



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISTRIBUCIÓN DEL EDIFICIO DE DISEÑO Y REDISTRIBUCIÓN DEL TALLER DEL  
EDIFICIO "ING. ALBERTO CAMACHO SÁNCHEZ" DE LA FACULTAD DE  
INGENIERIA -UNAM.**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERA INDUSTRIAL

**PRESENTAN:**

**RIVERA ZIRATE MARÍA ISABEL  
VALENCIA HINOJOSA RAQUEL**

**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. JESÚS MANUEL DORADOR GONZÁLEZ**



**MÉXICO D.F.**

**MARZO 2005**

m 342531



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

---

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios la oportunidad que me dio de terminar mis estudios profesionales, por cuidarme y darme la inteligencia necesaria para llegar a este momento.

A mis padres, Genaro Rivera y Amelia Zirate, por la confianza que siempre han depositado en mí, por el apoyo que me han brindado y sobre todo por el gran amor que me han tenido.

A mis hermanos, Jessica y Genaro, por su amor y apoyo incondicional.

A Raquel por brindarme su amistad, por la paciencia que siempre me ha tenido y por enseñarme a ver la vida desde una perspectiva espiritual.

A mis profesores, principalmente al Dr. Jesús Manuel Dorador, por ser tan paciente y porque siempre tuvo la respuesta indicada en el momento adecuado.

A la Ing. Silvana Hernández, Elizabeth Mavridis, Ing. Rafael Souza y al Ing. Enrique Jiménez por sus enseñanzas a lo largo de la carrera y por su orientación en la realización de nuestro proyecto de tesis.

A mis amigos por los momentos gratos que me hicieron pasar durante mi estancia en la facultad.

A la Facultad de Ingeniería de la UNAM por abrirme sus puertas y por brindarme la mejor preparación que pude haber recibido.

María Isabel Rivera Zirate

---

---

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por bendecirme en todo este tiempo, por cuidarme y darme la sabiduría para finalizar mis estudios profesionales.

Agradezco a mis padres, Abel y Angela por todo su amor, su apoyo, su paciencia, comprensión y por celebrar mis triunfos....los amo mucho.

Agradezco a Joca, Abel, Efraín y Erika por estar incondicionalmente a mi lado durante este tiempo de preparación.

También le doy gracias a mi familia que estuvo al pendiente de mis estudios y especialmente a Enrique, gracias por todo tío, te admiro y te quiero mucho.

A David por ayudarme, comprenderme y apoyarme, te amo.

Gracias Isabel por brindarme tu amistad y por colaborar en este proyecto conmigo, te quiero.

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ingeniería por darme una formación académica.

A mis maestros que contribuyeron para que este momento llegara, agradezco a las personas que me dirigieron y escucharon.

Gracias Doctor Jesús Manuel Dorador González por todo su tiempo, sus conocimientos compartidos y por su paciencia.

"Guarda los preceptos de Dios, andando en sus caminos, y observando sus estatutos y mandamientos, sus decretos y sus testimonios, de la manera que esta escrito en la ley, para que prosperes en todo lo que hagas y en todo aquello que emprendas"

1a de Reyes 2:2-3

Raquel Valencia Hinojosa

---

---

## ÍNDICE

1. Introducción.....	1
1.1. Objetivos.....	1
1.2. Hipótesis de trabajo.....	2
1.3. Definición y justificación del problema.....	2
2. Marco teórico.....	4
2.1. Objetivo de una distribución.....	4
2.2. Distribución de una nave.....	4
2.2.1. Tipos de distribución.....	4
2.2.2. Consecuencias de una mala disposición.....	5
2.2.3. Criterios para una buena distribución.....	5
2.2.4. Sugerencias para una buena distribución.....	8
2.2.5. Beneficios de una buena distribución.....	8
2.3. Aprovechamiento del espacio.....	8
2.3.1. Determinación de espacio requerido.....	8
2.4. Localización de las máquinas.....	10
2.4.1. Área para el desenvolvimiento del operario.....	10
2.4.2. Área para dar servicio a las máquinas.....	10
2.4.3. Almacén de herramientas.....	10
2.5. Ergonomía.....	10
2.5.1. Alcance de la ergonomía.....	11
2.5.2. Sistema persona-máquina-ambiente.....	11
2.5.3. Sistema persona-máquina.....	12
2.6. Relaciones dimensionales.....	13
3. Distribución actual de la nave.....	14
3.1. Plano de la nave.....	15
3.2. Problemática de la redistribución del taller.....	17
3.2.1. Área de Fundición.....	18
3.2.2. Área de Soldadura Eléctrica.....	19
3.2.3. Área de Soldadura Autógena.....	20
3.2.4. Área de Pailería.....	21
3.2.5. Área de Maquinado ligero.....	23
3.2.6. Área de Maquinado pesado.....	24
3.2.7. Área de Proyectos.....	25
3.2.8. Jardín.....	26
3.2.9. Laboratorio de CNC.....	27
3.2.10. Laboratorio de preparación de muestras.....	28
3.2.11. LIMAC.....	29
3.2.12. Manufactura avanzada.....	30
3.2.13. Edificio del Departamento de Mecánica (Planta baja).....	31
3.2.14. Edificio del Departamento de Mecánica (Planta alta).....	32
3.2.15. Planta baja CDM.....	34
3.2.16. Planta alta CDM.....	35

---

3.3. Conclusión.....	36
4. Metodología para la redistribución.....	37
4.1. Consideraciones ergonómicas.....	37
4.2. Método.....	39
4.3. Observaciones por área en el taller .....	40
4.4. Levantamiento de datos .....	42
4.5. Modelo a escala.....	44
4.6. Lay out por proceso .....	46
4.7. Zona de operación.....	46
4.8. Máquinas a escala .....	47
4.9. Zona de precisión de la maquinaria.....	50
4.10. Tablas antropométricas .....	51
4.11. Redistribución de áreas .....	51
4.12. Plano final de la redistribución del taller .....	52
4.13. Conclusión .....	53
5. Propuesta de creación del edificio de diseño .....	54
5.1. Justificación del laboratorio de diseño .....	54
5.2. Hipótesis de la creación del edificio de diseño .....	56
5.3. Propuesta inicial de PAPIME.....	56
5.4. Tabla de requerimientos, plan y beneficios.....	59
5.5. Áreas requeridas .....	60
5.6. Distribución del edificio .....	61
5.7. Justificación ergonómica de las distribuciones.....	62
5.8. Propuestas de la distribución .....	65
5.9. Mobiliario requerido.....	73
5.10. Conclusión .....	74
6. Conclusión general.....	75
7. Referencias bibliográficas .....	77
8. Apéndice A.....	78

---

## CAPITULO 1

### INTRODUCCIÓN

El edificio "Ingeniero Alberto Camacho Sánchez" está destinado a la docencia e investigación, tanto de forma práctica (en los laboratorios y talleres) como teórica (en los salones de clases). Dentro de este edificio se requiere de espacios adaptados a las necesidades de aprendizaje y docencia.

La distribución actual de esta nave fue diseñada de forma adecuada para las condiciones iniciales del proyecto, sin embargo, con el tiempo se han ido desarrollando cambios internos y externos, que hacen que la distribución inicial sea menos adecuada hasta llegar al punto en que la redistribución se hace necesaria.

Esta redistribución consiste en colocar las máquinas y demás equipo de manera que permita circular y trabajar con mayor facilidad, eficiencia y seguridad; lo que permite un buen desempeño en las actividades que se realizan. Todo esto se logrará haciendo un análisis exhaustivo previo a la implantación, para lograr así los siguientes resultados favorables:

- Dar crecimiento a la infraestructura del edificio.
- Atender a la demanda de estudiantes.
- Optimizar espacios.
- Mejor funcionamiento de las instalaciones.
- Mejora del ambiente de trabajo.

Las áreas destinadas a clases teóricas son igualmente necesarias; por ello es muy importante tomarlas en cuenta. La correcta disposición de los espacios permitirá un proceso enseñanza - aprendizaje más eficiente; las tendencias y estudios actuales han hecho que el modelo de la distribución de un salón de clases haya cambiado radicalmente en los últimos años.

Un aula que pueda considerarse eficiente en la actualidad debe ser adaptable al trabajo individual y / o colectivo, así como contar con medios que faciliten la introducción de material didáctico, lo cual es indispensable en los modelos educativos enfocados al aprendizaje, así como para el aprendizaje basado en casos y proyectos.

Es necesario contar con instalaciones apropiadas para la investigación, es decir, con equipo y maquinaria dispuesta de una manera que permita realizar las tareas respectivas, tomando en cuenta la comodidad, seguridad e higiene de los usuarios.

#### **1.1 OBJETIVOS**

Proponer una redistribución del área del taller del edificio "Ing. Alberto Camacho Sánchez", para optimizar espacios y dar opción de crecimiento.

Aplicar principios de ergonomía en la distribución del futuro edificio de diseño, que se ubicará dentro del edificio "Ing. Alberto Camacho Sánchez", complementando la

---

propuesta inicial del Protocolo para el subproyecto PAPIME (Programa de Apoyo a Proyectos Institucionales para el Mejoramiento de la Enseñanza).

## **1.2 HIPÓTESIS DE TRABAJO**

Al realizar la redistribución del taller del edificio y la distribución del edificio de diseño se logrará un mejor aprovechamiento de los espacios con los que se cuenta actualmente, fomentando una adecuada integración profesor -alumno e incrementando el rendimiento académico.

## **1.3 DEFINICIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Debido a la actualización de los planes de estudio, al aumento de la población en la Facultad de Ingeniería y al crecimiento de las áreas que ocupan el edificio Ing. Alberto Camacho Sánchez, surge la necesidad de aprovechar de manera más adecuada el espacio.

El edificio Ing. Alberto Camacho Sánchez, de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, fue creado en 1967, llamado en ese momento. Teniendo como principal objetivo apoyar de manera práctica la preparación de los ingenieros, principalmente mecánicos, así como albergar los talleres mecánicos del Instituto de Ingeniería. Inicialmente se encontraban ahí los talleres de maquinado pesado, maquinado ligero, carpintería, fundición, soldadura eléctrica, soldadura autógena, pailería, maquinado ligero, maquinado pesado, área de proyectos y el jardín.

En el año de 2002 el edificio recibió el nombre del Maestro Ingeniero Alberto Camacho Sánchez, como un homenaje a su memoria.

A lo largo de 36 años, la distribución del edificio ha cambiado considerablemente. Se han incluido en él nuevas áreas, como la de manufactura en 1985, y el laboratorio de CNC, además de la llegada de nueva maquinaria y la creación del Departamento de Ingeniería Mecatrónica en 1991.

A principios de los 90's se construyó el laboratorio de manufactura avanzada en la parte central de los talleres, cambiando radicalmente la percepción de éstos, dado que este laboratorio es de doble altura. También en esta época el control del taller de maquinado pesado, hasta entonces en manos del Centro de Diseño y Manufactura (CDM), pasó al Departamento de Mecánica, unificando los almacenes. Desde entonces se ha venido cambiando el concepto de talleres por el de laboratorios. Por otro lado, las áreas de diseño, manufactura, y materiales han estado en constante crecimiento.

Los talleres de maquinado pesado y carpintería del Instituto de Ingeniería se trasladaron a otros edificios y sólo una parte de la maquinaria pesada se conserva para la fabricación de prototipos en el CDM. Otros talleres se han sustituido gradualmente por laboratorios adecuados para el uso de los alumnos.

Sin embargo, dichos cambios no fueron previstos de forma adecuada, lo que en la actualidad se ha convertido en un problema de desorganización por falta de lugares aptos, afectando directamente a las personas que se encuentran realizando alguna

---

actividad dentro de los Laboratorios de Ingeniería Mecánica y dentro de las distintas áreas que conforman el edificio.

El crecimiento de estas tres áreas durante los últimos años ha sido muy importante, por lo que la restricción de espacios se ha convertido en un problema serio, tanto en cubículos como en laboratorios.

Con la creación de la carrera de Ingeniería Mecatrónica, además de las áreas de Ingeniería Biomédica e Ingeniería Automotriz para Ingeniería Mecánica, se espera un crecimiento mayor. Considerando la apertura de nuevas carreras y la necesidad de otras áreas se requiere espacio para desarrollar las actividades relacionadas con las mismas, es decir, laboratorios, aulas y cubículos.

---

---

## **CAPITULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 OBJETIVO DE UNA DISTRIBUCIÓN<sup>a</sup>**

Determinar la disposición de un proyecto es colocar las máquinas, herramientas y demás equipo de manera que permitan circular con mayor facilidad, eficiencia y seguridad.

#### **2.2 DISTRIBUCIÓN DE UNA NAVE<sup>b</sup>**

La distribución es necesaria cuando se busca una implantación física, de forma que se consiga el mejor funcionamiento de las instalaciones. Esto puede aplicarse a todos aquellos casos en los que sea necesaria la disposición de los medios físicos en un espacio determinado, como pueden ser talleres, laboratorios, almacenes, oficinas, etc.

Así pues para llevar a cabo una adecuada distribución deben tomarse en cuenta los objetivos estratégicos y tácticos, así como los posibles conflictos que puedan surgir entre ellos, por ejemplo necesidad de espacio, economía, accesibilidad y privacidad en áreas de oficina.

La distribución de la nave comprende tanto la colocación del equipo en cada departamento como la disposición de dichos departamentos en la nave.

Una nueva localización / redistribución proporciona la oportunidad de mejorar los medios y servicios generales. La nueva disposición puede diseñarse a partir de diferentes necesidades, sin embargo, el propósito siempre será mejorar las condiciones de trabajo, así como incrementar la productividad de las personas que se encuentran dentro de las instalaciones.

##### **2.2.1 TIPOS DE DISTRIBUCIÓN**

Las situaciones que se presentan en la práctica pueden englobarse en cuatro grupos:

###### **I. Proyecto de un edificio completamente nuevo**

Se trata de ordenar todos los medios (talleres y laboratorios), e instalaciones para que trabajen como conjunto integrado. En este tipo de proyecto el grupo encargado de la distribución diseñará el edificio desde el principio, considerando todos aquellos elementos que facilitan el flujo de hombres, materiales y herramientas, tales como entradas y salidas, áreas de servicio, almacenes, etc. Este caso de distribución suele darse solamente cuando se expande o traslada a una nueva área. Esta clase de misión raramente es realizada por una sola persona y generalmente incluye a varios especialistas.

---

<sup>a</sup> Keith, Lockyer, Distribución de Planta, Mc Graw Hill

<sup>b</sup> Ibid.

---

## II. Expansión de un edificio o nave ya existente

En este caso, el trabajo es también de importancia, pero los edificios y servicios ya están allí limitando la libertad de acción del ingeniero. Aquí el problema consiste en adaptar los elementos (maquinaria, herramental y demás equipo), y el personal existente. Este es el momento de mejorar métodos y abandonar viejas prácticas.

## III. Reordenamiento de una distribución ya existente

Es también una buena ocasión para adoptar métodos, así como equipos nuevos y eficientes, por lo que el ingeniero debe tratar de conseguir que la distribución sea un conjunto integrado. El problema consiste en utilizar el máximo de los elementos existentes compatibles con los nuevos planes y métodos, considerando las limitaciones dadas por las dimensiones del edificio, su forma y en general todas las instalaciones que ya están funcionando. Esta situación es más frecuente en la modernización o adquisición de equipo o en la introducción de nuevas áreas de interés.

## IV. Ajustes menores en una distribución ya existente

Este tipo de redistribución es la más común, ya que se presenta cuando varían las condiciones de operación. Independientemente de la clase de problemas de distribución con que se tengan que enfrentar los ingenieros, el enfoque es básicamente el mismo; se buscarán los mismos objetivos, a pesar de que estos y las consideraciones involucradas pueden ser de muy distinto índole.

Aquí se debe pensar en introducir diversas mejoras, cambiando, si es necesario, el plan de distribución del conjunto.

## 2.2.2 CONSECUENCIAS DE UNA MALA DISTRIBUCIÓN

Las consecuencias de una mala distribución son:

- Falta de control.
- Congestionamiento de hombres y materiales.
- Accidentes.
- Incomodidad de los usuarios debido a la falta de espacio.

## 2.2.3 CRITERIOS PARA UNA BUENA DISTRIBUCIÓN

### 1.- Flexibilidad máxima

Una buena distribución se debe modificar rápidamente para afrontar las circunstancias cambiantes. En este contexto debe prestarse particular atención a los puntos de abastecimiento, los cuales deben ser adecuados y de fácil acceso. Generalmente este criterio puede incluirse en forma simple al planear la distribución; de no hacerlo, como sucede a menudo, será imposible hacer las modificaciones indispensables en distribuciones inadecuadas.

---

## 2.- Visibilidad máxima

Todos los hombres y materiales deben ser fácilmente observables en todo momento, por control, seguridad y operación: no deben existir lugares en los que se puedan extraviar objetos; o que incluso puedan ocasionar accidentes u obstaculizar la forma de operar de los usuarios.

## 3.- Accesibilidad máxima

Todos los puntos de servicio y mantenimiento deben tener acceso fácil:

- No debe colocarse una máquina contra la pared, de modo que impida el trabajo eficiente de la máquina-hombre.
- Cuando sea imposible evitar que un punto de servicio quede obstruido, el equipo en cuestión deberá moverse, no deberá ser una instalación permanente.

## 4.- Rutas visibles

Deben proveerse rutas definidas de recorrido, y de ser posible deben marcarse claramente. Nunca debe usarse un pasillo para fines de almacenamiento; ni siquiera en forma temporal.

## 5.- Seguridad inherente

Toda distribución debe ser inherentemente segura y ninguna persona deberá estar expuesta a peligro. Debe tenerse cuidado no sólo de las personas que operen el equipo, sino también de las que pasen cerca, las cuales pueden tener la necesidad de pasar por atrás de una máquina cuya parte trasera no tenga protección.

La seguridad industrial debe estar reglamentada, ya que constituye un compromiso moral. Las exigencias de la seguridad son otro factor importante en la colocación de las máquinas.

Deben protegerse todas las piezas del equipo, móviles o rotativas, que puedan ser origen de accidentes.

Las bandas de transmisión, engranajes, ventiladores y bombas son riesgos en potencia y deben protegerse de modo que al pasar cerca de ellos nadie pueda sufrir un accidente. Los cuadros de distribución, generadores de alta frecuencia y transformadores, deben disponerse en cuartos cerrados para prevenir la electrocución de los curiosos o descuidados.

Los métodos de almacenamiento implican riesgos de accidentes personales, así como de fuego y explosiones. Referente al apilamiento de materiales en tarimas, si son muy altas, pueden resultar inestables y derrumbarse. Es muy importante que la realización de operaciones peligrosas se tenga muy en cuenta en la distribución; debe hacerse todo lo posible para disponer paredes ignífugas o de protección de modo que prevengan los posibles daños a los usuarios situados junto a la zona peligrosa. Deben preverse recursos protectores especiales (extintores, alarmas y similares) para evitar la propagación del fuego. Se debe contar con rutas y salidas de emergencia claramente indicadas.

---

## 6.- Seguridad máxima

Deben incluirse salvaguardas contra deterioro, fuego, humedad y robo hasta donde sea posible.

## 7.- Identificación

Siempre que sea posible debe otorgarse a los grupos de alumnos o profesores su propio espacio de trabajo. La necesidad de un territorio definido es básica en el ser humano, de ahí la importancia de otorgarle espacios definibles con los que pueda identificarse, despertando en él una actitud emprendedora.

## 8.- Comodidad máxima

Se debe cumplir con las condiciones adecuadas de ventilación, iluminación, protección contra ruido y vibraciones para una estancia agradable dentro de las instalaciones. Las incomodidades aparentemente triviales generan a menudo dificultades en el desempeño de las funciones de trabajo.

El confort de los usuarios es un factor importante en la colocación de las máquinas. Si se tiene el espacio ergonómicamente correcto por máquina, el trabajo que se realice en ella será más cómodo y agradable. Este factor viene afectado por muchas consideraciones.

La fuente luminosa y su colocación con respecto a la posición normal de trabajo debe ser tal que el usuario pueda ver sin forzar su vista ni quedar deslumbrado. Cuando durante parte del día se aprovecha la luz natural, complementada con luz artificial durante todo el tiempo o parte de él, es importante que la posición normal de trabajo sea tal que reciba por igual la luz de ambas fuentes luminosas. Es bastante fácil colocar la fuente artificial de modo que permita una buena visión y la forma en que se proyecten las sombras del cuerpo del propio usuario y las diversas partes de la máquina, determinarán si la luz debe venir sobre el hombro derecho o el izquierdo.

El calor y los ruidos son factores que afectan seriamente la comodidad de los usuarios, pero con el simple cambio de la disposición de las máquinas dentro de la sección sólo pueden conseguirse escasas mejoras. Es más importante la situación de la sección o área con respecto a las fuentes de ruido o calor. Su proximidad debe tenerse en cuenta al determinar la disposición general de los departamentos dentro del edificio. Las paredes y techos pueden revestirse de materiales absorbentes del sonido para reducir el volumen del ruido, o colocar tabiques o mamparas que reflejen hacia su origen el sonido proveniente de las operaciones ruidosas.

## 9.- Consideraciones sobre el usuario

Las necesidades del usuario como individuo son factores destacados en la planificación de la disposición de las máquinas dentro de una sección. Uno de los primeros puntos a considerar es que el "puesto de trabajo" sea accesible para el usuario.

La colocación de los servicios para el usuario con respecto a las "zonas de trabajo", afectará los requerimientos del tiempo individual del usuario; las distancias desde la "zona de trabajo" al almacén, lavabos, retretes, botiquín, etc., deben ser razonablemente cortas.

---

Es recomendable, por razones de higiene, poner lavabos junto a las entradas con el objeto de inducir a los usuarios a lavarse antes de abandonar el inmueble.

#### 2.2.4 SUGERENCIAS PARA UNA BUENA DISTRIBUCIÓN<sup>c</sup>

- ✓ Mantener actividades semejantes en un solo lugar.
- ✓ Evitar las aglomeraciones de trabajadores y las barreras estructurales o físicas.
- ✓ Espacios de trabajo cómodos en lo posible, sin caer en excesos.

#### 2.2.5 BENEFICIOS DE UNA BUENA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

- ▣ El tiempo y costo del proceso general se minimizará reduciendo el manejo innecesario e incrementando en general la eficacia de todo el trabajo.
- ▣ La supervisión y el control se simplificarán eliminando los rincones ocultos donde tanto hombre como materiales puedan permanecer indebidamente.
- ▣ Disminuirá el número de accidentes ocasionados por tropiezos, aglomeraciones o falta de visibilidad.
- ▣ Se aprovechará al máximo la nave.
- ▣ Se reducen los riesgos de enfermedades profesionales.
- ▣ Se facilita el mantenimiento del equipo.
- ▣ Se obtiene un mejor aspecto de las zonas de trabajo.
- ▣ Se obtiene mejores condiciones sanitarias.

### 2.3 APROVECHAMIENTO DEL ESPACIO<sup>d</sup>

El espacio, sea superficie de suelo o espacio tridimensional, debe ser utilizado de manera tal que se aproveche de la mejor manera. Esto se logra haciendo un análisis y posteriormente eligiendo la opción óptima entre varias opciones a seguir.

- ▣ Si se dispone de amplio espacio y puede planificarse en una distribución sin dificultades, la tendencia que probablemente se tomará es de gran comodidad.
- ▣ Si el espacio es limitado, el acomodo de las máquinas se convierte en un problema serio.

El espacio tiene que estar en condiciones de operación adecuadas: debe contar con iluminación, ventilación, limpieza, además de su respectivo mantenimiento periódico.

#### 2.3.1 DETERMINACIÓN DE ESPACIO REQUERIDO

Métodos:

##### 1°. De centro de producción

Consiste en calcular el área ocupada por una máquina, todo su equipo y el espacio asociado requerido para trabajar.

---

<sup>c</sup> Riggs, James, Distribución de Planta, Prentice Hall

<sup>d</sup> Ibid.

- 1) Espacio de trabajo del operador.
- 2) Espacio de trabajo para mantenimiento.
- 3) Espacio de inventario en proceso.

### Método de centro de producción<sup>e</sup>

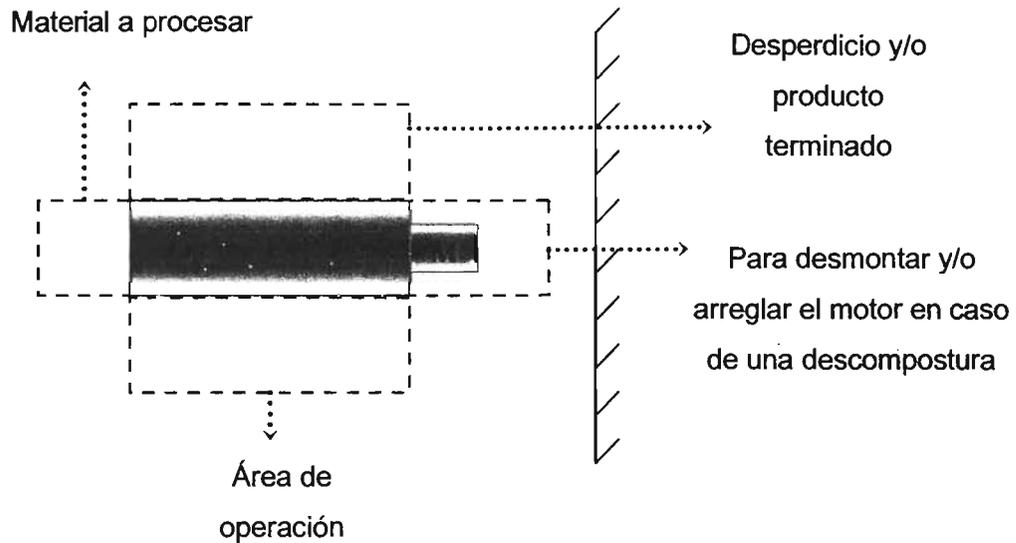


FIGURA 2. 1

#### 2°. De modelo a escala

- ◆ En 2 dimensiones (acetatos que se adhieren al plano)
- ◆ En 3 dimensiones

#### 3°. De estándares de requerimientos de espacio en la industria.

- ◆ Fabricantes de equipo, cama, estatales o del gobierno

#### 4° De proyección

Estableciendo una relación de espacio o factores como:

- ◆  $m^2$  / unidades producidas
- ◆  $m^2$  / mano de obra directa

Al aumentar el espacio por máquina, los gastos de mantenimiento del inmueble crecen, debido a que se requiere mayor espacio. En ocasiones no sucede de esta forma, ya que finalmente se cuenta con un área determinada.

<sup>e</sup> Keith, Lockyer,.... op cit.

---

## 2.4 LOCALIZACIÓN DE LAS MÁQUINAS<sup>f</sup>

La localización de una máquina, refiriéndose a la ubicación con respecto a las demás, a los pasillos, columnas, lámparas, etc., dependerá del funcionamiento de éstas, así como del área necesaria para trabajar en ella, que se tratará en el siguiente punto. Considerar dichos factores conducirá a una mejor planificación de la distribución.

