiento se produce como resultado de una deshidratación severa tras perderse una gran cantidad de sudor.

El tratamiento consiste en trasladar a la víctima a un lugar fresco, permitir que descansa tumbada con las rodillas levantadas, humedecer su cuerpo con una toalla o esponja fría y reponer los líquidos perdidos por vía oral o, si la ingestión oral es imposible, por infusión intravenosa.

Los síntomas más frecuentes son cefalea, atontamiento, debilidad, fatiga, náuseas, vómitos, diarrea, anorexia, espasmos musculares y confusión mental.

- **Golpe de calor:** El golpe de calor es una urgencia médica grave que puede provocar la muerte ya que se caracteriza por una hipertemia incontrolada que causa lesiones en los tejidos. Las personas que trabajan o realizan esfuerzos físicos intensos en ambientes calurosos y húmedos corren un alto riesgo de sufrir un trastorno por calor inducido por el esfuerzo, ya sea agotamiento por calor o golpe de calor.

Las características del golpe de calor se define por tres criterios: hipertermia severa con una temperatura interna normalmente

superior a 42 °C, alteraciones del sistema nervioso central, piel caliente y seca con cese de la sudoración.

4.3.2 Prevención del estrés por calor

Los candidatos a puestos de trabajo expuestos al calor deben encontrarse en un buen estado de salud general y poseer atributos físicos adecuados para el trabajo que deben realizar.

A continuación se comentan algunas de las características físicas y fisiológicas que pueden influir en la tolerancia al calor y que se dividen en dos grandes categorías: características intrínsecas fuera del control del individuo y características adquiridas, que al menos en parte pueden ser controladas por la persona y que son aptitud física, aclimatación al calor, obesidad, trastornos de la salud y estrés autoinducido.

Los trabajadores deben ser informados de la naturaleza del estrés por calor y sus efectos nocivos, así como de las medidas protectoras ofrecidas en el lugar de trabajo. Deben saber que la tolerancia al calor depende en gran medida de la ingesta de suficiente cantidad de agua y de una dieta equilibrada.

4.3.3 *Características del ser humano que influyen en la adaptación*

- **Dimensiones corporales.** Los hombres que pesan menos de 50.00 kg corren un mayor riesgo de sufrir un trastorno por calor cuando realizan actividades mineras a grandes profundidades.
- **Sexo.** Existen algunas ligeras diferencias entre los dos sexos en cuanto a los mecanismos de disipación del calor: las tasas máximas de sudoración son más elevadas en el hombre y pueden aumentar su tolerancia en ambientes extremadamente calurosos y secos, mientras que las mujeres están mejor capacitadas para suprimir una sudoración excesiva y, por tanto, puede conservar el agua corporal y el calor, en ambientes calurosos y húmedos.

- **Etnicidad.** Las diferencias étnicas en las respuestas al estrés térmico están probablemente más relacionadas con las dimensiones corporales y el estado nutricional que con los rasgos intrínsecos de cada raza.
- **Edad.** Las poblaciones industriales muestran generalmente un declive gradual en la tolerancia al calor a partir de los 50 años de edad. La edad no parece reducir la tolerancia al calor ni la capacidad de aclimatación si la persona mantiene un alto nivel de acondicionamiento aeróbico. Con todo, el envejecimiento de la población se asocia a una mayor incidencia de enfermedades cardiovasculares y otras patologías que pueden reducir la tolerancia individual al calor.
- **Capacidad física.** La capacidad aeróbica máxima es probablemente el principal determinante de la capacidad de una persona para realizar un trabajo físico prolongado en condiciones de calor.

En algunos casos, la actividad laboral proporciona la preparación física necesaria, pero la mayoría de los puestos de trabajo en la industria son menos extenuantes y deben complementarse con un programa de ejercicio regular para adquirir una forma física óptima.

- **Aclimatación al calor.** La aclimatación al trabajo en ambientes calurosos puede aumentar considerablemente la tolerancia del ser humano a este factor de estrés, de manera que una tarea que en un principio la persona no aclimatada es incapaz de realizar, se convierte en un trabajo más fácil al cabo de un período de ajuste gradual. La estación afecta también a la duración de este proceso; los trabajadores contratados en verano pueden estar ya parcialmente aclimatados al calor, mientras que los contratados en invierno necesitarán un período más largo de ajuste.
- **Obesidad.** Un alto contenido de grasa corporal tiene escaso efecto en la regulación térmica, ya que para la disipación de calor en la piel participan los capilares y las glándulas sudoríparas que se

encuentran más cerca de la superficie de la piel que de la capa de grasa subcutánea.

Además, la obesidad suele reflejar un estilo de vida sedentario que reduce la capacidad aeróbica y dificulta la aclimatación al calor.

4.4 CONFORT SONORO

El ruido es uno de los peligros laborales más comunes. Estos niveles de ruido son potencialmente peligrosos para su audición y pueden producir además otros efectos perjudiciales.

El ruido peligroso no derrama sangre, no rompe huesos, no da mal aspecto a los tejidos; los trabajadores que pueden aguantar los primeros días o semanas de exposición, suelen tener la sensación de “haberse acostumbrado” al ruido. Sin embargo, lo más probable es que hayan comenzado a sufrir una pérdida temporal de la audición, que disminuye su sensibilidad auditiva durante la jornada laboral y que a menudo persiste durante la noche. Esa pérdida auditiva avanza luego de manera insidiosa, ya que aumenta gradualmente a lo largo de meses y años, y pasa en gran medida inadvertida hasta alcanzar proporciones discapacitantes.

Muchos trabajadores de todo el mundo experimentan exposiciones muy peligrosas, muy por encima de los 85 o 90 dBA.

4.4.1 Los efectos del ruido

La pérdida de la capacidad auditiva es el efecto perjudicial del ruido más conocido y probablemente el más grave, pero no el único. Otros efectos nocivos son los acúfenos (sensación de zumbido en los oídos), la interferencia en la comunicación hablada y en la percepción de las señales de alarma, las alteraciones del rendimiento laboral, las molestias y los efectos extraauditivos.

En la mayoría de las circunstancias, la protección de la audición de los trabajadores debe servir de protección contra la mayoría de estos otros efectos

4.4.2 Deterioro auditivo

El deterioro auditivo inducido por ruido es muy común, pero a menudo se subestima porque no provoca efectos visibles ni, en la mayoría de los casos, dolor alguno. Sólo se produce una pérdida de comunicación gradual y progresiva con familiares y amigos y una pérdida de sensibilidad a los sonidos del entorno, como el canto de los pájaros o la música. Por desgracia, la capacidad de oír correctamente suele darse por supuesta hasta que se pierde.

Estas pérdidas pueden ser tan graduales que pasan inadvertidas hasta que el deterioro resulta discapacitante. La primera señal suele ser que los demás parecen no hablar tan claramente como solían. La persona afectada tiene que pedir a los demás que le repitan y a menudo observa cómo éstas se molestan por su aparente falta de consideración. A medida que aumenta la pérdida auditiva, el afectado comienza a retraerse de las relaciones sociales. Los actos religiosos, las reuniones cívicas, las reuniones sociales o los espectáculos comienzan a perder su atractivo y la persona prefiere quedarse en casa. Con el tiempo, la presbiacusia, o pérdida de capacidad auditiva que acompaña de manera natural al proceso de envejecimiento, se suma a la deficiencia auditiva.

4.4.2.1 Deterioro auditivo de origen laboral

El deterioro auditivo inducido por ruido suele considerarse enfermedad laboral, no lesión, porque su progresión es gradual. Es muy raro que se produzca una pérdida auditiva inmediata y permanente por efecto de un incidente ensordecedor, como una explosión, o un proceso muy ruidoso, como el remachado en acero. En tales casos, se entiende que se trata de una lesión y

se habla de “traumatismo acústico”. Lo habitual, como ya se ha señalado, es que se produzca una lenta disminución de la capacidad auditiva a lo largo de muchos años. El grado de deterioro dependerá del nivel del ruido, de la duración de la exposición y de la sensibilidad del trabajador en cuestión. Lamentablemente, no existe tratamiento médico para el deterioro auditivo de carácter laboral; sólo existe la prevención.

La pérdida auditiva provocada por ruido suele ser, al principio, temporal. En el curso de una jornada ruidosa, el oído se fatiga y el trabajador experimenta una reducción de su capacidad auditiva conocida como *desviación temporal del umbral* (Temporary Threshold Shift, TTS). Entre el final de un turno de trabajo y el principio del siguiente, el oído suele recuperarse de gran parte de esta TTS, pero a menudo parte de la pérdida persiste. Tras días, meses y años de exposición, la TTS da lugar a efectos permanentes y comienzan a acumularse nuevas carencias por TTS sobre las pérdidas ya permanentes.

4.4.2.2 Deterioro auditivo de origen no laboral

Es importante comprender que el ruido en el trabajo no es la única causa de pérdida auditiva inducida por ruido entre los trabajadores. Hay también fuentes de ruido extralaborales que producen lo que a veces se llama “socioacusia” y cuyos efectos sobre la audición son imposibles de diferenciar de aquellos otros. Tan sólo cabe establecer suposiciones, planteando preguntas detalladas acerca de las actividades recreativas y otras actividades ruidosas desarrolladas por el trabajador.

La exposición a ruidos no laborales y la socioacusia resultante tienen importancia porque esta pérdida auditiva se suma a la que puede sufrirse por la exposición a fuentes de ruido de carácter laboral.

4.5 NORMAS Y REGLAMENTACIONES

En materia de ruido en el trabajo, los términos *reglamentación*, *norma* y *legislación* se utilizan a menudo de manera indistinta, aunque técnicamente pueden tener significados ligeramente diferentes.

Una norma es un conjunto de reglas o directrices codificadas, muy similar a una reglamentación, pero que puede elaborarse bajo los auspicios de un grupo de consenso, como la Organización Internacional de Normalización (ISO). Una legislación consta de leyes prescritas por autoridades legislativas o gobiernos locales.

4.5.1 Normas de consenso

Una de las normas más utilizadas en materia de ruido es la ISO 1999, titulada “Acústica: determinación de la exposición al ruido en el trabajo y estimación del deterioro auditivo inducido por ruido (*Acoustics: Determination of Occupational Noise Exposure and Estimate of Noise-Induced Hearing Impairment*, ISO 1990)”.

La ISO es normalmente muy activa en el campo de la normalización en materia de ruido.

CAPITULO V

DISEÑO ERGONOMICO DEL PUESTO DE TRABAJO

5.1 CONFORMACIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO

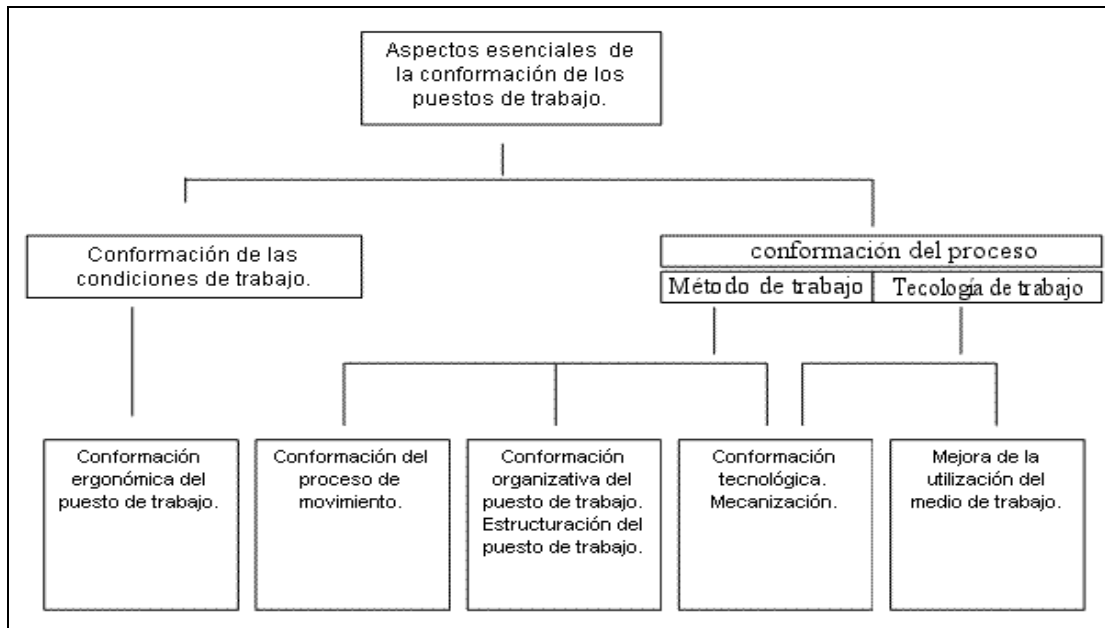
Se define como conformación de un puesto de trabajo o toda aquella actividad destinada a diseñar un lugar en donde se desarrolle en el futuro una tarea laboral; comprendiendo a todos los elementos necesarios, espacio, iluminación, ventilación, herramientas, mesas, máquinas, sillas, etc.

Como reconformación se define a la actividad que consiste en analizar un puesto existente y corregirle los defectos para obtener mayor confort y rendimiento.

Para facilitar las definiciones y el planteo de los criterios de trabajo solo mencionaremos la palabra conformación al referirnos a dar forma o corregir un puesto de trabajo.

La conformación de un sistema laboral no es algo fácil de realizar, si para ello se tiene en cuenta todos los factores como los psicicos-físicos del ser humano, además de los mencionados.

Figura 21: Aspectos esenciales de la conformación del puesto de trabajo.



Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

Para poder hacer la conformación con corrección se deberá encarar bajo varios puntos de vista en forma independiente, de manera que al ir haciendo el trabajo de conformación en forma secuencial se tendrá al finalizar, un lugar apto para desarrollar la tarea.

Analizando los aspectos esenciales del estudio del trabajo, se tiene lo siguiente:

- Conformación ergonómica del puesto de trabajo.
- Conformación de movimiento

Debido al continuo desarrollo técnico que llega hasta la automatización, el estudio del trabajo también debe dedicarse cada vez más a realizar:

- Conformación organizativa del puesto de trabajo, estructuración del trabajo.
- La conformación tecnológica y mecanización, así como:
- La utilización de los medios del trabajo.

Los criterios de rentabilidad y aspectos humanos se hallan cabalmente considerados cuando se ha conformado un puesto de trabajo que garantice:

- Una elevada producción cuantitativa, (reduciendo tiempo de tarea).
- Por lo menos una calidad suficiente, (sin errores).
- Una sollicitación razonable del hombre en el puesto.
- Seguridad e higiene, (sanidad).

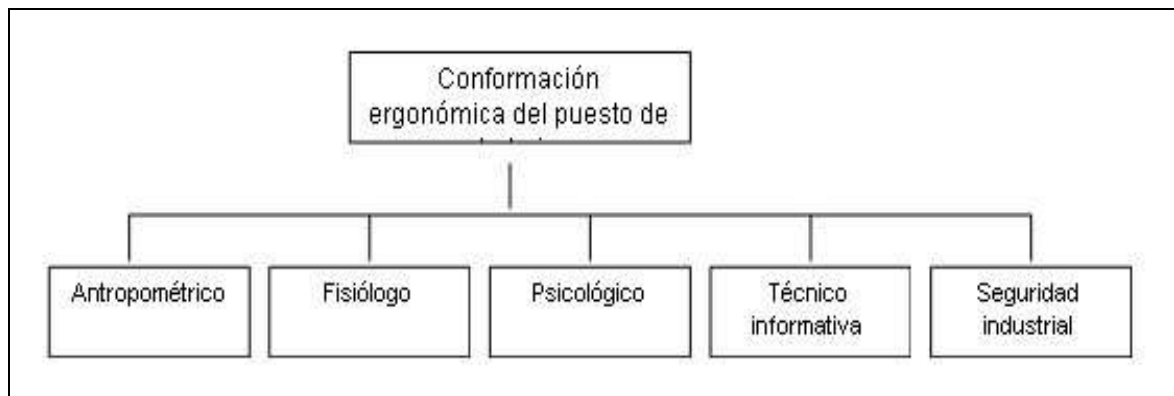
Estrechamente vinculada con la conformación del puesto de trabajo se halla al diseño y desarrollo de los medios de trabajo.

5.2 CONFORMACION ERGONOMICA DEL PUESTO DE TRABAJO

Al tener en cuenta la conformación ergonómica de un puesto de trabajo se considera simultáneamente la adaptación del trabajo al hombre.

La conformación ergonómica de un puesto de trabajo abarca varias áreas específicas las que se denotan en el siguiente gráfico (Ver figura 22).

Figura 22: Áreas específicas de la conformación ergonómica del puesto de trabajo.



Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

5.3 DIMENSIONES FUNCIONALES DEL CUERPO

Las dimensiones funcionales del cuerpo se toman a partir de las posiciones del cuerpo resultante del movimiento.

Aunque las dimensiones estructurales del cuerpo resultan útiles para determinadas finalidades de diseño, las dimensiones funcionales son, probablemente, mucho más útiles para la mayoría de los problemas del diseño. En la mayor parte de las circunstancias de la vida, nadie permanece inactivo (ni tan siquiera cuando duerme).

El postulado central sobre el uso de las dimensiones funcionales se relaciona con el hecho de que, al realizar funciones físicas, los miembros del cuerpo de un individuo no operan independientemente, sino más bien concertados.

Por ejemplo, el límite práctico del alcance del brazo no es la mera consecuencia de la longitud del brazo, pues también resulta afectado, en parte, por el movimiento del hombro, la rotación parcial del tronco, la posible curvatura de la espalda y la función que debería llevar a cabo la mano.

Esta y otras variables son las que hacen difícil, o como mínimo arriesgado, el intentar resolver todos los problemas de espacio y dimensión sobre la base de las dimensiones estructurales del cuerpo.

5.4 LAS HERRAMIENTAS MANUALES

Para evitar problemas de salud y mantener la productividad del trabajador, las herramientas manuales deben ser diseñadas de manera que se adapten tanto a la persona como a la tarea. Unas herramientas bien diseñadas pueden contribuir a que se adopten posiciones y movimientos correctos y aumentar la productividad. Siga las siguientes normas al seleccionar las herramientas manuales:

- Escoja herramientas que permitan al trabajador emplear los músculos más grandes de los hombros, los brazos y las piernas, en lugar de los músculos más pequeños de las muñecas y los dedos.
- Evite sujetar una herramienta continuamente levantando los brazos o tener agarrada una herramienta pesada.

- Escoja asas y mangos lo bastante grandes como para ajustarse a toda la mano; de esa manera disminuirá toda presión incómoda en la palma de la mano o en las articulaciones de los dedos y la mano.
- No elija herramientas que tengan asas perfiladas; se ajustan sólo a un tamaño de mano y hacen presión sobre las manos si no son del tamaño adecuado.
- Las asas deben llevar un buen aislamiento eléctrico y no tener ningún borde ni espinas cortantes. Recubra las asas con plástico para que no resbalen.
- Evite utilizar herramientas que obliguen a la muñeca a curvarse o adoptar una posición extraña.
- Las herramientas deben ajustarse a los trabajadores zurdos o diestros.

5.4.1 La naturaleza del agarre

Las características del agarre se han definido en términos de *agarre de fuerza*, *agarre de precisión* y *agarre de gancho*, con los que pueden llevarse a cabo prácticamente todas las actividades humanas manuales.















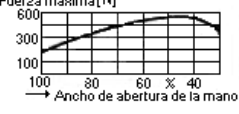
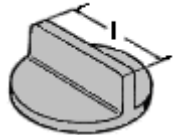
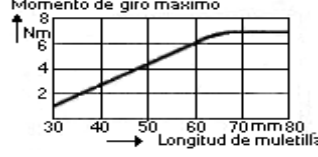
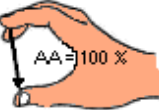
En un *agarre de fuerza*, como el que se aplica para clavar con un martillo, la herramienta se sujeta mediante una abrazadera formada por los dedos, parcialmente flexionados. En un *agarre de precisión*, como el que se utiliza cuando se ajusta un tornillo, la herramienta queda sujeta entre la parte flexora de los dedos y el pulgar. Un agarre de precisión proporciona sólo el 20 % de la fuerza de un agarre de fuerza. Las herramientas pesadas deberán diseñarse de forma que puedan transportarse con este tipo de agarre.

5.4.2 Fuerza del agarre y dimensiones de la mano

El uso de una herramienta requiere fuerza. La fuerza efectiva de compresión está en función de la fuerza aplicada y la distancia requerida por la herramienta. Para una distancia óptima, es decir, entre

45 y 55mm para hombres y mujeres, la fuerza de agarre disponible para una acción a corto plazo va de 450 a 500 newtons para los hombres y 250 a 300 newtons para mujeres, pero en casos de acción repetitiva, se suelen recomendar 90-100 newtons para hombres y 50-60 newtons para las mujeres.

Figura 23: Datos referidos a las fuerzas máximas (en N), que puede ejercer el sistema de la mano

	Pulsador mono dactilar (dedo índice)	60		Pulsador polidactilar	120
	Pulsador monodactilar sobre conmutador manual	80		Accionar pulsador con la parte de mollar del pulgar	180
	Pulgar contra la punta del índice	90		Conmutador con pulsador polidactilar	250
	Accionar pulsador por el pulgar, con los dedos en posición contraria	100		Conmutador de accionamiento por el pulpejo del pulgar	400
	Conmutador con accionamiento por el pulgar	100		Cierre del puño en torno de un cilindro de 40mm de diámetro	410
	Pulgar contra el lado del índice	120		Perilla	 <p>Momento de giro máximo ↑ Nm 8 6 4 2 0 10 20 30 40 50 mm 70 → Diámetro d</p>
	Agarre de pinzas AA=70%	 <p>Fuerza máxima [N] 600 300 100 100 80 60 % 40 → Ancho de abertura de la mano</p>		Muletilla rotatoria	 <p>Momento de giro máximo ↑ Nm 8 6 4 2 30 40 50 60 70 mm 80 → Longitud de muletilla</p>
	Fuerza máx. entre el pulgar y cuatro dedos	190			

Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

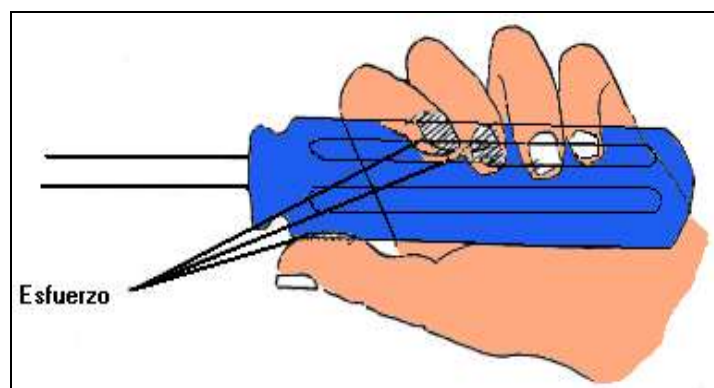
5.4.3 Mangos

5.4.3.1 Forma del mango

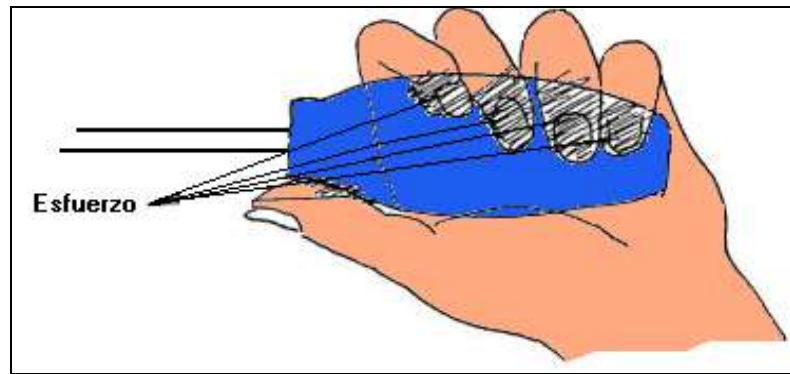
La forma del mango deberá proporcionar el máximo contacto entre éste y la piel. Debería ser estándar y general, normalmente de sección cilíndrica achatada o elíptica, con curvas largas y planos lisos, o un sector esférico, todo ello combinado de forma que se ajuste al contorno de la mano en posición de agarre. Dada su unión con el cuerpo de la herramienta, el mango también puede tomar la forma de estribo, en T o en L, pero la parte que está en contacto con la mano deberá tener un diseño básico.

Una modificación de la sección cilíndrica es la hexagonal, que tiene un especial valor en el diseño de herramientas de pequeño calibre. Es más sencillo mantener un agarre estable en una sección hexagonal de pequeño calibre que en un cilindro. Las secciones cuadradas y triangulares también se han utilizado con cierto éxito. En estos casos, los bordes deben estar redondeados, para evitar las heridas debidas a la presión.

Figura 24: Mago recto



Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

Figura 25: Mango ahusado

Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

5.4.3.2 Superficie y textura del agarre

No es casualidad que durante milenios la madera haya sido el material elegido para fabricar mangos de herramientas en alicates y tenazas. Además de su atractivo estético, la madera siempre ha sido fácil de obtener y de trabajar aún por trabajadores no experimentados, y tiene elasticidad, conductividad térmica, resistencia a la fricción y es relativamente ligera en relación a su masa, todo lo cual la convierte en un material muy aceptable para éste y otros usos.

En los últimos años se ha extendido el uso de los mangos de metal y plástico para muchas herramientas, este último sobre todo para martillos y destornilladores ligeros. Un mango de metal, sin embargo, transmite más fuerza a la mano y es preferible colocarlo dentro de una protección de goma o plástico.

Las características de fricción de la superficie de la herramienta varían dependiendo de la presión ejercida por la mano, de la naturaleza de la superficie y de la contaminación que pueda existir por grasa o sudor. Un poco de sudor aumenta el coeficiente de fricción.

5.4.3.3 Longitud del mango

La longitud del mango está determinada por las dimensiones críticas de la mano y la naturaleza de la herramienta. En el caso de un martillo, que se utiliza con una sola mano en un agarre de fuerza, por ejemplo, la longitud ideal va de un mínimo de 100mm a un máximo de unos 125mm. Los mangos cortos no resultan adecuados para los agarres de fuerza y los mangos de longitud inferior a los 19mm no pueden sujetarse bien entre el pulgar y los dedos y resultan inadecuados para cualquier herramienta.

5.4.3.4 Peso y equilibrio

El peso no suele ser un problema tratándose de una herramienta de precisión. En los martillos pesados y las herramientas mecánicas resulta aceptable un peso comprendido entre 0,9kg y 1,5kg, con un máximo de unos 2,3kg. Las herramientas con un peso superior a lo recomendado deberán sostenerse por medios mecánicos.

En otras herramientas, el peso debe distribuirse de manera uniforme. En las herramientas con cabezas pequeñas y mangos voluminosos esto generalmente no es posible, pero el mango se puede aligerar a medida que se aumenta el volumen en relación al tamaño de la cabeza y del eje.

5.4.3.5 Importancia de los guantes

A veces los diseñadores de herramientas no tienen en cuenta que éstas no siempre se manipulan con las manos desnudas. El uso de guantes está muy generalizado por motivos de seguridad y de comodidad. Los guantes de seguridad no suelen abultar mucho, pero los guantes que se utilizan en climas fríos

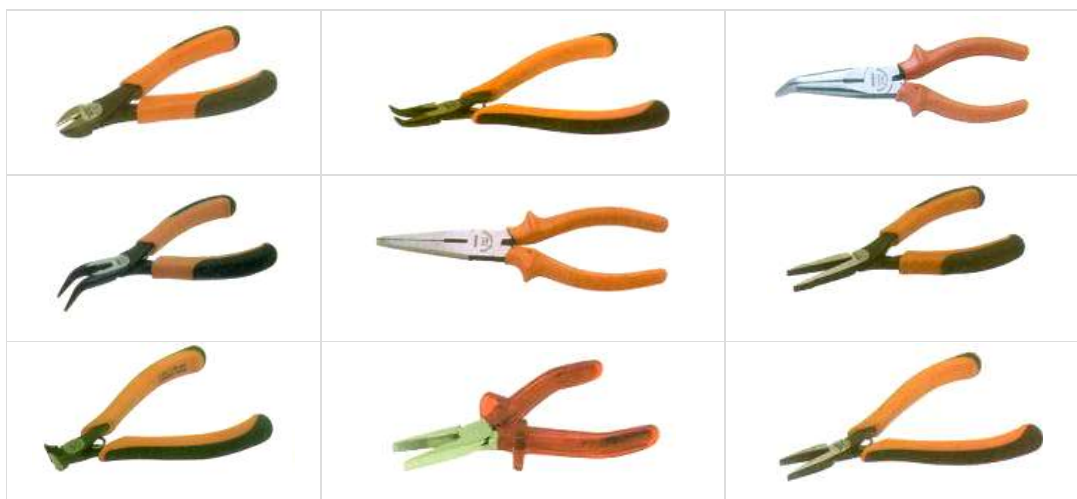
pueden ser muy grandes, interfiriendo no sólo con la retroinformación sensorial sino también en la capacidad de sujeción y agarre.

5.4.4 Alicates y herramientas de palanca en cruz

Debe prestarse especial atención a la forma de los mangos de alicates y herramientas similares. Los alicates han tenido siempre mangos curvos de igual longitud; la curva superior se aproxima a la curva de la palma de la mano y la inferior a la de los dedos flexionados. Cuando se sostiene la herramienta en la mano, el eje entre los mangos está en línea con la mordaza de los alicates. En consecuencia, para manejarlos, es necesario mantener la muñeca inclinada hacia el dedo meñique, mientras se gira repetidamente. En esta posición el uso del segmento mano-muñeca-brazo es sumamente ineficaz y muy estresante para los tendones y las estructuras de las articulaciones. Si la acción es repetitiva, puede además originar distintos trastornos por sobreesfuerzo.

Los mismos principios se aplican a otras herramientas de palanca en cruz, especialmente en cuanto a la modificación del grosor y aplanamiento de los mangos.

