



T
670.42
DEL d.
ESPOL
POLITECNICA DEL LITORAL
BIBLIOTECA "GONZALO ZEVALLOS"
F.I.M.C.P.

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN MECANICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCION

"DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN CICLO
DE FABRICACION DE EQUIPAMIENTO ESCOLAR"

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERA MECANICA

PRESENTADA POR:

Micaela Patricia Delgado Aumala

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO 2001

AGRADECIMIENTO

A SOFÍA

A EDGAR

A MIS PADRES

AL ING. ERNESTO MARTÍNEZ

DEDICATORIA



A MI MADRE

A MI PADRE

A VALERIA

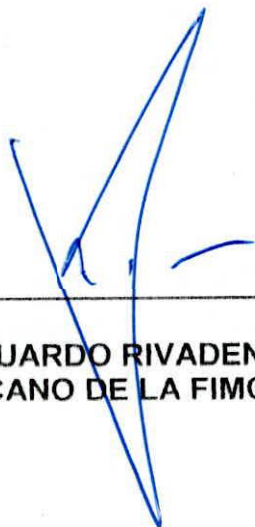
A ALEJANDRA

A SOFÍA

A KATHERINE

A ADRIANITA

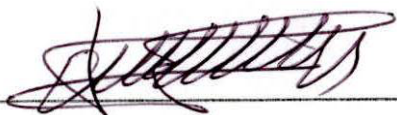
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



ING. EDUARDO RIVADENEIRA P.
DECANO DE LA FIMCP



ING. ERNESTO MARTÍNEZ L.
DIRECTOR DE TESIS



ING. EDMUNDO VILLACÍS M.
VOCAL



ING. MANUEL HELGUERO G.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Micaela P. Delgado A.

Micaela Patricia Delgado Aumala

RESUMEN

La empresa de análisis fue creada en el año de 1997 y los productos que ofrece van desde furgones y plataformas hasta equipamiento escolar y obras metalmecánicas en general. El presente trabajo presenta un estudio realizado en la línea de equipamiento escolar. Esta línea se introdujo en la compañía en el mes de octubre de 1999, a raíz de haberle adjudicado el Fondo De Inversión Social de Emergencia, FISE, un contrato para la fabricación de sillas, mesas, escritorios y anaqueles para uso escolar en diversos cantones de la provincia de Manabí. La compañía ya contaba con cierta experiencia en la rama, ya que en ocasiones anteriores construyeron pupitres para el Colegio Nacional Vicente Rocafuerte de la ciudad de Guayaquil.

Durante el cumplimiento de este contrato existieron diversos problemas que ocasionaron que los resultados no fueran los esperados. Entre algunos de ellos se puede mencionar un alto porcentaje de elementos rechazados, que trajeron como consecuencia la realización de trabajos adicionales fuera de planta con el fin de corregir los defectos.

Con el propósito de analizar las causas de los problemas que se presentaron durante la ejecución de las obras correspondientes a este contrato, se determinó que era necesario realizar una profunda

investigación de cómo se ejecutan los trabajos para obtener estos productos. Por pertenecer al Departamento Técnico y por haber participado en la ejecución de estos contratos, se me asignó la tarea de realizar esta investigación para determinar los puntos débiles existentes y realizar las recomendaciones necesarias. Se establece una serie de cambios que se deben realizar tanto en la programación como en la ejecución de los programas de trabajo, además se determinan fallas existentes en el proceso y al mismo tiempo errores en la distribución de planta.

Una vez identificados los problemas existentes y sus causas, realicé un análisis de la situación actual de la empresa para conocer realmente sus condiciones y su capacidad de fabricación. A continuación procedo al diseño de los programas de producción para establecer un ciclo de fabricación de equipamiento escolar a seguir. Además establezco qué procesos de producción deben ser mejorados y cómo. Finalmente en los últimos capítulos presento cómo se van a implementar los programas de producción y las mejoras que sean necesarias para afrontar de mejor manera la consecución de posteriores obras de igual o mayor magnitud. Este trabajo no sugerirá cambios organizacionales en la empresa.

Cabe acotar que este trabajo fue realizado durante los meses previos a la producción correspondiente a cinco contratos de la misma naturaleza

Al momento de finalizar este trabajo, el Departamento Técnico de la compañía se encuentra estudiando el ciclo de fabricación de equipamiento escolar y las mejoras que se presentan en este trabajo, para implementarlas y así poder realizar de mejor manera los trabajos correspondientes a los cinco contratos nuevos ya mencionados, que le fueron adjudicados.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
ÍNDICE DE PLANOS.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1
I DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Definición de los productos.....	4
1.2. Volumen de producción.....	10
1.3. Descripción y análisis de los procesos de producción.....	11
1.4. Inconvenientes presentados.....	30
II ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	33
2.1 Tamaño y localización de la planta.....	33
2.2 Listado y descripción de equipos.....	34
2.3 Distribución de planta actual.....	35
2.4 Manejo de personal.....	36

III DISEÑO DEL CICLO DE FABRICACIÓN.....	40
3.1 Control de producción.....	40
3.2 Cambios en los procesos de producción.....	45
3.3 Diseño del ciclo de fabricación.....	50
IV IMPLEMENTACIÓN	53
4.1 Implementación del ciclo de fabricación.....	53
4.2 Distribución de planta mejorada.....	65
V ANÁLISIS ECONÓMICO	70
5.1 Manejo actual de costos de producción de equipamiento escolar.	70
5.2 Análisis de costos de las mejoras de los procesos de producción.	73
5.3 Análisis de costos de la implementación del ciclo de fabricación	79
5.4 Análisis de costos de las mejoras en la distribución de planta...	81
VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
BIBLIOGRAFÍA.....	82
ANEXOS	

ABREVIATURAS

mm	milímetros
cm	centímetros
g	gramos
m	metros
pda	pulgadas
N	newtons
l	litros
Km	kilómetro
rpm	revoluciones por minuto
s	segundo
V	voltios
W	watios
A	amperios
Hz	hertz (ciclos/segundo)
aprox.	aproximadamente
°C	grados centígrados
h	hora
BTU	British Thermal Unit (Unidad Térmica Británica)
BHP	Boiler Horse Power (caballo de fuerza de caldero)
m/o	mano de obra

SIMBOLOGÍA

ϕ	diámetro
$\square$	inspección
$\Rightarrow$	transporte
O	operación
∇	almacenamiento
D	demora
e	espesor
T	tina de inmersión
#	número
m	masa
t	tiempo
$\dot{m}$	flujo de masa
$\dot{Q}$	flujo de potencia calorífica
Cp	calor específico

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.3.1 Estructura corrida espaldar-asiento.....	16
Figura 1.3.2 Corte de boca de sapo.....	16
Figura 1.3.3 Tablero de MDF curvado.....	20
Figura 1.3.4 Malla portalibros.....	22
Figura 1.3.5 Vista lateral de malla portalibros.....	23
Figura 1.3.6 Herramienta para instalar herrajes.....	25
Figura 2.1 Ubicación de la planta.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla I	Cronograma de preparación previa a las labores de producción..... 55
Tabla II	Producción de sillas unipersonales..... 56
Tabla III	Producción de mesas unipersonales..... 56
Tabla IV	Producción de todos los elementos..... 57
Tabla V	Características de las matrices de corte a utilizarse 61
Tabla VI	Costos correspondientes al primer contrato de fabricación de equipamiento escolar..... 73
Tabla VII	Costos aproximados de cortadora eléctrica con disco metálico..... 74
Tabla VIII	Costos aproximados de sistema de calentamiento..... 77
Tabla IX	Tabla comparativa de costos de fabricación de equipamiento escolar..... 79
Tabla X	Costos de implementación de ciclo de fabricación..... 80
Tabla XI	Costos de cambios de distribución de planta..... 82

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A. Especificaciones técnicas de materiales de fabricación de equipamiento escolar
- Anexo B. Especificaciones técnicas de la pintura electrostática
- Anexo C. Equipamiento escolar correspondiente a los contratos 1 y 2
- Anexo D. Equipamiento escolar correspondiente a los contratos 3 y 4
- Anexo E. Equipamiento escolar correspondiente al contrato 5
- Anexo F. Diagrama de flujo de proceso de fabricación de sillas
- Anexo G. Diagrama de flujo de proceso de fabricación de mesas unipersonales y bipersonales
- Anexo H. Diagrama de flujo de proceso de fabricación de mesas preprimaria
- Anexo I. Diagrama de flujo de proceso de fabricación de mesas de comedor
- Anexo J. Diagrama de flujo de proceso de fabricación de escritorios de profesor
- Anexo K. Diagrama de flujo de proceso de fabricación de anaqueles metálicos
- Anexo L. Gráficos comparativos entre piezas defectuosas y piezas óptimas en los procesos de perforado y pintado electrostático
- Anexo M. Listado y especificaciones técnicas de equipos
- Anexo N. Guía de fabricación, elementos 1, 5, 7 y 10.
- Anexo O. Guía de fabricación, elemento 3
- Anexo P. Guía de fabricación, elementos 2 y 4
- Anexo Q. Hoja de datos para guías de fabricación de elementos 1, 2, 3, 4, 5, 7 y 10
- Anexo R. Guía de fabricación, elemento 6
- Anexo S. Guía de fabricación, elemento 11
- Anexo T. Guía de fabricación, elemento 8
- Anexo U. Guía de fabricación, elemento 9
- Anexo V. Diagrama corregido de flujo de proceso de fabricación de sillas
- Anexo W. Diagrama corregido de flujo de proceso de fabricación de mesas unipersonales y bipersonales
- Anexo X. Diagrama corregido de flujo de proceso de fabricación de mesas preprimaria
- Anexo Y. Diagrama corregido de flujo de proceso de fabricación de mesas de comedor
- Anexo Z. Diagrama corregido de flujo de proceso de fabricación de escritorios de profesor
- Anexo AA. Diagrama corregido de flujo de proceso de fabricación de anaqueles metálicos

- Anexo BB. Programación de los ciclos de fabricación
- Anexo CC. Especificaciones técnicas de acero DF-2 para trabajo en frío
- Plano 1. Silla unipersonal y silla de comedor
- Plano 2. Mesa unipersonal
- Plano 3. Silla bipersonal
- Plano 4. Mesa bipersonal
- Plano 5. Silla preprimaria
- Plano 6. Mesa hexagonal
- Plano 7. Silla de profesor
- Plano 8. Escritorio de profesor
- Plano 9. Anaquel metálico
- Plano 10. Mesa de comedor
- Plano 11. Dobladora manual de tubos
- Plano 12. Distribución de planta actual
- Plano 13. Sistema eléctrico de corte con disco metálico
- Plano 14. Dobladora manual de tubos mejorada
- Plano 15. Troqueladora manual
- Plano 16. Plantillas de corte
- Plano 17. Plantillas de doblado
- Plano 18. Plantillas de soldado
- Plano 19. Plantillas de perforado
- Plano 20. Sistema de calentamiento de soluciones desengrasante y fosfatizante
- Plano 21. Distribución de planta mejorada

INTRODUCCIÓN

La compañía en mención inició sus labores en enero de 1997 a partir de la premisa de ofrecer al público la línea de transportación por medio de remolques. Inicialmente se lanzaron a la venta remolques pequeños contruidos a partir de diseños tomados de Sudáfrica, con fines domésticos como transportar equipaje en viajes familiares. Luego se presentaron clientes que solicitaron la fabricación de diferentes tipos de furgones. Se construyeron furgones térmicos y furgones secos para camarónicas, embotelladoras de bebidas gaseosas, cervecerías, almacenes de electrodomésticos, entre otros. Además de ofrecer a la venta estos productos, se han realizado trabajos de metalmecánica en general, como la construcción de cerramientos, galpones, kioscos, pupitres para colegios, entre otros. En el año de 1999 se participó en varias licitaciones para realizar las obras metalmecánicas del Proyecto Malecón 2000, llegando a adjudicarse la construcción de Barandas, Pasamanos, Paraderos y Torres.

Lo más reciente es la incursión de la compañía en la fabricación de pupitres escolares. Luego de participar en varios concursos privados de precios convocados por el Fondo de Inversión Social de Emergencia, FISE, le fue

adjudicado en noviembre de 1999 un contrato para construir equipamiento escolar a ser entregado en varios cantones de la provincia de Manabí.

Durante este contrato se presentaron una serie de problemas en los procesos de producción. Prueba de ello es el atraso que se produjo al realizar las entregas del equipamiento, con el consecuente cobro de multas por parte de los contratantes.

Debido a lo antes expuesto se me asignó el estudio de los problemas existentes en la planta, para que de esta manera proponga las soluciones más viables a los mismos, principalmente porque dentro de los próximos meses la compañía tiene prevista la consecución de cinco contratos más de la misma especie. Para cubrir esta producción definitivamente se debe mejorar la metodología, si lo que se pretende es realizar estos trabajos sin que la imagen de la compañía se vea afectada.



Capítulo 1

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Uno de los objetivos principales de este trabajo es determinar cuáles fueron los problemas que se presentaron en la ejecución del primer contrato de fabricación de equipamiento escolar que ganó la compañía en mención, para así poder corregirlos a fin de trabajar con mayor eficiencia en el desarrollo de nuevos contratos similares que ya han sido adjudicados a la compañía.

Para poder conseguir este objetivo se partirá por definir, en términos generales, cuál es el problema. Lo que ocasiona que la compañía no pueda desarrollar con éxito un contrato de esta naturaleza es que no se han establecido parámetros concretos al momento de ejecutar contratos en los cuales se tienen que fabricar diferentes productos en grandes cantidades.

A continuación se definirán y analizarán los productos de la línea de equipamiento escolar que se fabrican.

1.1 Definición de los productos

Los productos que constituyen el mencionado equipamiento escolar son los siguientes:

1. Silla de pupitre unipersonal
2. Mesa unipersonal apilable
3. Silla de pupitre bipersonal
4. Mesa bipersonal apilable
5. Silla preprimaria
6. Mesa hexagonal preprimaria
7. Silla de profesor
8. Escritorio de profesor
9. Anaquel metálico
10. Silla de comedor
11. Mesa rectangular de comedor

Las dimensiones y características de los elementos se muestran en los planos del 1 al 11.

Descripción de los elementos

Sillas unipersonales, bipersonales, preprimaria, de profesor y de comedor

La estructura está constituida por tubo redondo de acero de 25.4mm de diámetro y 1.5mm de espesor. Los soportes llevan regatones machos de polivinilo de alta resistencia. Sus espaldares y asientos son contruidos con MDF, en forma cóncava, de 12mm de espesor. La silla unipersonal se puede observar en el plano 1; la silla bipersonal, en el plano 3; la silla preprimaria, en el plano 5; la silla de profesor, en el plano 7; y la silla de comedor, en el plano 10.

Mesas unipersonales y bipersonales

La estructura está constituida por tubo redondo de acero de 25.4mm de diámetro y 1.5mm de espesor. Los soportes llevan regatones machos de polivinilo de alta resistencia. El tablero superior es construido con MDF de 15mm de espesor. Cuenta con una bandeja portalibros construida

con malla de hierro de ojo cuadrado de 50mm, con 4mm de espesor. Además lleva a los lados ganchos portamochilas elaborados en alambre trefilado de 4mm. La mesa unipersonal se puede observar en el plano 2 y la mesa bipersonal, en el plano 4.

Escritorio de profesor

La estructura está constituida por tubo cuadrado de acero de 25.4mm x 25.4mm y 1.5mm de espesor. Los soportes llevan regatones machos de polivinilo de alta resistencia. El tablero superior es construido con MDF de 15mm de espesor. Cuenta con una portacajonera y cajones metálicos contruidos en plancha de acero laminado en frío de 0.80mm de espesor. Los cajones van montados en cojinetes de rulimanes y tienen tiraderas. El escritorio cuenta con una cerradura de seguridad con trampa al segundo cajón. En la parte posterior del escritorio se coloca un respaldo con tablero con MDF de 9mm de espesor. El escritorio metálico se puede observar en el plano 8.

Mesas preprimaria y de comedor

La estructura está constituida por tubo redondo de acero de 25.4mm de diámetro y 1.5mm de espesor. Los soportes llevan regatones machos de polivinilo de alta resistencia. El tablero superior es construido con MDF de 15mm de espesor, de forma hexagonal para la preprimaria y forma rectangular para la de comedor. La mesa preprimaria se puede observar en el plano 6 y la mesa de comedor, en el plano 11.

En todos los elementos anteriores, las sujeciones del MDF a los tubos se realizan mediante herrajes con rosca interior, perdidos en los tableros de MDF, dentro de los cuales se introducen pernos.

Anaqueles metálicos

El anaquel está elaborado con plancha doblada de acero laminado en frío de 0.80mm de espesor. Consta de repisas fijas soldadas con proceso de soldadura de acetileno generado. Se utiliza el proceso de soldadura MIG corrida tipo cordón para reforzar ciertas uniones. Como en la parte frontal del mueble todos los elementos metálicos quedan expuestos, deben ir con bordes doblados, tanto horizontal como

verticalmente. En la parte inferior tiene dos puertas abatibles a 180°. El anaquel metálico se puede observar en el plano 9.

Las estructuras metálicas de los once elementos llevan proceso electrostático de pintura en polvo en colores amarillo, naranja, azul, verde y rojo (20% de cada elemento en cada color) a excepción del anaquel, la silla de profesor y el escritorio, que son de color verde. Los tableros de MDF son cubiertos con dos manos de laca transparente de poliuretano.

Materiales utilizados para la elaboración de los elementos

En el anexo A se presentan las especificaciones técnicas de los materiales que se utilizan para fabricar los elementos descritos anteriormente. La malla electrosoldada está compuesta por una serie de alambres trefilados de acero que se cruzan perpendicularmente y cuyos puntos de contacto se sueldan por el proceso de soldadura con resistencia eléctrica. Los regatones son los elementos que se colocan en los extremos de los soportes de las sillas, las mesas y los escritorios, para evitar que sus estructuras metálicas estén en contacto con el piso.

Son fabricados bajo pedido, de acuerdo con las medidas de los tubos de 1", tanto redondos como cuadrados. Los tableros MDF están compuestos por capas exteriores de densidad superior a 900 kg/m^3 y una capa interior de menor densidad y máxima uniformidad, con lo que se logra buena pintabilidad y moldurabilidad. Los herrajes son elementos con rosca interior que ejercen sujeción en los tableros de MDF. Se insertan en ella para unirla a los tubos mediante pernos. Como se utilizan tableros de tres diferentes espesores, se necesitan herrajes de tres diferentes alturas. A continuación se presentan las características de estos elementos. En el anexo B se presentan las especificaciones técnicas de la pintura electrostática en polvo utilizada. La misma está formulada en combinación de resinas epóxicas y poliéster, denominadas "híbrido". Ofrecen alta resistencia química y mecánica, resistencia al rayado superficial y alta dureza. Esos recubrimientos presentan excelentes propiedades de protección y decoración. La laca que se utiliza para cubrir los tableros MDF es laca transparente de poliuretano. Es especialmente diseñada para proporcionar películas de dureza, tenacidad y elasticidad, para superficies de madera que requieren mayor protección al desgaste y al rayado. Tiene contenido de sólidos en peso

de $32.00 \pm 1.00\%$, un contenido de sólidos en volumen de $25.00 \pm 1.00\%$ y su densidad es de 0.979 ± 0.050 kg/l. No requiere imprimante.

1.2 Volumen de producción

El gran volumen de productos que se requiere para cubrir los nuevos contratos que han sido adjudicados se convierte también en uno de los principales problemas. Las cantidades que se tienen que fabricar se aproximan a un promedio de 2000 piezas por producto, lo cual evidencia que si al realizar la producción del primer contrato, en donde sólo se fabricaron un promedio de 300 piezas por producto, se presentó una diversidad de problemas, en esta ocasión, sino se hacen los respectivos correctivos, la situación se tornaría mucho más difícil.

Los nuevos contratos adjudicados son cinco, y las producciones correspondientes a cada uno se tienen que entregar en provincias diferentes. El primer contrato corresponde a las provincias de Azuay y Cañar; el segundo, a las provincias de Cotopaxi y Los Ríos; el tercero, a la provincia de Los Ríos; el cuarto, a la provincia del Guayas; y el quinto, a la provincia de Manabí. En los anexos C, D y E se pueden observar las



cantidades de pupitres, a qué escuelas corresponden y en qué cantones serán entregados, todos agrupados por contratos.

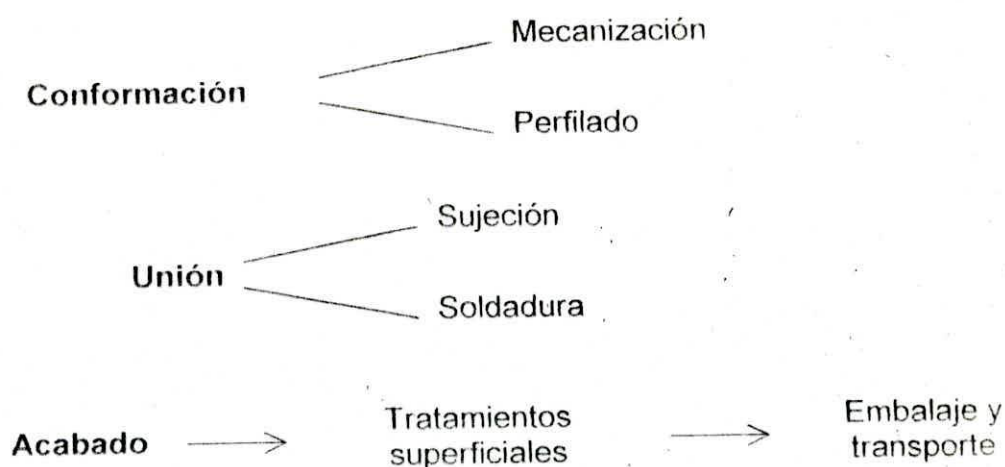
1.3 Análisis de los procesos de producción

En este análisis se describirán los procesos de fabricación. También se presentarán los diagramas de flujo (o de curso) de proceso de cada elemento. Este diagrama registra las operaciones, inspecciones y además todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que se tropieza un artículo en su recorrido por la planta. Este diagrama no es un fin en sí, sino sólo un medio para lograr una meta. Se utiliza como instrumento de análisis para eliminar los costos ocultos de un componente. Como el diagrama muestra claramente todos los transportes, retrasos y almacenamientos, es conveniente para reducir la cantidad y la duración de estos elementos. Una vez expuestos estos períodos no productivos, el análisis puede proceder a su mejoramiento. En el anexo F se pueden apreciar los diagramas de flujo de proceso de fabricación de las sillas unipersonales, bipersonales, preprimaria, de profesor y de comedor. En este caso los diagramas se han dividido en cuatro partes correspondientes respectivamente a: fabricación de estructura tubular, pintado de estructuras tubulares, preparación de

tableros de MDF y ensamblaje. Aparecen dos tiempos: uno corresponde a las sillas con una sola estructura espaldar asiento; y el otro, a las sillas con dos de estas estructuras. En el anexo G se puede apreciar el diagrama de flujo de proceso de fabricación de las mesas unipersonales y bipersonales; en los anexos H e I, de las mesas preprimaria y mesas de comedor, respectivamente; en el anexo J, de los escritorios metálicos; y, en el anexo K, de los anaqueles metálicos.

A continuación se analizan cada una de las tareas que se realizan en los procesos mencionados anteriormente.

Todos los procesos de fabricación por los que pasan las materias primas para convertirse en productos acabados, y que constituyen la tecnología de la producción, pueden dividirse en tres grandes grupos: conformación, unión y acabado. Cada uno de estos tres grupos puede, a su vez, ser dividido en dos grandes subgrupos.



El **mecanizado** es la conformación por arranque de material de una pieza mediante una herramienta o útil generalmente en movimiento. En el presente caso, comprende los procesos de corte y perforado. El **perfilado** comprende los procesos de doblado. La conformación es necesariamente previa a la unión, la cual puede ir seguida de la pintura y el embalaje.

Los dos tipos de **unión** son complementarios entre sí. La **sujeción** es la unión de materiales por medios mecánicos. En este caso se utilizan pernos para unir los tableros de MDF a las estructuras de metal. La **soldadura** se utiliza en todas las uniones y juntas que se realizan entre las piezas metálicas.

Del **acabado** depende la presentación final que tenga el producto, razón por la cual debe dársele bastante importancia. A este grupo corresponden los tratamientos superficiales y el embalaje y transporte. Los primeros se refieren, en este caso, al proceso de recubrimiento con pintura electrostática de las estructuras metálicas y de recubrimiento con laca de poliuretano de los tableros de MDF.

Para la fabricación de equipamiento escolar la materia prima principalmente está constituida por tubos metálicos, planchas metálicas, malla electrosoldada, varillas trefiladas y tableros de MDF. A continuación se analizarán los procesos de conformado, unión y acabado para cada materia prima.

Conformación

Tubos

La primera tarea que se realiza en los tubos es el **corte**. Para realizar esta tarea, en primer lugar, se colocan los tubos en una prensa, con el propósito de fijarlos para efectuar el corte. El corte se realiza manualmente con arcos de sierra.

Luego de realizados los cortes, los tubos son doblados, para darles las formas que deben adquirir para construir las sillas o mesas. Para realizar esta tarea se utilizan dobladoras manuales que fueron fabricadas exclusivamente para estos trabajos (ver plano 12). Se utilizan dobladoras con poleas de dos medidas: 17.5cm y 13cm de diámetro. La primera se utiliza para los dobleces correspondientes a los soportes y a los marcos de las mesas, tanto unipersonales como bipersonales y los espaldares de todas las sillas. La segunda, para los dobleces correspondientes a los asientos y a la parte intermedia de las estructuras corridas espaldar-asiento de todas las sillas. La dobladora se fija soldando su base sobre una mesa. Se introducen el tubo y la media caña entre el rodillo y la polea. Girando la palanca se obtiene el doblez.

Después del doblado las piezas tienen que ser **niveladas**. Esta etapa del proceso se nivelan los tubos doblados mediante torsión manual.

Es necesario **curvar las bases de los asientos** de las estructuras corridas espaldar-asiento, tal como se indica en la figura 1.3.1. Esta curvatura es necesaria para adaptar la estructura metálica a los tableros

de MDF ya que estos tienen una forma anatómica (curvatura con flecha 18mm).

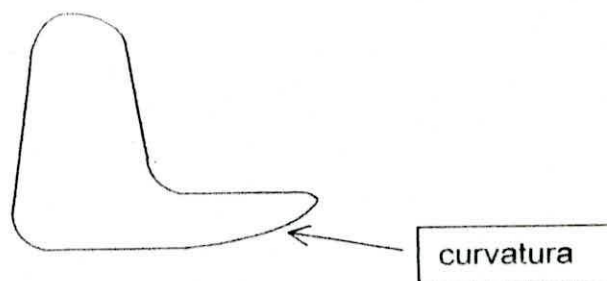


Figura 1.3.1: Estructura corrida espaldar-asiento

A los travesaños es necesario hacerles los **cortes de bocas de sapo**, para que se adapten al contorno curvo del tubo al cual se los va a soldar, tal como se muestra en la figura 1.3.2. Estas formas se adoptan con la esmeriladora.

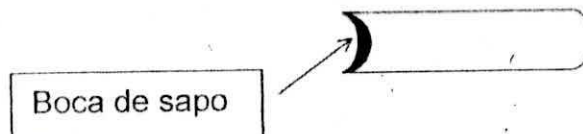


Figura 1.3.2: Corte de boca de sapo

Las **perforaciones** en los tubos son necesarias para: a) introducir los pernos para sujetar los tableros de MDF con la estructura metálica, y b) crear desfogues en los elementos para el proceso de pintura.

Para realizar esta tarea se utilizan taladros de pedestal. Primero es necesario marcar dónde van a efectuarse las perforaciones. Con antelación, una vez revisados completamente los planos de los elementos, se elaboran las plantillas con las ubicaciones exactas de las perforaciones. Las marcas se imprimen en el tubo con la ayuda de un martillo y un punto. Después de pasar los tubos por los procesos de corte y doblado, se llevan a la mesa que tiene las plantillas ya mencionadas, y se marcan las perforaciones. Luego se llevan las piezas hacia los taladros de pedestal para hacer las respectivas perforaciones. La perforación necesaria para introducir los pernos de $\frac{1}{4}$ " es de $\frac{5}{16}$ ". Para llegar a este diámetro primero se hicieron perforaciones más pequeñas. En este caso primero se utilizaron brocas de diámetro $\frac{5}{32}$ ", luego brocas de diámetro $\frac{3}{16}$ " y finalmente las brocas de diámetro $\frac{5}{16}$ ". Las brocas con las que se trabaja son de alta velocidad. En el caso de los escritorios, que están estructurados con tubos cuadrados, las perforaciones se realizan después de soldar el armazón. Por esta razón, en este caso, se utilizan taladros manuales y no de pedestal.

Planchas

Las planchas se utilizan para construir las cajoneras de los escritorios y los anaqueles. Para la construcción de ambos elementos las planchas pasan primero por los procesos de **corte y doblado**. Estas tareas se realizan en otro taller donde son subcontratados estos servicios.

Los cortes de las planchas se realizan con una guillotina. Antes de realizar los cortes se marcan las dimensiones de los mismos en las planchas. Una vez cortadas las láminas es necesario preparar éstas para el doblado. Esto es, cortar las esquinas. Esta tarea se realiza con tijeras para cortar metal. Para doblar las planchas se utiliza una dobladora de láminas metálicas. De la misma manera, es muy importante que los dobleces sean marcados con exactitud.

Malla electrosoldada y varillas trefiladas

La primera tarea que se realiza con las mallas y las varillas es el **corte**. Se utiliza una cizalla pequeña para cortar los alambres trefilados, y tijeras para cortar metal para cortar las mallas.

Las mallas electrosoldadas se utilizaron para la fabricación de las bandejas portallibros de las mesas unipersonales y bipersonales, descrita detalladamente dentro de los procesos de unión. Las varillas trefiladas también se utilizan para este propósito y además para la fabricación de los ganchos portamochilas.

MDF

La primera tarea que se efectúa a los tableros de MDF es el **corte**. Esta tarea no fue realizada en el taller de la compañía, sino encargado a un taller especializado en trabajos en madera, cercano a la planta.

Una vez cortadas de acuerdo con las medidas correspondientes, se redondean las esquinas de las piezas de todos los elementos, a excepción de los tableros de la mesa hexagonal, de la mesa de comedor y del tablero posterior del escritorio. Además deben efectuarse los canales portalápices en los tableros de las mesas unipersonales y bipersonales (ver planos 2 y 4).

Después de haber realizado las tareas antes mencionadas, las piezas son traídas a la planta, para realizar las labores de **curvado**. Las piezas

que llevan curvatura son los asientos y los espaldares de los cinco tamaños de sillas (ver planos 1, 3, 5, 7 y 10). Para este proceso se utiliza un equipo diseñado y construido en la planta. Cuenta con una prensa de tornillo y un cajón metálico. La prensa baja lentamente una placa cuadrada con la forma cóncava que se le tiene que dar al tablero. El cajón tiene conectado a su parte inferior un ducto por el cual llega vapor de agua desde un tanque con agua en ebullición. Gracias a la acción del vapor de agua, el MDF se ablanda y cede ante la presión, tomando así la forma deseada.

Luego de doblar los tableros, estos son colocados en una mesa como se muestra en la figura 1.3.3, con el propósito de que al perder el calor no pierdan la curvatura que adaptaron.



Figura 1.3.3: Tablero de MDF curvado

Una vez doblados los asientos y espaldares, a estos, junto con el resto de piezas de MDF, se les realizan las **perforaciones** necesarias para

colocar los insertos (herrajes). Como ya se mencionó anteriormente, los herrajes son necesarios para fijar los tableros a las estructuras metálicas introduciendo en ellos los pernos.

Antes de realizar las perforaciones es necesario, como en el caso de los tubos, elaborar plantillas para así primero marcar con exactitud dónde va a perforarse. Luego de marcar, las perforaciones son realizadas con un taladro de pedestal utilizando brocas para madera de diámetro 11mm. Estas perforaciones deben tener una profundidad de 7mm en los tableros de 9mm de espesor, 10mm en los tableros de 12mm de espesor, y 12mm en los tableros de 15mm de espesor. Estas medidas corresponden a las alturas de los herrajes.

Unión

Para el soldado de todas las piezas metálicas se utiliza el proceso MIG con alambre de diámetro 0.8mm. En el proceso de soldadura por arco metálico en gas inerte, MIG (cuyas siglas significan Metal Inert Gas) se utiliza un electrodo metálico descubierto (que llega desde una bobina) y tanto el arco como el metal fundido están protegidos por una atmósfera

de gas inerte. El electrodo se hace avanzar por medio de una pistola especial, la cual también suministra el gas protector.

Tubos

La soldadura de los elementos tubulares se realiza en posición horizontal y es en sentido descendente.

Malla electrosoldada y varillas trefiladas

Para obtener la bandeja portalibros se utilizan malla electrosoldada 100x100 con alambre de diámetro 4mm y las varillas trefiladas del mismo diámetro. Se utilizan ambos materiales debido a que el requerimiento para las mesas de pupitre unipersonal y bipersonal es una malla 50x50.

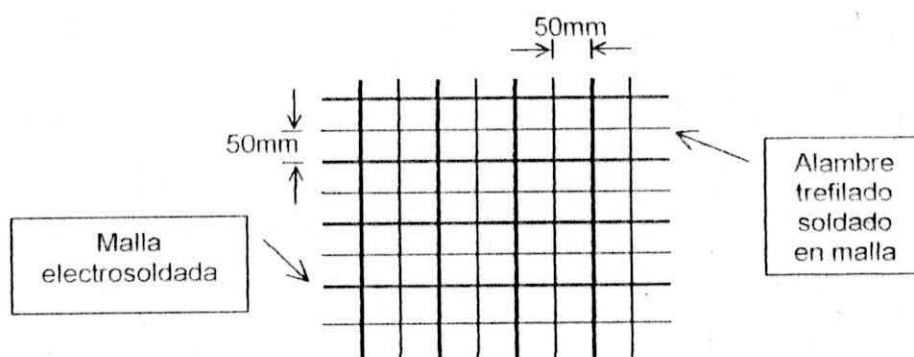


Figura 1.3.4: Malla portalibros

Tal como muestra la figura 1.3.4, se sueldan las varillas trefiladas a una distancia de 50mm de los alambres de la malla, tanto transversal como longitudinalmente, para que queden los alambres con 50mm de espaciamiento entre sí. De esa forma se obtiene la malla 50x50.

Esta tarea se efectúa sobre una mesa donde se han punteado pedazos de ángulo que sirven como topes, para poder colocar correctamente la malla y los alambres al momento de soldar, y así lograr el espaciamiento de 50 mm. Después de soldar las varillas a las mallas, éstas se llevan a la dobladora de planchas para hacerles los tres dobleces que se muestran en la figura 1.3.5.

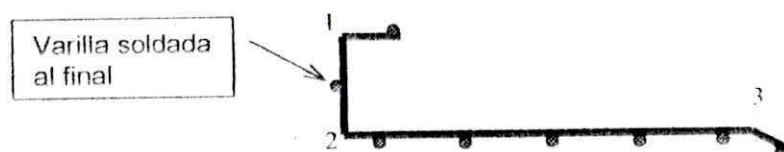


Figura 1.3.5: Vista lateral de la malla portalibros

Después de doblar la malla, se suelda la varilla trefilada entre los dobleces 1 y 2. Esto se hace después para no dificultar las labores de doblado.

Planchas

El soldado de las planchas para la fabricación de escritorios y anaqueles se realiza con soldadura con acetileno generado. Las uniones de las repisas en los anaqueles se refuerzan con soldadura MIG. También se utiliza MIG para soldar las almas a las repisas.

Cuando se calienta piedra caliza y coque (carbón blando) juntos en un horno eléctrico se funden y producen una nueva sustancia. Esta sustancia se llama carburo de calcio. Cuando se pone el carburo de calcio en contacto con el agua, se produce gas acetileno, por la combinación química del carbono y el hidrógeno. Hay dos métodos para fabricar gas acetileno: se agrega agua al carburo o se agrega carburo al agua. Con cualquiera de estos métodos se produce lo que se llama **acetileno generado**. En la planta se utiliza el generador de carburo por adición de agua. El metal de aporte que se utiliza para unir las planchas es el bronce.

MDF

Para realizar la sujeción de los tableros de MDF a las estructuras metálicas es necesario instalar los herrajes. Estos son instalados en los tableros con una herramienta construida en la planta para facilitar esta labor, que se puede observar en la figura 1.3.6.

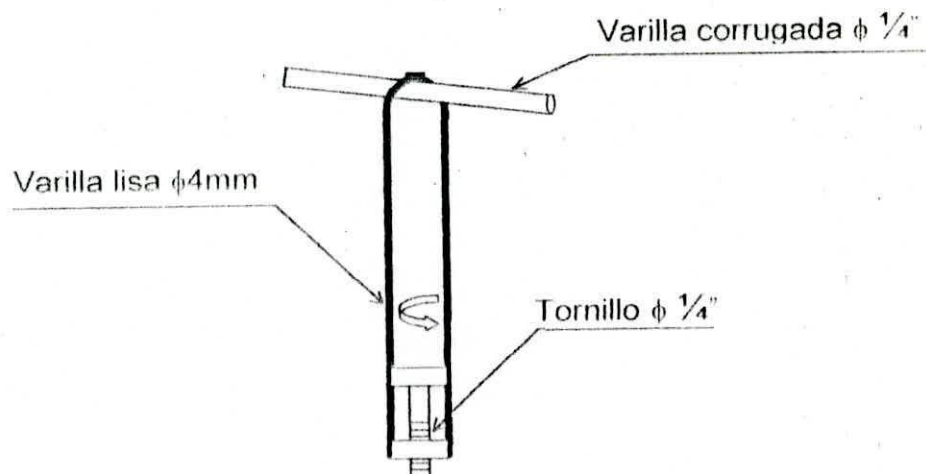


Figura 1.3.6: Herramienta para colocar los herrajes

Se introducen los herrajes en los tableros enroscándolos con esta herramienta, ya que tiene soldada en su parte inferior un tornillo $\phi \frac{1}{4}"$, correspondiente al diámetro interior de los herrajes.

Acabado

Los procesos que corresponden al acabado son los tratamientos superficiales, el embalaje o empaquetado y el transporte.

Después de armar (soldar) la estructura de todos los elementos, estos se llevan al área de pulido. En este lugar se realiza el **pulido final** y además se verifica la **calidad** de las piezas. Entre los detalles más importantes que se verifican, se observa que los elementos tengan todas las perforaciones necesarias y que estén correctamente pulidas todas las uniones y perforaciones. Más que nada es necesario en esta etapa observar que estén bien pulidos los extremos de las varillas trefiladas que fueron soldadas a la malla portalibros, porque caso contrario esos extremos pueden rayar o cortar a los niños que utilicen las mesas.

Luego de haber realizado estas tareas, los pupitres se llevan al área de pintado. Para el **pintado** de todas las estructuras metálicas se utiliza el proceso electrostático de pintura. En este proceso se utilizan partículas de pintura en polvo que son termoendurecibles. Por esta razón es necesario exponer al calor las piezas metálicas después de aplicarles la pintura. Antes es necesario tratar las superficies a pintar, porque deben estar libres de óxidos y grasas. A continuación se detallan uno a uno los pasos que se siguieron en este proceso.

1. Desoxidación
2. Desengrase
3. Fosfatización
4. Secado con aire comprimido
5. Pintada
6. Horneado

Para los primeros tres pasos se utilizan tanques con soluciones. Después de la aplicación de cada solución, la pieza es enjuagada en otro tanque aparte que contiene agua. En el primer paso se sumerge la pieza metálica durante cinco minutos en una solución de ácido sulfúrico que contiene un inhibidor (para evitar que el ácido ataque al metal). En el segundo paso se la sumerge en una solución desengrasante para retirar la grasa remanente en el metal. En el tercer paso se utiliza una solución de sulfato de aluminio durante cinco minutos para conseguir que se forme una película en la superficie del metal que permita mejor adherencia a la pintura en polvo. Todas las soluciones actúan a temperatura ambiente. Antes de aplicar la pintura en polvo, los elementos se secan utilizando aire comprimido, con el propósito de eliminar todo residuo de agua que quede sobre la superficie del metal.

La pintura es aplicada con el equipo electrostático. La pintura remanente es tamizada y puede ser mezclada con pintura original para volver a ser aplicada.

Después de aplicada la pintura, los elementos se introducen al horno por espacio de 10 a 15 minutos, para el caso de las mesas, sillas y escritorios, y de 15 a 20 minutos, para el caso de los anaqueles. Este el tiempo que se necesita para que las partículas de polvo de pintura se endurezcan y adhieran completamente al metal.

Luego del proceso de pintado, se **instalan los regatones** en los soportes de todos los elementos con ayuda de un martillo de goma. Después de realizada esta tarea, los productos terminados son **embalados** para ser transportados a los distintos lugares donde deben ser entregados. Esta tarea es necesaria como etapa final del proceso de producción. El objetivo principal del embalaje es evitar que el roce que pueda presentarse entre los muebles al transportarlos hacia su destino final, afecte su presentación. Por decisión del gerente técnico, todos los

muebles fueron transportados llevando por separado el metal del MDF, para armar los pupitres en los lugares de entrega. Esta decisión se tomó para evitar que los tableros de MDF se estropeen durante la transportación de los pupitres armados hacia las escuelas.

El embalaje de las piezas tubulares se realizó envolviendo con tiras de plástico de 3cm de ancho las superficies de los elementos que pudieran presentar roces. Haciendo un análisis de este punto se decidió no envolver todo el pupitre, para abaratar costos. Sólo se envolvieron las partes que pudieran presentar roces.