### 2.4.1 ÁREA PARA EL DESENVOLVIMIENTO DEL OPERARIO

El operario debe contar con el espacio suficiente para desempeñar todas las tareas relativas a esa "área de trabajo" en particular. Este espacio debe planearse con todo cuidado, a fin de que el usuario tenga todo lo necesario al alcance de la mano y no se requiera ningún movimiento exagerado. Una superficie planeada adecuadamente también debe proporcionar el máximo de seguridad, aislando las operaciones peligrosas, construyendo muros o colocando los dispositivos de protección apropiados.

### 2.4.2 ÁREA PARA DAR SERVICIO A LAS MÁQUINAS

Las máquinas deben estar ubicadas de tal modo que el personal que les dé servicio y el equipo necesario para ello, tengan fácil acceso a ellas. La mayoría de las máquinas tienen cubiertas de acceso para la inspección de engranajes, mecanismos ó circuitos de control.

### 2.4.3 ALMACÉN DE HERRAMIENTAS

Las herramientas deben guardarse en el lugar que resulte más conveniente para el usuario, es decir, es necesario que las herramientas utilizadas en las diferentes actividades tengan un lugar establecido durante la realización de éstas. Éste debe estar lo más cerca posible de la operación y en un lugar céntrico que permita el adecuado flujo de materiales para que no se tengan pérdidas de tiempo y espacio.

## 2.5 ERGONOMÍA<sup>g</sup>

ERGON = TRABAJO, ACTIVIDAD

NOMOS = LEYES, PRINCIPIO

La ergonomía es una técnica que mejora la calidad y la productividad a través de una mejor adecuación del puesto de trabajo a la persona, y además facilita una mayor integración del personal al mejorar el sistema social del lugar en donde se implanta. Tiene una doble incidencia, por un lado mejora su sistema técnico y por otro lado mejora su sistema social, encajando perfectamente en el sistema organizativo que aspira a las mayores ventajas competitivas.

"Conjunto de conocimientos científicos aplicados para que el trabajo de los sistemas, productos y ambientes se adapten a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de la persona." <sup>h</sup>

---

<sup>f</sup> Riggs, James,... op cit.

<sup>g</sup> Asociación Internacional de Ergonomía

<sup>h</sup> Ibid.

"La ergonomía es básicamente una tecnología de aplicación práctica e interdisciplinaria, fundamentada en investigaciones científicas, que tienen como objetivo la optimización integral de Sistemas Hombre-Máquinas, los que están siempre compuestos por uno o más seres humanos cumpliendo una tarea cualquiera con ayuda de una o más "máquinas" (se define este término genérico a todo tipo de herramientas, máquinas industriales propiamente dichas, vehículos, computadoras, electrodomésticos, etc.) Al decir optimización integral se refiere a la obtención de una estructura sistémica y su correspondiente comportamiento dinámico."<sup>1</sup>

### 2.5.1 ALCANCE DE LA ERGONOMÍA<sup>1</sup>

- Como banco de datos sobre la relación de las capacidades y limitaciones de respuesta de los usuarios.
- Como programa de actividades planificadas, para mejorar el diseño de los productos, servicios así como las condiciones de trabajo y uso.
- Como disciplina aplicada para mejorar la calidad de vida de las personas.

Se puede decir que para practicar la ergonomía se necesita, por tanto, poseer buena capacidad de relación interdisciplinaria, un agudo espíritu analítico, un alto grado de síntesis creativa, los imprescindibles conocimientos científicos y, sobre todo, una firme voluntad de ayudar a los trabajadores para lograr que su labor sea lo menos fatigante posible y que produzca una mayor satisfacción tanto a ellos mismos como a la sociedad en su conjunto.

### 2.5.2 SISTEMA PERSONA-MÁQUINA-AMBIENTE



FIGURA 2. 2

Un sistema es un conjunto de elementos interrelacionados con un fin determinado, dentro de un ambiente.

<sup>1</sup> AERGO (asociación de ergonomistas)

<sup>1</sup> Asociación Internacional de Ergonomía

---

Un sistema persona-máquina-ambiente está constituido por una o más personas y una o más máquinas, interrelacionados con un objetivo determinado, dentro de un ambiente.

Los objetivos básicos que persigue el ergónomo al analizar y tratar este sistema se podrían concretar en:

1. Mejorar la interrelación persona-máquina-ambiente.
2. Controlar el entorno del puesto de trabajo, o del lugar de interacción conductual, detectando las variables relevantes al caso para adecuarlas al sistema.
3. Generar interés por la actividad procurando que las señales del sistema sean significativas y asumibles por la persona.
4. Definir los límites de actuación de la persona detectando y corrigiendo riesgos de fatiga física y/o mental.
5. Crear bancos de datos para que los directores de proyectos posean un conocimiento suficiente de las limitaciones del sistema P-M de tal forma que puedan evitarse errores en dichas interacciones.

### 2.5.3 SISTEMA PERSONA-MÁQUINA (P-M)<sup>c</sup>

El bienestar, la salud, la satisfacción, la calidad y la eficiencia en la actividad de las personas dependen de la correcta interrelación existente entre los múltiples factores que se presentan en sus espacios vitales y las relaciones que establecen con los objetos que les rodean.

Existen múltiples formas de análisis de los espacios de actividad o trabajo de los objetos y del conjunto de acciones que las personas se verán obligadas a realizar. Es posible clasificar el monto de interrelaciones P-M en los siguientes tipos:

- Relaciones dimensionales
- Relaciones de control
- Relaciones informativas
- Relaciones ambientales
- Relaciones temporales
- Relaciones sociales
- Relaciones de organización
- Relaciones culturales

Entre otras, pero debemos señalar que todas las interacciones de los sistemas P-M ejercen una acción determinante sobre los factores psicosociológicos y fisiológicos residentes en las personas, provocando satisfacción o insatisfacción en el trabajo, desarrollo o involución de la personalidad potenciando o inhibiendo la creatividad, cohesionando o disgregando el grupo de trabajo, etc.

Las relaciones informativas, mediante las cuales una persona se informa (suficiente o insuficientemente) de la marcha de la actividad de un sistema a través de los sentidos (visión, oído, tacto...) producen reacciones fisiológicas y psicológicas, que inciden sobre las relaciones de control -las que posibilitan o dificultan el control del sistema-, sobre las relaciones organizativas en general -que determinan la forma que adopta la marcha del sistema-, y sobre las relaciones sociales -que ponen de manifiesto la situación del individuo

---

en la sociedad-. Todas estas relaciones, que son inherentes a cualquier tipo de actividad, benefician o dañan al sistema y, en consecuencia, a la persona.

Por otra parte, determinadas relaciones dimensionales entre el usuario y la máquina, compatibles o incompatibles, garantizarán o impedirán que éste se informe y controle satisfactoriamente la marcha del proceso.

## 2.6 RELACIONES DIMENSIONALES <sup>k</sup>

Un puesto de trabajo incómodo daña el organismo, afecta la productividad y la calidad del trabajo y provoca mal humor, pero no se puede abandonar. Más aún, en muchas ocasiones no se tiene conciencia del mal diseño de un puesto de trabajo y de los contratiempos que éste provoca, soportar abnegadamente día a día durante la jornada laboral, y sus defectos acostumbra estar enmascarados tras dolores cervicales, lumbares, de hombros, de cabeza, varices, accidentes, baja productividad, mala calidad de los productos absentismo sin explicación o simple apatía por el trabajo.

El principio ergonómico fundamental que debe regir todas las intervenciones es el de adaptar la actividad a las capacidades y limitaciones de los usuarios, y no a la inversa.

Hay 3 principios que se debe interiorizar en ergonomía aplicada al diseño de puestos de trabajo. El primero es la supremacía de la persona como el elemento más importante de cualquier proyecto de concepción o rediseño, y la obligación de mantener el referente humano en todas y cada una de las etapas del proyecto, o sea, desde la conceptualización hasta la retirada.

El segundo principio es reconocer la limitada capacidad para modificar psicofísicamente a las personas y que más allá del entrenamiento y la alimentación para mejorar sus aptitudes físicas y mentales, nada se puede hacer. Por lo tanto, la solución realista es diseñar correctamente el puesto y el trabajo, es decir, adaptarlos a los segmentos corporales relevantes del grupo de operarios que debe intervenir, considerando alcances, tiempos de reacción, esfuerzos, momentos, cadencias, etc., admitiendo que la variable persona es flexible pero frágil, y aceptando que el grupo de operarios de que disponemos y del cual se parte es el mejor que se tendrá durante toda la vida útil del proyecto.

El tercer principio es dejar por sentado que la persona nunca debe ser dañada por su actividad dentro de un sistema, que incluso una actividad sencillamente aburrida afecta, y que el perjuicio no se limita a la incomodidad de una mala postura, sino que es mucho más serio; involucra al sistema músculo esquelético, pero también a los sistemas cardiovascular, respiratorio, gastrointestinal y nervioso, por citar los más evidentes. La adaptación de la persona a posiciones incómodas es una falacia: jamás se adapta, simplemente se resigna y sacrifica la salud y la calidad del trabajo en busca de una falsa productividad, y culpamos a las máquinas de obsoletas o se les denomina como incapaces, etc. Resignación y baja productividad son sinónimos del mal funcionamiento del sistema.

---

<sup>k</sup> Ibid.

---

## CAPÍTULO 3

### SITUACIÓN ACTUAL

#### 3.1 DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LA NAVE

Este capítulo tiene como propósito dar a conocer las condiciones en que se encuentra el edificio, así como la ubicación e identificación en el plano de las áreas y laboratorios de los diferentes departamentos de Ingeniería Mecánica, Centro de Diseño y Manufactura y de Ingeniería Mecatrónica; lo cual servirá como una herramienta para lograr los objetivos ya mencionados.

Se hará un análisis del edificio Ing. Alberto Camacho Sánchez para que en proyectos futuros se consideren las deficiencias que se tienen y se hagan nuevas propuestas para beneficio de la Facultad de Ingeniería, sin embargo se debe considerar que en esta tesis solo se harán propuestas de distribución de un edificio de Diseño y redistribución del taller.

Brevemente se expondrá la situación actual de cada una de las áreas existentes y se mostrará el plano de las mismas. Por otro lado, se podrá observar la distribución de maquinaria de los Laboratorios de Ingeniería Mecánica.

Actualmente se cuenta con las siguientes áreas y laboratorios:

- Laboratorio de manufactura avanzada
- Maquinado ligero
- Maquinado pesado
- Pailería
- Soldadura
- Fundición
- Forja
- Conformado de plásticos
  
- LIMAC
- Área de desarrollo de proyectos
- Laboratorio de mecanismos
  
- Laboratorio de pruebas mecánicas
- Laboratorio de mediciones
- Microscopio electrónico
- Modelado numérico
- Metalografía
- Lab. De preparación de muestras
  
- Diseño mecatrónico
- Automatización industrial

Se utilizan en asignaturas como Procesos de Conformado de Materiales, Procesos de Corte de Materiales, Manufactura Avanzada, Diseño y Manufactura Asistidos por Computadora, Tecnología de Materiales, Ciencia de Materiales I y II, Electrónica Industrial, Análisis Dinámico de Maquinaria, etc.

En la siguiente página se presenta un plano que muestra la situación actual del Edificio "Ing. Alberto Camacho Sánchez" (Figura 3.1). El área sombreada corresponde al taller, objeto de estudio de la presente tesis.

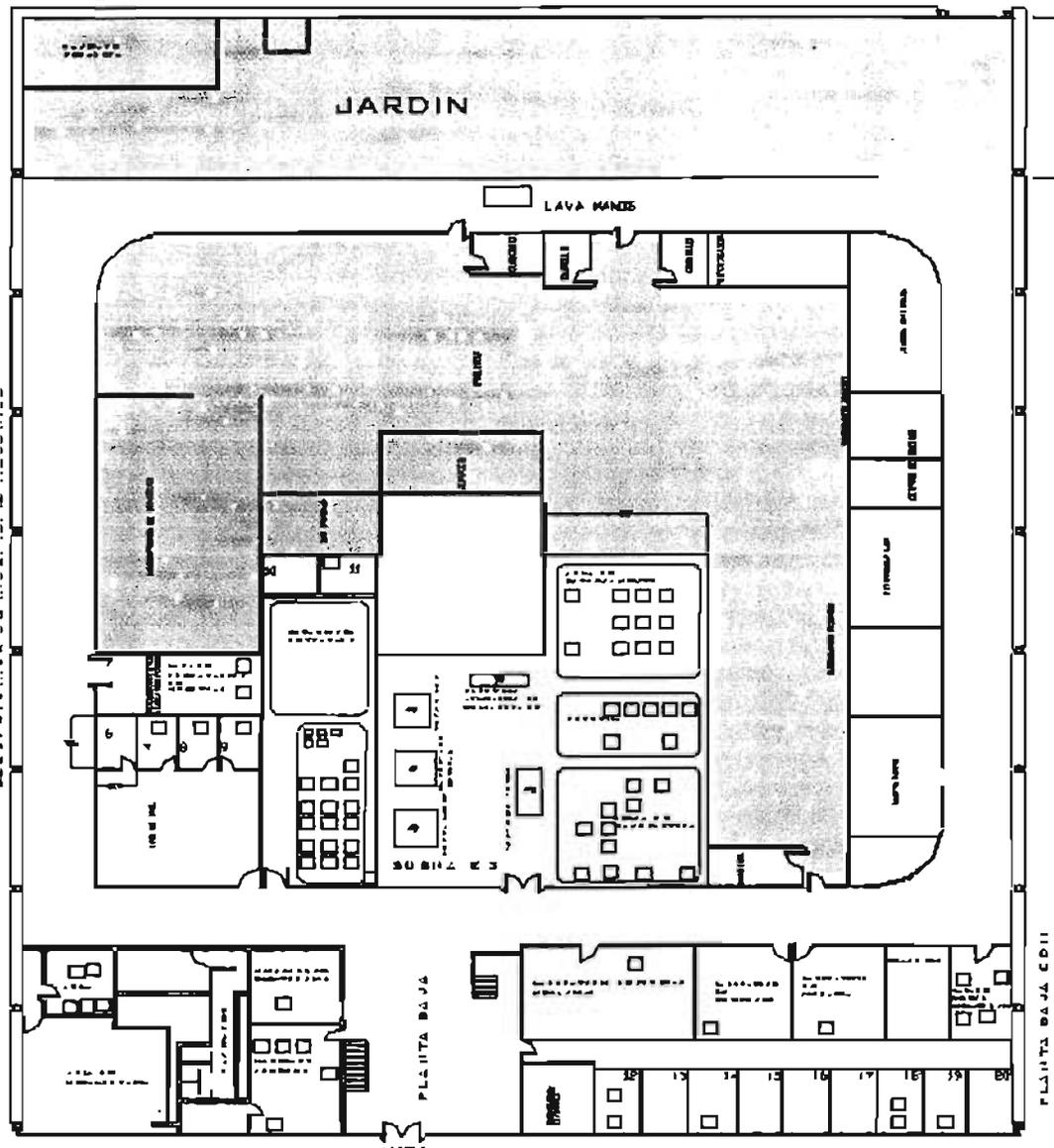


FIGURA 3. 1

En la siguiente tabla se incluye la maquinaria actual con la que cuenta el taller del edificio "Ing. Alberto Camacho Sánchez"

TABLA 3. 2

<ul style="list-style-type: none"> <li>↓ Fresa 1</li> <li>↓ Esmeriles 1 y 2</li> <li>↓ Tomo Romi 1</li> <li>↓ Tomo Romi 2</li> <li>↓ Tomo 3</li> <li>↓ Tomo 4</li> <li>↓ Sierra cinta vertical</li> <li>↓ Cepillo chino 1</li> <li>↓ Mesa 1</li> <li>↓ Mesa 2</li> <li>↓ Mesa 3</li> <li>↓ CMM1</li> <li>↓ CMM2</li> <li>↓ Afiladora de herramienta 1</li> <li>↓ Sierra mecánica 1</li> <li>↓ Cortadora</li> <li>↓ Sierra 2</li> <li>↓ Esmeriles 3,4 y 5</li> <li>↓ Tomo 5</li> <li>↓ Tomo 6</li> <li>↓ Tomo 7</li> <li>↓ Tomo 8</li> <li>↓ Tomo 9</li> <li>↓ Tomo 11</li> <li>↓ Tomo 12</li> <li>↓ Tomo 13</li> <li>↓ Tomo 14</li> <li>↓ Tomo 15</li> <li>↓ Tomo 16</li> <li>↓ Tomo 17</li> <li>↓ Tomo 18</li> <li>↓ Tomo 19</li> <li>↓ Tomo 20</li> <li>↓ Tomo 21</li> <li>↓ Rectificadora de cama plana 1</li> <li>↓ Rectificadora cilíndrica 2</li> <li>↓ Rectificadora de cama plana 3</li> <li>↓ Dobladora 1 y cortadora de lámina 1</li> <li>↓ Afiladora de herramientas 2</li> <li>↓ Fresa 3,4 y 5</li> <li>↓ Fresa 6 y 7</li> <li>↓ Fresa Induma 8</li> <li>↓ Fresa Bridgeport 9</li> <li>↓ Cepillo 2</li> <li>↓ Cepillos 3,4, 5 Y 6</li> <li>↓ Taladros 1,2,3,4 y 5</li> <li>↓ Taladro 6</li> <li>↓ Fresa semiautomática de clavijas 10</li> <li>↓ Tomo de Clavijas 22</li> <li>↓ Soldadura autógena 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↓ Soldadura autógena 2</li> <li>↓ Soldadura autógena 3</li> <li>↓ Soldadura autógena 4</li> <li>↓ Soldadura autógena 5</li> <li>↓ Mesa 4</li> <li>↓ Mesa 5</li> <li>↓ Mesa 6</li> <li>↓ Roladoras de lámina 1 y 2</li> <li>↓ Tornillo de banco</li> <li>↓ Soldadura eléctrica 1</li> <li>↓ Soldadura eléctrica 2</li> <li>↓ Soldadura eléctrica 3</li> <li>↓ Soldadura eléctrica 4</li> <li>↓ Soldadura eléctrica 5</li> <li>↓ Soldadura eléctrica 6</li> <li>↓ Soldadura eléctrica 7</li> <li>↓ Soldadura eléctrica 8</li> <li>↓ Soldadura eléctrica 9</li> <li>↓ Soldadura eléctrica 10</li> <li>↓ Prensa 1</li> <li>↓ Punteadoras (1 y 2)</li> <li>↓ Mesa para escantillones</li> <li>↓ Dobladora 2</li> <li>↓ Cizalla</li> <li>↓ Inyectora de Plástico</li> <li>↓ Unidad de enfriamiento de la inyectora</li> <li>↓ Inyectora manual 1</li> <li>↓ Inyectora manual 2 y 3</li> <li>↓ Laminadora</li> <li>↓ Unidad hidráulica de la laminadora</li> <li>↓ Horno</li> <li>↓ Hornos</li> <li>↓ Motores</li> <li>↓ Prensa hidráulica</li> <li>↓ Sierra cinta vertical 1</li> <li>↓ Sierra cinta vertical 2</li> <li>↓ Troqueladora</li> <li>↓ Unidad hidráulica y Cortadora de barras y alambre</li> <li>↓ Fundición eléctrica</li> <li>↓ Hornos 1 y 2</li> <li>↓ Molino</li> <li>↓ Mesa de Compactado</li> <li>↓ Horno Crisol</li> <li>↓ Almacén de arena</li> <li>↓ Fundición a presión</li> <li>↓ Motor</li> <li>↓ Tractor 1</li> <li>↓ Tractor 2</li> <li>↓ Fraguas 1 y 2</li> </ul>
---	--

### 3.2 PROBLEMÁTICA DE LA DISTRIBUCIÓN DEL TALLER

En la figura 3.3 se muestra el área actualmente ocupada por el taller que es de 1485.77 m<sup>2</sup>, la cual será objeto de estudio en este capítulo.

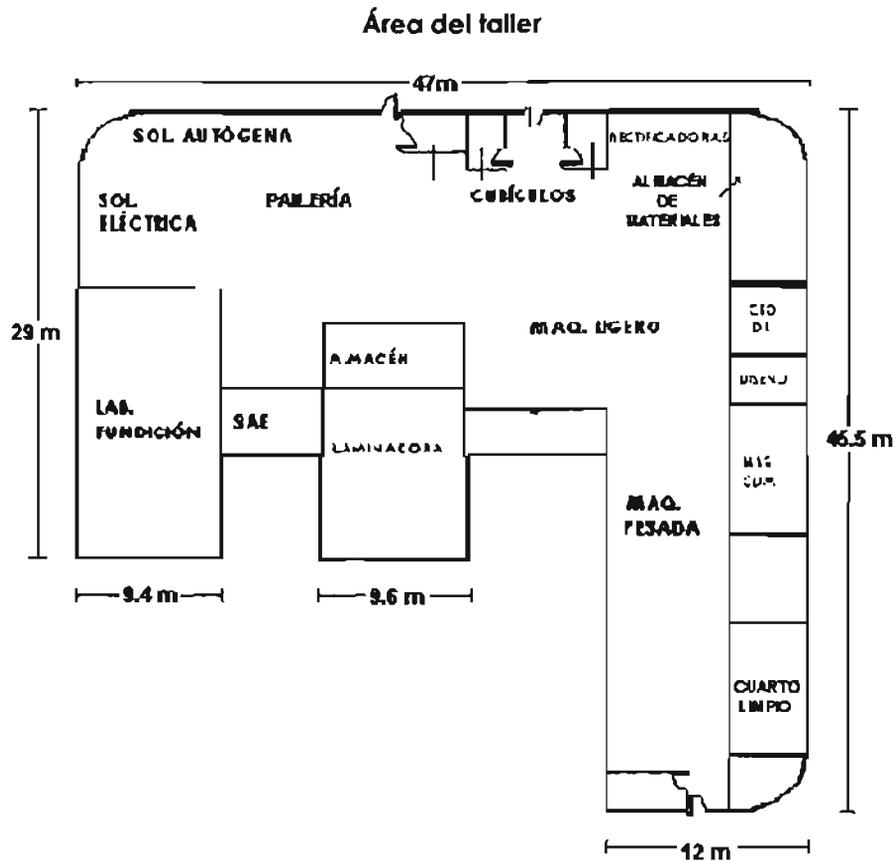


FIGURA 3. 3

El taller está conformado por las áreas (esta separación se realizó para hacer un estudio más de tallado), que a continuación se mencionan<sup>1</sup>:

- Fundición
- Soldadura eléctrica
- Soldadura autógena
- Pailería: Comprende la mesa 4, 5 y 6, las roladoras de lámina 1 y 2, el tornillo de banco, la prensa 1, las punteadoras 1 y 2, la mesa para escantillones, la dobladora 2, la cizalla la prensa hidráulica, la sierra cinta vertical azul, la sierra cinta vertical 2, la troqueladora, la unidad hidráulica y la cortadora de barras y alambre. Aquí se encuentra el almacén del herramental, el cuarto de la laminadora e inyectora y el espacio del SAE.
- Maquinado ligero: Ésta sección comprende los 18 tornos, el cuarto de rectificadoras, el cubículo 1, las fresas 3, 4, 5, 6, 7 y 8 la cortadora y la sierra mecánica 1.

<sup>1</sup> Los números de maquinaria corresponden a la tabla 3.1 mostrada anteriormente.

- Maquinado pesado: Comprende los tomos Romi 1 y 2, los tomos 3 y 4, la mesa 1, 2 y 3, 2 esmeriles y la fresa 1 y 2 y el cepillo chino.
- Área de proyectos: La comprende el cuarto limpio, cuarto de electrónica CDM, laboratorio de diseño, centro de diseño y un almacén de materiales.
- Jardín: Ésta sección comprende un cuarto que actualmente se utiliza como comedor, dos fraguas, un tractor y hornos de fundición.

A continuación se muestra el análisis de cada una de estas áreas.

### 3.2.1 FUNDICIÓN

El espacio en que se encuentra actualmente ésta área, cuenta con 164.5 m<sup>2</sup>.

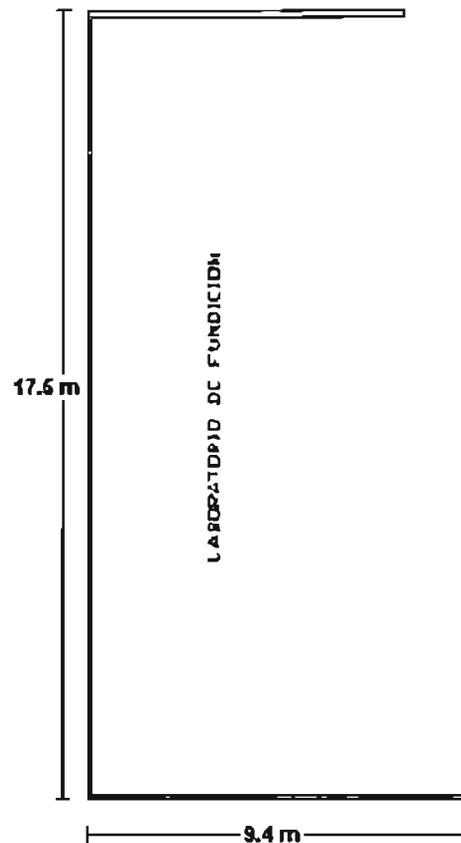


FIGURA 3. 4

En la siguiente foto panorámica se muestra la situación actual del área:



**FIGURA 3. 5**

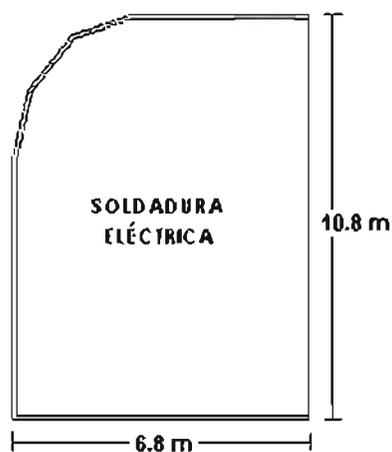
La primera observación es que al ser instaladas estas máquinas no se siguió patrón alguno, desaprovechando así el espacio con que se cuenta.

El segundo hecho a tomar en cuenta es el número de alumnos que ingresa a este laboratorio ya que, entre otras cosas, es lo que determina el espacio que se necesita para su uso. Actualmente los grupos oscilan entre 12 y 16 personas.

Otro problema es la maquinaria en desuso, existen máquinas que no se han utilizado en mucho tiempo, debido a que no sirven o no se requiere de su utilización para el desarrollo de las prácticas.

### 1.2.2 SOLDADURA ELÉCTRICA

El espacio comprendido por el área de Soldadura Eléctrica es de 71 m<sup>2</sup>.