Figura 26: Distintos tipos de alicates



Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

5.4.5 Cuchillos y limas

En el caso de un cuchillo para usos generales sería deseable incluir un ángulo de 15° entre el mango y la hoja, para reducir la presión sobre los tejidos blandos. El tamaño y la forma de los mangos deberán ajustarse a lo indicado para otras herramientas.

El mango deberá cumplir las directrices ergonómicas generales y tener una superficie elástica resistente a la grasa.

En cuanto a las limas en la figura que se muestra a continuación se observan mangos convencionales, lo que se busca es que la lima se aliñe en el momento del esfuerzo al eje de los huesos del antebrazo (radio y cúbito), de tal manera que el esfuerzo por mantener el equilibrio del brazo sea lo más próximo a cero.

Figura 27: Empuñadura de lima de último diseño, asimétrica con superficie antideslizante



Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

5.4.6 Martillos

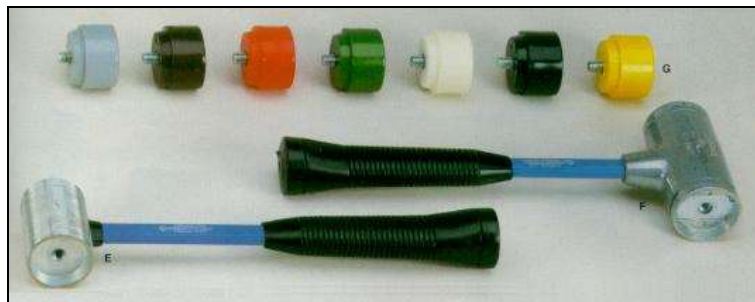
En relación con los martillos, se han estudiado varios ángulos, pero parece que la curvatura de la cabeza hacia abajo entre 10° y 20° puede aumentar la comodidad e incluso mejorar el rendimiento.

La elección del martillo adecuado va más allá del tamaño, del tipo o del peso, en ellos entra en juego primeramente el mango, donde puede

ser de madera como en el caso de martillos de carpinteros o albañiles o puede ser de goma o plástico con alma de acero considerados según el tamaño, (en este caso es fundamental verificar la mordiente del mismo, dado que de ser el mango matrizado con mordientes pronunciadas, el uso continuo, puede llevar a generar ampollas y si no existen, con un poco de lubricante en las manos puede ser despedido por energía centrífuga).

El material utilizado en la masa o cara del martillo es importante para marcar o no al elemento que se golpea, para ello existen los martillos de cara suave, goma, bronce, plomo, etc.

Figura 28: Martillo de caras suaves (con caras intercambiables de distinta dureza)



Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

Figura 29: Martillos de distintos tipos



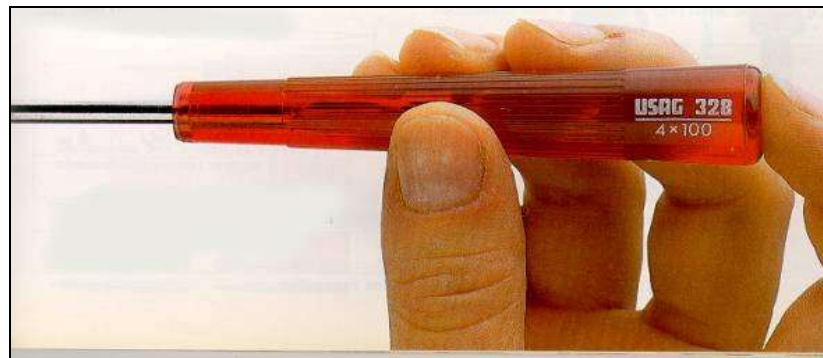
Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

5.4.7 Destornilladores y rascadores

Los mangos de los destornilladores y otras herramientas que se sujetan de forma parecida, como los rascadores, limas y cinceles, etc. tienen unas características especiales. Cada una de estas posibilidades se basa en las funciones de los dedos y la palma de la mano para la estabilización y la transmisión de la fuerza.

Cuando el uso de un destornillador o herramienta similar es tan repetitivo que su utilización excesiva puede ocasionar lesiones, el manejo manual debería ser sustituido por un manejo mecánico.

Figura 30: Destornillado de mango recto



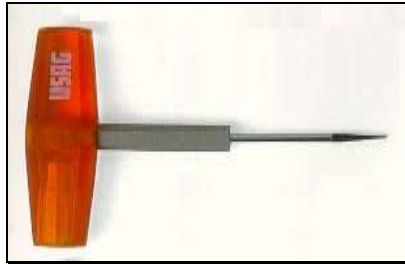
Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

Figura 31: Destornillado de mango anatómico



Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

Figura 32: Destornillado de mango en “T”



Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

También hay que mencionar los mangos en “T”, empleados para lugares comprometidos o para lograr un mayor torque.

La espada de los destornilladores tiene importancia pues si este no es cilíndrico sino cuadrado o hexagonal permite el uso como ayuda de llaves de boca, para mejorar el torque sin forzar las manos, evitando distensiones, esguinces, tendinitis, etc.

5.4.8 Sierras y herramientas eléctricas

Las sierras de mano, con excepción de las caladoras y las sierras ligeras de metal suelen tener un mango que adquiere la forma de un asa cerrada, unido a la hoja de la sierra.

El mango suele llevar un bucle en el que se colocan los dedos. El bucle es un rectángulo con extremos curvos. Para permitir el uso de guantes debe tener unas dimensiones internas de unos 90 a 100mm en el diámetro más largo y 35 a 40mm en el más corto.

Curiosamente, la función de agarrar y sostener una herramienta eléctrica es muy similar a la de sostener una sierra, y en consecuencia, un tipo similar de mango será eficaz. El mango en pistola común a todas las herramientas eléctricas es del tipo abierto que llevan algunas sierras, con los laterales curvos en lugar de planos.

Figura 33: Mango de serrucho, donde se observa la forma oval de la empuñadura, superficie antideslizante, (mango), bordes redondeados, espacio para guía del índice (Sandvik)



Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

Figura 34: Distintos tipos de sierras, (A) sierra para cortes a partir de una perforación, (B) sierra para espacios reducidos, (C) y (D) sierras con mango convencional.



Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

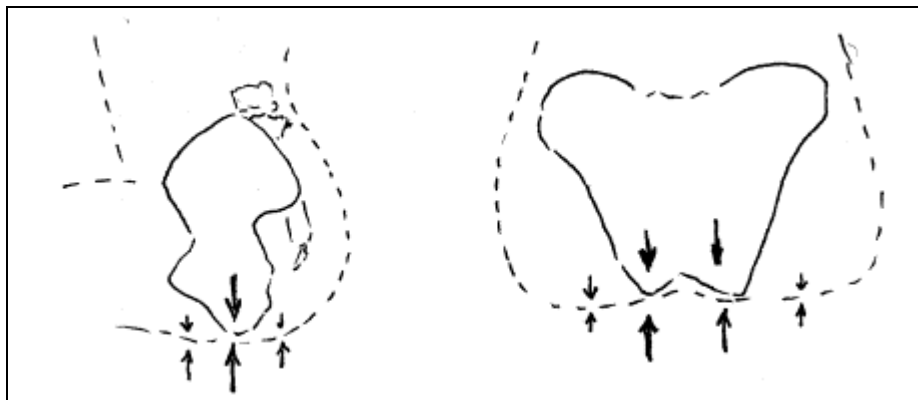
CAPITULO VI

DISEÑO ERGONOMICO DE LA SILLA Y MESA DE TRABAJO

6.1 LA SILLA

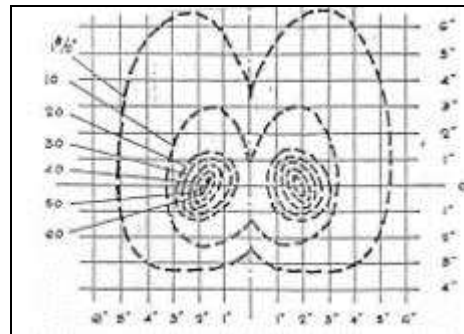
La selección de la silla es de fundamental importancia para evitar enfermedades (Ver Anexo N° 04). El sentarse debe ser estudiado desde el punto de vista de la posición con que se ubica el hombre en el puesto de trabajo en estudio, partiendo que a través de la estructura ósea del ser humano se hace la descarga del peso del cuerpo y no por los músculos; lo que es cierto es que los huesos descargan el peso sobre las nalgas al sentarse, o una combinación de estas con otros músculos. En la figura 35 se ve la forma por la cual el tronco del cuerpo humano hace la descarga del peso sobre una superficie al estar sentado, observe que la transmisión del peso se efectúa a través de las tuberosidades isquiales (aproximadamente el 75%).

Figura 35: Descarga del peso del tronco en posición sedante a través del conjunto óseo.



Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

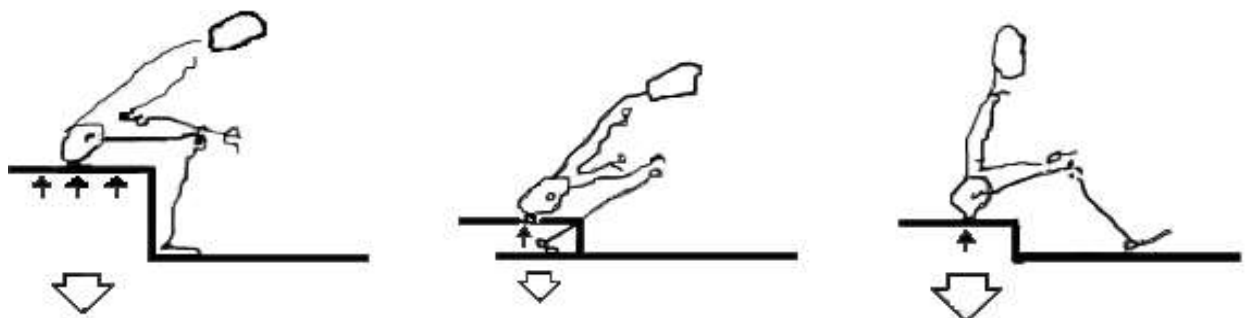
Figura 36: Líneas de igual presión ejercida por el cuerpo al estar sentado sobre una superficie lisa.



Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

En la figura 36, nos muestra la distribución de las presiones al sentarse, sobre una superficie plana y rígida, dichas presiones son consecuencia de la acción de las tuberosidades isquiáticas (compare observando las figuras 35 y 36). Si la persona se sienta en un lugar que le permite descansar los muslos, la carga variará con respecto a la figura 36, siendo esta más alargada hacia arriba (en dirección a las rodillas).

Figura 37: Variaciones en la distribución del peso soportado por las nalgas en relación con la altura del asiento y la postura.



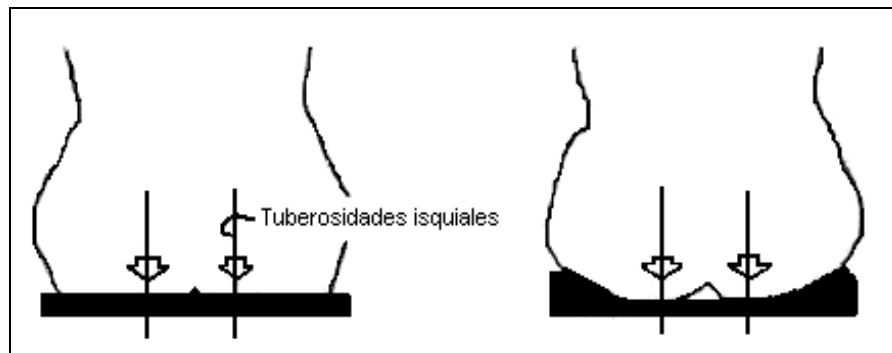
60 - 70 % Los muslos y las nalgas	40 - 50 % Solo las nalgas	70 - 75 % Solo las tuberosidades isquiales
--------------------------------------	------------------------------	---

Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

De acuerdo a la altura del asiento se tendrá al sentarse diferentes posiciones, (ver figura 37), si la altura es mayor o igual a la altura de la pantorrilla a la planta del pie, en el asiento se apoyan las nalgas y los

muslos, si esta fuera menor solo las nalgas y si este fuera extremadamente bajo solo apoyan las tuberosidades isquiales, protuberancia del hueso de la cadera.

Figura 38: Comparación de la forma de los asientos y su efecto sobre las nalgas



Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

Otro elemento importante en la magnitud de la presión a la que están sometidas las nalgas es la forma de la superficie de apoyo, que como se ve en la figura 38 una superficie plana brinda menos contacto muscular para el intercambio de carga mientras que una superficie curva (anatómica) permite una mayor superficie de contacto y al contener la masa muscular impide la deformación haciendo que exista mayor espesor (más fibras), traumatizando menos al músculo, lo que hace que el cuerpo descansa más.

Cabe resaltar que no solo es importante en un puesto de trabajo el diseño del asiento con que cuenta sino también la forma de la postura con que se ubica la persona que ocupa el puesto de trabajo.

Para sentarse correctamente se deberá tener en cuenta la posición de la cabeza que deberá adoptarse, sobre la base del ángulo visual necesario el efectuar la tarea, procurando no efectuar grandes flexiones del cuello. Debiendo tener en cuenta que un ángulo de la línea de 15° por debajo de la horizontal, no reviste carga pudiendo la persona trabajar sin problemas durante períodos de tiempo largos con visualización constante, de los 15°

hasta los 45° requiere a medida que aumenta más esfuerzo, por lo tanto variará en forma inversamente proporcional el tiempo de trabajo sin descanso. Además la visualización por encima de la línea horizontal produce un rápido cansancio en los músculos de los hombros y el cuello.

6.1.1 Forma de selección de una silla

Para seleccionar una silla correctamente se debe partir del concepto que la silla:

- No es igual para todos los puestos de trabajo.
- No es un elemento decorativo.
- Que esta se selecciona en función a la tarea, el diseño antropométrico del puesto de trabajo y la persona que lo ocupa.

6.1.1.1 La silla correcta no es igual en todos los puestos de trabajo

Hay un problema que se repite constantemente cuando se selecciona las sillas para un área de trabajo fundamentalmente en las que se realizan tareas de tipo administrativo; el responsable busca que todas las sillas sean idénticas pero la realidad nos dice que cada puesto de trabajo necesita un asiento de acorde a sus dimensiones, altura de trabajo, si la tarea se realiza indistintamente de pie o sentado, todo referido indirectamente a la altura de la mesa o escritorio o elemento de trabajo, y directamente a la altura correcta de trabajo.

6.1.1.2 La silla no es un elemento decorativo

La función de una silla es brindar asiento al ser humano, que esta llegue a ser estéticamente perfecta es algo que no hace al confort de la misma.

Demás está decir que muchas veces se elige la silla en función de la jerarquía dado el caso el alto del respaldo aumenta con el nivel ejecutivo, así también el ancho, etc., y fundamentalmente el costo; esto ergonómicamente es una aberración.

6.1.1.3 La selección de la silla se debe hacer en base a

- El tipo de trabajo, si el usuario trabaja de pie y sentado en forma combinada o solo sentado, nos va a dar la altura de la misma.
- El movimiento en trabajo en posición de pie-sentado nos dará la necesidad de apoyo pies en la silla.
- Si trabaja con la cabeza levantada en forma prolongada deberá tener un respaldo que cubra el total de la espalda, (lumbar, dorsal y cervical).
- Para trabajo de escritorio, deberá cubrir la zona lumbar y dorsal de la espalda.
- Si la tarea es reclinada hacia adelante, como por ejemplo trabajar con microscopio, vídeo terminales, etc.; el respaldo deberá ser recto (90°).
- Si la tarea tiene mucho movimiento el respaldo solo cubrirá la zona lumbar de la espalda, para permitir el libre movimiento, caso típico de las cajas de supermercados.

6.1.2 Principios del diseño de asientos

Por supuesto que la comodidad relativa y la utilidad funcional de sillas y asientos son la consecuencia de su diseño físico en relación con la estructura física y biomecánica del cuerpo humano. Los usos de sillas y asientos evidentemente requieren diseños diferentes, y el conjunto de diferencias individuales complica el problema del diseño. Dado que, a veces, los compromisos son necesarios en el diseño de este tipo de ayudas, no obstante hay determinadas líneas generales que pueden

ayudar a elegir los diseños que resulten convenientemente óptimos para los propósitos que se tengan en mente.

6.1.2.1 Distribución de peso

Diversos estudios sobre los asientos han llevado a la conclusión de que las personas están, por lo general, más cómodas cuando el peso del cuerpo es sostenido fundamentalmente por las tuberosidades isquiales.

6.1.2.2 Altura del asiento

A fin de evitar una presión excesiva sobre el muslo, la parte delantera del asiento no debería ser superior a la distancia desde el suelo al muslo cuando se está sentado (altura poplítea). Esta dimensión debería ser la generalmente elegida para acomodarse a todos los individuos que superasen el porcentaje. Teniendo en cuenta el hecho de que los tacones añaden más de un par de cm. a los valores del porcentaje (más en el caso de las mujeres).

Siempre que sea factible, naturalmente, deberían prepararse asientos de alturas ajustables (quizá de 38 a 48cm) a fin de que se pudiesen acomodar personas de diversas alturas.

6.1.2.3 Profundidad y anchura del asiento

La anchura y profundidad de los asientos dependen en parte del tipo de asiento. Sin embargo, en términos generales, la profundidad debería ser la más indicada para personas pequeñas (para dejar una separación entre pierna y pantorrilla y reducir la presión de los muslos) y la anchura la más indicada para personas gruesas. Sobre la base de los rangos de comodidad para sillas de diseños diferentes, Grandjean recomiendan que las sillas de uso múltiple no excedan de los 43

cm. de profundidad y que la anchura de la superficie del asiento no sea inferior a los 40cm., aunque tal anchura quizás algo superior, por ejemplo 43cm.

6.1.2.4 Estabilización del tronco

La estabilización del tronco viene facilitada en gran parte por los diseños que procuran que, en primer lugar, el peso quede sustentado por el área que circunda las tuberosidades isquiales. El ángulo del asiento y el ángulo de la espalda desempeñan importantes papeles, junto con la curvatura del respaldo del asiento. Sin embargo, tales aspectos se entremezclan con la función del asiento. Por ejemplo, en el caso de un asiento de oficina, el ángulo de asiento recomendado es de unos 3 grados y el ángulo del respaldo (el ángulo entre el respaldo y el asiento) es de 100 grados.

6.1.2.5 Cambios de postura

Aunque se han comprobado asientos mediante los cambios de postura que las personas suelen hacer en ellos (como podría ser el rebullir de la inquietud), esto no significa que el objeto del diseño de un asiento deba ser el de reducir la movilidad a cero. Por lo general, una silla o un asiento deben permitir una movilidad moderada y cambios de postura.

Para poder considerar en forma profunda la silla, esta se deberá estudiar dividida en varias partes; las cuales serán:

- Base
- Columna.
- Conjunto superior.

6.1.3 Base (patas)

Las base de las sillas es un elemento fundamental y aquí aparece el fantasma de la estética y el diseño, ¿cuál es la base correcta?, lo importante desde el punto de vista funcional está dado en la estabilidad que da esta más allá de la belleza que posea.

Cuando una silla tiene una pata como la del tambero, para esta tarea es práctica, pero no para otra labor, desde luego es totalmente inestable, al levantarse uno esta se cae (por ello el tambero la lleva atada a él) y si uno no tiene cuidado al estar sentado en ella, puede perder el equilibrio y caer.

No hay sillas de dos patas pero si de tres, estas si bien se mantiene paradas tampoco son muy estables, una de cuatro patas ya la podemos definir estable, pero si hay que moverla, correrla, como se hace siempre en las oficinas, si las ruedas no están bien o la alfombra tiene mucha mordiente o está rota, al engancharse yendo para atrás, la persona que está sobre ella se cae, simplemente por estar la espalda (respaldo) prácticamente a pico con las patas traseras y al inclinarse ligeramente para atrás el centro de gravedad del cuerpo queda fuera de la base demarcada por las cuatro patas permitiendo de esta forma que la persona caiga de espalda.

Si en lugar de cuatro patas, se colocan cinco distribuidas en forma equidistante en forma radial, que siempre están unidas en una plataforma, como la mayoría de las sillas de oficina, ya que por más que giren siempre queda una atrás lo que hace que tenga una mayor estabilidad y a la vez que el usuario se sienta mucho más seguro al girar.

La base de las patas nos da alternativas ante el uso de ruedas o regatones, para analizar esta alternativa hay que estudiar si la persona se sienta y levanta en forma repetitiva, si es así, se recomienda que las

patas tengan ruedas, en puestos de trabajo donde la persona realice esfuerzos se recomienda que las patas posean regatones, para impedir que por el esfuerzo la persona salga despedida hacia atrás.

6.1.4 Columna (alzada)

La columna de alzada es la que da la altura de la silla y con ello la característica de silla para puestos estrictamente sedantes, o puestos para actividad en alternancia (de pie o sentado manteniendo la misma superficie de trabajo), es decir tener la longitud según corresponda para tareas en posición sentada o en posición de pie o en alternancia.

Además es aconsejable que tenga amortiguamiento para evitar la rigidez en la silla.

En la actualidad se utilizan con mayor frecuencia la regulación por medio de pistones de gas, que además le brinda amortiguamiento, que puede o no ser aumentado con la ayuda de resortes.

6.1.5 Conjunto superior

Definimos como conjunto superior a los elementos formados por:

- Asiento propiamente dicho (almohadón).
- Respaldo (espaldar)
- Apoya brazos, y
- Apoya pies.
- Sistema basculante

Este conjunto se trata como una unidad y a parte dada la interrelación directa que existe entre uno y otro componente

6.1.5.1 Asiento (almohadón)

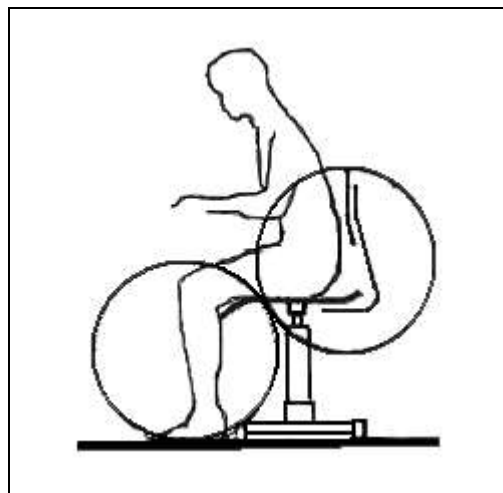
La selección del almohadón en un asiento es de vital importancia para brindar la comodidad que el usuario necesita,

para ello se darán las características más salientes que debe poseer el mismo para satisfacer los requerimientos.

- 1- Debe poseer una forma anatómica que respete las medidas y formas antropométricas de las personas que lo utilizaran.

Si el labio anterior presiona sobre la zona poplíteica comprime las venas y arterias (que pasan por la parte posterior de la pierna y muslo), interrumpiendo la circulación sanguínea, además de dar una sensación muy molesta, si para evitar esto el usuario se desplaza hacia delante, la espalda se retira del respaldo, quedando sin apoyo. Ver figura 39

Figura 39: Profundidad del almohadón del asiento

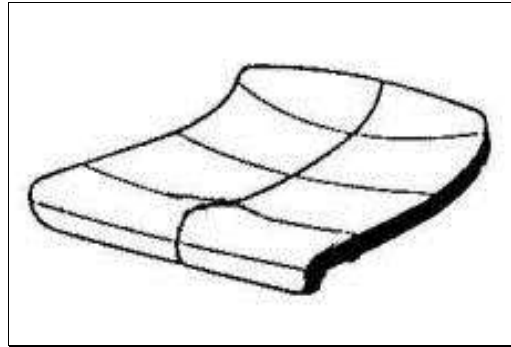


Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

- 2- Ser antideslizante, bajo ningún punto de vista el almohadón debe ser resbaladizo dado que da la sensación de inestabilidad.
- 3- Poseer una cobertura que permita el intercambio de calor, por ello se utilizan telas impermeables o impermeabilizadas que impidan este inconveniente, sin dejar de lado los factores de color, calidez, forma, textura, etc.

- 4- El almohadón debe ser acolchado, anteriormente se solicitaba de un elemento móbido de alvéolo abierto para permitir la circulación del aire, pero en el presente al ser las coberturas impermeables esto no es necesario.

Figura 40: Almohadón tipo de un asiento moderno



Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

6.1.5.2 Respaldo

El respaldo al igual que el almohadón es de vital importancia en la selección de las sillas o asientos. El objetivo de este es dar a la espalda un soporte adecuado para descargar su peso.

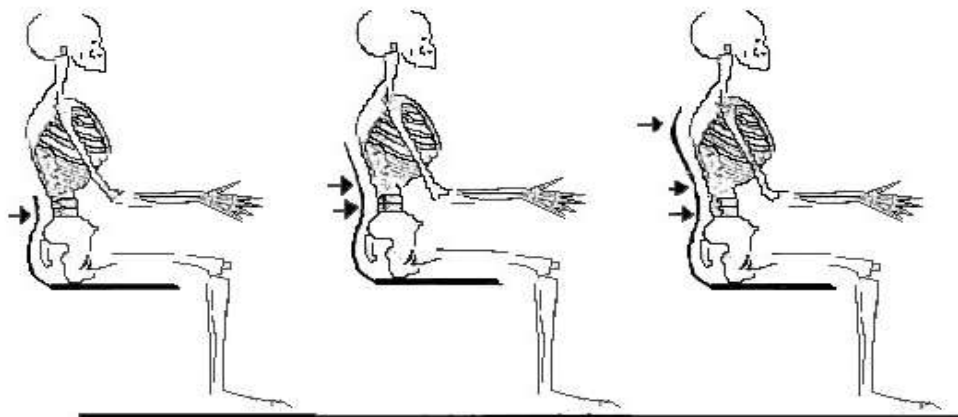
- 1- En la ergonomía clásica se solicitaba que el mismo se regule en forma angular y vertical, para que el usuario regule según sus necesidades de comodidad, en la actualidad esto está cuestionado, dado que el usuario hace la regulación sin hacer caso a sus propias patologías y actúa por efecto de inercia haciendo la ubicación sin efectuar las correcciones que su columna vertebral necesita.

Siendo la finalidad del respaldo un adecuado acople con la espalda, por ello y con la finalidad de confeccionar un respaldo adecuado

- 2- El elemento de unión con el cuerpo de la silla debe ser elástico.

- 3- La cobertura tiene igual problemática que en el almohadón.
- 4- El respaldo debe ser más blando que el asiento por que el peso que soporta es menor. En la figura 41 se muestra la distribución de la carga transferida por la espalda al respaldo, según su tamaño, (de protección solo lumbar, lumbar y dorsal y por última lumdar-dorsal-cervical).

Figura 41: Descarga de la espalda según el tipo de respaldo



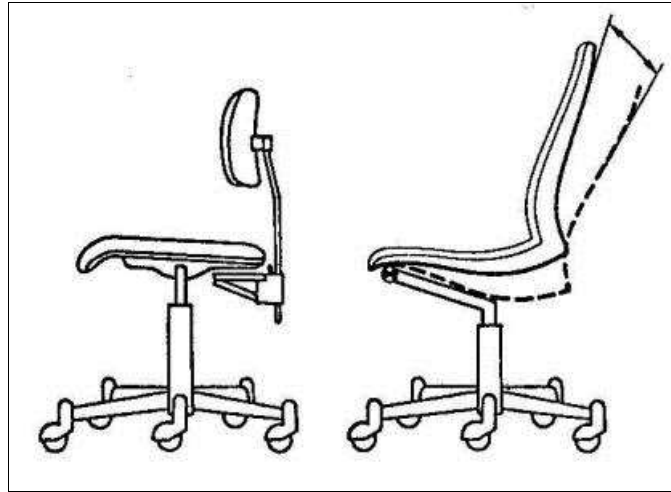
Tipo de respaldo: Lumbar Lumbar-Dorsal Lumbar-Dorsal Cervical

Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

- 5- Puede ser basculante para permitir descansar en los intervalos de trabajo, al llevarlo para atrás, preferentemente en forma conjunta con el almohadón.

La finalidad es la de poder cambiar de posición tirándose hacia atrás para descansar ver figura 42.

Figura 42: Forma de vascular, según la Norma DIN4551, a la derecha silla orientable, para empleados, a la izquierda silla con basculante

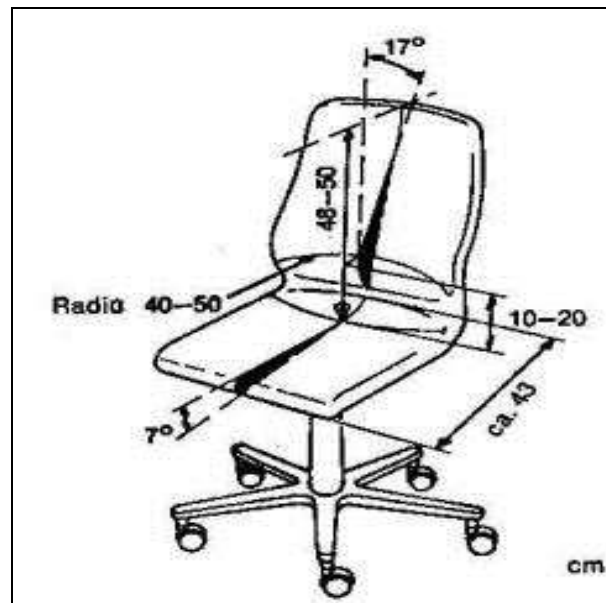


Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

- 6- El ángulo del respaldo con respecto al almohadón varía según la tarea, para labores en las que el usuario trabaja inclinado hacia adelante (trabajos en P.C., máquinas con teclado, llenado de formularios, etc.), el respaldo va con respecto a la horizontal a 90° , en tareas generales va de 93 a 97° , en algunos casos requiere más como ser en el control de monitores de seguridad.
- 7- También el alto del respaldo varía con respecto a los requerimientos de la tarea, para labores que se trabaja con gran movimiento de los brazos, el respaldo debe ser bajo con solo protección lumbar; en el caso de tareas generales el respaldo debe tomar la zona lumbar y dorsal, pero en el caso de trabajos frente a tableros de control, o paneles de vigilancia u otra tarea donde el hombre deba estar con la cabeza levantada, es decir con los la visión por encima de la horizontal, el respaldo debe proteger la espalda por completo, (zonas lumbar, dorsal y cervical).