- Tan solo la parte superior de los soportes y la parte inferior de los espaldares, en el caso de las sillas.
- Los soportes, en el caso de las mesas.

Las esquinas de los escritorios se cubrieron con esponjas (que fueron amarradas con piolas) para evitar que rayen a algún otro elemento durante la transportación. Los anaqueles fueron envueltos con pedazos

de plástico reprocesado de 1m de ancho, y se colocaron esponjas en sus esquinas, de igual manera que en los escritorios.

El embalaje de las piezas de MDF se realizó envolviendo con plástico reprocesado los tableros por grupos de 20 piezas cada uno, y colocando esponjas entre ellos y las paredes del camión donde se transportan.

Una vez en los sitios de entrega (las diferentes escuelas de los cantones ya mencionados), se procedió a unir los tableros de MDF con las estructuras metálicas, colocando los pernos galvanizados con desarmadores planos.

1.4 Inconvenientes presentados

A continuación se enumeran las áreas en las que se presentaron inconvenientes durante la ejecución del primer contrato de fabricación de equipamiento escolar.

- **Control de producción.** No se llevó un adecuado control de la producción. Las labores tanto de planeamiento como de control no se efectuaron de manera efectiva.
- **Tareas de perforación.** Al momento de instalar los pernos se notó que, en su mayoría, las perforaciones en los tableros de MDF no coincidían con las perforaciones en las estructuras metálicas.
- **Pintura electrostática.** Un gran número de las piezas presentó severos deterioros de la pintura. Por esta razón fue necesario enviar a un equipo de operarios para que realicen las labores de cambio de piezas defectuosas por piezas en buen estado. Representó un sustancial aporte de capital económico.
- **Embalaje.** Al desembarcar los pupitres en las escuelas, fueron notorios los raspones que estos sufrieron durante el viaje. Por esta razón, antes de efectuar las entregas de los pupitres, fue necesario realizar retoques de la pintura en varias de las piezas.
- **Almacenamiento.** No se estableció ningún lugar destinado al almacenamiento de los pupitres listos. Por esta razón las condiciones desfavorables del medio ambiente perjudicaron la calidad de algunas de las piezas terminadas.

- **Ensamblaje.** Ya que se decidió armar los pupitres en los lugares de entrega, fue necesario conseguir en los cantones donde estaban ubicadas las escuelas un sitio que funcionara como centro de operaciones, en el cual se pudiera realizar el ensamble de los elementos. Esto representó uno de los principales inconvenientes.

En el anexo L se puede apreciar un gráfico comparativo entre las piezas defectuosas y las piezas óptimas resultantes de los procesos de perforado y de pintado electrostático.



Capítulo 2

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA COMPAÑÍA

2.1 Tamaño y localización de la planta

La planta actual de esta compañía cuenta con un área de 1.913 m². Tiene 29.6m de ancho por 64.6m de largo. El terreno no está techado en su totalidad. Cuenta con 680m² de techado con plancha metálica, correspondiente al área donde se ejecutan los trabajos de taller; y 520m² con techado de eternit, correspondiente a las oficinas y lugar de pintado.

Está localizada en el Km. 2.5 Vía Durán Tambo, detrás de la Gasolinera Texaco, tal como se puede observar en la figura 2.1. Se podría decir que esta ubicación es conveniente partiendo desde varios puntos de vista. En esta zona existe diversidad de distribuidoras de materiales de construcción y de perfilería en general. Pero, en cuanto a la compra de

materiales menores siempre se prefiere adquirirlos en las ferreterías que quedan en el centro de la ciudad de Guayaquil, porque ofrecen los mejores precios. Por otro lado, los clientes no han tenido ningún inconveniente en acercarse a la planta a solicitar información sobre los productos que se ofrecen, o en ir a retirarlos.

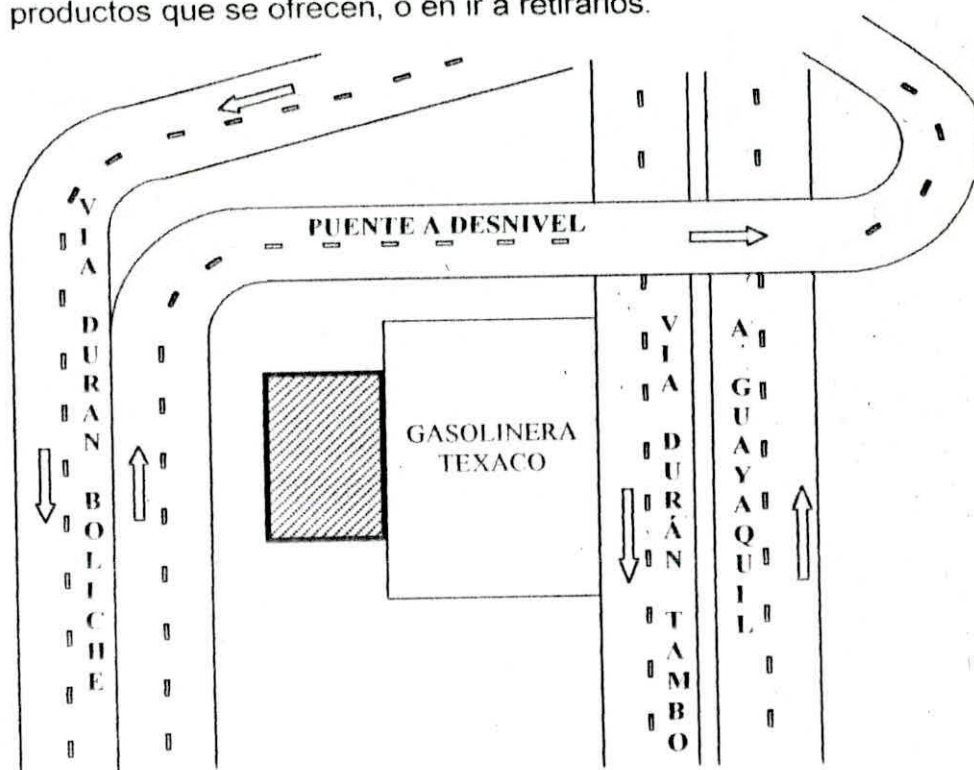


Figura 2.1: Ubicación e implantación de la compañía

2.2 Listado y descripción de equipos

En el anexo M consta el listado y las especificaciones de los equipos con los que cuenta actualmente la empresa.

2.3 Distribución de planta

En esta planta se ha fabricado una diversidad de productos, que enumeramos a continuación:

- Remolques
- Furgones secos
- Furgones térmicos
- Plataformas
- Chassises portacontenedores
- Kioscos

En la compañía nunca se le dio importancia al hecho de tener una correcta distribución de planta. Esto ocurre principalmente debido a la diversidad de elementos que se fabrican en ella. Además, dados sus comienzos, no se contaba con todas las herramientas y equipos necesarios para efectuar trabajos de doblado y cortado de planchas y tubos, y generalmente se hacían estas tareas (inclusive hasta la fecha actual) en talleres de Guayaquil.

La distribución de planta actual de la empresa se muestra en el plano 13.

2.4 Manejo de personal

El manejo de personal es una parte fundamental en la administración de toda empresa. Es muy importante contar con una fuerza de trabajo organizada y eficiente. Este subcapítulo se enfocará específicamente en el personal correspondiente al área de producción.

El Gerente de Producción es el encargado del manejo de la fábrica. Este debe reportar a la Gerencia General sobre sus funciones. En el caso de la compañía que es objeto de estudio, los departamentos técnico y de producción funcionan como uno solo. Por esta razón el Gerente Técnico asume también la Gerencia de Producción.

- Controlar el normal funcionamiento de la maquinaria de la fábrica
- Controlar y supervisar la utilización de los materiales
- Controlar el trabajo de cada grupo de trabajo y sus responsabilidades
- Contratación de nuevo personal
- Controlar los costos de la producción

- Control de calidad

Las habilidades y conocimientos requeridos son los siguientes:

- Ser preferiblemente Ingeniero Industrial o Mecánico
- Tener conocimientos de administración de empresas
- Habilidad en el manejo de personal
- Conocimientos avanzados de computación
- Tener conocimientos de mantenimiento de maquinaria
- Tener conocimientos de seguridad industrial
- Conocimientos de inglés

La persona que ocupa ese cargo en este momento cumple con todas las funciones descritas, a excepción de conocimientos de computación y de inglés. Por esta razón la gerencia general contrató un asistente con el fin de que supla esas funciones y además ayude en las labores de organización del departamento.

El otro grupo representativo en el área de la producción es la mano de obra, ya que es el grupo de personas que se encarga directamente de la producción. La mano de obra está constituida básicamente por los jefes de grupo y los ayudantes. Los jefes de grupo serán los que se encarguen de dirigir la producción. Estos recibirán los planos para la ejecución de la obra y deberán organizar a sus trabajadores para llevar a cabo el proceso productivo. Sus funciones serán:

- Producir con calidad
- Disminuir el desperdicio del material
- Conservar su lugar de trabajo limpio
- Cumplir con fechas tope de fabricación
- Reportar cualquier inconveniente al gerente de producción

Deben cumplir con los siguientes requerimientos:

- Don de mando
- Liderazgo
- Conocimientos básicos de lecturas de planos

- Destreza en la utilización de maquinaria
- Conocimientos de carpintería
- Conocimiento del sistema métrico

Actualmente los jefes de grupo no cumplen con algunos de estos requerimientos. Por esta razón es necesario que el Gerente de Producción (que es quien los dirige) tome la decisión de contratar nuevo personal para la fabricación correspondiente a los futuros contratos, o corrija las fallas de los jefes actuales.

La conformación de los grupos la realiza cada jefe de grupo individualmente. Los jefes de grupo deben proponer al Gerente de Producción su posible grupo de trabajo, para que este los apruebe, en función de la planificación correspondiente. En la compañía las labores de producción son planificadas por el Gerente de Producción en conjunto con el Jefe de Planta. El Jefe de Planta es el que dirige las labores del taller. Él dirige los trabajos que realizan todos los jefes de grupo. Él debe observar que los jefes de grupo y demás operarios cumplan con los requerimientos anteriormente descritos, y principalmente debe velar por el cumplimiento de la planificación de las labores de producción.

Capítulo 3

3. DISEÑO DE UN CICLO DE FABRICACIÓN

Para realizar el diseño de un ciclo de fabricación es necesario aplicar conceptos de control de producción.

3.1 Control de producción

El control de la producción comprende la organización, el planeamiento, la comprobación de los materiales, los métodos, el herramental, los tiempos de las operaciones, la manipulación de las rutas de fabricación, la formulación de programas y su despacho o distribución y la coordinación con la inspección del trabajo, de modo que el suministro y el movimiento de los materiales, las operaciones de la mano de obra, la

utilización de las máquinas y las actividades afines de los departamentos de la fábrica, como quiera que se hayan subdividido, produzcan los resultados de fabricación apetecidos desde el cuádruple punto de vista de la cantidad, la calidad, el tiempo y el lugar.

Todos los procesos exigen tiempo para completarse. Para producir es necesaria una preparación preliminar laboriosa que ocupa un largo período de tiempo y significa a menudo la inversión de un capital fijo importante. Si se limita a copiar los sistemas de control de producción, o partes aisladas de ellos, empleados en otras fábricas, no se hace otra cosa que introducir confusión e ineficacia en el trabajo.

Para empezar las labores de planeamiento es necesario recopilar toda la información relacionada con el trabajo que se va a realizar.

Primero deben establecerse los **materiales de fabricación**. Estos fueron definidos por la parte contratante, y ya han sido deducidos por la parte contratista. En el capítulo 1 se definieron los materiales de los que están constituidos todos los elementos objeto del contrato. En los planos de los

mismos constan las medidas. Por lo tanto, al establecer las cantidades totales de elementos que se van a fabricar, se podrán determinar las cantidades de materia prima necesarias.

Para realizar las **compras** de los materiales, es necesario:

- Averiguar cuáles de los materiales están disponibles en bodega. Para esto se observa si dentro de las existencias actuales de bodega están los materiales que se requieren en los nuevos trabajos.
- Establecer dónde se van a adquirir los materiales. Para esto se elabora una nómina de posibles proveedores y se consultan los precios que estos ofrecen. Es recomendable elaborar una base de datos con los precios que ofrecen los distintos proveedores, para así tener una mayor facilidad para comparar y elegir lo más conveniente para la compañía.
- Determinar el tiempo necesario para recibir el material. Para obtener este dato es necesario consultar si los proveedores seleccionados tienen los materiales en existencia o si necesitan algunos días para entregarlos.

Es necesario establecer el **estándar de calidad** de los elementos que van a ser producidos. La calidad de los productos es la carta de presentación de la compañía. De esto dependen futuras contrataciones, porque si los productos resultantes no satisfacen al cliente, éste buscará otras opciones de compra. En este caso, la calidad se deduce de las especificaciones que establece la parte contratante. En obras de licitación pública la parte contratante designa a un fiscalizador para que observe el desarrollo de los trabajos de la parte contratista. Esta persona vela por el cumplimiento de las especificaciones establecidas. Pero además la compañía debe asignar a una persona dentro de la planta, que se encargue exclusivamente de verificar la calidad de los elementos que se fabrican. Esta persona debe verificar que los procesos se estén haciendo correctamente, y en caso de que no, hacer las correcciones debidas antes de que pasen a la fase siguiente.

La **capacidad de la instalación** se obtiene a partir de la producción de cada máquina. Es necesario obtener los datos de cuántas unidades de trabajo por hora puede manipular cada máquina. En este caso la mayoría de procesos se realizan manualmente. Por esta razón se debe obtener la capacidad de producción por operario.

También se establecerán los **métodos de trabajo** más adecuados para fabricar los elementos que son objeto del contrato. Concretamente esto se definirá en el siguiente subcapítulo, presentando guías de fabricación.

El **orden de sucesión de las operaciones** tiene que ser revisado y corregido con ayuda de los diagramas de flujo de proceso actuales.

Es necesario incluir en hojas de trabajo y en tarjetas de instrucciones toda esta información, para que la manejen el Jefe de Planta y los operarios jefes de cada grupo de trabajo.

Finalmente se asignan **fechas para el comienzo y la terminación de cada operación** en cada área. Una vez asignadas, esas fechas forman la base para la redacción de las hojas de ruta y de los programas de producción.

3.2 Cambios en los procesos de producción

A continuación se establecerá qué procesos de producción deben ser mejorados.

Doblado de tubos

La dobladora que se utiliza actualmente necesita un mecanismo para sujetar el tubo antes de doblarlo. A falta de esto, el tubo en ocasiones se desliza y ocasiona que el doblado no se efectúe en el lugar que se requiere. Por esta razón un promedio del 3% de las piezas dobladas ha sido rechazada.

Preparación de piezas de MDF

Todos los trabajos correspondientes a la preparación de los tableros de MDF se asignarán a un taller especializado en madera.

Corte de tubos

Los cortes se deben realizar con una máquina de cortar eléctrica. Se ha decidido preferir esta opción porque el sistema manual actualmente utilizado es inexacto y toma más tiempo que el sistema eléctrico.

Troquelado

Se introducirá el proceso de troquelado para realizar los cortes en las esquinas de las láminas metálicas que forman los anaqueles y escritorios de profesor, necesarios para el doblado. Además de las esquinas, también se utilizarán troqueles para realizar las perforaciones para la colocación de cerraduras, rulimanes y tiraderas.

Perforación de estructuras tubulares

Se utilizarán brocas de titanio de alta velocidad. Estas brocas duran hasta seis veces más que las que normalmente se utilizan (alemanas y chinas). Además se realizarán los huecos necesarios con una sola perforación con brocas $\phi 5/16"$.

Para evitar que se presenten errores en el perforado de las estructuras tubulares se tienen que fabricar las plantillas con exactitud. De este factor depende, en mayor parte, la veracidad de estas tareas. Por esta razón en el siguiente capítulo se presentará el desarrollo de las plantillas que se utilizarán. También se pueden presentar fallas en este proceso por falta de destreza del operario. Este es un factor que debe controlar el

inspector de calidad. Él comprobará aleatoriamente que los huecos en las estructuras estén bien localizados, ensamblando las mismas con los tableros MDF de muestra que les correspondan. Si un alto porcentaje es erróneo, se tendrá que verificar si se están usando correctamente las plantillas o se cambiará de operario.

Pintado electrostático

Las pinturas epoxy-poliéster presentan buena adherencia y propiedades mecánicas cuando son aplicadas en superficies metálicas libres de sucios, óxidos, aceites o cualquier otro contaminante. Por esta razón las superficies de las piezas primero se deben desengrasar para ser pintadas. Además es necesario tratamiento químico para obtener excelente resistencia a la corrosión y óptimas propiedades mecánicas. Los fosfatos de hierro o de zinc promueven una mayor resistencia a la corrosión. Todo esto deja claro que es muy importante el tratamiento superficial que se les debe dar a las piezas antes de pintarlas. Comparando el procedimiento que se sigue en la empresa para el pintado, con el que se realiza en otras empresas dedicadas exclusivamente a labores de recubrimiento, se concluye que se deben realizar los siguientes cambios:

- Primero se deben retirar las grasas, después los óxidos. Las diferencias entre los procesos actual y corregido de pintado de estructuras tubulares se pueden observar en los anexos F y V.
- Las soluciones de desoxidante, desengrasante y fosfatizante deben ser chequeadas periódicamente, siguiendo las instrucciones de los proveedores de los reactivos químicos.
- Las piezas no deben ser secadas con aire comprimido, que no haya sido tratado. Esto coloca impurezas en la superficie de los elementos, e impide que la pintura en polvo tenga buena adherencia. Es más conveniente secar los elementos en el horno.

Entre las principales recomendaciones que se dan para manejar los reactivos químicos están las siguientes:

- El desengrasante debe ser de constitución alcalina. Su solución debe tener entre 5 y 7% de concentración y debe operarse entre 75 y 85° C de temperatura.
- El desoxidante, con el cual se realiza el decapado de los elementos, es ácido clorhídrico en solución de concentración entre 32 y el 36%.

En esta solución también deben añadirse inhibidores de corrosión, para evitar que el metal se vea afectado por la acción ácida. Debe trabajar a temperatura ambiente.

- El fosfatizante con el que se recomienda trabajar es fosfato de zinc en solución entre 5 y 7% de concentración. Debe trabajar entre 75 y 85° C. Esta solución también debe incluir un sellador cromático al 0.2% de concentración, que trabaja como activador picando el metal para hacer que el zinc se deposite en él.

Dado que las soluciones para el desengrase y el fosfatizado deben operar entre 75 y 85° C, es necesario implementar un sistema de calentamiento en las tinas que contienen esas soluciones.

Embalaje

Es necesario que los elementos sean embalados en su totalidad, para prevenir los raspones en ellos al momento de transportarlos.

Ensamblaje

Es necesario que los pupitres sean ensamblados antes de ser transportados. Las estructuras metálicas deben unirse con las piezas de MDF en la planta, para evitar todos los problemas que pueda traer consigo el ensamblaje en los sitios de entrega.

En el capítulo 4 se establecerá cómo se van a introducir los cambios propuestos.

3.3Diseño del ciclo de fabricación

Para que los operarios realicen correctamente las tareas se les entregarán guías para la fabricación de cada elemento. Cada operario debe trabajar conjuntamente con esta guía y la hoja de datos de cada elemento, donde constan las dimensiones. No hay que olvidar que es necesaria la continua supervisión de los jefes de grupo y el inspector de calidad.

Los operarios que realizan los cortes de los tubos generalmente no planean los cortes para aprovechar al máximo el material y minimizar los

desperdicios. Esto trae como consecuencia que al momento de realizar los cortes se pierda tiempo al planificar los cortes y se desperdicie la materia prima. Por esta razón en las guías de fabricación también se indica cómo distribuir los cortes en los tubos y planchas, y con qué cantidad de éstos se obtiene el lote óptimo.

Las sillas se han clasificado en dos grupos. El primer grupo incluye las unipersonales, preprimaria, de profesor y de comedor; y el segundo, las bipersonales. Las mesas se han clasificado en tres grupos. El primer grupo incluye las unipersonales y bipersonales; el segundo, las de preprimaria; y el tercero, las de comedor. La fabricación de los escritorios y de los anaqueles se detalla en sus respectivas guías de fabricación.

Desde el anexo N hasta el anexo U se pueden observar las guías de fabricación de los elementos. El anexo N presenta la guía de fabricación de las sillas unipersonales, preprimaria y de profesor; el anexo O, de las sillas bipersonales; el anexo P, de las mesas unipersonales y bipersonales; el anexo R, de las mesas preprimaria; el anexo S, de las mesas de comedor; el anexo T, de los escritorios de profesor; y el anexo



U, de los anaqueles metálicos. En el anexo Q consta la hoja de datos para fabricar los elementos 1, 2, 3, 4, 5, 7 y 10.

Capítulo 4

4. IMPLEMENTACIÓN (PUESTA A PUNTO)

4.1 Implementación del ciclo de fabricación

La implementación del ciclo de fabricación se desarrolla en base a la información que proporcionan los diagramas corregidos de flujo de proceso. Las correcciones hechas a estos diagramas se basan en un reordenamiento de la planta y en los cambios que se introducirán en algunos procesos. Estos diagramas se presentan en los anexos V, W, X, Y, Z y AA. De aquí se obtienen las cantidades estimativas de productos que se pueden fabricar por jornada laboral (8 horas).

La fabricación de los productos se ha dividido en grupos. En el caso de las sillas, las mesas preprimaria y las mesas de comedor son tres grupos: fabricación de estructuras tubulares, pintado y ensamblaje y embalaje. En el caso de las mesas unipersonales y bipersonales son seis grupos: fabricación de estructuras tubulares, elaboración de ganchos portamochilas, elaboración de bandejas portalibros, ensamblaje de estructuras metálicas, pintado y ensamblaje y embalaje. En el caso de los escritorios de profesor son cuatro grupos: fabricación de estructuras tubulares, fabricación de cajoneras metálicas, ensamblaje de estructuras metálicas, pintado y ensamblaje y embalaje. En el caso de los anaqueles son tres grupos: fabricación y armado de estructuras metálicas, pintado y ensamblaje y embalaje. La producción se ha dividido de esta manera porque cada grupo ha sido establecido por lotes óptimos obtenidos de acuerdo con el material y la capacidad de los equipos. Se designa un equipo de operarios para la consecución de las labores de cada uno de los grupos de fabricación.

En el anexo BB consta la programación de los ciclos de fabricación de los elementos que constituyen el equipamiento escolar. Se han destinado cinco días para la preparación previa a las labores de

producción, que se utilizan para realizar las labores que se detallan en la tabla I.

TABLA I
CRONOGRAMA DE PREPARACIÓN PREVIA A LAS
LABORES DE PRODUCCIÓN

	DÍAS (a partir de la entrega de la orden de trabajo)				
	1	2	3	4	5
Elaboración de requisición					
Cotizar precios de materiales					
Elaboración de órdenes de compra					
Aceptación de órdenes de compra					
Compra y entrega de materiales					
Asignación de tareas a los operarios					
Preparación de maquinaria					

Para realizar las labores relacionadas a la adquisición de materiales es importante trabajar en conjunto con el Departamento de Compras.

Cada cuadro en la tabla de programación del anexo BB indica la cantidad de piezas que se realizan por grupo de operarios. Si se repiten hacia abajo n veces significa que n grupos de operarios deberán trabajar un mismo día para cumplir con la programación propuesta.

En la tabla II se presentan las cantidades de producto terminado y embalado que se obtienen y cuánto tiempo toma llevar a cabo esta producción.

TABLA II
PRODUCCIÓN DE SILLAS UNIPERSONALES

Elementos	DÍAS			
	9	11	13	15
(1) Sillas unipersonales	1-120	121-240	241-360	361-480

En la tabla II se puede observar que para que sea rentable, la mínima cantidad de sillas unipersonales que se pueden producir es de 120 y esto se logrará en 9 días. Si se necesitan 45, por ejemplo, tomará igual 9 días. También se puede deducir cuánto tiempo tomará producir cualquier otro número determinado de sillas entre 1 y 480.

TABLA III
PRODUCCIÓN DE MESAS UNIPERSONALES

Elementos	DÍAS				
	10	11	13	14	15
(2) Mesas unipersonales	1-104	105-207	208-311	312-414	415-480

En la tabla III se observa la producción de mesas unipersonales. Estos dos elementos se venden juntos, a menos que el cliente especifique lo contrario. Por esta razón se concluye que el número óptimo de pupitres

unipersonales (silla y mesa) que se puede vender es de 480 y tomará 15 días fabricarlos. Se ha agrupado la producción de esta manera para tener en cuenta cómo trabajar cuando se tienen que producir grandes volúmenes, como es el caso inicial que motivó a diseñar este ciclo de fabricación.

El mismo análisis se hará con todos los demás elementos agrupándolos en pares de acuerdo al modelo (ver tabla IV).

TABLA IV
PRODUCCIÓN DE TODOS LOS ELEMENTOS

Elementos	DÍAS						
	9	10	11	12	13	14	15
3	1-55		55-110		111-166		167-220
4			1-72			73-146	147-220
5		1-120			121-240		
6	1-80		81-160		161-240		
7		1-72					
8							1-72
9							1-72
10		1-120			121-240		241-360
11		1-84		85-168			169-264
							265-360

El lote óptimo de pupitres bipersonales (elementos 3 y 4) es de 220 y su tiempo de fabricación será de 15 días. El lote óptimo de pupitres preprimaria (elementos 5 y 6) es de 240 y su tiempo de fabricación será de 13 días. El lote óptimo de los muebles metálicos para profesor

(elementos 7, 8 y 9) es de 72 y su tiempo de fabricación será de 16 días.

El lote óptimo de juego de pupitres de comedor (elementos 10 y 11) es de 360 y su tiempo de fabricación será de 16 días.

Estas fechas indican cuándo los productos estarán terminados y listos para ser entregados a los clientes. Para la entrega de los mismos se contará con una línea de transportes. Dependiendo del número de productos que el cliente demande, se contratarán los camiones para su transportación. Estos camiones deben ser cerrados, para preservar la calidad de los elementos durante los viajes.

Implementación de mejoras en los procesos de producción

Para realizar los cortes con mayor rapidez y exactitud se implementará el sistema eléctrico de corte que consta en el plano 14. Este sistema utilizará un disco metálico de corte. A diferencia de la mayoría de cortadoras de metal, no se utilizarán discos abrasivos por su elevado costo y poca duración. Este disco es de una aleación de acero con cromo y vanadio, y tiene dientes tipo diamante. La potencia es generada por un motor de 3 HP de 3450 rpm, y es transmitida al eje donde se coloca el disco de corte. La velocidad promedio a la que trabajará el sistema será de 4600 rpm. El sistema se instalará sobre una estructura

metálica que rotará con respecto a un eje empernado en la mesa de corte. El motor servirá de contrapeso. Al construir este sistema es muy importante tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- ♦ La mesa donde se instale el sistema debe estar muy bien estructurada, debido al peso de los elementos que lo constituyen y a las vibraciones que se producirán durante su funcionamiento.
- ♦ Los elementos rotatorios deben estar apropiadamente cubiertos para evitar que los operarios sufran accidentes.

El nuevo diseño para la dobladora manual consta en el plano 15. Conserva el diseño de la dobladora actualmente utilizada, introduciendo algunas mejoras.

- El eje central tiene mayor diámetro
- Dentro de la manivela se instalará el mecanismo para sujetar el tubo antes de doblarlo
- La polea, el sujetador y las guías son piezas empernadas, permitiendo así su sustitución en el caso de que se necesiten doblar tubos de mayor o menor diámetro.

Al girar la manivela para hacer el dobléz, la polea girará también por efecto de la sujeción que se hace al tubo. Para que este sistema funcione es importante que exista lubricación entre las piezas que rozan. Para el troquelado de las láminas metálicas que se utilizan en la fabricación del elemento 9 y de las cajoneras del elemento 8, se utilizará una troqueladora manual (plano 16). El valor del juego entre el punzón y la matriz, que desempeña un valor importante en el diseño de las matrices, depende de la dureza del material. Para el acero debe ser del 5 al 8% del espesor del material por lado. Las matrices que se utilizarán se muestran en el plano 16. Para su construcción se utiliza acero al manganeso-cromo-tungsteno. El tipo específico que se utiliza es denominado comercialmente DF-2. Las especificaciones técnicas del mismo constan en el anexo CC. En la tabla V se presentan los datos de las matrices.

TABLA V
CARACTERÍSTICAS DE LAS MATRICES DE CORTE A UTILIZARSE

Item	Descripción de las piezas	Número de piezas de la matriz	Número de piezas del punzón	Dimensiones del punzón (mm)	Juego entre el punzón y la matriz (mm)
E01	Esquinas	2	2	30 x 20 x 6 105 x 30 x 6	0.068
C02	Perforaciones para cerraduras	1	1	φ22 x 100	0.068
T03	Perforaciones para tiraderas plásticas	1	1	φ7 x 100	0.068
R04	Perforaciones para rulimanes	1	1	φ14 x 100	0.068
T05	Perforaciones para tiraderas metálicas	1	1	φ5 x 100	0.068

Para asegurarse de que las labores se realicen de manera efectiva y en el menor tiempo posible, se dispondrá el uso de plantillas que se utilizarán en las siguientes operaciones:

- **Corte:** los operarios utilizarán un tope universal, como se muestra en el plano 17, que será empernado en distintos lugares a lo largo de la mesa de corte que están codificados de acuerdo con cada medida de corte. Así se evitarán errores en la medición por parte de los operarios.



- **Doblado:** en la mesa de doblado se empernarán topes de acuerdo con las medidas de los dobleces (ver plano 18) de iguales características que los topes de la mesa de corte. Además en las poleas de las dobladoras varios pernos servirán de tope para marcar los ángulos de doblado.
- **Soldado:** las plantillas de soldado se muestran en los planos 19A y 19B.
- **Perforado:** estas plantillas están formadas por topes hechos con ángulos que serán empernados en una plancha que se instalará sobre la mesa del taladro de pedestal. Los topes serán colocados tomando como referencia la ubicación de la broca en el taladro (ver plano 20). En el caso de las mesas de comedor y los escritorios, los cuales se perforan con taladros manuales, se utilizarán ángulos perforados.

Es importante que las plantillas para el perforado de los tableros MDF, se construyan tomando como referencia los elementos perforados con las plantillas que constan en el plano 20.

En cuanto al proceso electrostático de pintado, tal como se explicara en el capítulo 3, es necesario implementar un sistema de calentamiento en las tinas que contienen las soluciones desengrasante y fosfatizante. Existen tres opciones para este propósito: calentador de agua, calentador de aceite y caldero. Se empleará un caldero vertical porque se necesita alcanzar una temperatura máxima de 85°C , y porque se debe mantener la misma entre 75° y 85°C , es decir, con un diferencial de temperatura de 10° .

Para calcular la capacidad de instalación del caldero se determina el volumen que se necesita calentar y en cuánto tiempo. El volumen es el correspondiente a las tinas que contienen dichas soluciones. Ese volumen es de 1.96m^3 por tina ($2.11 \times 1.03 \times 0.9$). El volumen total es de 3.912m^3 (3912kg). El tiempo de calentamiento será de 2 horas. La temperatura máxima que se necesita alcanzar es de 85°C . Con estos datos se puede determinar la potencia que requiere el caldero.

$$m = 3912 \text{ kg}$$

$$t = 2 \text{ h}$$

$$m = \frac{3912 \text{ kg}}{(3600 \text{ s})^2}$$

$$m = 0.54 \text{ kg/s}$$

$$Q = mCp\Delta T$$

$$Q = (0.54 \text{ kg/s})(4186 \frac{\text{Ws}}{\text{kg}^\circ\text{C}})(85^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C})$$

$$Q = 125,089 \text{ W}$$

$$Q = (125,089 \text{ W})(3.4123 \frac{\text{BTU/h}}{\text{W}})$$

$$Q = 426,843.63 \text{ BTU/h}$$

$$Q = \frac{(426,843.63 \text{ BTU/h})}{33450 \frac{\text{BTU/h}}{\text{BHP}}}$$

$$Q = 12.76 \text{ BHP} \approx 12 \text{ BHP}$$

El caldero necesario para este caso es de 12 BHP. El sistema de calentamiento se implementará de acuerdo con el plano 21. Este sistema va a operar de acuerdo con la programación que se haga de los ciclos de pintado, que se podrá realizar cuando se determine la cantidad específica de elementos que se tenga que fabricar. Cuando se haga este

tipo de programación se tiene que tomar en consideración que el tiempo de calentamiento de las soluciones es de 2 horas.

4.2 Distribución de planta mejorada

La distribución interna de una fábrica dedicada a la transformación de materia prima en bienes de consumo es de importancia fundamental en la planeación de la producción. Una buena planeación reduce posteriormente problemas en el manejo de materiales, almacenamiento, atrasos, etc., los cuales representan costos para la empresa. El diseño de una distribución de planta es el uso inteligente del espacio físico que se tiene disponible para crear el producto final.

Entre los principales objetivos de realizar cambios en la distribución de planta están básicamente las necesidades de espacio y comodidad. Desde que la compañía abrió sus puertas al público nunca el Departamento Técnico consideró que fuera necesario crear una distribución en la planta de acuerdo con los requerimientos de producción. En esta ocasión el volumen de producción es mucho mayor. Por esta razón es necesario utilizar todo el espacio disponible en la

planta. Actualmente de los 1900 m² correspondientes al área total del local en el cual funciona la empresa, solo son utilizados 1200 m² entre oficinas y área de producción, que son los que están techados. Es necesario techar las áreas no cubiertas para habilitarlas.

Para facilitar el manejo de los elementos, es mucho más conveniente ordenar las máquinas de acuerdo con los procesos que se van a efectuar. Por esta razón se ha establecido que los equipos deben ir ubicados en la planta de acuerdo a la sucesión de las operaciones.

Es necesario establecer dispositivos para el transporte y la manipulación de materiales y productos para transportar los materiales entre los diferentes puestos de trabajo. Para transportar los elementos a lo largo de la línea de flujo de proceso se utilizarán carretas. De esa manera el operario no tendrá que regresar por alguno de los elementos procesados.

Es necesario establecer un solo lugar para el almacenamiento de los materiales mayores para poder organizar la distribución de los materiales

a cada área de trabajo. El lugar que se designará para este propósito está ubicado en el lado oeste de la planta.

En la distribución de planta que se sugiere no se han destinado áreas grandes para el almacenamiento de productos terminados. Para evitar la aglomeración de estos se ha dispuesto que las entregas se realicen dentro de la semana posterior a su terminación.

De acuerdo con la distribución de planta propuesta, el Jefe de Bodega va a cumplir una función muy importante en la consecución de las tareas de producción. Además de encargarse de recibir los materiales que se compran y llevar el inventario de existencias, deberá encargarse de las siguientes funciones:

- Entregar la materia prima a los operarios.
- Ubicar las herramientas y los consumibles en el lugar donde los necesiten los operarios. Para lograr esto se le presentarán los requerimientos de materiales y equipos que se obtendrán a partir de los planes de trabajo diarios.

- Ubicar los tableros de MDF terminados en el área de ensamblaje. Dado que son muchas piezas, debe instruirse al jefe de bodega sobre un horario de entrega del material, que vaya de acuerdo con la cantidad de elementos que se ensambren.
- Ubicar el material para el embalaje y para el ensamblaje en el área correspondiente a esas operaciones; para evitar que el operario tenga que detener sus labores por falta de material, y pierda tiempo saliendo de su puesto de trabajo para conseguirlo.

También es importante la labor del Jefe de Planta. Él se encargará de las siguientes funciones:

- Preparar de las órdenes de trabajo y entregarlas a las jefes de grupo asignados. Esta labor se hace en conjunto con el Gerente de Producción
- Poner en marcha los planes diarios de producción al inicio de la jornada
- Verificar si se fabricó la cantidad estimada en el plan, al final de la jornada

- Verificar la calidad de los elementos que se fabrican. Es decir, debe constatar que los procesos se estén haciendo correctamente, y en caso de que no, hacer las correcciones debidas antes de que pasen a la fase siguiente.
- Cubrir cualquier necesidad que tengan los operarios en cuanto a las labores de producción que realicen

Todos estos datos deben ser recopilados. Es muy importante destacar que el Jefe de Planta también debe velar por el cumplimiento de las labores que se realicen fuera del taller. En este caso es muy importante que verifique que la preparación de los tableros de MDF se esté haciendo correctamente y dentro del tiempo establecido.

La distribución de planta que se sugiere consta en el plano 22.

Capítulo 5

5 ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1 Manejo actual de costos de producción de equipamiento escolar

Los costos actualmente en la compañía son manejados conjuntamente por el Departamento de Producción y el Departamento de Compras. El primero se encarga de la elaboración de las cotizaciones de los trabajos que los clientes demanden. El segundo, de adquirir todos los materiales para la consecución de los trabajos cuyas cotizaciones hayan sido aceptadas por los clientes.

El Departamento de Producción elabora las cotizaciones de los elementos de acuerdo con los planos (en el caso del equipamiento escolar aquí descrito, estos planos son entregados por la parte contratante) donde se incluyen las medidas y las especificaciones. Tras

un exhaustivo análisis de cada uno de los elementos se obtiene un precio de venta que es presentado al cliente. Este precio incluye los costos directos de fabricación, los costos indirectos (que a continuación se detallan) y el margen de utilidad para la empresa.

Costos indirectos

- 1 **Costos de supervisión en obra:** corresponden a los pagos que se tengan que realizar a la persona que supervise los trabajos de ensamblaje en sitio que se realicen fuera de la ciudad de Guayaquil.
- 2 **Costos de dirección en cada contrato:** es necesario que cada grupo de operarios sea dirigido por una persona en cada una de las escuelas donde se ensamblará y entregará el equipamiento escolar
- 3 **Costos de viáticos por entrega/recepción:** este rubro es válido en caso de que el equipamiento escolar que se construya tenga que ser entregado fuera de la ciudad de Guayaquil. Corresponden al hospedaje y alimentación de los operarios que se trasladan para realizar las entregas
- 4 **Costos de las herramientas que se utilicen en la entrega/recepción:** corresponden a los costos de desarmadores, taladros, brocas y demás que se utilicen al realizar las entregas

- 5 **Costos de transporte:** costos de fletes para transportar todo el equipamiento hacia su destino final.

Todos los datos de los precios con los cuales se elaboraron los presupuestos para establecer los precios de venta para el concurso son facilitados al Departamento de Compras, ya que los materiales deben ser comprados rigiéndose al presupuesto establecido.

Debido a los inconvenientes que se presentaron durante la ejecución del primer contrato (capítulo 1.4), hubo diferencias considerables entre los valores de los costos presupuestados y los costos reales. En la tabla VI se puede apreciar dicho contrato en cifras exactas, gracias a los datos proporcionados por la compañía. Debido a los descuentos ofrecidos por los proveedores y el margen de imprevistos estimado se presentaron múltiples ahorros en la fabricación de todos los elementos. Lamentablemente estos ahorros se volvieron casi inexistentes al cubrir la numerosa cantidad de piezas defectuosas. Los costos directos de fabricación fueron de todos modos menores, pero sólo en un 1.46%. Los costos indirectos estimados resultaron en gran medida menores que los reales. Esto se dio principalmente por los costos de transporte, ya que se

tuvieron que hacer viajes nuevamente hacia las escuelas para cambiar los elementos defectuosos. Por estas razones las utilidades reales fueron menores en un 11.22% a las presupuestadas.

TABLA VI
COSTOS CORRESPONDIENTES AL PRIMER CONTRATO DE
FABRICACIÓN DE EQUIPAMIENTO ESCOLAR

	Presupuestado	Real	%
Costos directos de fabricación	46.664	45.982	-1.46
Costos indirectos	8.298	9.810	18.22
Total de costos	54.962	55.792	1.51
Utilidad	7.396	6.566	-11.22
Precio total	62.358	62.358	

5.2 Análisis de costos de las mejoras de los procesos de producción

Hasta antes de realizar esta investigación no se consideró conveniente hacer cambios sustanciales en los procesos de producción, porque se prefirió no invertir más capital. La preparación preliminar laboriosa de los trabajos de producción significa necesariamente la inversión de un capital fijo importante. Si bien al adquirir un equipo nuevo o cambiar un sistema se deba invertir capital, esto beneficiará la agilidad de los procesos. El análisis que se realizará en este capítulo es necesario para determinar si es rentable realizar esos cambios. Para el primer contrato adjudicado solamente se invirtió capital para implementar el sistema de pintado electrostático en la planta. Esto es, la compra del equipo de

pintura, la fabricación del horno, de la cámara de pintado y de las tinas de inmersión.

Corte de tubos

En el capítulo anterior se introduce el diseño de una cortadora eléctrica (plano 14) con el fin de desplazar la utilización del arco de sierra. El costo aproximado de la implementación de este sistema de corte es de \$ 1206, como consta en la tabla VII. Una cortadora marca Wilton de similares características se puede adquirir en el mercado a un valor de \$3.000.

**TABLA VII
COSTOS APROXIMADOS DE CORTADORA ELÉCTRICA
CON DISCO METÁLICO**

Descripción	Costo aproximado (\$)
Motor 4 HP, 3450 rpm	510
Mandril para doble banda	80
2 bandas	16
1 polea de doble guía	15
Disco metálico de corte	450
Switch de botón	30
Materiales del bastidor y de las cubiertas para disco de corte y motor	100
Torneada de materiales	5
M/O	10
TOTAL	1216

Si se compara el disco abrasivo con el disco metálico de corte, se verá que el primero tiene una vida útil enormemente menor que el disco

metálico. De la misma manera, sus precios varían notablemente (\$6.54 el primero y \$450 el segundo).