**FIGURA 3. 6**

En la siguiente foto panorámica se muestra la situación actual del área:

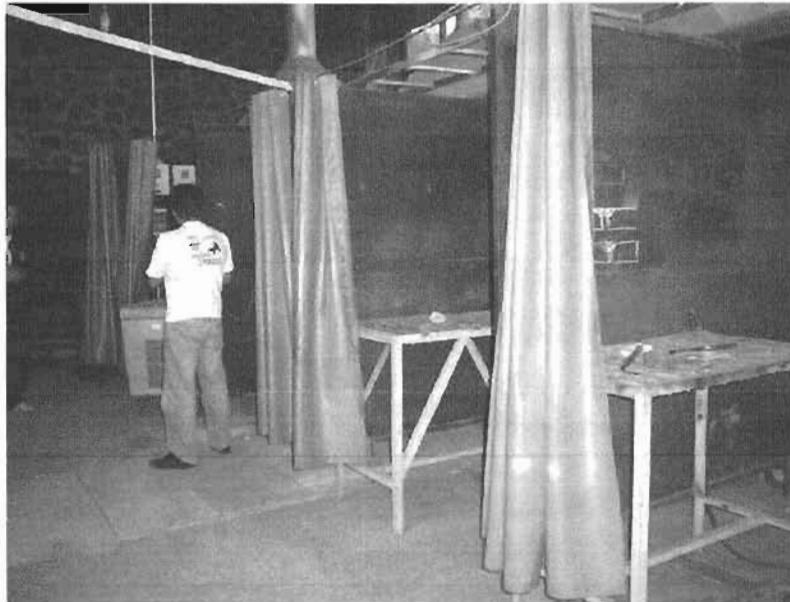


FIGURA 3. 7

Cada cabina tiene una medida de 1.593 cm de ancho x 2.70 cm de largo. En realidad no se encuentra problema alguno en el tamaño de las cabinas, se puede trabajar dentro de ellas con libertad de movimiento, además cada cabina tiene su extractor de aire, lo que permite la adecuada limpieza del aire. Lo que sí se observa es el mal uso que se le da a dos de ellas, ya que se utilizan como almacén.

Es importante resaltar que el número de alumnos es mayor que en otras áreas debido a que los estudiantes tanto de Ingeniería Mecánica, como Ingeniería Industrial realizan sus respectivas prácticas.

### 1.2.3 SOLDADURA AUTÓGENA

La superficie usada por el área de Soldadura Autógena es de 30.24 m<sup>2</sup>.

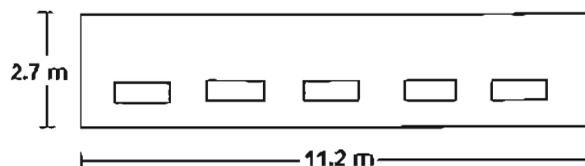


FIGURA 3. 8

En la siguiente foto panorámica se muestra la situación actual del área:



FIGURA 3. 9

Actualmente no se tienen problemas de espacio entre las mesas de Soldadura Autógena. Las medidas de las 5 mesas son de 91.5 cm de largo X 3.75 cm de ancho.

Dentro de esta área también se debe tomar en cuenta que la disposición de las mesas se encuentra de tal manera que se pueda manipular el material a trabajar, ya que por las dimensiones del mismo (generalmente, las medidas del metal son de 6m de largo), la disposición de las mesas facilita el trabajo a efectuar.

#### 1.2.4 PAILERÍA

Esta sección, cuya distribución se muestra en la siguiente figura, esta comprendida por:

- Almacén de herramental, tiene un área de 37.2 m<sup>2</sup>.
- Cuarto de laminadora e inyectora, tiene un área de 63.65 m<sup>2</sup>.
- SAE tiene un área de 27.06 m<sup>2</sup>.
- Dos cubículos con un área 21.72 m<sup>2</sup>.
- Pailería con 269.34 m<sup>2</sup>.

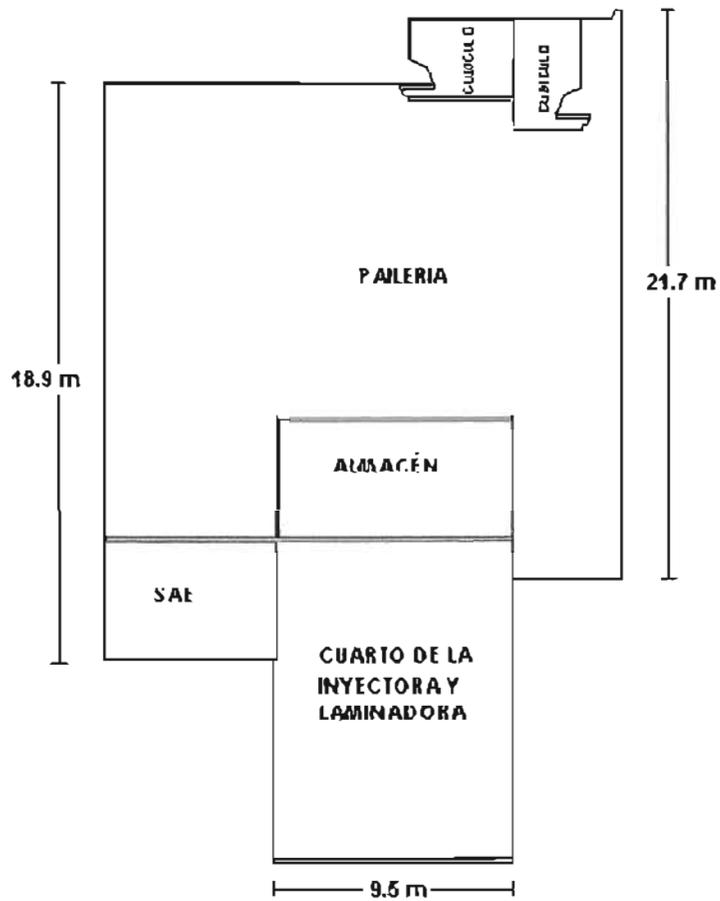


FIGURA 3. 10

En la siguiente foto panorámica se muestra la situación actual del área:

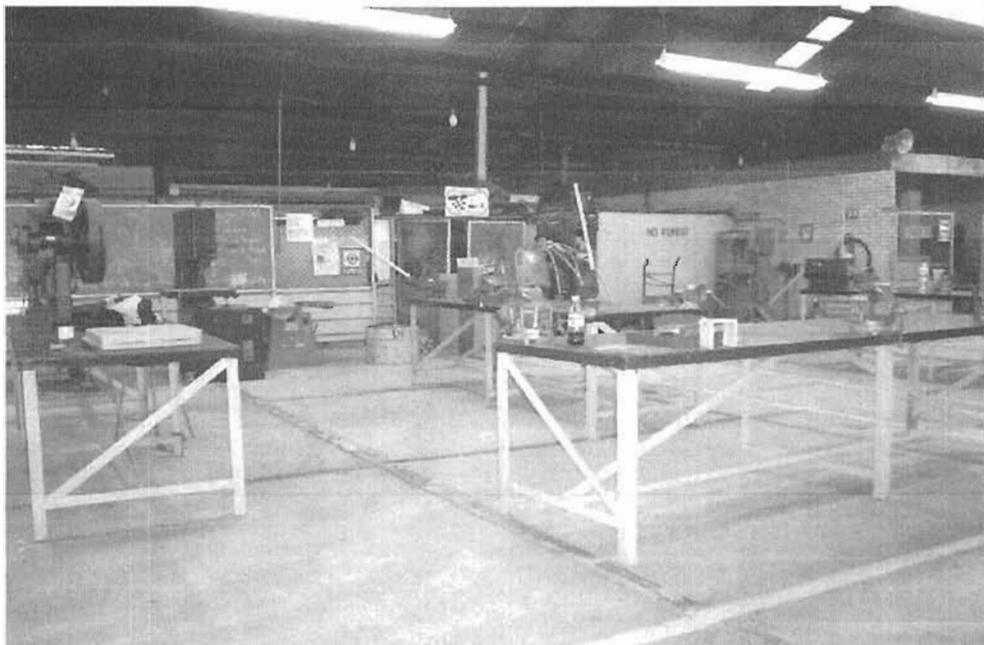


FIGURA 3. 11

Los usuarios del SAE actualmente cuentan con una superficie de 5.60 m de ancho x 6.77 m de largo, que no les es suficiente para sus vehículos, material y herramental guardados; lo que ocasiona que trabajen bajo condiciones deficientes. No cuentan con espacios definidos para sus distintas actividades.

El almacén de herramental está ubicado en una zona central del taller, para tratar de abastecer todas las necesidades que se generan dentro del mismo.

El cuarto donde se encuentran instaladas la inyectora y la laminadora ocupa una superficie de 63.65 m<sup>2</sup>, dicho espacio es grande y puede servir para ampliación de otras zonas. Al igual que en otras secciones del taller existe maquinaria obsoleta o no utilizada, como los hornos, las 3 inyectoras manuales y unos motores alojados ahí temporalmente hasta su reubicación.

Por otro lado, se tienen 2 cubículos de 21.72 m<sup>2</sup>.

### 3.2.5 MAQUINADO LIGERO

Esta sección se encuentra ubicada dentro de una superficie de 277.02 m<sup>2</sup>.

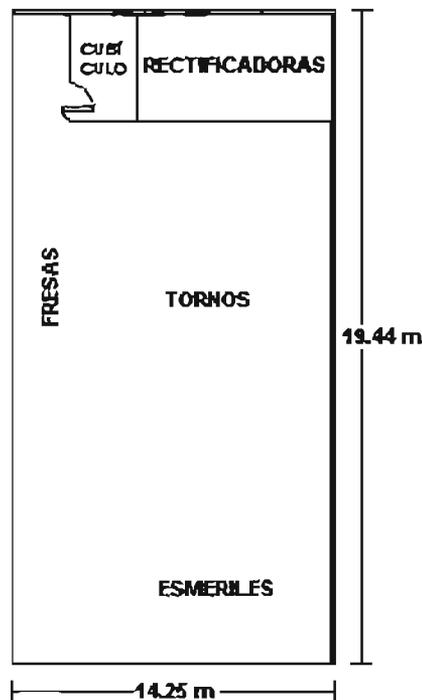


FIGURA 3. 12

Se tienen espacios ocupados por:

- 1 cubículo de docencia, el cual ocupa un área de 10.45 m<sup>2</sup>
- El cuarto de las rectificadoras, que ocupa una superficie de 33.44 m<sup>2</sup>.
- La maquinaria, que ocupa una superficie de 237.83m<sup>2</sup>.

La primera observación es que se tiene maquinaria que no se usa, específicamente los tomos chinos.

El cuarto de las rectificadoras es un espacio pequeño donde se tiene maquinaria sin uso aparente y maquinaria encimada.

Finalmente se tiene un cubículo de 10.45 m<sup>2</sup>, que será objeto de estudio en el siguiente capítulo con el fin de saber si es adecuado el espacio y si es necesario tenerlo dentro de la sección de tomos.

### 3.2.6 MAQUINADO PESADO

Esta sección esta comprendida por 201.59 m<sup>2</sup>.

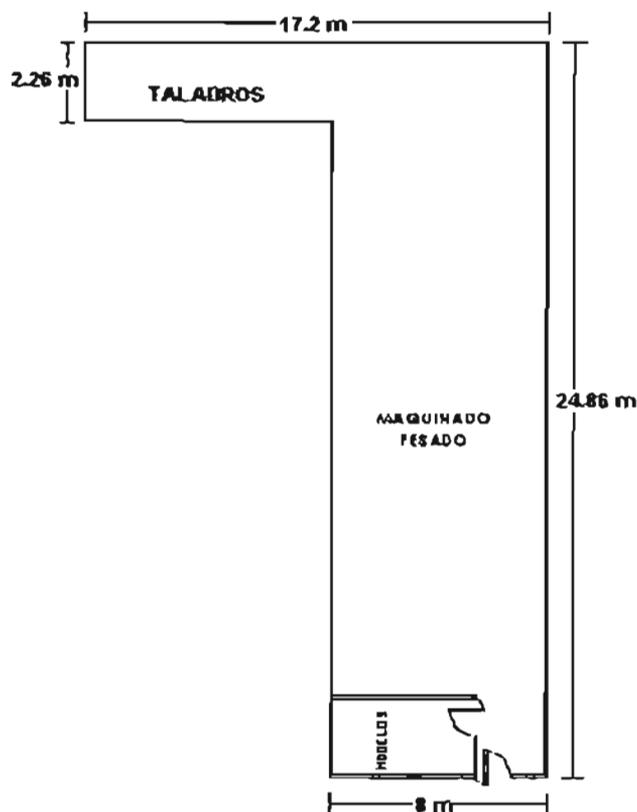


FIGURA 3. 13

Dentro de la sección de maquinado pesado se tiene:

- Cubículo de modelos de ayudantes del Departamento de Mecatrónica, de 18.63 m<sup>2</sup>
- Maquinado pesado

El cubículo es utilizado por alumnos del Departamento de Ingeniería Mecatrónica para realizar proyectos. Todo lo que se encuentra dentro de este cubículo está

amontonado. Además, por estar en la entrada al taller le entra mucho polvo a los equipos; no tienen condiciones ergonómicas para laborar dentro.

Respecto a la maquinaria instalada hay equipos obsoletos, pesados y que no se usan, solo obstaculizan el crecimiento del taller.

### 1.2.7 ÁREA DE PROYECTOS

Se encuentra en una superficie de 227.70 m<sup>2</sup>, sección ubicada a la derecha de la entrada principal del taller.

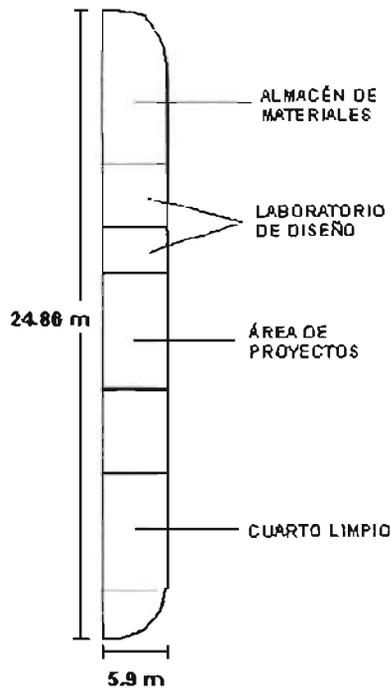


FIGURA 3. 14

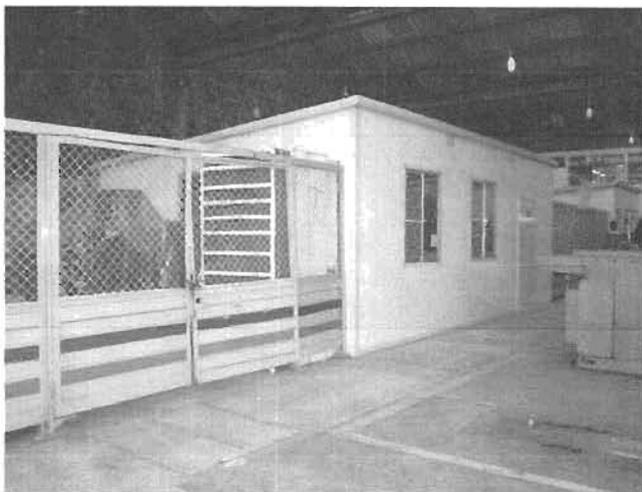


FIGURA 3.15

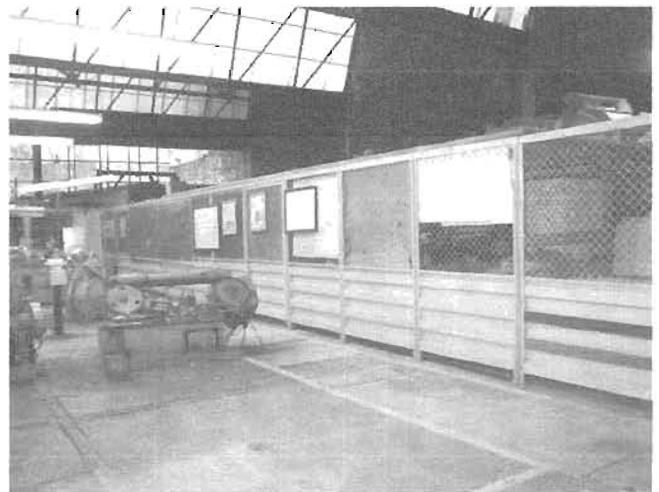


FIGURA 3. 16

Es una sección importante dentro del taller, y comprende lo siguiente:

➤ Cuarto limpio:

Es un lugar donde se hacen investigaciones y que se requiere tener el material o la pieza sin polvo y sin partículas suspendidas en el ambiente que los pueda contaminar. Este cuarto cuenta con dos cámaras que impiden el contacto con el exterior. Debido a que las investigaciones que se realizan en este lugar son principalmente desarrolladas por alumnos de posgrado y a las condiciones ambientales del taller, se recomienda cambiarlo al edificio Bernardo Quintana.

➤ Laboratorio de diseño:

Dentro de este laboratorio se imparten clases del área de Mecatrónica, lo que no es muy cómodo para los alumnos, puesto que requieren de un lugar más grande y con mobiliario adecuado para desarrollar sus prácticas.

➤ Área de proyectos del Centro de Diseño:

Aquí se reúnen alumnos del área de Mecatrónica y Mecánica para realizar proyectos, sin embargo no es un lugar ergonómico para trabajar, tienen muy poco espacio y se encuentran en medio de dos bodegas donde se guardan cosas que no se utilizan, como máquinas y chatarra. Hay que hacer una reubicación del área de proyectos para un mejor desenvolvimiento de los usuarios.

➤ Almacén de materiales:

Este almacén se encuentra en la esquina superior, cerca de una salida que da al jardín, se colocó en este sitio para que los transportes llegaran a abastecerlo, sin embargo es muy pequeño y se encuentra cerca de una sección utilizada como bodega que contiene algunas donaciones y piezas para repuesto de la maquinaria del taller.

Finalmente entre estas secciones hay dos bodegas que no tienen porqué ubicarse ahí y que deben ser reinstaladas en otro lugar con el fin de que no entorpezcan el trabajo de los alumnos, permitiendo un crecimiento para ellas a futuro.

### 3.2.8 JARDÍN

La siguiente sección se encuentra ubicada dentro de un área de 567.64 m<sup>2</sup>. Aquí sólo hablaremos de la maquinaria que está ocupando espacio dentro de los pasillos y del jardín.

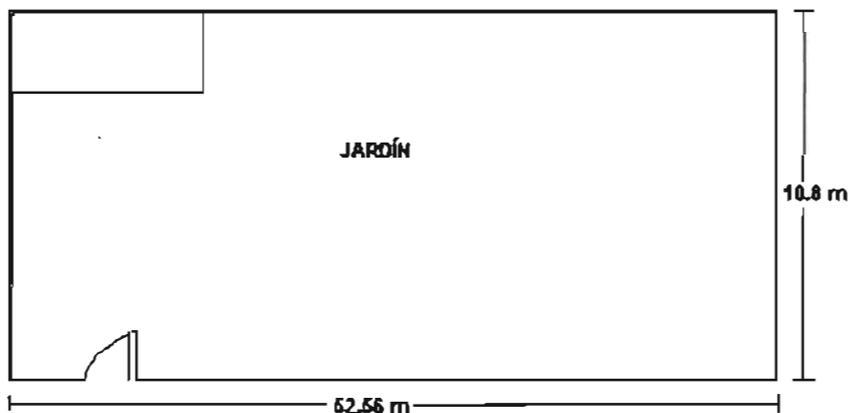


FIGURA 3. 17

En el jardín se tiene un cuarto en donde los trabajadores tienen su comedor, un sanitario y casilleros para guardar sus cosas. Se encuentra ubicado en el lado izquierdo superior con un área de 51 m<sup>2</sup> y se muestra en las figura 3.17.

También se utiliza como bodega para guardar maquinaria que no se utiliza, por ejemplo: 2 tractores, tres fraguas y 2 hornos.<sup>b</sup>

Existe un pasillo que divide el taller y el jardín, dentro de este pasillo se tienen 2 máquinas que se están guardando y que pertenecen al Instituto de Ingeniería.<sup>c</sup>



FIGURA 3. 18



FIGURA 3. 19

### 1.2.9 LABORATORIO DE CNC

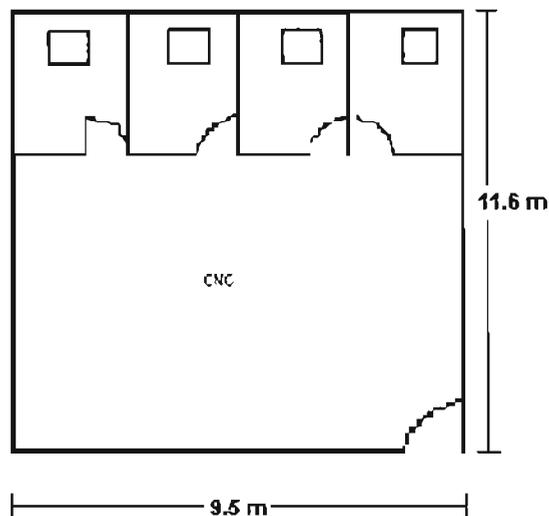


FIGURA 3. 20

<sup>b</sup> Se encuentra en el lado superior derecho.

<sup>c</sup> Ubicado en la parte inferior de la figura.

El Laboratorio de Control Numérico (CNC), se encuentra ubicado dentro de una superficie de 110.2 m<sup>2</sup>.

El laboratorio cuenta con lo siguiente:

- ↓ Computadoras.
- ↓ Cubículo No. 7 Ing. Emiliano Anguiano Rojas
- ↓ Cubículo No. 8 M.I. Rafael Schouwenaars
- ↓ Cubículo No. 9 M.I. Javier Cervantes Cabello
- ↓ Cubículo de Tesistas.

*Ventilación.* Los cubículos que se encuentran situados en el fondo cuentan con una ventilación muy pobre debido a su ubicación.

*Distribución.* Se observó que el tamaño destinado a cada cubículo es suficiente para las actividades que en éstos se realizan.

### 3.2.10 LABORATORIO DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS

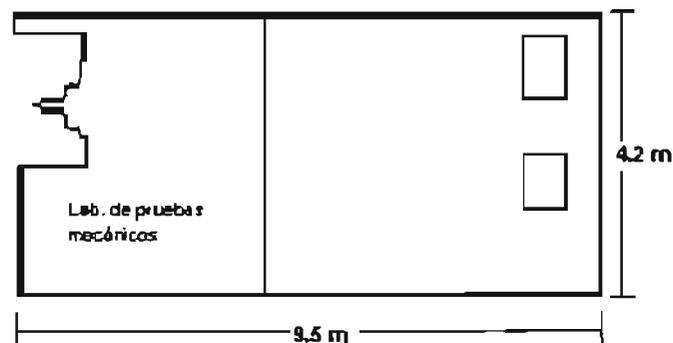


FIGURA 3. 21

El laboratorio de preparación de muestras se encuentra ubicado dentro de una superficie de 39.9m<sup>2</sup>. En él se realizan principalmente recubrimientos electrofíticos.

En el fondo del laboratorio se tiene un espacio utilizado como comedor para algunos profesores. Es importante resaltar que se debe contar con un espacio propio para comedor y sala de profesores los cuales cuenten con instalaciones y ambiente adecuado para una estancia agradable.

### 1.2.11 LIMAC



FIGURA 3. 22

El Laboratorio de Ingeniería Mecánica Asistido por Computadora (LIMAC), se encuentra ubicado dentro de una superficie de 148.5 m<sup>2</sup>.

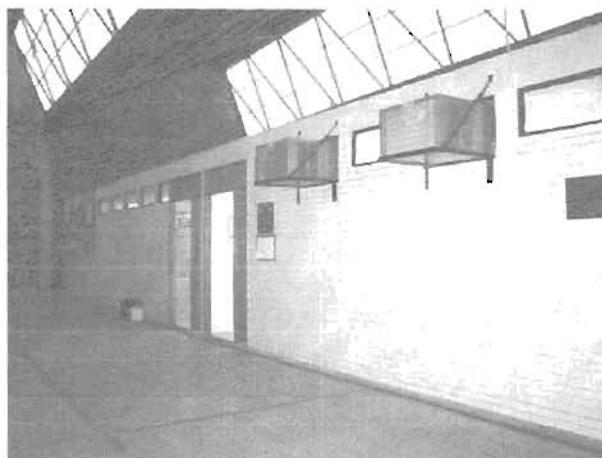


FIGURA 3. 23

El laboratorio cuenta con computadoras para apoyar el desarrollo de los alumnos, principalmente, de Ingeniería Mecánica. Las materias que se imparten en éste laboratorio son: Técnicas de Programación, Dibujo Mecánico, Diseño y Manufactura, y diversos cursos relacionados; también se utiliza como laboratorio abierto.

En general las condiciones en las que se encuentran trabajando los alumnos son aptas, permitiendo así una estancia agradable en el lugar. Es decir, los espacios determinados para cada usuario de las computadoras, la iluminación, entre otras cosas.

son adecuados. Si el área propuesta varía, sólo será por algunos ajustes en cuanto al crecimiento de los grupos.

El único problema que se podría citar para esta área de trabajo es la ventilación, ya que es insuficiente el aire que entra.

### 3.2.12 MANUFACTURA AVANZADA

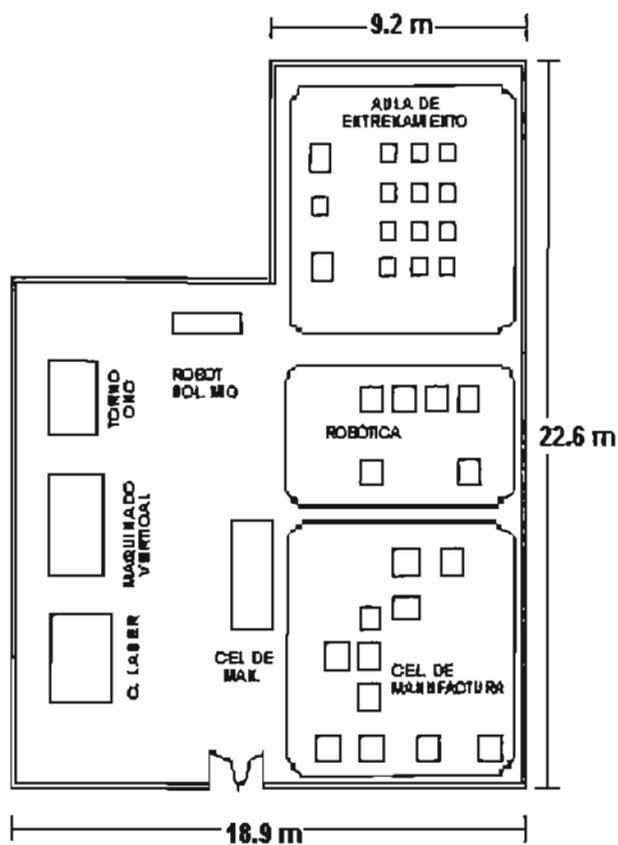


FIGURA 3. 24

El Laboratorio de Manufactura Avanzada se encuentra ubicado dentro de una superficie de 359.35 m<sup>2</sup>.