La norma DIN 4551 establece pautas para el diseño de sillas en la figura 43 se observa alguna de ellas, donde se ve claramente el radio de 40-50cm. propuesto para obtener un respaldo envolvente.

Figura 43: Conjunto superior (medidas en cm.)



Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

6.1.5.3 Apoya brazos

Los apoya brazos deben ser utilizados estrictamente cuando sea necesario, pues en muchos casos impiden salir con libertad de la silla, golpean en los cajones y bordes de los muebles.

6.1.5.4 Apoya pies

El apoya pies debe estar fijo al asiento de la silla debajo del almohadón, dado que en la actualidad la mayoría de las sillas son giratorias y al rotar estas el apoya pies acompaña al conjunto.

En el caso de trabajar con una silla sin apoya pies integrado y se desee utilizar uno como complemento este tendrá que reunir las siguientes características:







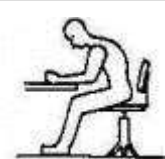





- 1- Debe ser regulable en altura hasta 25cm. para sillas de posición estrictamente de sentado, (por ejemplo tareas en escritorio). El apoya pies debe permitir además regularse en ángulo para permitir compensar la inclinación de los pies hacia delante como consecuencia de estirar las piernas y fundamentalmente para compensar el ángulo negativo de los pies, que obliga a las mujeres cuando usan tacos altos.
- 2- Las dimensiones deben ser como mínimo 45cm. de ancho y 350cm. de largo.
- 3- Debe tener superficie antideslizante.
- 4- La inclinación con respecto a la horizontal debe ser regulada entre los 5 y 15° o más.
- 5- Debe tener cierta adherencia al piso para evitar su deslizamiento.


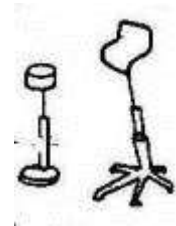
Es muy aconsejable que en el caso de sillas altas con roletes, (para posición en alternancia de pie-sentado), no utilizar apoya pies separado del asiento pues se corre el riesgo de hacer mover la silla por esfuerzo involuntario.

6.2 GENERALIDADES SOBRE SILLAS DE USO GENERAL

Con respecto a los perfiles de diseño Kirchner y Rohmert establecieron seis tipos identificados con números romanos de I a VI, los mismos se representan en el Cuadro N° 13, se describen los tipos de posturas y se dan esquemas de asientos por tipo.

CUADRO N° 13
POSTURA AL SENTARSE (KIRCHNER/ROHMERT)


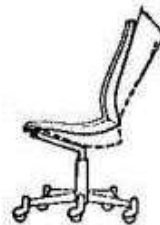
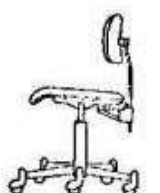
TIPO DE POSTURA	DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE POSTURA	EJEMPLO DE ASIENTO
	TIPO I Breve u ocasional descanso después de realizar un trabajo: Empleo cuando se debe aguardar, apoyo natural de nalgas y muslo	
	TIPO II Trabajos con esfuerzo escaso con brazos o piernas, con ligera inclinación de la dirección visual: Montajes de piezas grandes, cajas, clasificar, etc.	
	TIPO III Trabajos con esfuerzos livianos, movimiento de las manos hacia delante, enmarcar o montaje de grandes piezas	
	TIPO IV Trabajos de concentración con uso del antebrazo, inclinado tomando fuerte, con carga visual: pruebas o montaje de piezas chicas	
	TIPO V Trabajos con pequeños movimientos con ocasionales descansos esfuerzos horizontales con las manos o pies, tareas con necesidad de visión: pequeños montajes, tipeo, trabajo en máquinas.	
	TIPO VI Trabajos con pequeños movimientos, uso de la visión con pequeñas inclinaciones, movimientos de las manos hacia el pecho horizontalmente, pequeños esfuerzos con las manos: prueba de piezas pequeñas, montaje mecanizado, tableros de comando, etc.	

	<p>TIPO VII</p> <p>Trabajos de pie durante largo tiempo, deben transmitir movimiento con el tronco, con fuerza, además con movimiento de las manos (es apoyo auxiliar), trabajo sobre mesas, máquinas, tareas sobre tablero, etc.</p>	
---	--	---

Hünting y Grandjean Establecen por su lado tres tipos de asientos como se observa en el Cuadro N° 14.

- El **tipo I** es una silla fija con respaldo anatómico
- El **tipo II** balancea 2° hacia delante y 14° hacia atrás, giratoria libre con respaldo anatómico.
- El **tipo III** silla comercial para oficina con regulación del respaldo para la zona lumbar.

CUADRO N° 14
TIPO DE SILLAS SEGÚN HÜNTING Y GRANDJEAN

<p>Silla I</p>		<p>75% Preferida frente a la silla II</p> <p>89% altura del respaldo mejor que la silla III</p> <p>21% peor que la silla III</p>
<p>Silla II</p>		<p>89% preferida frente a la silla III</p> <p>86% altura del respaldo mejor que la silla III</p> <p>11% peor que la silla III</p>
<p>Silla III</p>		<p>Silla de comparación</p>

6.3 LA MESA

Para el diseño de la mesa de trabajo se debe realizar partiendo de las dimensiones antropométricas del colectivo de los usuarios; ya que como sabemos el diseño del puesto nos debe permitir la adopción de buenas posturas, así como la movilidad del trabajador y facilitar la visualización y manipulación de los elementos de la tarea.

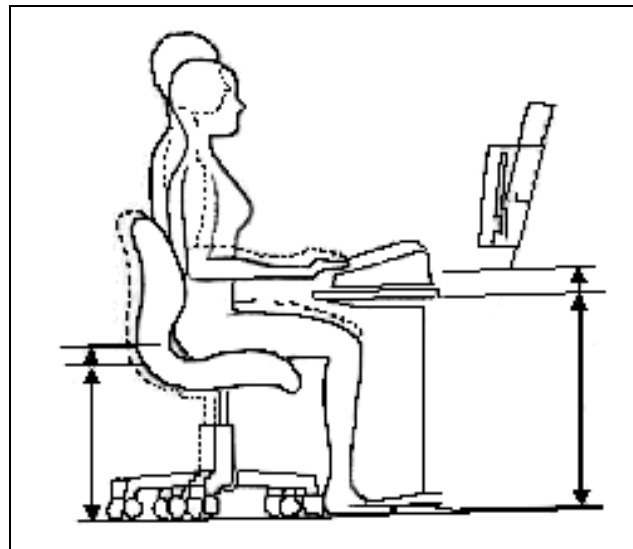
6.3.1 Dimensiones de la mesa

Para una correcta adecuación de la altura de trabajo a personas de distinta talla, de forma tal que éstas puedan mantener una correcta postura corporal durante su labor, existen dos posibilidades de regulación, una mediante mesas de altura regulable (mesas regulables) y mesas de altura fija (mesas fijas).

6.3.1.1 Mesa regulable

Este tipo de mesa permite una regulación a distintas alturas de trabajo, pese a ser más caras, son más buscadas (sí es posible en el caso de tratarse de mesas destinadas a vídeo terminales, con teclado separable, dado que permite también regular la posición para que el operador pueda combinar mejor la ubicación con la pantalla).

Figura 44: Mesa Regulable



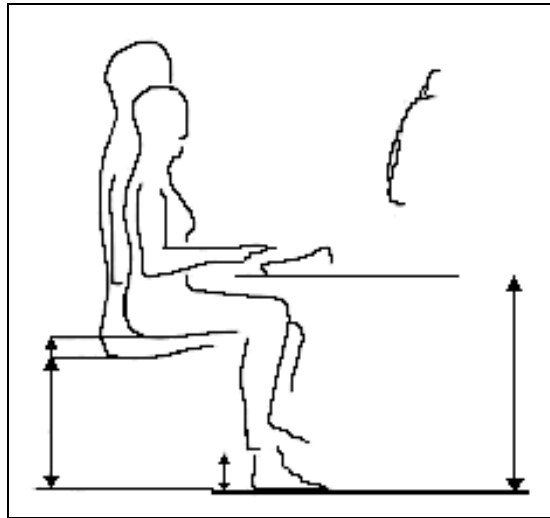
Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

6.3.1.2 Mesa fija

Mediante la utilización de una silla regulable y apoya pies también regulable, cualquier persona independientemente de su talla, pueda trabajar cómodamente, adecuando las alturas a su tamaño.

Con respecto a cual de las dos alternativas es mejor, la decisión dependerá de la evaluación técnica que se realice en el momento de la elección de la misma. Ergonómicamente las dos alternativas son validas, lo que hace decidir la elección es en muchos casos los aspectos estéticos, o de la confiabilidad de los elementos de regulación.

Figura 45: Regulación con mesa fija



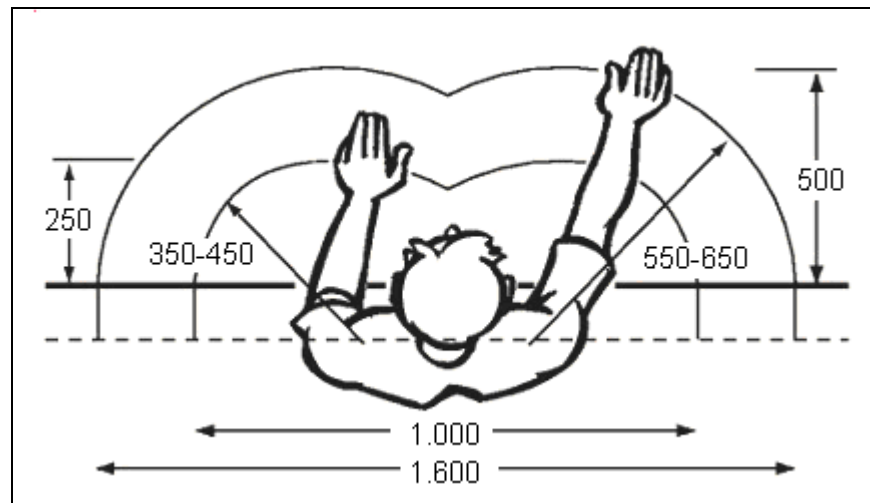
Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

6.3.2 Dimensiones de la superficie de la mesa

Para poder diseñar correctamente la superficie de una mesa nos tenemos que remitir a ver y analizar los alcances de las manos dado que por más grande que llegue a ser la mesa nadie puede alcanzar más allá de donde lleguen sus manos.

En la siguiente figura se observa el alcance normal de las manos, de ella deducimos que el aspecto de la mesa cuadrada o rectangular para trabajar no es el ideal, si no, que es necesario que esta tome una forma semicircular de manera que el hombre aproveche mejor el contorno.

Figura 46: Ejemplo de mesas diseñadas teniendo en cuenta el alcance de las manos.



Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar>

6.3.3 Dimensiones de la mesa de trabajo

Tomando como base las medidas corporales del 5 percentil y el 95 percentil, se pueden dimensionar las mesas de trabajo de forma tal que el 90 por ciento de la población adulta pueda trabajar cómodamente.

Además se debe rescatar lo siguiente:

Espesor: La superficie de la mesa debe ser tan plana como sea posible y de un espesor entre 2 y 3cm.

Profundidad: El ancho de la superficie de la mesa debe ser el suficiente como para que el usuario tenga espacio para acomodar sus herramientas. Para ello se recomienda una profundidad total de 80cm.

Ancho: El ancho de la mesa debe ser el suficiente como para trabajar en orden.

6.3.4 Terminación de las mesas

Es también importante prestar debida atención a la terminación de la mesa. La superficie superior no sólo debe ser lisa sino tiene que ser de un color que permita descansar la vista y no genere efectos psicológicos negativos.

Además esta no tiene que reflejar la luz proveniente de cualquier fuente, por lo cual debe ser mate. Esto permitirá eliminar reflejos, deslumbramientos y otros efectos que producen el cansancio de la vista por esfuerzo, la pérdida de efectividad (pues se cometen errores por mala visualización de los datos) y eficiencia (pues la tarea se hace más lentamente).

Otro punto a tener en cuenta es la terminación del contorno que da al usuario, este tiene que ser redondeado, para evitar que al apoyar los brazos, el ángulo vivo, del contorno (borde), con la ayuda del propio peso de esta parte del cuerpo marque la zona de contacto y cierre la circulación de la sangre a las manos, ya que las venas y arterias están ubicadas en la parte posterior de los brazos.

La falta de circulación acarreará en forma más o menos inmediata el adormecimiento de las manos, con los posteriores problemas en la realización del trabajo, probables hematomas en el área del cuerpo en cuestión. (Ver Anexo N° 05)

CAPITULO VII

INGENIERÍA DE PROYECTO

Para el presente estudio se ha diseñado una estación de ensamble simple de piezas mecánicas como: pernos con arandelas y tuercas. Conformado por una mesa de trabajo de 160 x 80 x 77cm., con los componentes colocados en la parte superior.

En el diseño de la estación de ensamble se realizó partiendo de las dimensiones antropométricas del colectivo de los usuarios; ya que como sabemos el diseño del puesto nos debe permitir la adopción de buenas posturas, así como la movilidad del trabajador y facilitar la visualización y manipulación de los elementos de la tarea.

7.1 MUESTREO

Para realizar el diseño ergonómico del módulo educativo realizamos un estudio antropométrico, ya que este proporcionará las medidas para el diseño, analizando con mucho cuidado el tipo de medidas a tomar y el error admisible, ya que la precisión y el número total de medidas guarda relación con la posibilidad de viabilidad económica del estudio. Para la realización de las mediciones antropométricas es necesario cumplir con ciertas condiciones:

- Durante la medición el trabajador debe usar poca ropa y nada en la cabeza y pies.
- La superficie del piso y asiento debe ser plano, horizontal y no comprensible.
- Medir ambos lados del cuerpo.

- Utilizar antropómetros (miden distancias lineales), calibradores (miden anchos y profundidades de segmentos del cuerpo), cámara fotográfica y tablero.
- Para el pecho y otras medidas que se vean afectadas por la respiración es recomendable que sean tomadas durante respiración liviana.

En el diseño antropométrico se pueden encontrar tres diferentes situaciones que son, el diseño para una persona específica, para un grupo de personas y para una población numerosa. En este proyecto el diseño ergonómico de la estación de trabajo esta orientado a los alumnos de la Universidad Católica de Santa María, esto es, a un grupo de personas.

De aquí que es necesario establecer un tamaño de muestra que represente a la población estudiantil, así como resultados confiables para poder ser aplicados al proyecto, resulta casi imposible o impráctico realizar el estudio al 100%, de ahí que se elige un subconjunto de datos, más conocido como muestra. Para cualquier tamaño de muestra consideramos el porcentaje de confianza, el porcentaje de error que se pretende aceptar al momento de realizar la generalización y el nivel de variabilidad.

La confianza es el porcentaje de seguridad que existe para generalizar los resultados obtenidos, el error es elegir una probabilidad de aceptar una hipótesis que sea falsa como si fuera verdadera y comúnmente se elige entre el 4% y 6%, haciendo la aclaración que no son complementarios la confianza y el error, la variabilidad es la probabilidad con el que se acepto o rechazo la hipótesis que se quiere investigar en el proyecto.

Desarrollo:

Primeramente se determinó la delimitación del proyecto, esto es el diseño ergonómico del módulo educativo, contemplando diversas variables, debido a esto, la investigación del proyecto se desarrollo en la Universidad Católica de Santa María, a alumnos de 18 a 25 años, ya que es el estrato más

importante y representativo de la institución, controlando así las variables que intervienen en el diseño de la estación ergonómica de trabajo.

La UCSM tiene una población de 10462 alumnos. Por lo que se calculo el tamaño de muestra, conociendo la población de la UCSM se representa la formula así:

$$n = \frac{N(Z)^2(p)(q)}{d^2(N-1) + Z^2(p)(q)}$$

Donde N es igual a 10462, el valor de Z es 1.96 por que representa la seguridad del 95%, con una precisión del 3% y la proporción esperada es del 5%, se tiene:

$$n = \frac{10462(1.96)^2(0.05)(0.95)}{(0.03)^2(10462-1) + (1.96)^2(0.05)(0.95)}$$

$$n = 1909.06/9.5974$$

$$n = 198.92$$

Por lo tanto el tamaño de muestra para el estudio fue de 199 personas (alumnos del UCSM) entre las edades antes mencionadas.

7.2 MEDIDAS BASICAS PARA EL DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO

POSICION SENTADO

1. AP = ALTURA POPLITEA
2. SP = DISTANCIA SACRO - POPLITEA
3. SR = DISTANCIA SACRO – ROTULA
4. MA = ALTURA DEL MUSLO DESDE EL ASIENTO
5. MS = ALTURA DEL MUSLO DESDE EL SUELO
6. CA = ALTURA DEL CODO DESDE EL ASIENTO

- 7. Amín B = ALCANCE MINIMO DEL BRAZO
- 8. Amáx B = ALCANCE MAXIMO DEL BRAZO
- 9. AOs = ALTURA DE LOS OJOS DESDE EL SUELO
- 10. ACs = ANCHURA DE CADERAS SENTADO
- 11. CC = ANCHURA DE CODO A CODO
- 12. RP = DISTANCIA RESPADO - PECHO
- 13. RA = DISTANCIA RESPALDO ABDOMEN

POSICION DE PIE

- 14. E = ESTATURA
- 15. CSp = ALTURA DE CODOS DE PIE
- 16. AOp = ALTURA DE OJOS DE PIE
- 17. Anhh = ANCHO DE HOMBRO A HOMBRO

Se procedió a tomar las medidas básicas que se utilizaron para el diseño ergonómico del módulo educativo, elaborándose el formato con las medidas necesarias para el diseño. (Ver Anexo N° 06)

Se procedió con la medición de las personas utilizando un vernier digital calibrado de 153cm. Se utilizó el sistema internacional para las medidas, significa que cada medida se expresa en centímetros.

Posteriormente se obtuvieron los percentiles 95 y 5 para determinar las dimensiones del módulo educativo. Se utilizó el software Excel para el vaciado y cálculo de los percentiles y para realizar el diseño de la estación de trabajo.

CUADRO Nº 15

TABLAS DE PERCENTILES OBTENIDAS PARA EL MÓDULO EDUCATIVO

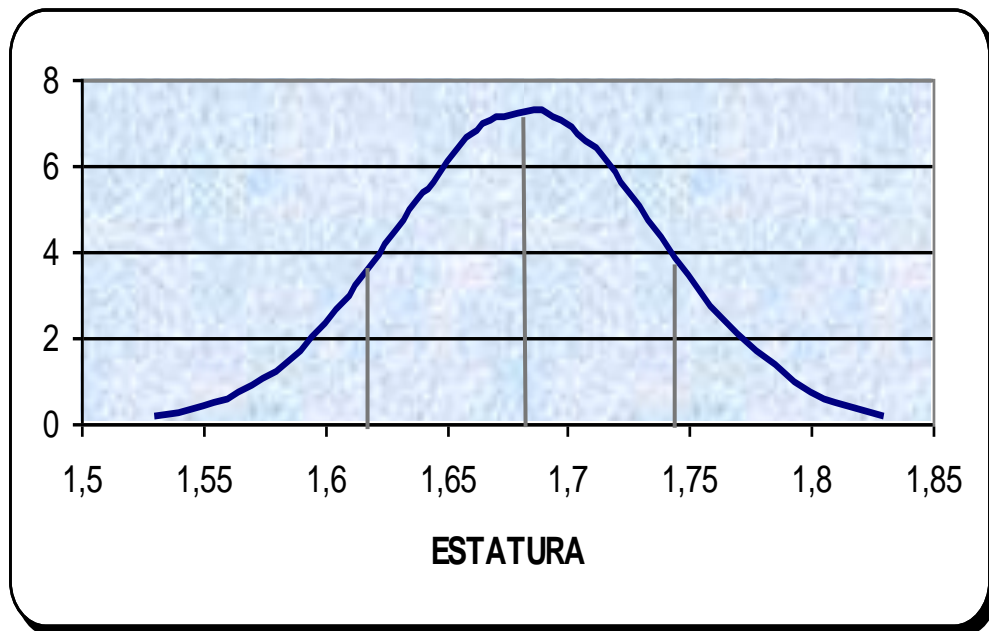
DESCRIPCIÓN	MEDIDAS (cm.)		
	P5	P50	P95
ALTURA POPLITEA (AP)	40.00	42.00	45.55
DISTANCIA SACRO – POPLITEA (SP)	40.00	43.23	48.00
DISTANCIA SACRO – ROTULA (SR)	52.00	57.50	63.00
ALTURA DEL MUSLO DESDE EL ASIENTO (MA)	11.45	14.23	17.00
ALTURA DEL MUSLO DESDE EL SUELO (MS)	51.00	55.50	60.00
ALTURA DEL CODO DESDE EL ASIENTO (CA)	20.00	23.00	26.55
ALCANCE MINIMO DEL BRAZO (AmínB)	40.00	48.00	56.00
ALCANCE MAXIMO DEL BRAZO (AmáxB)	73.35	81.45	89.55
ALTURA DE LOS OJOS DESDE EL SUELO (AOs)	150.00	157.00	164.00
ANCHURA DE CADERAS SENTADO (ACs)	35.00	40.00	45.00
ANCHURA DE CODO A CODO (CC)	36.00	38.50	40.00
DISTANCIA RESPADO – PECHO (RP)	22.00	26.00	31.00
DISTANCIA RESPALDO ABDOMEN (RA)	19.45	24.91	30.38

Fuente: Elaboración Propia

GRAFICA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL DE LOS DATOS

La siguiente tabla representa la curva de distribución normal para cada una de las variables utilizadas, en el eje **X** se representan los valores del intervalo calculados mediante la media y la desviación estándar, en el eje **Y** se representa la función de probabilidad evaluada en **X**.

Gráfico 2: Distribución Normal



Fuente: Elaboración Propia

7.3 LA SILLA

Para la selección de nuestra silla se tuvo que analizar varias opciones que fueron descartadas por no cumplir con todos los requisitos para el tipo de trabajo a realizar.

Estas opciones se muestran en el Anexo N° 07.

7.3.1 Selección de la silla

Criterios utilizados para la selección de la silla:

- ***La silla no es igual para todos los puestos de trabajo***

Las sillas utilizadas actualmente en el laboratorio no son adecuadas para la realización de tareas manuales repetitivas; porque no están acorde con las dimensiones de los usuarios y de la labor que realizan, si la tarea se realiza indistintamente (de pie o sentado) y todo lo referido a la altura correcta de trabajo.

- ***La silla no es un elemento decorativo***

Para la correcta selección de una silla de trabajo, el aspecto estético no es lo más importante sino el confort que esta pueda brindar al usuario, es por ello que nuestra silla ha sido desarrollada de acuerdo a los principios del diseño de asientos, lo cual resulta en mayores beneficios sobre la salud física y mental de los usuarios así como en el rendimiento.

- ***La silla se selecciona en función a la tarea, al diseño antropométrico del puesto de trabajo y la persona que lo ocupa.***

Aplicando este principio, la selección de la silla se realizó teniendo en cuenta lo siguiente:

La tarea que realizan los usuarios es del tipo de escritorio en posición de sentado por lo tanto el espaldar cubre la zona lumbar y dorsal, además según la clasificación de los perfiles de diseño de Silla realizado por Kirchner y Rohmert (Cuadro N° 13) en la cual se describen los tipos de posturas y se dan esquemas de asientos por tipo, observamos que la silla diseñada está comprendida dentro la clasificación de asiento del Tipo V que según la descripción de la postura es para trabajos con pequeños movimientos y ocasionales descansos, esfuerzos horizontales con las manos o pies y tareas con necesidad de visión: pequeños montajes, tipeo, trabajo en máquinas. etc.

Respecto al diseño antropométrico del puesto de trabajo, en nuestro caso tomamos en cuenta las medidas antropométricas de los alumnos para determinar las medidas de la silla de trabajo, de tal manera que esta se adapte a sus usuarios.

Las medidas antropométricas de los alumnos en base a las cuales se ha diseñado y desarrollado la silla de trabajo son:

AP: Altura poplítea: 40cm.

SP: Distancia sacro-poplítea: 40cm.

CA: Altura del codo desde el asiento: 23cm.

ACs: Anchura de caderas sentado: 45cm.

CC: Anchura de codo a codo: 45cm.



Foto N° 11: Silla ergonómica

Ver Anexo N° 08: Plano del diseño de la silla

7.3.2 Principios del diseño de asientos (según Grandjean)

La silla ha sido desarrollada teniendo en cuenta los siguientes principios:

7.3.2.1 Distribución de peso

De acuerdo a este principio la silla se diseñó de manera que la posición que adopte el usuario al sentarse en la silla permita que el peso del cuerpo quede sostenido por las tuberosidades isquiales, cuyas características anatómicas están preparadas para desempeñar responsabilidades de sostenimiento de peso.

7.3.2.2 *Altura del asiento*

Para el cumplimiento de este principio, la altura ideal del asiento se determinó a partir de la altura poplítea del usuario, la misma que permite ser regulable para que pueda acomodarse a la mayoría de usuarios y puedan sentarse confortablemente con los pies apoyados en el piso sin presión bajo los muslos, incluso los que superen el porcentaje debido a que permite regularse desde una altura de 40 – 52cm. para poder acomodar al Percentil 95, altura máxima 46 cm. como al Percentil 5, altura mínima 40 cm. Conservando un ángulo entre el muslo y la pierna de 90°.



Foto N° 12: Ajuste de altura del asiento

Medidas que están comprendidas dentro del rango de regulación que debe poseer la silla según la NTP 242 del INSHT (38-50 cm.)

7.3.2.3 *Profundidad y anchura del asiento*

Profundidad del asiento: La profundidad del asiento es de 40cm. Para poder acomodarse al percentil 5, es decir que los usuarios más pequeños puedan sentarse cómodamente,

dejando una separación entre pierna y rodilla, evitando así la presión de los músculos de esa zona.

SP: Distancia Sacro-Poplítea Mín: 40 cm. (Percentil 5)



Foto N° 13: Profundidad del asiento

Cumpliendo con las recomendaciones de profundidad que debe tener el asiento según la NTP 242 del INSHT. (38 – 42 cm.)

Ancho del Asiento: De igual forma para determinar la anchura del asiento, que es de 45cm. para poder acomodar al Percentil 95 considerando a las personas más gruesas, de tal manera que estas puedan sentarse cómodamente. En realidad el asiento es un poco más ancho que el ancho de la cadera de la persona más gruesa con el fin de permitir espacio para la ropa y para el movimiento.

ACs: Anchura de caderas sentado: 45 cm. (Percentil 95)



Foto N° 14: Anchura del asiento

Cumpliendo con las recomendaciones de ancho que debe tener el asiento según la NTP 242 del INSHT. (40 – 45 cm.)

7.3.2.4 Estabilización del tronco

Según este principio para una adecuada estabilización del tronco no solo es necesario que el peso de los usuarios quede sostenido por las tuberosidades isquiales, además es importante considerar: el ángulo del respaldo y la curvatura de la espalda, por lo tanto para el diseño de la silla se ha considerado un ángulo de respaldo es de 90° (según la clasificación de asiento del Tipo V para tareas de pequeños montajes de los perfiles de diseño de Silla realizado por Kirchner y Rohmert (Cuadro N° 13) con una inclinación hacia atrás de 15° (según la NTP 242 del INSHT), y la curvatura de la espalda es de forma semi-envolvente que permite al usuario adoptar una posición recta que mantiene la columna vertebral en su lordosis espontánea, distribuyendo equitativamente el peso del cuerpo y moderando la presión excesiva sobre las vértebras. Todo esto trabajado en conjunto permite una buena estabilización del tronco lo cual a su vez logra que los brazos descansen sobre la superficie de trabajo naturalmente.

7.3.2.5 Cambios de postura

El espaldar permite movilidad y cambio de postura moderada al usuario para evitar reducir la movilidad a cero. Además se ha comprobado que los asientos mediante los cambios de postura que las personas suelen hacer en ellos pueden rebullir la inquietud de los mismos. Asimismo como el usuario ejerce presión para presionar el pedal del mecanismo de la mesa de ensamble las patas de la silla poseen regatones para impedir que por el esfuerzo la persona salga despedida hacia atrás.

7.3.3 Partes de la silla

Respecto a las partes que tiene la silla, se ha considerado la posición que adoptará el usuario para realizar el ensamble de las piezas, considerando que la descarga del peso es a través de la estructura ósea (tuberosidades isquiales); definiendo la altura del asiento por la altura poplíteica de nuestra muestra realizada a los alumnos, evitando de este modo que al sentarse el usuario adopte posturas incorrectas en la que solo se apoyen las nalgas y los muslos o si es menor aún la altura solo se apoyen en las tuberosidades isquiales.

Se tomó en cuenta la posición de la cabeza que se debe adoptar al sentarse, considerando así la base del ángulo visual necesario para efectuar la tarea, con el fin de evitar efectuar grandes flexiones en el cuello. Se consideró que el ángulo de la línea visual sea de 15° por debajo de la horizontal, la misma que no reviste carga de tal manera que el usuario pueda trabajar sin problemas durante periodos de tiempo largos con visualización constante.

7.3.3.1 Base (patas)

La base de la silla es un elemento fundamental ya que lo importante desde el punto de vista funcional esta dado en la

estabilidad que nos proporcione, al colocar 5 patas distribuidas en forma equidistante en forma radial (que inscriben un pentágono), que siempre estén unidas en una plataforma, siempre queda una pata atrás lo que hace que al movilizarse si se atraca o se engancha en el piso o alfombra esta no pierda estabilidad evitando la caída de la persona, lo que si sucedería en un silla de 4 patas al estar la espalda (respaldo) prácticamente a pico con las patas traseras y al inclinarse ligeramente para atrás el centro de gravedad del cuerpo queda fuera de la base demarcada permitiendo que la persona caiga de espalda.