Discos metálicos de corte de similares características al que se sugiere para utilizar en la cortadora, son utilizados en IPAC para cortar tubos, ángulos, perfiles, etc. El disco que ahí se está utilizando diariamente desde hace dos años conserva en la actualidad sus características físicas casi intactas, lo cual indica que seguirá en uso por mucho más tiempo.

Doblado de tubos

La utilización de dobladoras hidráulicas presenta facilidad de manejo para el operario, porque no tiene que realizar mucho esfuerzo físico al doblar los tubos, lo que implica que pueda trabajar más tiempo sin parar. Además los tiempos de producción son menores. En el taller "El Gran Escape", en la ciudad de Guayaquil se pueden subcontratar los servicios de doblado, ya que éste cuenta con varias dobladoras hidráulicas entre las cuales existe una que es utilizada especialmente para fabricar muebles tubulares. El costo del alquiler de la maquinaria en dicho taller

es de \$0.20 por doblez de tubo $\phi 1" \times 1.5\text{mm}$. Si se trata de más de 1000 dobleces el costo se reduce a \$0.12 por doblez.

En cuanto a la dobladora manual actualmente utilizada (plano 12), su fabricación tiene un costo aproximado de \$120. Si se le introducen las mejoras presentadas en el plano 15, su costo es de \$190.

Troquelado de láminas metálicas

La fabricación de la troqueladora manual que se introduce en el capítulo 4 (plano 16) tiene un costo aproximado de \$ 1.010 incluyendo los valores de los juegos de matrices que se van a utilizar para estos casos.

Sistema de calentamiento

Los costos del sistema de calentamiento que se presentó en el capítulo anterior (plano 21) se detallan en la tabla VIII.

TABLA VIII
COSTOS APROXIMADOS DE SISTEMA DE CALENTAMIENTO

Elementos	Precio
Caldero vertical York Shipley	11.000
Ablandador Culligan	350
Serpentín AISI 316 (L=16-20m, $\phi 2"$)	2.500
Tanque diesel 1000 gal	1.800
Tanque diesel diario	300
Instalación (incluyendo materiales y m/o)	1.000
Costo total	16.950

De acuerdo con la tabla VI, durante la ejecución del primer contrato se perdieron \$830 en las utilidades de la empresa, en cuarenta y cinco días, que fue el tiempo de ejecución de los trabajos. Principalmente estas pérdidas se ocasionaron por la mala calidad del pintado en las piezas. Al implementar el sistema de calentamiento se mejorará la calidad del tratamiento superficial previo al pintado. Partiendo de este análisis se puede establecer que la inversión realizada al adquirir este sistema se recuperará en aproximadamente 2 años siete meses.

En la tabla IX se han establecido las diferencias de los costos de fabricación utilizando los sistemas propuestos tomando como referencia la fabricación de una silla unipersonal. En esta tabla no se incluyen los

costos de la materia prima utilizada, porque no son de interés en este análisis. Se incluyen los costos de mano de obra, de utilización de los sistemas propuestos (donde se incluyen los costos de depreciación de la maquinaria y equipos) y de reparaciones por rechazo de piezas defectuosas. La alternativa 1 corresponde a la fabricación actual de sillas unipersonales utilizando la dobladora manual de tubos, el sistema manual de corte y el sistema de pintado como se explica en el capítulo 1.3. Exceptuando la primera alternativa, todas corresponden a la fabricación de estructuras tubulares que se propone en el diagrama corregido de proceso. En las alternativas 2 y 3 se introducen la utilización de la nueva dobladora de tubos y la subcontratación de dobladoras hidráulicas, respectivamente. En las demás alternativas se introducen la utilización de la cortadora eléctrica con disco abrasivo de corte y con disco metálico y la implementación del sistema de calentamiento propuesto. De esta tabla se puede deducir que lo más económico es introducir los tres cambios propuestos (alternativa 8) para fabricar la silla unipersonal.



TABLA IX
TABLA COMPARATIVA DE COSTOS DE FABRICACIÓN DE
EQUIPAMIENTO ESCOLAR

RUBROS	COSTOS UNITARIOS DE FABRICACIÓN DE SILLA UNIPERSONAL							
	ALTERNATIVAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Mano de obra	1.18	0.94	0.86	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
Dobladora manual	0.50			0.50	0.50			
Dobladora manual con nuevo diseño		0.60				0.60	0.60	0.60
Subcontratar dobladora hidráulica			1.17					
Sistema de corte manual con hojas de sierra	0.05	0.05	0.05					
Sistema de corte eléctrico con disco abrasivo				0.20		0.20		
Sistema de corte eléctrico con disco metálico					0.14		0.14	0.14
Sistema de calentamiento								0.13
Reparaciones por rechazo de elementos	0.44	0.32	0.32	0.4	0.36	0.28	0.24	
TOTAL	2.17	1.91	2.40	2.04	1.94	2.02	1.92	1.81

5.3 Análisis de costos de la implementación del ciclo de fabricación

En la tabla X se presenta un resumen de la inversión de capital necesaria para implementar el ciclo de fabricación propuesto.

TABLA X
COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE CICLO DE FABRICACIÓN

Rubros	Costos aproximados (\$)
Adquisición de equipos nuevos	21.076
Cambios en la distribución de planta	6.533
Adquisición de 20 carretas para el transporte de los elementos a lo largo de las líneas de producción	592
Elaboración de plantillas	55
Elaboración de tarjetas de información para Jefe de Bodega, Jefe de Planta y operarios	30
TOTAL	28.286

En el rubro de adquisición de equipos nuevos se incluyen los costos de fabricación de 10 dobladoras de tubos con el nuevo diseño, de 1 troqueladora manual y la implementación del sistema de calentamiento y el sistema de corte propuestos.

Se estima que se necesitarán 20 carretas, asumiendo que todos los grupos de operarios trabajen simultáneamente. Estas carretas deben guardarse en la bodega y ser distribuidas a los operarios por el Jefe de Bodega.

Las tarjetas de información incluyen las guías de fabricación para los operarios.

Si la compañía realiza los trabajos correspondientes a los cinco contratos nuevos (capítulo 1.2) y se obtienen utilidades iguales a las que se ganaron en el primer contrato, se ganarían aproximadamente \$40.000. De esta manera se podría recuperar la inversión realizada al implementar el ciclo de fabricación propuesto al realizar los trabajos correspondientes a estos cinco contratos.

5.4 Análisis de costos de las mejoras en la distribución de planta

Para readecuar la planta se tiene que invertir capital para cubrir las siguientes necesidades:

- Techar las áreas que no estén actualmente techadas para habilitarlas. Aproximadamente 700m² faltan ser techados.
- Reparar partes del techado existente donde se presenten fugas de agua
- Reubicar los equipos de acuerdo con la nueva distribución de planta

En la tabla XI se presentan los costos necesarios para cubrir estas necesidades. Para el techado faltante se utilizará plancha prepintada INSA color verde de 0.40mm de espesor.

TABLA XI
COSTOS DE CAMBIOS EN DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Rubros	Costo (\$)
Techado 700m ² (materiales e instalación)	6.360
Reparación de techado existente (materiales y m/o)	90
Reubicación de equipos	83
TOTAL	6.533

VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación presento las conclusiones a las que he llegado tras realizar este trabajo:

- 1 Es posible dar solución a los problemas planteados, con ayuda de los conocimientos que he adquirido a lo largo de mis estudios en la carrera de Ingeniería Mecánica de esta universidad.
- 2 La compañía no pudo realizar a entera satisfacción los trabajos correspondientes al primer contrato de fabricación de equipamiento escolar porque el Departamento de Producción no realizó las labores de planificación y control de manera efectiva.
- 3 El mayor porcentaje de elementos rechazados se presentó por causa del mal tratamiento superficial previo al pintado electrostático de las estructuras metálicas.
- 4 Es conveniente establecer todos los procedimientos de fabricación en guías por escrito para uso de los operarios

- 5 Es muy importante el uso de plantillas en los diversos procesos de fabricación para agilizarlos y realizarlos con mayor precisión
- 6 Los problemas aquí planteados son comunes en la mayoría de empresas de construcción metalmecánica.
- 7 La Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción debe fomentar la participación de los estudiantes, durante sus prácticas vacacionales, en el proceso productivo de las empresas para solucionar problemas como los planteados en este trabajo
- 8 Debe ser prioridad de todo departamento encargado de la producción de una empresa realizar la planificación de todos los trabajos de producción antes de comenzar a realizarlos
- 9 También debe ser prioridad de este departamento llevar un control para verificar que dicha planificación se cumpla.
- 10 Mediante este trabajo demuestro que es posible realizar las labores de control de producción involucrándose directamente en todos los procesos productivos.

Sugiero que se tomen en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Implementar el sistema de calentamiento propuesto en el capítulo 4, porque el tratamiento superficial de los elementos previo al pintado electrostático requiere que las soluciones desengrasante y fosfatizante alcancen temperaturas máximas de 85°C.
2. Trabajar conjuntamente con los proveedores de reactivos químicos para el tratamiento superficial de los elementos en el manejo de las soluciones necesarias para dicho tratamiento.
3. Para la preparación de los tableros de MDF es necesario subcontratar a personal fuera de la planta que tenga experiencia en realizar esos trabajos
4. Ensamblar en planta los elementos correspondientes al equipamiento escolar (estructuras metálicas con tableros MDF)
5. Crear manual de funciones para Jefe de Planta y Jefe de Bodega de acuerdo con lo establecido en el capítulo 4.4.
6. Debe realizarse inspección de calidad al final de cada proceso de fabricación para reducir el número de elementos rechazados por defectos de fabricación

BIBLIOGRAFÍA

1. BAKKER, F.J.; HOVESTREIJDT, A.J.W.; Soldadura por Arco; Biblioteca Técnica Phillips.
2. PENDER JAMES; Soldadura; McGraw Hill Interamericana.
3. ALTING LEO; Procesos para Ingeniería de Manufactura; Ediciones Alfaomega.
4. AMSTEAD B.H., OSTWALD PHILLIPS; Procesos de manufactura; Trans. Editions Inc-John Wiley & Sons.
5. ALFORD L.P., BANGS JOHN, HAGEMANN GEORGE; Manual de la Producción; The Ronald Press Company.

6. KONZ STEPHAN; Manual de Distribución en Plantas Industriales: Diseño e Instalación; Editorial Limusa, Grupo Noriega Editores..
7. NIEBEL BENJAMIN; Ingeniería Industrial: Métodos, tiempos y movimientos; Grupo Editor Alfaomega.

ANEXOS

ANEXO A
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES DE FABRICACIÓN DE EQUIPAMIENTO ESCOLAR

	Tubos redondos	Tubos cuadrados	Planchas	Malla	Alambre	Pernos	Regatones	MDF	Herrajes
Material	Acero laminado en caliente	Acero laminado en caliente	Acero laminado en frío			Acero galvanizado	Polivinilo de alta resistencia	Fibras de densidad media	Zamag
Largo	6m	6m				1 1/4", 2 1/2"	9mm		7, 10, 12 mm
Terminación	Extremos de máquina	Extremos de máquina				Cabeza redonda			
Calidad	SAE 1010	SAE 1010	SAE 1010	SAE 1010	SAE 1010				
Norma de fabricación	JIS G3445, Norma interna	JIS G3445, Norma interna		INEN 1510					
Medidas	φ 1" (25.4mm)	1" x 1"	1000mm x 3000mm	6500 mm x 2440 mm	φ 4.2mm	φ 1/4"	φ 1", 1"	1220mm x 1830mm	12.8mm
Designación	1"	1"	1 x 3	ojo cuadrado 100		1/4"			
Resistencia máxima a la fluencia									1848.6 N
Espesor	1.5mm	1.5mm	0.85mm						
Peso	8.46 kg	4.20 kg	20.02 kg	35270 kg/cm ²	4570 kg/cm ²			9, 12, 15mm	
Reducción de área				30%					
Área de la sección transversal	1.72cm ²	0.80cm ²		1.26 cm ² /m		0.0364 pda ²			
Momento de inercia de la sección	2.89cm ⁴	0.47cm ⁴							
Módulo resistente de la sección	1.52cm ³	0.47cm ³							
Radio de giro de la sección	1.30cm	0.77cm							

Escuela	Cantón	Parroquia	Silla unipersonal	Mesa unipersonal	Silla bipersonal	Mesa bipersonal	Silla preprimaria	Mesa preprimaria	Silla de profesor	Escritorio de profesor	Anaqueel metálico	Silla de comedor	Mesa de comedor
1 Escuela Catalina Guerrero	Cuenca	Vaile			12	12	30	5	1	1	1		
2 Escuela Cornelio Crespo Toral	Cuenca	Baños	30	30	20	20	30	5	5	5	5	24	6
3 Escuela Vicente Leon Picon	Cuenca	Ricaurte			30	30						24	6
4 Escuela Julio Maria Matovella	Paute	Paute	65	65	30	30	36	6	3	3	3		
5 Escuela Nicolae Sopos Maluav	Cañar	Cañar	40	40	30	30			6	6	6	24	6
6 Escuela Santa Rosa de Lima	Cañar	Cañar	140	140				4	4	4	4		
7 Escuela Intercultural Bilingue César Morochino	Nabon	Nabon	45	45								24	6
8 Escuela Jesus del Gran Poder	Cuenca	Mollituro			40	40			3	3	3	24	6
9 Escuela Roberto Espinoza	Cuenca	Chiquitad			30	30	18	3	7	7	7	20	5
10 Escuela Antonio Morales	Paute	Torreblanca										24	6
11 Centro Educativo Gaspar Sangurima	Cuenca	Santa Ana	82	82	48	48			6	6	6	24	6
12 Escuela José de la Vega	Paute	Dug Dug					30	5	7	7	7	20	5
13 Escuela Benjamín Ramírez Arteaga	Cuenca	Cuenca	82	82	60	60			9	9	9		
14 Escuela Cornelio Velez	Pucará	Pucará					24	4	3	3	3	24	6
15 Escuela Comunidad Guarumal	Pucará	Pucará	30	30	30	30			2	2	2	24	6
16 Escuela 29 de Julio	Cuenca	Tarqui					12	2	3	3	3	24	6
17 Escuela Manuel J. Calle de la Parroquia C	Paute	Paute					30	5	7	7	7	24	6
18 Escuela 19 de Marzo San Jose	Cuenca	Mollituro			16	16			1	1	1	20	5
19 Escuela Río Putucay	Cuenca	Mollituro	12	12	10	10			1	1	1	16	4
20 Esc. Jardín Víctor Gerardo Aguilar Arevalo	Pucará	C. P. Enriquez	150	150			48	8	14	14	14	24	6
21 Escuela Río Amazonas Cochabata	Nabon	Cochabata										20	5
22 Esc. Antonio Guaman Comunidad San Rafael	Cañar	Cañar					30	5					
Total			676	676	356	356	288	48	82	82	82	384	96

Equipamiento escolar correspondiente al contrato no. 1 a entregarse en las provincias de Azuay y Cañar

Escuela	Cantón	Parroquia	Silla unipersonal	Mesa unipersonal	Silla bipersonal	Mesa bipersonal	Silla preprimaria	Mesa preprimaria	Silla de profesor	Escritorio de profesor	Anaqueel metálico	Silla de comedor	Mesa de comedor
1 Escuela Arturo Boria	La Maná	La Maná			20	20			2	2	2		
2 Escuela 8 de Mayo	La Maná	La Maná	19	19									
3 Escuela Brasil	La Maná	Pacayacu	65	65	62	62	24	4	9	9	9		
4 Esc. F.M. Ros Lelia Briones Oyague	Vinces	Antonio Sotoma	46	46	17	17			4	4	4		
5 Esc. F.M. "Amado Vargas Nivela"	Vinces	Antonio Sotoma	109	109	81	81	30	5	10	10	10		
6 Escuela Fiscal Mixta 24 de Julio	Vinces	Vinces	46	46	28	28			6	6	6		
7 Escuela Federico Proaño Marquez	Vinces	Antonio Sotoma	109	109	26	26			6	6	6		
8 Escuela Carlos Andrade Marin	La Maná	Guasaganda	17	17	43	43	24	4	5	5	5		
9 Esc. F.M. César Arturo Sotomayor	Vinces	Vinces	60	60	25	25	18	3	7	7	7		
10 Escuela FM "Ciudad de Vinces"	Vinces	Vinces	75	75	35	35			10	10	10		
11 Escuela FM Prof. Carlos Coello Icaza	Vinces	Vinces	100	100	60	60			11	11	11		
12 Escuela Fiscal de Niñas #66 "Guavaculi"	Vinces	Vinces	100	100	45	45			12	12	12		
13 Escuela "General Vernaza"	Vinces	Vinces	27	27					1	1	1		
Total			773	773	442	442	96	16	83	83	83	0	0

Equipamiento escolar correspondiente al contrato no. 2 a entregarse en las provincias de Cotopaxi y Los Ríos

ANEXO B

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA PINTURA EN POLVO

Tipo de producto:	Recubrimiento en polvo termoendurecible
Tipo de pintura	Epoxi-poliéster
Punto de fusión:	60°C
Temperatura de ignición:	400°C
PH:	N.A.
Solubilidad en agua:	Insoluble
Colores:	Rojo, azul, amarillo, naranja y verde
Brillo Gardner 60:	80-100%
Dureza Turquoise:	H-3H
Resistencia al impacto directo/inverso:	Mínimo 80 lb/pul
Flexibilidad mandril cónico:	1/8"
Adherencia cuadrícula 1mm:	100%
Resistencia al solvente:	10 frotos
Resistencia al sobrehorneo:	Buena
Resistencia química:	Mínimo 500h de cámara salina y cámara húmeda
Acabados:	Lisos, brillantes
Granulometría Alpine:	90 micrones: 0% al 3% 32 micrones: 55% al 80%
Gravedad específica 25°C:	1.77 a 1.87
Espesor recomendado de aplicación:	50-80 micrones
Rendimiento teórico a 25 micrones:	24 m ² /kg al 95% de eficiencia aprox.
Rendimiento práctico a 80 micrones:	8 m ² /kg al 95% de eficiencia aprox.
Ciclo de curado:	160°C, 30 min efectivos ó 190°C, 15 min efectivos ó 200°C, 10 min efectivos
Estabilidad del polvo:	1 año a 25°C y 65% de humedad relativa
Límite de explosión:	Mínimo 20-70 g/m ³ . Se debe mantener el nivel de polvo en la cabina de aplicación por debajo de 10 g/m ³

EQUIPAMIENTO ESCOLAR CORRESPONDIENTE A LOS CONTRATOS NO. 3 Y NO. 4

Escuela	Cantón	Parroquia	Silla unipersonal	Mesa unipersonal	Silla bipersonal	Mesa bipersonal	Silla preprimaria	Mesa preprimaria	Silla de profesor	Escritorio de profesor	Anaquelel metalico
1 Escuela Fiscal de Niñas Quito No. 22	Quevedo	Quevedo	100	100	55	55			7	7	7
2 Jardin de Infantes Fiscal Angela Peña Weison	Quevedo	La Esperanza					72	12	2	2	2
3 Escuela Fiscal Mixta Jaime Roldós Aguilera	Quevedo	Quevedo	52	52	37	37			6	6	6
4 Escuela Osvaldo Villamil Auz	Quevedo	Quevedo	40	40	40	40			6	6	6
5 Escuela Antonio Jose de Sucre	Quevedo	Quevedo			25	25			1	1	1
6 Jardin de Infantes Fiscal "Sin Nombre"	Quevedo	La Esperanza					36	6	1	1	1
7 Escuela Jacinto Aspiazu Peralta	Quevedo	La Esperanza	90	90	60	60			11	11	11
8 Escuela Cap. Edmundo Chiriboga	Quevedo	Quevedo	115	115	65	65	30	5	9	9	9
9 Escuela Francisco Campos Coello	Baba	Guare	60	60	73	73			9	9	9
10 Escuela Fiscal Mixta "Uruguay"	Baba	Guare	46	46					4	4	4
11 Escuela Pedro Balladares	Urdaneta	Ricaute	125	125	65	65			9	9	9
12 Escuela "28 de Mayo"	Urdaneta	Ricaute	109	109	44	44	36	6	10	10	10
13 Escuela "6 de Octubre"	Urdaneta	Ricaute	60	60	44	44	18	3	7	7	7
Total			797	797	508	508	192	32	82	82	82

Equipamiento escolar correspondiente al contrato no. 3 a entregarse en la provincia de Los Ríos

Escuela	Cantón	Parroquia	Silla unipersonal	Mesa unipersonal	Silla bipersonal	Mesa bipersonal	Silla preprimaria	Mesa preprimaria	Silla de profesor	Escritorio de profesor	Anaquelel metalico
1 Eq. Esc. F. M. #14 Ángela Avilés de Cedeño	Urbina Jado	Las Ramas			27	27			2	2	2
2 Dot. Eq. Esc. F. M. No. 2 Ldo. Alfonso Reyes Falcon	S. Bolivar	Simón Bolívar	284	284	107	107	12	2	11	11	11
3 Escuela Mariscal Sucre	Pedro Carbo	Pedro Carbo			41	41	36	6	7	7	7
4 Escuela Esperanza Caputi Olivera	Baizar	Baizar	164	164	158	158	42	7	9	9	9
5 Escuela F. M. Bélgica Piguave	Pedro Carbo	Pedro Carbo			12	12			1	1	1
6 Escuela No.44 Bellavista	El Empalme	Pueblo Nuevo			20	20			1	1	1
7 Esc. Fisc. No.7 Segundo Au-Hing	El Empalme	El Empalme			46	46			5	5	5
8 Esc. Fisc. No.4 Lucila Santos de Arosemena	Baizar	Baizar			64	64			6	6	6
9 Esc. F. M. No.5 Eloy Alfaro	Baizar	Baizar	91	91	11	11			6	6	6
10 Esc. F. M. Luz de America	Palestina	Palestina			20	20			1	1	1
11 Esc. F. No.60 Rommel Vasquez Palomino	El Empalme	Pueblo Nuevo			18	18			1	1	1
12 Esc. F. No.39 Nahim Isaias Barquet	Baizar	Baizar			20	20			2	2	2
13 Esc. F. M. Coronel Francisco Calderón	Santa Lucía	Santa Lucía			6	6			1	1	1
14 Esc. F. M. No.26 Edgar Hernán Rivadeneira	Baizar	Baizar			32	32			2	2	2
15 Esc. F. M. No.16 Baizazara Calderón de Rocafuerte	Pedro Carbo	Pedro Carbo			29	29			1	1	1
16 Esc. F. M. No.6 Marieta de Veintimilla Rocafuerte	Santa Lucía	Santa Lucía	65	65	25	25			4	4	4
17 Esc. Velasco Ibarra	Baizar	Baizar			37	37			2	2	2
18 Const. Centro Esc. 9 de Octubre	Baizar	Baizar			20	20			2	2	2
19 Centro Esc. Antonio Jose de Sucre	Baizar	Baizar			24	24			1	1	1
20 Esc. F. M. Manuelita Saenz	Baizar	Baizar			40	40			2	2	2
Total			604	604	757	757	90	15	67	67	67

EQUIPAMIENTO ESCOLAR CORRESPONDIENTE AL CONTRATO NO. 5 A ENTREGARSE EN MANABÍ

Escuela	Cantón	Parroquia	Silla unipersonal	Mesa unipersonal	Silla bipersonal	Mesa bipersonal	Silla preprimaria	Mesa preprimaria	Silla de profesor	Escritorio de profesor	Anaquelel metalico	Silla de comedor	Mesa de comedor
1) Esc. F.M. Trajano Viteri Medranda	Manta	Manta	111	111	50	50	42	7	6	6	6		
2) Esc. F.M. 5 de Mayo	Chone	Bovaca	15	15	5	5			1	1	1		
3) Esc. F.M. 12 de Octubre	Portoviejo	Pueblo Nuevo	5	5					1	1	1		
4) Esc. F.M. Leopoldo Lugones	Rocafuerte	Rocafuerte	14	14					2	2	2		
5) Esc. F.M. 26 de Junio	Manta	Manta			70	70			10	10	10		
6) Esc. F.M. Justino Cornejo Vizcaino	Portoviejo	Riochico	5	5					1	1	1		
7) Esc. F.M. Antonio José de Sucre	24 de Mayo	Bellavista	25	25	5	5			1	1	1		
8) Esc. F.M. Juan de Dios Zambrano	Chone	Ricaurte	17	17	15	15			2	2	2		
9) Esc. F.M. Cosme Cedeño	Portoviejo	Chirinos	20	20					2	2	2		
10) Esc. F.M. Solivia # 72	Manta	Manta	40	40	20	20			4	4	4		
11) Esc. F.M. Eloy Alfaro Delgado	Santa Ana	Sta. Ana de Vuelta Larga	10	10					2	2	2		
12) Esc. F.M. Jacinto Valeriano	24 de Mayo	Sucre	5	5					2	2	2		
13) Esc. F.M. Gran Colombia	Portoviejo	Portoviejo	80	80	20	20			15	15	15		
14) Esc. F.M. Vicente Macías	Pichincha	Pichincha							2	2	2	32	3
15) Esc. F.M. Juan Alejandro Pincay	24 de Mayo	Bellavista	12	12					1	1	1		
16) Esc. F.M. Federico González Suarez	Olmado	Olmado	20	20	16	16			2	2	2		
17) Escuela F.M. Santísima Trinidad	Montecristi	Montecristi	140	140	92	92			10	10	10		
18) Esc. F.M. 4 de Diciembre	Flavio Alfaro	Zapallo	9	9					2	2	2		
19) Esc. F.M. República de Panamá	Chone	Eloy Alfaro	50	50	10	10			6	6	6	28	7
20) Esc. F.M. Carlos Finlay	Chone	Chone	23	23	5	5			2	2	2		
21) Esc. F.M. Cristóbal Colón	Pichincha	San Sebastián	14	14					2	2	2		
22) Esc. F.M. 12 de Octubre	Chone	Chibunga	23	23					1	1	1		
23) Esc. F.M. Luz de América	Chone	Chibunga	28	28	5	5			2	2	2		
24) Jar. Inf. Ana Luisa Balda Santana	Tosagua	Tosagua					78	13	3	3	3		
25) Esc. F.M. Ángela Granoble	Paján	Cascol	12	12	15	15			1	1	1		
26) Esc. F.M. 25 de Junio	Paján	Cascol	16	16	10	10			1	1	1		
27) Esc. F.M. Verdy Cevallos Balda	Pichincha	Pichincha	13	13					1	1	1		
28) Esc. F.M. Maria Piedad Castillo de Levis	Pichincha	Pichincha	19	19	5	5			1	1	1		
Total			726	726	343	343	120	20	86	86	86	60	15

ANEXO F

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE SILLAS

Fabricación de estructuras tubulares					
#	S.	Descripción de la operación	SUNIP t (min)	SBIP t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar los tubos hacia la mesa de corte	1.0	0.7	9.3
2	D	Colocar los tubos en la prensa	5.2	2.6	
3	D	Marcar cortes	21.0	21.0	
4	O	Corte de soportes	26.0	17.3	
5	O	Corte de estructuras corridas espaldar-asiento	13.0	17.3	
6	O	Corte de travesaños	13.0	17.3	
7	⇒	Llevar las piezas a las dobladoras	3.0	2.0	5.7
8	D	Colocar soportes en la dobladora	5.5	3.7	
9	O	Doblado de soportes	46.0	30.7	
10	O	Nivelar los soportes	5.0	3.3	
11	D	Colocar espaldar-asiento en la dobladora	2.8	3.7	
12	O	Doblado de espaldar-asiento	115.0	153.3	
13	⇒	Llevar espaldar-asiento a mesa de soldado	4.3	5.7	6.3
14	O	Soldado de espaldar-asiento	11.3	15.0	
15	⇒	Llevar espaldar-asiento a mesa de curvado	1.8	2.3	1.8
16	D	Colocar espaldar-asiento en plantilla de curvado	3.5	4.7	
17	O	Curvado de asientos	7.5	10.0	
18	∇	Almacenar soportes y espaldar-asiento	0.8	0.5	
19	⇒	Llevar soportes a la mesa de corte de bocas de sapo	1.3	0.8	1.0
20	O	Corte de bocas de sapo	3.8	5.0	
21	⇒	Llevar los travesaños al taladro de pedestal	2.8	1.8	5.2
22	O	Perforada de desfuegos	2.5	3.3	
23	⇒	Llevar todas las piezas a mesa de armado	4.3	2.8	6.3
24	O	Armada de las sillas (soldada)	45.0	50.0	
25	⇒	Llevar silla a mesa con plantilla de perforaciones	6.3	4.2	10.7
26	O	Marcar perforaciones (con punto)	22.5	30.0	
27	⇒	Llevar silla a taladro de pedestal	2.3	1.5	4.1
28	O	Perforada	30.0	40.0	
29	⇒	Llevar silla a área de pulido e inspección	10.3	6.8	18.3
30	O	Pulida total	15.0	20.0	
31	□	Inspección de calidad	5.0	5.0	
Lote: 15 sunip y 10 de sbip			436.2	482.4	

Pintado de estructuras tubulares					
#	S.	Descripción de la operación	SUNIP t (min)	SBIP t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar a T1	14.2	14.7	6.2
2	O	Desoxidación	50.0	65.0	
3	D	Colocar sillas en T2	9.2	9.5	
4	O	Enjuague (T2)	5.0	13.0	
5	D	Colocar sillas en T3	9.2	9.5	
6	O	Desengrasado (T3)	10.0	13.0	
7	D	Colocar sillas en T4	9.2	9.5	
8	O	Enjuague (T4)	5.0	13.0	
9	D	Colocar sillas en T5	9.2	9.5	
10	O	Fosfatizado (T5)	50.0	65.0	
11	D	Colocar sillas en T6	9.2	9.5	
12	O	Enjuague (T6)	5.0	13.0	
13	⇒	Llevar sillas a cámara de pintado	10.8	11.3	3.1
14	D	Colocar sillas en ganchos de carro	6.7	3.5	3.1
15	O	Secado con aire comprimido	30.0	34.7	
16	D	Preparar equipo de pintado	2.5	3.3	
17	O	Pintado	91.7	78.0	
18	⇒	Ingresar sillas al horno	12.5	13.0	5.4
19	O	Horneada	30.0	30.0	
20	⇒	Llevar piezas a lugar de almacenaje	53.3	55.5	28.7
21	∇	Almacenaje de sillas pintadas	8.3	4.3	
Lote: 100 sunip y 52 sbip			430.8	477.9	

Preparación de tableros MDF					
#	S.	Descripción de la operación	SUNIP t (min)	SBIP t (min)	distancia (m)
1	⇒	Traer tableros MDF cortados desde taller de madera	13.7	13.7	380.0
2	⇒	Llevar espaldares y asientos hacia mesa de doblado	2.2	2.2	59.8
3	D	Colocar en prensa	3.0	3.0	
4	O	Doblado de asientos y espaldares	240.0	240.0	
5	D	Colocar en mesa de corrección	2.0	2.0	
6	D	Corrección de asientos y espaldares doblados	18.3	18.3	
7	⇒	Llevar asientos y espaldares a plantilla de perforaciones	1.3	1.3	36.4
8	D	Marcar perforaciones	23.0	23.0	
9	⇒	Llevar asientos y espaldares a taladro de pedestal	2.7	2.7	3.6
10	O	Perforada de asientos y espaldares	90.0	90.0	
11	O	Lijada	10.3	10.3	
12	⇒	Llevar piezas a mesa de herrajes	0.2	0.2	4.6
13	O	Instalación de herrajes	18.0	18.0	
14	⇒	Llevar piezas hacia área de laqueado	5.5	5.5	151.7
15	⇒	Traer piezas laqueadas a lugar de almacenaje	4.5	4.5	127.2
16	∇	Almacenar tableros laqueados	0.3	0.3	
Lote: 10 de sunip y 5 de sbip			435.0	435.0	

Embalaje de estructuras tubulares y tableros MDF					
#	S.	Descripción de la operación	SUNIP t (min)	SBIP t (min)	distancia (m)
1	⇒	Traer tableros MDF laqueados	4.0	4.0	4.3
2	⇒	Traer material para embalaje	4.0	4.0	4.3
3	O	Embalaje	15.2	15.2	
4	∇	Almacenar tableros embalados	16.8	16.8	13.1
5	⇒	Traer estructuras tubulares pintadas	26.0	26.0	11.6
6	⇒	Traer regatones	6.7	6.7	4.3
7	O	Instalación de regatones	112.0	56	
8	⇒	Traer material para embalaje	3.3	3.3	4.3
9	O	Embalaje	98.0	96	
10	∇	Almacenar estructuras de sillas embaladas	25.0	25	11.6
Lote: 120 sunip y 60 sbip			311.0	253.0	

ANEXO G

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE MESA UNIPERSONALES Y BIPERSONALES

Fabricación de estructuras tubulares					
#	S.	Descripción de la operación	MUNIP t (min)	MBIP t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar los tubos hacia la mesa de corte	2.0	2.7	9.3
2	D	Colocar los tubos en la prensa	7.8	10.8	
3	D	Marcar cortes	31.5	35.0	
4	O	Corte de soportes	31.2	34.7	
5	O	Corte de marcos	15.6	17.3	
6	O	Corte de travesaños	31.2	34.7	
7	⇒	Llevar las piezas a las dobladoras	3.6	4.0	5.7
8	D	Colocar soportes en la dobladora	6.6	7.3	
9	O	Doblado de soportes	29.4	32.7	
10	D	Colocar marcos en la dobladora	3.3	3.7	
11	O	Doblado de marcos	58.8	65.3	
12	O	Nivelar todas las piezas dobladas	9.0	10.0	
13	⇒	Llevar los marcos a la mesa de soldado	5.1	5.7	6.3
14	O	Empatar (soldar) marcos	13.5	15.0	
15	∇	Almacenar soportes y marcos	1.8	2.0	
16	⇒	Llevar soportes a la mesa de corte de bocas de sapo	1.5	1.7	1.0
17	O	Corte de bocas de sapo	9.0	10.0	
18	⇒	Llevar los travesaños al taladro de pedestal	3.3	3.7	5.2
19	O	Perforada de desfuegos	3.0	3.3	
20	⇒	Llevar todas las piezas a mesa de armado	5.1	5.7	6.3
21	O	Armado de las mesas (soldada)	36.0	40.0	
22	⇒	Llevar mesa a mesa con plantilla de perforaciones	7.5	8.3	10.7
23	O	Marcar perforaciones (con punto)	18.0	30.0	
24	⇒	Llevar mesa a taladro de pedestal	2.7	3.0	4.1
25	O	Perforada	24.0	40.0	
26	⇒	Llevar mesa a área de armado final	6.0	6.7	9.5
		Lote: 18 munip y 20 mbip	366.5	433.2	

Fabricación de ganchos portamochilas					
#	S.	Descripción de la operación	MUNIP t (min)	MBIP t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar varillas para ganchos a la cizalla	0.2	1.5	5.2
2	O	Corte de varillas	7.0	4.0	
3	D	Marcar dobleces	2.1	1.2	
4	O	Doblar ganchos	43.3	6.7	
5	∇	Almacenar ganchos	3.9	5.2	15.5
		Lote: 52 ganchos hechos con 3 varillas	56.5		

Fabricación de bandejas portolibros					
#	S.	Descripción de la operación	MUNIP t (min)	MBIP t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar varillas para la bandeja portolibros a la cizalla	0.7	2.0	5.2
2	O	Cortar varillas	25.5	24.0	
3	O	Cortar mallas con tijeras para metal	25.5	27.0	
4	⇒	Llevar mallas y varillas a la mesa de armado de bandeja portolibros	26.9	14.3	48.8
5	D	Colocar mallas y varillas en mesa	11.9	12.6	
6	O	Soldar mallas con varillas	170.0	180.0	
7	⇒	Llevar a la dobladora mallas soldadas	13.3	7.1	24.3
8	O	Doblar mallas soldadas	12.8	6.8	
9	⇒	Llevar a la mesa de soldado	13.3	7.1	24.3
10	O	Soldar varilla final a malla portolibros	85.0	75.0	
11	⇒	Llevar a la esmeriladora	13.3	7.1	24.3
12	O	Pulir mallas	15.3	16.2	
13	∇	Almacenar mallas portolibros	2.8	1.5	
		Lote: 17 munip y 9 de mbip (con 1/4 de malla)	416.4	380.5	

Ensamblaje de estructuras metálicas					
#	S.	Descripción de la operación	MUNIP t (min)	MBIP t (min)	distancia (m)
14	⇒	Traer bandejas portalibros hacia área de armado final	22.2	12.7	7.4
15	⇒	Traer ganchos hacia área de armado final	23.3	13.3	9.0
16	O	Soldar mallas y ganchos en mesas	280.0	206.7	
17	⇒	Llevar mesas armadas a área de pulido	23.3	13.3	9.3
18	O	Pulida final	70.0	80.0	
19	□	Inspección de calidad	35.0	26.7	
		Lote: 70 munip y 40 de mbip	453.8	352.7	

Pintado de estructuras metálicas					
#	S.	Descripción de la operación	MUNIP t (min)	MBIP t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar a T1	11.9	10.2	6.2
2	O	Desoxidación	70.0	90.0	
3	D	Colocar mesas en T2	7.7	6.6	
4	O	Enjuague (T2)	7.0	18.0	
5	D	Colocar mesas en T3	7.7	6.6	
6	O	Desengrasado (T3)	14.0	18.0	
7	D	Colocar mesas en T4	7.7	6.6	
8	O	Enjuague (T4)	7.0	18.0	
9	D	Colocar mesas en T5	7.7	6.6	
10	O	Fosfatizado (T5)	70.0	90.0	
11	D	Colocar mesas en T6	7.7	6.6	
12	O	Enjuague (T6)	7.0	18.0	
13	⇒	Llevar mesas a cámara de pintado	9.1	7.8	3.1
14	D	Colocar mesas en ganchos de carro	5.6	2.4	
15	O	Secado con aire comprimido	25.2	24.0	
16	D	Preparar equipo de pintado	3.5	4.5	
17	O	Pintado	84.0	63.0	
18	⇒	Ingresar mesas al horno	10.5	9.0	5.4
19	O	Horneada	46.7	25.7	
20	⇒	Llevar piezas a lugar de almacenaje	44.8	38.4	28.7
21	▽	Almacenaje de mesas pintadas	7.0	3.0	
		Lote: 84 munip y 36 mbip	461.8	473.0	

Preparación de tableros MDF					
#		Descripción de la operación	MUNIP t (min)	MBIP t (min)	distancia (m)
1	⇒	Traer tableros MDF cortados desde taller de madera	41.0	27.3	38.0
2	⇒	Llevar tableros a mesa con plantilla de perforaciones	4.0	2.6	36.4
3	O	Marcar perforaciones	46.0	46.0	
4	⇒	Llevar tableros a taladro de pedestal	8.0	5.3	3.6
5	O	Perforada de tableros	180.0	180.0	
6	O	Lijada	31.0	40.0	
7	⇒	Llevar tableros a mesa de herrajes	5.5	3.7	4.6
8	O	Instalación de herrajes	36.0	36.0	
9	⇒	Llevar tableros hacia área de laqueado	16.4	10.9	151.7
10	⇒	Traer piezas laqueadas a lugar de almacenaje	13.5	9.0	127.2
11	▽	Almacenar tableros laqueados	1.0	0.7	
		Lote: 30 munip y 20 mbip	382.4	361.6	

Embalaje de estructuras metálicas y tableros MDF					
1	⇒	Traer tableros MDF laqueados	2.0	4.0	4.3
2	⇒	Traer material para embalaje	2.0	4.0	4.3
3	O	Embalaje	7.6	15.2	
4	▽	Almacenar tableros embalados	8.4	16.8	13.1
5	⇒	Traer estructuras metálicas pintadas	26.0	26.0	11.6
6	⇒	Traer regatones	6.7	6.7	4.3
7	O	Instalación de regatones	112.0	56	
8	⇒	Traer material para embalaje	3.3	3.3	4.3
9	O	Embalaje	98.0	96	
10	▽	Almacenar estructuras de mesas embaladas	25.0	25	11.6
		Lote: 120 sunip y 60 sbip	291.0	253.0	

ANEXO H

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE MESAS PREPRIMARIA

Fabricación de estructuras tubulares

#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar los tubos hacia la mesa de corte	0.7	9.3
2	D	Colocar los tubos en la prensa	3.5	
3	D	Marcar cortes	39.2	
4	O	Corte de soportes	43.4	
5	O	Corte de partes de marcos	43.4	
6	O	Corte de partes de bases de tablero	28.9	
7	∇	Almacenar soportes y bases de tablero	3.4	13.3
8	⇒	Llevar las partes de marcos a la mesa de soldado	0.4	1.5
9	O	Cortar extremos de partes de marcos	21.0	
10	D	Colocar en plantillas	2.9	
11	O	Soldar marcos	7.6	
12	∇	Almacenar marcos	2.6	10.4
13	⇒	Llevar las partes de bases de tablero a mesa de corte	3.5	14.3
14	O	Cortar extremos de bases de tablero	14.0	
15	⇒	Llevar soportes a la mesa de corte de bocas de sapo	3.5	14.2
16	O	Corte de bocas de sapo	10.5	
17	∇	Almacenar soportes	3.5	14.2
18	⇒	Llevar las bases de tablero a la mesa de soldado	0.5	1.8
19	O	Soldar bases con marcos	9.3	
20	⇒	Llevar marcos a mesa con plantilla de perforaciones	2.3	9.5
21	O	Marcar perforaciones (con punto)	14.0	
22	⇒	Llevar marcos a taladro de pedestal	1.5	5.9
23	O	Perforada	63.0	
24	O	Perforada de desfogues	2.3	
25	⇒	Llevar todas las piezas a mesa de armado	2.1	8.6
26	O	Armada de las mesas (soldada)	18.7	
27	⇒	Llevar mesa a área de pulido e inspección de calidad	2.5	9.9
28	O	Pulida final	7.0	
29	□	Inspección de calidad	3.5	
		Lote: 7 estructuras	358.6	