El laboratorio cuenta con lo siguiente:

- ↓ Aula de entrenamiento
- ↓ Robótica
- ↓ Celda de Manufactura
- ↓ Robot con aplicación de soldadura Mig
- ↓ Tomo CNC
- ↓ Maquinado vertical
- ↓ Corte con láser
- ↓ Celda de manufactura

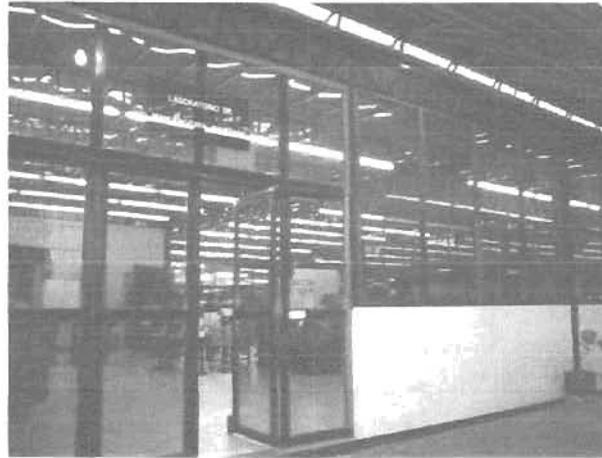


FIGURA 3. 25

Al analizar los posibles problemas, se puede observar que la permanencia en éste lugar es segura y cómoda para las personas que se encuentran dentro del mismo.

#### 1.2.13 EDIFICIO DEL DEPARTAMENTO DE MECÁNICA (PLANTA BAJA)

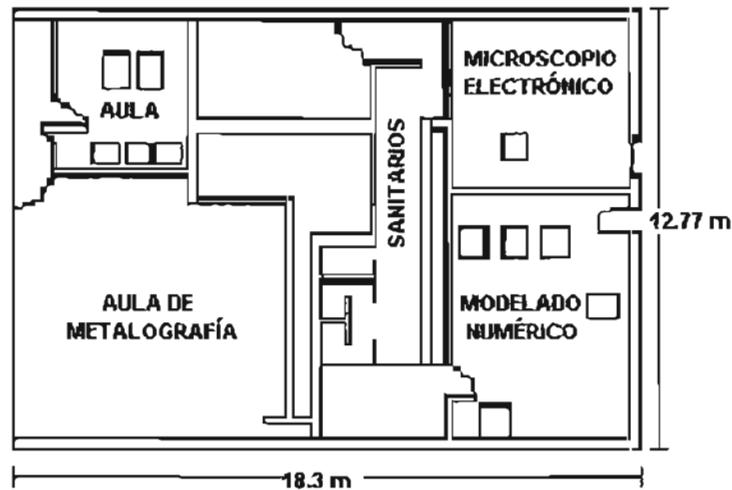


FIGURA 3. 26

La planta baja del edificio de Mecánica se encuentra ubicada dentro de una superficie de 233.69 m<sup>2</sup>. Puede observarse una fotografía de la vista exterior del edificio en la figura 3.26.

Esta área está compuesta por lo siguiente:

- ‡ Laboratorio de metalografía
- ‡ Aula de metalografía
- ‡ Sanitarios
- ‡ Microscopio electrónico

- ↳ Modelado numérico
- ↳ Laboratorio de simulación numérica

Se encontraron algunos aspectos importantes, como son:

*Ventilación.* Es muy importante que un laboratorio (como el de metalografía), en donde se realizan actividades que arrojan gases o vapores (aunque sea en menor proporción), cuente con la ventilación adecuada para su correcta evacuación.

En todas las áreas debe contarse con una ventilación adecuada para llevar a cabo las tareas o actividades en las mejores condiciones posibles, lo más recomendable es aprovechar las corrientes naturales de aire.

*Iluminación.* Una mala iluminación ocasiona fatiga visual, cansancio y dolores de cabeza en las personas, por lo que debe ponerse atención en ese aspecto en todas las áreas del laboratorio. En este caso, se encontró que se puede mejorar la iluminación con que se cuenta. La luz natural es la mejor fuente de iluminación, por lo que se pretende aprovecharla al máximo.

*Distribución.* Ésta es una de las áreas que se ha visto afectada por el crecimiento, ya que no existe un orden lógico ni espacios aprovechados.

### 3.2.14 EDIFICIO DEL DEPARTAMENTO DE MECÁNICA (PLANTA ALTA)

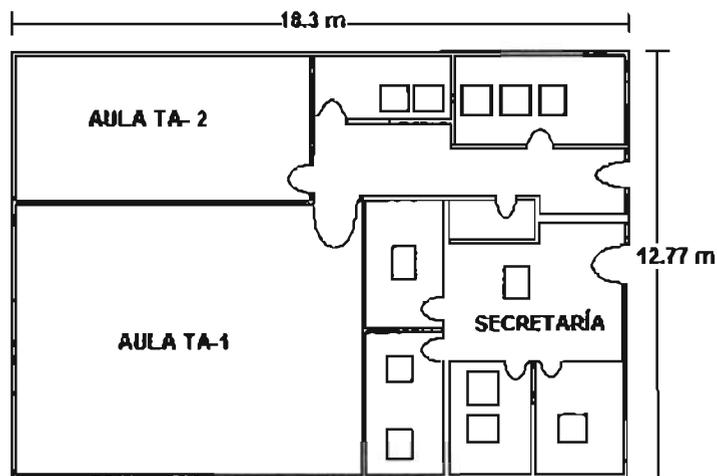


FIGURA 3. 27

La planta alta del edificio de Mecánica, se encuentra ubicada dentro de una superficie de 233.69 m<sup>2</sup>.

Esta área está compuesta por lo siguiente:

- Cubículo No 4 Dr. Arturo Barba Pingarrón
- Cubículo No. 5 SAE
- Baños
- Aula TA-1
- Aula TA-2

- Secretaría
- Jefatura
- Cubículo No.1 Ing. Alejandra Garza Vázquez
- Jefatura de Mecánica Ing. Ubaldo Márquez Amador
- Cubículo No. 2 M.I Magdalena Trujillo Barragán y Adolfo Altamirano Meza
- Cubículo No.3 Jesús Roviroza López

Entre los aspectos que se desean resaltar en esta parte del edificio se tienen:

*Ventilación.* El aula TA-2, no cuenta con una ventilación propia para un salón de clases. Cuenta con una sola ventana que da a la parte interior de la nave, por lo que no hay corrientes de aire que ayuden a atemperar ese problema.

Tanto el cubículo del SAE, como el del Dr. Arturo Barba Pingarrón se encuentran en una situación similar en cuanto a la ventilación, sólo que se considera que el problema se disminuye debido a que es menor la cantidad de personas que ocupan dichos cubículos.

*Distribución.* Dentro de la jefatura del edificio de Mecánica se requiere un mayor espacio destinado a las labores propias del mismo, ya que por inspección se observa que existe la necesidad de ampliar los espacios y darles mejor disposición para tener una estancia más agradable.



FIGURA 3. 28

### 3.2.15 PLANTA BAJA DEL CDM

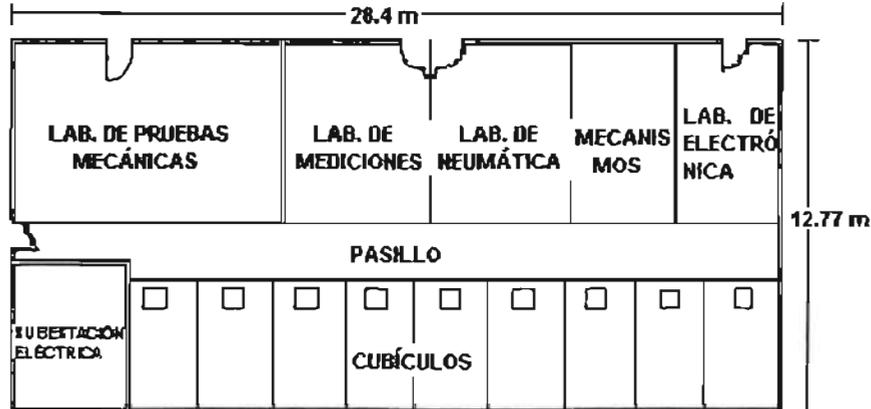


FIGURA 3. 29

La planta baja del Centro de Diseño y Manufactura (CDM), se encuentra ubicada dentro de una superficie de 362.66 m<sup>2</sup>. Se puede observar una vista general del CDM en la figura 3.29.

Esta área está integrada por:

- Laboratorio de diseño mecatrónico
- Laboratorio de mecanismos
- Laboratorio de neumática
- Laboratorio de mediciones
- Laboratorio de pruebas mecánicas
- Cubículo No. 12 proyectos
- Cubículo No. 13 Ing. Armando Sánchez Guzmán
- Cubículo No. 14 Ing. Armando Ortiz Prado
- Cubículo No. 15 Ing. Roberto Peña
- Cubículo No. 16 Ing. Billy Arturo Flores Medero-Navarro, Ing. Gabriel Hurtado Chong e Ing. Sergio Esteves Rebollos
- Cubículo No. 17 Ing. Vicente Borja Ramírez
- Cubículo No. 18 Ing. Ma. Del Socorro Armenta Servín e Ing. Gabriela Cancino Ramírez
- Cubículo No. 19 Dr. Ángel A. Rojas Salgado
- Cubículo de Mecatrónica

### 3.2.16 PLANTA ALTA DEL CDM

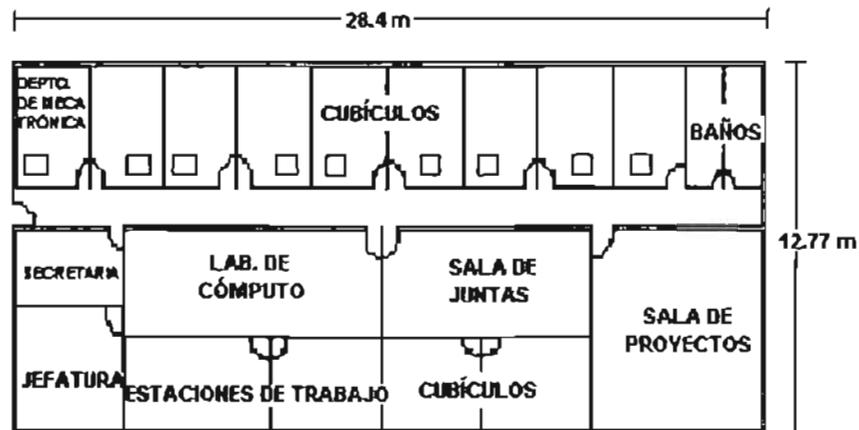


FIGURA 3. 30

La planta alta del Centro de Diseño y Manufactura (CDM), se encuentra ubicada dentro de una superficie de 362.66 m<sup>2</sup>.

Esta área está integrada por:

- Jefatura Dr. Adrián Espinosa Bautista
- Secretaria
- Sala de cómputo
- Estaciones de trabajo
- Sala de juntas
- Cubículo No. 28 Marcelo López Parra
- Cubículo No. 29 Dr. Jesús Manuel Dorador
- Sala de proyectos
- Departamento de Mecatrónica
- Cubículo No. 20 L.A. Sabrina Basañez Neri
- Cubículo No. 21 M.I. Leopoldo González González
- Cubículo No. 22 Dr. Saúl Santillan Gutiérrez
- Cubículo No. 23 Ing. Luis Guevara Ramírez
- Cubículo No. 24 Ing. Mariano García de Gállego
- Cubículo No. 25 M.I. Antonio Zepeda Sánchez
- Cubículo No. 26 Dr. Vicente Borja Ramírez
- Cubículo No. 27 D.I. Ángel Rodríguez Sánchez
- Sanitario de mujeres
- Sanitario de hombres

Esta sección no presenta dificultades, no obstante, se deben considerar futuros crecimientos.



**FIGURA 3. 30**

### **1.3 CONCLUSIÓN**

Como se puede observar, hay mucho espacio que se desperdicia, hay mucha maquinaria que no se usa, los espacios para que los alumnos desarrollen sus prácticas o proyectos son reducidos y esto no permite la explotación máxima de las instalaciones. En este capítulo se mostró la situación actual y las causas por las que se requiere de una redistribución. En el siguiente capítulo se detallará la metodología de distribución y la creación de nuevas áreas de reacomodo para aprovechar al máximo las áreas que se tienen.

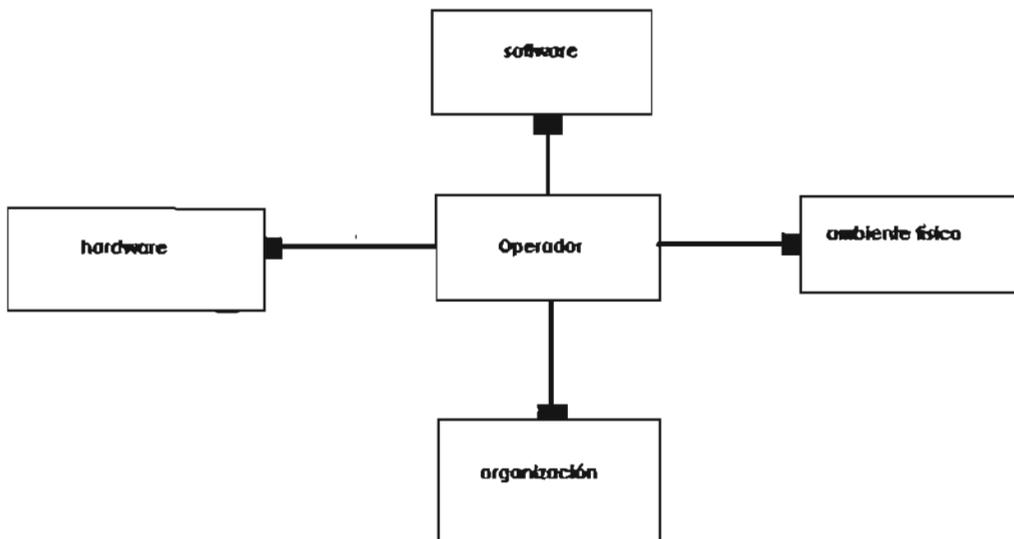
## CAPITULO 4

### **METODOLOGÍA PARA LA REDISTRIBUCIÓN°**

En este capítulo se explicará el método que se utilizó para distribuir la maquinaria dentro de taller y se detallarán las observaciones hechas para mejora de las instalaciones, al igual que su uso.

#### **4.1 CONSIDERACIONES ERGONÓMICAS**

La contribución de la ergonomía tiene énfasis en la distribución de diseño de trabajo. Ya se definió a la ergonomía como el estudio de las habilidades humanas y las características que afectan el diseño, el equipo y los sistemas de trabajo y se mencionó es una actividad basada en la ingeniería, psicología, anatomía, para alcanzar la eficiencia y seguridad del operador. Lo anterior puede esquematizarse en la siguiente figura.



**FIGURA 4. 1**

En la parte del software se da todo lo que el operario ha aprendido para el uso de su máquina; en la parte del hardware son los recursos con los que el operario cuenta para realizar su trabajo, la organización se refiere a la organización del personal y finalmente el ambiente de trabajo se define como todo lo que afecta directa e indirectamente el ambiente para que el operario labore adecuadamente.

Las consideraciones ergonómicas para utilizar en las máquinas son las siguientes:

---

° E.N. Corlett, T.S. Clark, *The ergonomics of workspaces and machines (a design manual)*, Editorial Taylor & Francis, Inglaterra, 1995.

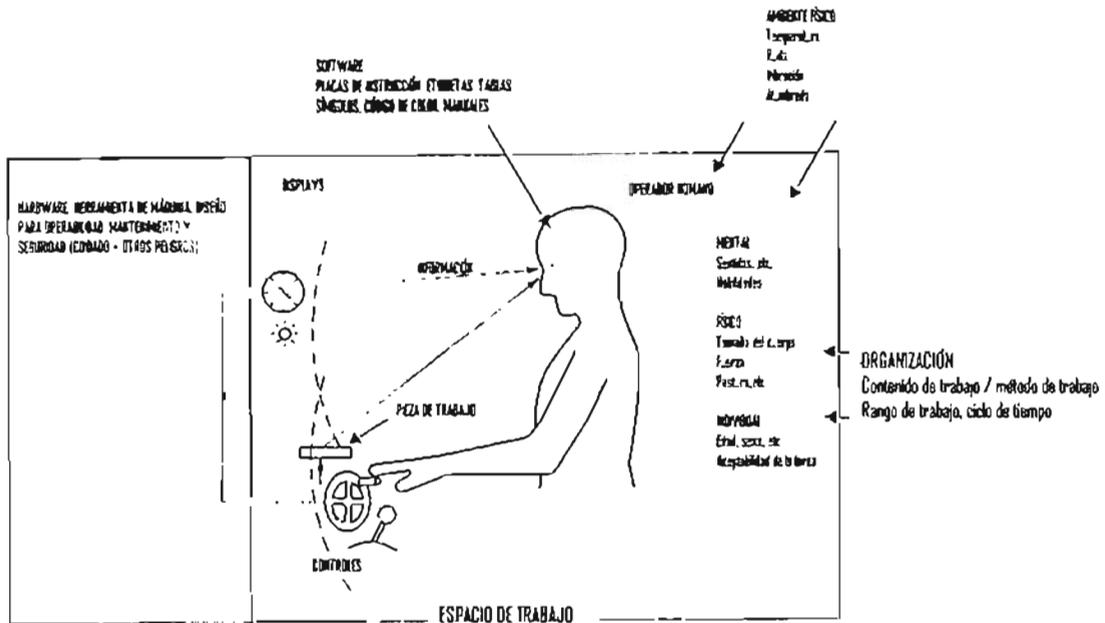


FIGURA 4. 2

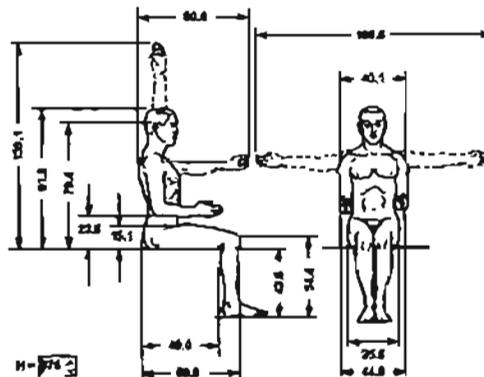


FIGURA 4. 3

Los factores ergonómicos que consideramos son los siguientes:

- ⊙ Características generales humanas: Edad, sexo, entrenamiento

Se tomará en cuenta la edad de los usuarios del taller, ya que las tablas antropométricas consideran rasgos físicos de acuerdo a la edad; estas consideraciones también cambian para el sexo femenino y debemos resaltar que la población femenina aumenta en la facultad rápidamente. El decir entrenamiento se refiere a la capacidad que tiene la persona respecto al uso de la máquina, es decir, consideraremos que los usuarios no son profesionales y que requieren de espacios para su desenvolvimiento.

- ⓐ Espacio de trabajo: Variaciones del cuerpo, alcances

Considerando los factores anteriores, se puede ver los alcances físicos de la persona y adecuar el espacio que la máquina requiere a las necesidades del usuario, de manera que se aproveche al máximo.

- ⓐ Visibilidad en el espacio de trabajo: Habilidades y defectos visuales.

Se tomará en cuenta la visibilidad que tiene el usuario con la máquina en uso y dependiendo de las características físicas del mismo, para evitar defectos visuales. Los resultados que se obtuvieron de hacer pruebas físicas en las máquinas fueron favorables, ya que no importando el lugar físico en el que se distribuya la maquinaria se tiene la misma visibilidad.

- ⓐ Ambiente físico: Temperatura, iluminación y ruido.

Definitivamente la iluminación del taller es buena durante la mañana, pero por la tarde no es favorable, ya que está por debajo del nivel que se requiere para docencia, puesto que todas las máquinas se encuentran en la misma superficie y no hay nada que las divida.

El ruido no es una variable a controlar en esta tesis, sin embargo no es el mismo en las áreas a distribuir, por lo que dentro del taller se tendría que encontrar una solución para que no sea molesto a la hora de dar las clases. En este capítulo se hizo el acomodo de las máquinas de manera que el ruido no se disperse y no sea molesto para los demás usuarios.

- ⓐ Organización: Distribución.

La distribución se realizó con una solución viable y funcional, sin embargo no es la óptima, ya que existen muchas formas de acomodo para las máquinas. Sin embargo, la metodología que se utilizó permite un mejor uso de los espacios, de la maquinaria y del taller, de esta manera se busca que el aprendizaje sea mayor y que los usuarios obtengan comodidad dentro de sus labores didácticas.

## 4.2 MÉTODO

Lo primero que hay que considerar es que, debido a la presencia de máquinas obsoletas o en desuso, la cantidad de máquinas a reubicar no es la misma, y por lo tanto hay que identificar las máquinas que se conservarán y serán reubicadas. Para ello se efectuó una junta con los directivos del edificio.

Las personas que estuvieron presentes en la junta -el Dr. Saúl Santillán Gutiérrez, el Dr. Jesús Manuel Dorador González y el Ing. Ubaldo Márquez- acordaron la desaparición de máquinas por las siguientes cuestiones:

- ⓐ Maquinaria obsoleta
- ⓐ Maquinaria en desuso
- ⓐ Maquinaria que no pertenece a los laboratorios
- ⓐ Maquinaria descompuesta

Es importante mencionar que la finalidad no es buscar un lugar para la maquinaria, eso es un asunto que compete directamente a Facultad de Ingeniería de la UNAM.

### RESULTADOS DE LA JUNTA

En la siguiente lista se muestran las máquinas que desaparecerán del taller y por lo tanto no formarán parte del análisis.

**TABLA 4. 4**

× Fresa 1	× Soldadura autógena 5
× Torno 4	× Roladora de lámina 2
× Cepillo chino 1	× Tornillo de banco
× CMM1	× Soldadura eléctrica 10
× CMM2	× Prensa 1
× Sierra 2	× Inyectora manual 2
× Torno 7	× Hornos
× Torno 8	× Sierra cinta vertical 1
× Torno 9	× Fundición eléctrica
× Torno 11	× Hornos 1 y 2
× Cepillo 2	× Motor
× Cepillos 3,4, 5 Y 6	× Tractor 1
× Taladros 1, 3 y 4	× Tractor 2
× Torno de Clavijas 22	× Fraguas 1 y 2
× Soldadura autógena 4	

Además de la exclusión de las máquinas se hicieron otras observaciones para algunas de las áreas, que fueron tomadas en cuenta a la hora de reorganizar. A continuación se presenta la tabla que contiene dichas observaciones:

**TABLA 4. 5**

ÁREA	OBSERVACIONES
<b>MAQUINADO PESADO</b>	Se pretende actualizar la cortadora y probablemente hacer una a partir de de las 3 existentes. Dentro de esta área desaparecerá una de las mesas, ya que por el tipo de actividades que se llevan a cabo no necesitan más de dos.
<b>MAQUINADO LIGERO</b>	Se necesitan 8 fresadoras verticales y 4 horizontales, en este momento sólo se tienen 7 y la fresadora semiautomática de clavijas. Esta última se usa sólo para demostraciones.
<b>SOLDADURA ELÉCTRICA</b>	Se requieren 9 casetas para soldadura eléctrica, considerando las máquinas para soldadura Mig y para soldadura Tig.
<b>FUNDICIÓN</b>	El área de fundición se reubicará en la sección del jardín por cuestiones de espacio.
<b>PAILERÍA</b>	Como se puede observar en la lista todos los cepillos se eliminarán del taller, debido a que industrialmente tienden a desaparecer.

Como se mencionó en el capítulo 2, para determinar el espacio requerido por una máquina, entre otros, se puede recurrir a los siguientes métodos:

- 1°. De centro de producción.
- 2°. De modelo a escala.
- 3°. De estándares de requerimientos de espacio en la industria.
- 4°. De proyección.

Para realizar un diseño de planta también se necesita crear nuevos layouts, lo cual se hace tomando en cuenta:

- ⓐ Secuencia de actividades por cada proceso.
- ⓑ Equipo necesario para cada actividad.

El tipo de layout depende del tipo de proceso del sistema de producción

- ⓐ Lay out x Producto
- ⓑ Lay out x Proceso
- ⓒ Lay out x Grupos
- ⓓ Lay out x Posición Fija

Los métodos que se emplearán son: Método de centro de producción y Método de modelo a escala, además se empleará el layout por proceso.

En la figura 4.6 se pueden observar 4 áreas reservadas para las distintas actividades que se realizan, es importante recalcar que se está haciendo una propuesta para un taller destinado a la investigación y docencia, por lo que se podrían hacer algunas adaptaciones. El área para desperdicio y/o producto terminado en este caso no aplica totalmente, es decir, existe un desperdicio y productos terminados pero los volúmenes son pequeños, ya que no se realizan grandes producciones.

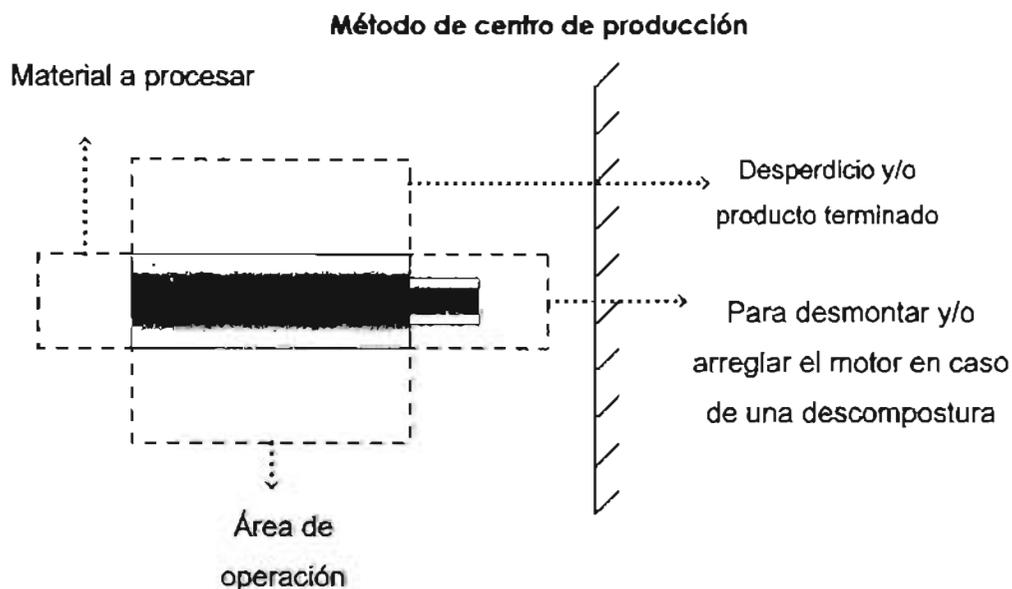


FIGURA 4. 6

---

## LEVANTAMIENTO DE DATOS

Para determinar los espacios necesarios por maquinaria se entrevistó al Sr. Miguel Ángel Hernández Alcántara, quien es profesor del taller y conoce todo lo relacionado a las actividades que se desarrollan dentro del mismo. Las medidas de dichos espacios fueron determinadas a partir de las sugerencias y necesidades propias de un laboratorio para docencia y taller de investigación, las cuales se plantearon por los usuarios. Se consideró tomar como base las entrevistas ya que no se cuenta con un manual o alguna norma que contenga esos requerimientos.