Foto N° 15: Base de la silla

7.3.3.2 Columna (alzada)

La silla cuenta con un Sistema de elevación y amortiguación neumática: Componente aplicado para que mediante el cilindro neumático amortigüe el impacto de la columna vertebral al sentarse; este cilindro neumático lleva un tubo concéntrico que soporta las fuerzas de flexión de la silla. Además cuando el cilindro neumático se encuentra en su posición más baja y no tiene recorrido amortigua el impacto al sentarse por medio del resorte helicoidal, es decir este sistema

evita la rigidez y brinda el amortiguamiento y por lo tanto el confort necesario al sentarse.

7.3.3.3 Conjunto Superior

7.3.3.3.1 Asiento (almohadón)

El asiento se diseñó con el propósito de cumplir con las características más importantes para satisfacer los requerimientos que brinden mayor comodidad al usuario.

La forma de la superficie de apoyo es curva (anatómica) lo cual permite una mayor superficie de contacto y al contener la masa muscular impide la deformación logrando que exista mayor espesor (más fibras), traumatizando menos al músculo, lo que hace que el cuerpo descanse más.

Al ser la altura del asiento regulable, permite evitar que el labio anterior del asiento presione la zona poplíteica del usuario y comprima la venas y arterias que pasan por la parte posterior de la pierna y muslo interrumpiendo la circulación sanguínea, lo que ocasiona además una sensación muy molesta (hormigueo y adormecimiento).

Además el asiento tiene cascada en el borde delantero que permite liberar la presión bajo los muslos.



Foto N° 16: Cascada en el borde delantero

7.3.3.3.2 Tapizado

En general, el asiento debe ser de contorno suave, por lo tanto el asiento es acolchado en espuma con doble moldura y tapizado en unipiel, material impermeable y antideslizante (evita la sensación de inestabilidad), además de ser lavable para su adecuado aseo. Así mismo los bordes del asiento son redondeados evitando de esta manera las partes afiladas, que resultan incómodas y pueden impedir una buena circulación.

7.3.3.3.3 Respaldo

El respaldo de la silla es ajustable para variaciones ocasionales, su forma permite además adaptarse al contorno de la espalda brindando el acople necesario proporcionando el soporte adecuado.

De acuerdo a la labor de ensamble que realizarán los usuarios (tareas generales) el tipo de soporte espaldar es lumbar-dorsal, definiendo de esta forma la altura de la silla, esto evita que el usuario adopte una mala postura al sentarse (Ver Anexo N° 09)

El respaldo al igual que el asiento es acolchado en espuma con doble moldura y tapizado en unípiel.

Considerando además que el tronco del usuario al sentarse debe de colocarse lo más atrás posible, para que el respaldo sostenga la parte inferior de la espalda.

Ancho del espaldar: El ancho del respaldo es de 40cm. para poder acomodar al Percentil 95, brindando un soporte de acuerdo a la curvatura de la espalda del usuario sin generar puntos de presión. Logrando una superficie de apoyo adecuada y diseñada de forma que no estorba los movimientos de los brazos durante el trabajo.



Foto N° 17: Ancho del espaldar

Cumpliendo con las recomendaciones de ancho que debe tener el respaldo de la silla según la NTP 242 del INSHT. (40 – 45 cm.)

Altura del espaldar: La altura del espaldar es de 30cm. Considerando que la altura del espaldar solo debe cubrir la zona lumbar y dorsal de la columna para el tipo de labor de ensamble que realizarán los usuarios.



Foto N° 18: Altura del espaldar

Cumpliendo con las recomendaciones de altura que debe tener el respaldo de la silla según la NTP 242 del INSHT. (25 – 30 cm.)

Movimiento entre asiento y espaldar: El ángulo entre asiento y espaldar permite que el usuario adopte un ángulo entre muslos y tronco de al menos 90° . El espaldar se puede reclinar hacia atrás. El rango de angulación del espaldar es de 15° . De esta manera permite que adopte una posición donde el tronco del usuario este a 90° y el ángulo entre muslos y tronco sea mayor de 90° . El ángulo de espaldar permite ajustarse, permitiendo una movilidad moderada y cambios de postura que el usuario adopte durante la labor de ensamble.



Foto N° 19: Ajuste del ángulo del espaldar

7.3.3.3.4 Apoya brazos

Al realizar el ensamble de las piezas, los codos quedan naturalmente apoyados en la mesa de ensamble por lo cual la función del apoya brazos no se hace necesario para este tipo de trabajo.

7.3.3.3.5 Apoya pies

En el puesto de trabajo en estudio (ensamble de piezas pequeñas) no es necesario colocar el apoya pies debido al empleo del pedal para realizar la labor. Para lo cual la silla es ajustable en altura para que el usuario pueda mantener los pies en el piso.

7.3.3.4 Sistema basculante

El sistema basculante no es necesario para el diseño de la silla porque este sistema se aplica en casos en que es necesario adoptar una posición inclinada hacia adelante.

7.4 MESA DE ENSAMBLE

7.4.1 *Altura de la mesa de ensamble*

La mesa de ensamble mide 77cm. de altura (de acuerdo a las medidas antropométricas de los usuarios y las recomendaciones del NTP 242 del INSHT); dicha altura se determinó mediante la postura cómoda para el usuario lo que significa que los antebrazos tienen una posición natural hacia abajo y los codos están flexionados a 90° (altura del codo) de manera que el brazo quede paralelo al suelo.

De esta manera evitamos que la mesa quede demasiado alta lo que ocasionaría que los antebrazos se encojan, lo cual causa fatiga en los hombros; o si es demasiado baja la altura de la mesa, el cuello o la espalda se doblan lo que ocasiona fatiga, razón por la cual es necesario que el plano de trabajo se situó a la altura adecuada para el usuario.

Además al ser una mesa de tamaño fijo tiene la altura adecuada (altura base) para la persona más alta de los usuarios.

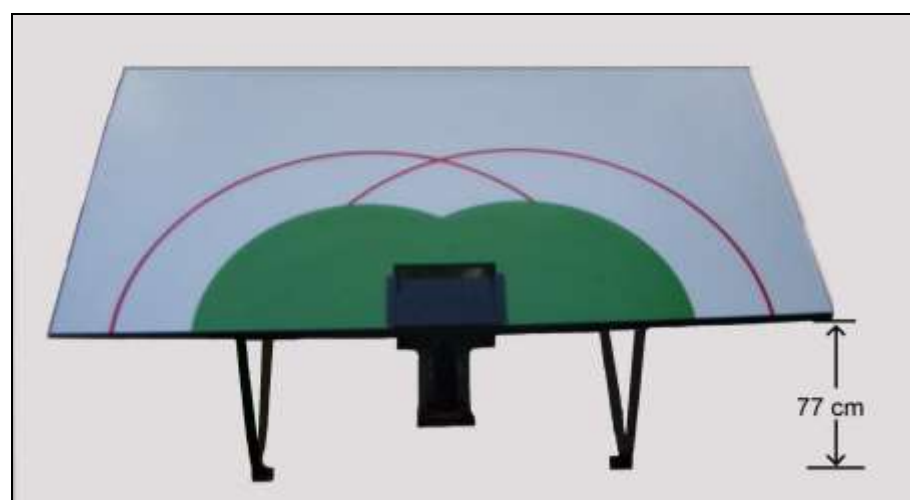


Foto N° 20: Mesa de Ensamble

Las medidas antropométricas de los alumnos en base a las cuales se ha diseñado y desarrollado son:

SR: Distancia Sacro-Rotula: 63 cm.

MS: Altura del muslo desde el suelo: 60 cm.

Ver Anexo N° 10: Plano del diseño de la mesa de ensamble

7.4.2 Ajuste de la superficie de trabajo

Esta condición no es imprescindible. En su defecto, la silla sí es regulable. Por consiguiente para regular la altura de trabajo de la mesa de ensamble, de acuerdo al tipo de labor que se realiza (ensamble ligero), según los principios de diseño de trabajo esta labor se realiza mejor desde la posición de la altura del codo en descanso. De esta manera tomando como base dicha posición, para el ajuste de la altura utilizamos la silla regulable para que cualquier usuario independientemente de su talla, pueda trabajar cómodamente, adecuando la altura a su tamaño.

7.4.3 Dimensión de la superficie de la mesa

La superficie de la mesa tiene una profundidad de 80cm por 160cm de ancho; esta área se determinó considerando que los usuarios trabajan naturalmente en zonas limitadas por líneas que son arcos de circunferencia, y cada mano tiene su espacio de trabajo normal. Para el diseño de la mesa nos remitimos a ver y analizar los alcances de las manos normal y máximo tomando como base las medidas tomadas a los alumnos. Ya que nadie puede alcanzar más allá de donde lleguen sus manos. El área normal de trabajo de la mano derecha como el de la izquierda en el plano horizontal incluye el área circunscrita por el antebrazo al moverlo en forma de arco con pivote en el codo, esta área representa la zona más conveniente dentro de la cual la mano realiza movimientos con un gasto de energía normal. Como los movimientos

se hacen en tercera dimensión, al igual que en el plano horizontal, el área normal de trabajo se aplica también en el plano vertical.

Las medidas antropométricas de los alumnos en base a las cuales se ha diseñado y desarrollado la superficie de la mesa de trabajo son:

SR: Distancia Sacro-Rótula: 63 cm.

AmínB: Alcance mínimo del brazo: 48 cm.

AmáxB: Alcance máximo del brazo: 81 cm.



Foto N° 21: Dimensiones de la superficie de la mesa

7.4.4 Características básicas de la mesa

1.- Tipo de Mesa:

La mesa de ensamble esta hecha de melamine, material que es resistente y duradero de contextura suave que permite realizar la labor de ensamble sin inconvenientes; y brinda la estabilidad para el soporte de los materiales necesarios para realizar la labor de ensamble así como el peso de cualquier persona que se apoye sobre alguno de sus bordes.

2.- Área de Superficie (Espacio interior suficiente):

Además de poseer el área mínima requerida según la NTP 242 del INSHT (80 x 120cm). El espacio interior es suficiente para evitar que las rodillas choquen o que no se puedan estirar las piernas.

Tiene el espacio suficiente para permitir una colocación flexible del material requerido para la labor de ensamble considerando los alcances normal y máximo de las manos de los usuarios.

Se eligió el color gris claro que es un color mate y suave para garantizar un buen contraste con los materiales utilizados y es muy importante para que no deslumbre.

3.- Espesor y bordes:

La superficie de la mesa es plana y tiene un espesor de 20mm.

La terminación del contorno que da al usuario es de tapacanto pvc (3mm) semi-redondeado para evitar los bordes filosos, lo que ocasionaría que al apoyar los brazos con el propio peso de estos, marque la zona de contacto y cierre la circulación de la sangre a las manos lo que provoca el adormecimiento de las mismas.

4.- Mecanismo de ensamble:

El mecanismo de ensamble está situado en el área normal de trabajo; y esta compuesta por unas pequeñas placas de metal en las cuales una de ellas, la que esta insertada en la mesa de ensamble posee dos orificios en los que se insertan los pernos a ensamblar y la otra placa está en función del mecanismo del pedal para poder ajustar y desajustar la pieza, además posee una deslizadera metálica que permitirá que la pieza terminada de ensamblar caiga por gravedad dentro de una caja situada a un costado de la mesa. (Ver Anexo N° 11: Plano del mecanismo de ensamble de la mesa)

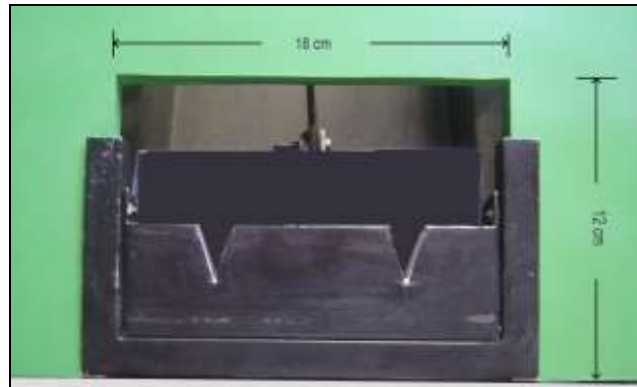


Foto N° 22: Mecanismo de ensamble superior



Foto N° 23 y 24: Mecanismo de ensamble inferior

7.5 ANÁLISIS DE LA OPERACION

Analizamos los movimientos del alumno al realizar la operación con el objetivo de hallar la forma más económica de hacerla y de esta manera intentar eliminar los movimientos innecesarios y disponer los restantes de la mejor manera posible. A continuación se da un ejemplo para la aplicación de estudio de movimientos.

7.5.1 Montaje de Perno y Arandela

En algunas empresas, utilizan pernos con arandelas en el montaje final de uno de sus productos. Para simplificar esta operación se montan o ensamblan previamente las arandelas al perno.

7.5.1.1 Método Antiguo de Montaje

Originalmente el montaje de pernos, arandelas y tuercas se hacía de la forma siguiente: encima de la mesa se disponían depósitos conteniendo pernos, arandelas de metal, de goma y tuercas.

El usuario alcanzaba los pernos del depósito, cogía con la mano izquierda y los traía frente a ella, poniéndolo en posición.

Con la mano derecha cogía una arandela de metal del depósito correspondiente y la colocaba sobre el perno, luego hacía otro tanto con la arandela de goma y finalmente colocaba la tuerca.

Con ello se terminaba el montaje, y el operario dejaba con su mano izquierda en un depósito las piezas montadas.

En consecuencia este método viola los primeros principios de los movimientos, debido a que la mano izquierda sostiene el perno durante la mayor parte del tiempo, mientras que la mano derecha trabaja productivamente, por lo que los movimientos de las manos no son simultáneos ni simétricos.



Foto N° 25: Método antiguo de montaje



Foto N° 26: Método antiguo de montaje (depósitos parados)

DIAGRAMA BIMANUAL: METODO ACTUAL (Ensamble de 1 pieza)

Para el ensamble de la pieza según el método actual se utilizan una serie de operaciones para el formado completo de mismo. Se tiene la siguiente área de trabajo.

1. Perno
2. Arandela de goma
3. Arandela de metal
5. Tuerca

Ver Anexo N° 12: Diagrama SIMO (Método Actual)

DIAGRAMA BIMANUAL

Diagrama N° 1: Método Actual		Disposición del lugar de trabajo			
Dibujo: Vista superior del proceso.					
Operación: Ensamble de pernos y arandelas					
Lugar: Área de ensamble.					
Fecha: Junio 18 de 2005.					
Hecho por: Ladynort Pinto Carpio. Joyce Malena Tapia Salas.					
MANO IZQUIERDA	○ ⇨ D ▽	○ ⇨ D ▽	MANO DERECHA		
Ir hacia el depósito 1 de los pernos				Llevar la pieza montada al depósito 4	
Coger un perno				Ir hacia el depósito 2 de las arandelas de goma	
Transportar el perno hasta una posición central				Coger una arandela de goma	
Sostener el perno				Transportar la arandela de goma hasta el perno	
Sostener el perno				Poner en posición y monta la arandela en el perno	
Sostener el perno				Ir hacia el depósito 3 de las arandelas de metal	
Sostener el perno				Coger una arandela de metal	
Sostener el perno				Transportar la arandela de metal hasta el perno	
Sostener el perno				Poner en posición y la monta sobre el perno	
Sostener el perno				Ir hacia el depósito 4 de las tuercas	
Sostener el perno				Coger una tuerca	
Sostener el perno				Transportar la tuerca hasta el perno	
Sostener el perno				Poner en posición y la monta sobre en el perno	
Pasar la pieza a la mano derecha				Coger la pieza montada	

Fuente: Elaboración propia.

7.5.1.2 Método Perfeccionado de Montaje

Para este método cabe resaltar que se cuenta con dos personas para cada módulo: uno realizará la labor de ensamble y el otro el cronometraje.

En nuestra mesa de trabajo se construyó una plantilla de metal para poder ensamblar dos piezas a la vez y se la rodeó de depósitos metálicos del tipo de suministro de gravedad; así mismo se distribuyeron estos depósitos de arandelas en la mesa de trabajo por duplicado, con el fin de que ambas manos pudieran moverse simultáneamente montando las arandelas en dos pernos al mismo tiempo.

Los fondos de estos depósitos forman un ángulo de 30° con el plano horizontal de modo que las piezas descienden por sí mismas sobre el tablero, a medida que se utilizan en los montajes.



Foto N° 27: Depósito de arandelas

En la plantilla se hicieron dos agujeros o cavidades en “V”, en donde quedan sujetos los dos pernos por el accionamiento del pedal, permitiendo de esta manera ensamblar dos piezas a la vez.

La mesa de trabajo esta provista también de una deslizadera metálica la cual va permitir mediante el accionamiento del pedal la caída del montaje por simple gravedad dentro de una caja situada a un costado de la mesa de trabajo.

Montando el perno, las arandelas y tuerca de forma indicada, las dos manos se mueven simultáneamente hacia los depósitos duplicados, cogen los dos pernos que descansan en la mesa de trabajo delante de lo depósitos y las deslizan a su sitio de las dos cavidades que quedaran ajustadas el accionamiento del pedal, de igual forma, las dos manos deslizan las arandelas y las colocan en los pernos y encima se colocan las arandelas de goma y luego se colocan las tuercas sobre las anteriores. Una vez concluido el ensamble se accionará el pedal para liberar la pieza encima de la deslizadera metálica.

Como el usuario comienza el ciclo siguiente con las manos en esta posición, el dedo índice y medio de cada mano están listos para coger los pernos situados muy cerca de ellos y continúan el ciclo sin generar un tiempo de inactividad.

El método propuesto, en contraposición con el método antiguo de montar pernos y arandelas está de acuerdo con los principios de economía de movimientos.

DIAGRAMA BIMANUAL: METODO PROPUESTO (Ensamble de 2 piezas a la vez)

En el ensamble de la pieza según el método propuesto se utilizan una serie de operaciones para el formado completo de mismo. Se necesitan como en el método anterior: pernos, arandelas de gomas, arandelas de metal y tuercas.

Ver Anexo N° 13: Diagrama SIMO (Método Propuesto)

DIAGRAMA BIMANUAL									
Diagrama N° 1: Método Propuesto				Disposición del lugar de trabajo					
Dibujo: Vista superior del proceso.									
Operación: Ensamble de pernos y arandelas									
Lugar: Área de ensamble.									
Fecha: Junio 18 de 2005.									
Hecho por: Ladynort Pinto Carpio.									
Joyce Malena Tapia Salas.									
MANO IZQUIERDA	○	⇨	D	▽	○	⇨	D	▽	MANO DERECHA
Ir hacia el depósito de los pernos									Ir hacia el depósito de los pernos
Coger un perno del depósito									Coger un perno del depósito
Deslizar hasta el orificio el perno									Deslizar hasta el orificio el perno
Insertar en el orificio el perno									Insertar en el orificio el perno
Ir hacia el depósito de las arandelas de goma									Ir hacia el depósito de las arandelas de goma
Coger una arandela de goma del depósito									Coger una arandela de goma del depósito
Deslizar la arandela de goma hasta el orificio pone en posición									Deslizar la arandela de goma hasta el orificio pone en posición
Montar la arandela de goma en el perno									Montar la arandela de goma en el perno
Ir hacia el depósito de las arandelas de metal									Ir hacia el depósito de las arandelas de metal
Coger una arandela de metal del depósito									Coger una arandela de metal del depósito
Deslizar la arandela de metal hasta el orificio pone en posición									Deslizar la arandela de metal hasta el orificio pone en posición
Montar la arandela de metal en el perno									Montar la arandela de metal en el perno
Ir hacia el depósito de los pernos									Ir hacia el depósito de los pernos
Coger una tuerca del depósito									Coger una tuerca del depósito
Deslizar la tuerca hasta el orificio pone en posición									Deslizar la tuerca hasta el orificio pone en posición
Montar la tuerca en el perno									Montar la tuerca en el perno

Fuente: Elaboración propia.

7.5.2 Principios de economía de movimientos

Aplicando los principios de economía de movimientos podemos detectar rápidamente las ineficiencias en el método usado, inspeccionando brevemente el lugar de trabajo y la operación de ensamble, haciendo posible aumentar notablemente la producción del trabajo manual con un mínimo de fatiga.

Estos principios se basan en el uso del cuerpo humano, distribución física del local de trabajo y el diseño de las herramientas y equipo.

7.5.2.1 *El uso del cuerpo humano*

Ambas manos deben iniciar y finalizar simultáneamente sus divisiones básicas de trabajo y no deben estar inactivas al mismo tiempo, salvo durante los periodos de descanso.

Al distribuir por duplicado los depósitos de las arandelas, pernos y tuercas conseguimos que ambas manos puedan moverse simultáneamente montando las arandelas en dos pernos al mismo tiempo, consiguiendo de esta forma que la mano derecha trabaje en la zona normal a la derecha del cuerpo, y la izquierda trabaje en el área normal a la izquierda de éste. Con lo cual se logra obtener una sensación de equilibrio que tiende a inducir un ritmo adecuado en la actuación del usuario, originando un máximo en el rendimiento o productividad y eliminando la fatiga por equilibrio que se produce cuando solo una mano hace el trabajo productivo.

Los movimientos de las manos deben ser simétricos y alejándose del cuerpo y acercándose a éste simultáneamente.

Esta distribución de los depósitos en donde el usuario puede ensamblar dos piezas a la vez, permite el movimiento continuo de ambas manos y que cada una ejecute los mismos

movimientos utilizando movimientos simétricos realizados simultáneamente alejándose y acercándose respecto al centro del cuerpo.

Ya que por naturaleza las manos se muevan con simetría y que cualquier desviación en una estación de trabajo en que se emplean las dos manos obliga al usuario a ejecutar movimientos lentos y difíciles.

El impulso e ímpetu físico de una acción debe ser aprovechado en ayuda del trabajador siempre que sea posible, y reducirse al mínimo cuando haya que ser contrarrestado por esfuerzo muscular.

Para aprovechar plenamente el impulso desarrollado, el lugar de trabajo está diseñado de manera que la pieza terminada pueda soltarse en la zona de entrega, mientras las manos van en camino de tomar los otros componentes antes de comenzar el siguiente ciclo de trabajo. Permitiendo de esta manera a las manos ejecutar los alcances aprovechando el impulso desarrollado, y ayudando a ejecutar el therblig más fácil y rápidamente.

Los movimientos continuos en línea curva son preferibles a los realizables en línea recta con cambios de dirección repentinos y bruscos.

Al obtener que los movimientos sean continuos en línea curva, estos no requieren desaceleración y por consiguiente, pueden ejecutarse con mayor rapidez por unidades de distancia. Logrando evitar hacer cambios bruscos de dirección a 90 grados, los cuales para llevar a cabo un cambio de dirección, la mano tiene que desacelerar, luego cambiar su dirección de movimiento y volver a acelerarse hasta el momento de otra

desaceleración antes de ejecutar el siguiente cambio de dirección

Debe emplearse el mayor número de divisiones básicas de trabajo y estas deben evitarse a las de las clasificaciones del orden más bajo posible

Al realizar la labor de ensamble los usuarios utilizan los movimientos de los dedos, muñeca y antebrazo que suelen llamarse “movimientos de antebrazo” y son los que los realiza la extremidad superior por debajo del codo, mientras que el brazo permanece inmóvil. Este movimiento es muy eficiente, ya que el antebrazo posee fuerte musculatura y por ende se fatiga menos.

Debido a la localización de los depósitos y a su proximidad al área normal de trabajo la distancia a recorrer es mínima por lo que las piezas caen por gravedad de los depósitos y estas son llevadas hacia el lugar de ensamble por movimientos suaves y continuos la resistencia a vencer durante el movimiento es mínima lo que permite realizar adecuadamente el trabajo y además permite reducir el nivel de fatiga y realizar un trabajo productivo y eficaz, utilizando de esta forma la clase de movimiento más bajo.

Debe procurarse que todo trabajo que pueda hacerse con los pies se ejecute al mismo tiempo que el que se realice con las manos.

Debido a que la mayor parte del ciclo de trabajo se efectúan con las manos, resulta económico librarlas del trabajo que es posible ejecutar con los pies, por lo cual para realizar la labor de ensamble se utiliza un pedal que permite realizar la sujeción de los pernos durante el ensamble y permite a su vez soltar la pieza terminada para que se deslice por gravedad hacia el

depósito final. Esto permite dejar libres a las manos para hacer trabajo útil y acorta de este modo el tiempo de ciclo.

Tomando en cuenta que según este principio no debe hacerse ningún movimiento con los pies mientras las manos lo hacen, a no ser que sea sólo para ejercer presión mediante un pedal, teniendo cuidado en la coordinación de los movimientos entre manos y pies no requieran movimientos simultáneos de estas extremidades.

Los dedos cordial y pulgar pueden efectuar trabajo más pesado. El índice, el anular y el meñique no son capaces de manejar cargas considerables por largo tiempo.

Para asir o tomar las piezas a ensamblar (pernos, arandelas y tuercas) se usan las falanges más cercanas a la mano (índice y medio). Tales segmentos de los dedos no sólo son más fuertes que los demás, sino que estando al mismo tiempo más próximos a la carga que se tiene en la mano; no producen un momento flexionante tan grande como las falanges más lejanas de la palma.

7.5.2.2 Distribución física del local de trabajo

Debe de haber un sitio definido y fijo para todas las herramientas y materiales.

Al realizar el montaje de pernos, arandelas y tuercas, las piezas acabadas y las unidades montadas tienen sitios fijos; de tal forma que el usuario pueda moverse sin esfuerzo mental, hacia los depósitos de los pernos, arandelas y tuercas logrando de esta manera que sea innecesario que el usuario piense donde están situados los materiales.

Al quedar bien definidas las zonas de los componentes o piezas a ensamblar ayuda a crear el hábito a los usuarios, permitiendo de esta manera el rápido desarrollo del automatismo, así mismo se logra que el usuario ejecute la operación con el mínimo esfuerzo mental consciente, reduciendo la fatiga y ahorro de tiempo. Además se logra al estar situados en un lugar definido y se cogen siempre del mismo sitio, la mano encuentra automáticamente la situación correcta y, en muchos casos, la mirada puede permanecer fija en el punto en que se ensamblan las piezas.

Las herramientas, materiales y aparatos de control deben situarse cerca y directamente enfrente del usuario.

Los usuarios trabajan naturalmente en zonas limitadas por líneas que son arcos de circunferencia, y cada mano tiene su espacio de trabajo normal, tanto en el plano vertical como en el horizontal, en el cual se realiza el trabajo con tiempo y esfuerzo mínimos.

Los depósitos están localizados dentro de la zona normal de trabajo, permitiendo un movimiento de tercera clase que no requiere el del cuerpo. Con la utilización de la plantilla y depósitos duplicados permite que ambas manos describan movimientos simultáneos en direcciones opuestas al realizar la operación. Logrando con esta disposición facilitar la realización de movimientos naturales de brazos, fáciles y rítmicos.

También logramos al disponer las piezas de esta forma que los movimientos de los ojos sean más cortos, reduciendo en lo posible los puntos en que deben de fijarse estos facilitando el mejor orden de movimientos y la rápida adquisición por parte del usuario el hábito de los movimientos automáticos y rítmicos.

Se deben utilizar depósitos y recipientes de suministro por gravedad para entregar el material cerca del punto de utilización

Los depósitos tienen un fondo inclinado que forman un ángulo de 30° con el plano horizontal de modo que las piezas descienden por si mismas sobre la mesa de trabajo, a medida que se utilizan en los montajes, lo cual permite a los componentes deslizarse por gravedad hacia delante, con el fin de evitar que tenga que introducir la mano en el recipiente para coger las piezas.

Por otro lado no hay reglas para definir el tamaño apropiado de los depósitos para una operación determinada, ya que algunas compañías emplean depósitos suficientemente grandes para tener material para cuatro horas de trabajo, lo que probablemente es un tamaño económico para muchas clases de material.

Siempre que sea posible, deben utilizarse entregas por gravedad.

Una vez finalizado el ensamble de las piezas estas caen a través de la plantilla al quedar liberada la pieza por el accionamiento del pedal transportándola las piezas acabadas mediante una deslizadera metálica permitiendo así; enviarlas a su destino por gravedad. Lo que implica ahorro de tiempo y a la vez permite a las manos comenzar el ciclo siguiente simultáneamente, sin romper el ritmo.

Deben situarse los materiales y las herramientas de modo que permitan el mejor orden de movimientos

Al realizar el montaje de los pernos, arandelas y tuercas, los depósitos están situados próximos a la deslizadera sobre la cual

se sueltan los montajes del ciclo precedente. Esta disposición nos permite el mejor uso de ambas manos al principio del ciclo siguiente, estableciendo un orden de movimientos satisfactorio lo cual puede ayudar a determinar el orden a seguir en otros tipos de trabajo.

Deben existir condiciones de visibilidad adecuadas. El primer requisito para una percepción visual satisfactoria es una buena iluminación.

Al realizar el análisis del ambiente de trabajo comprobamos que efectivamente el laboratorio de Estudio del Trabajo se encuentra dentro de los niveles de luz recomendados para realizar trabajos de ensamble y cumple con las condiciones ambientales adecuadas.

Debe instalarse para cada obrero una silla del tipo y altura adecuados para permitir una buena postura.

La silla es ajustable para permitir adaptarla rápidamente a la estatura de la persona que ha de utilizarla permitiendo al usuario apoyar los pies sobre el suelo.

Además es de construcción rígida y sus bordes del asiento y respaldo son redondeados evitando de esta manera las partes afiladas, ya que resultan incómodas y pueden impedir una buena circulación.

La silla esta provista de regatones necesarios para llevar a cabo este tipo de labor, al tener que ejercer presión sobre el pedal para evitar que la silla ruede involuntariamente.

Asimismo la silla es del tipo IV según la clasificación de Kirchner/Rohmert ya que es la más adecuada para realizar este tipo de trabajos manuales repetitivos.



Foto N° 28: Distribución final

Disposiciones de los depósitos que han sido mejorados conforme fueron aplicándose los Principios de Economía de Movimientos.