Pintado de estructuras tubulares

#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar a T1	11.3	6.2
2	O	Desoxidación	100.0	
3	D	Colocar mesas en T2	7.3	
4	O	Enjuague (T2)	10.0	
5	D	Colocar mesas en T3	7.3	
6	O	Desengrasado (T3)	20.0	
7	D	Colocar mesas en T4	7.3	
8	O	Enjuague (T4)	10.0	
9	D	Colocar mesas en T5	7.3	
10	O	Fosfatizado (T5)	100.0	
11	D	Colocar mesas en T6	7.3	
12	O	Enjuague (T6)	10.0	
13	⇒	Llevar mesas a cámara de pintado	8.7	3.1
14	D	Colocar mesas en cámara para pintado	1.3	
15	O	Secado con aire comprimido	12.0	
16	D	Preparar equipo de pintado	1.0	
17	O	Pintado	36.7	
18	⇒	Ingresar mesas al horno	10.0	5.4
19	O	Horneado	40.0	
20	⇒	Llevar piezas a lugar de almacenaje	42.7	28.7
21	∇	Almacenaje de mesas pintadas	3.3	
		Lote: 40 estructuras tubulares	453.7	

Preparación de tableros MDF				
#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Traer tableros MDF cortados desde taller de madera	27.2	380
2	⇒	Llevar tableros a mesa con plantilla de perforaciones	18.2	36.4
3	O	Marcar perforaciones	28.0	
4	⇒	Llevar tableros a taladro de pedestal	1.9	3.6
5	O	Perforada de tableros	126.0	
6	O	Lijada	28.0	
7	⇒	Llevar piezas a mesa de instalación de herrajes	2.3	4.6
8	O	Instalación de herrajes	112.0	
9	⇒	Llevar piezas hacia área de laqueado	10.9	151.7
10	⇒	Traer piezas laqueadas hacia lugar de almacenaje	9.1	127.2
11	∇	Almacenar piezas laqueadas	2.1	
		Lote: 14 tableros	365.7	

Embalaje de estructuras tubulares y tableros MDF				
#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Traer tableros MDF laqueados	5.0	4.3
2	⇒	Traer material para embalaje	5.0	4.3
3	O	Embalaje	95.0	
4	∇	Almacenar tableros embalados	14.0	13.1
5	⇒	Traer estructuras metálicas pintadas	65.0	11.6
6	⇒	Traer regatones	5.0	4.3
7	O	Instalación de regatones	140.0	
8	⇒	Traer material para embalaje	5.0	4.3
9	O	Embalaje	122.5	
10	∇	Almacenar estructuras de mesas embaladas	12.5	11.6
		Lote: 150 mesas	469.0	



ANEXO I

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE MESAS DE COMEDOR

Fabricación de estructuras tubulares

#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar los tubos hacia la mesa de corte	1.0	9.3
2	D	Colocar los tubos en la prensa	4.3	
3	D	Marcar cortes	30.8	
4	O	Corte de soportes	27.7	
5	O	Corte de bases transversales	13.9	
6	O	Corte de bases longitudinales	13.9	
7	O	Corte de travesaños	13.9	
8	O	Corte de largueros	6.9	
9	∇	Almacenar soportes, travesaños y largueros	3.9	13.3
10	⇒	Llevar las bases a la mesa de corte de bocas de sapo	0.7	2.15
11	O	Cortar extremos de bases a 45°	16.0	
12	⇒	Llevar las bases a la mesa de soldado	0.4	1.5
13	D	Colocar en plantillas	3.3	
14	O	Soldar marcos	6.0	
15	⇒	Llevar marcos a mesa con plantilla de perforaciones	2.4	8.14
16	O	Marcar perforaciones (con punto)	16.0	
17	⇒	Llevar mesa a taladro de pedestal	1.3	4.46
18	O	Perforada	72.0	
19	O	Perforada de desfogues	4.7	
20	⇒	Llevar travesaños a la mesa de doblado	2.1	7.4
21	D	Colocar travesaños en la dobladora	1.3	
22	O	Doblado de travesaños	9.3	
23	O	Nivelar todas las piezas dobladas	2.7	
24	⇒	Llevar soportes, travesaños y largueros a la mesa de corte de bocas de sapo	4.1	14.2
25	O	Corte de bocas de sapo de soportes, travesaños y largueros	20.0	
26	∇	Almacenar soportes	4.1	14.1
27	⇒	Llevar los travesaños y los largueros a la mesa de soldado	0.7	2.23
28	O	Soldar travesaños con largueros	5.3	
29	⇒	Llevar todas las piezas a mesa de armado	6.0	21
30	O	Armada de las mesas (soldada)	64.0	
31	⇒	Llevar mesa a área de pulido e inspección de calidad	2.8	9.9
32	O	Pulida final	4.0	
33	□	Inspección de calidad	4.0	
		Lote: 8 estructuras tubulares	369.6	

Pintado de estructuras tubulares

#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar a T1	7.4	6.2
2	O	Desoxidación	130.0	
3	D	Colocar mesas en T2	4.8	
4	O	Enjuague (T2)	13.0	
5	D	Colocar mesas en T3	4.8	
6	O	Desengrasado (T3)	26.0	
7	D	Colocar mesas en T4	4.8	
8	O	Enjuague (T4)	13.0	
9	D	Colocar mesas en T5	4.8	
10	O	Fosfatizado (T5)	130.0	
11	D	Colocar mesas en T6	4.8	
12	O	Enjuague (T6)	13.0	
13	⇒	Llevar mesas a cámara de pintado	5.6	3.1
14	D	Colocar mesas en cámara para pintado	1.7	
15	O	Secado con aire comprimido	1.2	
16	D	Preparar equipo de pintado	6.5	
17	O	Pintado	23.8	
18	⇒	Ingresar mesas al horno	6.5	5.4
19	O	Horneado	20.0	
20	⇒	Llevar piezas a lugar de almacenaje	27.7	28.7
21	∇	Almacenaje de mesas pintadas	2.2	
		Lote: 26 estructuras tubulares	451.5	

Preparación de tableros MDF				
#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Traer tableros MDF cortados desde taller de madera	40.8	380
2	⇒	Llevar tableros a mesa con plantilla de perforaciones	31.2	36.4
3	O	Marcar perforaciones	32.0	
4	⇒	Llevar tableros a taladro de pedestal	3.2	3.6
5	O	Perforada de tableros	144.0	
6	O	Lijada	32.0	
7	⇒	Llevar piezas a mesa de instalación de herrajes	4.0	4.6
8	O	Instalación de herrajes	128.0	
9	⇒	Llevar piezas hacia área de laqueado	16.3	151.7
10	⇒	Traer piezas laqueadas hacia lugar de almacenaje	13.7	127.2
11	∇	Almacenar piezas laqueadas	3.6	
		Lote: 24 tableros	448.8	

Embalaje de estructuras tubulares y tableros MDF				
#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Traer tableros MDF laqueados	5.0	4.3
2	⇒	Traer material para embalaje	5.0	4.3
3	O	Embalaje	95.0	
4	∇	Almacenar tableros embalados	14.0	13.1
5	⇒	Traer estructuras metálicas pintadas	65.0	11.6
6	⇒	Traer regatones	5.0	4.3
7	O	Instalación de regatones	140.0	
8	⇒	Traer material para embalaje	5.0	4.3
9	O	Embalaje	122.5	
10	∇	Almacenar estructuras de mesas embaladas	12.5	11.6
		Lote: 150 mesas	469.0	

ANEXO J

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE ESCRITORIOS PARA PROFESOR

Fabricación de estructuras tubulares

#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Transportar los tubos hacia la mesa de corte	2.7	9.3
2	D	Colocar los tubos en la prensa	13.0	
3	D	Marcar cortes	6.3	
4	O	Corte de soportes	62.4	
5	O	Corte de largueros	62.4	
6	O	Corte de travesaños	62.4	
7	⇒	Llevar las piezas al área de armado	4.2	6.4
8	O	Armar (soldar) estructura tubular	54.0	
9	⇒	Llevar hacia mesa de plantilla de perforaciones	10.2	15.8
10	D	Colocar plantilla de perforaciones en estructuras	4.5	
11	D	Marcar perforaciones (con punto)	27.0	
12	O	Perforada	36.0	
13	O	Perforada de drenajes	12.0	
14	O	Pulida de rebabas	84.0	
15	∇	Almacenaje de escritorios armados	12.0	18.5
		Lote: 18 estructuras tubulares	453.1	

Fabricación de cajoneras

#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar planchas a la cortadora	0.6	8.2
2	D	Marcar cortes en planchas	34.7	
3	D	Colocar planchas en cortadora	41.6	
4	O	Cortar	14.7	
5	D	Numerar piezas cortadas	4.3	
6	D	Instalar en carreta	6.1	
7	⇒	Llevar planchas cortadas a troqueladora	0.3	4.1
8	D	Colocar planchas para cortar esquinas	48.7	
9	O	Troquelar	24.3	
10	D	Instalar en carreta	6.1	
11	⇒	Llevar planchas cortadas a la dobladora	0.5	6.3
12	D	Colocar planchas en dobladora	84.1	
13	O	Doblar todas las piezas	76.8	
14	⇒	Llevar todas las piezas a la mesa de armado	0.4	4.9
15	O	Soldar cajonera con portachapa	1.6	
16	O	Soldar laterales en cajonera	7.5	
17	O	Instalar correderas en cajoneras	5.5	
18	O	Instalar rulimanes en correderas	1.3	
19	O	Soldar guías de platinas en correderas	1.8	
20	O	Instalar cerraduras	0.9	
21	O	Soldar alambre y guía de alambre	1.9	
22	O	Instalar platina para trampas	0.7	
23	O	Retirar cerradura	0.9	
24	O	Instalar correderas en cajones	7.9	
25	O	Instalar rulimanes en correderas	1.3	
26	O	Instalar piezas posteriores en cajones	4.0	
27	O	Instalar cajones en cajonera	1.7	
28	O	Soldar frentes exteriores en cajones	7.7	
29	O	Soldar frentes interiores en cajones	4.1	
30	O	Instalar tiraderas metálicas	4.2	
31	O	Rematar todas las uniones	6.0	
32	O	Soldar seguros en cada cajón del escritorio	1.9	
33	∇	Almacenar cajoneras	0.4	5.9
34	O	Pulida final	3.5	
35	□	Inspección de calidad	3.9	
		Lote: 2 cajoneras	411.8	

ANEXO K

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE ANAQUELES METÁLICOS

Fabricación de anaqueles				
#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar planchas a la mesa de corte	1.9	17.1
2	D	Medir y marcar cortes (19)	27.6	
3	O	Cortar	66.5	
4	⇒	Llevar planchas cortadas a mesa de corte de esquinas	0.8	7.5
5	D	Hacer rayado para cortar las esquinas (para dobleces) (28)	14.0	
6	O	Cortar esquinas	44.8	
7	O	Cortar agujero para cerradura	1.6	
8	⇒	Llevar planchas cortadas a la dobladora	3.2	29.2
9	O	Doblar todas las piezas	202.5	
10	⇒	Llevar todas las piezas al área de muebles	2.0	18.0
11	O	Soldar parte posterior con partes laterales para formar cuerpo	14.0	
12	O	Soldar refuerzos en repisas, en base y en parte superior	14.0	
13	O	Soldar base en cuerpo de anaqueles	4.1	
14	O	Soldar parte superior en cuerpo de anaqueles	4.1	
15	O	Soldar repisas	16.0	
16	O	Soldar refuerzos en puertas (4)	26.0	
17	O	Soldar bisagras en puertas	3.4	
18	O	Instalar puertas en cuerpo	3.8	
19	O	Instalar picaportes	3.3	
20	O	Rematar todas las uniones	15.5	
21	O	Hacer perforaciones para tiraderas	4.4	
22	O	Pulida final	6.3	
		Lote: 3 anaqueles	479.5	

Pintado de estructuras metálicas				
#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar a T1	15.6	14.5
2	O	Desengrasado (T1)	18.0	
3	D	Colocar anaqueles en T2	7.5	
4	O	Enjuague (T2)	9.0	
5	D	Colocar anaqueles en T3	7.5	
6	O	Desoxidación (T3)	90.0	
7	D	Colocar anaqueles en T4	7.5	
8	O	Enjuague (T4)	9.0	
9	D	Colocar anaqueles en T5	7.5	
10	O	Fosfatizado (T5)	90.0	
11	D	Colocar anaqueles en T6	7.5	
12	O	Enjuague (T6)	9.0	
13	⇒	Llevar anaqueles a horno	2.4	3.8
14	O	Secado	2.0	
15	⇒	Llevar anaqueles a cámara de pintado	2.4	2.8
16	D	Colocar anaqueles en cámara para pintado	5.7	
17	D	Preparar equipo de pintado	4.5	
18	O	Pintado	123.0	
19	⇒	Ingresa anaqueles al horno	1.8	2.8
20	O	Horneado	10.0	
21	⇒	Llevar piezas a lugar de almacenaje	13.2	17.8
22	▽	Almacenaje de anaqueles pintados	4.5	
		Lote: 18 estructuras metálicas	447.6	

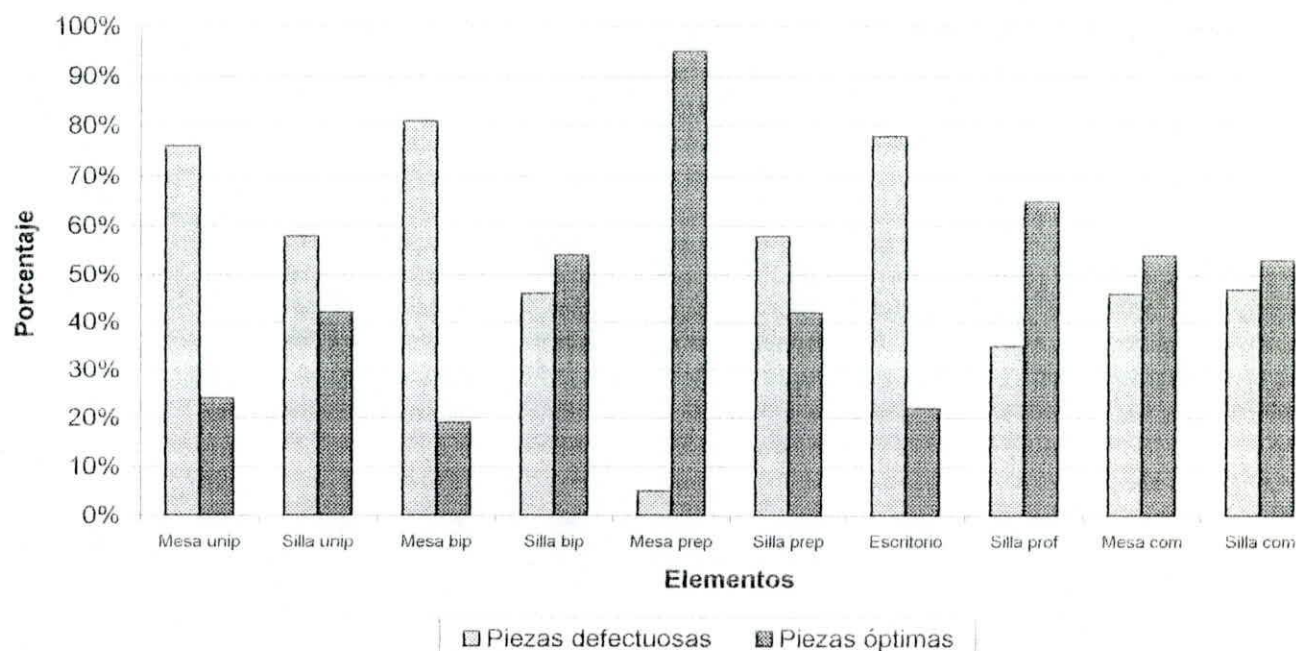
Embalaje de anaqueles				
#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Traer estructuras metálicas pintadas	34.0	22.0
2	⇒	Traer resbalones, tiraderas y cerradura	6.7	4.3
3	O	Instalación de resbalones	50.7	
4	O	Instalación de tiraderas plásticas	69.3	
5	O	Instalación de cerradura	41.3	
6	⇒	Traer material para embalaje	36.0	25.0
7	O	Embalaje	119.3	
8	∇	Almacenar anaqueles embalados	56.7	30.0
Lote: 40 anaqueles			414.0	



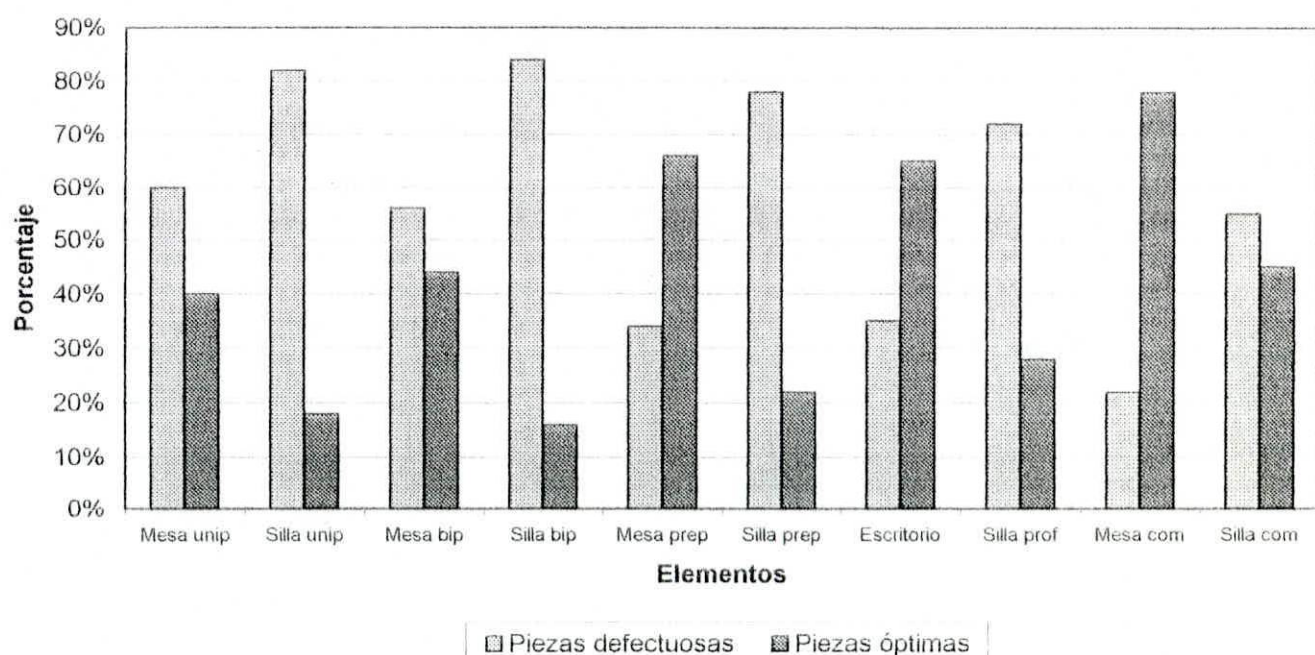
ANEXO L

GRÁFICOS COMPARATIVOS ENTRE PIEZAS DEFECTUOSAS Y PIEZAS ÓPTIMAS

Proceso de pintado electrostático



Proceso de perforado de tubos



ANEXO M LISTADO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	Soldadoras MIG		Dobladoras de tubos*		Cizalla	Taladros de pedestal
	Tres	Tres	Tres	Una		
Cantidad						Uno
Marca	SOLMIG	Hobart MEGAMIG	Fabricación nacional	Fabricación nacional		COLECTIS
Serie						1078051
Modelo	KJ119360	RC-300, RC-250				
Accionamiento			Manual	Manual		
Diámetro de tubos			25.4mm (1")			
Diámetro de disco						
Dimensiones (mm)	450 x 450	450 x 450	330 x 160	420 x 210		500 x 500
Capacidad	4500 W	4500 W				
Velocidad						

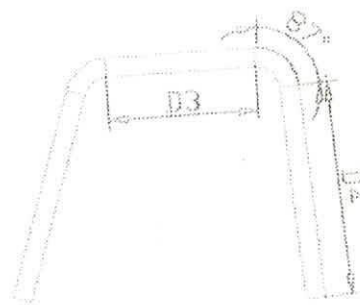
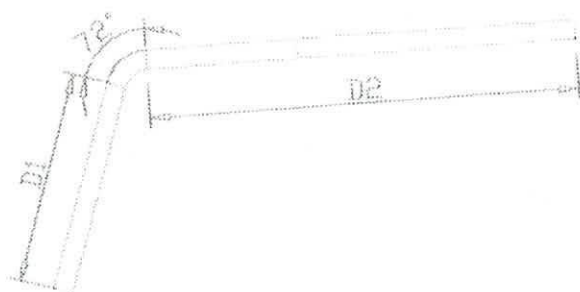
DESCRIPCIÓN	Pulidoras		Compresores		Equipo de pintura electrostática
	Tres	Dos	Una	Uno	
Cantidad					Uno
Marca	Rockwell	Northern Ind. Tools	Iskra Perles	Campbell Hausfeld	DEVILBISS
Serie			400107	20553	90973
Modelo	796D4	1025	A-506	MT700300AJ	BFX-960
Diámetro de disco	178 mm (7")	178 mm (7")			
Dimensiones (mm)	500 x 230	500 x 230	500 x 230	650 x 450	600 x 500
Capacidad	1800 W	1800W		1.5 HP	
Velocidad	8500 rpm	8500 rpm	6640 rpm		

DESCRIPCIÓN	Taladros manuales		Esmeriladoras	Máquinas de cortar		Dobladora de planchas
	Dos	Dos		Una	Una	
Cantidad						
Marca	DEWALT	Baldor	DEWALT	Fabricación nacional		
Serie			7376			
Modelo	DW541 QU02		DW870			
Accionamiento				Manual		
Diámetro de disco		178mm				
Dimensiones (mm)	450 x 180	610 x 180	305 x 2mm	2600 x 600		
Capacidad	1010 W	1 HP				
Velocidad	120-320 rpm		3000 rpm			

ANEXO N: GUÍA DE FABRICACIÓN, ELEMENTOS 1, 5, 7 Y 10

1) CORTAR TUBOS SEGÚN TABLA DE CORTES

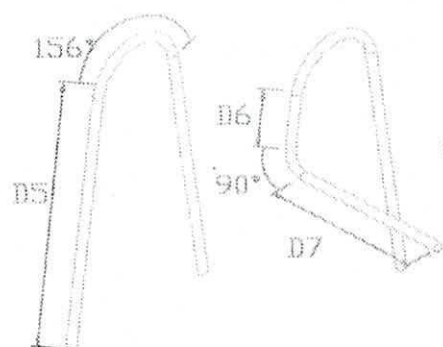
2) DOBLAR SOPORTES



3) DOBLAR ESPALDAR-ASIEN TO

4) SOLDAR

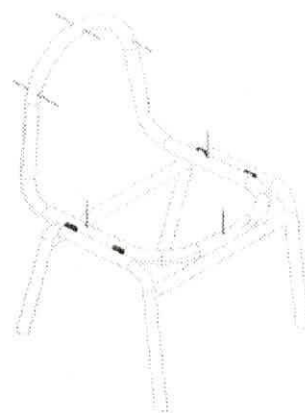
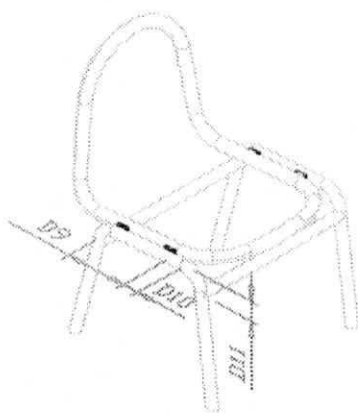
5) CURVAR



6) CORTAR BOCAS DE SAPO EN AMBOS EXTREMOS DE TRAVESAÑOS

7) ARMAR (SOLDAR)

8) PERFORAR



9) PINTAR

10) PONER REGATONES

11) ENSAMBLAR CON PERNOS



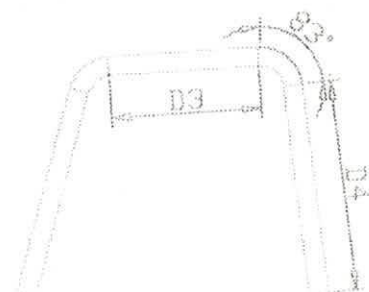
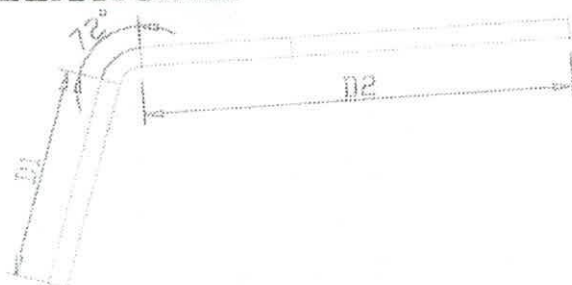
ANEXO O: GUÍA DE FABRICACIÓN, ELEMENTO 3

1) CORTAR TUBOS

LOTE: 13 TUBOS - 16 SILLAS

TUBO #	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA	CANT.	L. (mm)	TUBO #	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA	CANT.	L. (mm)
1-2	SOPORTES	3	829	5-6	ESPALDAR-ASIENTO	3	1721
1-2	ESPALDAR-ASIENTO	1	1721	7-12	ESPALDAR-ASIENTO	2	1721
1-2	TRAVESAÑOS	2	775	7-12	TRAVESAÑOS	2	775
3-4	SOPORTES	2	829	7-12	SOPORTES	1	829
3-4	ESPALDAR-ASIENTO	1	1721	13	SOPORTES	6	829
3-4	TRAVESAÑOS	3	775				

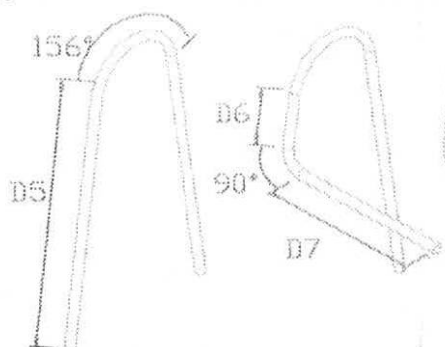
2) DOBLAR SOPORTES



3) DOBLAR ESPALDAR-ASIENTO

4) SOLDAR

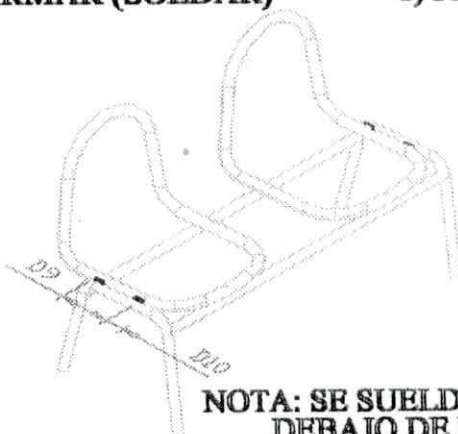
5) CURVAR



6) CORTAR BOCAS DE SAPO EN AMBOS EXTREMOS DE TRAVESAÑOS

7) ARMAR (SOLDAR)

8) PERFORAR

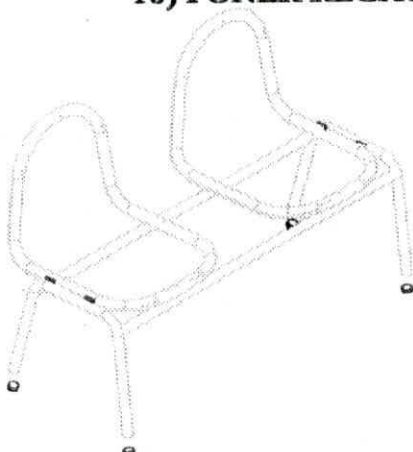


NOTA: SE SUELDA TRAVESAÑO FRONTAL DEBAJO DE ESP-AS PARA EMPERNAR

9) PINTAR

10) PONER REGATONES

11) ENSAMBLAR CON PERNOS



ANEXO P: GUÍA DE FABRICACIÓN, ELEMENTOS 2 Y 4

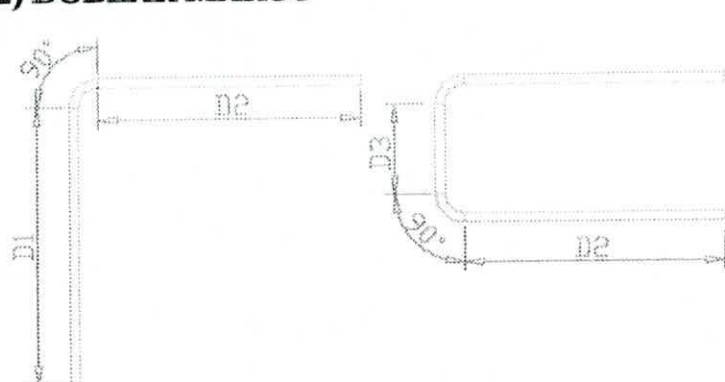
1) CORTAR TUBOS

TUBO #	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA	CANTIDAD	LONGITUD (mm)
1	SOPORTES	2	1257
1	TRAVESAÑOS	2	625
1	MARCOS	1	1868
1-2	SOPORTES	3	1143
1-2	TRAVESAÑOS	2	1025
3-4	TRAVESAÑOS	2	1025
3-4	MARCOS	1	2668
3-4	SOPORTES	1	1143
5	MARCOS	2	2668

ELEMENTO 2
LOTE: 1 TUBO - 1 MES.

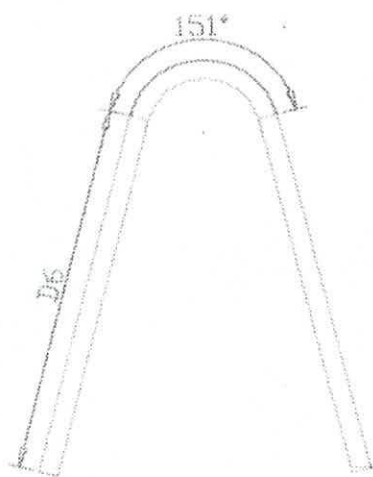
ELEMENTO 4
LOTE: 5 TUBOS - 4 MES.

2) DOBLAR MARCO



3) SOLDAR

4) DOBLAR SOPORTES



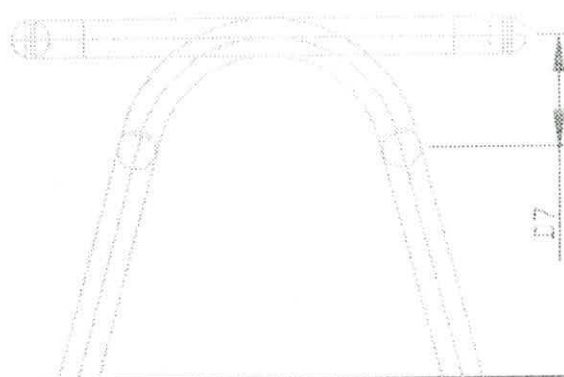
5) CORTAR BOCAS DE SAPO EN AMBOS EXTREMOS DE TRAVESAÑOS

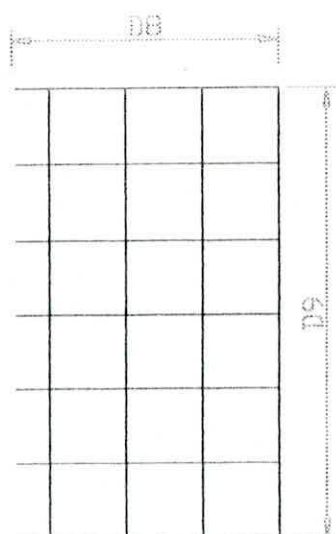
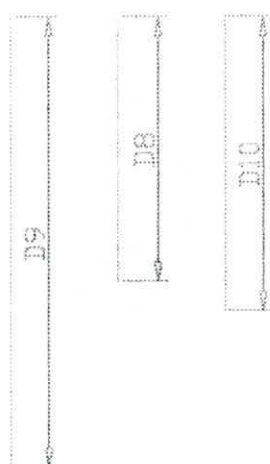
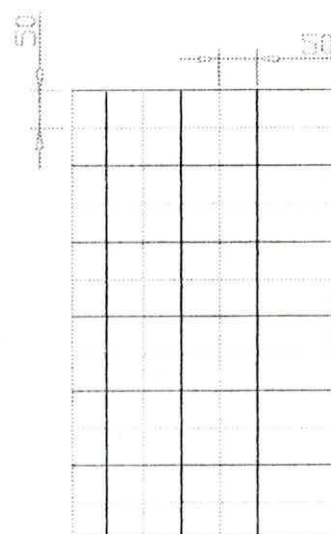
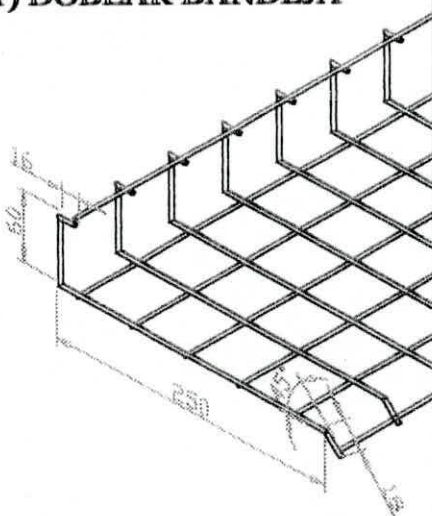
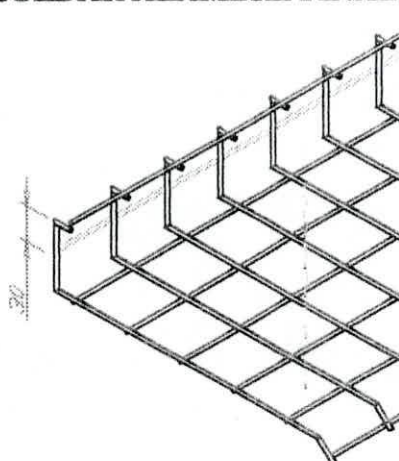
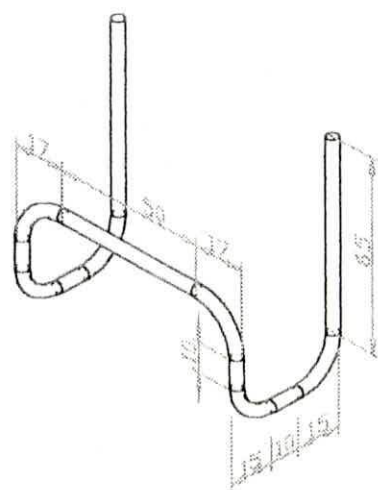
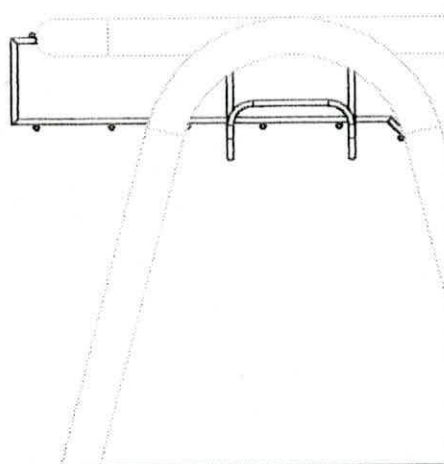
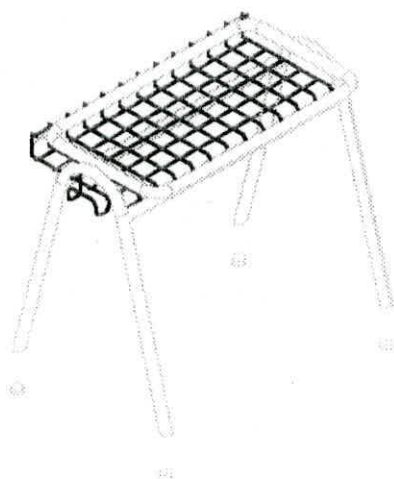
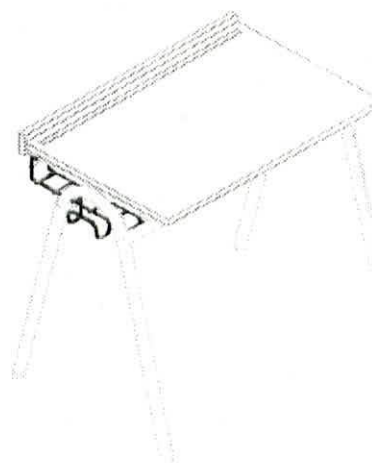


6) PERFORAR MARCO



7) SOLDAR MARCOS, SOPORTES Y TRAVESAÑOS



8) CORTAR MALLA**9) CORTAR ALAMBRE****10) ARMAR BANDEJA PORTALIBROS****11) DOBLAR BANDEJA****12) SOLDAR ALAMBRE FINAL****13) DOBLAR GANCHO PORTAMOCHILAS (D12)****14) SOLDAR BANDEJA PORT.
15) SOLDAR GANCHO PORT.
16) LIJAR****17) PINTAR
18) PONER REGATONES****19) ENSAMBLAR CON
PERNOS**

ANEXO Q: HOJA DE DATOS PARA GUÍAS DE FABRICACIÓN DE ELEMENTOS 1, 2, 3, 4, 5, 7 Y 10

ELEMENTOS 1 Y 10

LOTE: 4 TUBOS - 5 SILLAS

TUBO #	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA	CANTIDAD	L (mm)
1	SOPORTES	2	918
1	ESPALDAR-ASIENTO	1	1985
1	TRAVESAÑOS	5	395
2	SOPORTES	2	918
2	ESPALDAR-ASIENTO	1	1985
2	TRAVESAÑOS	5	395
3	ESPALDAR-ASIENTO	3	1985
4	SOPORTES	6	918

ELEMENTO 5

LOTE: 5 TUBOS - 8 SILLAS

TUBO #	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA	CANTIDAD	L (mm)
1-3	SOPORTES	2	711
1-3	ESPALDAR-ASIENTO	2	1608
1-3	TRAVESAÑOS	4	315
4-5	SOPORTES	5	711
4-5	ESPALDAR-ASIENTO	1	1608
4-5	TRAVESAÑOS	2	315

ELEMENTO 7

LOTE: 13 TUBOS - 14 SILLAS

TUBO #	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA	CANTIDAD	L (mm)
1-4	SOPORTES	2	1087
1-4	ESPALDAR-ASIENTO	1	2296
1-4	TRAVESAÑOS	3	445
5-8	TRAVESAÑOS	3	445
5-8	ESPALDAR-ASIENTO	2	2296
9-12	TRAVESAÑOS	1	445
9-12	SOPORTES	5	1087
13	ESPALDAR-ASIENTO	2	2296

ELEMENTO	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
1 y 10	226	541	162	261	793	181	506	110	130	40
2	1057	689	245	122	123	496	75	344	600	370
3	212	436	113	205	695	151	249	92	110	42
4	1456	1090	245	122	123	439	75	344	1000	370
5	194	402	97	187	649	141	409	86	102	31
7	301	610	194	298	926	201	584	122	146	44

ANEXO R: GUÍA DE FABRICACIÓN, ELEMENTO 6

1) CORTAR PIEZAS

LOTE: 8 TUBOS - 7 MESAS

TUBO #	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA	CANTIDAD	LONGITUD (mm)
1-7	SOPORTES	6	423
1-7	PARTES DE MARCO (PM)	4	393
1-7	PARTES DE BASE DE MARCO (PTR)	4	380
8	PARTES DE MARCO (PM)	14	393

2) HACER CORTES A 60° EN AMBOS EXTREMOS DE PM



3) CORTAR BOCAS DE SAPO EN SOPORTES SEGÚN MUES



4) HACER CORTES A 32° EN UNO DE LOS EXTREMOS DE PTR



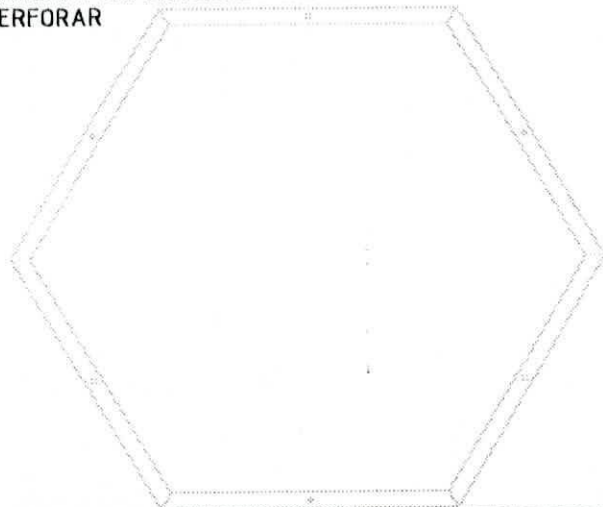
5) HACER LOS SIGUIENTES CORTES EN EL OTRO EXTREM