También se utilizaron como textos de apoyo otras fuentes relacionadas con el tema, en donde se determina la distancia mínima para operar las máquinas, así como las zonas óptimas de trabajo. Lo anterior se verá a detalle en este capítulo.

Consideraciones:

- Permanecerán 2 cubículos de profesores en el área donde se considere pertinente.
- Se requieren sanitarios dentro del taller, principalmente por los lavabos que darán servicio a los usuarios.
- La laminadora seguirá conservando el lugar que en el presente ocupa, a causa de lo complicado que resultaría el excluirla, debido su peso, tamaño y ubicación.
- Es importante colocar los esmeriles en un lugar estratégico, de manera que las partículas que se generan al esmerilar y que son abrasivas no dañen las máquinas

En la siguiente página se muestra la tabla 4.7 que incluye las dimensiones de cada máquina y los espacios que éstas requieren.

TABLA 4. 7<sup>P</sup>

# MÁQUINAS	MÁQUINAS	ANCHO [m]	LARGO [m]	ALTO [m]	OPERACIÓN [m] *	MANTENIMIENTO [m] *
1	Torno Romi	0.87	2.44	1.24	0.8	0.8
1	Torno Romi	0.93	3.22	1.31	0.8	0.8
1	Torno 3	1.14	3.43	1.43	0.8	0.8
5	Esmeriles	0.80	1.22	1.25	0.8	0.8
1	Sierra cinta vertical azul	0.90	1.6	1.95	0.8	0.8
5	Mesas	0.91	3.75	0.91	0.8	0.8
1	Troqueladora	1.1	1.37	1.97	0.8	0.8
1	Cortadora	1.30	2.0	1.40	0.8	0.8
12	Torno	1.63	0.82	1.42	0.8	0.8
1	Rectificadora de cama plana 1	1.17	2.38	1.55	0.8	0.8
1	Rectificadora cilíndrica	1.20	1.80	1.80	0.8	0.8
1	Rectificadora de cama plana 3	0.51	0.96	1.79	0.8	0.8
1	Dobladora	0.62	1.0	1.0	0.8	0.8
1	Cortadora	0.84	0.90	1.63	0.8	0.8
3	Fresas	0.82	1.0	1.73	0.8	0.8
1	Fresa induma	1.41	1.59	2.2	0.8	0.8
1	Fresa bridgeport	1.5	1.6	2.1	0.8	0.8
1	Fresa semiautomática	2.3	1.61	1.54	0.8	0.8
3	Taladros	0.70	0.95	1.73	0.8	0.8
	Soldadura autógena (superficie ocupada)	2.7	11.2		0.8	0.8
5	Soldadura autógena (mesas)	0.62	1.14	0.83	0.8	0.8
9	Soldadura eléctrica (cabinas)	1.59	2.23		0.8	0.8
1	Roladora	0.70	1.48	1.20	0.8	0.8
1	Prensa hidráulica	0.63	0.8	1.82	0.8	0.8
1	Unidad eléctrica azul	0.63	1.38	1.48	0.8	0.8
1	Dobladora	2.5	1.45	1.6	0.8	0.8
1	Cizalla	1.56	2.00	1.11	0.8	0.8
1	Cizalla manual	52	1.96	1.98	0.8	0.8

<sup>P</sup> Las medidas proporcionadas para operación y mantenimiento son: la distancia que debe existir respecto a la máquina, es decir, perpendicularmente, para que el operario pueda maniobrar y la distancia que debe existir respecto a la máquina para darle mantenimiento.

La cortadora y roladora necesitan más espacio para procesar su materia, habitualmente los materiales que procesan tienen medidas de hasta 6 m. de largo. Estas medidas no se muestran en la tabla, pero fueron consideradas al momento de diseñar la redistribución.

---

### 4.3 MODELO A ESCALA

Una vez obtenidos los datos anteriores, se aplicó el método de modelo a escala, el cual consiste en lo siguiente:

1. Se hace un dibujo a escala de la superficie que ocupa cada máquina incluyendo sus espacios de operación, mantenimiento y de material a procesar; así como de la superficie total del taller.

La superficie en la que se trabajará es de 75 m de largo por 21 m de ancho, es decir, 1,575 m<sup>2</sup>.

2. Se recorta cada superficie.
3. Se separan por área, por ejemplo en pailería deben estar las cortadoras, cizallas, punteadoras, troqueladoras, etc.
4. Se asigna un lugar determinado a cada máquina respetando el área a la que pertenece.
5. Se analiza la asignación propuesta.
6. Se realiza un acomodo distinto del anterior.
7. Se repiten los pasos 4 y 5 en repetidas ocasiones.
8. Se elige la asignación que se considere más adecuada.

A continuación se presentan los bosquejos de la superficie que ocuparía cada máquina para ejemplificar el paso 1. Los dibujos no se reproducen a escala, simplemente sirven como apoyo para ilustrar el método. Al final del capítulo se puede encontrar un plano a escala de la redistribución.

## MÉTODO DE MODELO A ESCALA

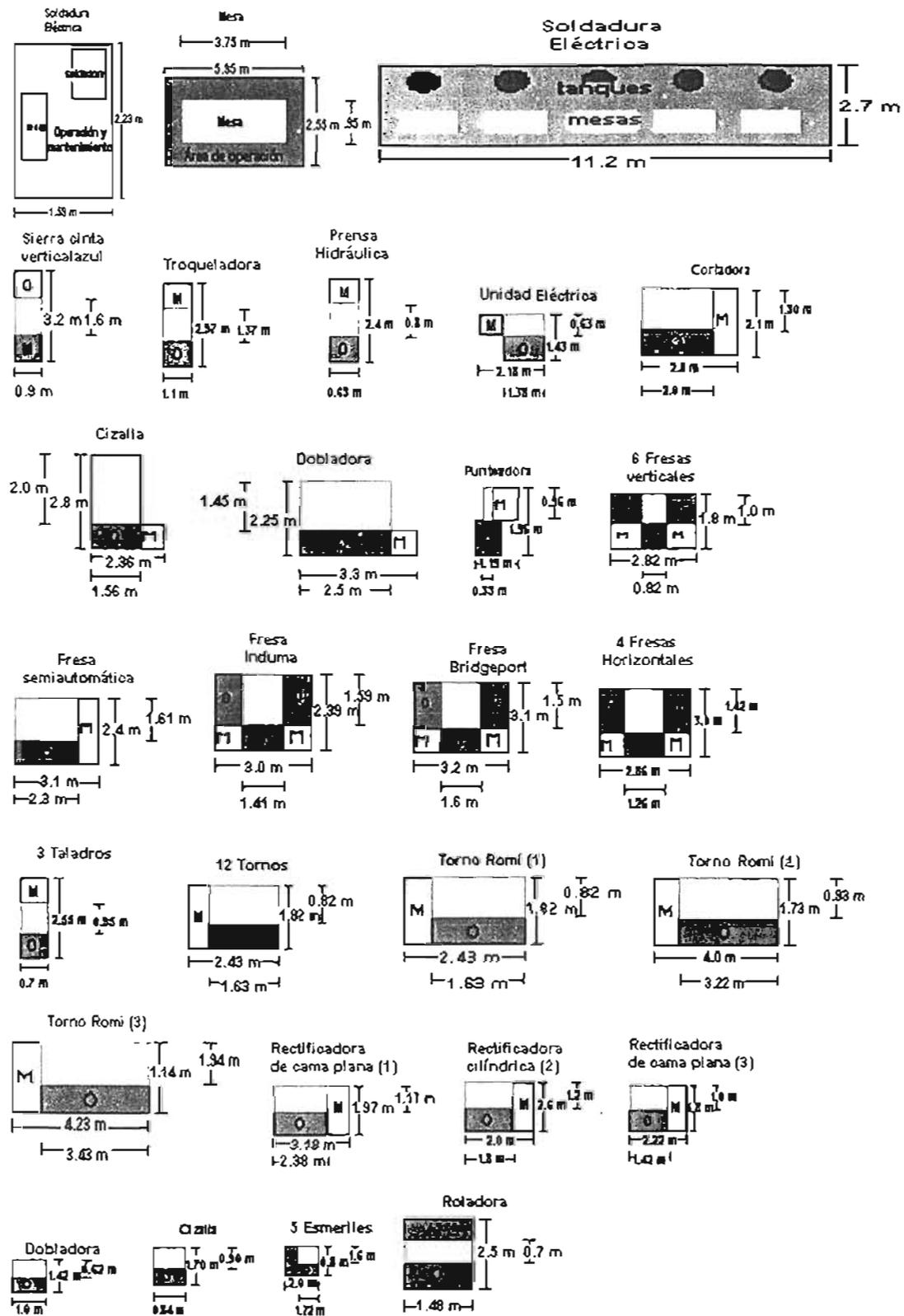


FIGURA 4. 8

#### 4.4 LAYOUT POR PROCESO (Taller)

Este método se utilizó también para la redistribución del taller. Se agrupa equipo similar por departamento y por la relación entre cada uno de ellos, así como se ejemplifica en la siguiente figura (4.9).

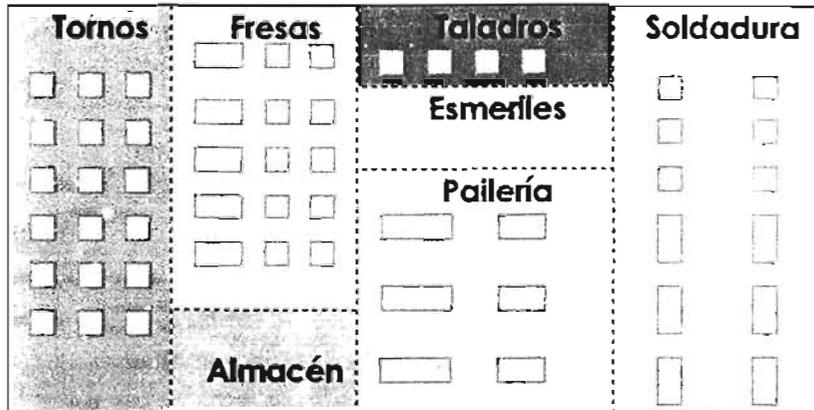


FIGURA 4. 9

Como se ha visto desde un principio se realizó una separación por áreas dentro del taller, con la finalidad de simplificar el estudio, sin embargo esas áreas no se determinaron de acuerdo a los procesos principalmente, sino que se determinaron a partir del área que ocupaban.

La forma en que se realizó el layout fue apoyándonos con las figuras a escala, las cuales se agruparon por proceso; y posteriormente se realizaron los pasos que se describieron en el método de modelo a escala.

#### 4.5 ZONA DE OPERACIÓN <sup>a</sup>

Es de vital importancia el alcance y la zona de trabajo para poder manipular los materiales. El resultado del desempeño de un operario es mejor cuando trabaja en condiciones ergonómicas. De acuerdo al alcance que se tenga, la zona de trabajo será de alta, mediana o baja precisión.

En la figura se pueden observar dichas zonas, la zona central corresponde a alta precisión, la siguiente zona es la de mediana precisión y por último se tiene la de baja precisión.

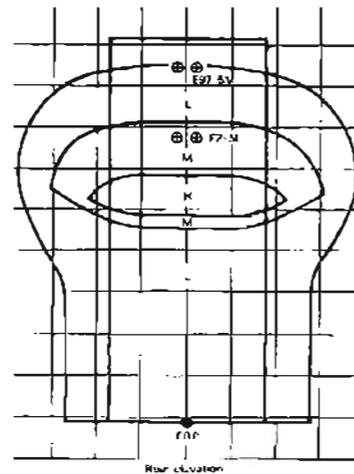


FIGURA 4. 10

<sup>a</sup> E.N. Corlett, T.S. Clark... op cit.

Procedimiento:

Para verificar que la altura de cada máquina fuera la correcta, se tomaron fotografías a cada una de ellas y se redujeron a escala.

En la figura puede observarse una malla, la cual se compone de recuadros que representan 20 cm<sup>2</sup> cada uno.

En las siguientes páginas se muestra la comparación a escala de algunas de las máquinas del taller, se encuentra el taladro, Troqueladora y Cizalla la maquinaria restante se encuentra en el apéndice A de esta tesis.

### Taladro



FIGURA 4. 11

Troqueladora

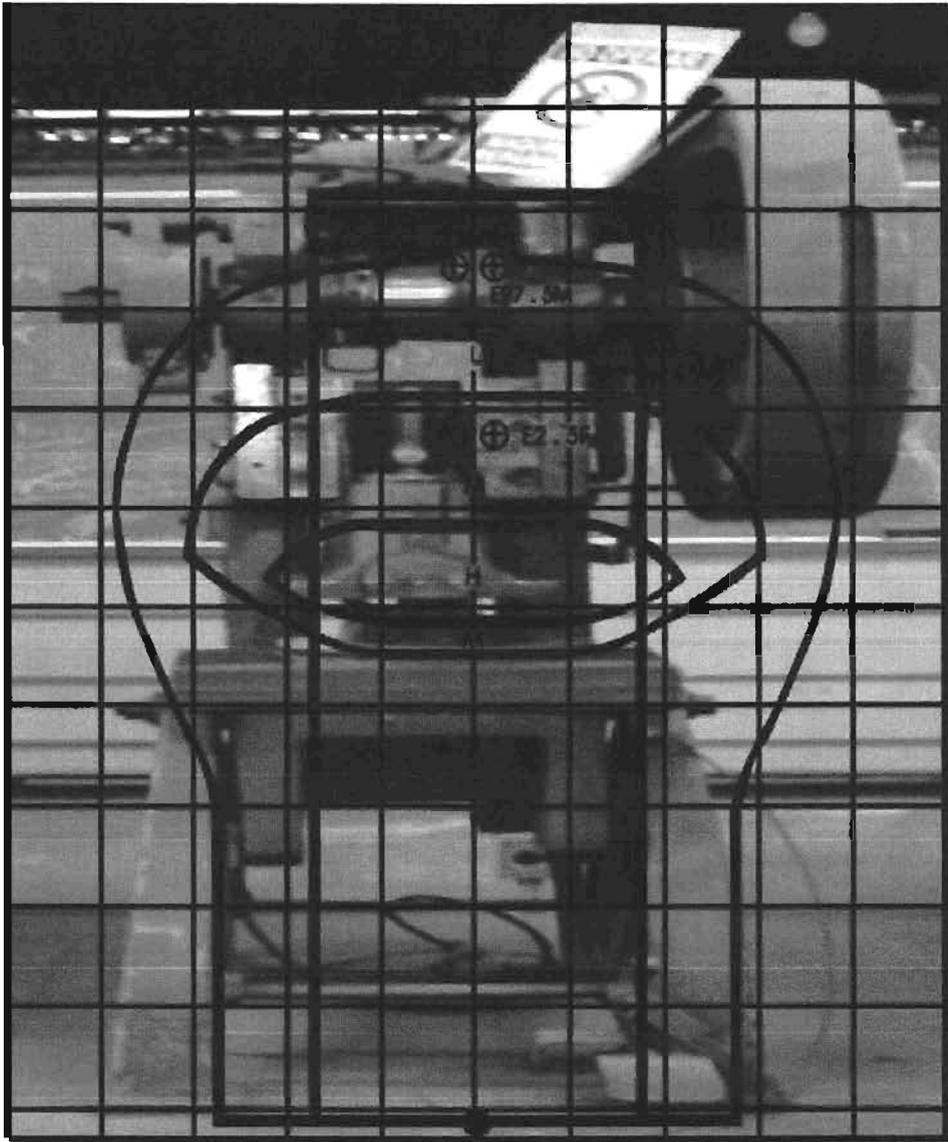


FIGURA 4. 12

Cizalla



FIGURA 4. 13

La siguiente tabla resumen contiene la zona de precisión para la manipulación de los materiales a procesar:

**TABLA 4. 14**

# MÁQUINAS	MÁQUINAS	ZONA DE PRECISIÓN
1	Torno Romi 1	ALTA
1	Tomo 3	ALTA
1	Sierra cinta vertical azul	ALTA
1	Troqueladora	ALTA
	Mesas	BAJA
1	Cortadora	BAJA
12	Tomo	ALTA
1	Rectificadora de cama plana 1	ALTA
1	Dobladora	ALTA
1	Cizalla	MEDIANA
3	Fresas	ALTA
1	Fresa Induma	ALTA
1	Fresa Bridgeport	MEDIA
1	Taladro	BAJA
9	Mesa de soldadura Eléctrica	ALTA
5	Mesa de soldadura autógena	ALTA
1	Roladora	MEDIANA
1	Prensa hidráulica	MEDIA
1	Punteadora	MEDIA
1	Dobladora	MEDIA
1	Cizalla	BAJA

La finalidad de comparar las fotografías con la malla es confirmar que el alcance para maniobrar es el adecuado, aquí no se realizó con cada una de las máquinas, sólo se escogieron algunas de ellas. Como puede verse existen las tres situaciones, es decir, no todas las alturas son aptas para los usuarios. Hay que recalcar que se están tomando como base los percentiles para hombres y mujeres incluidos a continuación.<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Dimensiones antropométricas de población latinoamericana (México, Cuba, Colombia y Chile), Universidad de Guadalajara, Centro de Investigaciones en Ergonomía, Guadalajara 2001.

TABLA 4. 15

	Mujeres	18-65 AÑOS (n=204)		
	De Pie	Percentiles		
	DIMENSIONES	5	50	95
1	Estatuta	48	60.5	88

TABLA 4. 16

	Hombres	18-65 AÑOS (n=396)		
	De Pie	Percentiles		
	DIMENSIONES	5	50	95
1	Estatuta	55.31	72.1	97.3

## 1.6 REDISTRIBUCIÓN DE ÁREAS

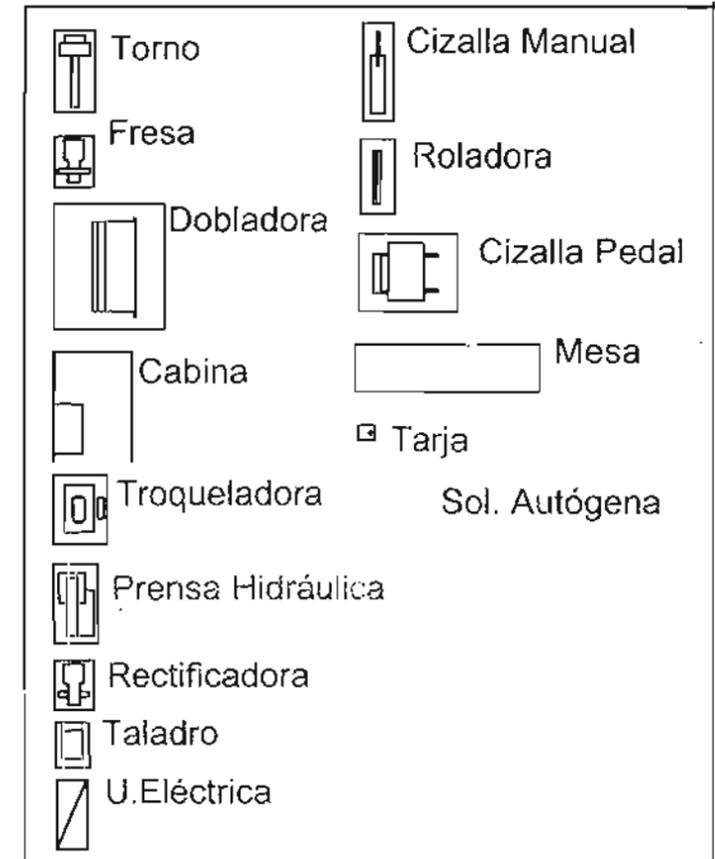
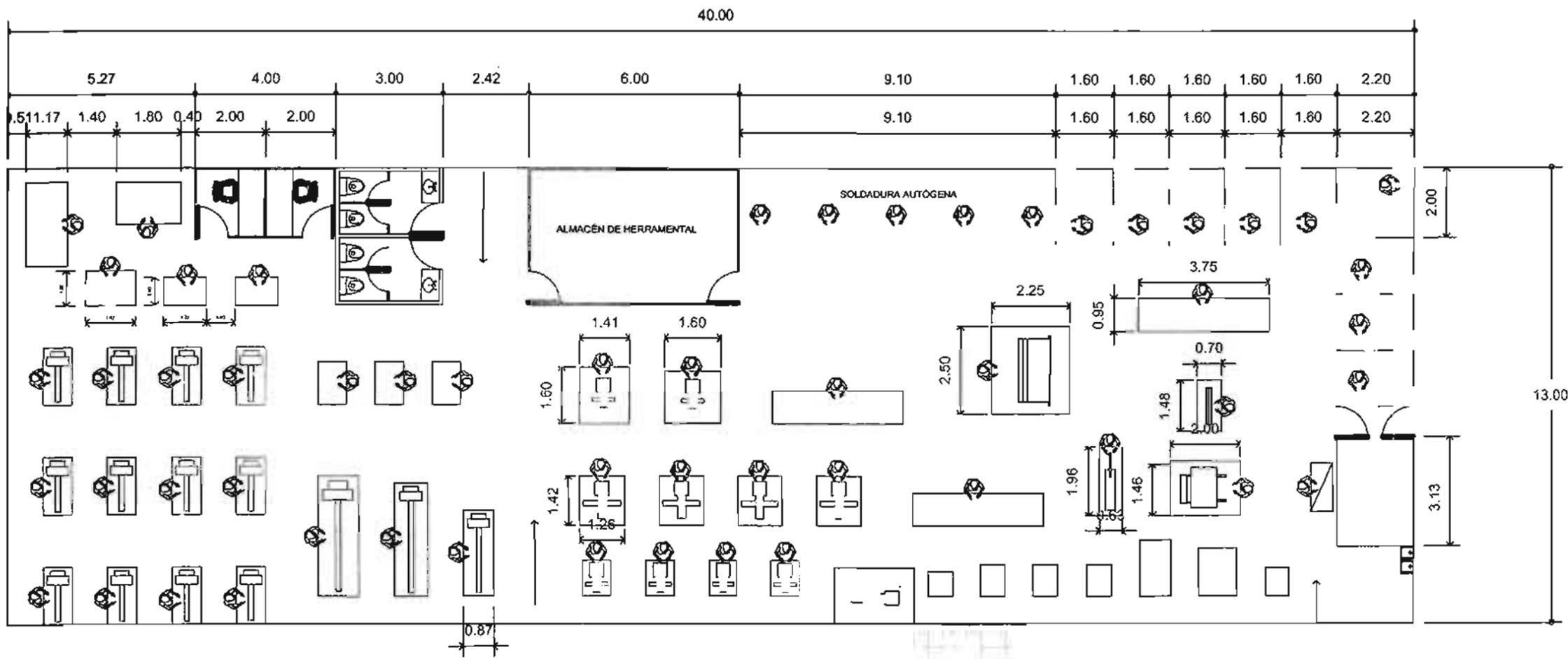
En la propuesta de distribución del taller que se mencionará más adelante, se quitará el espacio para fundición y para la gente del SAE. Debido a la necesidad de espacio y de tener mayor ventilación se pensó en el área del jardín, que se encuentra vacía y descuidada, por lo que puede ser aprovechada para evitar los olores y el calor dentro del taller, por lo tanto la nueva distribución para los espacios restantes es la siguiente:



FIGURA 4. 17

Esto se distribuyó pensando en el aprovechamiento del jardín y para que los usuarios tengan mayor espacio para sus labores.

En la siguiente página se muestra el plano final (figura 4.18) de la distribución del taller, aquí se hace la propuesta de la nueva distribución, basada en opiniones del usuario tanto alumnado como de docencia, de las asignaturas que se imparten dentro de estos laboratorios.



Taller del Edificio Ing. Alberto Camacho  
Figura 4.18

---

#### 4.7 CONCLUSIÓN

A partir de las observaciones, entrevistas y con ayuda de los métodos de centro de producción, de modelo a escala y zona de alcance se logró redistribuir el taller, teniendo presentes los principios ergonómicos y de seguridad.

La finalidad de esto es aprovechar las instalaciones y que los usuarios tengan mayor comodidad tanto para tomar sus clases como para impartirlas.

---

## **CAPÍTULO 5**

### **PROPUESTA DE DISTRIBUCIÓN PARA EL FUTURO EDIFICIO DE DISEÑO**

En el capítulo anterior se hizo énfasis en la redistribución del área del taller, sin embargo, como se observó en el análisis del capítulo 3, además de la redistribución del taller, existe la necesidad de espacios didácticos para aulas y laboratorios, observando esta necesidad, se retomó la propuesta anterior (proyecto PAPIME) de crear un nuevo edificio dentro del área del edificio Ing. Alberto Camacho Sánchez.

En este capítulo se muestra la distribución del edificio de Diseño, basada en la propuesta inicial del PAPIME, con el fin de proporcionar mayor espacio a las áreas que se reubicarán dentro del mismo, aplicando principios ergonómicos.

Este nuevo edificio de diseño dará servicio a nivel licenciatura a las siguientes asignaturas, que se imparten en las carreras de Ing. Mecánica, Ing. Industrial e Ing. Mecatrónica en la Facultad de Ingeniería:

- Fundamentos de Mecánica de Sólidos
- Mecánica de Sólidos Básica
- Diseño de Elementos de Máquinas
- Diseño Mecánico
- Ingeniería del Producto
- Procesos Industriales
- Introducción al Estudio de los Mecanismos
- Análisis Dinámico de Maquinaria
- Vibraciones Mecánicas
- Estudio del trabajo
- Planeación y Control de la Producción
- Diseño de Sistemas Productivos
- Diseño Mecatrónico
- Automatización Industrial

Y también asignaturas a nivel posgrado en la maestría de Ing. Mecánica.

Pese a que algunas de estas asignaturas no son del área de diseño, este edificio será de mucha utilidad, por su distribución y mobiliario, su equipo y espacio con los que se contará.

De la propuesta inicial, la asignación de espacio es de 200 m<sup>2</sup> para el edificio de Diseño.

#### **5.1 JUSTIFICACIÓN DEL LABORATORIO DE DISEÑO**

No se cuenta con un laboratorio específico para el área de diseño, en el cual los alumnos puedan experimentar y comprobar los principios teóricos que se les enseñan. Tradicionalmente se ha utilizado la sala de juntas del Centro de Diseño y Manufactura para realizar algunas prácticas, pero este lugar no es ni adecuado ni suficiente para tal propósito. Se cuenta también con un pequeño espacio para el laboratorio de mecanismos, el cual se encuentra saturado. Por otra parte las asignaturas del área de Diseño han tenido un crecimiento durante el mismo período de tiempo, donde se ha

utilizado infraestructura conjunta con las otras dos secciones, sin embargo, en el ambiente de cambio tecnológico acelerado, impulsado por la Ingeniería Simultánea, que esta basada en razonamiento y aprendizaje se requiere de espacios que permitan al alumno tener contacto con clases en medios similares a la realidad laboral que se vive fuera.