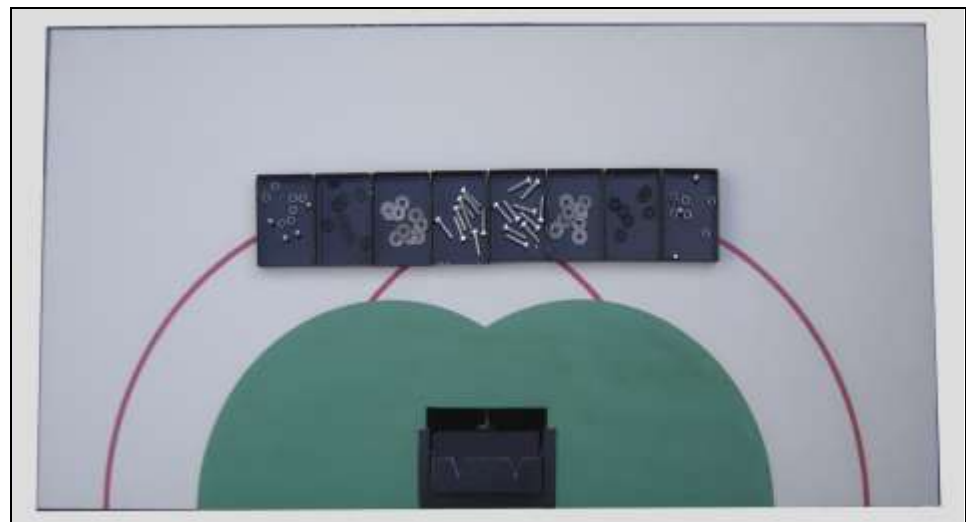


Foto N° 29: Primera Distribución lineal



Foto N° 30: Segunda Distribución lineal (Depósitos en forma vertical)



Foto N° 31: Tercera Distribución semicircular



Foto N° 32: Cuarta Distribución semicircular (Depósitos en forma vertical)

7.6 ANALISIS DEL AMBIENTE DE TRABAJO

Es necesario obtener datos del ambiente de trabajo (laboratorio) para poder saber si los alumnos del Programa Profesional de Ingeniería Industrial están desarrollando sus labores en un ambiente de trabajo adecuado; ya que estos puntos son muy importantes para que el alumno desarrolle sus actividades en forma eficiente.

Para realizar este análisis del ambiente de trabajo se tiene que tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Temperatura y Humedad
- Luminosidad
- Ruido

7.6.1 Temperatura y humedad

El intercambio térmico del organismo del alumno, produciendo o perdiendo calor como consecuencia del metabolismo natural del cuerpo causa estrés en ellos y además puede suponer un riesgo para la seguridad y salud de los alumnos.

Asimismo, y en la medida de lo posible, las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deben constituir una fuente de incomodidad o molestia para los alumnos. A tal efecto, deberán evitarse las temperaturas y las humedades extremas, los cambios bruscos de temperatura, las corrientes de aire molestas, los olores desagradables, la irradiación excesiva y, en particular, la radiación solar a través de ventanas, luces o tabiques acristalados. Los efectos varían según la humedad del ambiente.

CUADRO N° 16
CONDICIONES ESTABLECIDAS POR LA ORDENANZA

SUMINISTRO DE AIRE	> 30 – 50 m ³ /hora/trabajador o Renovación total de aire: > 6 veces/hora (trabajos sedentarios) > 10 veces/hora (trabajos con esfuerzo físico)
VELOCIDAD DEL AIRE	> 15 m/min (temperatura normal) >10 m/min (ambiente caluroso)
TEMPERATURA	17 a 22° C (Trabajos sedentarios) 15 a 18° C (Trabajos ordinarios) 12 a 15° C (Trabajos que exijan esfuerzo)
HUMEDAD RELATIVA	40 – 60% (Si se puede generar electricidad estática)

Fuente: INSHT, OMS

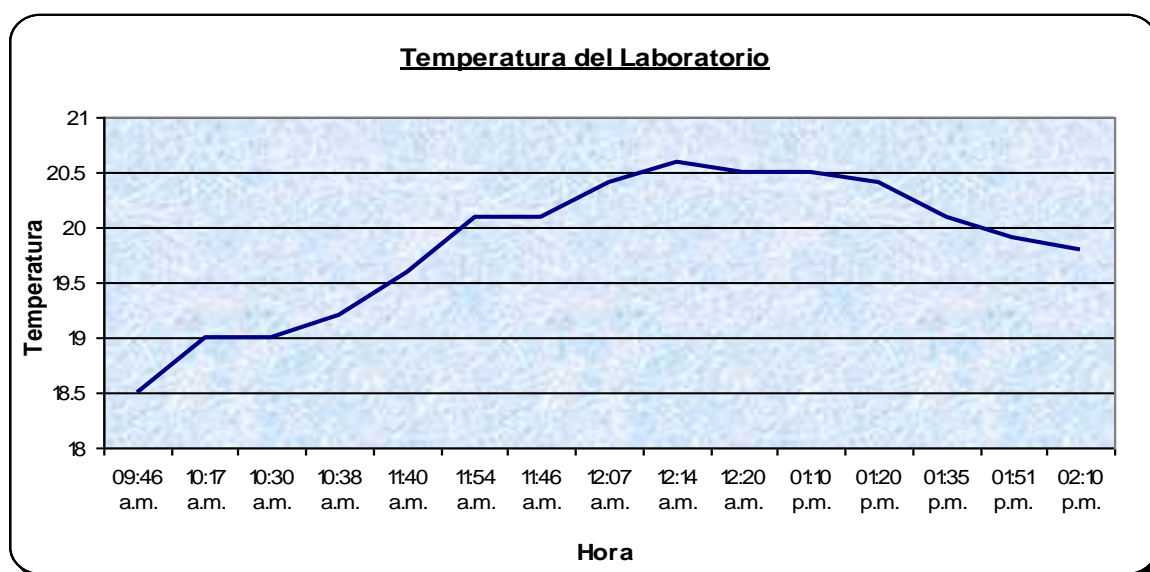
El siguiente cuadro muestra los valores actuales del laboratorio durante el horario de mañana.

CUADRO N° 17
MEDIDAS DE TEMPERATURA DEL LABORATORIO

MUESTRA	TEMPERATURA (°C)	HORA
1	18.50	9:46 a.m.
2	19.00	10:17 a.m.
3	19.00	10:30 a.m.
4	19.20	10:38 a.m.
5	19.60	11:40 a.m.
6	20.10	11:54 a.m.
7	20.10	11:46 a.m.
8	20.40	12:07 a.m.
9	20.60	12:14 a.m.
10	20.50	12:20 a.m.
11	20.50	1:10 p.m.
12	20.40	1:20 p.m.
13	20.10	1:35 p.m.
14	19.90	1:51 p.m.
15	19.80	2:10 p.m.
PROMEDIO	19.80	

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 3: Temperatura del Laboratorio



Fuente: Elaboración Propia

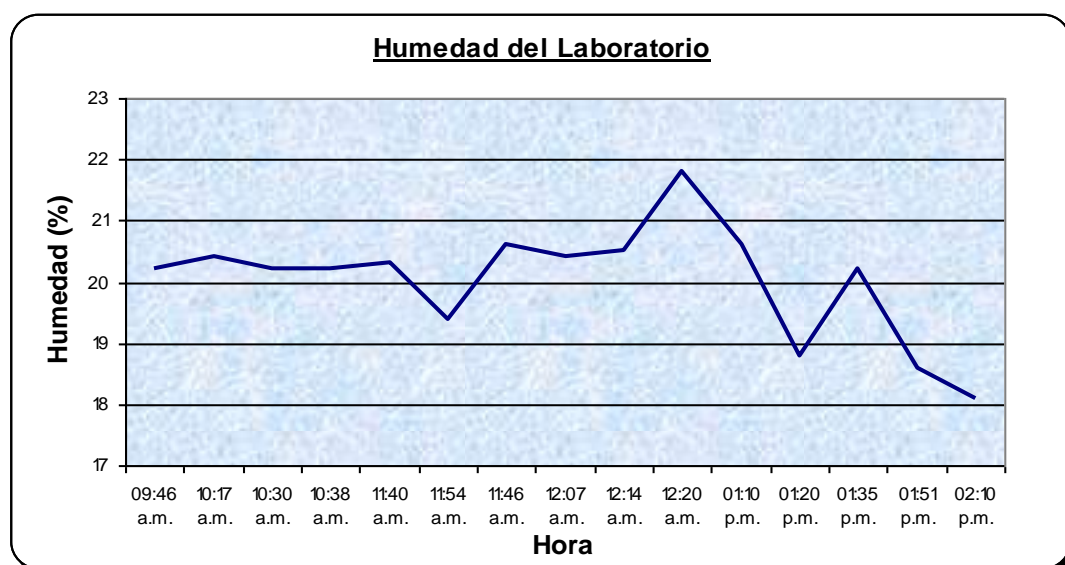
CUADRO N° 18

MEDIDAS DE HUMEDAD DEL LABORATORIO

MUESTRA	HUMEDAD (%)	HORA
1	20.2	9:46 a.m.
2	20.4	10:17 a.m.
3	20.2	10:30 a.m.
4	20.2	10:38 a.m.
5	20.3	11:40 a.m.
6	19.4	11:54 a.m.
7	20.6	11:46 a.m.
8	20.4	12:07 a.m.
9	20.5	12:14 a.m.
10	21.8	12:20 a.m.
11	20.6	1:10 p.m.
12	18.8	1:20 p.m.
13	20.2	1:35 p.m.
14	18.6	1:51 p.m.
15	18.1	2:10 p.m.
PROMEDIO	20.0	

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 4: Humedad del Laboratorio



Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en el cuadro N° 17 tenemos un promedio de temperatura de 19.8 °C y según la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo la temperatura debería de estar entre 17 a 22°C (Cuadro N° 16), por lo tanto cumplimos con lo establecido.

7.6.2 Luminosidad

La situación actual del laboratorio no cuenta con módulos por lo tanto las medidas tomadas son en un área desocupada. Dichos datos fueron tomados en diferentes puntos obteniendo lo siguiente:

CUADRO N° 19

MEDIDAS DE LUMINOSIDAD DEL LABORATORIO

MUESTRA	LUMINOSIDAD (Lux)	HORA
1	480.0	9:46 a.m.
2	850.0	10:17 a.m.
3	640.0	10:30 a.m.
4	600.0	10:38 a.m.
5	2600.0	11:40 a.m.
6	2600.0	11:54 a.m.
7	660.0	11:46 a.m.
8	300.0	12:07 a.m.
9	1300.0	12:00 a.m.
10	1250.0	12:20 a.m.
11	780.0	1:10 p.m.
12	650.0	1:20 p.m.
13	730.0	1:35 p.m.
14	690.0	1:51 p.m.
15	850.0	2:10 p.m.
PROMEDIO	998.7	

Fuente: Elaboración Propia

Según lo mencionado en el capítulo anterior el nivel de iluminación depende de la actividad a realizar y el tiempo a observar los objetos;

como ya sabemos el módulo diseñado para el laboratorio es para actividad minuciosa y por lo tanto se va a requerir un nivel de iluminación mayor a lo normal.

Un aspecto importante a cuidar es que la iluminación para toda área de trabajo no deslumbre o moleste al trabajador, por lo que debe contar con pantallas y permitir el ajuste de su altura para adecuarse a las características de cada usuario. (Ver Anexo N° 14)

Es importante verificar que el alumbrado en las áreas de trabajo no incida directamente en los ojos del usuario, o que esté a sus espaldas de tal forma que él mismo se provoque sombra sobre el área de trabajo. También es conveniente cuidar que la luz natural de las ventanas no provoque reflejos ni incida sobre los ojos del usuario.

Procedimiento para calcular la cantidad de lúmenes requeridos para el laboratorio de Estudio de Trabajo:

Para el laboratorio se va a considerar según el siguiente cuadro Fluorescentes ahorradores con una vida de 10000 horas, 70 a 90 lúmenes/watts y una potencia de 36 a 40 watts.

Las lámparas que se eligió para este cálculo son los tubos Fluorescentes T5 PHILIPS súper finos ya que tiene una larga vida, buena reproducción de colores y además un consumo de energía bajo.

CUADRO N° 20
CARACTERÍSTICAS DE LÁMPARAS PARA ALUMBRADO INTERIORES

Lámpara	Vida (hr)	Lumen/Vatio	Potencias (W)	Reproducción del color	Observaciones
Focos	1000	10-13 lm/w	25-150	Buena	Poca vida. Elevado calor y mantenimiento
Reflectores de Vidrio soplado	1000	10 lm/w	12-60	Buena	Poca vida. Calor
Halógenas	2000	15 lm/w	200-1000	Muy Buena	Calor. Usar solo potencias bajas.
Fluorescentes ahorradores	10000	70-790 lm/w	36-40	Regular/Mala	Larga vida. No produce calor.
Fluorescente con gases de mercurio	3000-5000	40-60 lm/w	80-400	Regular	Larga vida. Instalación cara.
Fluorescentes con vapores de sodio de alta presión	10000	135 lm/w	50-70	Mala	Instalación cara. Mucha vida
Fluorescentes con vapores de sodio de baja presión	12000	200 lm/w	7-135	Mala	Instalación cara. Mucha vida.

Fuente: "Ingeniería de Métodos" – Krick, Edward

7.6.2.1 Método de los lúmenes

Este método es muy práctico y fácil de usar, por esta razón se utiliza mucho en la iluminación de interiores. La finalidad de este método es calcular el valor medio en servicio de iluminancia en un local iluminado con alumbrado general.

Pasos a seguir:

- Determinar el nivel de iluminancia media. Este valor depende del tipo de actividad a realizar en el local.
- Escoger el tipo de lámpara más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar (Fluorescente para este caso).
- Escoger el sistema de alumbrado que mejor sea adapte a nuestras necesidades y las luminarias correspondientes. (Se utilizará 6 luminarias con dos lámparas fluorescentes en cada una)
- Determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido.

CUADRO N° 21
ALTURA DE LAS LUMINARIAS

	Altura de luminaria
Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)	Lo más altas posibles
Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa	$\text{Mínimo: } h = \frac{2}{3}x(h'-0.76m)$ $\text{Óptimo: } h = \frac{4}{5}x(h'-0.76m)$
Locales con iluminación indirecta	$d' \approx \frac{1}{4}x(h'-0.76)$ $h' \approx \frac{3}{4}x(h'-0.76)$

Fuente: Manual de Luminotecnia Carlos Laszlo

Por lo tanto según el cuadro N° 21 se observa que para un local con iluminación directa, semidirecta y difusa se utilizará las siguientes fórmulas:

Altura de Luminaria: *Mínimo* : $h = \frac{2}{3}x(h'-0.77m)$

$$h = \frac{2}{3}x(4m - 0.77m) = 2.15m$$

Altura de luminaria: *Optimo* : $h = \frac{4}{5}x(h'-0.77m)$

$$h = \frac{4}{5}x(4m - 0.77m) = 2.58m$$

- Calcular el índice del laboratorio (k). Es un número comprendido entre 1 y 10 a pesar de que se pueden obtener valores mayores de 10 con la fórmula, no se consideran pues la diferencia entre usar diez o un número mayor en los cálculos es despreciable.

$$k = \frac{a \times b}{h \times (a + b)}$$

$$k = \frac{34.923}{2.58 \times (10.725)} = 1.26$$

- Determinar los coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo. Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes materiales, superficiales y acabado. Si o disponemos de ellos, podemos tomarlos de la siguiente cuadro.

CUADRO N° 22
FACTORES DE REFLEXION

	Color	Factor de reflexión
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	Claro	0.5
	Medio	0.3
Paredes	Claro	0.5
	Medio	0.3
	Oscuro	0.1
Suelo	Claro	0.5
	Oscuro	0.1

Fuente: Manual de Luminotecnia Carlos Laszlo

Se puede concluir del cuadro que el laboratorio de Estudio de Trabajo tiene los siguientes factores de reflexión:

CUADRO N° 23
FACTORES DE REFLEXION DEL LABORATORIO

	Color	Factor de reflexión
Techo	Blanco o muy claro	0.7
Paredes	Claro	0.5
Suelo	Claro	0.5

Fuente: Elaboración Propia

- Determinación el factor de utilización (η , CU) a partir del índice del local y factores de reflexión. En las tablas encontramos para cada tipo de luminaria los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local. Si no se puede obtener los factores por la lectura directa será necesaria interpolar.

CUADRO N° 24
FACTOR DE UTILIZACIÓN

Índice del local k	Factor de Utilización (η)									
	Factor de reflexión del techo									
	0.7	0.5			0.3					
	Factor de reflexión de las paredes									
	0.50	0.30	0.10	0.50	0.30	0.10	0.50	0.30	0.10	
1.0	0.28	0.22	0.16	0.25	0.22	0.16	0.26	0.22	0.16	
1.2	0.31	0.27	0.20	0.30	0.27	0.20	0.30	0.27	0.20	
1.5	0.39	0.33	0.26	0.36	0.33	0.26	0.36	0.33	0.26	
2.0	0.45	0.40	0.35	0.44	0.40	0.35	0.44	0.40	0.35	
2.5	0.52	0.46	0.41	0.49	0.46	0.41	0.49	0.46	0.41	
3.0	0.54	0.50	0.45	0.53	0.50	0.45	0.53	0.50	0.45	
4.0	0.61	0.56	0.52	0.59	0.56	0.52	0.55	0.56	0.52	
5.0	0.63	0.60	0.56	0.63	0.60	0.56	0.62	0.60	0.56	

Fuente: Manual de Luminotecnia Carlos Laszlo

- Determinar el factor de mantenimiento (f_m) o conversación de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local.

CUADRO N° 25
FACTOR DE MANTENIMIENTO

Ambiente	Factor de mantenimiento (f_m)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Fuente: Manual de Luminotecnia Carlos Lazlo

Utilizaremos como factor de mantenimiento el valor de 0.8 ya que las aulas son ambientes limpios.

Ahora procederemos a realizar los cálculos del flujo luminoso y del número de luminarias.

- Cálculo del flujo luminoso total necesario. Para lo que se aplicará la siguiente fórmula:

$$\Phi = \frac{E \times S}{\eta \times f_m}$$

Donde:

Φ = flujo luminoso

E = iluminación media deseada

S = superficie de plano de trabajo

η = factor de utilización

f_m = factor de mantenimiento

$$\Phi = \frac{300 \times 0.77}{0.31 \times 0.8} = 931.45 \text{ lumen}$$

- Cálculo del número de luminarias:

$$N = \frac{\Phi_T}{n \times \Phi_L}$$

Donde:

N = número de luminarias

Φ_T = flujo luminoso total

Φ_L = flujo luminoso de una lámpara

n = número de lámparas por luminaria

$$N = \frac{931.45}{2 \times 90} = 5.17 \approx 6 \text{ lu min arias}$$

Ver Anexo N° 16: Calculux – Iluminación

Niveles de luz recomendados

Cada espacio requiere un nivel de iluminación diferente en virtud de las tareas que se desempeñen. De esta manera, los pasillos o las escaleras necesitan una iluminación menos intensa pero suficiente como para permitir identificar las salidas de emergencia y los desplazamientos.

CUADRO N° 26
NIVELES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN

TAREA VISUAL DEL PUESTO DE TRABAJO	ÁREA DE TRABAJO	NIVELES MÍNIMOS (LUX)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales exteriores: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Áreas generales interiores: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Áreas de servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia y cuartos de compresores.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: acabados delicados, ensamble e inspección moderadamente difícil, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies, y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas y acabado con pulidos finos.	Áreas de proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulido fino.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Áreas de proceso de gran exactitud.	2,000

Fuente: [http:// www.stps.gob.mx/312/001/nom-025](http://www.stps.gob.mx/312/001/nom-025)

Como podemos observar en el cuadro de niveles mínimos de luz recomendados para trabajos de ensamble simple está en

300 Lux y comparando con nuestras muestras (Cuadro N° 19) donde obtuvimos un promedio de 998.7 Lux; podemos decir que la luminosidad proporcionada en el laboratorio cumple con lo establecido en el cuadro anterior.

Podemos decir que:

- La iluminación se adapta a la característica de las actividades que se realizan, evitando de esta manera los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores o en este caso de los estudiantes.
- La iluminación natural se está contemplando con la iluminación artificial para casos que la iluminación natural no garantice las condiciones de visibilidad.

Para conseguir un espacio de trabajo bien iluminado tuvimos en cuenta los siguientes consejos:

- Emplear luz natural siempre que sea posible e iluminación artificial auxiliar si es necesario.
- La iluminación debe ser uniforme, sin deslumbramientos y sombras, de manera que permita realizar las actividades fácilmente.
- Elimine o cubra los objetos brillantes, y nunca los sitúe detrás de la mesa de trabajo.
- No sitúe la mesa de trabajo de frente o delante de las ventanas, sino de lado a esta fuente de luz para evitar reflejos.
- Elimine las superficies de trabajo o las mesas brillantes.
- Los colores de las paredes, techos y superficies de trabajo no deben ser ni muy oscuros ni excesivamente brillantes.

- Si usa tubos fluorescentes, evite que parpadeen y proteja los electrodos. Estas lámparas deben estar empotradas en el techo y contar con difusores o persianas parabólicas.
- Coloque cortinas o persianas en las ventanas para evitar la luz intensa.

7.6.3 Ruido

Para analizar este punto se debe de dar a conocer que el laboratorio se encuentra ubicado en el Pabellón R tercer piso por lo que se puede rescatar de antemano que dicha ubicación favorece al alumno en cuanto al ruido de la avenida, cancha y los pasadizos de la Universidad.

No se ha podido tomar muestras de la intensidad de ruido que existe en este ambiente debido a la falta de un decibelímetro, por lo tanto solo podemos recomendar los valores aconsejables para algunos ambientes y los niveles de sonido por hora de exposición.

CUADRO Nº 27

NIVELES SONOROS RECOMENDADOS

AMBIENTE	DECIBELES (db)
Sala de grabaciones	25
Sala de concierto	30
Hospital	35
Sala de conferencias	40
Sala de clases	40
Oficinas	40
Bancos, almacenes	50
Restaurantes	50
Fábricas	50 – 80

Fuente: <http://www.ondasalud.com>

CUADRO N° 28
NIVELES DE SONIDO POR HORA DE EXPOSICIÓN

Horas de exposición	Nivel del sonido En decibelios (dB)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1 ½	102
1	105
½	110
¼ ó menos	115

Fuente: <http://www.ondasalud.com>

7.7 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

La distribución de planta comprende la adecuada distribución física de los elementos que demanda la planta y que dependen del proceso productivo. La distribución de la planta nos permite optimizar una operación para que sea más económica y las adecuadas condiciones de seguridad tanto para los operarios como para los equipos.

Los objetivos de la distribución de la planta son los siguientes:

- Disminuir el manejo de materiales
- Maximizar la flexibilidad
- Favorecer el proceso productivo
- Minimizar inversión de maquinarias y equipos.

Los principios básicos de la planta son los siguientes:

- **Integración Total:** El mejor trazado de la planta es aquel que considera a las maquinas, equipos, materiales y personas como un solo conjunto.
- **Mínimo Recorrido:** Se trata de buscar que permanentemente el personal, materiales y las herramientas recorran la menor distancia en el menor tiempo.
- **Optimo Flujo:** Se efectúa la selección del flujo más adecuado, de acuerdo al tipo de materia prima e ingredientes y otros en la practica existen tres tipos de flujo: En “L”, en “U” y en “Línea Recta”.
- **Espacio Cúbico:** El mejor es aquel que aprovecha tanto las dimensiones horizontales como las verticales para una máxima utilización y esta medición es realizada en cubicaje “m³”.
- **Seguridad y Bienestar del Trabajador:** Proporciona al personal plena libertad de movimiento, comodidad y sobre todo seguridad en cuanto a accidentes de trabajo.
- **Flexibilidad de Planta:** Toda la distribución debe ser reajutable a cambios futuros de la planta y los cambios económicos de proceso cuando sea necesario.

7.7.1 Cálculo de áreas para los equipos

Se utilizará para determinar el área para el laboratorio el método de GUERCHET:

Área Estática (Ss)

Es donde se consideran las dimensiones de equipo y maquinaria y su cálculo se realiza en base al siguiente método:

$$Ss = (L * A) * Nm$$

Donde:

Ss: Área estática (m²)

L : Longitud (m)

A: Ancho (m)

Nm: Numero de carpetas del mismo tipo.

Área Gravitacional (Sg)

Para su determinación se toma en cuenta los puntos de acceso de las carpetas y/o equipo. Su cálculo se realiza en base al siguiente método:

$$Sg = Ss * N_L$$

Donde:

Sg: Área gravitacional (m²)

Ss: Área estática (m²)

N_L: Número de lados a estimar para el desplazamiento de los alumnos.

Área de Evolución (Se)

Se calculara por el siguiente método:

$$Se = (Ss + Sg) * K$$

Donde:

Se: Área de evolución

Sg: Área gravitacional

Ss: Área estática

K: Constante

$$K = \frac{h}{2H}$$

Donde:

h: altura promedio de los alumnos (168 cm.)

H: altura promedio de las carpetas (77cm.)

Área Total (St)

Se calculara por el siguiente método:

$$St = Ss + Sg + Se$$

Donde:

St: Área total (m²)

Se: Área de evolución (m²)

Sg: Área gravitacional (m²)

Ss: Área estática (m²)

En el siguiente Cuadro N° 29 se determinan las dimensiones de los muebles para especificar el área de proceso, utilizando el método de Guerchet.

CUADRO N° 29
DIMENSIONES DE MUEBLES

MUEBLE	CANT.	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)
Escritorio	1	122.0	69.5	77.0
Estante	1	55.0	100.0	161.0
Silla	6	39.0	45.0	89.0
Mesas de Trabajo	5	160.0	80.0	77.0
Pizarra	1	203.0	0.4	125.0

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO Nº 30
AREA REQUERIDA PARA EL LABORATORIO

Mueble	S. Estática (SS)	S. Gravitacional (SG)	S. Evolución (SE)	S. Total (ST)
Escritorio	8479.00	8479.00	13396.82	30354.82
Estante	5500.00	5500.00	8690.00	19690.00
Sillas	10530.00	10530.00	16637.40	37697.40
Mesas	64000.00	64000.00	101120.00	229120.00
Pizarra	81.20	81.20	128.30	290.70
Total (cm²)				317152.92
Total (m²)				31.72

Fuente: Elaboración Propia

$$SR = ST + (\text{Factor de seguridad} * ST)$$

Factor de Seguridad = 10%

$$SR = 31.72 + (0.10 * 31.72)$$

$$SR = 34.89 \text{ m}^2$$

$$SR = ST + (\text{Factor de seguridad} * ST)$$

Factor de Seguridad = 15%

$$SR = 31.72 + (0.15 * 31.72)$$

$$SR = 36.47 \text{ m}^2$$

CUADRO Nº 31
AREA DEL LABORATORIO DE ESTUDIO DE TRABAJO DE
INGENIERIA INDUSTRIAL

ELEMENTO	LARGO(m)	ANCHO(m)	ÁREA (m ²)
Área 1	5.20	1.495	7.774
Área 2	6.63	4.095	27.149
ÁREA TOTAL (m²)			34.923

Fuente: Elaboración Propia

7.7.2 Procedimiento Racional de Preparación del Planteamiento (S.L.P)

También conocido como Systematic Layout Planning y consiste en fijar un cuadro operacional de fases, una serie de procedimientos, un conjunto de normas que permitan identificar, valorar y visualizar todos los elementos que intervienen en la preparación de un planeamiento.

Hoja de evaluación de la distribución

Se puede comparar distribuciones alternativas relacionado y evaluando las ventajas y desventajas de cada una. El procedimiento depende mucho del juicio de quienes evalúan la distribución. Muther sugiere un "análisis de factores" que destaque las definiciones claras y completas de los criterios y objetivos de la distribución:

- Hacer una lista de todos los factores de importancia para la selección.
- Estimar la importancia relativa de los factores.
- Clasificar cada distribución comparando cada factor con los de las otras.
- Comparar la suma de las puntuaciones ponderadas.

CUADRO N° 32
RELACION DE PROXIMIDAD

VALOR	RELACION DE PROXIMIDAD
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Normal u Ordinario
U	Sin importancia
X	No deseable

Fuente: Planificación y Proyección de la empresa industrial – Richard Muther.