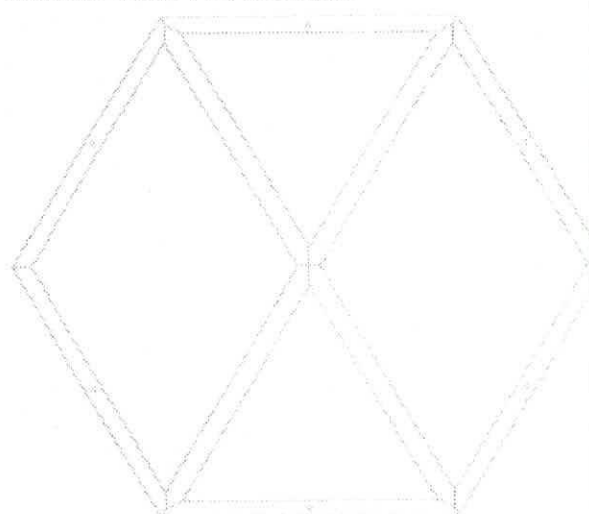
6) SOLDAR PIEZAS PM1 Y PIEZAS PM2 PARA FORMAR MARCO

7) MARCAR PERFORACIONES SEGÚN PLANTILLA

8) PERFORAR



9) SOLDAR PIEZAS PTR EN MARCO

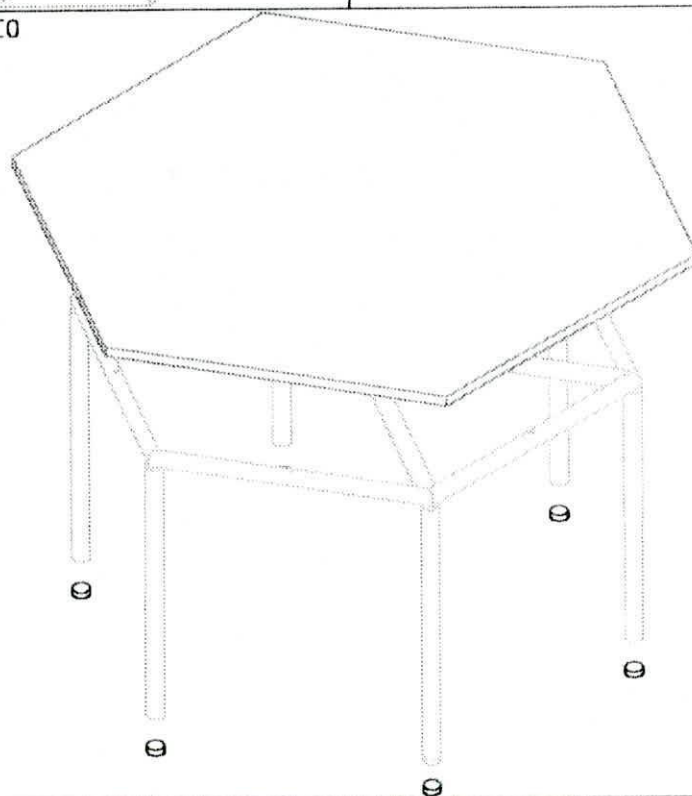


10) SOLDAR SOPORTES Y MARCO

11) PINTAR

12) PONER REGATONES

13) ENSAMBLAR CON PERNOS



ANEXO S: GUÍA DE FABRICACIÓN, ELEMENTO 11

1) CORTAR PIEZAS

LOTE: 5 TUBOS - 4 MESAS

TUBO #	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA	CANTIDAD	LONGITUD (mm)
1-4	BASES TRANSVERSALES (BT)	2	525
1-4	BASES LONGITUDINALES (BL)	2	1100
1-4	TRAVESAÑOS	2	888
1-4	LARGUEROS	1	402
1-4	SOPORTES	4	483
5	SOPORTES	12	483

2) HACER CORTES A 45° EN LOS EXTREMOS DE BT Y BL



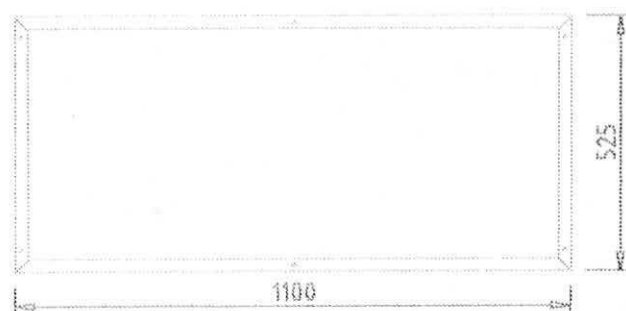
3) CORTAR BOCAS DE SAPO EN EXTREMOS DE TRAVESAÑOS SOPORTES Y LARGUERO



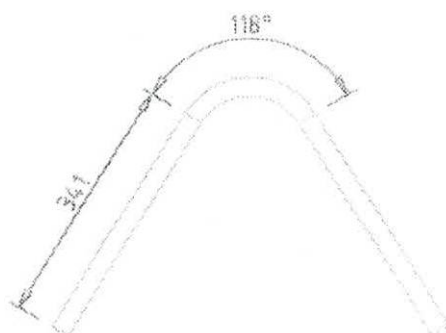
4) SOLDAR PIEZAS BT Y PIEZAS BL PARA FORMAR MARCO

5) MARCAR PERFORACIONES SEGUN PLANTILLA

6) PERFORAR



7) DOBLAR TRAVESAÑOS

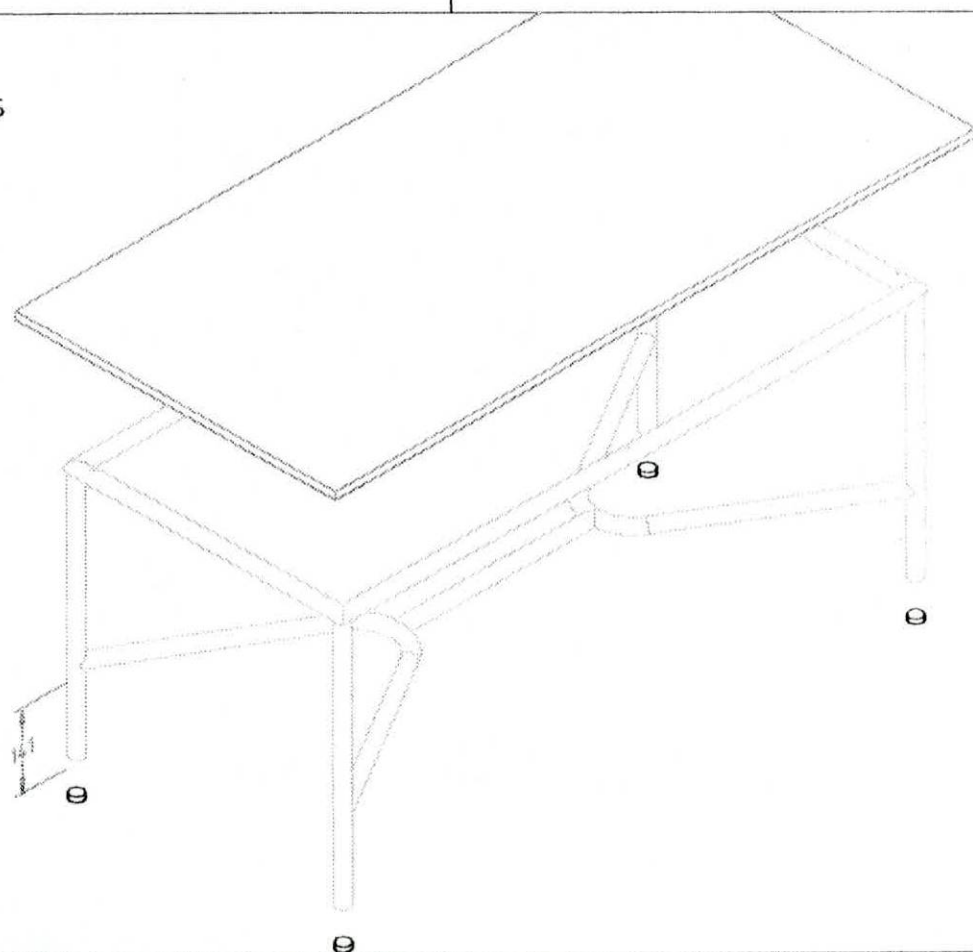


8) ARMAR MESA

9) PINTAR

10) PONER REGATONES

11) ENSAMBLAR



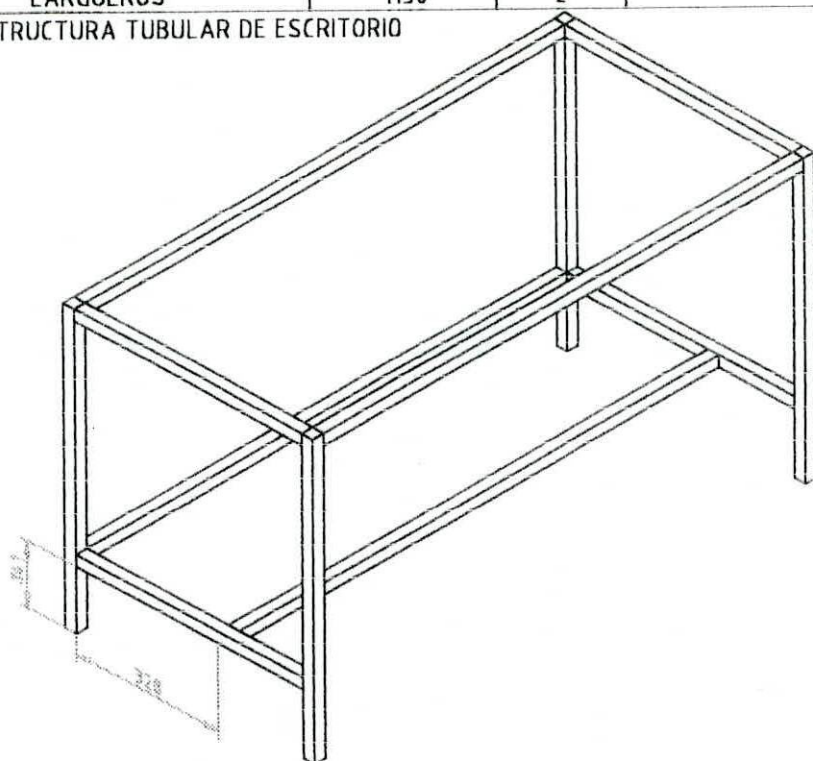
ANEXO T: GUÍA DE FABRICACIÓN, ELEMENTO 8

1) CORTAR TUBOS

LOTE: 5 TUBOS

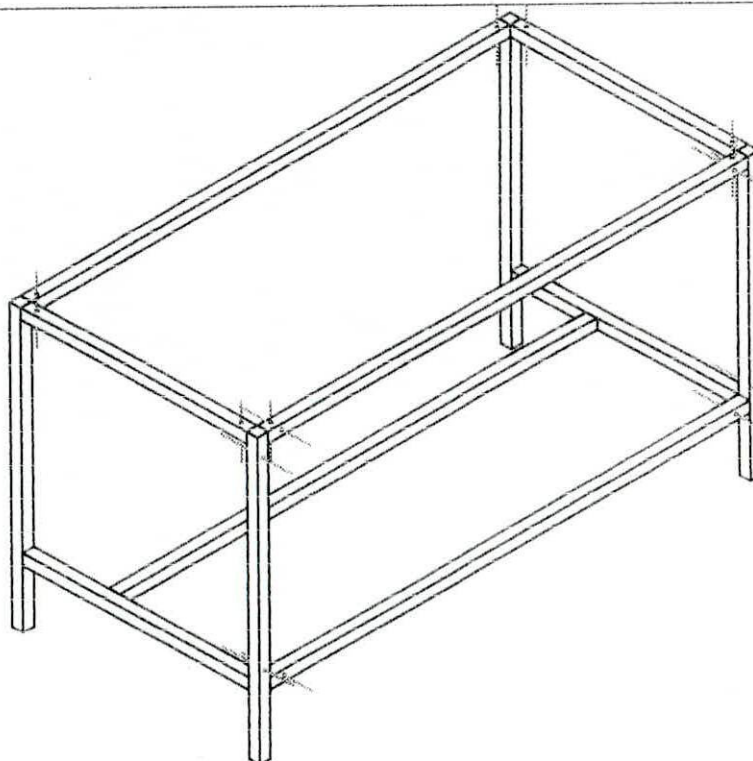
TUBO NO.	PIEZA	LONGITUD (mm)	CANTIDAD
1	SOPORTES	676	8
2	TRAVESANOS	530	11
3	LARGUEROS	1130	5
4	LARGUEROS	1130	5
5	TRAVESANOS	530	1
5	SOPORTES	676	4
5	LARGUEROS	1130	2

2) ARMAR (SOLDAR) ESTRUCTURA TUBULAR DE ESCRITORIO



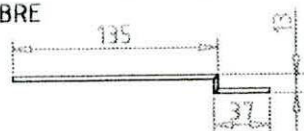
3) MARCAR PERFORACIONES

4) PERFORAR



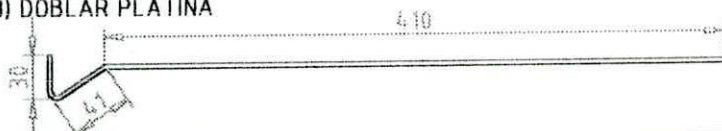
5) CORTAR ALAMBRE $\phi 4$ mm PARA TRAMPA (L=185mm)

7) DOBLAR ALAMBRE



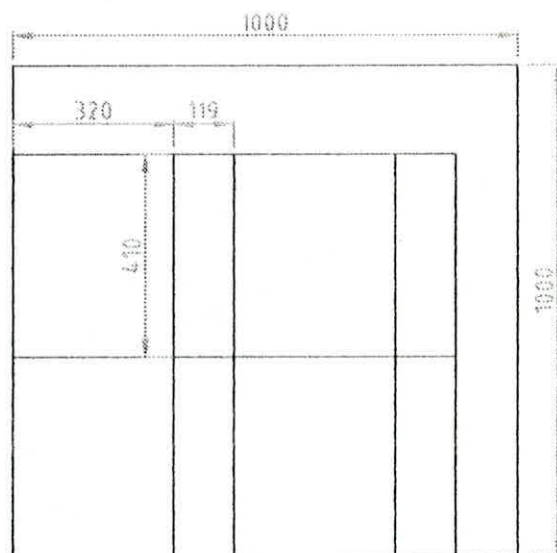
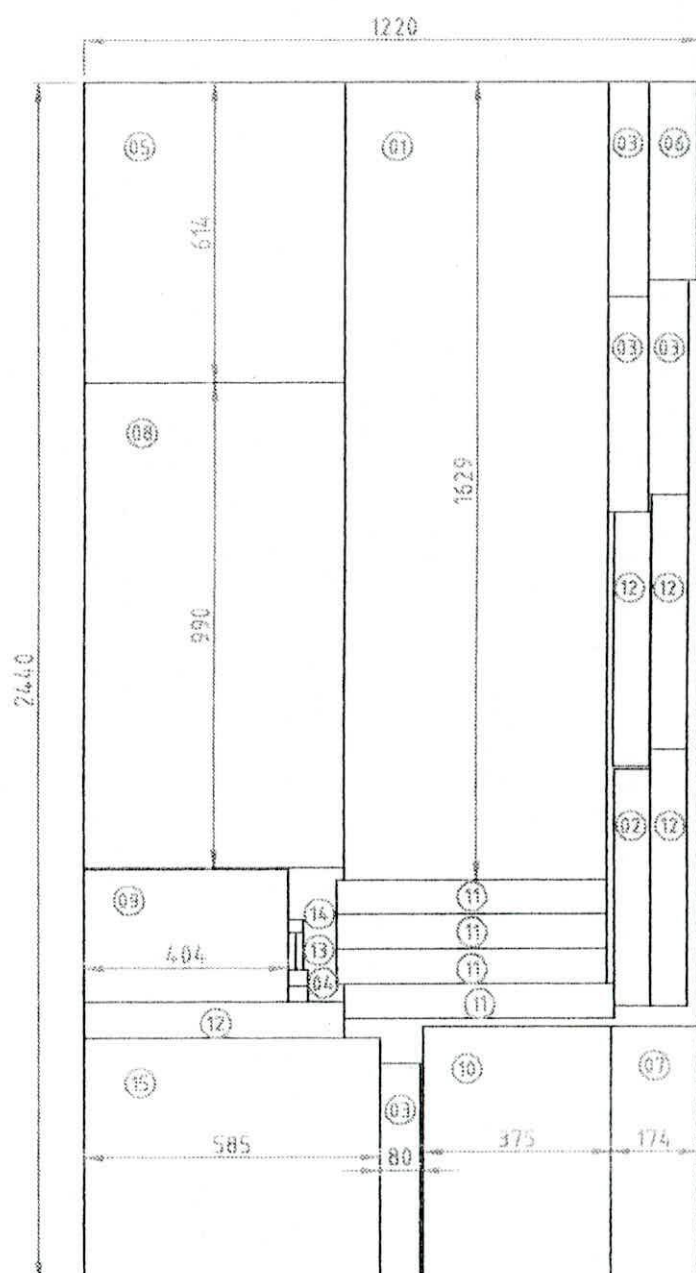
6) CORTAR PLATINA 20 x 3 PARA TRAMPA (1 DE 481mm Y 2 DE 15mm)

8) DOBLAR PLATINA

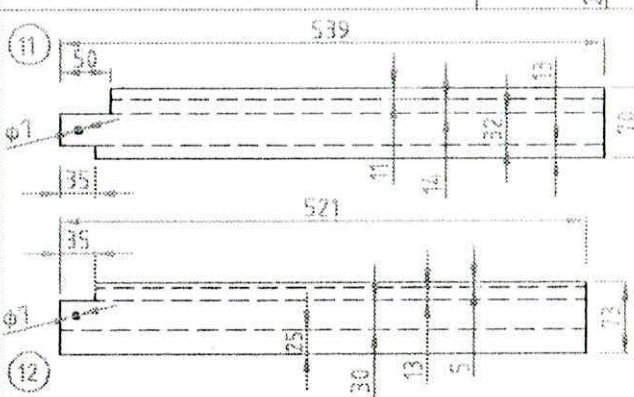
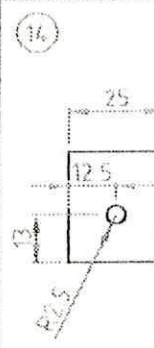
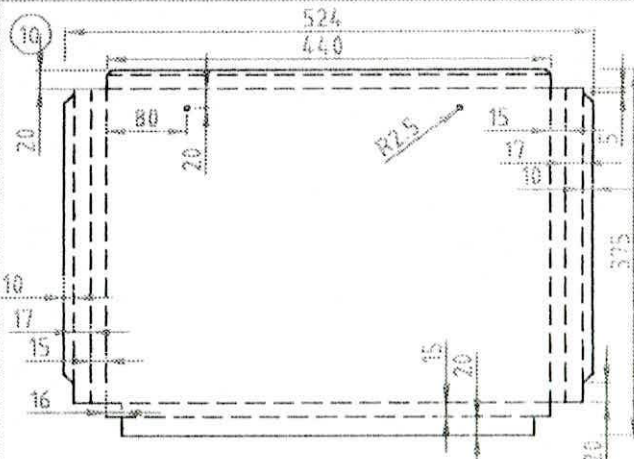
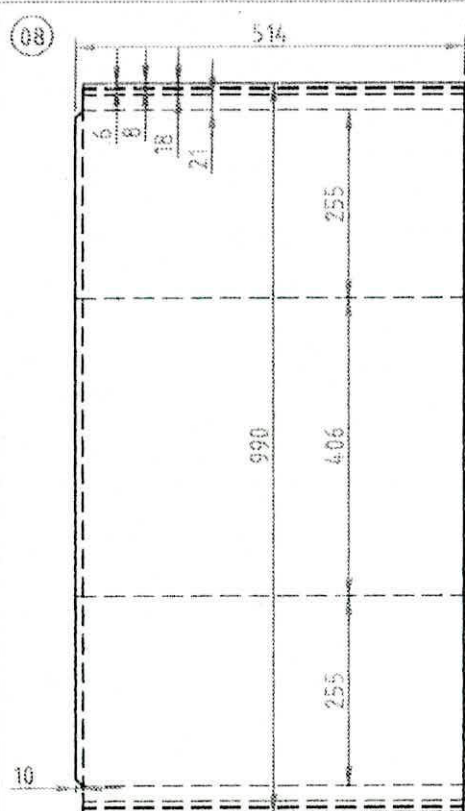
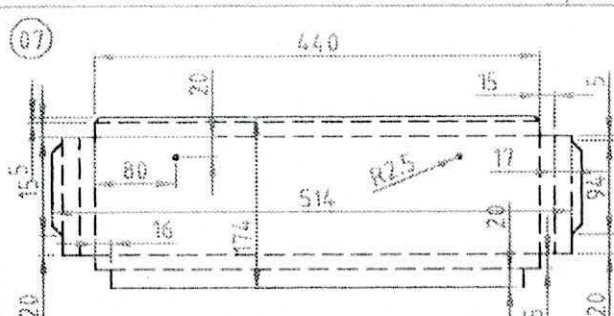
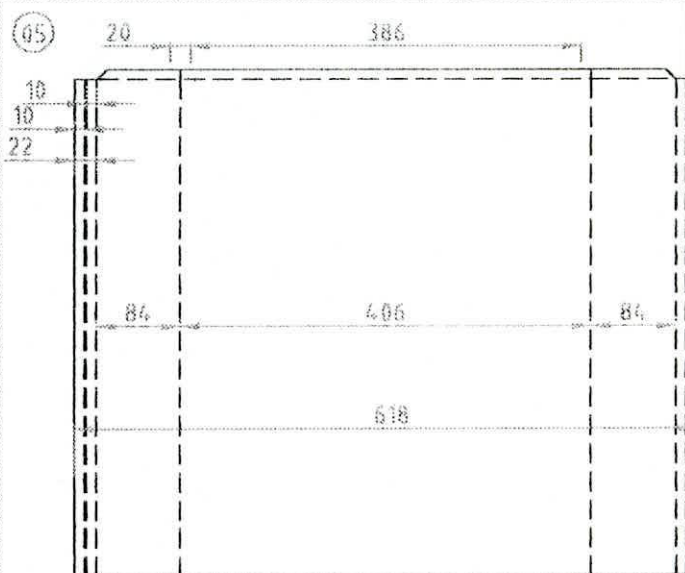
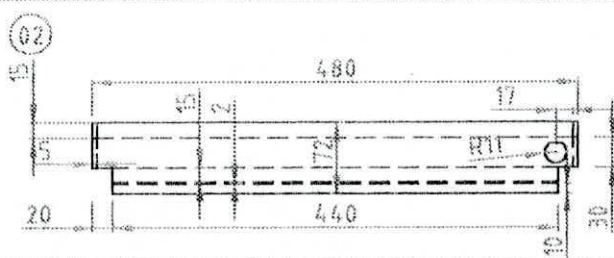
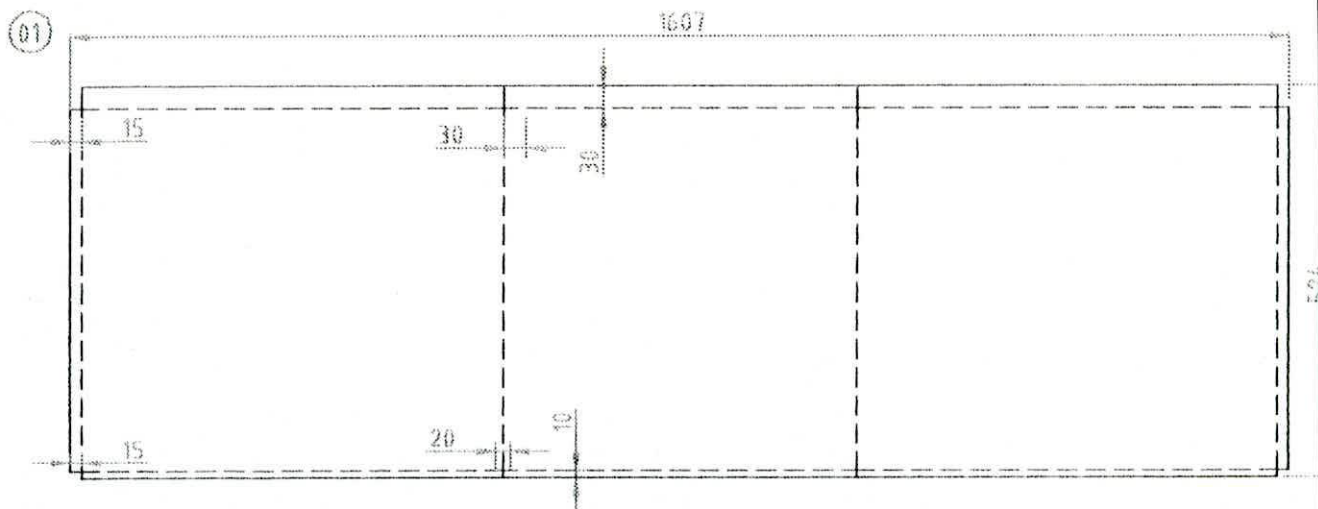


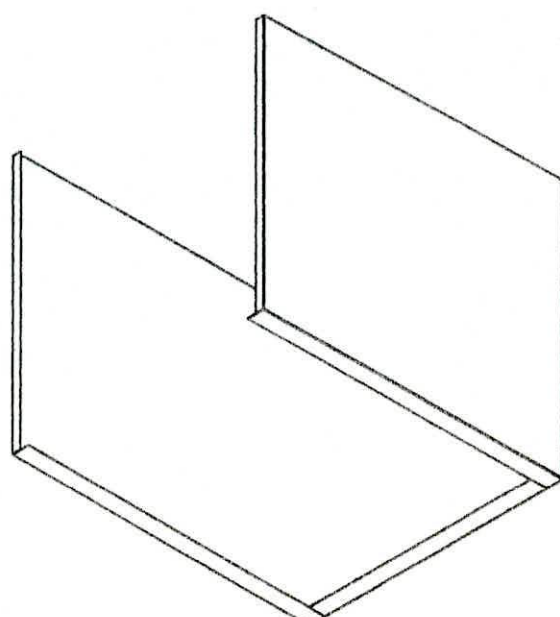
9) CORTAR LÁMINAS METÁLICAS e=0.8mm

NÚMERO	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA	MEDIDAS (mm)	CANTIDAD	OBSERVACIONES
01	CAJONERA	524 x 1629	1	
02	PORTACHAPA	72 x 480	1	
03	LATERALES DE CAJONERA	439 x 80	4	PARA SOLDAR CORREDE
04	GUÍA DE PLATINA	32 x 39	2	
05	CAJÓN 1 (ESTRUCTURA)	514 x 614	1	
06	CAJÓN 1 (TAPA POSTERIOR)	404 x 97	1	
07	CAJÓN 1 (FRENTE)	524 x 174	1	
08	CAJÓN 1 (FRENTE POSTERIOR)	410 x 320	1	
09	CAJÓN 2 (ESTRUCTURA)	514 x 990	1	
10	CAJÓN 2 (TAPA POSTERIOR)	404 x 268	1	
10	CAJÓN 2 (FRENTE)	524 x 375	1	
11	CAJÓN 2 (FRENTE POSTERIOR)	410 x 119	1	
12	CORREDERA EN CAJONERA	70 x 539	4	EN CADA LADO DE CAJON
13	CORREDERA EN CAJONES	73 x 521	4	EN CADA LADO DE CAJON
14	TRAMPA EN CAJONES	75 x 15	2	SÓLO EN UN LADO DE CADA CA
15	GUÍA DE ALAMBRE	25 x 30	1	
16	BASE DE CAJONERA	492 x 585	1	

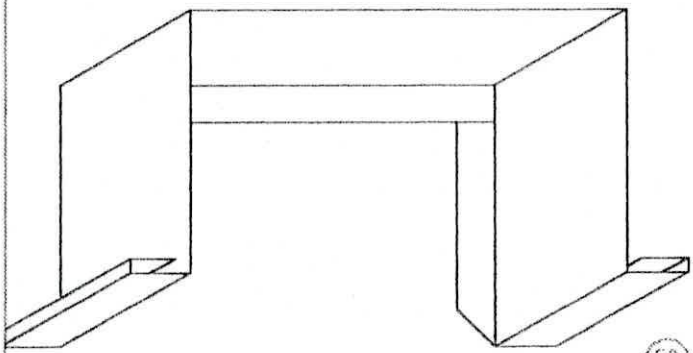


10) TROQUELAR LÁMINAS

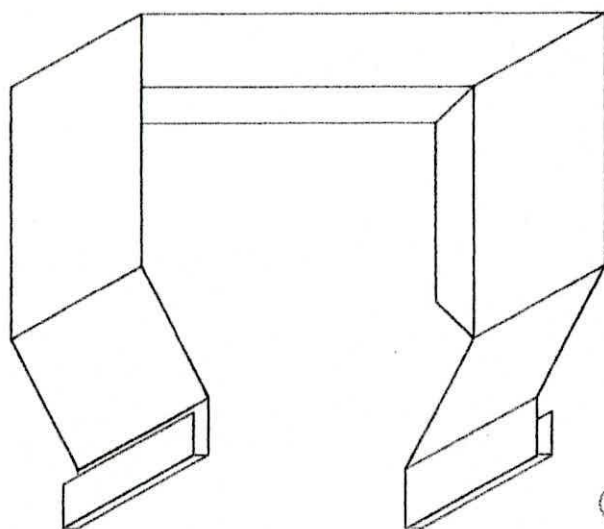




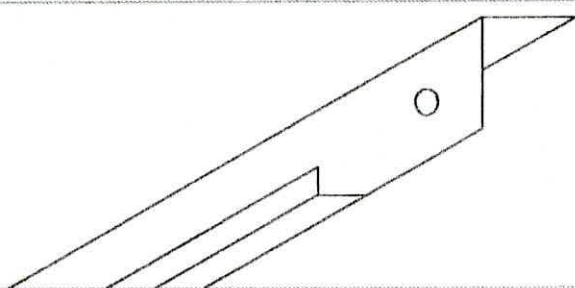
(01)



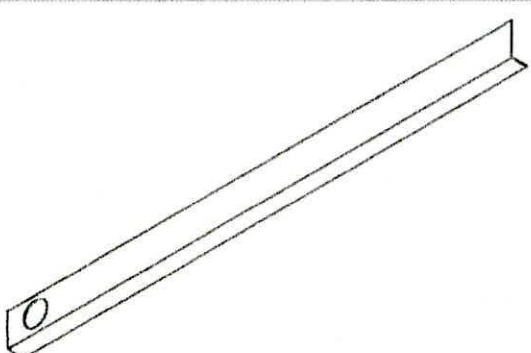
(05)



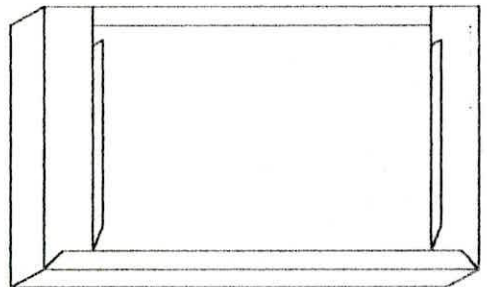
(08)



(12)



(02)

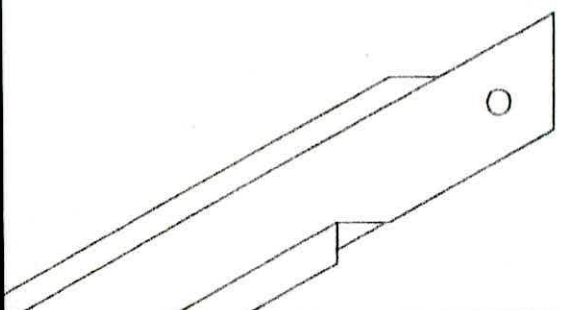


(07)

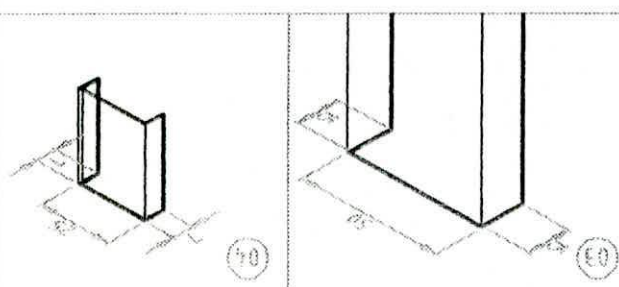
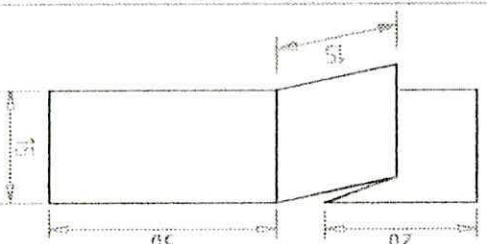
(06) (09)



(11)



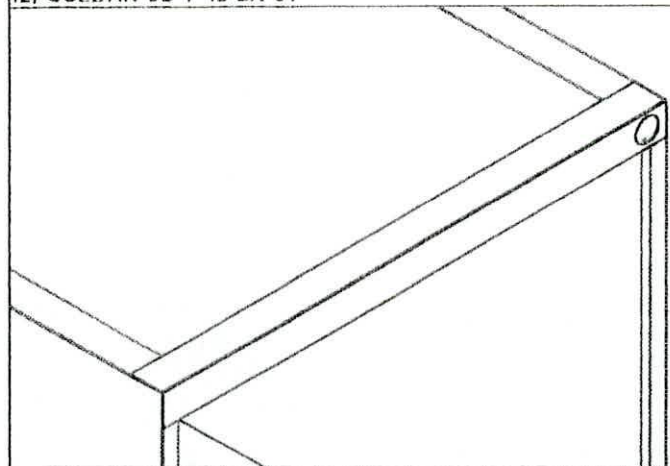
(13)



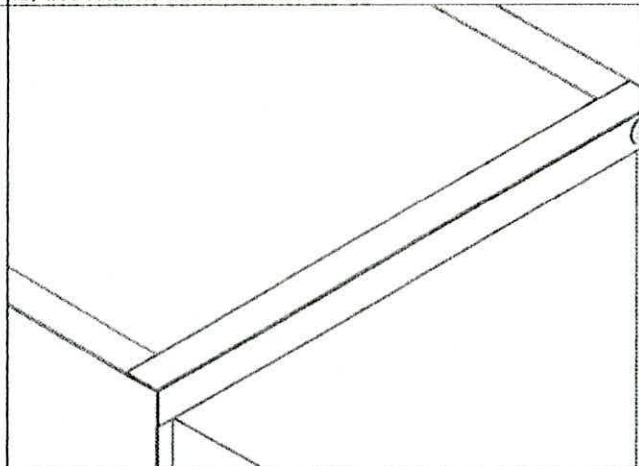
(03)

(04)

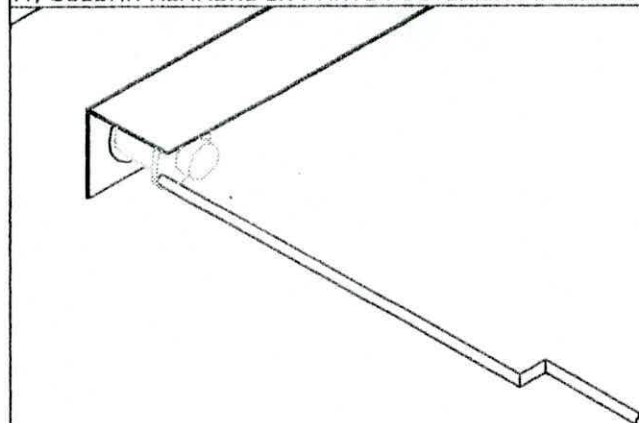
12) SOLDAR 02 Y 15 EN 01



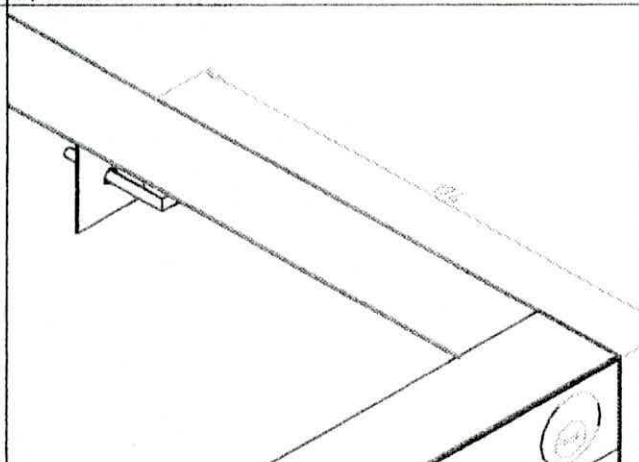
13) INSTALAR CERRADURA EN 02



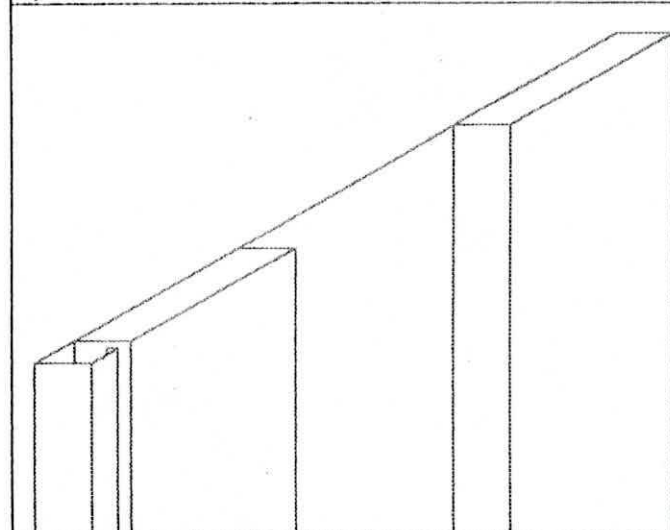
14) SOLDAR ALAMBRE EN PARTE POSTERIOR DE CERRADURA



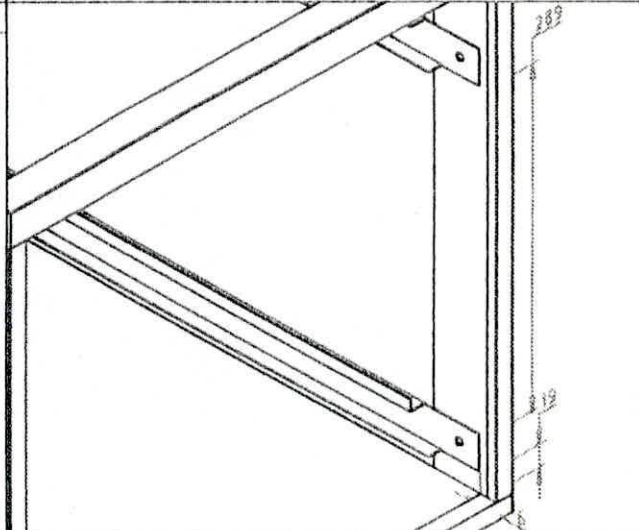
15) SOLDAR 14 EN 01



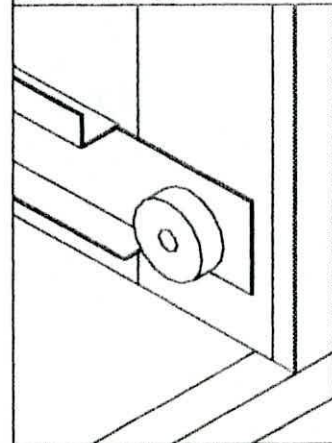
16) SOLDAR 4 ELEMENTOS 03 EN 01



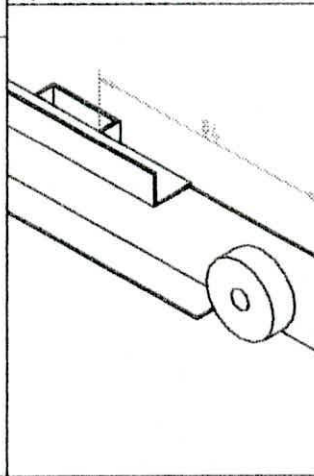
17) SOLDAR 4 ELEMENTOS 11 EN 03



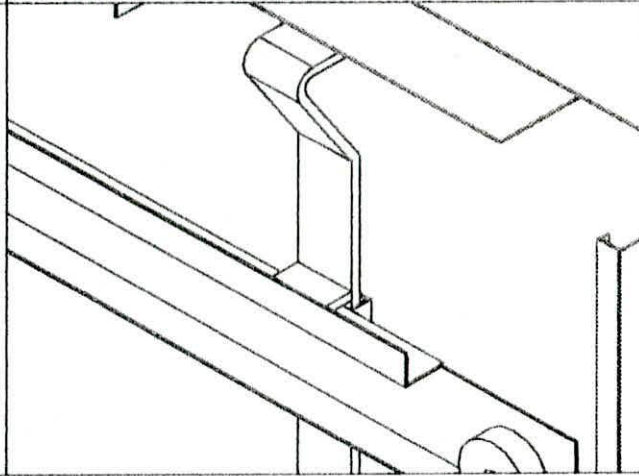
18) SOLDAR RULIMANES EN ELEMENTOS 11



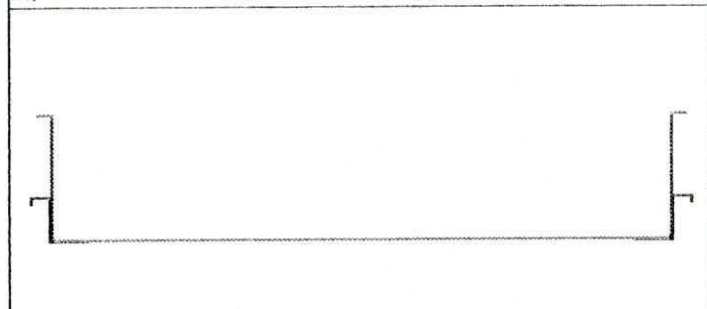
19) SOLDAR 04 EN 11



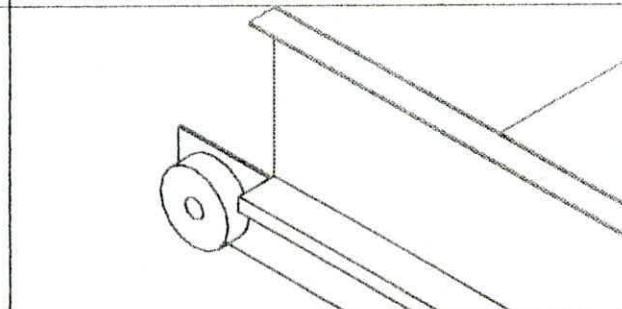
20) INSTALAR PLATINAS PARA TRAMPA



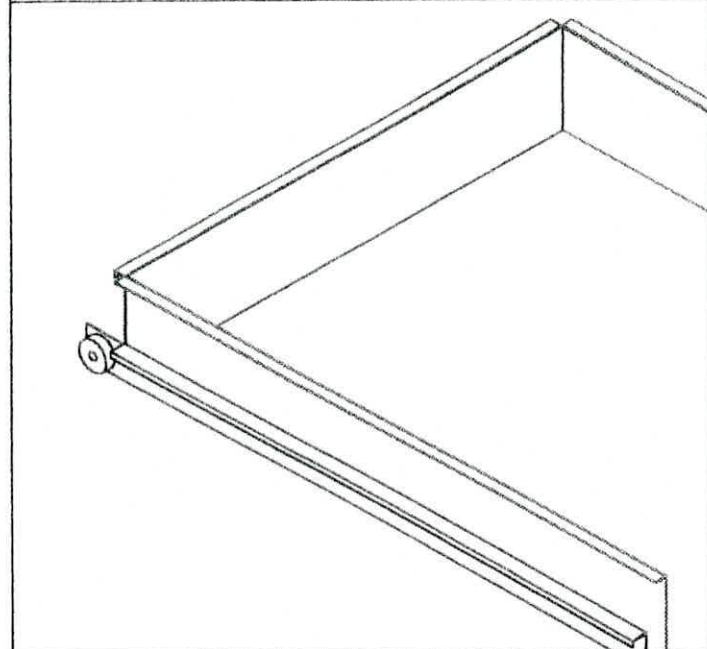
21) SOLDAR ELEMENTOS 12 EN ELEMENTOS 05 Y 08