Las clases de diseño se dan en la sala de juntas del CDM mostrada en la figura 5.1.



**FIGURA 5.1**

El área de diseño presenta un problema grande al no tener fondos en el desarrollo de los proyectos para fines académicos por parte de los estudiantes, ya que los productos, maquinaria, equipo y líneas de proceso requieren equipo que es costoso y rebasa las posibilidades económicas de los estudiantes. El departamento de Mecatrónica y el Centro de Diseño y Manufactura pueden ofrecer a estudiantes de los últimos semestres proyectos con patrocinio industrial, donde adquieren varias habilidades para el desarrollo tecnológico, por lo que los estudiantes tienen una experiencia limitada previa, que en ocasiones es difícil de solventar al no contar con un laboratorio de diseño.

Por otra parte, la construcción de prototipos no puede realizarse en un ambiente modular, de costo controlado y con acceso para todos los estudiantes, esta problemática ha sido atacada mediante el uso de CAD/CAM, Análisis y Simulación, por ello se ha buscado actualizar el Laboratorio de Ingeniería Asistida por Computadora (LIMAC), para desarrollar trabajos de simulación y análisis, sin embargo, se ha observado a nivel mundial que la falta de criterios sólidos para plantear, desarrollar e interpretar los resultados de dichas simulaciones ha originado que Ingenieros Industriales, Mecánicos y Mecatrónicos tengan errores cada vez más grandes en su ejercicio profesional.

La Facultad de Ingeniería está impulsando la creación de la carrera de Ingeniería Mecatrónica, la cual está planteada para formar ingenieros con un perfil multidisciplinario e integrador, con habilidades para ejercer una influencia directa sobre el desarrollo del

---

aparato productivo nacional y ejercer tareas de desarrollo tecnológico de alto nivel. Esta disciplina, que mezcla elementos de la ingeniería mecánica de precisión, el software y la electrónica e instrumentación, requiere de un ambiente académico que le permita desarrollar proyectos de integración multidisciplinaria en un ambiente controlado y con elementos flexibles.<sup>5</sup>

Actualmente el Departamento de Mecatrónica tiene en operación dos laboratorios, uno de diseño mecatrónico, el cual ya resulta insuficiente para atender la demanda de alumnos de las carreras de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial. Esta insuficiencia se acentuará con la demanda esperada de estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecatrónica a partir del presente año. El segundo laboratorio, de automatización, que acaba de ser reforzado con Programadores Lógicos Programables (PLCs), deberá ser complementado para poder satisfacer los requisitos y objetivos marcados en los planes y programas de estudio que se encuentran esperando la aprobación del Consejo Universitario en este momento.

Se requiere un ambiente de trabajo en el cual el alumno pueda tener un proceso de autoaprendizaje, basado en el análisis y síntesis integradores que permitan utilizar de manera creativa los conocimientos adquiridos en una serie de materias para desarrollar de manera gradual un proyecto de desarrollo tecnológico.

## **5.2 HIPÓTESIS**

El rendimiento de los estudiantes se puede incrementar de manera significativa si se desarrolla un laboratorio que dé servicio a todas aquellas asignaturas relacionadas con el área de Diseño en Ingeniería, en las cuales se requiere la elaboración de modelos y prototipos que involucren el uso de tecnología modular, mediante la adopción de métodos didácticos nuevos, como es el caso del aprendizaje basado en proyectos.

## **5.3 PROPUESTA INICIAL DEL PAPIME DE LA DISTRIBUCIÓN**

En el siguiente plano se muestra la distribución que el PAPIME ha desarrollado para el acomodo de las áreas del edificio Ing. Alberto Camacho Sánchez. Señalada en la figuras 5.2 y 5.3.

---

<sup>5</sup> Propuesta de Protocolo para el subproyecto PAPIME "Laboratorio de Diseño".

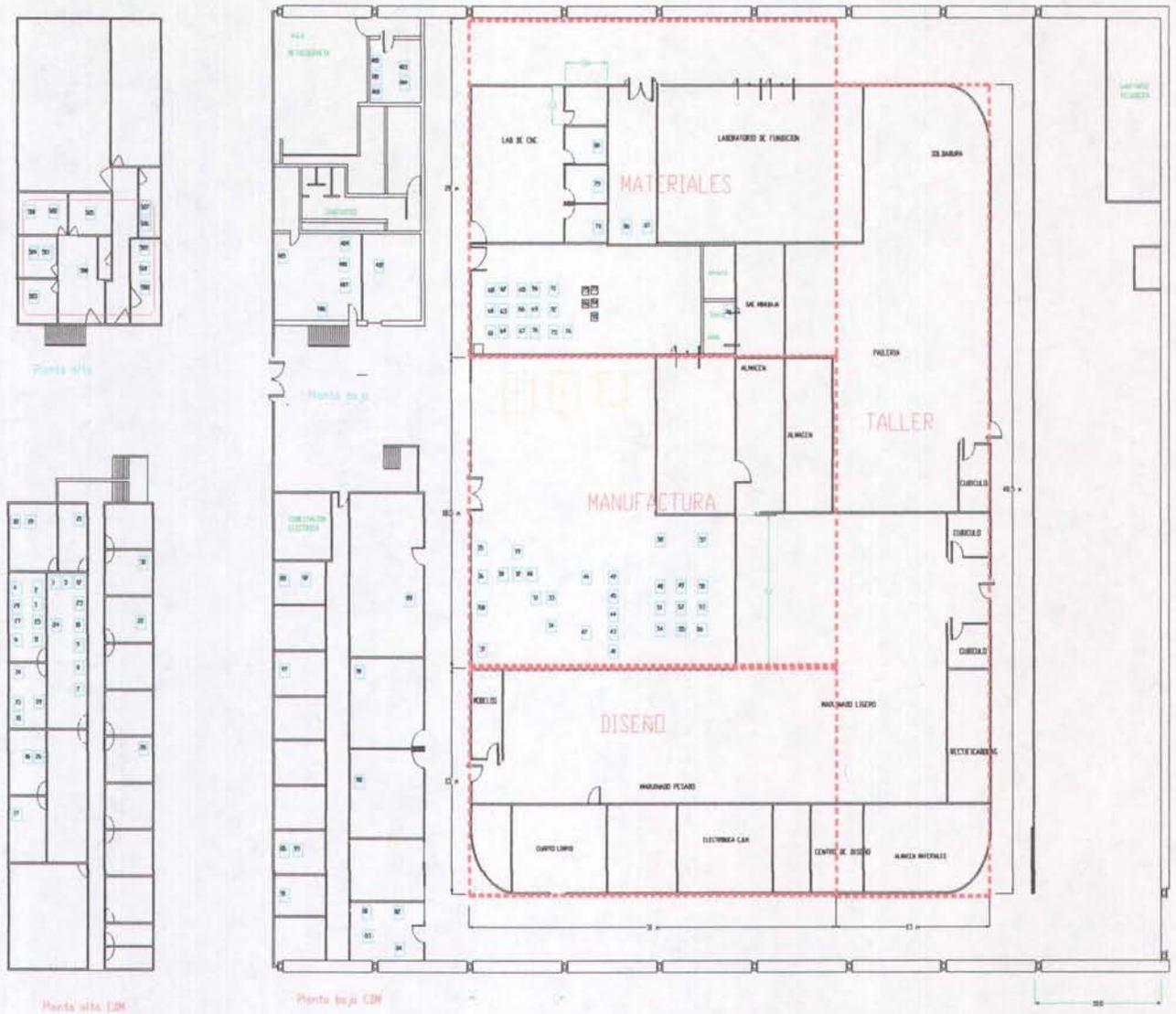


FIGURA 5. 2

#### 5.4 PROPUESTA FINAL DE LA DISTRIBUCIÓN

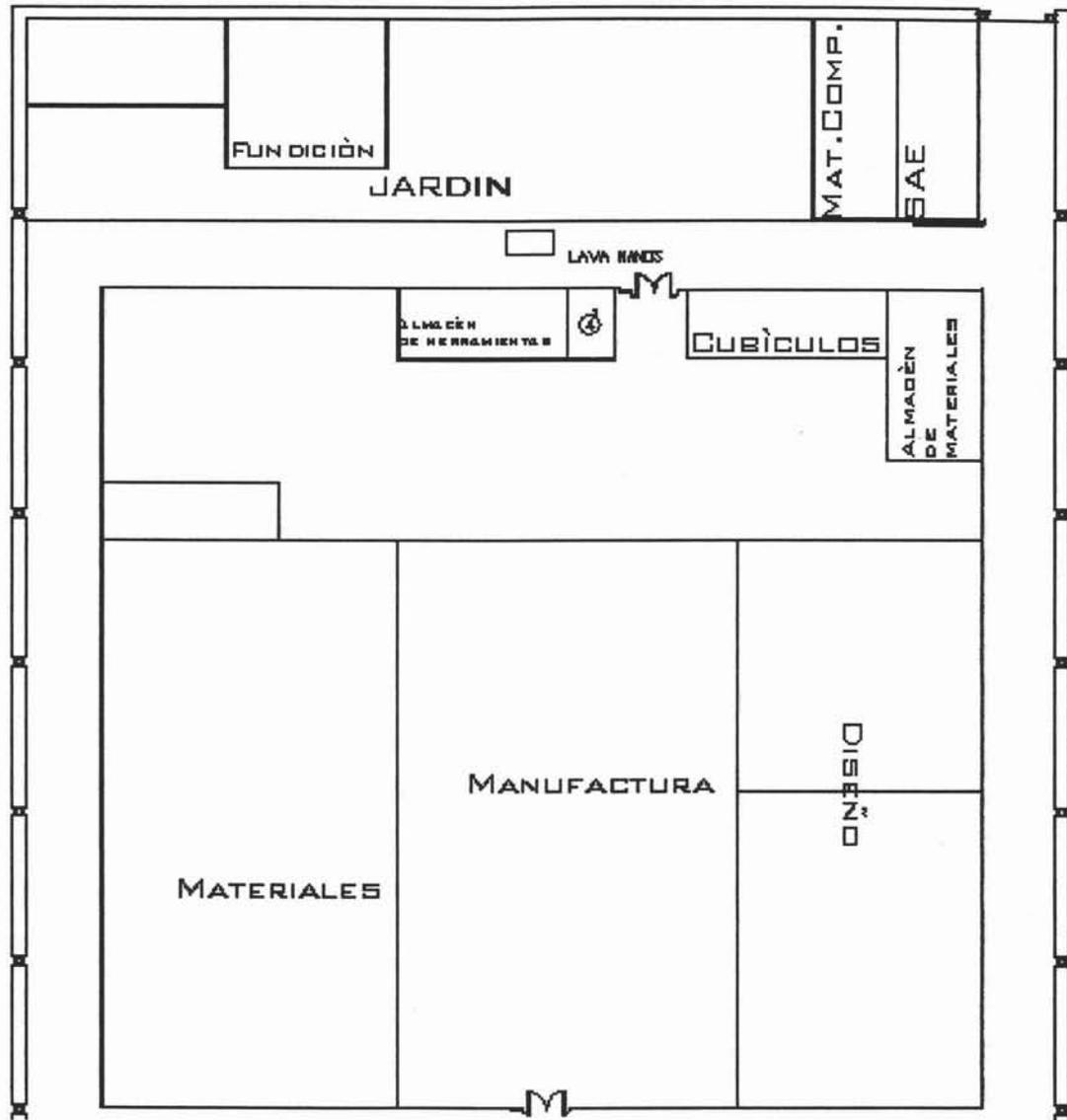


FIGURA 5.3

#### 5.5 TABLA DE REQUERIMIENTOS, PROPUESTAS Y BENEFICIOS

A continuación se muestra la tabla 5.4 de requerimientos, propuestas y beneficios.

ASIGNATURA	REALIZA	REQUIERE	PROPUESTA	PROMEDIO DE ESTUDIANTES POR AÑO	BENEFICIOS
DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS	Aprender a realizar adecuadamente el diseño de elementos mecánicos y la selección de materiales mediante la realización de casos prácticos. Incluye el diseño de ejes de transmisión, resortes y muelles, engranes, transmisiones flexibles, embragues y frenos de fricción, cálculo y selección de rodamientos, y el análisis de impactos y uniones. (No cuenta actualmente con laboratorio)				
DISEÑO MECÁNICO	Adquirir y desarrollar las técnicas más comunes empleadas en el proceso de diseño mecánico, al satisfacer una necesidad específica por medio de un proyecto de ingeniería mecánica. El laboratorio comprende 6 prácticas: 1. Bases de datos (consulta y gestión de patentes, requiere computadoras). 2. Creatividad (lujuria de ideas para resolver un problema). 3. Dibujo e interpretación de planos, con énfasis en las tolerancias geométricas. 4. Ergonomía. 5. Neumática y PLCs. 6. Diseño para manufactura (visualizar y mejorar la manufactura de un producto). Finalmente se revisa la correcta aplicación de los conceptos anteriores en el desarrollo del proyecto (o prototipo) para la clase de teoría.				
AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	Aprender a utilizar equipo para la automatización y control de procesos industriales. Incluyendo la selección, uso e instalación de los distintos tipos de sensores de presencia; el diseño y construcción de circuitos neumáticos; la programación de PLCs; y el control de equipo neumático mediante PLCs (electroneumática).	Requieren de espacio, uniformidad de medios para desarrollo de proyectos, materiales didácticos y académicos para los estudiantes. Un ambiente donde se pueda tener una práctica regular y apoyo sistemático para varios materias. Posibilidad de desarrollar proyectos con plataformas tecnológicas comunes. Fomentar integración en grupos de trabajo de los estudiantes y sus habilidades tecnológicas y de liderazgo. Enriquecer el aprendizaje de los académicos mediante prácticas con material didáctico de apoyo flexible y moderno. Nuevos modelos pedagógicos como el aprendizaje basado en proyectos, manejo de herramientas específicas de CAD/CAM y simulación complementados con la construcción de modelos y prototipos para las asignaturas del área de diseño que estén involucradas. Área de proyectos. Instalaciones adecuadas para dar apoyo didáctico efectivo. Combinar los métodos tradicionales de enseñanza con el aprendizaje significativo, permitiendo el desarrollo de la creatividad en el inicio de sus propios proyectos.	Mobiliario flexible, un almacén común que permita manipular con libertad los equipos necesarios para cada práctica escolar. Cañón, pizarrón y pantalla.	350 estudiantes	
DISEÑO MECATRÓNICO	Entender los principios de operación de los sistemas mecatrónicos a través del estudio de los microprocesadores y su aplicación en el diseño de sistemas industriales que integran elementos mecánicos, eléctricos, electrónicos y de programación. La finalidad es aprender a diseñar sistemas mecatrónicos en general. Involucra el diseño de tarjetas electrónicas, diseño de elementos mecánicos, diseño de software y programación de microcontroladores. Requiere el uso de computadores y software especializado (para dibujo y diseño mecánico, diseño de tarjetas electrónicas y varios lenguajes de programación), equipo electrónico (osciloscopios, generadores de funciones, fuentes de poder) y herramientas (incluye estaciones).				Espacios flexibles, agrupación de mobiliario y equipo de acuerdo a las necesidades específicas del proyecto en turno, integración de estudiantes en grupo de trabajo, definición de prácticas deseables, construcción y prueba del material didáctico pertinente, diseño y estimación de recursos, integración profesor-estudiante, incremento significativo en la calidad de la formación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, Mecatrónica y Mecánica, se difundirán modelos educativos que permitan la participación y trabajo en equipo efectivo del estudiante en proyectos con resultados objetivos y tangibles.
INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE LOS MECANISMOS	Desarrollo de mecanismos a escala para representar el funcionamiento de dispositivos de aplicación de los mismos en la vida real, ya que presentan una variedad de formas y modelos que no permiten hacer una estandarización y estudio colectivo de los hallazgos hechos.				
FUNDAMENTOS DE MECÁNICA DE SÓLIDOS	Adquirir las bases para el análisis cuantitativo de esfuerzo y deformación en sólidos deformables, para poder predeterminar su comportamiento en el diseño de elementos estructurales y mecánicos respecto a su resistencia, rigidez y estabilidad. (No cuenta actualmente con laboratorio)				
MECÁNICA DE SÓLIDOS BÁSICA					
VIBRACIONES	Adquirir las bases para que logran la predicción de las vibraciones en los elementos mecánicos y en las máquinas, para no caer en riesgos severos y aprovechar los beneficios de la vibración. Aprender a diferenciar cuándo se requiere un tratamiento discreto y cuándo uno continuo. (Oficialmente no incluye laboratorio, pero seguramente Ubaldo Suárez puede darte la información que requieras al respecto)		Mobiliario flexible, un almacén común que permita manipular con libertad los equipos necesarios para cada práctica escolar. Cañón, pizarrón y pantalla.		
PROCESOS INDUSTRIALES					
INGENIERÍA DEL PRODUCTO					
ESTUDIO DEL TRABAJO	Planea, distribuye, diseña, controla, mejora, innova y analiza los procesos productivos y administrativos				
DISEÑO DE SISTEMAS PRODUCTIVOS					
PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN			Mobiliario flexible, un almacén común que permita manipular con libertad los equipos necesarios para cada práctica escolar. Cañón, pizarrón y pantalla.		

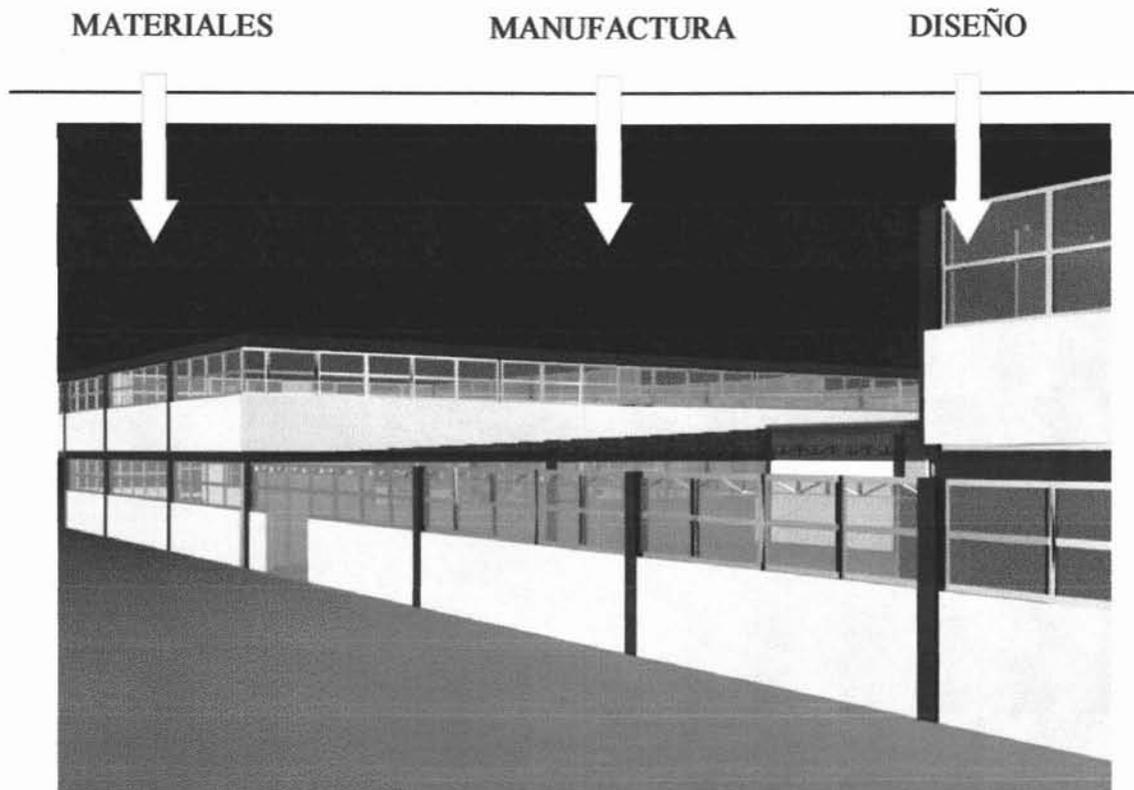
Considerando la tabla anterior de requerimientos de cada laboratorio se hará la siguiente distribución:

**TABLA 5.5**

ÁREA
Sala de proyectos de doble altura
Sala de proyectos
Laboratorio de Ingeniería Automotriz
Laboratorio de análisis dinámico
Laboratorio de vibraciones
Diseño de elementos de máquinas
Fundamentos Mecánicos de Sólidos
Laboratorio de mecanismos
LIMAC
Dos salones de clases

### 1.1 DISTRIBUCIÓN DEL EDIFICIO

En la siguiente página, en la figura 5.6, donde puede observarse una vista frontal del edificio de diseño propuesto.



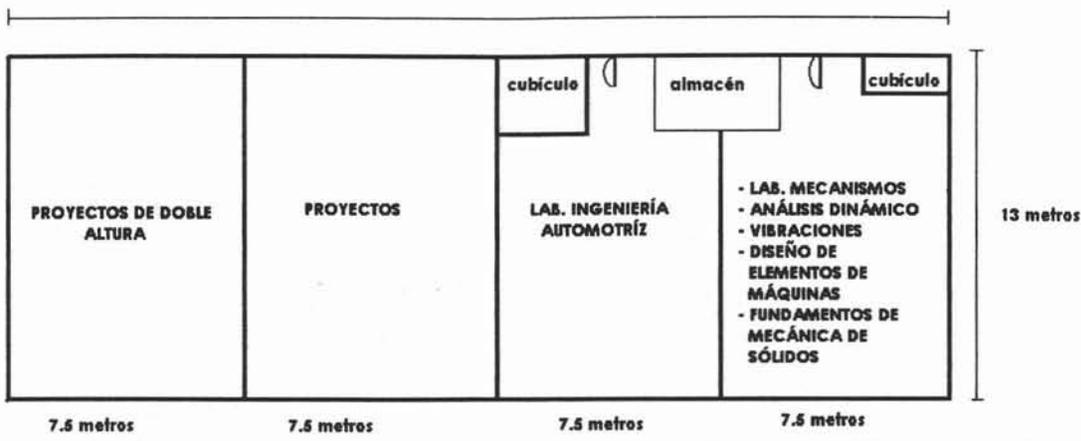
**FIGURA 5. 6**

La figura 5.7 muestra la distribución de la propuesta del PAPIME para los edificios de Materiales, Manufactura y de Diseño.

En las siguientes dos figuras se muestra la distribución basada en las sugerencias de los profesores y de acuerdo al espacio que se requiere, según las actividades que se van a realizar dentro de ellas.

**PLANTA BAJA DEL EDIFICIO DE DISEÑO**

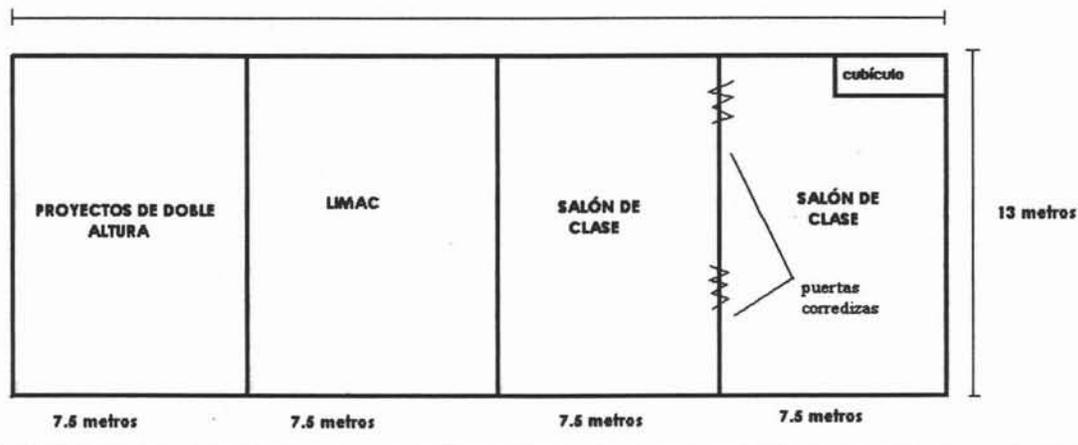
30 metros



**FIGURA 5. 7**

**PLANTA ALTA DEL EDIFICIO DE DISEÑO**

30 metros



**FIGURA 5. 8**

La distribución fue realizada a partir de las propuestas generadas en la sala de juntas del CDM, en donde se expusieron las necesidades que se tienen dentro del departamento para las carreras de Ing. Industrial, Ing. Mecánica, Ing. Mecatrónica, con la participación de los profesores: Ing. Ubaldo Márquez, Dr. Saúl Santillán, M.I. Antonio Zepeda, Dr. Jesús Manuel Dorador, Ing. Ubaldo Suárez e Ing. Gabriel Hurtado Chong, los cuales estuvieron de acuerdo con el espacio asignado.

A continuación se muestran las figuras de la nueva propuesta:

### Vista desde el CDM de los dos salones

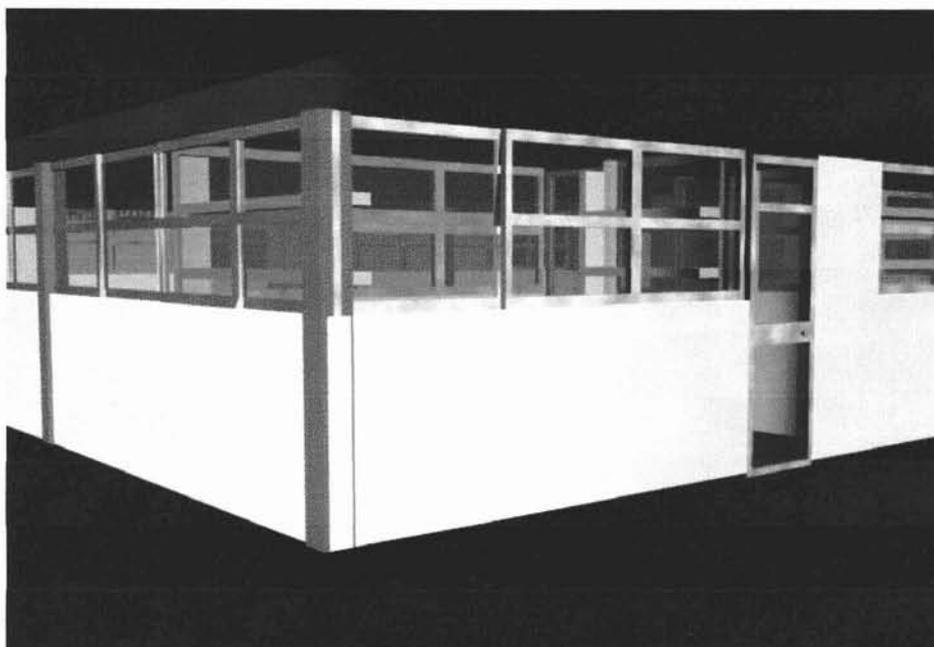


FIGURA 5. 9

## 1.2 JUSTIFICACIÓN ERGONÓMICA DE LOS SALONES Y SALA DE PROYECTOS

Es importante mencionar que no es propósito de esta justificación representar ni todos los tipos de espacios destinados a estas labores ni todas las herramientas o equipo que se llevan a cabo en las mismas, por lo que se mostrará lo que se consideró factible e importante para poder analizar las interfases más ordinarias y las consideraciones antropométricas coincidentes.