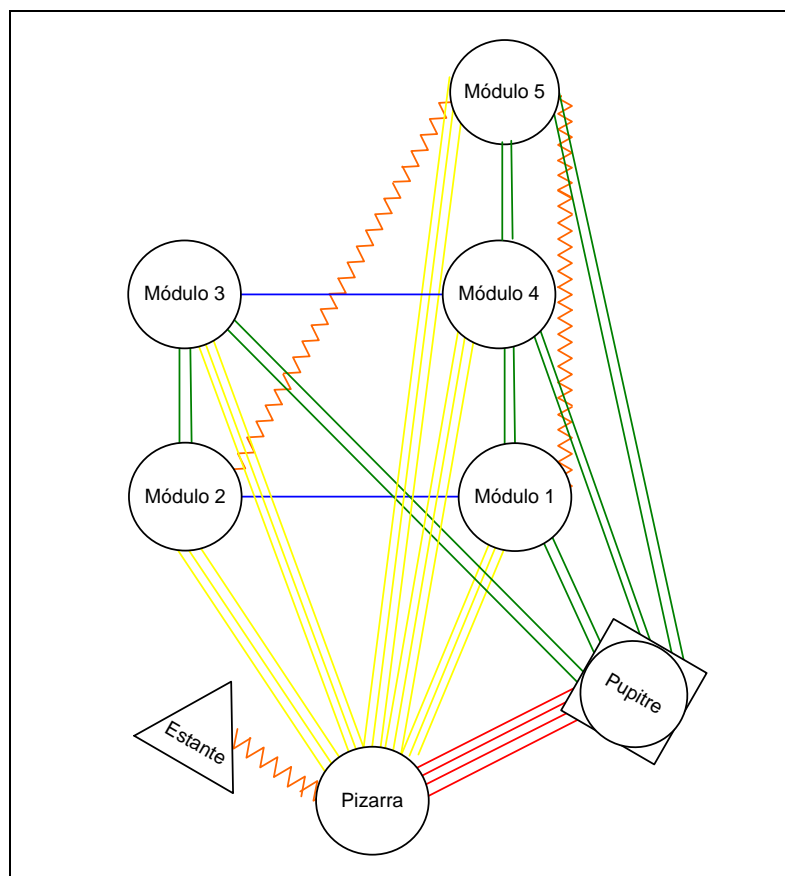
CUADRO N° 33

CUADRO N° 34
CODIGO DE LAS PROXIMIDADES

VALOR	RELACION DE PROXIMIDAD	COLOR	NUMERO RECTAS
A	Absolutamente necesario	Rojo	4 rectas
E	Especialmente necesario	Amarillo	3 rectas
I	Importante	Verde	2 rectas
O	Normal u Ordinario	Azul	1 rectas
U	Sin importancia	---	0 rectas
X	No deseable	Naranja	1 zigzag

Fuente: Planificación y Proyección de la empresa industrial – Richard Muther

DIAGRAMA RELACIONAL DE ACTIVIDADES



Fuente: Elaboración propia

Para este método existen otras opciones en la que se puede ubicar el mobiliario, pero que fueron descartadas porque tenía muchos puntos en contra para los alumnos así también como para el docente. (Ver Anexo N° 17)

CUADRO N° 35
VALORES Y CONVENIOS REFERENTES A LAS APORTACIONES

VALOR	RELACION DE PROXIMIDAD	VALOR NUMERICO
A	Casi perfecto (Excelente)	4
E	Especialmente bueno (Muy bueno)	3
I	Importante resultados obtenidos (Bueno)	2
O	Resultados ordinarios (Mediano)	1
U	Resultados sin importancia (Mediocre)	0
Y	Imposible	--

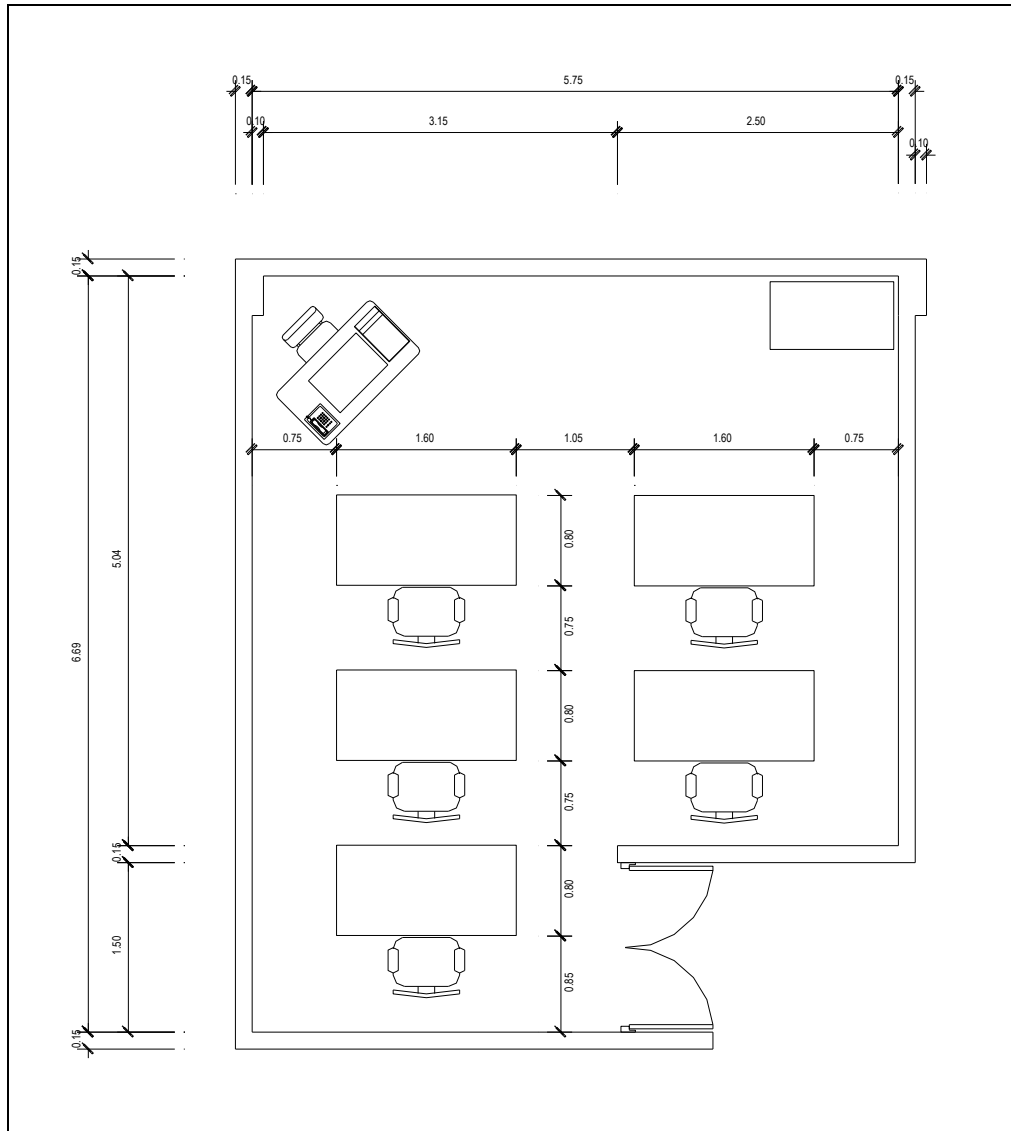
Fuente: Elaboración Propia

CUADRO N° 36
EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Lab. Estudio de Trabajo		A		B	
Proyecto: Desarrollo de módulos educativos		Pupitre al Sur		Pupitre al Norte	
Fecha: 12/08/05					
Analistas: Ladynort Pinto Joyce Tapia					
Factor/Consideración	Peso	Calificaciones y calificaciones ponderadas			
		A		B	
Facilidad Supervisión y control	10	3	30	4	40
Facilidad de comunicación	8	3	24	2	16
Flexibilidad	6	1	6	1	6
Utilización del módulo	4	1	4	1	4
Acceso Pizarra	3	3	9	1	3
TOTALES			73		69
Observaciones: La alternativa A, con el pupitre del docente hacia el Sur permite mejor acceso a la pizarra, así como la utilización del módulo y facilita la comunicación.					

Fuente: Elaboración propia

DISTRIBUCIÓN DE LAS RELACIONES DE ESPACIO



Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO VIII

PRODUCTIVIDAD

El nivel y la tasa de crecimiento de la productividad de cualquier país, tienen mucho que ver con su nivel o calidad de vida, con la tasa de inflación, tasa de desempleo y con todos aquellos indicadores que proporcionan una semblanza del grado de bienestar social y económico.

En la actualidad la productividad y la calidad son consideraciones de interés nacional, tanto para los países desarrollados como los que están en desarrollo; sin embargo los esfuerzos por mejorar los niveles y la tasa de crecimiento de la productividad nacional tienen que empezar en unidades económicas básicas sean éstas Empresas Industriales, Comerciales o de Servicios.

Se ha determinado que las Empresas con un nivel de productividad mayor al del promedio nacional de su sector, tienden a contar con mayores márgenes de utilidad y a la inversa.

Los niveles y tasas de crecimiento de la productividad en las Empresas inferior a los promedios conducirán indudablemente a no obtener las ganancias esperadas o a obtener pérdidas y por lo tanto no podrá desarrollar como lo planeado.

8.1 CONCEPTOS DE PRODUCTIVIDAD

- Productividad (Pr) es la razón entre la producción o cantidad producida (P) y los recursos (R) utilizados para obtenerla.

$$Pr = P / R$$

- La productividad indica lo bien que una empresa utiliza sus recursos para fabricar un producto, bien y / o servicio en un periodo de tiempo.
- La diferencia que existe entre producción y productividad es que la primera es la actividad que consiste en producir bienes y/o servicios y la productividad es la utilización eficiente de los recursos o insumos al producir bienes y/o servicios.
- La productividad es el uso eficiente de recursos: trabajo, capital, terreno, materiales, energía e información en la producción de bienes y/o servicios. Una mayor productividad significa la obtención de más con la misma cantidad de recursos o el logro de una mayor producción en cantidad y calidad con los mismos (mano de obra, capital, materiales, maquinarias, etc.).
- La Productividad es la Inversa del Costo.
- La evaluación de la Productividad en dos periodos de tiempo es muy Útil por cuanto permite comparar una mejor utilización de los recursos de la empresa.

En general las Empresas de éxito generan un superávit a través de sus operaciones productivas, lo cual puede llamarse productividad, es decir la relación producto insumo en un período específico con la debida consideración de la calidad.

PRODUCTIVIDAD = Productos / Recursos

Esta fórmula indica que la productividad puede elevarse si tomamos las siguientes acciones:

- a) Incrementando los productos con los mismos Recursos
- b) Reduciendo los Recursos y manteniendo los mismos productos
- c) Incrementando los productos y reduciendo los Recursos para obtener un cambio favorable en la relación entre ellos.

Las Empresas Industriales por Ej. hacen uso de diversos Recursos como: Fuerza de Trabajo, Capital, Materiales primas, Maquinarias, etc. La Productividad Total se caracteriza por relacionar la Producción con todos ellos para obtener un producto.

La productividad es una medida del grado en que funciona un sistema de operaciones e indicador del grado de eficiencia de un Administrador en cuanto al aprovechamiento de los escasos recursos de la organización para producir bienes o servicios; así como de la competitividad de una Empresa o de un departamento por Ej. del departamento de producción de una Empresa.

COMPETITIVIDAD

Es un término que se define rara vez aunque se utiliza con frecuencia, tiene que ver con el éxito y en el aspecto de los negocios se refiere a la rentabilidad del capital, a la habilidad para desarrollar y producir con rapidez nuevos productos, para mantener precios bajos y que mantengan y amplíen los ingresos reales de los dueños de la Empresa.

La competitividad de una Empresa es el nivel en que ésta puede, en condiciones de mercado libre y justo; producir bienes y/o servicios que cumplan con las exigencias del mercado global y que mantengan y amplíen las utilidades de la Empresa.

8.1.1 Importancia de la productividad

La Productividad puede analizarse y evaluarse a nivel macro (Productividad Regional, Sectorial, Nacional, etc.) y a nivel micro (Productividad Empresarial, Industrial, personal), para el primero de ellos podemos afirmar que la productividad es la única fuente mundial importante que permite un crecimiento económico en una sociedad y un mejor nivel de vida real.

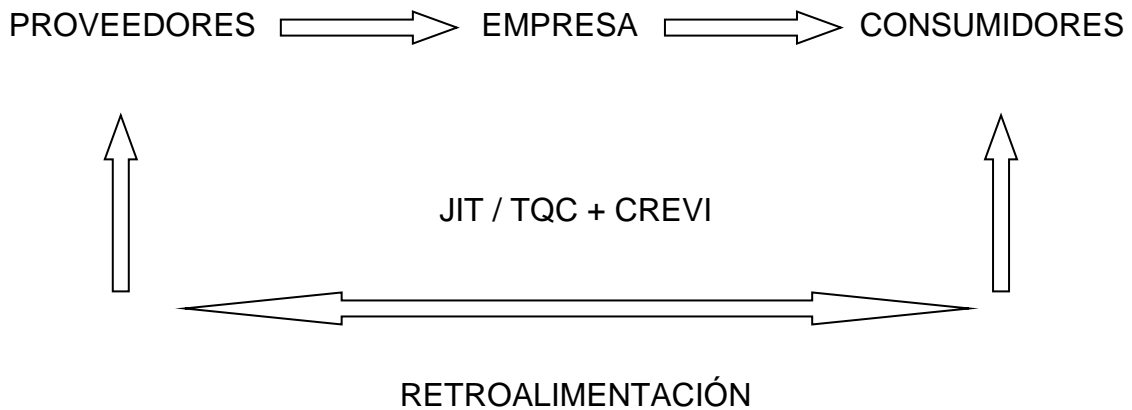
Al evaluar la productividad en los diversos sectores Empresariales e industriales, se podrá lograr:

- a) Un mayor crecimiento económico
- b) El aumento de los niveles de vida
- c) Mejoras de la balanza de pago de las naciones
- d) Permite controlar la inflación.
- e) Reduce el desempleo

Si tomamos como referencia una Industria, la Productividad nos permitirá evaluar el circuito de producción desde el proveedor de la materia prima hasta el consumidor pasando por los talleres, con una producción justo a tiempo (JIT) y con un efectivo control total de la calidad (TQC). Si esto es posible; entonces el Industrial deberá comprar materia prima e insumos, producir y vender los productos justo a tiempo y en muy buenas condiciones de calidad.

Desde luego que hay otros conceptos de Productividad en el proceso productivo y que son considerados en la filosofía de Administración Japonesa como son: concientización (C), Responsabilidad (R), eficacia (E), voluntad (V) e integración (I) del factor humano. Este nuevo concepto de productividad nos permite expresarlo en un circuito considerando que éste sistema se retroalimenta en forma permanente para su mayor eficiencia, se puede expresar de la siguiente manera.

$$\text{Pr} = \text{JIT} / \text{TQC} + \text{CREVI}$$



Además se puede señalar que una mayor o menor UTILIDAD, depende de una mayor o menor PRODUCTIVIDAD; Así tenemos que en una Empresa Industrial se pueden presentar tres situaciones:

a) A mayor productividad hay mayor utilidad.

Esto es una situación normal.

b) A mayor Productividad, se obtiene menor Utilidad

Si esto ocurre, refleja mayor tecnología por un lado y por el otro mercado de consumo reducido; en éste caso la ganancia en la Productividad comprende la disminución de la utilidad, lo que permite a la Empresa seguir manteniéndose en el mercado.

c) A menor Productividad, hay mayor utilidad.

Quiere decir que los recursos no se utilizan bien y que la mala calidad se trasmite al consumidor. El éxito en éstas ventas es temporal, volviéndolo vulnerable a la competencia. Esta situación es muy peligrosa para la Empresa.

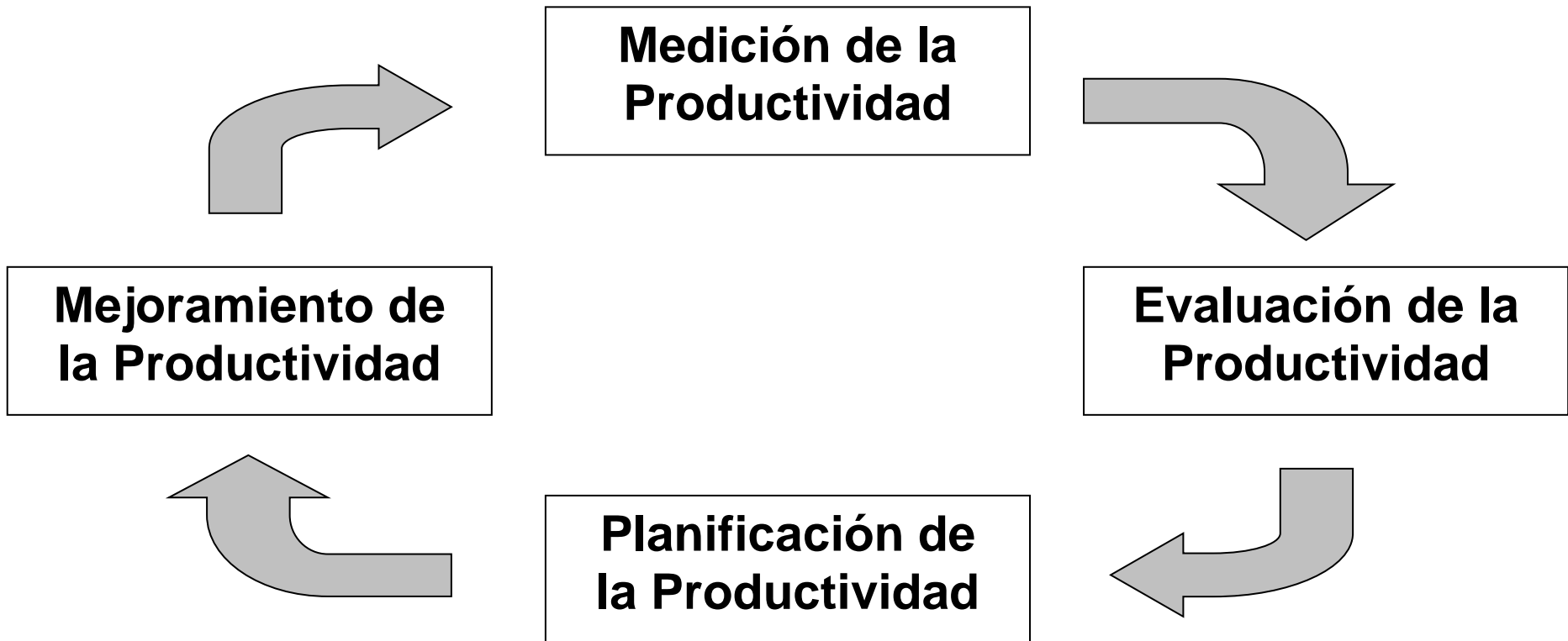
8.2 CICLO DE LA PRODUCTIVIDAD

El ciclo de la Productividad es un proceso continuo; es necesario efectuar la medición de la productividad por Ej. a través de los indicadores o índices y en periodos de tiempo distintos para evaluarlas comparando resultados a través de los indicadores de la mano de obra, materiales, Energía eléctrica u otros; luego se efectúa la planificación de los recursos con la finalidad de encontrar mejores resultados en el futuro; para mejorar la Productividad y el sistema de la Producción, que posteriormente será la base para un nuevo periodo de tiempo.



CICLO DE LA PRODUCTIVIDAD

(Proceso continuo)



8.3 MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

Para lograr el mejoramiento de la productividad, se puede aplicar una serie de técnicas como aquellas que están basadas en la tarea o proceso en la tecnología, en el trabajador, en el producto o en los materiales, entre otros.

A. TÉCNICAS BASADAS EN LA TAREA O PROCESO

- a) Diseño y Medición del Trabajo
- b) Evaluación de Puestos
- c) Seguridad e Higiene Industrial
- d) Diseño de Instalaciones Industriales

B. TÉCNICAS BASADAS EN LA TECNOLOGÍA

- a) Diseño Y gráficas asistidos por computadora
- b) Manufactura asistida por computadora
- c) Robótica, tecnológica -del rayo láser, otros

C. TÉCNICAS BASADAS EN EL TRABAJADOR

- a) Incentivos salariales y promoción de los trabajadores
- b) Previsión social y salud
- c) Enriquecimiento, rotación y participación en el trabajo
- d) Comunicación y sistema de Información
- e) Administración por objetivos
- f) Círculos de calidad, calidad total y cero defectos
- g) Capacitación, adiestramiento y curvas de aprendizaje

D. TÉCNICAS BASADAS EN EL PRODUCTO

- a) Ingeniería del producto e Ingeniería de valor.
- b) Simplificación y diversificación y estandarización de productos
- c) Investigación, y desarrollos de productos
- d) Marketing, publicidad y promoción

E. TÉCNICAS BASADAS EN LOS MATERIALES

- a) Administración y control de inventarios
- b) Planeamiento y requerimiento de materiales
- c) Reutilización y reciclado de materiales.

8.4 FACTORES INFLUYENTES EN LA PRODUCTIVIDAD

Los factores que influyen en la productividad son tres:

- 1. La mano de obra, maquinaria y equipo
- 2. Materiales
- 3. Terrenos y Edificios

8.4.1 Mano de obra, maquinaria y equipos

A. Selección y posicionamiento de productos

Influye en la cantidad de modelos, en el tamaño del lote y en el mix de productos. Se debe reducir los tiempos por automatización y/o producción flexible.

B. Diseño de productos

Influye en los procesos productivos lentos, en modelos y piezas no estandarizadas, y en el tamaño del lote. Se debe reducir los tiempos de preparación y de reprocesos.

C. Diseño del proceso

Influye en la capacidad de la maquinaria y en el diseño de actividades en el proceso. Se debe reducir los movimientos innecesarios y los tiempos.

D. Dimensionamiento de instalaciones

Influye en la Capacidad ociosa y/o saturada. Se debe reducir los costos.

E. Distribución de la planta industrial

Se debe reducir los tiempos en movimientos innecesarios y los excesivos desplazamientos.

F. Fijación de normas de calidad

Se debe reducir y/o eliminar los productos malos o defectuosos y evitar las devoluciones.

G. Diseño del sistema de gestión de personal

Influye en la selección y formación de Personal y en el diseño de Puestos de trabajo. Se deben reducir los productos defectuosos en el proceso, los accidentes y el ausentismo de los trabajadores.

H. Sistema de planeamiento y control de la producción

Se debe reducir los tiempos muertos por falta de materiales, debido a la falta de coordinación de actividades, al mantenimiento inadecuado de maquinaria y equipos, o a faltantes en la producción.

8.4.2 Materiales

A. Elección de productos y procesos

Se recomienda ver el consumo de materiales.

B. Localización de planta

Es conveniente revisar los costos de adquisición y el transporte.

C. Fabricación de productos

Se debe reducir los costos de: Productos defectuosos y minimizar el deterioro de materiales y productos.

8.4.3 Terrenos y edificios

Los terrenos y edificios influyen en la productividad de la Empresa, ya que en función al mismo se diseña el proceso, se hace la distribución de la Planta y se planifica y controla la Producción.

Es recomendable minimizar el capital inmovilizado en stock y disminuir los gastos de mantenimiento en el edificio.

8.5 MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

En general se puede decir que la "Productividad" es la relación entre la producción obtenida (bien o servicio) y los recursos utilizados para obtenerla, La productividad es el uso eficiente de recursos: trabajo, capital, tierra, materiales, maquinarias, energía, tiempo e información.

La Productividad puede ser medida, mediante las siguientes relaciones:

$$Pr = P / R; \quad Pr = E / e; \quad Pr = Vb / Cr$$

Donde:

Pr = Productividad	E = Eficacia
Vb = Valor de bienes	R = Recursos
P = Producción	e = Eficiencia
Cr = Costo del recurso	

Pero la producción industrial requiere del análisis detallado del sistema, por lo que la medición se ha diseñado para que sirva de Instrumento valioso en la toma de decisiones, permitiendo evaluar el rendimiento económico y el trabajo; siendo útil para la planificación de los ingresos y gastos así como

para establecer las políticas de salarios, para medir la fuerza del trabajo comparándolo de un período a otro.

La productividad industrial se mide mediante los siguientes enfoques:

- a) **Análisis Macroeconómico:** Productividad de la industria nacional, Productividad sectorial, Ej. Sector Minero, Sector Agricultura, etc.
- b) **Análisis Microeconómico:** La Productividad en la industria; la cual se mide mediante índices de productividad.

El análisis de la Productividad nos permitirá conocer:

- 1) La Productividad de la mano de obra, de los materiales, maquinaria y equipo; y otros que intervienen en el Sistema de Producción.
- 2) La productividad del valor agregado.
- 3) Permite comparar a la empresa con sus competidores; así como comparar rendimientos relativos entre secciones, departamentos, etc. en una misma empresa industrial y en diferentes períodos de tiempo, con la finalidad de buscar las mejoras del proceso de Producción.

"Método de los Índices de Productividad"

Los cuales son los siguientes:

- a) Índices de Productividad Total.
- b) Índices de Productividad Parcial.
- c) Índice de Productividad Real.

Además de ello el método permite conocer el Valor Agregado, la Utilidad Neta, Gastos e Ingresos, etc.

8.5.1 Índice de productividad total: PrTo

El índice de productividad total relaciona fundamental los Ingresos Totales por ventas o su equivalente (Artículos producido y no vendidos); versus el gasto Total efectuado para producir dichos

artículos o productos (Suma de gastos efectuados para producir, incluye el gasto de venta y distribución). Para un mejor análisis se evalúan dos períodos distintos de tiempo (trimestres, semestres, años, etc.) Cuantitativamente se puede expresar.

$$\text{PrTo} = \text{ITV} / \text{GT}$$

Donde:

ITV = Ingresos Totales por ventas

GT = Gastos totales o globales

Del cuadro de costos adjunto se puede deducirle el gasto total o global.

A. Ingresos totales por ventas: ITV

$$\text{ITV} = \text{Pvu} \times \text{Qp}$$

PVu = Precio de Venta Unitario

Qp = Cantidad producida o vendida

B. Gasto total o global: GT

$$\text{GT} = \text{GVD} + \text{CoPro}$$

GVD = Gasto de venta y distribución

CoPro = Costo de Producción

$$\text{GT} = \text{GO} + \text{CoFa}$$

GO = Gasto de Operación

CoFa = Costo de Fabricación

C. Gasto de venta y distribución: GVD

$$\text{GVD} = \text{Gap} + \text{GDP}$$

GOP = Gastos para obtener pedidos

GDP = Gastos para distribución de prod.

D. Costo de producción: CoPro

$$\text{CoPro} = \text{GAF} + \text{CoFa}$$

GAF = Gasto Adm. y financieros

CoFa = Costo de fabricación

E. Gastos de operación: GO

$$GO = GVD + GAF$$

F. Costo de fabricación: CoFa

$$CoFa = GF + CoP$$

GF = Gasto de Fabricación

CoP = Costo Primo

G. Gasto de fabricación: GF

$$GF = MOI + MI + OGI$$

MOI = Mano de obra Indirecta

MI = Material Indirecto

OGI = Otros Gastos Indirectos

H. Costo primo: CoP

$$CoP = MOD + MD$$

MOD = Mano de obra directa

MD = Material Directo

8.5.2 Índice de productividad real: PrR

Relación existente entre la productividad total (PrTo) y la productividad parcial del trabajo (PrW).

$$PrR = PrTo / PrW$$

8.5.3 Productividad del factor total: PrFT

Relación que existe entre la producción Neta (PN) y la sumatoria del costo de la mano de obra (CMO) con el costo del capital (CK).

$$PrFT = PN / (CMO + CK)$$

Además Sq:

$$PN = ITV (CMA + CS)$$

Cma = Costo de Materiales

CS = Costo de Servicios

$$CS = CK + CEe + OG$$

CK = Costo de Capital

CeE = Costo de Energía Eléctrica

OG = Otros Gastos

8.6 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA

Método Actual: (Ensamble de la pieza con una mano)

Para la determinación del tiempo de ciclo actual se efectuaron 10 observaciones preliminares, de las cuales se obtuvo un tiempo promedio de 0.25 min. y de acuerdo a la siguiente tabla se determinó que el número recomendado de ciclos a observar sería de 100 veces.

CUADRO Nº 37
NÚMERO RECOMENDADO DE CICLOS DE OBSERVACIÓN

Tiempo de ciclo en min.	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00 – 5.00	15
5.00 – 10.00	10
10.00 – 20.00	8
20.00 – 40.00	5
40.00 o más	3

Fuente: Información tomada de Time Study Manual de los Erie Works en General Electric Company, desarrollados bajo guía de Albert E. Shaw, gerente de administración del salario.

Concluyendo que según el método actual el tiempo promedio es de 0.28 min.

Método Propuesto: (Ensamble de las piezas con dos manos)

Para la determinación del tiempo de ciclo propuesto se efectuaron 10 observaciones preliminares, de las cuales se obtuvo un tiempo promedio de 0.15 min. y de acuerdo a la tabla anterior se determinó que el número recomendado de ciclos a observar sería de 200 veces.

Luego de realizar el número recomendado de ciclos se obtuvo que para nuestro método propuesto el tiempo promedio es de 0.17 min.

Ver Anexo N° 18: Formato de Cronometraje

8.7 CRONOMETRAJE

A continuación, se detallan los parámetros para realizar el cronometraje:

8.7.1 Unidad de Medida

La unidad de medida empleada en la evaluación de tiempos de trabajo es el segundo.

8.7.2 Elementos

Se empleó un cronómetro decimal e impresos para la anotación.

8.7.3 Valores para cronometraje

Nivel de Confianza: 95% (Probabilidad)

Precisión: 5%

8.7.4 Teoría de la fatiga

Conjunto de fenómenos fisiológicos derivados de una actividad que modifican el funcionamiento orgánico y producen laxitud.

Bajo esta denominación se agrupan estados de género muy variados y de características complejas:

- Esfuerzo físico con movimiento (e. dinámico)
- Esfuerzo físico sin movimiento (e. estático)
- Esfuerzo sensitivo o mental (e. mental)

8.7.4.1 Factores que se consideran en la fatiga

Los factores que se consideran son el esfuerzo en Kg. la posición en que se realiza el esfuerzo, y el esfuerzo mental de ser el caso.

8.7.4.2 Influencia del ambiente

Iluminación, temperatura, colores, sonidos.

8.7.4.3 Coeficientes de fatiga

Tanto por ciento de tiempo de recuperación necesario para que un operario normal y entrenado pueda realizar un trabajo determinado a actividad óptima, durante una jornada de 8 a 10 horas sin alcanzar fatiga excesiva.

8.7.4.4 Valores del Coeficiente de Fatiga

Se muestran a continuación el cuadro de valores de coeficientes de fatiga al que están expuestos los trabajadores.

CUADRO N° 38
VALORES DEL COEFICIENTE DE FATIGA

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRES
Por necesidades personales	5
Suplemento base por fatiga	4
2. SUPLEMENTOS VARIABLES	
A. Suplemento por trabajar de pie	2
B. Suplemento por postura anormal	
Ligeramente incomodo	0
Incomodo, Ej.: inclinado	2
Muy incomodo, Ej.: tendido, estirado	7
C. Uso de la fuerza o energía muscular	
Levantar peso de 2.5 KGS.	0
Levantar peso de 5.0 KGS.	1
Levantar peso de 7.5 KGS.	2
Levantar peso de 10.0 KGS.	3
Levantar peso de 15.0 KGS.	5
Levantar peso de 20.0 KGS.	9
Levantar peso de 25.0 KGS.	13
Levantar peso de 30.0 KGS.	17
Levantar peso de 35.0 KGS.	22
D. Mala iluminación	
Ligeramente por debajo de estimado	0
Bastante por debajo de estimado	2
Absolutamente insuficiente	5
E. Condiciones atmosféricas (calor, humedad)	
Índice de enfriamiento: mlcal/cm /seg.	
Medida en termómetro kata: 16,14 y 12	0
Medida en termómetro kata: 10	3
Medida en termómetro kata: 8	10
Medida en termómetro kata: 6	21
Medida en termómetro kata: 4	45
Medida en termómetro kata: 2	100
F. Concentración intensa	
Trabajos de cierta precisión	0
Trabajos de precisión o fatigosos	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5
G. Ruidos	
Ruido continuo	0
Intermitentes y fuerte	2
Intermitente y muy fuerte	5
Estridente y fuerte	5
H. Tensión mental	
Proceso bastante complejo	1
Proceso complejo: atención en exceso	4
Es muy complejo	9
I. Monotonía	
Trabajo algo monótono	0

Trabajo bastante monótono	1
Trabajo muy monótono	4
J. Tedio	
Trabajo algo aburrido	0
Trabajo aburrido	2
Trabajo muy aburrido	5

Fuente: Manual del Cronometrador- Ing. y Serv. Técnico de BASA Cía. Internacional de Consultores, S.A.