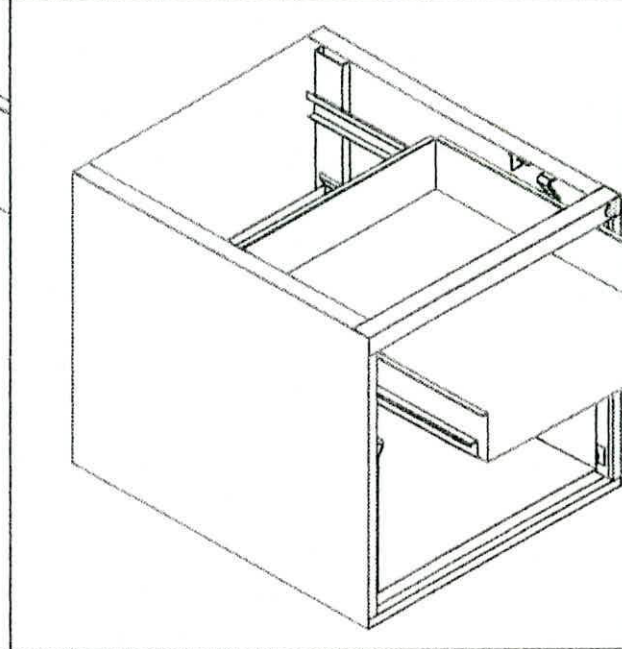
22) SOLDAR RULIMANES EN ELEMENTOS 12



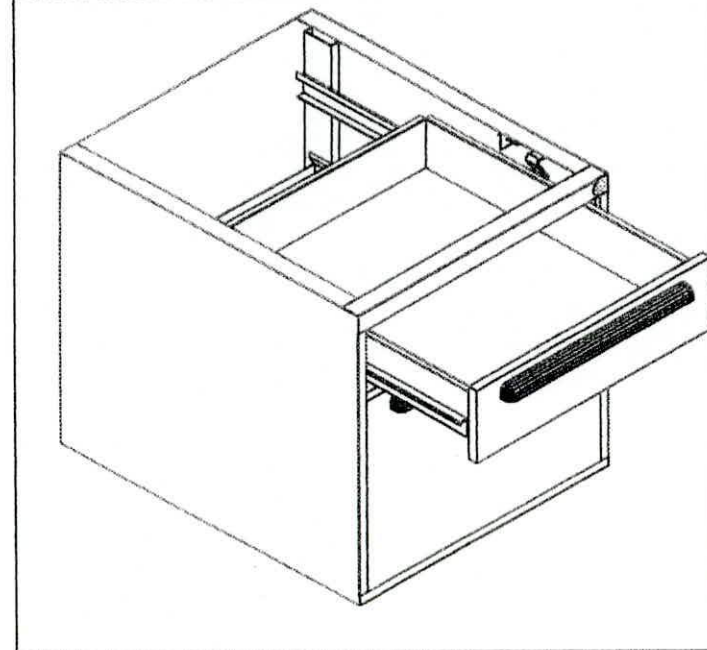
23) SOLDAR ELEMENTOS 06 Y 09 EN ELEMENTOS 05 Y 08



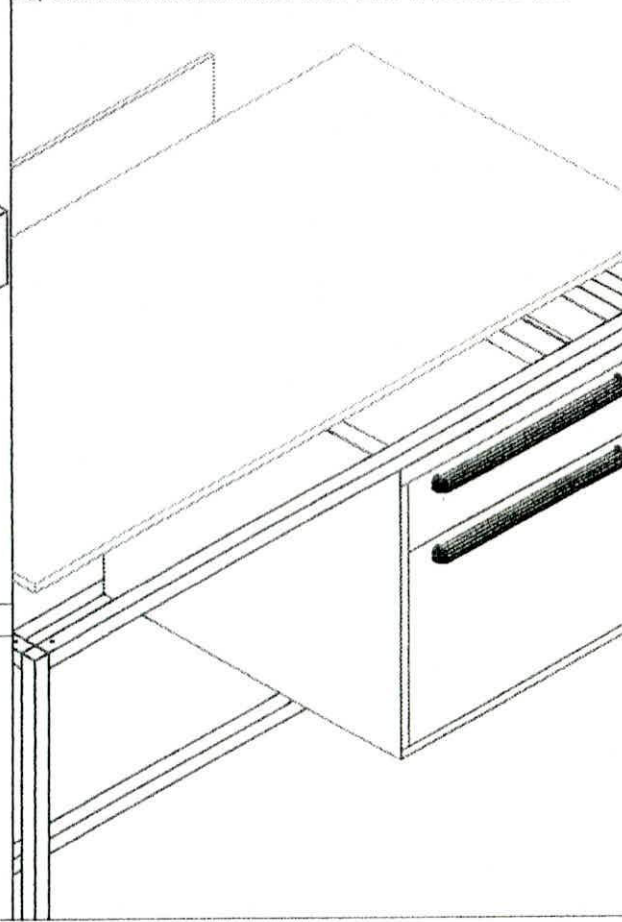
24) INSTALAR CAJONES EN CAJONERA



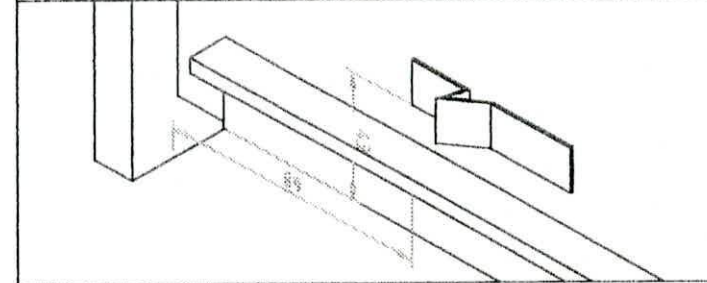
25) SOLDAR ELEMENTOS 07 Y 10 (FRENTE) EN CAJONES
26) INSTALAR TIRADERAS EN FRENTE DE CAJONES



28) SOLDAR CAJONERA EN ESTRUCTURA DE ESCRITORIO
29) PULIR
30) PINTAR
31) INSTALAR REGATONES
32) ENSAMBLAR ESTRUCTURA CON TABLEROS MDF



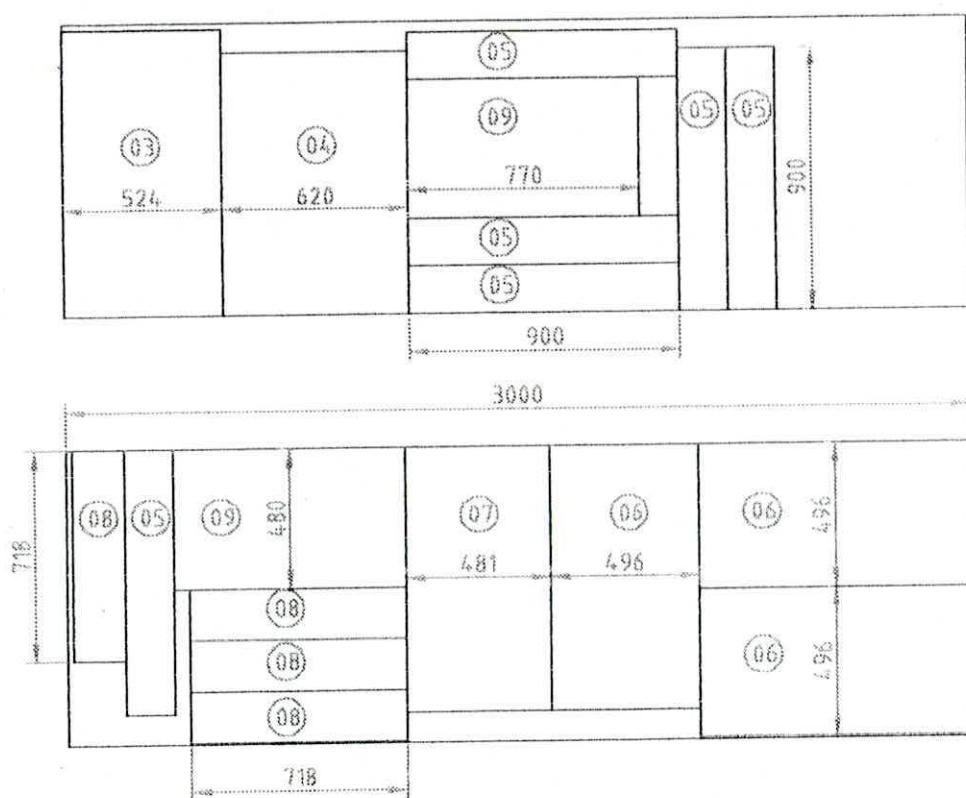
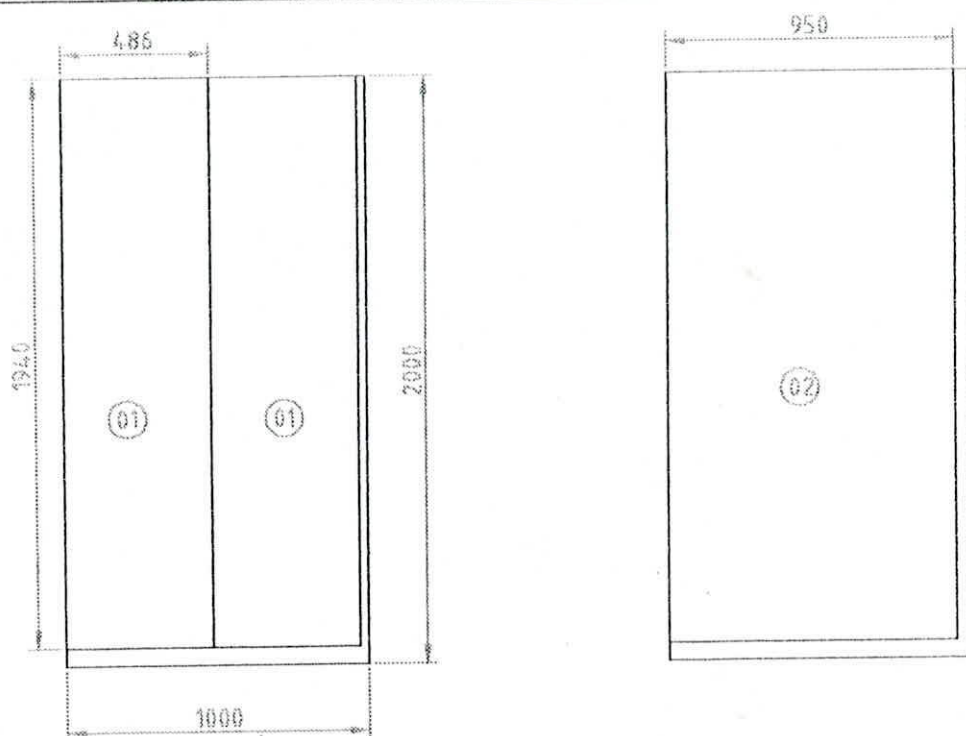
27) SOLDAR ELEMENTOS 13 EN CAJONES (05 Y 08)



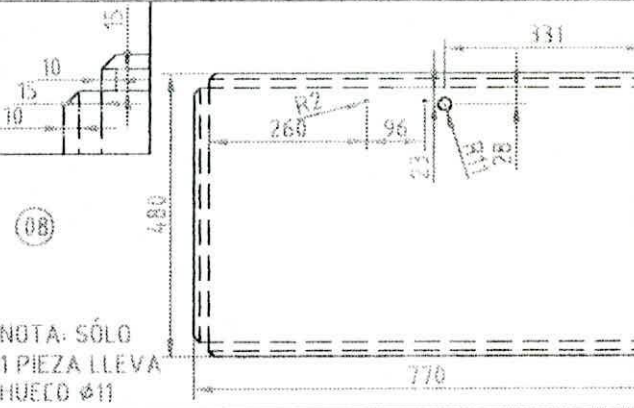
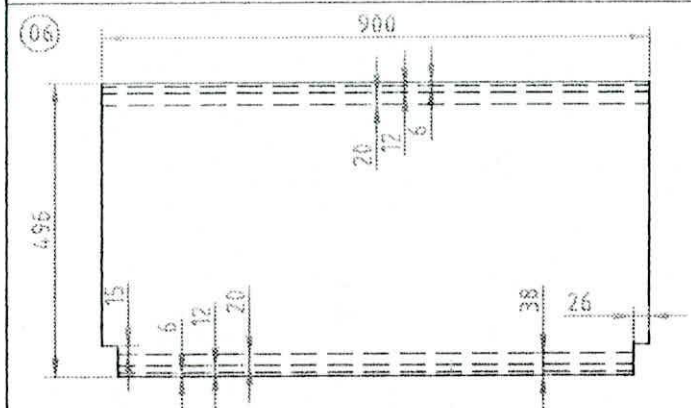
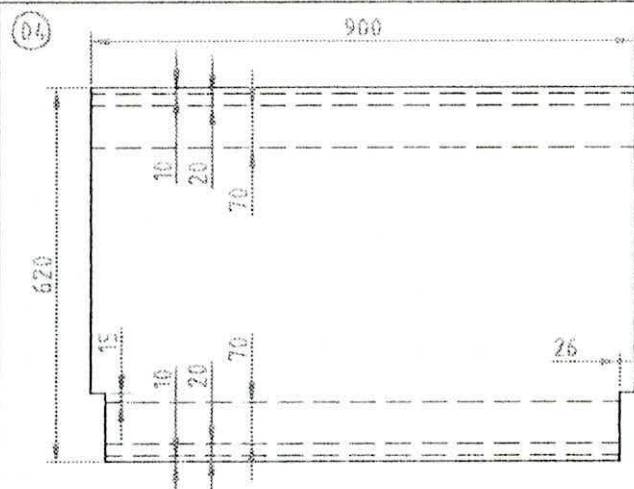
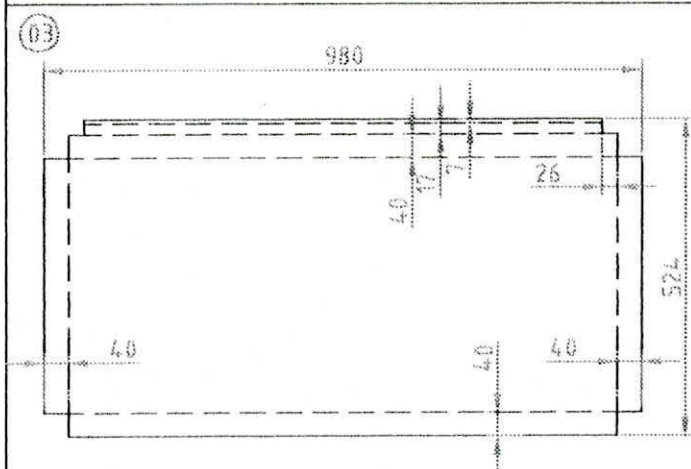
ANEXO U: GUÍA DE FABRICACIÓN, ELEMENTO 9

1) CORTAR LÁMINAS METÁLICAS $e=0.85\text{mm}$

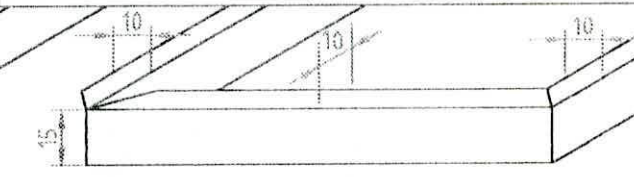
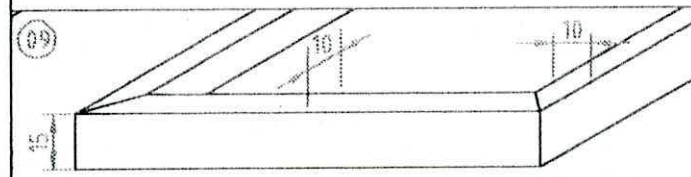
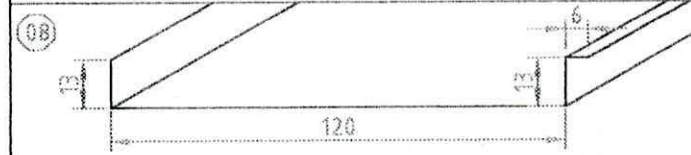
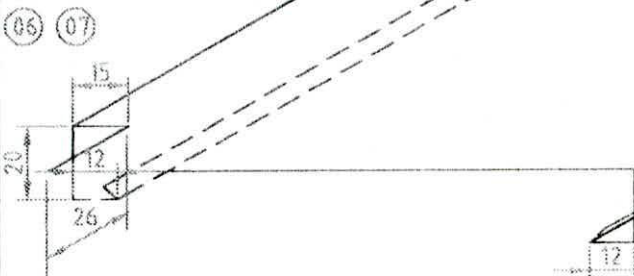
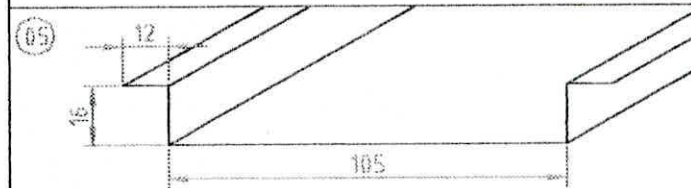
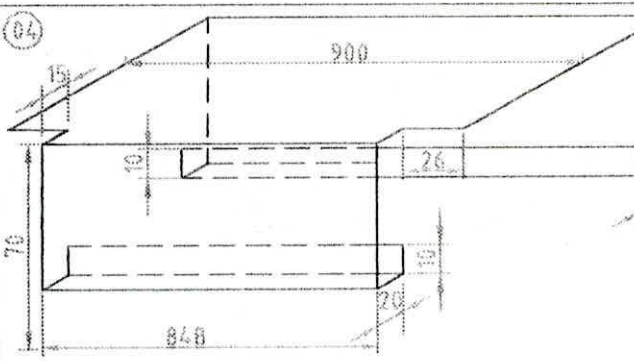
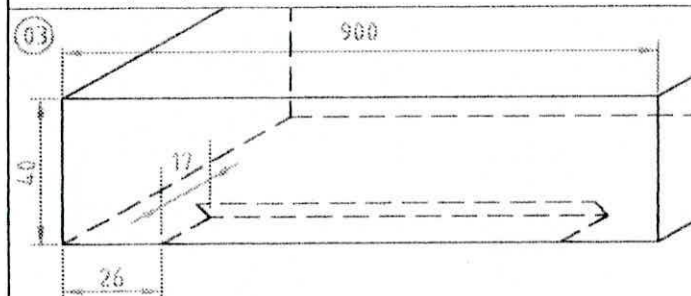
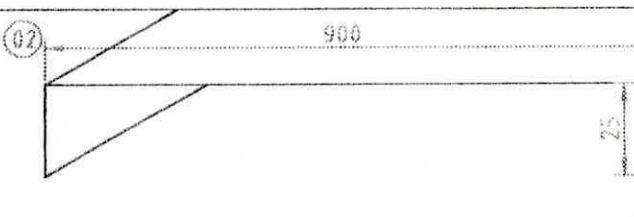
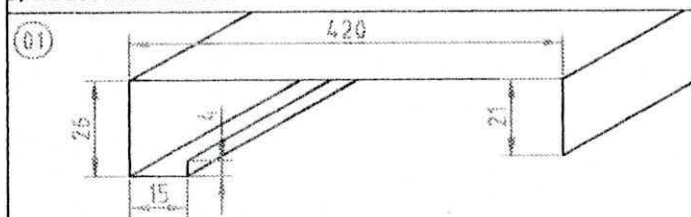
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA	MEDIDAS (mm)	CANTIDAD
01	LATERALES	486 x 1940	2
02	FONDO	950 x 1940	1
03	TECHO	980 x 524	1
04	BASE	620 x 900	1
05	REFUERZOS PARA REPISAS, BASE Y TECHO	161 x 900	6
06	REPISAS EXTERIORES	496 x 900	3
07	REPISA INTERIOR	481 x 900	1
08	REFUERZOS PARA PUERTAS	172 x 718	2
09	PUERTAS	480 x 770	4



2) TROQUELAR LÁMINAS



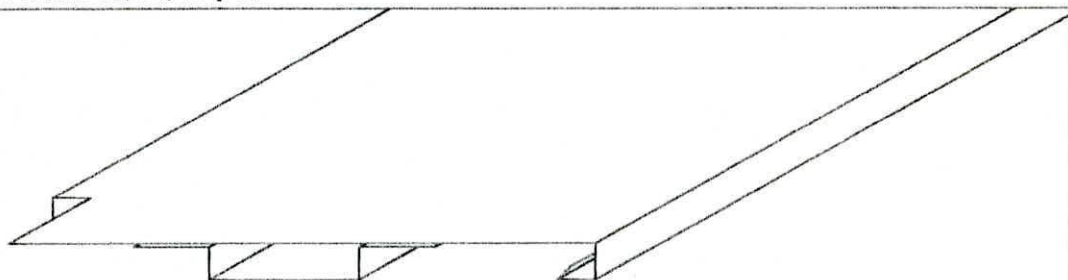
3) DOBLAR LÁMINAS



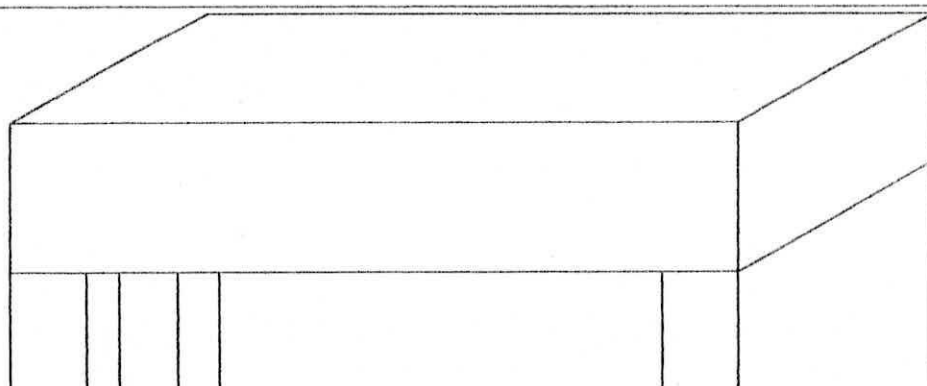
4) SOLDAR PIEZAS 01 CON PIEZA 02 PARA FORMAR CUERPO



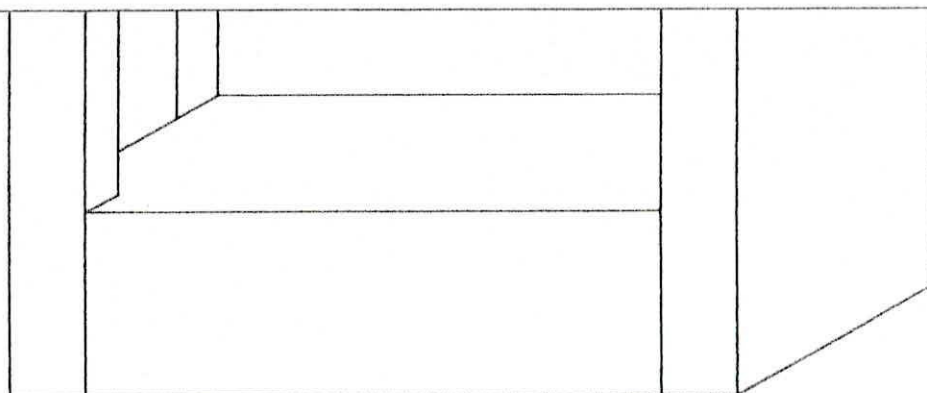
5) SOLDAR PIEZAS 05 A PIEZAS 03, 04, 06 y 07



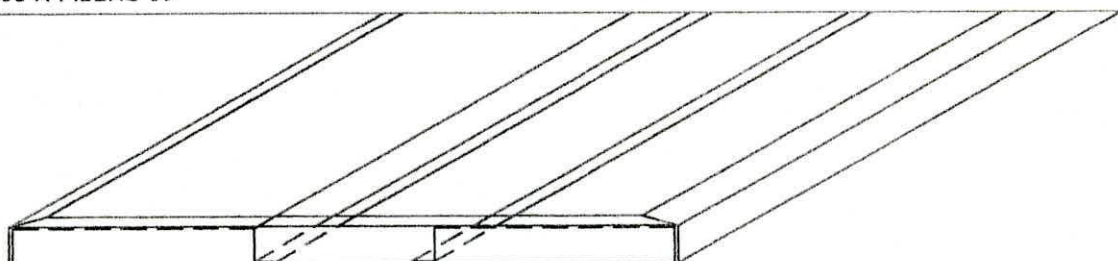
6) SOLDAR PIEZA 03 A CUERPO



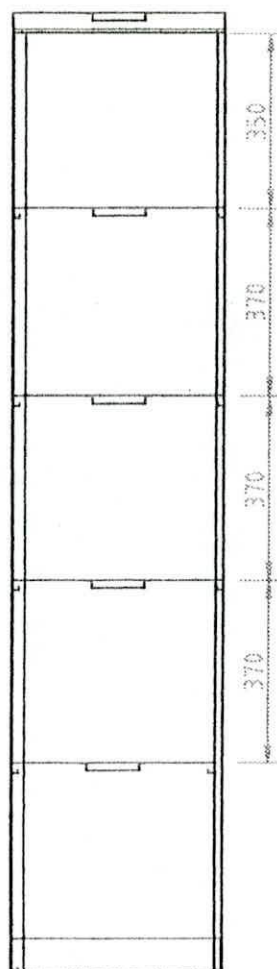
7) SOLDAR PIEZA 04 A CUERPO



8) SOLDAR PIEZAS 08 A PIEZAS 09



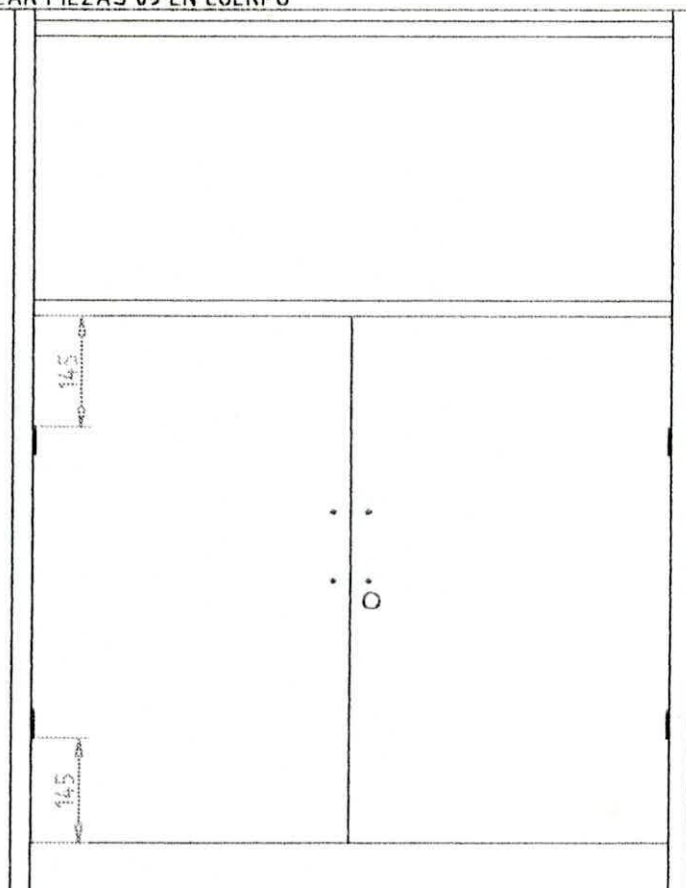
9) SOLDAR PIEZAS 06 Y 07 EN CUERPO



10) SOLDAR BISAGRAS EN PIEZAS 09

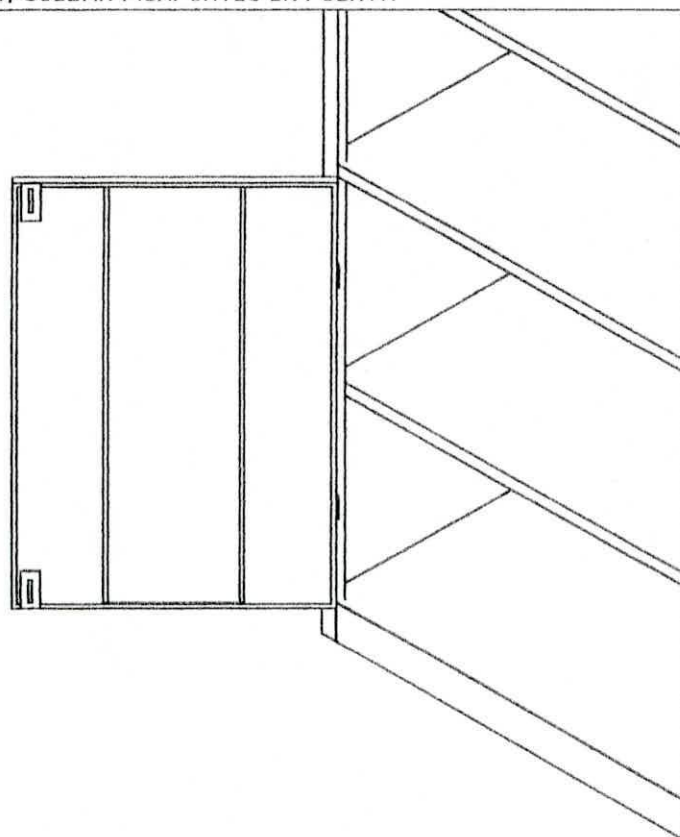
11) SOLDAR BISAGRAS EN CUERPO

12) INSTALAR PIEZAS 09 EN CUERPO



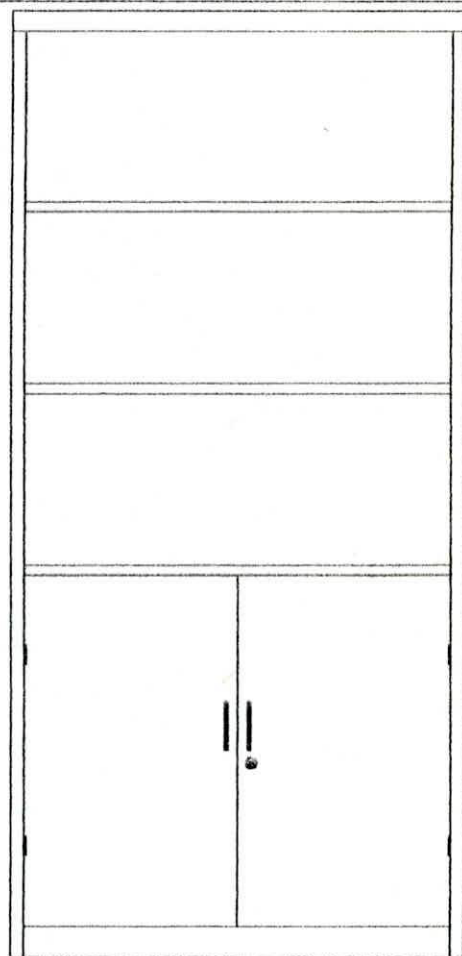
13) SOLDAR TUBOS BASE PARA INSTALAR RESBALONES

14) SOLDAR PICAPORTES EN PUERTA



15) REMATAR TODAS LAS UNIONES 16) PULIR 17) PINTAR

18) INSTALAR TIRADERAS, CERRADURA Y RESBALONES



ANEXO V **DIAGRAMA CORREGIDO DE FLUJO DE PROCESO** **DE FABRICACIÓN DE SILLAS**

Fabricación de estructuras tubulares					
#	S.	Descripción de la operación	SUNIP t (min)	SBIP t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar los tubos hacia la mesa de corte	1.2	1.2	8.4
2	D	Instalar los tubos en la mesa	6.9	5.6	
4	O	Corte de soportes	2.7	1.5	
5	O	Corte de estructuras corridas espaldar-asiento	1.3	1.5	
6	O	Corte de travesaños	2.7	1.5	
7	⇒	Llevar las piezas a las dobladoras	0.4	0.4	11.8
8	D	Colocar soportes en la dobladora	7.3	4.0	
9	O	Doblar soportes	61.3	33.7	
10	O	Nivelar los soportes	6.7	3.7	
11	D	Colocar espaldar-asiento en la dobladora	3.7	4.0	
12	O	Doblar espaldar-asiento	153.3	168.7	
13	⇒	Llevar espaldar-asiento a mesa de soldado	0.3	0.3	7.8
14	O	Soldar espaldar-asiento	15.0	16.5	
15	⇒	Llevar espaldar-asiento a mesa de curvado	0.2	0.2	5.3
16	D	Colocar espaldar-asiento en plantilla de curvado	4.7	5.1	
17	O	Curvar asientos	10.0	11.0	
19	⇒	Llevar soportes a la esmeriladora	0.2	0.2	3.6
20	O	Cortar bocas de sapo	5.0	5.5	
27	⇒	Llevar espaldar-asiento a taladro de pedestal	9.0	5.0	12.5
28	D	Instalar en plantilla de perforado	6.7	3.7	
29	O	Perforar	50.0	55.0	
23	⇒	Llevar todas las piezas a mesa de armado	0.3	0.3	8.5
24	O	Armar sillas (soldada)	60.0	55.0	
30	⇒	Llevar silla a área de pulido e inspección	10.7	5.9	15.1
31	O	Pulir	20.0	22.0	
32	□	Inspección de calidad	6.7	5.5	

Lote: 20 sunip y 11 de sbip

446.2 416.9

Pintado de estructuras tubulares					
#	S.	Descripción de la operación	SUNIP t (min)	SBIP t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar a T1	12.0	6.0	5.5
2	O	Desengrasado (T1)	12.0	15.0	
3	D	Colocar sillas en T2	11.0	5.5	
4	O	Enjuague (T2)	6.0	15.0	
5	D	Colocar sillas en T3	11.0	5.5	
6	O	Desoxidación (T3)	60.0	75.0	
7	D	Colocar sillas en T4	11.0	5.5	
8	O	Enjuague (T4)	6.0	15.0	
9	D	Colocar sillas en T5	11.0	5.5	
10	O	Fosfatizado (T5)	60.0	75.0	
11	D	Colocar sillas en T6	11.0	5.5	
12	O	Enjuague (T6)	6.0	15.0	
13	⇒	Llevar sillas a horno	8.0	4.0	3.8
14	O	Secado	6.0	6.0	
15	⇒	Llevar sillas a cámara de pintado	6.0	3.0	2.8
16	D	Colocar sillas en ganchos de carro	8.0	4.0	
17	D	Preparar equipo de pintado	3.0	1.5	
18	O	Pintado	110.0	90.0	
19	⇒	Ingresa sillas al horno	6.0	3.0	2.8
20	O	Horneada	30.0	30.0	
21	⇒	Llevar piezas a lugar de almacenaje	18.0	9.0	8.6
22	▽	Almacenaje de sillas pintadas	10.0	5.0	

Lote: 120 sunip y 60 sbip

422.0 399.0

Ensamblaje y embalaje					
#	S.	Descripción de la operación	SUNIP t (min)	SBIP t (min)	distancia (m)
1	⇒	Traer estructuras tubulares pintadas	41.0	20.5	19.5
2	O	Instalación de regatones	112.0	56	
3	O	Ensamblaje (con pernos)	204.0	204.0	
4	O	Embalaje	98.0	96	
5	▽	Almacenar sillas embaladas	20.0	12.5	9.8

Lote: 120 sunip y 60 sbip

475.0 389.0



ANEXO W

DIAGRAMA CORREGIDO DE FLUJO DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE MESAS UNIPERSONALES Y BIPERSONALES

Fabricación de estructuras tubulares					
#	S.	Descripción de la operación	MUNIP t (min)	MBIP t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar los tubos hacia la mesa de corte	2.7	3.6	8.4
2	D	Instalar los tubos en la mesa	15.6	19.5	
4	O	Corte de soportes	4.8	4.8	
5	O	Corte de marcos	2.4	2.4	
6	O	Corte de travesaños	4.8	4.8	
7	⇒	Llevar las piezas a las dobladoras	0.4	0.4	11.8
8	D	Colocar soportes en la dobladora	13.2	13.2	
9	O	Doblado de soportes	58.8	58.8	
10	D	Colocar marcos en la dobladora	6.6	6.6	
11	O	Doblado de marcos	117.6	117.6	
12	O	Nivelar todas las piezas dobladas	18.0	18.0	
13	⇒	Llevar soportes a la esmeriladora	0.6	0.6	15.7
14	O	Corte de bocas de sapo	18.0	18.0	
17	⇒	Llevar marco a taladro de pedestal	5.4	5.4	4.4
18	D	Instalar marco en plantilla	12.0	12.0	
19	O	Perforar	48.0	72.0	
15	⇒	Llevar todas las piezas a mesa de armado	0.4	0.4	9.7
16	O	Armado de estructuras tubulares de mesas (soldado)	72.0	72.0	
17	∇	Almacenaje	7.2	7.2	5.8
		Lote: 36 munip y 36 mbip	408.4	437.2	

Elaboración de ganchos portamochilas				
#	S.	Descripción de la operación	MUNIP t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar varillas para ganchos a la cizalla	0.7	6.4
2	O	Corte de varillas	72.0	
3	⇒	Llevar varillas cortadas a mesa de doblado de ganchos	0.2	1.7
4	O	Doblar ganchos	360.0	
5	∇	Almacenar ganchos	21.6	
		Lote: 432 ganchos hechos con 27 varillas	454.5	

Elaboración de bandejas portalibros					
#	S.	Descripción de la operación	MUNIP t (min)	MBIP t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar varillas de 6 para la bandeja portalibros a la cizalla	0.5	0.4	6.4
2	O	Cortar varillas	46.0	30.0	
3	O	Cortar mallas con tijeras para metal	34.5	36.0	
4	⇒	Llevar mallas y varillas a la mesa de armado de bandeja portalibros	6.5	3.4	7.8
5	D	Colocar mallas y varillas en mesa	16.1	16.8	
6	O	Soldar mallas con varillas	230.0	240.0	
7	⇒	Llevar a la dobladora mallas soldadas	5.8	9.4	7.3
8	O	Doblar mallas soldadas	17.3	9.0	
9	⇒	Llevar a la mesa de soldado	5.8	9.4	7.3
10	O	Soldar varilla final a malla portalibros	46.0	48.0	
12	O	Pulir mallas	20.7	21.6	
13	∇	Almacenar mallas portalibros	1.5	0.8	
		Lote: 23 munip y 12 de mbip	430.6	424.8	
		hecho con 1/3 malla c/u y 18 varillas munip y 15 para mbip			

Ensamblaje de estructuras metálicas					
#	S.	Descripción de la operación	MUNIP t (min)	MBIP (min)	t distancia (m)
1	⇒	Traer estructuras tubulares hacia mesa de armado	14.0	10.8	5.8
2	⇒	Traer bandejas portallibros y ganchos hacia mesa de armado	51.3	39.6	20.7
3	O	Soldar mallas y ganchos en mesas	280.0	279.0	
4	⇒	Llevar mesas armadas a área de pulido	29.2	22.5	11.7
5	O	Pulida final	70.0	99.0	
6	□	Inspección de calidad	35.0	36.0	
Lote: 70 munip y 54 mbip			465.5	476.1	