Para hacer el análisis necesario consideraremos los siguientes puntos:

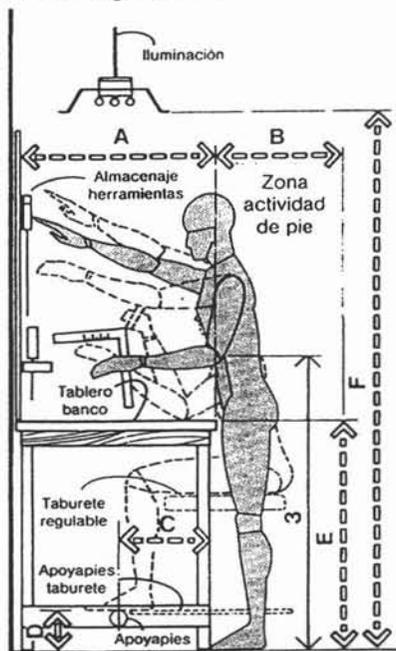
- ✦ Los espacios son centros de trabajo en donde se realizarán proyectos y se requiere de integración grupal.
- ✦ Excelente comunicación visual para grupo.
- ✦ Se usarán como salas de reunión entre alumnos y profesores.

Son muchas las variables que se deben de considerar, pues la técnica, medios, estilos y procedimientos de trabajo influyen en las necesidades antropométricas.

La colocación de estanterías donde se guarde el material vendrá fijada por la extensión en la posición sedente y de pie. Las extensiones lateral y frontal se emplean para situar los componentes del espacio, de la forma más operativa. La altura de ojo en posición sedente y en pie determinará la situación, respecto al suelo, de las superficies de exposición y materiales de referencia. Con la altura de codo se calculará la idónea para mesas de material.

En este caso, algunos de los trabajos que se hacen de pie dependen antropométricamente de la altura de codos respecto al suelo y como los trabajos van acompañados de un esfuerzo muscular notable, se incrementará la altura de las mesas, la distancia codo- superficie de trabajo puede variar de 8.9 a 15.2 cm y a efectos de bases de partida de diseño, es suficiente una altura de 86.4 a 91.4 cm, que de ser para bancos de trabajo oscilará entre 60.9 y 73.6 cm. La localización de espacios de almacenaje elevados vendrá supeditada a los límites humanos de alcance.<sup>†</sup>

Considerando que se tendrían bancos de trabajo dentro de estas aulas, las condiciones ergonómicas serían las siguientes:



**BANCO DE TRABAJO | ALTO**

**FIGURA 5.10**

Aquí se presenta la tabla de medidas de la figura 5.10.

**TABLA 5.1**

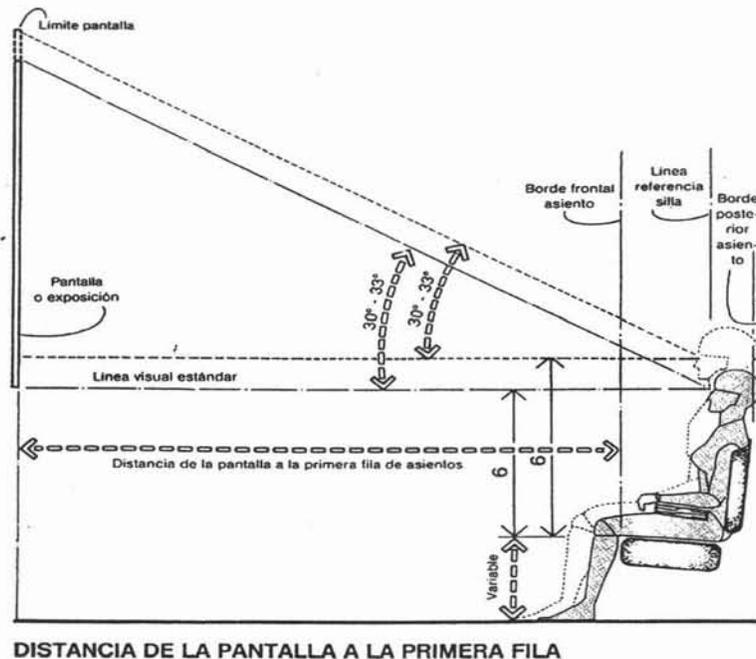
	Cm
<b>A</b>	<b>45.7-91.4</b>
<b>B</b>	<b>45.7</b>
<b>C</b>	<b>15.2-22.9</b>
<b>D</b>	<b>17.8-22.9</b>
<b>E</b>	<b>86.4-91.4</b>
<b>F</b>	<b>213.4</b>

*Comunicación visual para grupo*

<sup>†</sup> J.Panero, M.Zelnik, Las dimensiones humanas en los espacios interiores, estándares antropométricos. GG, México, 9ª edición, 2001.

Los problemas que plantean los sistemas de comunicación visual para grupos difieren ostensiblemente de los asociados a sistemas para un único observador, donde lo que domina es el ángulo de visión, generalmente por debajo de la línea visual horizontal. Pero el tamaño y las relaciones intrínsecas de una pantalla para grupo, con el observador y la interferencia en el campo de la visión de un observador en el de otro, impone que la pantalla se instale de manera que el límite superior del ángulo de visión óptimo se halle por encima de la línea visual horizontal. La distribución general de los asientos y la forma de éstos se planificará para obtener la mejor visibilidad para el número de personas que hará uso de los salones, 54 alumnos y el profesor. Los asientos deben colocarse de modo que en la línea visual de un observador pase por encima y entre el observador de delante. La separación entre filas tendrá holgura necesaria para la circulación y el movimiento de las personas. También se tendrán en cuenta las correspondientes previsiones para personas imposibilitadas y en sillas de ruedas.

Considerando que se tendrán espectadores bajos y altos, de pie y sentados, el dibujo que se presenta a continuación las medidas básicas corporales del 5 y 95 percentil de espectadores en pie, que son tales que la persona más alta obstaculiza a la más baja, para las personas sentadas se aplicaran los mismos percentiles, vemos que la línea visual del más bajo salva el punto medio del hombro del más alto. La diferencia en la altura del ojo entre las personas de menor a mayor tamaño en posición sedente es aproximadamente la mitad que cuando están de pie. La distancia mínima entre la pantalla y la primera fila de asientos se calcula trazando una visual desde la parte superior de la imagen que se proyecta hasta el observador sentado en uno de aquellos según un ángulo no inferior a 30 grados, ni que sobrepase los 33 grados, como en la siguiente figura.<sup>u</sup>



**FIGURA 5. 11**

<sup>u</sup> Ibid.

## 1.1 PROPUESTAS DE LA DISTRIBUCIÓN

### Vista desde el CDM de los dos salones sin mostrar el techo

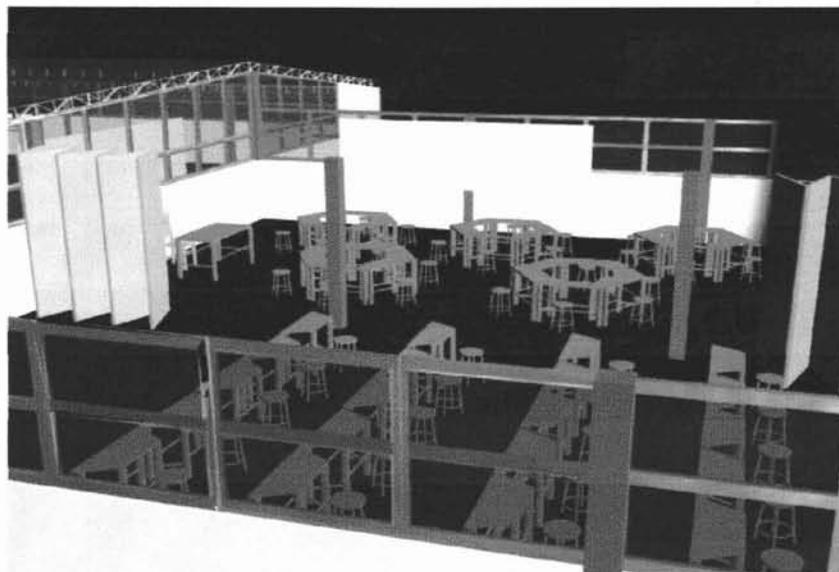


FIGURA 5. 12

En la figura anterior se muestra el mobiliario que sugerido para los salones, los 54 bancos y 54 mesas móviles que caben en este espacio<sup>1</sup>, que benefician para que el alumno tenga vista de frente con los demás miembros de su equipo y poder simular procesos en línea o actividades grupales que requieran de movimiento de las mesas o lugar de trabajo; se ve la distribución de las mesas con un espacio suficiente para ejercer movimientos, de igual forma que los 2 escritorios y las 2 sillas, además de las puertas corredizas para hacer uno o dos salones.

### Vista superior de los dos salones

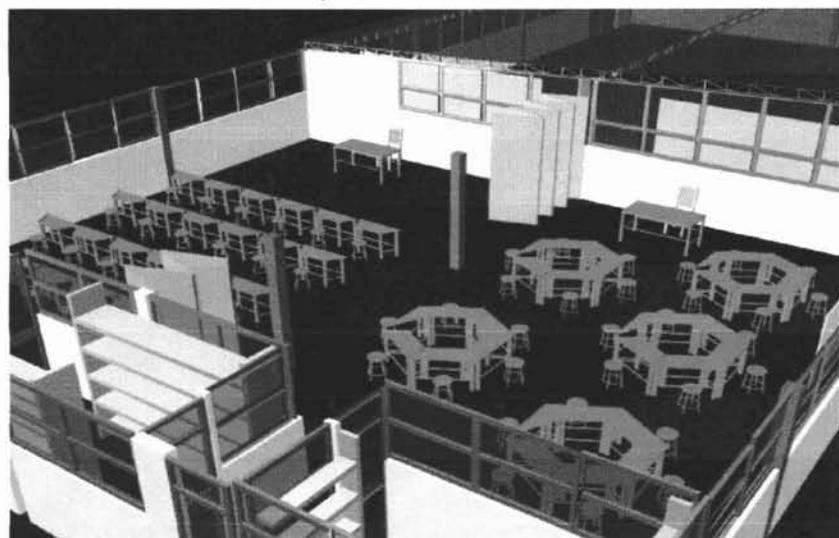


FIGURA 5. 13

<sup>1</sup> Ibid.

Vista hacia el frente de un salón

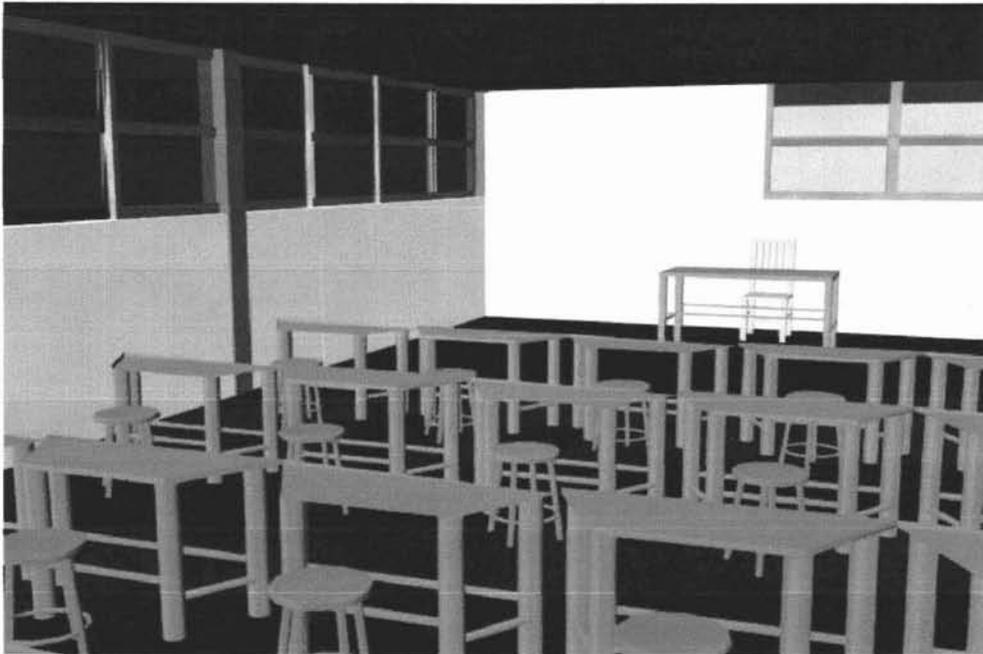


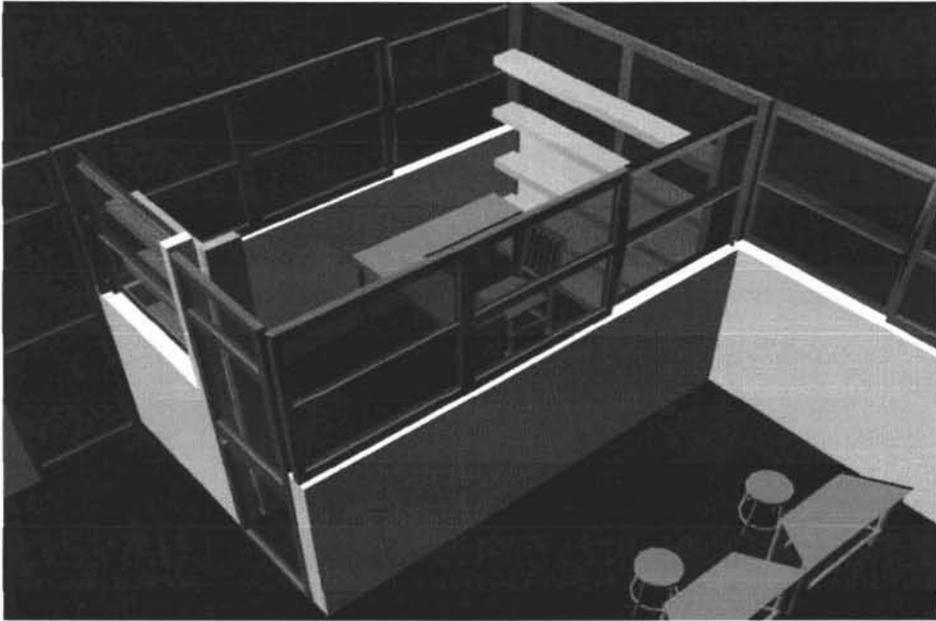
FIGURA 5. 14

Vista de un salón, planta alta



FIGURA 5. 15

**Vista superior de un cubículo**



**FIGURA 5. 16**

En esta figura se muestra el espacio asignado para profesores.

**Vista desde la planta alta del CDM**

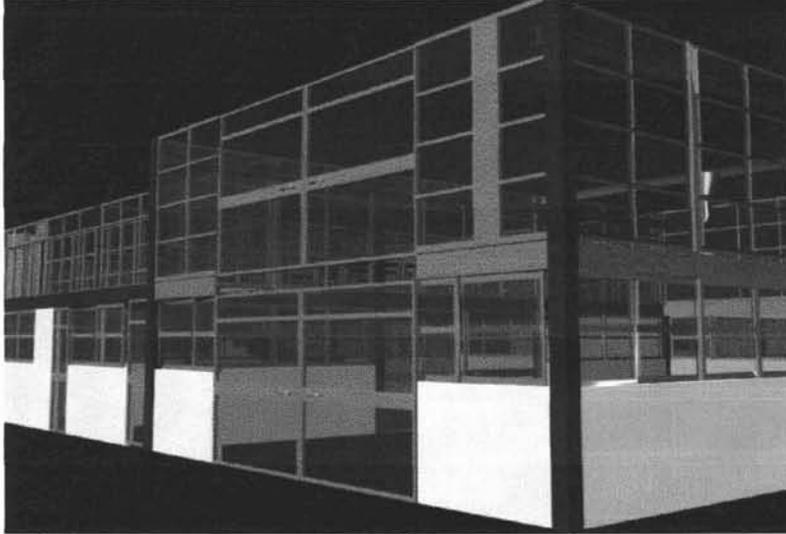


**FIGURA 5. 17**

---

En la figura 5.17 se puede observar la planta alta del CDM, ya que en la propuesta del PAPIME se asegura que los edificios estarán conectados por pasillos, por lo que la unión del edificio de Diseño y la del Centro de Diseño y Manufactura quedarían de esta manera.

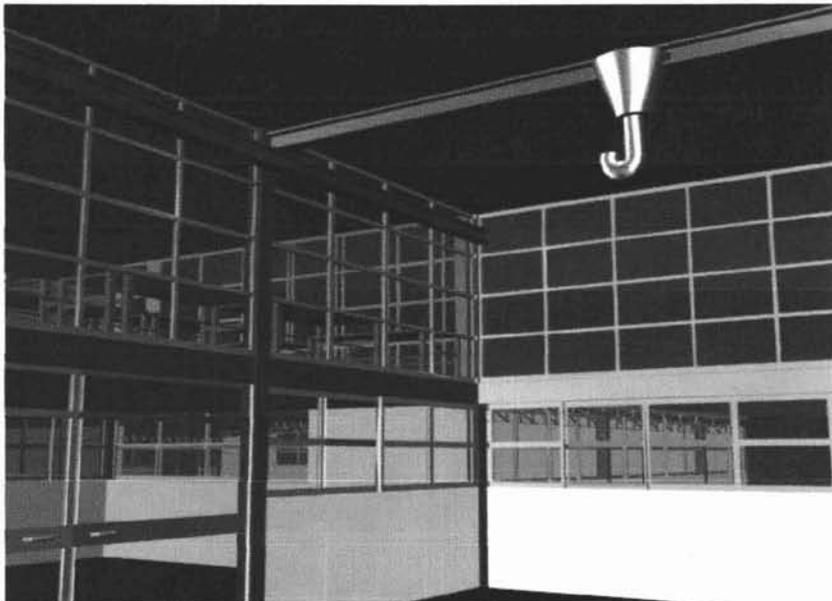
**Vista exterior del salón de doble altura**



**FIGURA 5. 18**

Respecto al salón de doble altura tendría un arreglo como el que se muestra en la figura anterior, percibiendo que se tendrán equipos grandes y que se necesitará espacio para que los alumnos puedan realizar sus proyectos.

**Vista del salón de doble altura**

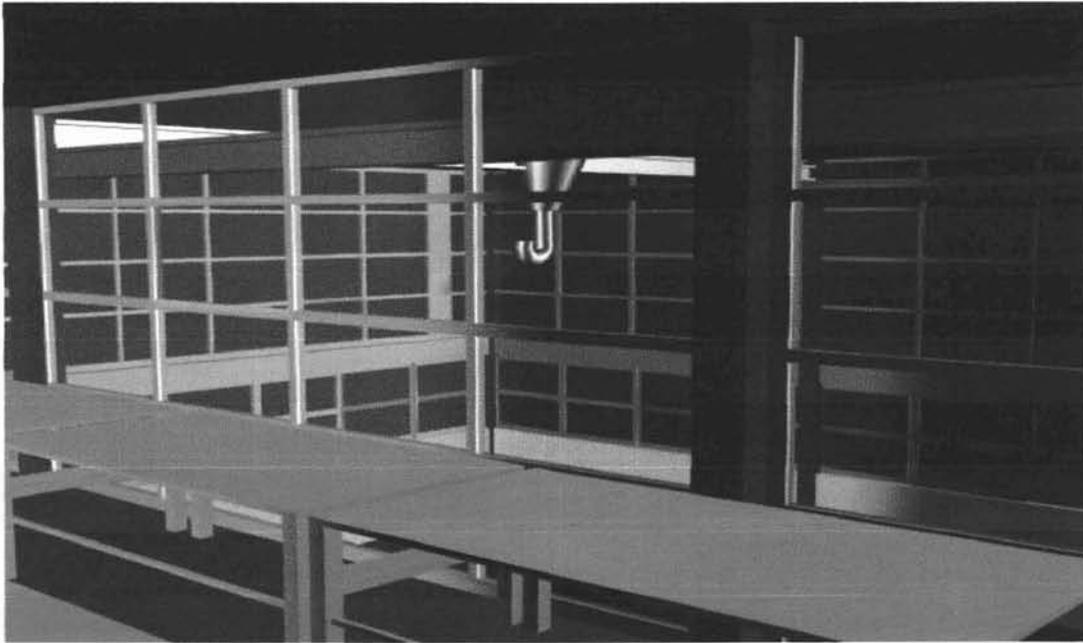


**FIGURA 5. 19**

---

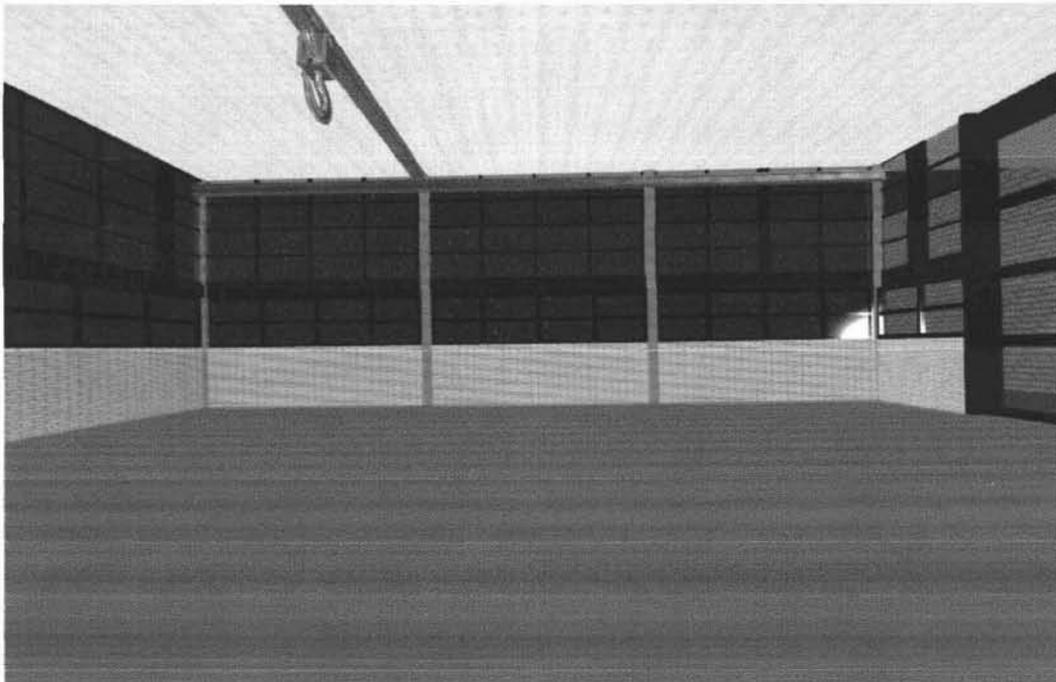
En las figuras 5.18 y 5.19 se muestra el salón de doble altura, que incluirá una grúa para cargar la maquinaria pesada.

**Vista desde el salón a sala de doble altura**



**FIGURA 5. 20**

**Interior del salón de doble altura**



**FIGURA 5. 21**

En la figura 5.21 se muestra el interior del salón de doble altura, aquí no se requiere de mobiliario porque se dejará espacio para los proyectos que tengan maquinaria grande y para que los alumnos tengan la libertad de espacio para sus movimientos.

#### Interior del laboratorio de mecanismos



FIGURA 5. 22

En la figura 5.22 se muestra el interior del laboratorio de mecanismos con todas las consideraciones ergonómicas anteriores. Actualmente no se cuenta con un laboratorio lo suficientemente grande para atender de manera ergonómica a los alumnos, las condiciones de estudio se dan de la siguiente manera:



FIGURA 5. 23



**FIGURA 5. 24**

Por el tipo de actividades realizadas en este laboratorio se requiere uno como el que se muestra en la figura 5.22.

### **LIMAC**



**FIGURA 5. 25**

En la figura 5.25 se da la propuesta del nuevo laboratorio LIMAC para los usuarios, con el espacio suficiente para que el alumno se desenvuelva de manera amplia, considerando aire acondicionado y un ambiente agradable de trabajo.

### Sala de proyectos



FIGURA 5. 26



FIGURA 5. 27

Se requiere del siguiente mobiliario:

**TABLA 5. 28**

<b>ÁREA</b>	<b>MOBILIARIO</b>
Sala de proyectos de doble altura	Sillas, mesas móviles y pizarrón. Considerando Aire acondicionado.
Sala de proyectos	Mesas de trabajo, Bancos, Anaqueles, Pizarrón, Mamparas, 2 sillas, cañón y aire acondicionado.
Laboratorio de Ingeniería Automotriz	Banco de pruebas, instrumental que ya se tiene, mesas de trabajo, bancos, pizarrón y 2 sillas. Aire acondicionado.
Laboratorio de análisis dinámico	Sillas, mesas móviles, pizarrón, cañón, anaqueles. Aire acondicionado.
Laboratorio de vibraciones	
Diseño de elementos de máquinas	
Fundamentos Mecánicos de Sólidos	
Laboratorio de mecanismos	
Limac	Mesas de trabajo, sillas, anaqueles, pizarrón y cañón. Aire acondicionado.
Dos salones de clases	Sillas, mesas móviles, pizarrón, cañón, anaqueles. Aire acondicionado.

Para el tipo de muebles que requieren, se tiene un distribuidor mexicano y que fabrica con las especificaciones ergonómicas similares del autor que se esta utilizando.

---

El diseño ergonómico de la mesa es el siguiente:

MESA TRAPEIZODAL



FIGURA 5. 29

## 1.1 CONCLUSIÓN

Podemos concluir que la construcción del edificio de Diseño permitirá un crecimiento no solo por el hecho de tener un espacio físico asignado a las carreras que comienzan, tal es el caso de Ingeniería Mecatrónica, que tendrá un lugar adecuado de trabajo, ergonómico y con tecnología de punta para atender a su alumnado y profesorado, sino que ayudará a carreras como Ingeniería Mecánica, que requieren de una mejor distribución de sus laboratorios o de Ingeniería Industrial, que simplemente necesita de un laboratorio para desarrollar sus prácticas y de espacio para sus proyectos para las asignaturas ya antes mencionadas.

El proponer este edificio, es afirmar que se necesita de otro modelo de enseñanza, con mayor integración y con mayor oportunidad de experimentar lo que se enseña teóricamente, además de la libertad de espacio para que se realicen proyectos que incrementen la creatividad de los usuarios.

Finalmente se comprueba que al contar con todo lo anterior, se tendrá mayor calidad en la enseñanza y el aprendizaje se asemejará a lo que se maneja en el campo laboral.