8.7.5 Hallando el Tiempo normal (Tn)

Es el Tiempo Promedio Normal que se requiere para ensamblar una pieza.

Del promedio de las mediciones realizadas se obtuvo:

$$T_{np} = 17 \text{ seg.}$$

$$T_{na} = 28 \text{ seg.}$$

T_{np} = Tiempo Normal del método propuesto

T_{na} = Tiempo Normal del método actual

8.7.6 Hallando el Tiempo estándar (Te)

Es el resultado de multiplicar al Tn (ya calculado) por el Coeficiente de Fatiga (calculado en base al Suplemento Base).

a) Suplemento Base (SB): Suma de Suplementos Constantes y Variables.

En primera instancia, se determinaron los Suplementos Constantes y Variables, en base a la Tabla de Suplementos mostrada en el Cuadro N° 38:

CUADRO N° 39
SUPLEMENTOS CONSTANTES

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRES
Por necesidades personales	5
Suplemento base por fatiga	4
SC =	9

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 40
SUPLEMENTOS VARIABLES (SV) - METODO PROPUESTO

2. SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRES
F. Concentración intensa	
Trabajos de precisión o fatigosos	2
I. Monotonía	
Trabajo muy monótono	4
J. Tedio	
Trabajo aburrido	2
SV =	8

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 41
SUPLEMENTOS VARIABLES (SV) - METODO ACTUAL

2. SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRES
B. Suplemento por postura anormal	
Incomodo	2
F. Concentración intensa	
Trabajos de precisión o fatigosos	2
I. Monotonía	
Trabajo muy monótono	4
J. Tedio	
Trabajo aburrido	2
SV =	10

Fuente: Elaboración propia

Entonces: $SB = SC + SV$

$$SB = 9 + 8$$

$$SB_p = 17$$

$$SB = SC + SV$$

$$SB = 9 + 10$$

$$SB_a = 19$$

b) Coeficiente de Fatiga (CF): Se obtiene del cálculo siguiente:

$$CF = \frac{SB}{100} + 1$$

$$CF = \frac{17}{100} + 1 = CF_p = 1.17$$

$$CF = \frac{SB}{100} + 1$$

$$CF = \frac{19}{100} + 1 = CF_a = 1.19$$

Con los datos extraídos se obtuvo el Tiempo estándar:

$$\begin{aligned} Te &= T_n * CF \\ Te &= 17 \text{ seg.} * 1.17 \\ Te_p &= 19.89 \text{ seg.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Te &= 28 \text{ seg.} * 1.19 \\ Te_a &= 33.32 \text{ seg.} \end{aligned}$$

8.8 PRODUCTIVIDAD MANO DE OBRA

8.8.1 Método Propuesto

Tiempo estándar = 19.89 seg.

Cantidad Producida = 180 piezas/hora

$$\text{Productividad Mano de Obra} = \frac{180 \text{ piezas/hora}}{1 \text{ hora}} = 180 \text{ piezas/hora}$$

8.8.2 Método Actual

Tiempo estándar = 33.32 seg.

Cantidad Producida = 108 piezas/hora

$$\text{Productividad Mano de Obra} = \frac{108 \text{ piezas/hora}}{1 \text{ hora}} = 108 \text{ piezas/hora}$$

8.9 INTERPRETACIÓN

Como podemos observar en el método actual (una sola mano) se necesita 33.32 seg. para ensamblar una pieza, por lo tanto necesitaríamos 66.64

seg. para ensamblar 2 piezas; mientras que por el método propuesto (dos manos) solo se requiere 19.89 seg. para ensamblar 2 piezas.

Al realizar la comparación del método propuesto con el método actual, concluimos que el tiempo en ensamblar las dos piezas a la vez obtenemos una reducción del 70% del tiempo normal para ensamblar dichas piezas.

Asimismo, podemos observar que la productividad se ha incrementado en 67% por hora ya que en el método actual se ensamblaban 108 piezas por hora mientras que en el método propuesto se ensamblan 180 piezas.

CAPITULO IX

EVALUACIÓN ECONÓMICA

9.1 COSTOS Y GASTOS INCURRIDOS PARA EL DESARROLLO DEL MÓDULO EDUCATIVO

El total de costos y gastos realizados para el desarrollo del presente módulo educativo ascienden a la suma de **S/. 1397.00** nuevos soles, lo cual incluye el diseño y fabricación del mismo; que se detallan en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 42
COSTOS INCURRIDOS EN LA MESA DE ENSAMBLE

Cantidad	Und	Material	Precio U	Precio T
1.8	VAR	Tubo CUADRADO de 1" x 1,5mm	25.35	44.36
0.3	VAR	Plancha negra de 1/20"	99.03	24.76
0.3	Pt	Tablero de Melamine Gris de 19mm	205.00	51.25
1.0	UND	Sistema articulado de pedal	132.60	132.60
5.0	M	Tapacanto pvc de 3mm	7.31	36.56
1.0	Kg	Soldadura Cellocord 6011 1/8"	9.62	9.62
1.5	VAR	Platina de 11/4" X 3/16"	19.50	29.25
0.5	Galon	Pintura Anticorrosiva	19.63	9.82
0.5	Galon	Pintura Esmalte	19.63	9.82
2.0	Galon	Thinner Estándar	10.83	21.66
SUB-TOTAL MATERIALES				369.69
Mano Obra Fabricac.				208.00
Mano Obra Montaje				91.00
SUB-TOTAL M.O.				299.00
% de Utilidad (10)				328.90
Transporte				32.50
Valor de Venta				731.09
Precio de Venta (S/.)				870.00

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 43
COSTOS INCURRIDOS EN LA SILLA DE TRABAJO

Cantidad	Und	Material	Precio U	Precio T
1	UND	Casco tripley prensado espaldar	10.00	10.00
1	UND	Casco tripley prensado asiento	10.00	10.00
--	--	Marroquin Unipiel	15.00	15.00
--	--	Espuma paraiso de 1 1/2 x 2"	9.50	9.50
1	UND	Plataforma del asiento	10.00	10.00
1	UND	Piston neumático importado	48.00	48.00
5	UND	garruchas	6.00	30.00
1	UND	plataforma estrella	38.00	38.00
--	--	Funda central	5.00	5.00
--	--	Funda espaldar	5.00	5.00
1	UND	Soporte de fierro espaldar	10.00	10.00
1	UND	Perilla de regulación	2.80	2.80
1	UND	Manija para regular asiento	7.80	7.80
SUB-TOTAL MATERIALES				201.10
Mano Obra Carpintero				9.00
Mano Obra Tapizero				9.00
Mano Obra Ensamblador				3.00
SUB-TOTAL M.O.				21.00
Utilidad				30.00
Valor de Venta				252.10
Precio de Venta (S/.)				300.00

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 44
RESUMEN

Descripción	Total
A. Mesa de ensablaje:	S/. 870.00
B. Silla de trabajo:	S/. 300.00
C. Ingeniería y Diseño módulo:	S/. 180.00
D. Video:	S/. 32.00
E. Otros gastos e imprevistos:	S/. 15.00
F. Total Módulo	S/. 1397.00

Fuente: Elaboración propia

9.2 INVERSIÓN Y COSTOS RELACIONADOS CON LA IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO DE ESTUDIO DEL TRABAJO

Para la implementación del laboratorio de Estudio del Trabajo de acuerdo al diagnóstico realizado se determinó que este debe contar con 5 módulos ya que cada grupo de prácticas tiene como máximo 10 alumnos.

Dichos módulos deben ser financiados con fondos de la Universidad, ya que es para fines académicos y por otra parte, dar cumplimiento a lo que señala la ley Universitaria referente a la enseñanza, la investigación, proyección social y otros.

Se ha estimado una inversión y costos anuales para la implementación del laboratorio de Estudio del Trabajo, tal como se detalla en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 45
INVERSIÓN Y COSTOS ANUALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO

	Año				
	0	1	2	3	4
Inversión	4160	0	0	0	0
Costos de mantenimiento y limpieza		30	30	30	30
Total Costos	4160	30	30	30	30
Tasa de dscto	12%				
Van Costos	4251				

Fuente: Elaboración Propia

9.3 EVALUACION SOCIO - ECONOMICA DE LA IMPLEMENTACION DEL LABORATORIO DE ESTUDIO DEL TRABAJO

Es indudable que el beneficio principal va a ser para los estudiantes inicialmente, pero esto redundará en un mayor beneficio a mediano plazo

en la mayoría de empresas con procesos manuales repetitivos; es más va a permitir potenciar a la pequeña y mediana empresa.

La inversión a realizar no es muy alta si consideramos al total de los alumnos beneficiados; así tenemos que el indicador de la densidad de capital nos dice que para beneficiar 400 alumnos aprox. se requiere invertir S/. 11.00 nuevos soles por alumno.

$$D_i = \frac{\text{Inversión}}{N^{\circ} \text{ alumnos beneficiados}}$$

$$D_i = \frac{4251}{400} = 11 \text{ soles / alumnos}$$

9.4 EVALUACION BENEFICIO-COSTO DE LA IMPLEMENTACION DEL LABORATORIO DE ESTUDIO DEL TRABAJO

Van Costos: S/. 4251.00

Beneficios:

- Mejor formación profesional de los alumnos
- Mayor preparación de los alumnos para realizar trabajos de campo en los temas concernientes a Estudio del Trabajo, en especial a economía de movimientos
- Mayor interés de los alumnos en temas relacionados con la ergonomía y su relación con la productividad
- Mayor índice de satisfacción por parte de los alumnos
- Mejora de las condiciones de trabajo en las empresas donde se realicen trabajos manuales repetitivos

De la evaluación Beneficio – Costo de la implementación del laboratorio de Estudio del trabajo podemos concluir que es rentable ya que los beneficios superan largamente a la inversión necesaria, además al ser la inversión requerida por alumno de tan solo S/. 11.00, podemos concluir que la implementación del laboratorio de Estudio del Trabajo es asequible en el corto plazo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- Con el diseño y desarrollo del módulo educativo para procesos manuales repetitivos, se logró demostrar que la ergonomía tiene como objetivo adaptar el ambiente de trabajo al hombre ya que los movimientos que se realizan no rebasan los ángulos de confort, reduciendo así la fatiga y la probabilidad de lesiones.
- Asimismo, se demostró que el estudio de tiempos y movimientos permite obtener la forma más económica de realizar la labor al eliminar los movimientos innecesarios y disponer de los restantes en el mejor orden posible, incrementando así la productividad de la persona, dando así una mejor calidad de vida a la persona durante su jornada laboral.
- Al diseñar un puesto de trabajo, es indispensable evaluar factores ambientales tales como: Iluminación, Temperatura, Humedad y Ruido, entre otros, los cuales deben encontrarse dentro de los rangos permisibles de acuerdo a la actividad desarrollada, ya que estos influyen directamente sobre el rendimiento de la persona, al respecto el laboratorio de Estudio del Trabajo cuenta con las condiciones ambientales adecuadas y el área requerida.
- Para el desarrollo de las asignaturas Estudio del Trabajo se tiene dificultades en mostrar el área tecnológica al alumnado, por lo que este al egresar muestra deficiencias de éste tipo.
- El uso del módulo para estudio de procesos manuales repetitivos permite que al egresar los alumnos, se encuentren mejor preparados académicamente para trabajo de campo en el área de Estudio del Trabajo.

- La utilización del módulo educativo para procesos manuales repetitivos presenta una serie de beneficios tales como:
 - Promueve las posturas neutrales del cuerpo en la realización de trabajos manuales repetitivos.
 - Las personas que están entre el percentil 5 y 95 pueden trabajar de manera cómoda.
 - El área de trabajo cuenta con espacio suficiente para trabajar y colocar los materiales y herramientas, necesarios para la operación.
 - Promueve el trabajo en el área normal de trabajo.
 - Disminuye la fatiga.
 - Incrementa la Productividad

Cabe mencionar que estos beneficios están relacionados a aspectos ergonómicos y de productividad, sin embargo existen otros beneficios los cuales consisten en la aplicación de una serie de técnicas y herramientas propias del Ingeniero Industrial tales como:

- Estudio de Tiempos y Movimientos
 - Análisis de la Operación
 - Diagrama Bimanual
 - Estudio del Puesto de Trabajo
 - Muestreo de Trabajo
 - Distribución de Planta
 - Sistema de mejora continua
 - Cronometraje
 - Productividad.
- Por un principio básico de la Ingeniería Industrial, se puede decir que el presente módulo educativo puede ser mejorado. Esto es factible adicionándole por ejemplo mecanismos de sujeción de herramientas, todo

con el fin de ir buscando desarrollar la creatividad e innovación de los alumnos.

- La implementación del laboratorio de Ingeniería Industrial con módulos educativos para procesos manuales repetitivos fomenta y contribuye a mejorar la formación profesional de los alumnos permitiendo que estos comprueben la importancia de la aplicación de los principios ergonómicos y el estudio de tiempos y movimientos, incrementando así la productividad.
- La presente tesis sirve como material de consulta a los alumnos de Ingeniería Industrial y a todos aquellos interesados en la aplicación de la ergonomía como herramienta para incrementar la productividad.

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda promover la realización de un estudio antropométrico a nivel local a fin de contar con datos actuales sobre las dimensiones y proporciones del cuerpo humano, fuerza y capacidad de trabajo, importantes para mejorar el diseño de los puestos de trabajo.
- Se recomienda realizar un estudio más detallado (a nivel de proyecto) a fin de determinar las necesidades e implementar adecuadamente el laboratorio de Ingeniería Industrial.
- Evaluar continuamente la metodología de enseñanza que se imparte en el Programa Profesional de Ing. Industrial para evidenciar y cuantificar el nivel de aprendizaje de los alumnos en las asignaturas de Estudio del Trabajo.
- Desarrollar la creatividad, habilidades y valores necesarios para el Ingeniero Industrial incentivando a los alumnos a que desarrollen estudios de investigación sobre Ergonomía, Antropometría y Estudio de Tiempos y Movimientos.

- Implementar con equipos que ayuden a difundir la investigación en el área de ergonomía y mejorar la ejecución de las prácticas de Estudio del Trabajo.
- Para realizar el Estudio de los Principios de Movimientos se debe contar con una cámara de filmación, lo cual permitirá al alumno realizar el estudio más detallado de los movimientos de cada mano, seguido de una aplicación extensa y cuidada de los principios de economía de movimientos.
- Es conveniente actualizar y/o adquirir el material audiovisual que actualmente se proyecta para realizar las prácticas de Estudio del Trabajo, donde los alumnos tengan además la posibilidad de estudiar casos específicos preparados para temas especiales como “Casos de Estudio” para el desarrollo de dicha asignatura.
- Implementar el laboratorio de Ingeniería Industrial con 5 módulos educativos para procesos manuales repetitivos ya que como se ha demostrado en la evaluación económica, esta es rentable requiriendo de tan sólo una inversión de S/. 11.00 nuevos soles por alumno.
- Recomendamos que la distribución de dichos módulos sea realizada de acuerdo a la importancia de la relación de proximidad que debe existir entre los elementos del laboratorio, según la propuesta obtenida por el método layout.
- Recomendamos realizar el mantenimiento preventivo del módulo educativo, engrase semestral del mecanismo de la mesa de ensamble así como la limpieza general semanal del módulo y del ambiente para garantizar su óptimo funcionamiento.

BIBLIOGRAFIA

- NIEBEL, Benjamín W. Ingeniería Industrial Métodos Tiempos y Movimientos. Novena Edición.
Editorial: ALFAOMEGA 2000
- MEYERS, FRED, Estudio de tiempos y movimientos para la manufactura ágil.
Editorial: McGraw Hill, 1992
- JACOBS, AQUILANO. Administración de producción y operaciones. Octava Edición.
Editorial: McGraw Hill, 2000
- OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT). Introducción al estudio del trabajo. 4ª Edición.
México: LIMUSA NORIEGA EDITORES, 2002
- OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT). “Introducción a las condiciones y el medio ambiente de trabajo”.
- KRICK, Edward V., "Ingeniería de Métodos".
Editorial: LIMUSA, México D.F., 1961
- PROPOPENKO JOSEPH, Gestión de la Productividad.
Editorial: LIMUSA, México D.F, Año 1999.
- MURRAY R. SPIEGEL, “Estadística”, MC Graw – Hill/Interamericana de España S.A. 1991
- RALPH M. BARNES, “Estudio de movimientos y tiempos”, 4ª edición,
Madrid: Aguilar 1962

INTERNET

- Análisis Sistemático de la Producción I
<http://www.monografias.com/trabajos12/andeprod/andeprod.shtml>
- Recoletos cia. de Internet. Ondasalud.com
<http://www.ondasalud.com>
- Estructplan On line. Salud, Seguridad y Medio Ambiente en la Industria.
<http://www.estrucplan.com.ar>
- Carlos Laszlo Lighting Design & Asoc. Consultoria Luminotécnica
<http://www.laszlo.com.ar>
- Pontificia Universidad Católica del Perú. Especialidad de Diseño Industrial
<http://agora.pucp.edu.pe/~art2980521/PagInt2.htm>
- NTP 242: Ergonomía: Análisis ergonómico de los espacios de trabajo en oficinas
http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_242.htm
- Mundo Hogar: Ergonomía, Comodidad y Salud en el Trabajo
<http://www.mundohogar.com>.
- Ergoprojects: ...ergonomía en tu idioma
<http://www.ergoprojects.com>.
- En Buenas Manos: ¿Cómo elegir una silla ergonómica?
<http://www.enbuenasmanos.com>
- Organización Internacional del Trabajo. La salud y seguridad en el trabajo. Ergonomía
http://www.training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es
- Factores de Riesgo en el Trabajo
<http://alebrije.uam.mx/ergonomia>
- Centro Universitario de la Ciénega. Estudio de Movimientos y Micromovimientos
<http://148.202.148.5/cursos/id209/mzaragoza/indUnidad4.htm>

ANEXOS

ANEXO Nº 01: PLANO DE DISTRIBUCIÓN

ANEXO Nº 02

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

PROGRAMACIÓN DEL SÍLABO DE APRENDIZAJE

I. IDENTIFICACIÓN ACADÉMICA

1. **Facultad:** Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
2. **Departamentos:** Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
3. **Nombre de la asignatura:** Estudio del Trabajo

Código: 4406103

4. **Programa Profesional donde se desarrolla la asignatura:**
Ingeniería Industrial

5. Docente (s) y/o Jefe (s) de Práctica (s)

Código	Apellidos y Nombres	Función	Categoría
1779	Rodríguez Salazar, Oswaldo	Docente	Auxiliar
1780	Valencia Becerra, Rolardi	Docente	Auxiliar
1841	Deza Loyaga, Walter	Docente	Auxiliar
1937	Aranguren Yauyo, Sonaly	Docente	Auxiliar

6. Ubicación y Distribución Horaria:

Año Académico	Semestre	Créditos de la Asignatura		Horas Teórico Prácticas	
		Teóricos	Prácticos	Semanales	Semestrales
	V	4	2	7	136

7. Ambiente donde se realiza el aprendizaje:

Teoría: Trabajo de Aula

Práctica: Laboratorio

II. LINEAMIENTO ACADÉMICO PROFESIONAL

1. Sumilla:

Primera Unidad: La Ingeniería del Trabajo o Simplificación del Método

Segunda Unidad: Medios Gráficos, Análisis y Diseño del Proceso

Tercera Unidad: Análisis y Diseño de la Operación.

Cuarta Unidad: Definición Ergonómica

Quinta Unidad: El Entorno Laboral

Sexta Unidad: Sistemas de Diseño del Puesto de Trabajo

Séptima Unidad: Medición del Trabajo

Octava Unidad: Productividad

2. Aspectos del Perfil Profesional que apoya la Asignatura:

- Analizar y graficar los Procesos Productivos
- Proponer mejoras de métodos de trabajo
- Determinar tiempos necesarios para el desarrollo de los sistemas de trabajo
- Desarrollar mejoras continuas en el sistema Hombre-Máquina, entorno
- Evaluar el entorno del puesto de trabajo, implantando soluciones de carácter ergonómico
- Promover la comprensión y el conocimiento de la productividad, su función e importancia en el desarrollo económico y social
- Descubrir métodos prácticos de medición y análisis de la productividad

III. PROGRAMACIÓN DEL PROCESO ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

PRIMERA FASE Del 15 de Marzo Al 24 de Abril del 2004 Total Horas 42

COMPETENCIA (Conceptual, procedimental, actitudinal)	CONTENIDOS SIGNIFICATIVOS	CRONOGRAMA (Del al)		
		T	P	
		<p>Define, establece e integra los conceptos de Ingeniería del Trabajo y la simplificación del método.</p> <p>Identifica, grafica, interpreta y desarrolla los medios gráficos para el estudio de la Ingeniería de métodos.</p> <p>Implantar, diagnosticar y proponer nuevos sistemas de Operaciones y de Procesos.</p>	<p>Presentación del Silabo</p> <p>Primera Unidad. La Ingeniería del Trabajo o Simplificación del Método</p> <p>1.1 Definición de Ingeniería del Trabajo</p> <p>1.2 Orígenes y evolución de la Empresa Industrial</p> <p>1.3 Conceptos de Empresa</p> <p>1.4 Diseño del Trabajo</p> <p>Segunda Unidad: Medios Gráficos, Análisis y Diseño del Proceso</p> <p>2.1 Diagrama de Bloques</p> <p>2.2 Diagrama de Operación</p> <p>2.3 Diagrama de Análisis del Proceso</p> <p>2.4 Diagrama de Análisis del Proceso Detallado</p> <p>2.5 Mejora de Diagrama de Análisis del Proceso</p> <p>2.6 Problemas y Casos de Estudio</p> <p>Tercera Unidad: Análisis y Diseño de la Operación</p> <p>3.1 Diagrama Bimanual</p> <p>3.2 Diagrama SIMO</p> <p>3.3 Diagrama de Actividades Múltiples</p> <p>3.4 Diagrama Hombre-Maquina</p> <p>3.5 Técnicas cuantitativas en el Sistema Hombre Máquina</p> <p>3.6 Problemas y Casos de Estudio</p> <p>Primera Evaluación</p>	
EVALUACIÓN:				
	Procedimientos	Porten- taje	Ponde- ración	Instrumento
Teoría	Prueba escrita	25	5	Prueba de ensayo
	Intervenciones orales	25	5	
Práctica	Exposiciones	25	5	Escala de clasificación
	Trabajos Prácticos	25	5	
	Otros			
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA				
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Introducción al Estudio del Trabajo</i>, Ginebra 1995 - Ramírez Cavaza, Cesar: <i>Ergonomía y Productividad</i>. Editorial: Noriega Limusa, México D.F. 1996 				
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA				
<ul style="list-style-type: none"> - Mondelo R, Pedro/Gregorio Torado, Enrique/ Barrón Banabardo, Pedro: <i>Ergonomía I</i>. Editorial Alfa-Omega. 3º Edición, México D.F. 2000 - Prokopenko Joseph. <i>La Gestión de la Productividad</i>. 1º Edición, Limusa, México D.F. 1989 				

SEGUNDA FASE Del 15 de Marzo Al 24 de Abril del 2004 Total Horas 42

COMPETENCIA (Conceptual, procedimental, actitudinal)	CONTENIDOS SIGNIFICATIVOS	CRONOGRAMA (Del al)		
		T	P	
		<p>Establecer, organizar y asumir lineamientos de evaluación y mejoras en el sistema hombre – máquina y entorno.</p> <p>Diseñar, elaborar y desarrollar sistemas de mejora en el entorno ergonómico del sistema hombre –máquina.</p> <p>Fijar, estructurar y escoger los procedimientos a desarrollar en el puesto de trabajo.</p>	<p>Cuarta Unidad: Definición Ergonómica 4.1 Conceptos y alcances de ergonomia 4.2 Estructura Formal Hombre-máquina y entorno 4.3 Diseño de la Actividad Humana 4.4 Definición y alcances de la Antropometría 4.5 Relación Interdisciplinaria de la ergonomia 4.6 Investigación y Métodos ergonómicos</p> <p>Quinta Unidad: El Entorno Laboral 5.1 La ergonomia, el medio ambiente de trabajo 5.2 El ambiente de trabajo 5.3 Acústica 5.4 Ruido 5.5 Vibración 5.6 Ventilación 5.7 Humedad 5.8 Temperatura 5.9 Calefacción 5.10 Iluminación artificial 5.11 Efectos de la iluminación artificial</p> <p>Sexta Unidad: Sistema de Diseño del Puesto de Trabajo 6.1 Estudio crítico del Proceso 6.2 Elaboración del nuevo método 6.3 Estudio del Puesto de Trabajo 6.4 Economía de movimientos 6.5 Actitud creativa 6.6 Sistema de mejora continua 6.7 Análisis del sistema Gemba-Kaizen</p> <p>Segunda Evaluación</p>	
EVALUACIÓN:				
		Porten- taje	Ponde- ración	Instrumento
Teoría	Procedimientos			
	Prueba escrita	25	5	Prueba de ensayo
	Intervenciones orales	25	5	
Práctica	Exposiciones	25	5	Escala de clasificación
	Trabajos Prácticos	25	5	
	Otros			
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA				
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Introducción al Estudio del Trabajo</i>, Ginebra 1995 - Ramírez Cavaza, Cesar: <i>Ergonomía y Productividad</i>. Editorial: Noriega Limusa, México D.F. 1996 				
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA				
<ul style="list-style-type: none"> - Mondelo R, Pedro/Gregorio Torado, Enrique/ Barrón Banabardo, Pedro: <i>Ergonomía I</i>. Editorial Alfa-Omega. 3º Edición, México D.F. 2000 - Prokopenko Joseph. <i>La Gestión de la Productividad</i>. 1º Edición, Limusa, México D.F. 1989 				

TERCERA FASE Del 15 de Marzo Al 24 de Abril del 2004 Total Horas 42

COMPETENCIA (Conceptual, procedimental, actitudinal)	CONTENIDOS SIGNIFICATIVOS	CRONOGRAMA (Del al)		
		T	P	
<p>Establecer, registrar y seleccionar los tiempos para desarrollar las tareas y actividades en los Sistemas de Operaciones.</p> <p>Diseñar, estructurar y ordenar los factores de evolución de mejora de la productividad.</p>	<p>Séptima Unidad: Medición del Trabajo 7.1 Generalidades 7.2 Número de Observaciones a cronometrar 7.3 Cronometraje y registro 7.4 El error de medición 7.5 Tiempos Normales 7.6 Tiempo Estándar 7.7 Problemas y Casos de Estudios</p> <p>Octava Unidad: Productividad 8.1 Definición de productividad 8.2 Importancia y función de la productividad 8.3 Factores de mejoramiento de la productividad 8.4 Factores duros: producto, planta, equipo 8.5 Factores blandos: personas, organización y sistemas 8.6 Factores externos 8.7 Análisis de la productividad</p> <p>Trabajo Final</p> <p>Tercera Evaluación</p>			
EVALUACIÓN:				
	Procedimientos	Porten- taje	Ponde- ración	Instrumento
Teoría	Prueba escrita	25	5	Prueba de ensayo
	Intervenciones orales	25	5	
Práctica	Exposiciones	25	5	Escala de clasificación
	Trabajos Prácticos	25	5	
	Otros			
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA				
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Introducción al Estudio del Trabajo</i>, Ginebra 1995 - Ramírez Cavaza, Cesar: <i>Ergonomía y Productividad</i>. Editorial: Noriega Limusa, México D.F. 1996 				
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA				
<ul style="list-style-type: none"> - Mondelo R, Pedro/Gregorio Torado, Enrique/ Barrón Banabardo, Pedro: <i>Ergonomía I</i>. Editorial Alfa-Omega. 3º Edición, México D.F. 2000 - Prokopenko Joseph. <i>La Gestión de la Productividad</i>. 1º Edición, Limusa, México D.F. 1989 				

ANEXO Nº 03

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARÍA
ENCUESTA A LOS ESTUDIANTES DEL P.P. DE INGENIERIA. INDUSTRIAL

OBJETIVO

Recoger las inquietudes y sugerencias de los alumnos que cursan los últimos años respecto al desarrollo de las prácticas de la asignatura Estudio del Trabajo.

INSTRUCCIONES

Todas las preguntas deben ser respondidas con seriedad:

Solo llenaran el cuestionario aquellos alumnos que hayan realizado la asignatura de Estudio del Trabajo.

1. ¿Considera usted que el curso de prácticas de la asignatura de Estudio de Trabajo cumple con el objetivo de complementar la teoría?

SI:

NO:

Si su Rpta. es No

Porque: _____

2. ¿Considera que el laboratorio está debidamente equipado?

SI:

NO:

Si su Rpta. es No

Porque: _____

3. ¿Ha visto usted el video respecto al tema de Estudio de Tiempos y Movimiento?

SI:

NO:

4. ¿Respecto al video: considera usted que este debería ser actualizado?

SI:

NO: pase a la # 7

Si su Rpta. es No

Porque: _____

5. ¿Cree usted que el contar con un módulo de similares características al del video, mejoraría su comprensión e interés en el tema?

SI:

NO:

6. ¿Considera que el mobiliario del laboratorio (mesas y sillas) ha sido diseñado tomando en cuenta principios ergonómicos?