Pintado de estructuras metálicas					
#	S.	Descripción de la operación	MUNIP t (min)	MBIP (min)	t distancia (m)
1	⇒	Llevar a T1	8.4	7.2	5.5
2	O	Desengrasado (T1)	14.0	18.0	
3	D	Colocar mesas en T2	7.7	6.6	
4	O	Enjuague (T2)	7.0	18.0	
5	D	Colocar mesas en T3	7.7	6.6	
6	O	Desoxidación (T3)	70.0	90.0	
7	D	Colocar mesas en T4	7.7	6.6	
8	O	Enjuague (T4)	7.0	18.0	
9	D	Colocar mesas en T5	7.7	6.6	
10	O	Fosfatizado (T5)	70.0	90.0	
11	D	Colocar mesas en T6	7.7	6.6	
12	O	Enjuague (T6)	7.0	18.0	
13	⇒	Llevar mesas a horno	5.6	4.8	3.8
14	O	Secado	10.0	6.0	
15	⇒	Llevar mesas a cámara de pintado	4.2	3.6	2.8
16	D	Colocar mesas en ganchos de carro	5.6	2.4	
18	D	Preparar equipo de pintado	3.5	4.5	
19	O	Pintado	84.0	63.0	
20	⇒	Ingresar mesas al horno	4.2	3.6	2.8
21	O	Horneada	50.0	30.0	
22	⇒	Llevar piezas a lugar de almacenaje	23.8	20.4	16.0
23	∇	Almacenaje de mesas pintadas	7.0	3.0	
Lote: 84 munip y 36 mbip			419.8	433.5	

Ensamblaje y embalaje					
#	S.	Descripción de la operación	MUNIP t (min)	MBIP (min)	t distancia (m)
1	⇒	Traer estructuras tubulares pintadas	37.6	54.7	19.5
2	O	Instalación de regatones	102.7	74.7	
3	O	Ensamblaje (con pernos)	187.0	136.0	
4	O	Embalaje	113.7	170.7	
5	∇	Almacenar sillas embaladas	18.3	33.3	9.8
Lote: 110 munip y 80 mbip			459.3	469.3	

ANEXO X

DIAGRAMA CORREGIDO DE FLUJO DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE MESAS PREPRIMARIA

Fabricación de estructuras tubulares				
#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar los tubos hacia la mesa de corte	1.2	8.4
2	D	Colocar los tubos en la mesa de corte	6.9	
3	O	Corte de soportes	22.4	
4	O	Corte de partes de marcos	22.4	
5	O	Corte de partes de bases de tablero	14.9	
6	⇒	Llevar soportes a la esmeriladora	0.9	25.6
7	O	Corte de bocas de sapo	21.0	
8	⇒	Llevar las partes de marcos a la mesa de soldado	0.2	5.4
9	O	Cortar extremos de partes de marcos	42.0	
10	D	Colocar en plantillas	5.8	
11	O	Soldar marcos	15.2	
12	⇒	Llevar marcos a taladro de pedestal	0.1	1.6
13	D	Instalar marcos en plantillas	4.7	
14	O	Perforada	126.0	
15	O	Perforada de desfuegos	4.7	
16	⇒	Llevar marcos a mesa de soldado	0.1	1.6
17	O	Cortar extremos de bases de tablero	28.0	
18	O	Soldar bases con marcos	18.7	
19	O	Soldar soportes	18.7	
20	O	Rematar todas las uniones	21.5	
21	⇒	Llevar mesa a área de pulido e inspección de calidad	3.0	5.9
22	O	Pulida final	14.0	
23	□	Inspección de calidad	7.0	
Lote: 14 estructuras			399.3	

Pintado de estructuras tubulares				
#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar a T1	11.9	6.2
2	O	Desengrasado (T1)	21.0	
3	D	Colocar mesas en T2	7.7	
4	O	Enjuague (T2)	10.5	
5	D	Colocar mesas en T3	7.7	
6	O	Desoxidación (T3)	105.0	
7	D	Colocar mesas en T4	7.7	
8	O	Enjuague (T4)	10.5	
9	D	Colocar mesas en T5	7.7	
10	O	Fosfatizado (T5)	105.0	
11	D	Colocar mesas en T6	7.7	
12	O	Enjuague (T6)	10.5	
13	⇒	Llevar mesas a horno	5.6	5.6
14	O	Secado	6.0	10.0
13	⇒	Llevar mesas a cámara de pintado	9.1	3.1
14	D	Colocar mesas en cámara para pintado	2.8	
16	D	Preparar equipo de pintado	0.8	
17	O	Pintado	38.5	
18	⇒	Ingresar mesas al horno	10.5	5.4
19	O	Horneado	30.0	
20	⇒	Llevar piezas a lugar de almacenaje	44.8	28.7
21	▽	Almacenaje de mesas pintadas	3.5	
Lote: 42 estructuras tubulares			464.5	

Ensamblaje y embalaje				
#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Traer estructuras metálicas pintadas	22.4	7.7
2	O	Instalación de regatones	117.6	
3	O	Ensamblaje (con pernos)	142.8	
4	O	Embalaje	141.4	
5	▽	Almacenar mesas embaladas	36.4	12.4
Lote: 84 mesas			460.6	

ANEXO Y

DIAGRAMA CORREGIDO DE FLUJO DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE MESAS DE COMEDOR

Fabricación de estructuras tubulares				
#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar los tubos hacia la mesa de corte	1.5	8.4
2	D	Colocar los tubos en la prensa	8.7	
3	O	Corte de soportes	4.3	
4	O	Corte de bases transversales	2.1	
5	O	Corte de bases longitudinales	2.1	
6	O	Corte de travesaños	2.1	
7	O	Corte de largueros	1.1	
8	⇒	Llevar piezas a la mesa de doblado	0.4	10.52
9	D	Colocar travesaños en la dobladora	2.7	
10	O	Doblado de travesaños	18.7	
11	O	Nivelar travesaños doblados	5.3	
12	⇒	Llevar piezas a la esmeriladora	0.5	14.5
13	O	Corte de bocas de sapo de soportes, travesaños y largueros	40.0	
14	⇒	Llevar bases a la mesa de soldado	0.1	2.9
15	O	Cortar extremos de bases a 45°	32.0	
16	D	Colocar bases en plantillas	6.7	
17	O	Soldar marcos	12.0	
22	O	Colocar travesaños y largueros en plantilla	4.5	
23	O	Soldar travesaños con largueros	10.7	
24	O	Soldar travesaños y largueros con marcos	29.3	
25	O	Soldar soportes	40.0	
26	O	Rematar todas las uniones	58.7	
18	⇒	Instalar plantillas de perforado en mesas	0.1	3.36
19	O	Perforada	144.0	
20	O	Perforada de desfuegos	9.3	
27	⇒	Llevar mesa a área de pulido e inspección de calidad	3.2	5.5
28	O	Pulida final	8.0	
29	□	Inspección de calidad	8.0	
		Lote: 16 estructuras tubulares	456.1	

Pintado de estructuras tubulares				
#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar a T1	9.8	9.5
2	O	Desengrasado (T1)	28.0	
3	D	Colocar mesas en T2	5.1	
4	O	Enjuague (T2)	14.0	
5	D	Colocar mesas en T3	5.1	
6	O	Desoxidación (T3)	140.0	
7	D	Colocar mesas en T4	5.1	
8	O	Enjuague (T4)	14.0	
9	D	Colocar mesas en T5	5.1	
10	O	Fosfatizado (T5)	140.0	
11	D	Colocar mesas en T6	5.1	
12	O	Enjuague (T6)	14.0	
13	⇒	Llevar mesas a horno	3.7	3.8
14	O	Secado	4.0	
15	⇒	Llevar mesas a cámara de pintado	2.8	2.8
16	D	Colocar mesas en cámara para pintado	1.9	
17	D	Preparar equipo de pintado	7.0	
18	O	Pintado	25.7	
19	⇒	Ingresar mesas al horno	2.8	2.8
20	O	Horneado	20.0	
21	⇒	Llevar piezas a lugar de almacenaje	21.0	21.0
22	∇	Almacenaje de mesas pintadas	2.3	
		Lote: 28 estructuras tubulares	476.7	

Ensamblaje y embalaje				
#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Traer estructuras metálicas pintadas	41.3	14.7
2	O	Instalación de regatones	74.7	
3	O	Ensamblaje (con pernos)	136.0	
4	O	Embalaje	134.7	
5	∇	Almacenar mesas embaladas	33.3	11.6
		Lote: 80 mesas	420.0	

ANEXO Z

DIAGRAMA CORREGIDO DE FLUJO DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE ESCRITORIOS PARA PROFESOR

Fabricación de estructuras tubulares

#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Transportar los tubos hacia la mesa de corte	2.7	9.3
2	D	Colocar los tubos en la prensa	13.0	
3	D	Marcar cortes	6.3	
4	O	Corte de soportes	62.4	
5	O	Corte de largueros	62.4	
6	O	Corte de travesaños	62.4	
7	⇒	Llevar las piezas al área de armado	4.2	6.4
8	O	Armar (soldar) estructura tubular	54.0	
9	⇒	Llevar hacia mesa de plantilla de perforaciones	10.2	15.8
10	D	Colocar plantilla de perforaciones en estructuras	4.5	
12	O	Perforada	76.8	
13	O	Perforada de drenajes	12.0	
14	O	Pulido	84.0	
15	∇	Almacenaje de escritorios armados	12.0	18.5
		Lote: 18 estructuras tubulares	466.9	

Fabricación de cajoneras

#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar planchas a la cortadora	0.6	8.2
2	D	Marcar cortes en planchas	34.7	
3	D	Colocar planchas en cortadora	41.6	
4	O	Cortar	14.7	
5	D	Numerar piezas cortadas	4.3	
6	D	Instalar en carreta	6.1	
7	⇒	Llevar planchas cortadas a troqueladora	0.3	4.1
8	D	Colocar planchas para cortar esquinas	48.7	
9	O	Troquelar	24.3	
10	D	Instalar en carreta	6.1	
11	⇒	Llevar planchas cortadas a la dobladora	0.5	6.3
12	D	Colocar planchas en dobladora	84.1	
13	O	Doblar todas las piezas	76.8	
14	⇒	Llevar todas las piezas a la mesa de armado	0.4	4.9
15	O	Soldar cajonera con portachapa	1.6	
16	O	Soldar laterales en cajonera	7.5	
17	O	Instalar correderas en cajoneras	5.5	
18	O	Instalar rulimanes en correderas	1.3	
19	O	Soldar guías de platinas en correderas	1.8	
20	O	Instalar cerraduras	0.9	
21	O	Soldar alambre y guía de alambre	1.9	
22	O	Instalar platina para trampas	0.7	
23	O	Retirar cerradura	0.9	
24	O	Instalar correderas en cajones	7.9	
25	O	Instalar rulimanes en correderas	1.3	
26	O	Instalar piezas posteriores en cajones	4.0	
27	O	Instalar cajones en cajonera	1.7	
28	O	Soldar frentes exteriores en cajones	7.7	
29	O	Soldar frentes interiores en cajones	4.1	
30	O	Instalar tiraderas metálicas	4.2	
31	O	Rematar todas las uniones	6.0	
32	O	Soldar seguros en cada cajón del escritorio	1.9	
33	∇	Almacenar cajoneras	0.4	5.9
34	O	Pulida final	3.5	
35	□	Inspección de calidad	3.9	
		Lote: 2 cajoneras	411.8	

Ensamblaje de estructuras metálicas

#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Traer cajoneras a área de ensamblaje	16.8	7.7
2	⇒	Traer estructuras tubulares a área de ensamblaje	9.0	3.4
3	D	Colocar cajoneras en estructuras tubulares	72.6	
4	O	Soldar cajoneras con estructuras tubulares	144.0	
5	□	Inspección de calidad	39.0	
6	O	Rematar uniones soldadas	159.0	
7	⇒	Llevar estructuras metálicas a área de pintado	15.6	7.4
		Lote: 36 estructuras metálicas	456.0	

Pintado de estructuras metálicas

#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar a T1	17.3	14.5
2	O	Desengrasado (T1)	20.0	
3	D	Colocar escritorios en T2	3.7	
4	O	Enjuague (T2)	10.0	
5	D	Colocar escritorios en T3	3.7	
6	O	Desoxidación (T3)	100.0	
7	D	Colocar escritorios en T4	3.7	
8	O	Enjuague (T4)	10.0	
9	D	Colocar escritorios en T5	3.7	
10	O	Fosfatizado (T5)	100.0	
11	D	Colocar escritorios en T6	3.7	
12	O	Enjuague (T6)	10.0	
13	⇒	Llevar escritorios a horno	2.7	3.8
14	O	Secado	4.0	
15	⇒	Llevar escritorios a cámara de pintado	2.0	2.8
16	D	Colocar escritorios en cámara para pintado	1.3	
17	D	Preparar equipo de pintado	5.0	
18	O	Pintado	87.3	
19	⇒	Ingresar escritorios al horno	2.0	2.8
20	O	Homeado	20.0	
21	⇒	Llevar piezas a lugar de almacenaje	15.0	21.0
22	∇	Almacenaje de escritorios pintados	5.0	
		Lote: 20 estructuras metálicas	430.0	

Ensamblaje y embalaje

#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Traer estructuras metálicas pintadas	25.8	14.7
2	O	Instalación de regatones	46.7	
3	O	Instalación de tablero superior MDF (con pernos)	85.0	
3	O	Instalación de tablero posterior MDF (con pernos)	85.0	
3	O	Instalación de cerradura	65.0	
4	O	Embalaje	135.0	
5	∇	Almacenar escritorios embalados	20.8	11.6
		Lote: 50 escritorios	463.3	

ANEXO AA

DIAGRAMA CORREGIDO DE FLUJO DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE ANAQUELES METÁLICOS

Fabricación de estructuras metálicas				
#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar planchas a la mesa de corte	1.9	17.1
2	D	Medir y marcar cortes (19)	27.6	
3	O	Cortar	66.5	
4	⇒	Llevar planchas cortadas a mesa de corte de esquinas	0.8	7.5
5	D	Hacer rayado para cortar las esquinas (para dobleces) (28)	14.0	
6	O	Cortar esquinas	44.8	
7	O	Cortar agujero para cerradura	1.6	
8	⇒	Llevar planchas cortadas a la dobladora	3.2	29.2
9	O	Doblar todas las piezas (90)	202.5	
10	⇒	Llevar todas las piezas al área de muebles	2.0	18.0
11	O	Soldar parte superior en cuerpo de anaqueles	4.1	
12	O	Soldar refuerzos en repisas y en base (4 y 1)	18.0	
13	O	Soldar repisas (4)	16.0	
14	O	Soldar base de anaqueles	4.1	
15	O	Soldar refuerzos en puertas (4)	26.0	
16	O	Soldar bisagras en cuerpo (4)	3.4	
17	O	Instalar puertas	3.8	
18	O	Instalar picaportes	3.3	
19	O	Rematar todas las uniones	15.5	
20	O	Hacer perforaciones para tiraderas (4)	4.4	
21	O	Pulido	6.3	
22	□	Inspección de calidad	5.2	
23	▽	Almacenar	2.2	20.0
		Lote: 3 anaqueles	476.8	

Pintado de estructuras metálicas				
#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	⇒	Llevar a T1	15.6	14.5
2	O	Desengrasado (T1)	18.0	
3	D	Colocar anaqueles en T2	7.5	
4	O	Enjuague (T2)	9.0	
5	D	Colocar anaqueles en T3	7.5	
6	O	Desoxidación (T3)	90.0	
7	D	Colocar anaqueles en T4	7.5	
8	O	Enjuague (T4)	9.0	
9	D	Colocar anaqueles en T5	7.5	
10	O	Fosfatizado (T5)	90.0	
11	D	Colocar anaqueles en T6	7.5	
12	O	Enjuague (T6)	9.0	
13	⇒	Llevar anaqueles a horno	2.4	3.8
14	O	Secado	2.0	
15	⇒	Llevar anaqueles a cámara de pintado	2.4	2.8
16	D	Colocar anaqueles en cámara para pintado	5.7	
17	D	Preparar equipo de pintado	4.5	
18	O	Pintado	123.0	
19	⇒	Ingresa anaqueles al horno	1.8	2.8
20	O	Horneado	10.0	
21	⇒	Llevar piezas a lugar de almacenaje	13.2	17.8
22	▽	Almacenaje de anaqueles pintados	4.5	
		Lote: 18 estructuras metálicas	447.6	

Ensamblaje y embalaje				
#	S.	Descripción de la operación	t (min)	distancia (m)
1	O	Instalación de resbalones	56.0	
2	O	Instalación de tiraderas plásticas	48.0	
3	O	Instalación de cerradura	62.0	
4	O	Embalaje	179.0	
5	▽	Almacenar anaqueles embalados	85.0	30.0
		Lote: 60 anaqueles	430.0	

[illegible]

[illegible]



POLITECNICA DEL LITORAL
BIBLIOTECA "GONZALO ZEVALLOS"
F.I.M.C.P.

ANEXO CC

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ACERO PARA TRABAJO EN FRÍO DF-2 = AISI 01

GENERALIDADES: Acero al manganeso-cromo-tungsteno, templeable en aceite para uso general. Apto par un gran variedad de aplicaciones para trabajo en frío. Buena maquinabilidad, estabilidad dimensional en el temple con combinación de dureza y tenacidad tras temple y revenido. Suministrado a 190 HB, aproximadamente.

ANÁLISIS TÍPICO %

	C	Si	Mn	Cr	W	V
ASSAB DF2	0.90	--	1.20	0.50	0.50	0.10
AISI/SAE 01	0.85- 0.95	0.20- 0.40	1.00- 1.30	0.40- 0.60	0.40- 0.60	0.20

EQUIVALENCIAS

ISI/SAE	01
DIN	100MnCrW4
W.Nr	1.2510
UNE	F-5220
UDDEHOLM	ARNE

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS A 62 HRC

Temperatura ° C	20	200	400
Densidad kg/m ³	7800	7750	7700
Módulo de elasticidad N/mm ²	190000	185000	170000
Coefficiente de dilatación térmica por ° C a partir de 20° C	--	11.7x10 ⁻⁶	11.4x10 ⁻⁴

TRATAMIENTO TÉRMICO

Recocido blando: proteger al acero y calentarlo en toda su masa a 780°C. Luego enfriarlo en el horno a 15°C/h hasta 650°C y por último libremente al aire.

Eliminación de tensiones: después del desbastado en máquina, calentar la herramienta a 650°C, tiempo de mantenimiento 2 horas. Enfriar lentamente hasta 500°C y después libremente al aire.

Temple:

Temperatura de precalentamiento: 600° C-700° C

Temperatura de austenización: 790-850° C

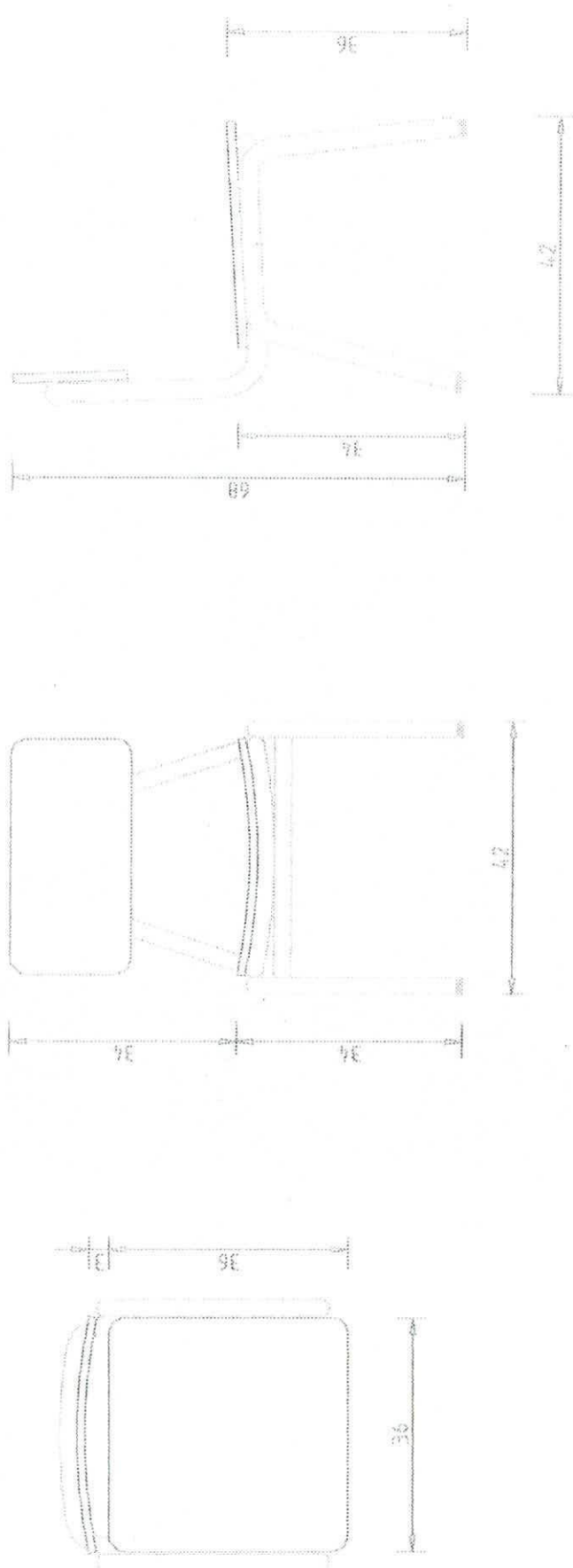
Agentes de enfriamiento:

Aceite

Temple escalonado martensítico a 1180-225° C, después de enfriar al aire

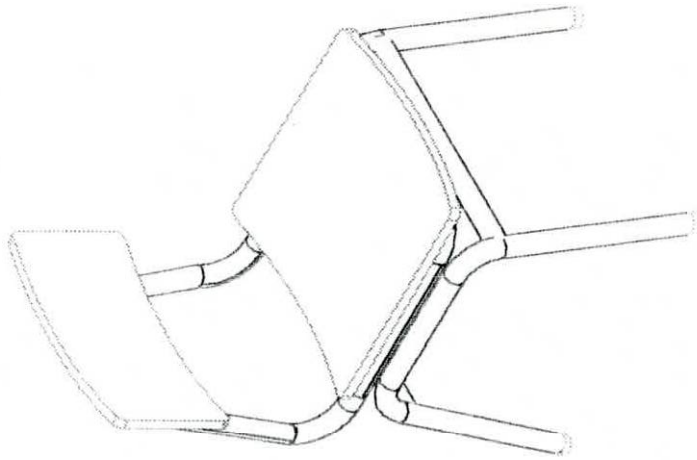
**Cambios dimensionales durante el temple:
(plancha de muestra: 100x100x25mm)**

	Ancho (%)	Longitud (%)	Espesor (%)
Temple en aceite desde 830° C			
Mínimo	+0.03	+0.04	--
Máximo	+0.10	+0.10	+0.02
Temple escalonado martensítico desde 830° C			
Mínimo	+0.04	+0.06	--
Máximo	+0.12	+0.12	+0.02



FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

DENOMINACIÓN:		ESCALA
SILLA UNIPERSONAL Y SILLA DE COMEDOR		1:10
Fecha	Nombre	PLANO No: 1A ESPOL
Edic. 02-2001	M. Delgado	
Rev.		
Aprob.		

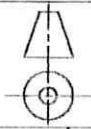


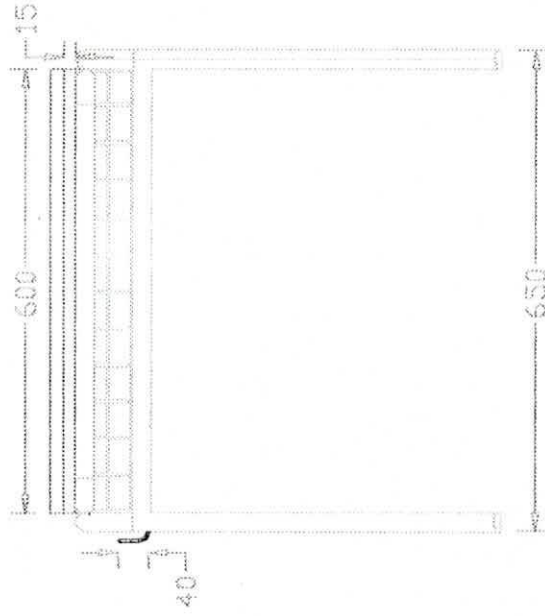
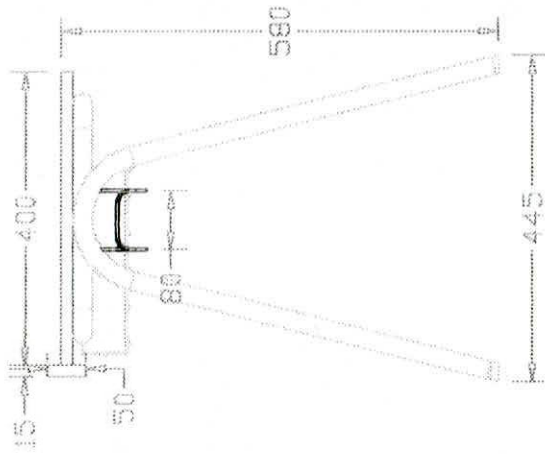
6	Travesaño tubular Ø1"x1.5mm	2		
5	Asiento MDF ø=12mm	1		
4	Estructura espalder y asiento Ø1"x1.5mm	1		
3	Espalder MDF ø=12mm	1		
2	Herrajes	6		
1	Tornillos Ø1/4" x 1 1/2"	6		
No.	Descripción de las piezas	Cant.	Descripción de las piezas	Cant.

DENOMINACIÓN:	ESCALA
SILLA UNIPERSONAL Y	1:10

PLANO No: 1B

ESPOL





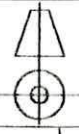
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

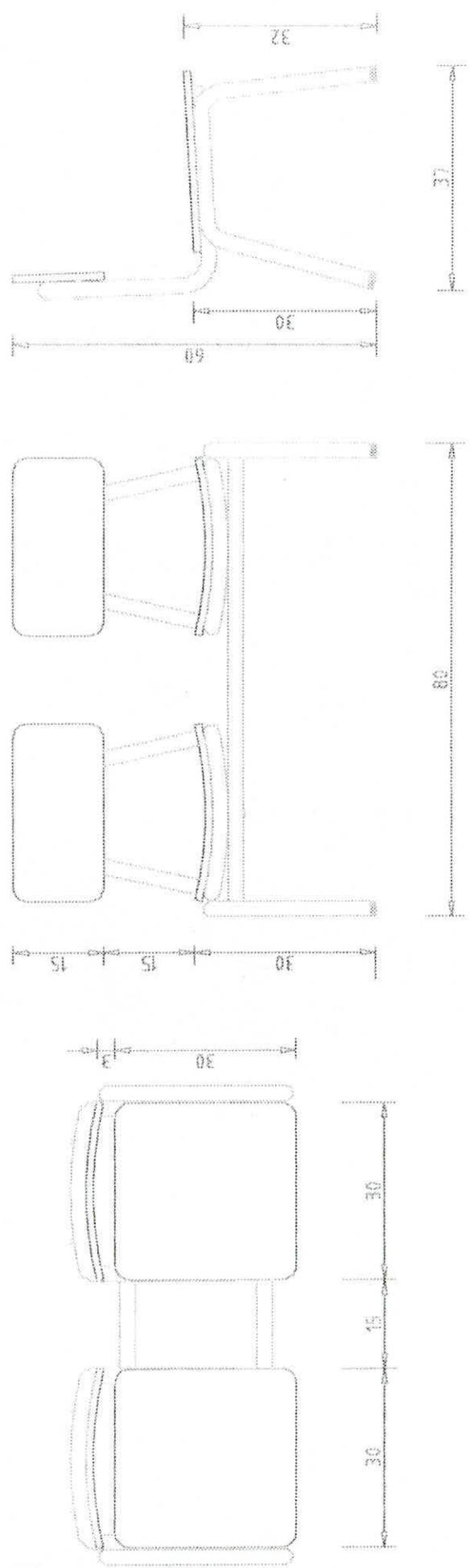
Fecha	Nombre	DENOMINACIÓN: MESA UNIPERSONAL	ESCALA 1:10
Idif.	02-2001 M. Delgado		
Rev.			
Apro.			

ESPOL

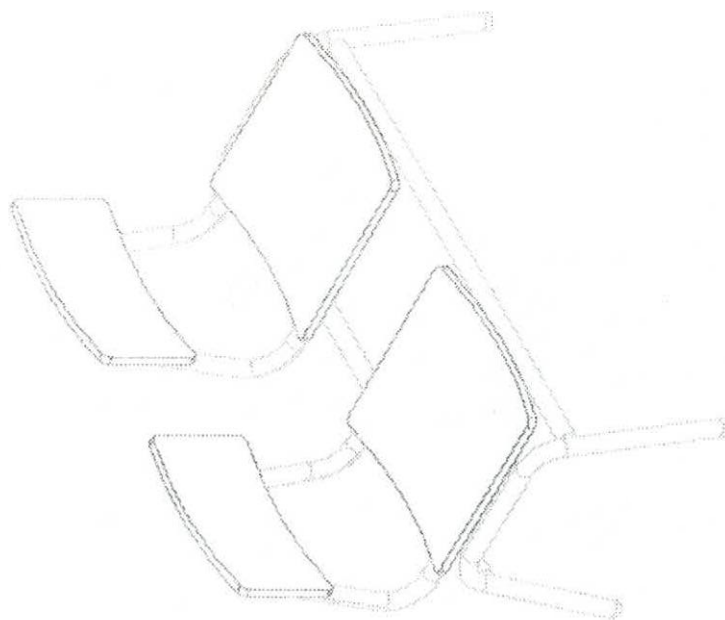
PLANO No:

2A



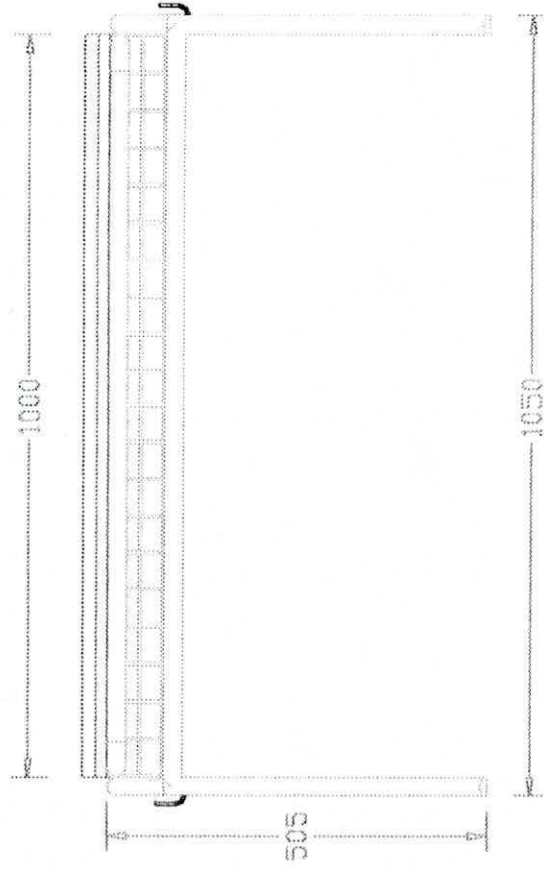
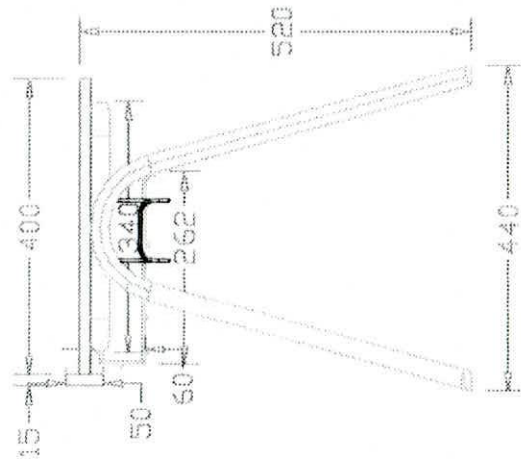


FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN					ESCALA 1:10
DENOMINACIÓN: SILLA BIPERSONAL					
Fecha	Nombre				
Idi.	02-2001 M. Delgado				
Rev.					
Apro.					PLANO No: 3A
ESPOL					



FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

[illegible]



FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

DENOMINACIÓN:		ESCALA
Fecha	Nombre	1:10
Edif.	Delgado	
Rev.		
Apro.		

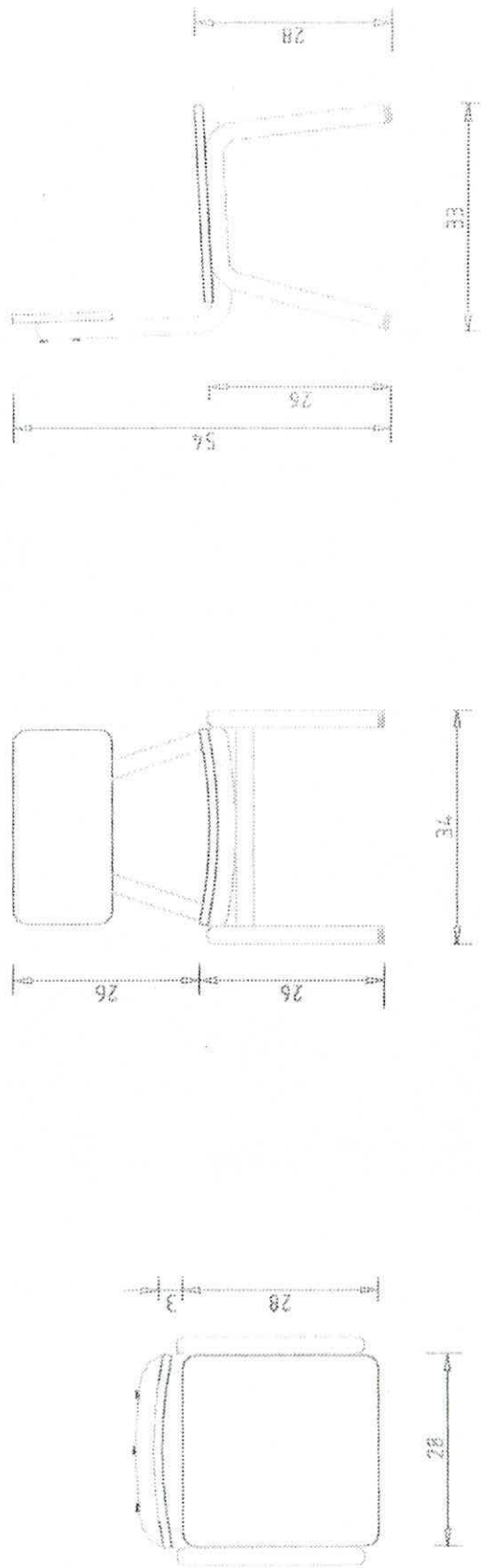
MESA BIPERSONAL

PLANO No:

4A

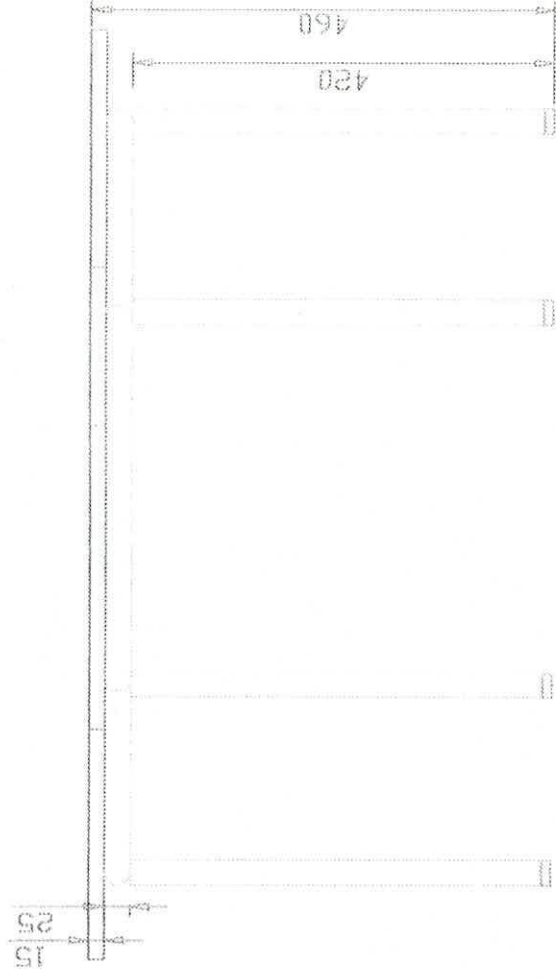
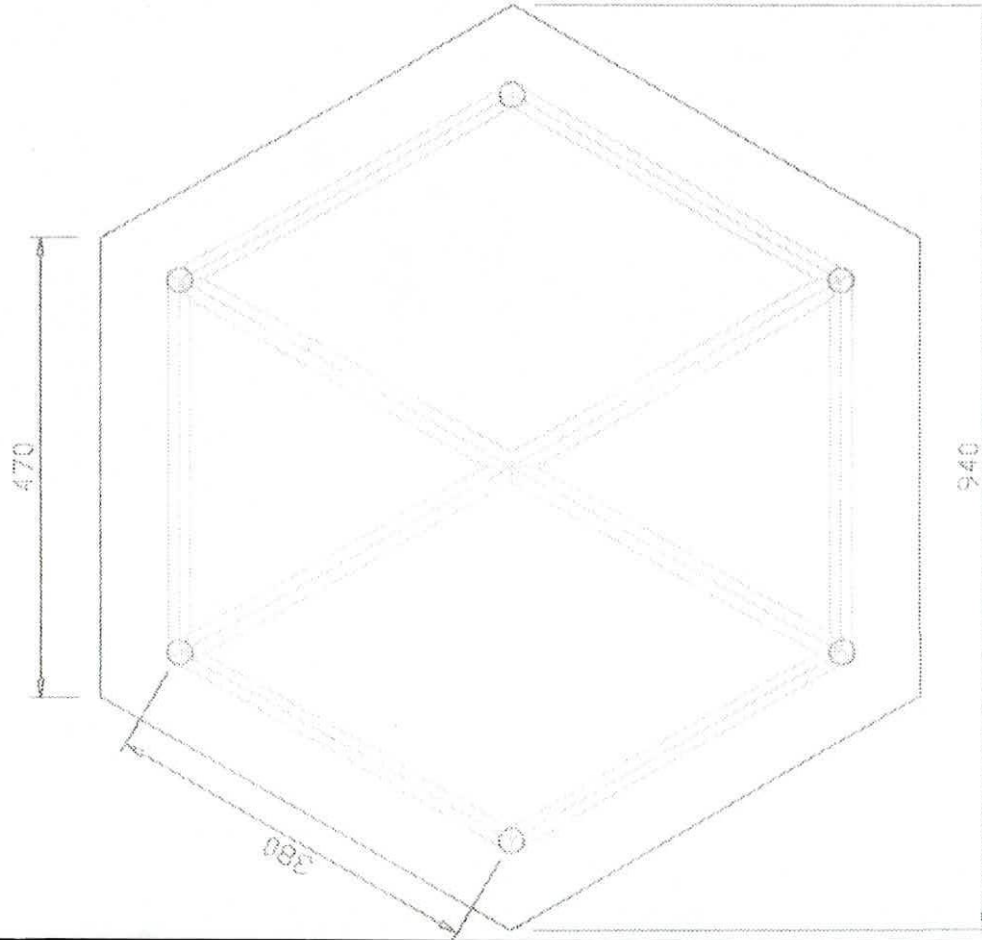
ESPOL





FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

DENOMINACIÓN:		ESCALA
SILLA PREPRIMARIA		1:10
Fecha	Nombre	
02-2001	M. Delgado	
Rev.		
Apr.		
PLANO No:		5
ESPOL		



FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

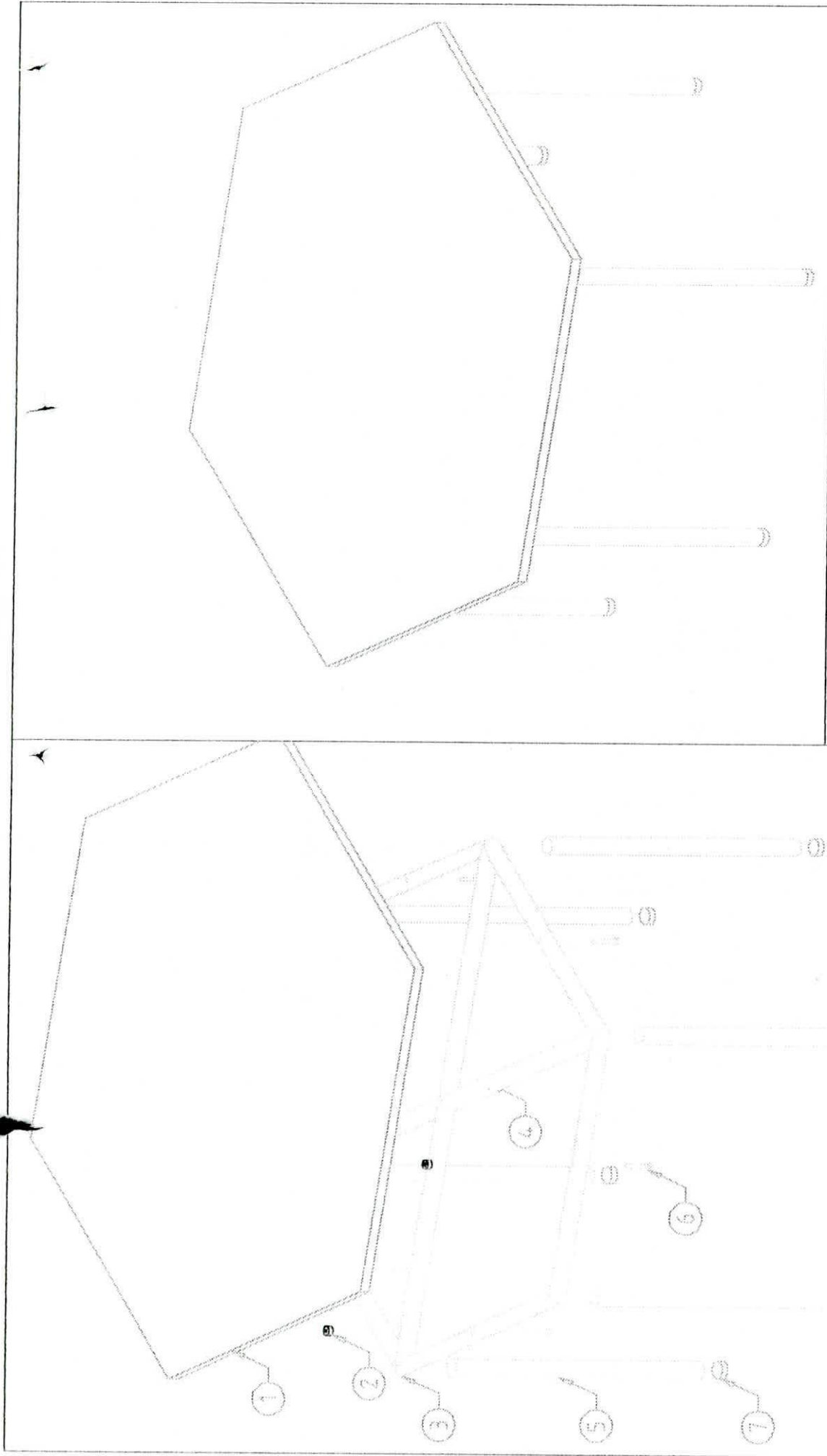
Fecha	Nombre	DENOMINACIÓN:	ESCALA
02-2001	M. Delgado		
Rev.			
Appt.		MESA PREPRIMARIA	1:7.5