---

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSIÓN GENERAL

Finalmente se concluye que la hipótesis planteada en un principio se cumple, puesto que el espacio redistribuido del taller permitirá que los alumnos tengan un aprendizaje más adecuado, esto se debe a que tendrán el espacio necesario para que el profesor muestre el uso de la máquina y se pueda observar claramente el trabajo en proceso y el finalizado. Ésta redistribución desarrollará una mejor integración hombre-máquina, proporcionando condiciones ergonómicas en cada actividad, dando seguridad y libertad al usuario para desarrollar sus labores en el taller. Los espacios serán aprovechados y se dará opción a crecimiento para proyectos a corto y largo plazo.

Respecto a la creación del edificio de diseño, se tendrá mayor integración profesor-alumno, con el mobiliario ergonómico, con la distribución de sus laboratorios y con el espacio necesario para los proyectos, que incrementará la creatividad e impulsará el desarrollo de la ingeniería, esto se dará tanto en alumnos como en profesores de las asignaturas que involucren el diseño. Se dará un gran crecimiento al darle un espacio digno a las nuevas carreras que comienzan y a las que ya existen, pero que requieren de espacios adecuados para impartir sus laboratorios y que no cuentan con uno.

Para llevar a la práctica este proyecto, se propone comenzar con las siguientes fases:

Para el taller:

1. Presentar formalmente la propuesta para que el personal directivo de la facultad la conozca y se involucre con ella para que se apruebe y se ponga en marcha.
2. Difundir la propuesta por medio de carteles y folletos para que el alumnado y profesorado conozca de la propuesta.
3. Se debe eliminar toda la maquinaria obsoleta ya mencionada en los capítulos 3 y 4 de esta tesis.
4. Posteriormente limpiar las áreas (incluye quitar bases de cemento), con el fin de hacer la redistribución.
5. Hacer la redistribución contemplando los recursos económicos para reemplazar la maquinaria obsoleta.

Para el edificio de diseño:

Considerando la propuesta de espacio asignado por el PAPIME para este edificio:

6. Iniciar con la distribución de arriba del edificio.
7. Concluir con la parte de abajo.

Como proyecto a futuro, se hará un edificio de materiales y otro de mecánica para reacomodar cada uno de los laboratorios ya existentes a su área correspondiente y poder aplicarles los principios ergonómicos. Cabe mencionar que estos edificios tendrán conexiones por medio de pasillos para mantener la integración entre ellos y mejorar sus accesos.

---

Este trabajo fue pensado para crecimiento de los laboratorios de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecatrónica, para un mejor uso de sus instalaciones y para elevar el rendimiento académico de nuestra Facultad de Ingeniería.

---

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ☛ Las dimensiones humanas en los espacios interiores (estándares antropométricos). Julios Panero y Martin Zelnik. Ediciones G.Gili, S.A. de C.V. Novena edición, México 2001.
- ☛ The ergonomics of workspaces and machines (a design manual). E.n.Corlett and T.S. Clark. Taylor & Francis Publishers since 1798. Second editions, UK 1995.
- ☛ Dimensiones Antropométricas de Población Latinoamericana (México, Cuba, Colombia y Chile). M Universidad de Guadalajara, Centro de Investigaciones en Ergonomía. Primera edición. México 2001.
- ☛ Keith, Llockyer, Distribución de Planta, Mc Graw Hill. Novena edición. México 1994.
- ☛ Riggs, James, Distribución de Planta, Prentice Hill. Novena edición. México 1994.
- ☛ Asociación Internacional de Ergonomía, AERGO
- ☛ Asociación Internacional de Ergonomía
- ☛ Propuesta de Protocolo para el subproyecto PAPIME "Laboratorio de diseño".

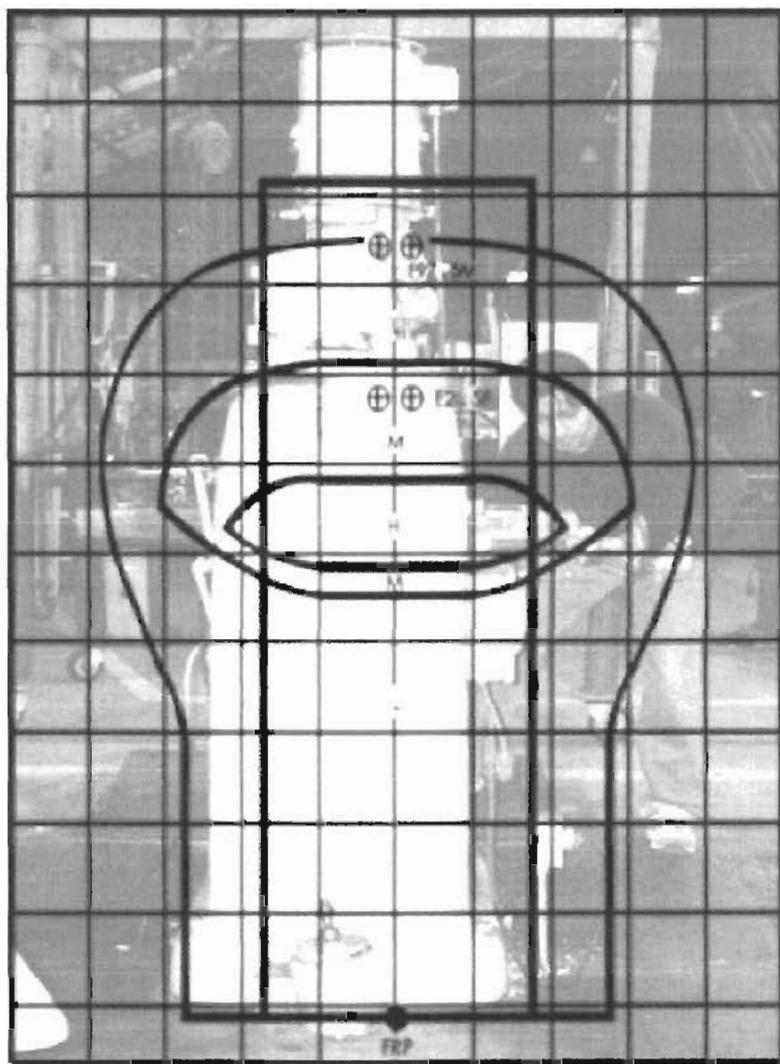
## REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- ☛ [www.mueblesmx.com](http://www.mueblesmx.com) (Consultada el 5 de febrero de 2005)
- ☛ [www.semec.org.mx](http://www.semec.org.mx)

---

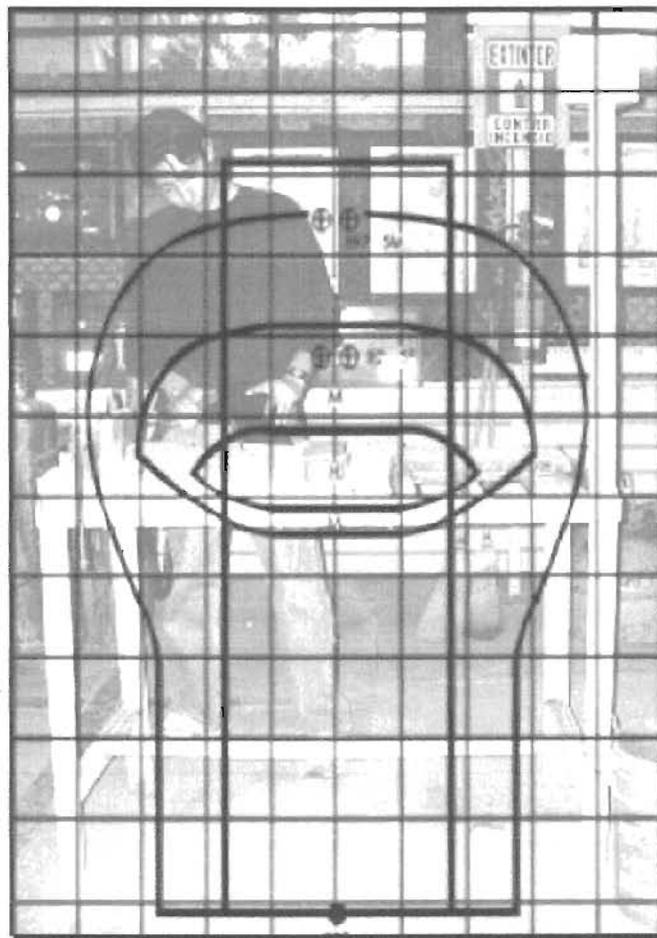
APÉNDICE A

Fresa Induma



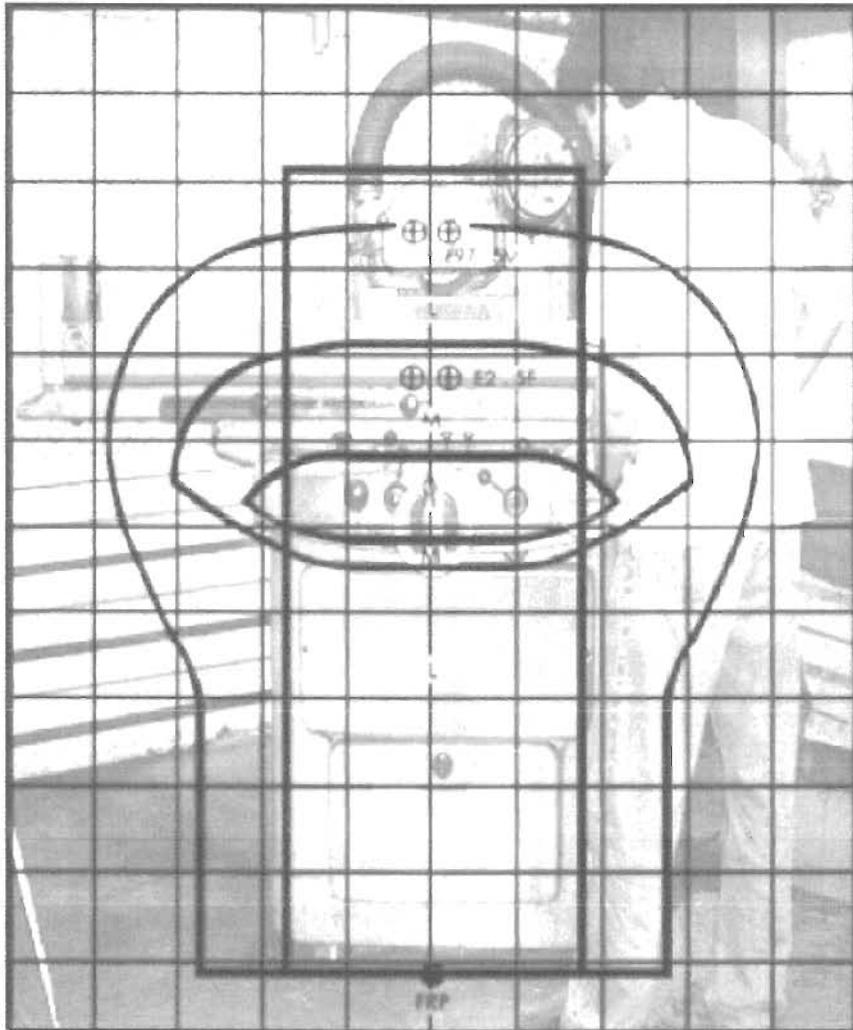
---

**Soldadura Autógena**



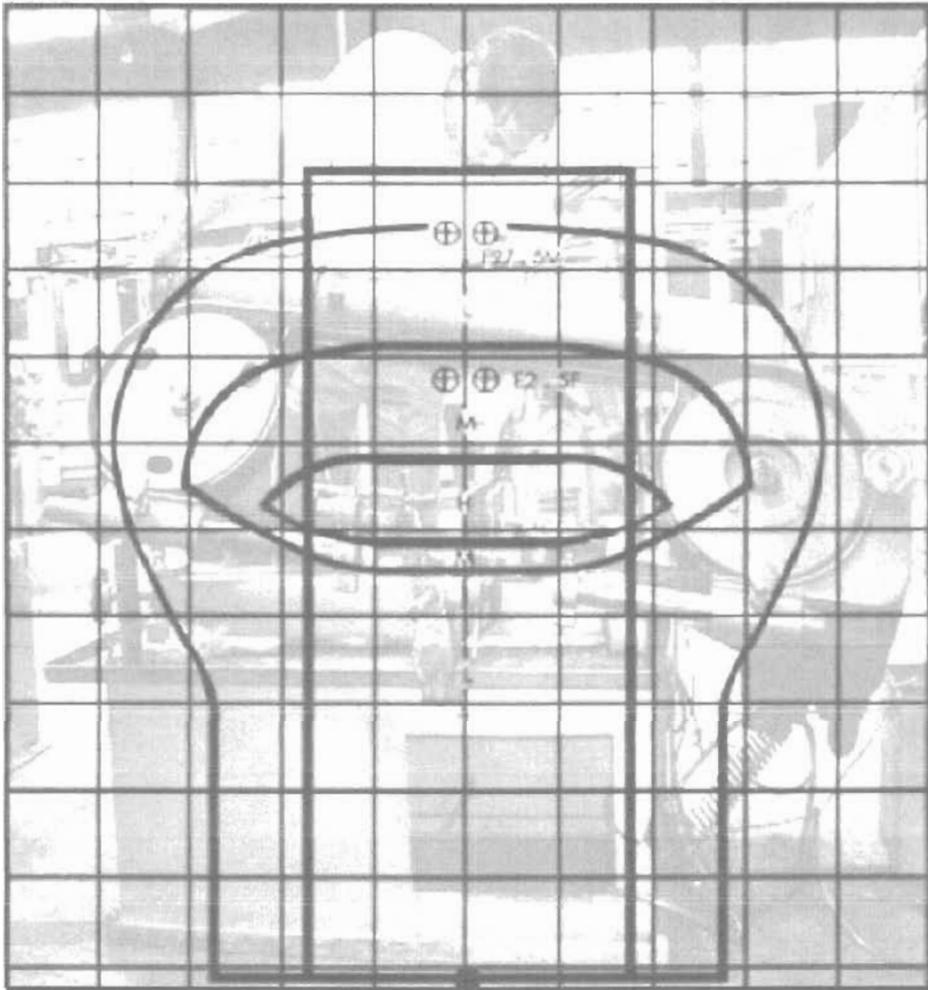
**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

**Rectificadora de cama plana**

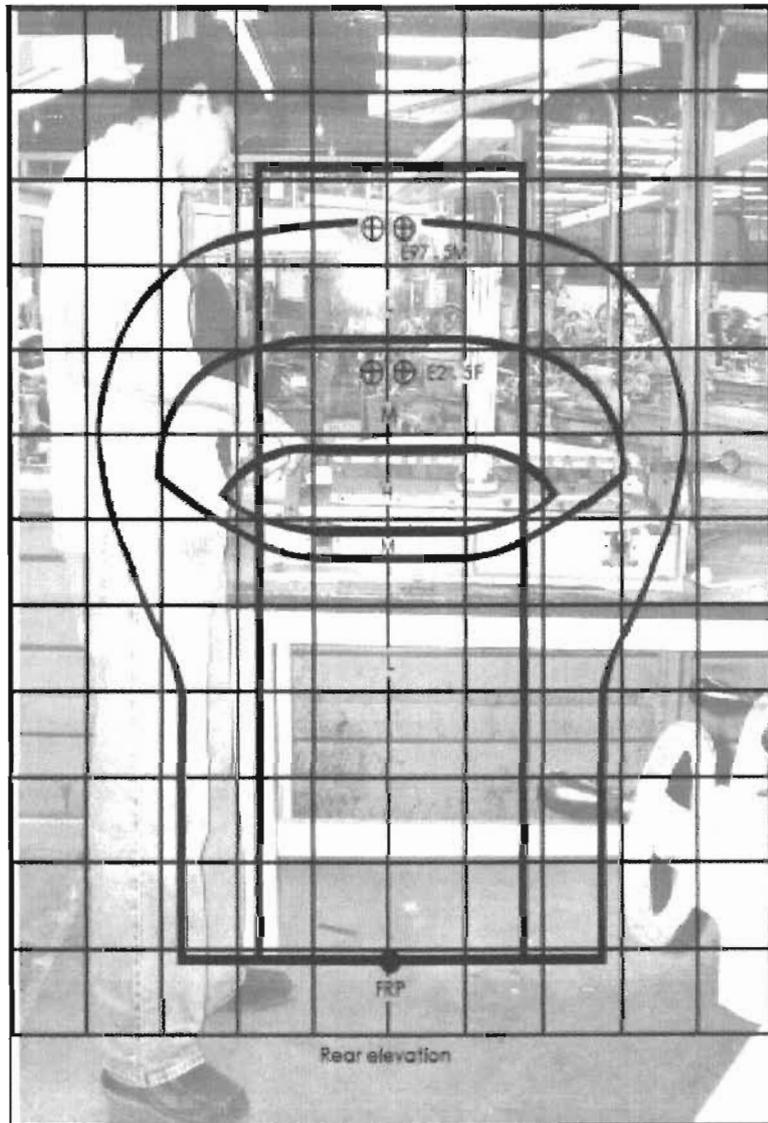


---

Cortadora

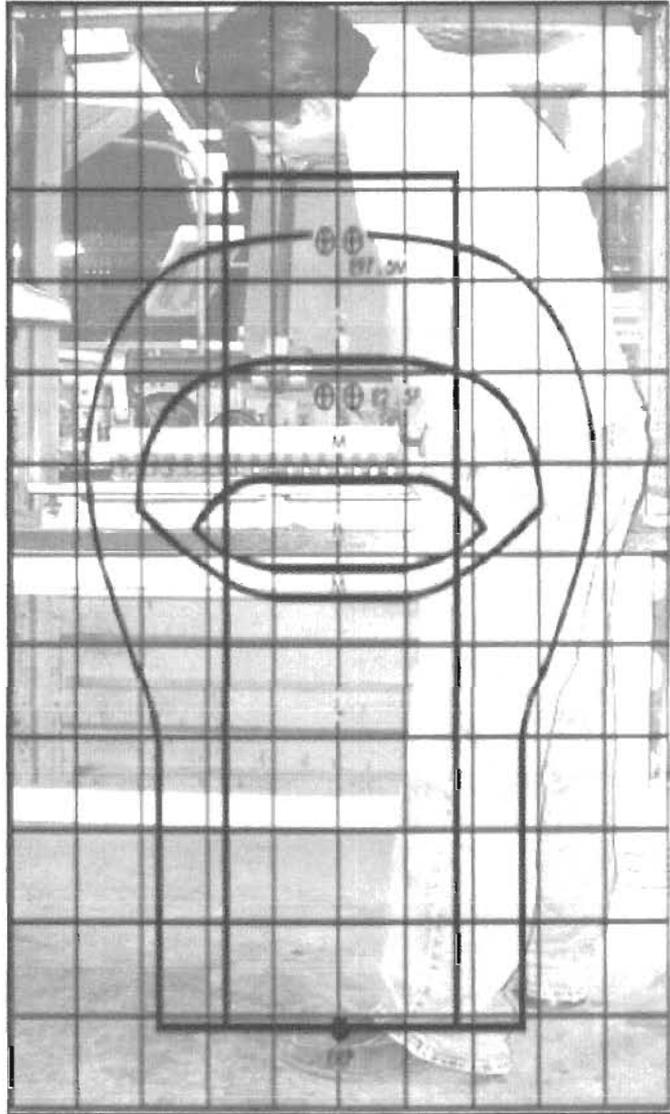


Cizalla



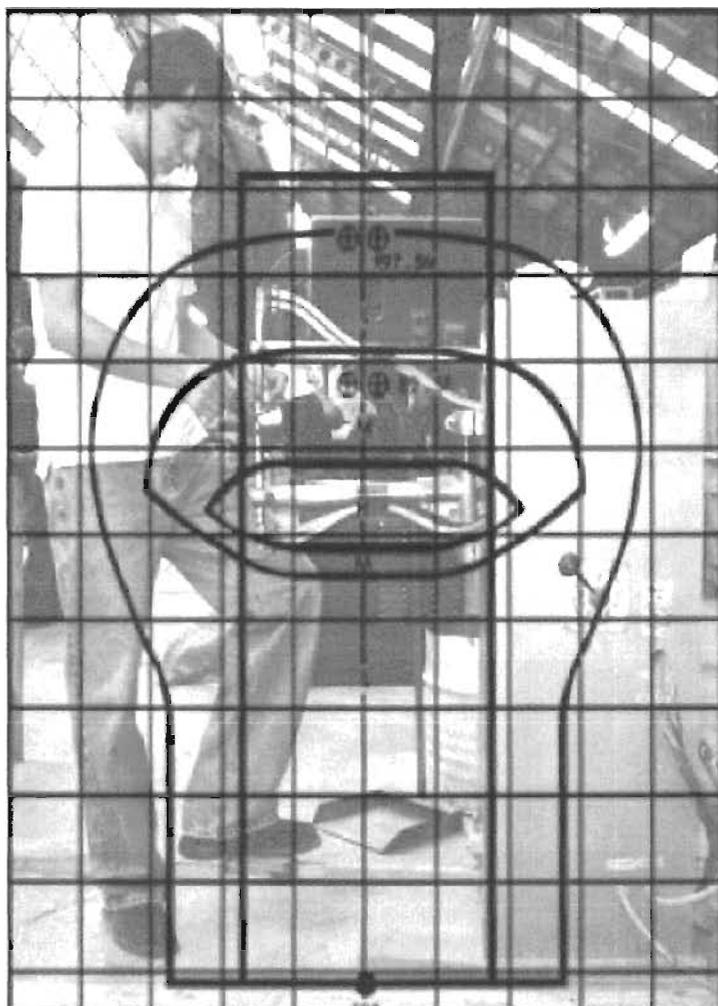
---

**Dobladora**



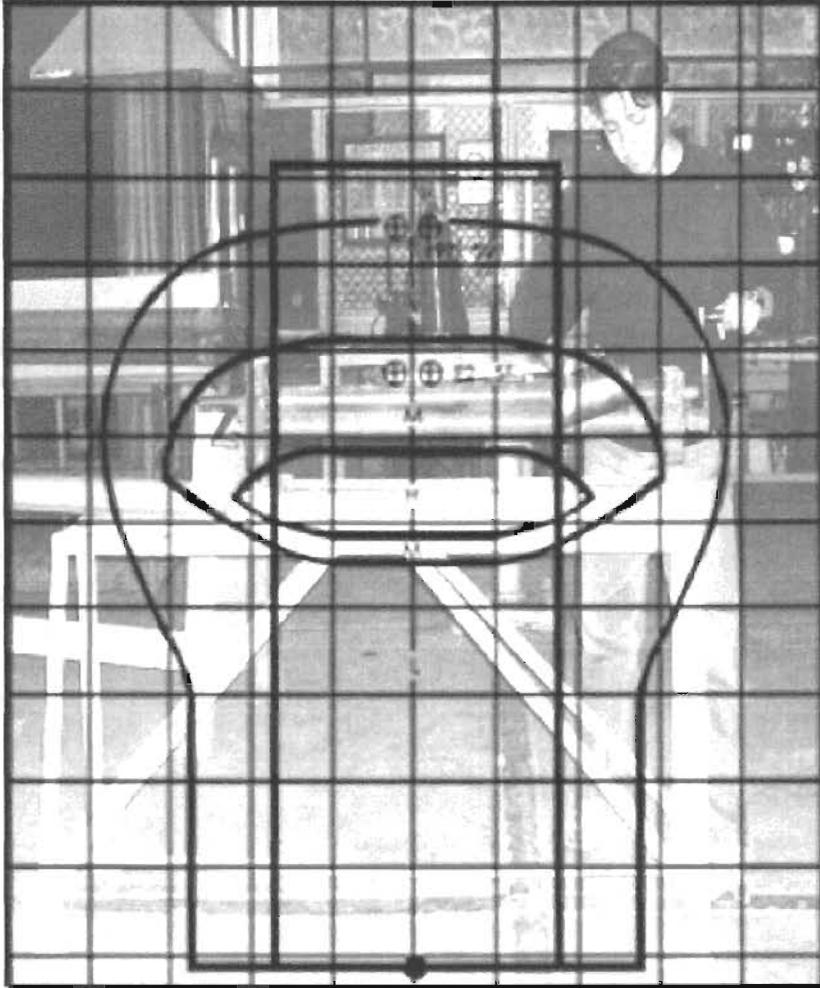
---

**Punteadoras**

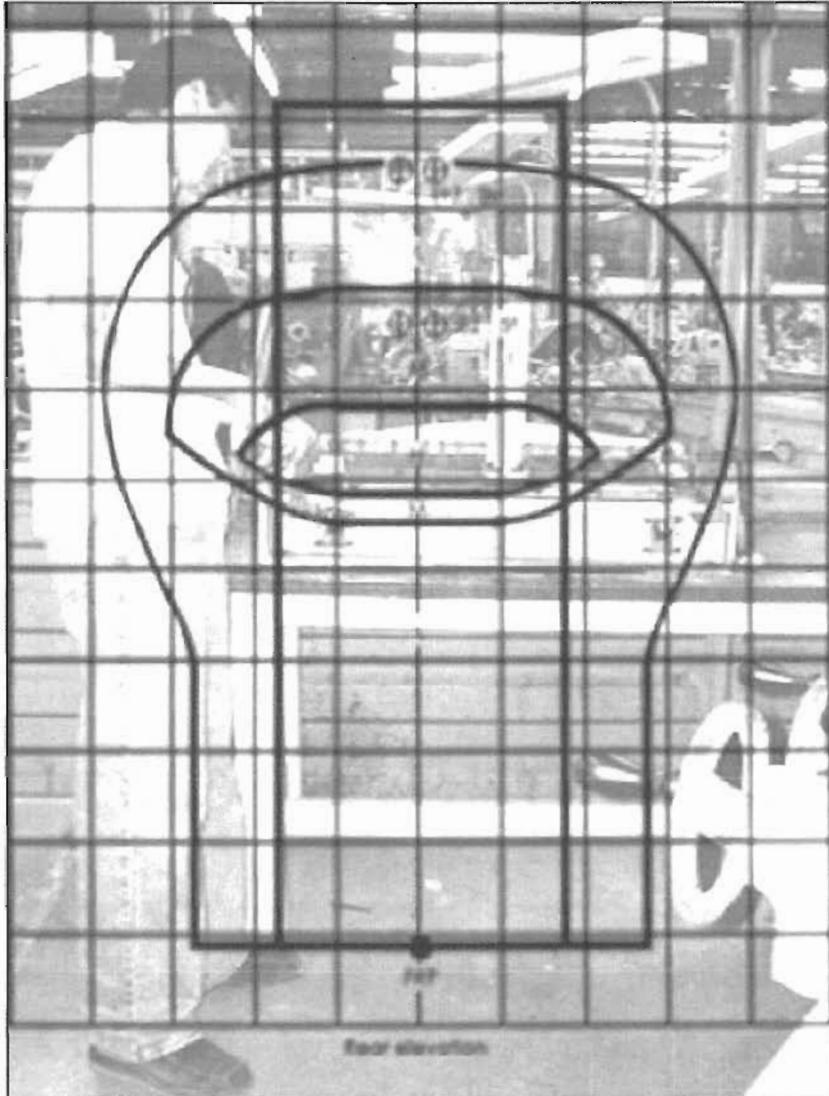


---

**Roladora**



**Tornillo de Banco**



Tormo Romi