SI:

NO:

7. ¿Considera que los niveles de Iluminación, Ruido y Temperatura son los adecuados para las actividades que se realizan en el laboratorio?

SI:

NO:

8. ¿Considera usted que esta preparado para realizar trabajos de campo donde se apliquen los conceptos aprendidos en la asignatura de Estudio del Trabajo?

SI:

NO:

Si su rpta. es No

Porque: _____

Muchas gracias por su participación

ANEXO Nº 04

ENFERMEDADES POR MALA POSTURA

Una mala postura provoca una carga descompensada de los discos que dejan de alimentarse deformándose y haciéndose quebradizos y flácidos. Produciendo el deterioro de la columna, el 90% de los dolores vertebrales son causados por tres grandes síndromes:

a) Los síndromes cervicales:

- **Neuralgia cervicobraquial:** El dolor se localiza en la región cervical y se extiende a lo largo del brazo. Es típica una sensación de hormigueo o adormecimiento en los dedos o en las manos. La causa suele ser una hernia discal y, más concretamente, la inflamación que produce en un nervio raquídeo.
- **La cervicalgia simple:** Los dolores se localizan exclusivamente en la región cervical (sin acompañamiento de dolor de cabeza o en las extremidades superiores) y suele irradiar hacia la región dorsal alta. Puede adoptar la forma de una tortícolis (dolor cervical agudo), que aparece de pronto como consecuencia de una caída, un movimiento brusco del cuello

b) La dorsalgia: El dolor se sitúa casi siempre entre las paletillas, aunque a veces cuesta situarlo y lo notamos como un pinchazo difuso, una quemazón. La causa principal de la dorsalgia suele ser la fatiga muscular, por eso tienden a padecerla aquellas personas que pasan largos períodos de tiempo con el tronco echado hacia adelante (mecnógrafas y empaquetadoras)

c) Los síndromes lumbares: Las lumbalgias el dolor aparece bruscamente pudiendo llegar a ser muy intenso, la ruptura del disco lumbar produce desgarramiento del anillo y el contenido gelatinoso central se sale produciendo compresión sobre uno de los nervios. La irritación y presión sobre éste nervio produce el síndrome conocido como "ciática" (dolor de espalda y pierna).

ANEXO Nº 05

EJERCICIOS QUE PUEDEN PREVENIR LESIONES

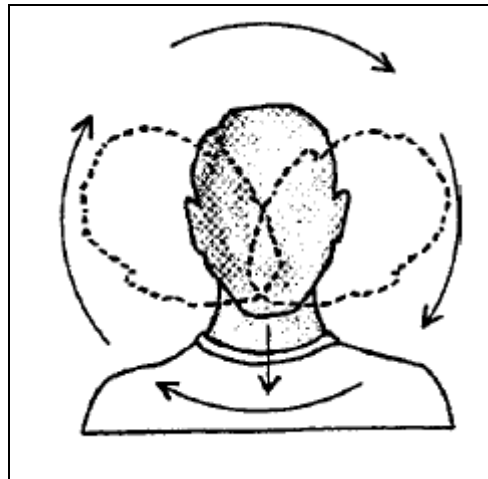
El ejercicio a la mitad del día o cuando tiene un receso ayuda a aliviar cualquier tensión muscular o mental que pueda haberse desarrollado.

Los ejercicios siguientes son básicos para estirarse, deberán hacerse una o dos veces al día, diez veces cada uno, y lentamente. El mover las extremidades con rapidez no es tan beneficioso como el moverlas despacio. Puede ejercitar sus manos y brazos derecho e izquierdo por separado o juntos. Trate de permanecer relajado cuando haga los ejercicios; no se ponga tenso.

1. Rotación del cuello

Posición inicial: La cabeza mirando derecho hacia adelante.

- a. Incline lentamente la barbilla hasta que toque el pecho y hágala girar hacia el hombro derecho, volteando la cabeza hacia el techo, siguiendo hasta el hombro izquierdo, y luego hacia abajo.
- b. Repita el ejercicio, rotando primero hacia el hombro izquierdo, y siguiendo hasta el derecho.

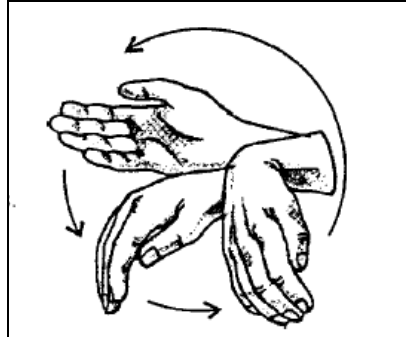


2. Círculos con la muñeca

Posición inicial: Mantenga los codos a los lados, doblados formando un ángulo de 90o.

- a. Levante las manos hacia arriba y hacia atrás.

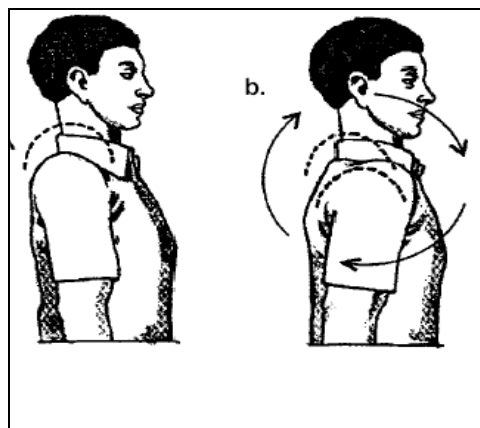
- b. Lentamente haga rotación con sus manos hacia abajo, haciendo círculos.



3. Encogidas de hombros

Posición inicial: Los hombros relajados, los brazos colgando flojos a ambos lados.

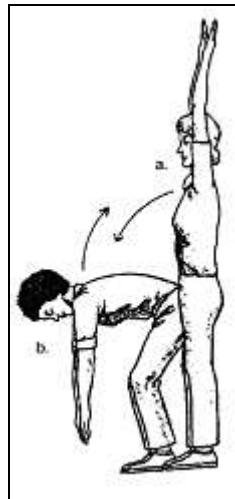
- a. Alce los dos hombros hasta las orejas y manténgalos así.
b. Haga círculos con los hombros: levántelos hacia arriba, hacia adelante, hacia atrás.



4. Ejercicios para estirar todo el cuerpo

Posición inicial: De pie, recto.

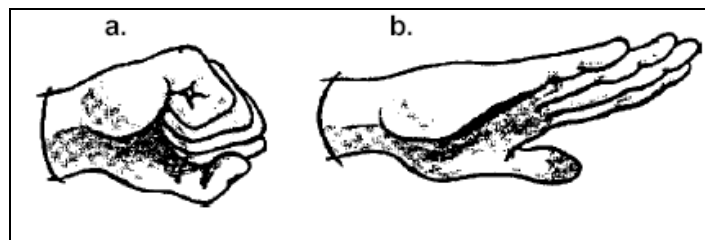
- a. Elevar ambos brazos sobre la cabeza; tratar de alcanzar el techo y mantener la posición.
b. Bajar los brazos hacia el piso; tratar de tocar los dedos de los pies. Doblar las rodillas para evitar forzar la espalda.



5. Abrir y cerrar el puño

Posición inicial: Con los codos pegados a ambos lados del cuerpo, inclinados a un ángulo de 90°.

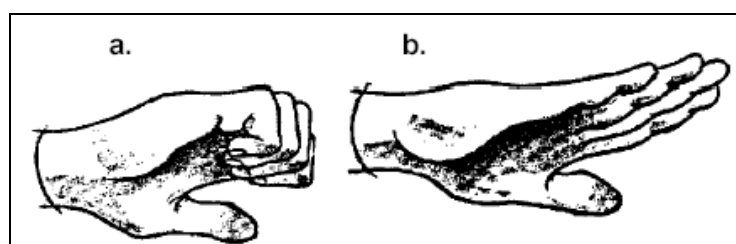
- Cerrar las manos totalmente en puño.
- Abrir los dedos y el pulgar al máximo.



6. Apertura cierre de la mano en garra

Posición inicial: Con los codos juntos a los lados del cuerpo, inclinados a un ángulo de 90°.

- Cerrar los dedos fuertemente para tocar la base de cada dedo.
- Estirar los dedos totalmente.



ANEXO Nº 06

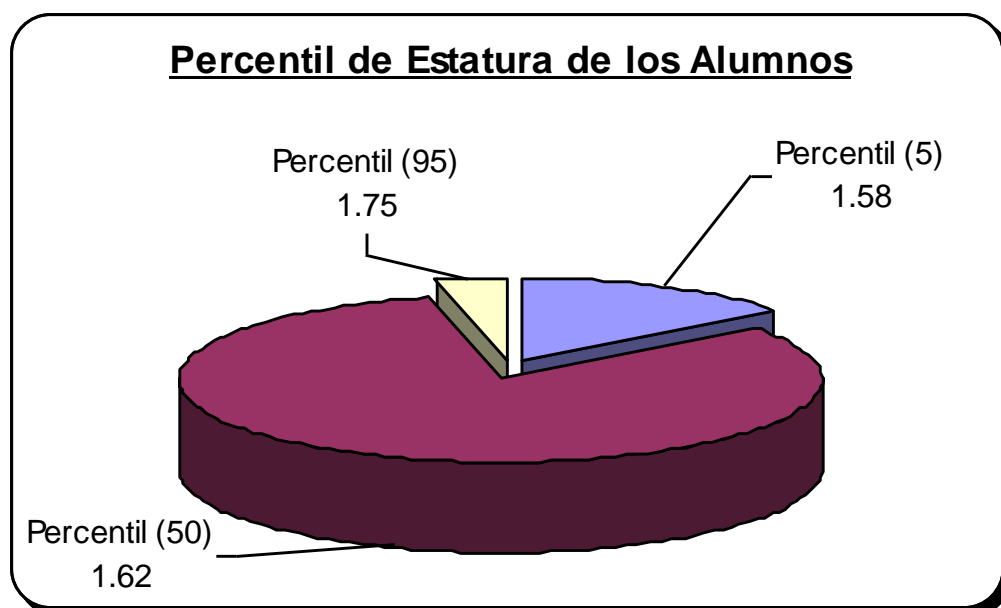
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA POBLACIÓN

Muestra	Estatura	Muestra	Estatura	Muestra	Estatura	Muestra	Estatura	Muestra	Estatura
1	1.56	41	1.70	81	1.67	121	1.60	161	1.67
2	1.58	42	1.70	82	1.64	122	1.64	162	1.62
3	1.58	43	1.69	83	1.68	123	1.58	163	1.63
4	1.63	44	1.67	84	1.65	124	1.63	164	1.59
5	1.72	45	1.59	85	1.62	125	1.72	165	1.62
6	1.57	46	1.62	86	1.62	126	1.62	166	1.59
7	1.65	47	1.59	87	1.60	127	1.68	167	1.58
8	1.63	48	1.58	88	1.79	128	1.61	168	1.58
9	1.60	49	1.80	89	1.62	129	1.68	169	1.77
10	1.58	50	1.65	90	1.60	130	1.63	170	1.72
11	1.60	51	1.62	91	1.58	131	1.62	171	1.71
12	1.58	52	1.62	92	1.62	132	1.60	172	1.70
13	1.59	53	1.60	93	1.68	133	1.65	173	1.70
14	1.56	54	1.70	94	1.61	134	1.60	174	1.69
15	1.60	55	1.62	95	1.68	135	1.57	175	1.64
16	1.63	56	1.60	96	1.63	136	1.58	176	1.62
17	1.62	57	1.58	97	1.62	137	1.64	177	1.61
18	1.60	58	1.62	98	1.60	138	1.57	178	1.60
19	1.79	59	1.68	99	1.65	139	1.62	179	1.80
20	1.60	60	1.61	100	1.65	140	1.69	180	1.58
21	1.65	61	1.60	101	1.60	141	1.73	181	1.58
22	1.60	62	1.67	102	1.67	142	1.75	182	1.63
23	1.75	63	1.62	103	1.66	143	1.62	183	1.72
24	1.56	64	1.63	104	1.66	144	1.60	184	1.57
25	1.62	65	1.59	105	1.66	145	1.64	185	1.65
26	1.64	66	1.62	106	1.64	146	1.62	186	1.63
27	1.73	67	1.67	107	1.63	147	1.61	187	1.60
28	1.62	68	1.65	108	1.63	148	1.63	188	1.58
29	1.74	69	1.62	109	1.62	149	1.58	189	1.61
30	1.60	70	1.73	110	1.59	150	1.60	190	1.60
31	1.70	71	1.59	111	1.79	151	1.63	191	1.59
32	1.61	72	1.65	112	1.57	152	1.71	192	1.62
33	1.56	73	1.67	113	1.58	153	1.67	193	1.59
34	1.64	74	1.60	114	1.64	154	1.62	194	1.58
35	1.80	75	1.67	115	1.57	155	1.58	195	1.58
36	1.75	76	1.62	116	1.62	156	1.62	196	1.67
37	1.73	77	1.66	117	1.69	157	1.62	197	1.66
38	1.73	78	1.62	118	1.73	158	1.65	198	1.66
39	1.71	79	1.66	119	1.75	159	1.65	199	1.66
40	1.70	80	1.63	120	1.62	160	1.60		

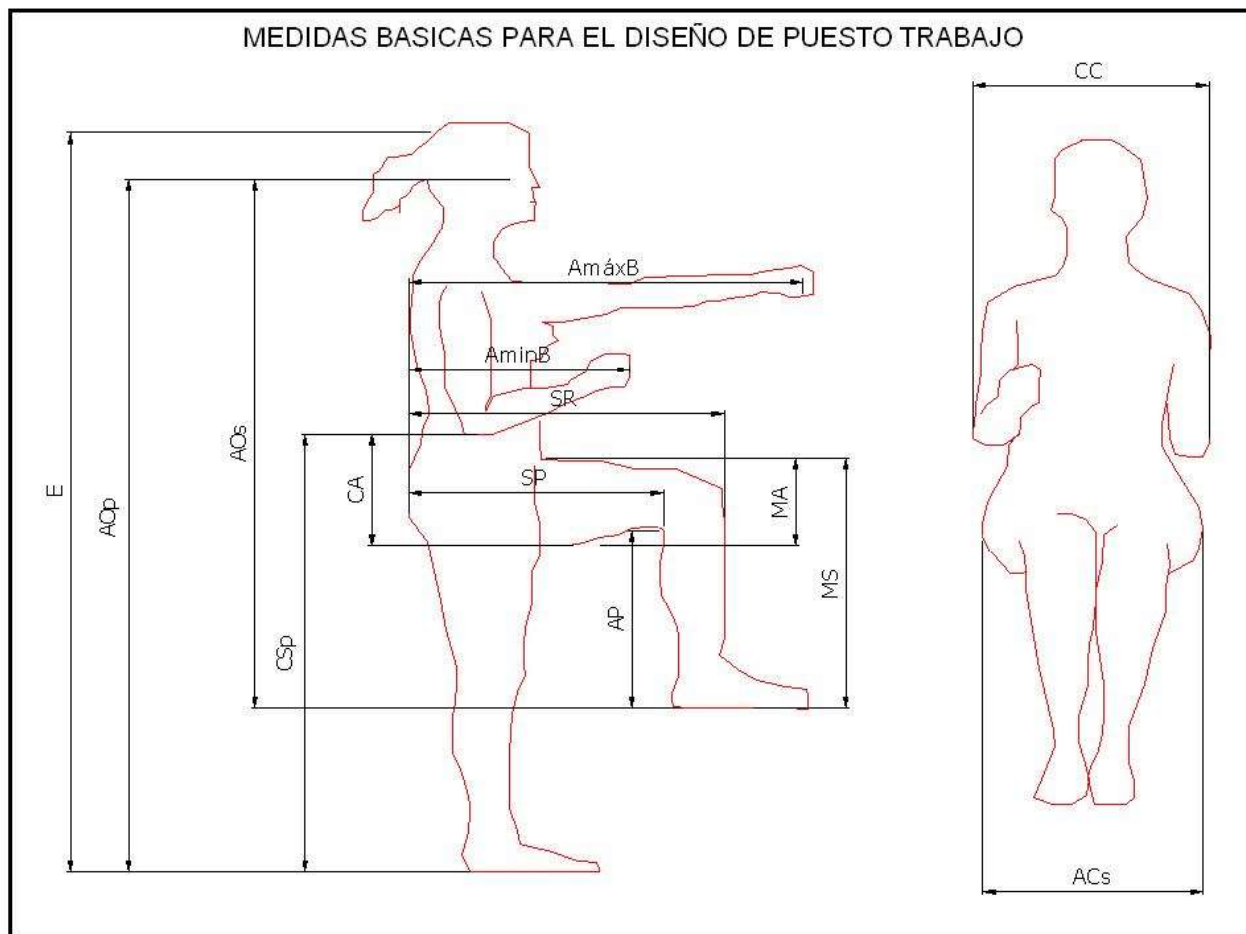
Fuente: Elaboración Propia

Las muestras fueron tomadas directamente de las hojas de vida y la confirmación personal de las medidas estipuladas en las mismas. La muestra es de 199 alumnos del Programa Profesional de Ingeniería Industrial, y son llevados a tablas para poder determinar una correlación entre la estructura antropométrica y las necesidades de adaptar el puesto a las necesidades del usuario.

(ESTATURA MEDIA) Y ANTROPOMETRÍA ANALÍTICA



Fuente: Elaboración Propia.



ANEXO Nº 07**SILLAS ERGONOMICAS****DESCRIPCIÓN:**

Silla ergonómica giratoria, no tiene brazos ni respaldo. La altura del asiento es graduable desde 50 a 62 cms. por medio de un pistón de gas. Representa la evolución del asiento. La combinación de los dos planos inclinados favorece una posición libre y correcta de la pelvis y a su vez obliga que la columna conserve sus curvas fisiológicas, de esta forma los discos intervertebrales reciben la fuerza de la gravedad de forma uniforme evitando las diferentes deformaciones.

**DESCRIPCIÓN:**

Silla ergonómica giratoria con ruedas, respaldo y brazos regulables. La altura del asiento es graduable desde 53 a 66 cm. por medio de un pistón de gas. Representa la evolución del asiento. La combinación de los dos planos inclinados favorece una posición libre y correcta de la pelvis y a su vez obliga que la columna suelta conserve sus curvas fisiológicas, de esta forma los

discos intervertebrales reciben la fuerza de la gravedad de forma uniforme evitando las diferentes deformaciones.



DESCRIPCIÓN:

Multitud de investigaciones han demostrado que cuanto más tiempo pasamos sentados, mayor es la incidencia de dolores de espalda. El taburete PONY es adecuado para sentarse con un cierto grado de actividad, manteniendo la espalda recta, aun cuando haya que inclinarse hacia adelante. Regulable en altura de 60 a 84 cm.



ANEXO N° 08

Plano del diseño de la silla

ANEXO Nº 09

PROBLEMAS MÁS FRECUENTES EN FUNCIÓN DE LA POSTURA

PROBLEMA	CAUSAS POSIBLES	SOLUCIONES
Piernas hinchadas y cansadas	<ul style="list-style-type: none"> - La silla esta regulada a un altura demasiado alta. - Hay poco sitio para mover las piernas. - Mucho tiempo en posición de sentado sin cambio ni interrupción alguna. 	<ul style="list-style-type: none"> - Controlar el espacio para las piernas y la altura de las sillas. - Conseguir un reposapiés necesario. - Alternar la posición de sentado con otras y hacer algunos movimientos con las piernas para estimular la circulación de la sangre.
Problemas lumbares	<ul style="list-style-type: none"> - El respaldo o la altura de la silla no están bien ajustados. - El plano de trabajo puede estar demasiado bajo y su superficie inclinada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Controlar la altura y posición del respaldo, la altura del escritorio y el espacio previsto para las piernas.
Estrés de los músculos del cuello y hombros	<ul style="list-style-type: none"> - Plano o escritorio demasiado elevados. - Ausencia de atril para los borradores de trabajo. - Mala ubicación de teléfono, libros u otras herramientas de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Controlar la altura del escritorio ó ajustar la altura de la silla. - Utilizar atriles o porta documentos.

ANEXO Nº 10

Plano del diseño de la mesa de ensamble

ANEXO Nº 11



Plano del mecanismo de ensamble de la mesa

ANEXO Nº 12

DIAGRAMA SIMO				
Operación: Ensamble de pernos	Parte	Resumen	Mano izquierda	Mano derecha
Nombre y número operador: xxxxxx		Tiempo efectivo	16 seg	22 seg
Analista: Joyce Tapia S. Ladynort Pinto C.	Fecha:	Tiempo inefectivo	12 seg	6 seg
Método (marque con un círculo): Actual Propuesto		Tiempo de ciclo	28 seg	
DESCRIPCIÓN MANO IZQUIERDA	S	1 Seg. Tiempo	S	DESCRIPCIÓN MANO DERECHA
Tomar perno	AL T	4	AL T	Tomar arandela de goma
Colocar perno	M P	7	M P S	Colocar arandela de goma
Sostener perno	SO	13	AL T	Tomar arandela de metal
			M P S	Colocar arandela de metal
			AL T M P E	Tomar tuerca Montar tuerca en el perno
Dejar el ensamble	M S	4	T M S	Llevar ensamble al deposito final
		Tc = 28 seg.		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO Nº 13

DIAGRAMA SIMO				
Operación: Ensamble de pernos	Parte	Resumen	Mano izquierda	Mano derecha
Nombre y número operador: xxxxxx		Tiempo efectivo	17 seg	17 seg
Analista: Joyce Tapia S. Ladynort Pinto C.		Fecha:	-----	-----
Método(marque con un círculo): Actual <u>Propuesto</u>		Tiempo de ciclo	17 seg	
				
DESCRIPCIÓN MANO IZQUIERDA	S	1 Seg.	S	DESCRIPCIÓN MANO DERECHA
		Tiempo		
Tomar perno	AL T	2	AL T	Tomar perno
Colocar perno en el orificio	M PP S	2	M PP S	Colocar perno en el orificio
Tomar arandela de goma	AL T	2	AL T	Tomar arandela de goma
Montar arandela de goma en el perno	M E	2	M E	Montar arandela de goma en el perno
Tomar arandela de metal	AL T	2	AL T	Tomar arandela de metal
Montar arandela de metal en el perno	M E	2	M E	Montar arandela de metal en el perno
Tomar tuerca del depósito	AL T	2	AL T	Tomar tuerca del depósito
Montar tuerca en el perno	M E	3	M E	Monta tuerca en el perno
<p>Tc = 17 seg. </p>				

Fuente: Elaboración propia

ANEXO Nº 14**CLASIFICACION DE LOS COMETIDOS VISUALES Y LAS INTENSIDADES
DE ILUMINACIÓN NOMINAL**

CLASES DE ACTIVIDADES	INTENSIDAD DE ILUMINACION RECOMENDADA (Lux)
Recintos destinados solo a estancia.	60
Trabajos en los que el ojo debe percibir grandes detalles con elevados contrastes	120 – 250
Actividades que hacen necesario el reconocer detalles medianos con contrastes.	500 – 700
Trabajos en los que el ojo debe reconocer pequeños detalles con reducidos contrastes	1000 – 1500
Trabajos de precisión que requieren un reconocimiento de detalles muy precisos con unos contrastes muy reducidos.	2000 – 3000
Casos especiales en los que el trabajo por realizar impone altas exigencias, poco corrientes a las intensidades de iluminación: por ejemplo, iluminación de un campo de operaciones clínicas.	5000 – y más

Fuente: Norma DIN 5035

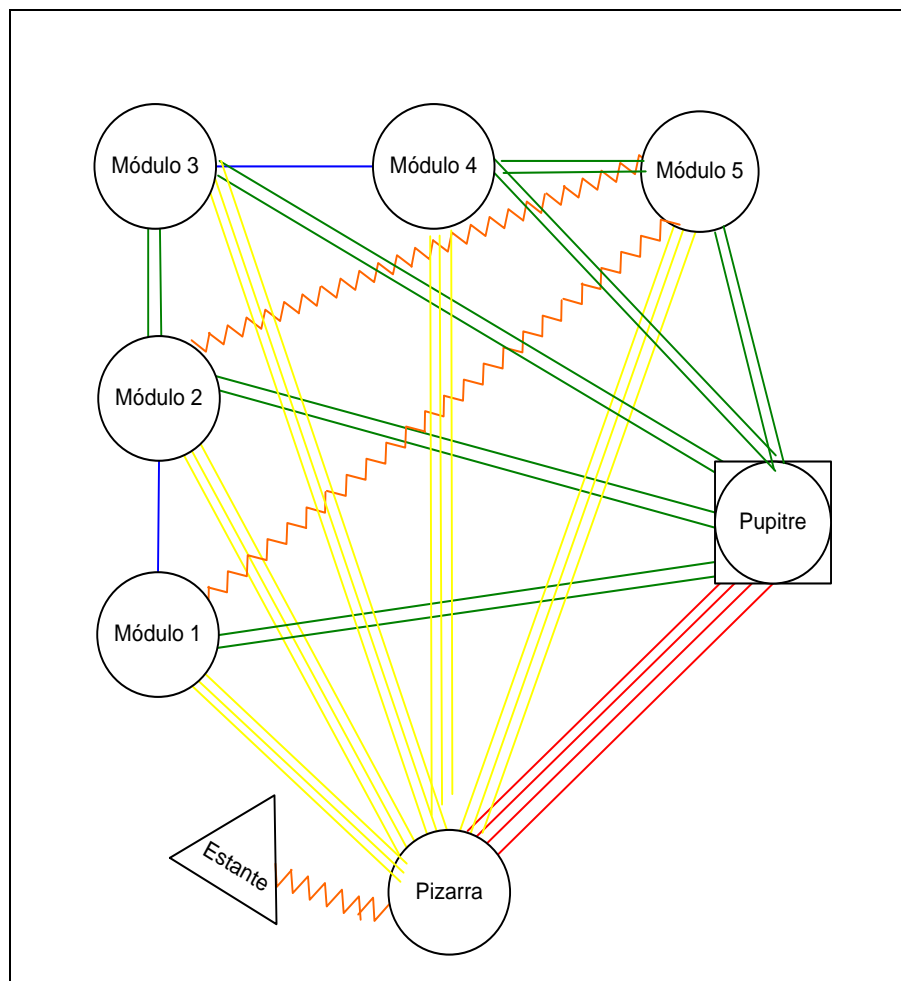
ANEXO Nº 15

SIGNIFICADO DE LOS COLORES

COLOR	SIGNIFICADO	MEZCLA Y SIGNIFICADO
Amarillo	Es color más intelectual y puede ser asociado con una gran inteligencia o con una gran deficiencia mental; simboliza arrogancia, oro, fuerza y estímulo.	Con Negro constituye un matiz verdoso muy poco grato y que sugiere enemistad, disimulo, crimen, brutalidad, recelo y bajas pasiones. Con Blanco puede expresar cobardía debilidad o miedo y también riqueza, cuando tiene una leve tendencia verdosa.
Naranja	Simboliza entusiasmo y exaltación es algo más cálido que el amarillo y actúa como estimulante de los tímidos, tristes o linfáticos. Utilizado en pequeñas extensiones o con acento, es un color utilísimo, pero en grandes áreas es demasiado atrevido y puede crear una impresión impulsiva que puede ser agresiva.	Con Rojo resulta encendido o rojizo y denota, ardor y pasión. Con Negro sugiere engaño, conspiración e intolerancia y cuando es muy oscuro, opresión
Rojo	Simboliza sangre, fuego, calor, revolución, alegría, acción, pasión, fuerza, disputa, desconfianza, destrucción e impulso, así mismo crueldad y rabia. Como es el color que requiere la atención en mayor grado y el más saliente, habrá que controlar su extensión e intensidad por su potencia de excitación en las grandes áreas cansa rápidamente.	Con Negro estimula la imaginación y sugiere dolor, dominio y tiranía. Con Blanco significa frivolidad, inocencia, y alegría juvenil.
Verde	Significa realidad, esperanza, razón, lógica y juventud; sugiere humedad, frescura y vegetación; y simboliza la naturaleza y la caridad.	Con Blanco expresa debilidad, pobreza y crecimiento.

COLOR	SIGNIFICADO	MEZCLA Y SIGNIFICADO
Violeta	<p>Significa martirio, misticismo, humildad, retiro, recogimiento, religiosidad, tolerancia, intuición, sabiduría, temperancia, nostalgia, melancolía, conformismo, soledad extrema.</p> <p>En su variación al púrpura, es realeza, dignidad, suntuosidad.</p>	<p>Con Negro es deslealtad y miseria.</p> <p>Con Blanco es muerte, rigidez y dolor.</p>
Azul	<p>Es el color del infinito, de los sueños y de lo maravilloso, y simboliza la sabiduría, fidelidad, verdad eterna e inmortalidad. También significa descanso y lasitud.</p> <p>Se lo asocia con los introvertidos o personalidades reconcentradas o de vida interior y esta vinculado con la circunspección, la inteligencia y las emociones profundas.</p>	<p>Con Negro es desesperación, fanatismo e intolerancia.</p> <p>Con Blanco es pureza, fe y cielo.</p>
Blanco	<p>Significa paz o redención, pureza y modestia.</p> <p>Es el que mayor sensibilidad posee frente a la luz.</p> <p>Es la suma o síntesis de todos los colores, y el símbolo de lo absoluto, de la unidad y de la inocencia.</p>	<p>Con cualquier color reduce su croma y cambia sus potencias psíquicas, la del blanco es positiva y afirmativa.</p>
Gris	<p>Simboliza neutralidad, sugiere tristeza y es una fusión de alegrías y penas, del bien y del mal.</p>	
Negro	<p>Símbolo del error y del mal. Es la muerte; ausencia del color.</p>	

ANEXO Nº 17



No se opta por esta opción ya que con esta disposición los alumnos y el profesor tendrían los siguientes problemas:

- La sombra generada por la luz que entra por la ventana causándoles incomodidad a los alumnos que estarían cerca de ella.
- El pupitre está lejos de la pizarra ya que el profesor tiene que estar en constante relación con la pizarra.