PLANO No:

6A

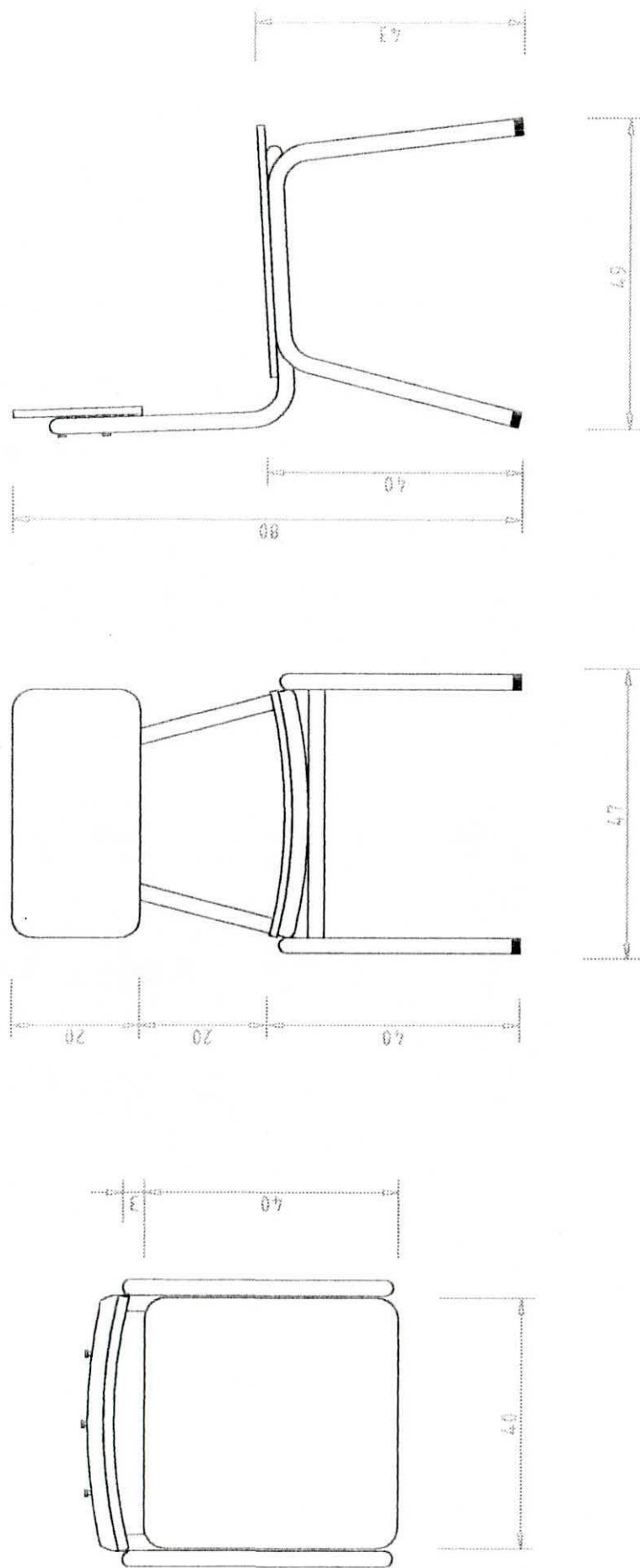
ESPOL





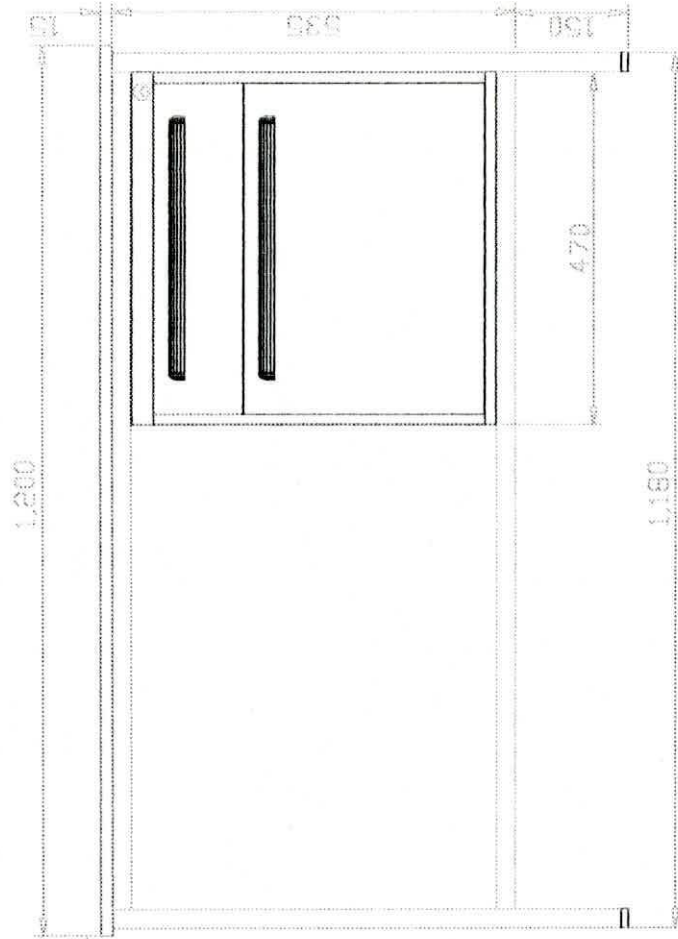
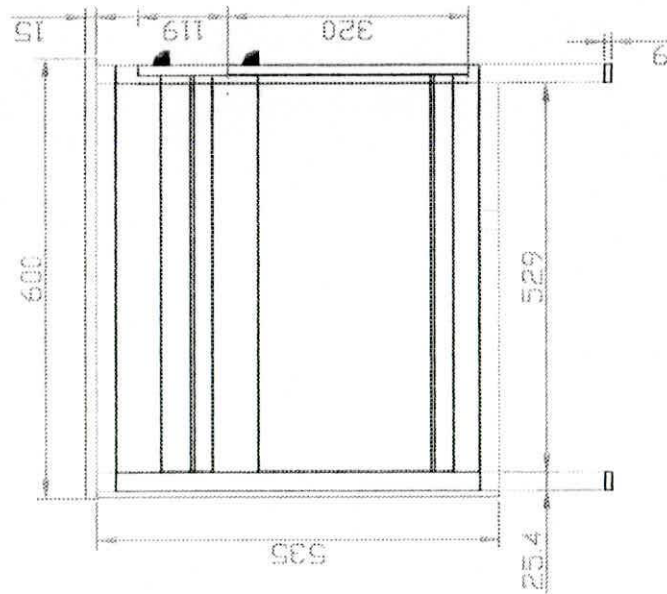
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

DENOMINACIÓN:				ESCALA	
MESA PREPRIMARIA				1:7.5	
PLANO No:				6B	
ESPOL					
No.	Descripción de las piezas	Cant.	No.	Descripción de las piezas	Cant.
7	Regates	6	1	Tablero MDF $\epsilon=15mm$	1
			2	Herrajes	6
			3	Marco tubular $\varnothing 1" \times 1.5mm$	2
			4	Travesaño tubular $\varnothing 1" \times 1.5mm$	2
			5	Soporte tubular $\varnothing 1" \times 1.5mm$	2
			6	Tornillos $\varnothing 1/4" \times 1 1/2"$	6



FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

DENOMINACIÓN:		ESCALA
SILLA DE PROFESOR		1:10
Fecha	Nombre	PLANO No:
02-2001	Delgado	
Rev.		
Apro.		



FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

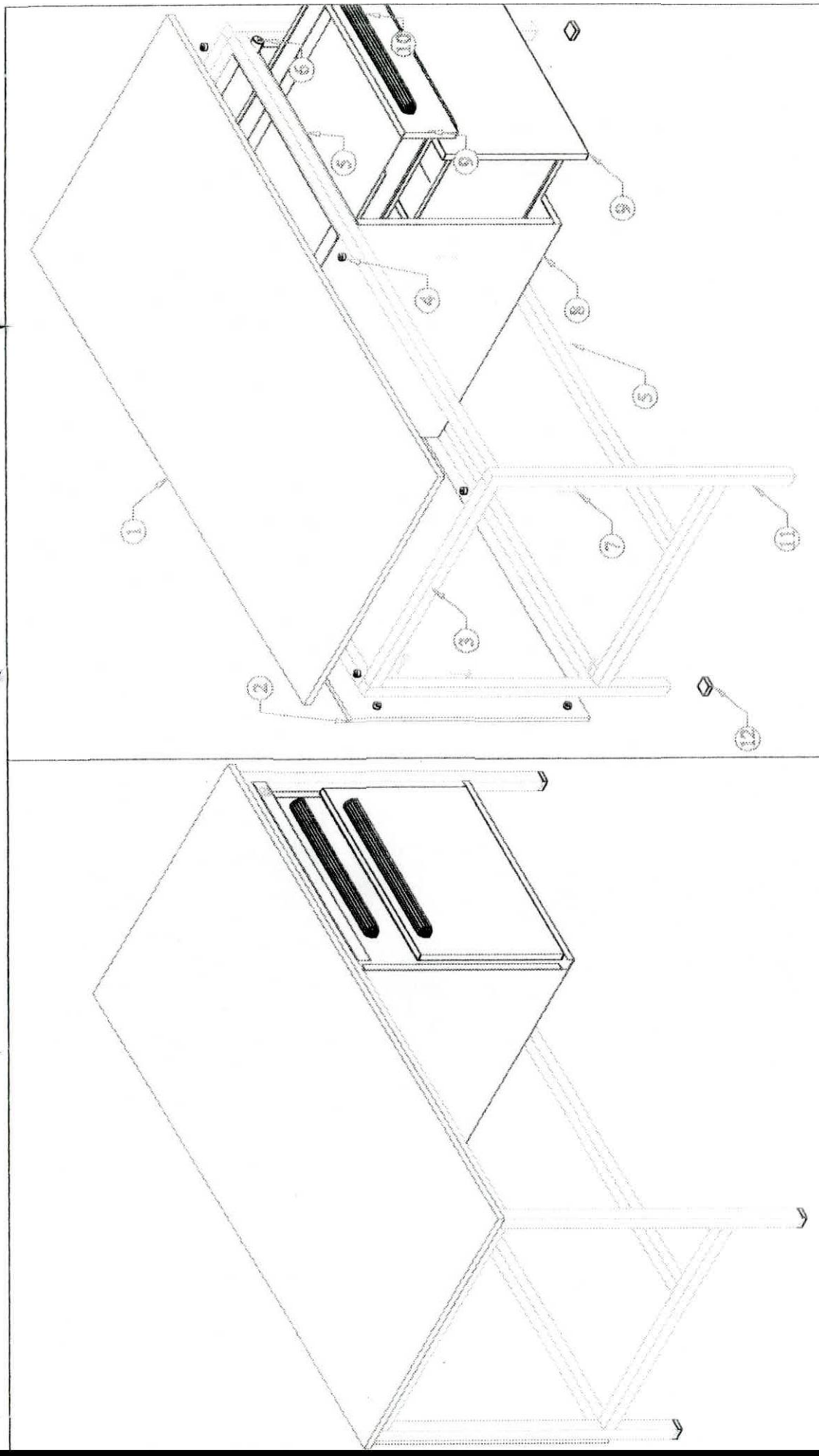
Fecha	Nombre	DENOMINACIÓN:	ESCALA
02-2001	M. Delgado	ESCRITORIO PARA PROFESOR	1:10
Rev.			
Apr.			

PLANO No:

8A

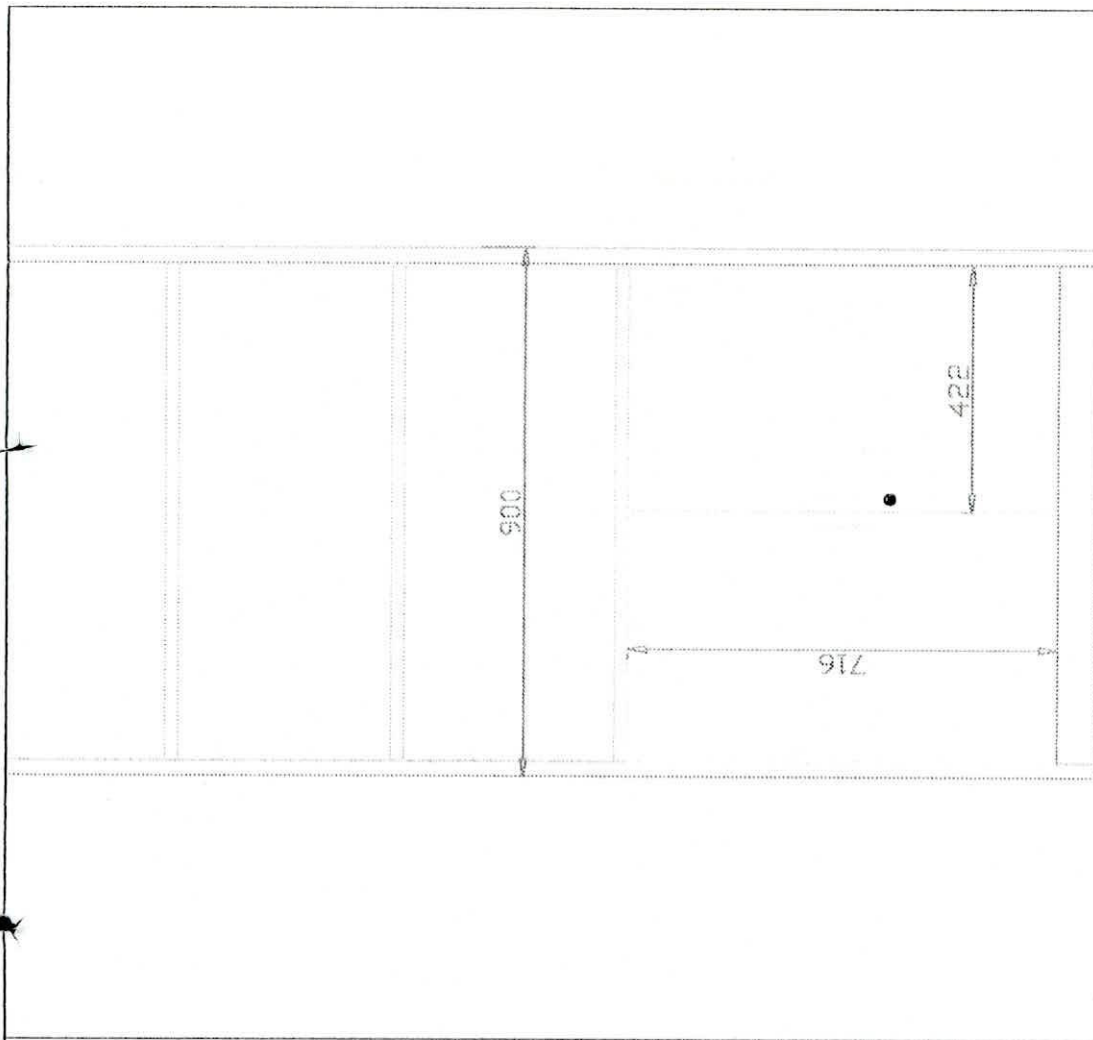
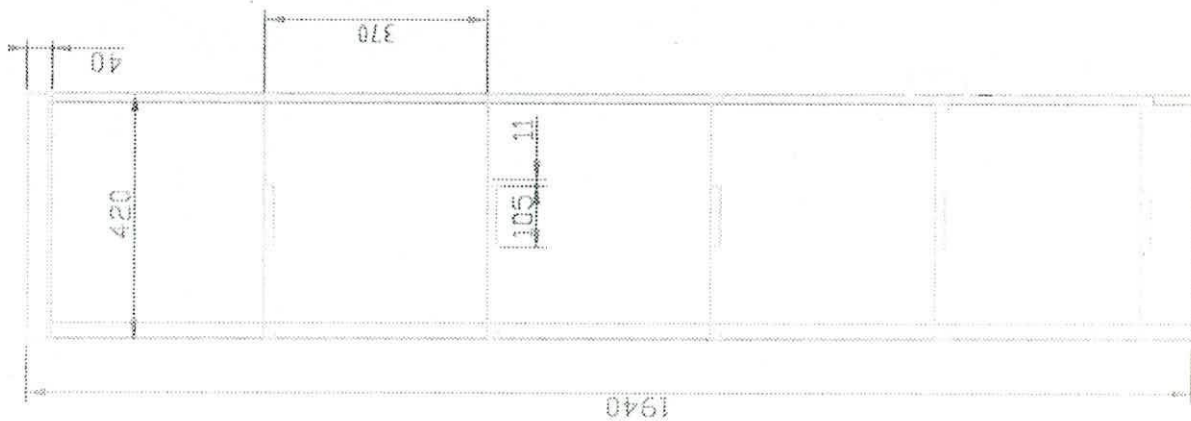
ESPOL





FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

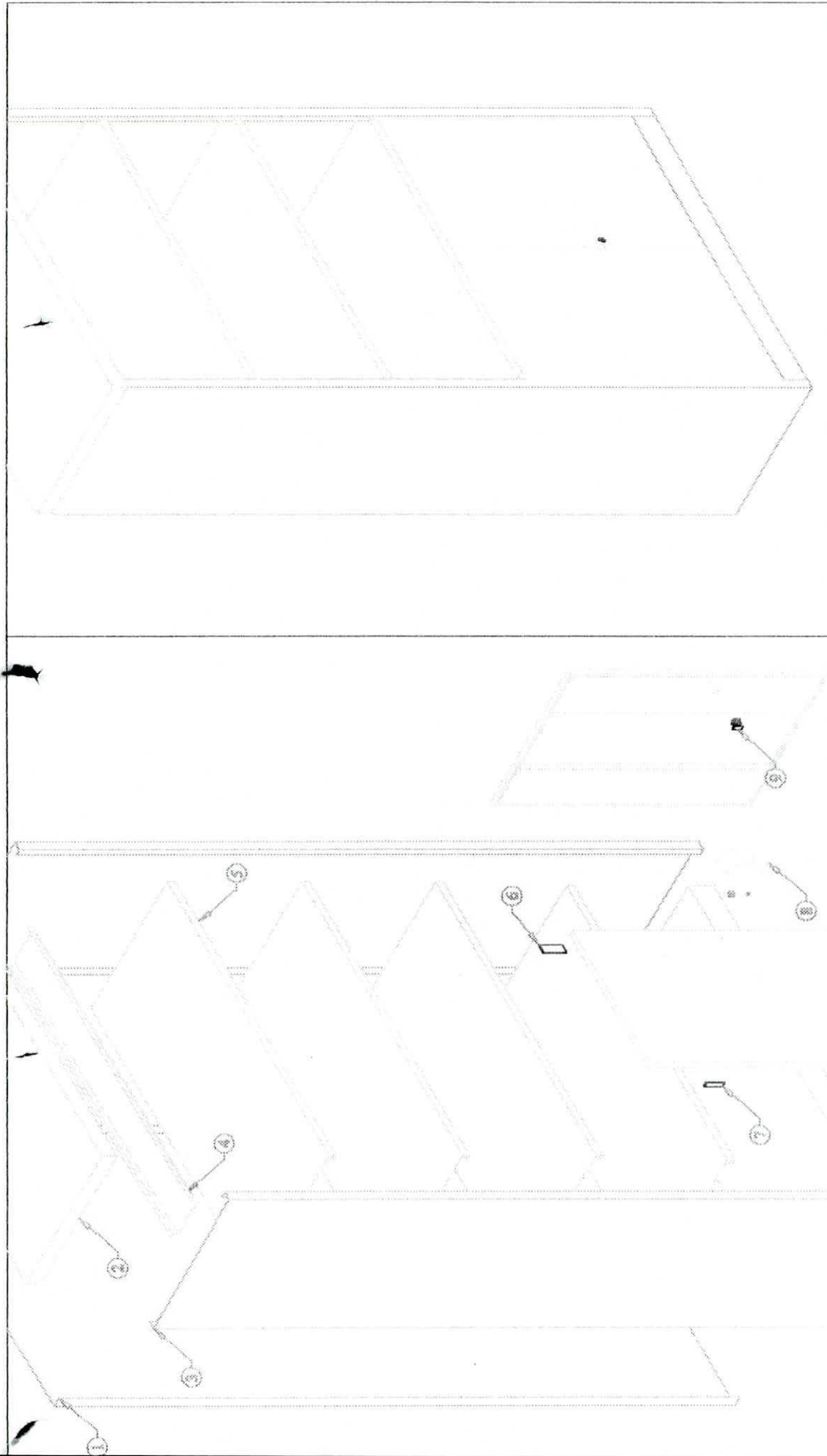
DENOMINACIÓN:				ESCALA	
ESCRITORIO PARA PROFESOR				1:10	
PLANO No:				8B	
Regatones	4	6	Cerradura	Fecha	Nombre
1 Soportes tubulares 1"x1.5mm	4	4	Larguero tubular 1"x1.5mm	02-2001	M. Delgado
0 Tiraderas metálicas	2	4	Herrajes	Rev.	
9 Cajones, PL e=0.85mm	2	3	Travesaño tubular 1"x1.5mm	Apr.	
8 Cajonera, PL e=0.85mm	1	2	Tablero MDF e=9mm		
7 Tornillos Ø1/4" x 1 1/2"	12	1	Tablero MDF e=15mm		



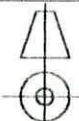
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

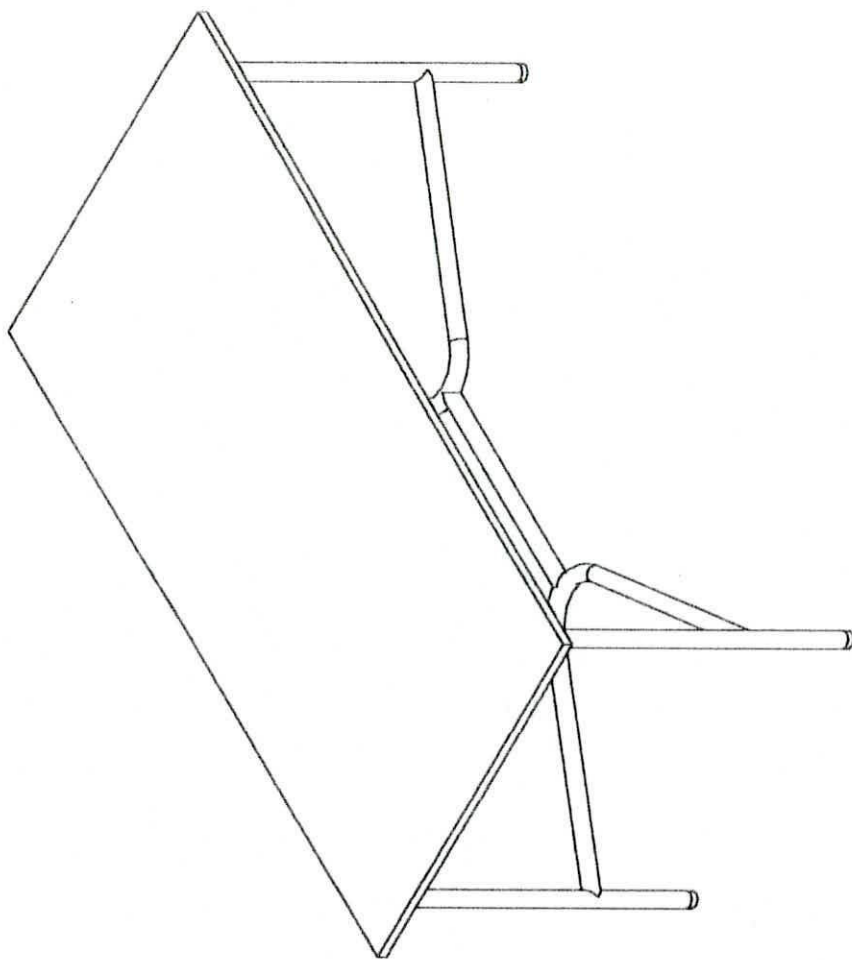
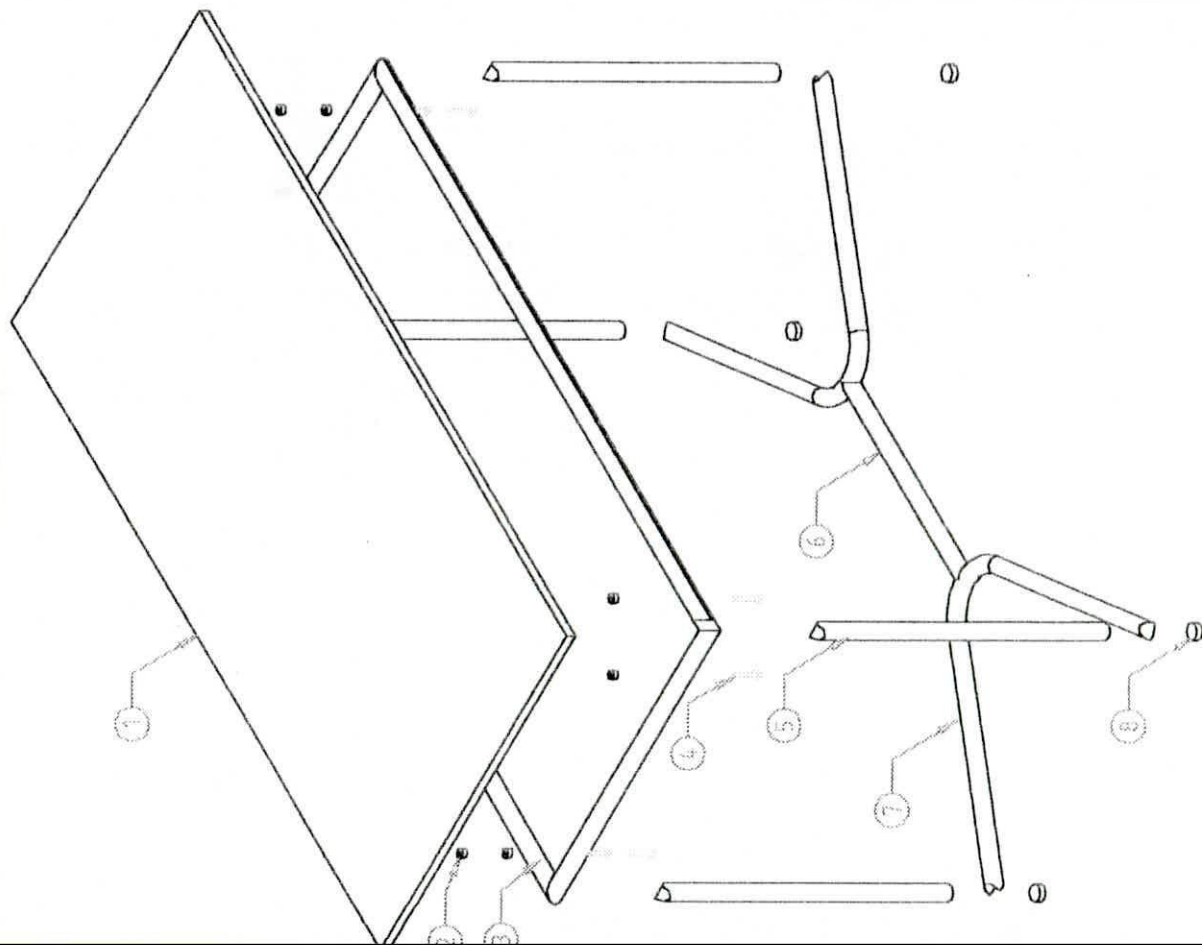
Fecha	Nombre	DENOMINACIÓN:	ESCALA
02-2001	M. Delgado	ANAQUEL METÁLICO	1:10
Rev.			
Appt.			
PLANO No: 9A			

ESPOL



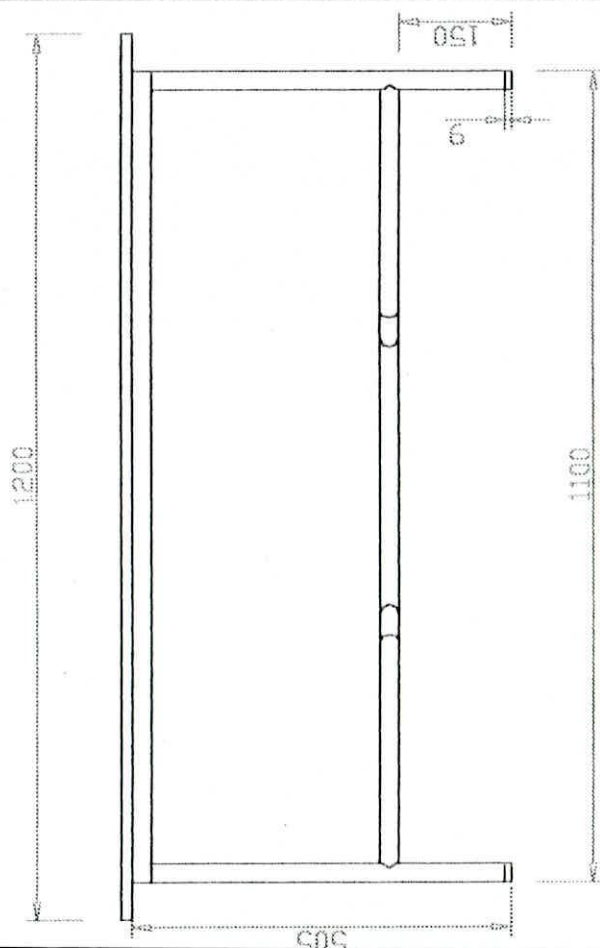
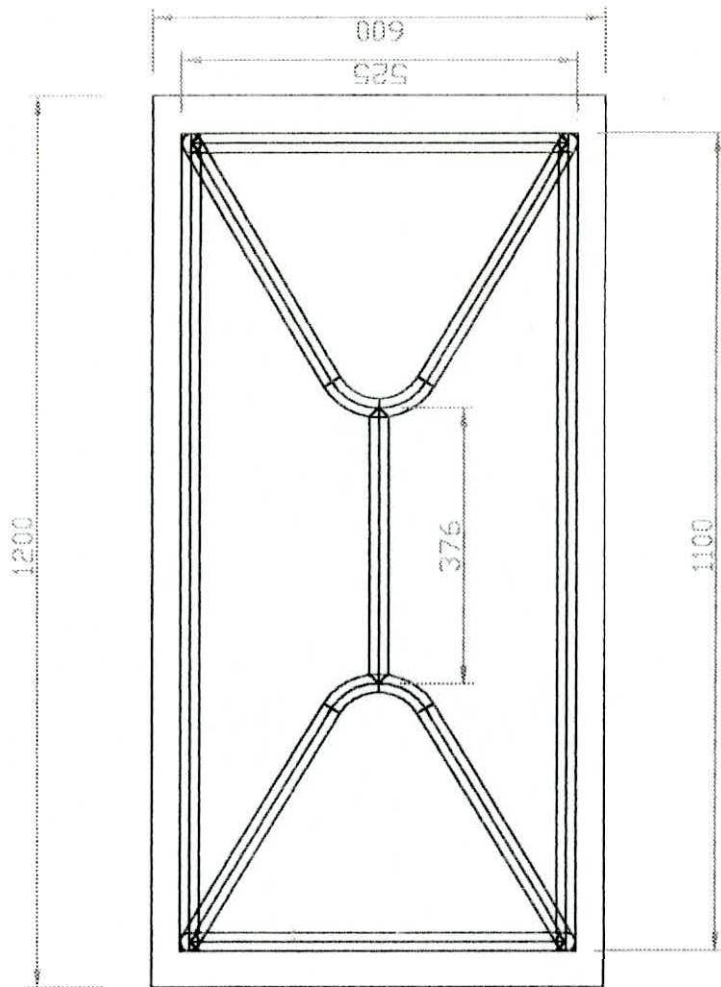
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

DENOMINACIÓN:				ESCALA	
ANAQUEL METÁLICO				1:10	
PLANO No:				9B	
ESPOL					
Descripción de las piezas	Cant.	Descripción de las piezas		Cant.	
12 Puertas, PL e=0.85mm	2	6 Piezas 2 1/2" x 1"	2		
11 Tubos para instalar resbalones	4	5 Repisas, PL e=0.85mm	5		
10 Resbalones	4	4 Refuerzos, PL e=0.85mm	6		
9 Cerradura	1	3 Partes laterales, PL e=0.85mm	2		
8 Tiraderas	2	2 Techo, PL e=0.85mm	1		
7 Bisagras 1 1/2"	4	1 Parte posterior, PL e=0.85mm	1		



FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

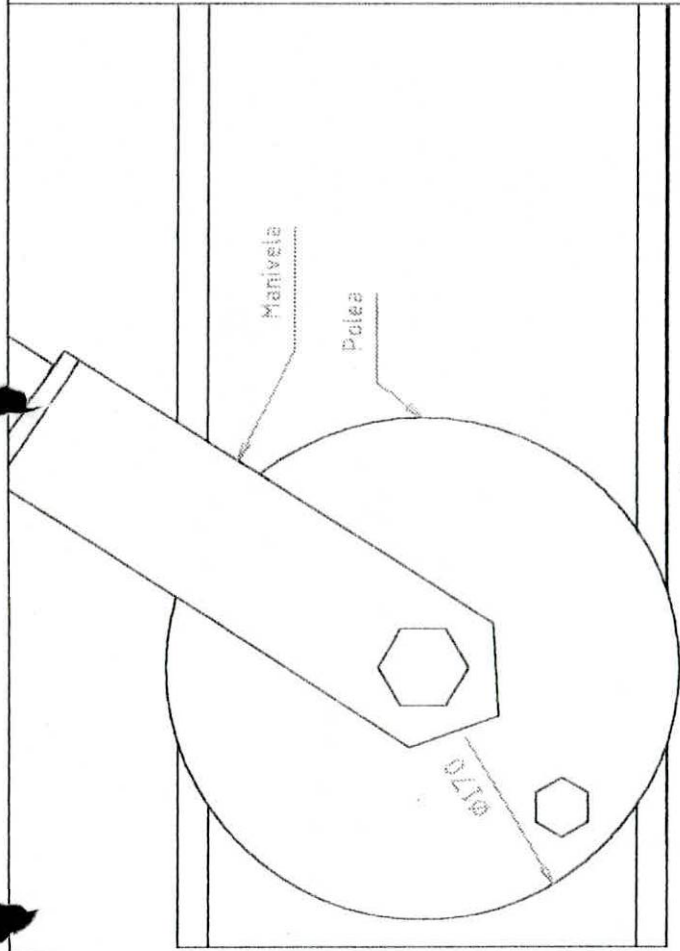
DENOMINACIÓN:				ESCALA
MESA DE COMEDOR				1:10
PLANO No: 11B				
ESPOL				
Item	Descripción	Cantidad	Material	Unidad
1	Larguero tubular Ø1"x1.5mm	1		
2	Soportes tubulares Ø1"x1.5mm	4		
3	Tomillos Ø1/4"x 1 1/4"	8		
4	Marco tubular Ø1"x1.5mm	1		
5	Hierres	8		
6	Regatones	2		
7	Travesaño tubular Ø1"x1.5mm	1		



FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

Fecha	Nombre	DENOMINACIÓN:		ESCALA
02-2001	M. Delgado	MESA DE COMEDOR		1:10
Rev.				
Apro.				
ESPOL		PLANO No: 10B		

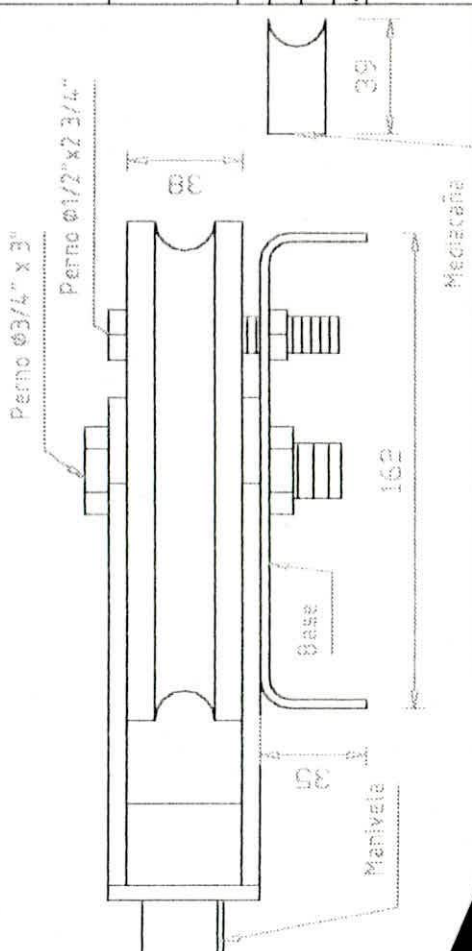




324



152



Perno 3/4" x 3"

Perno 1/2" x 2 3/4"

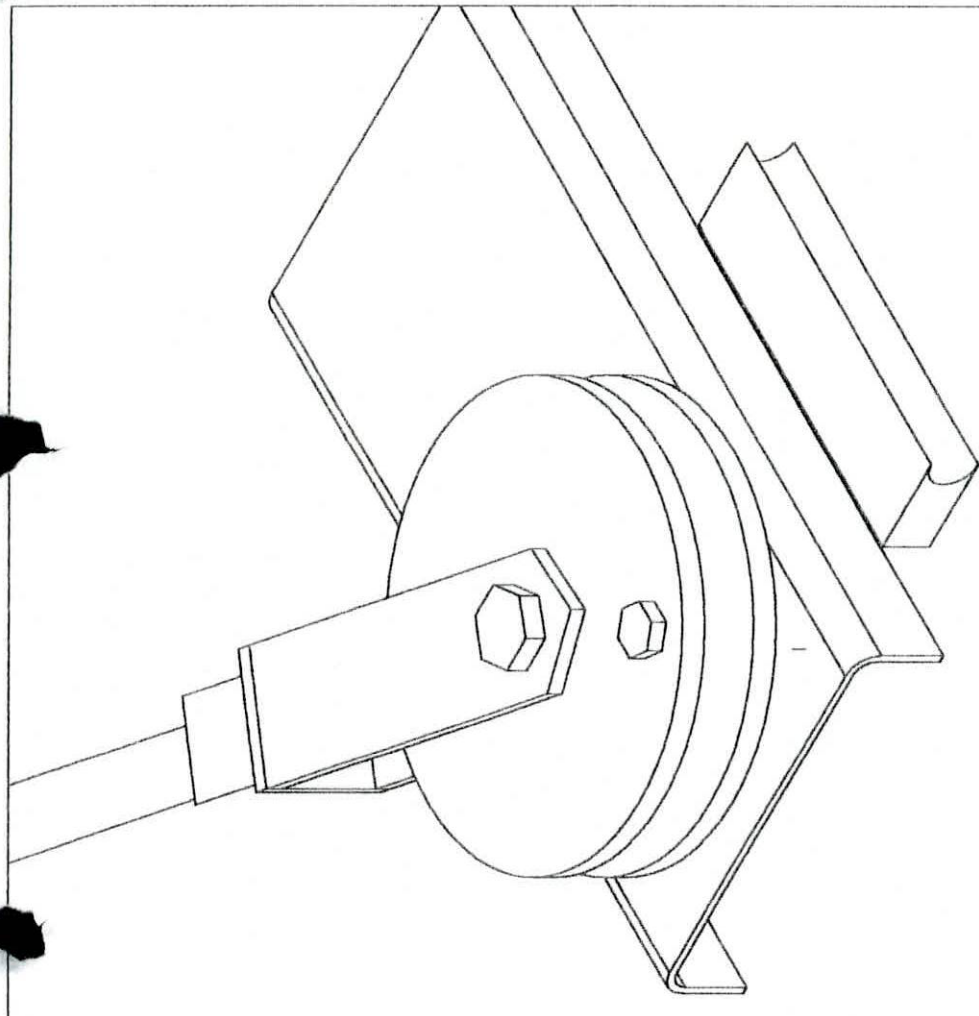
39

Base

Manivela

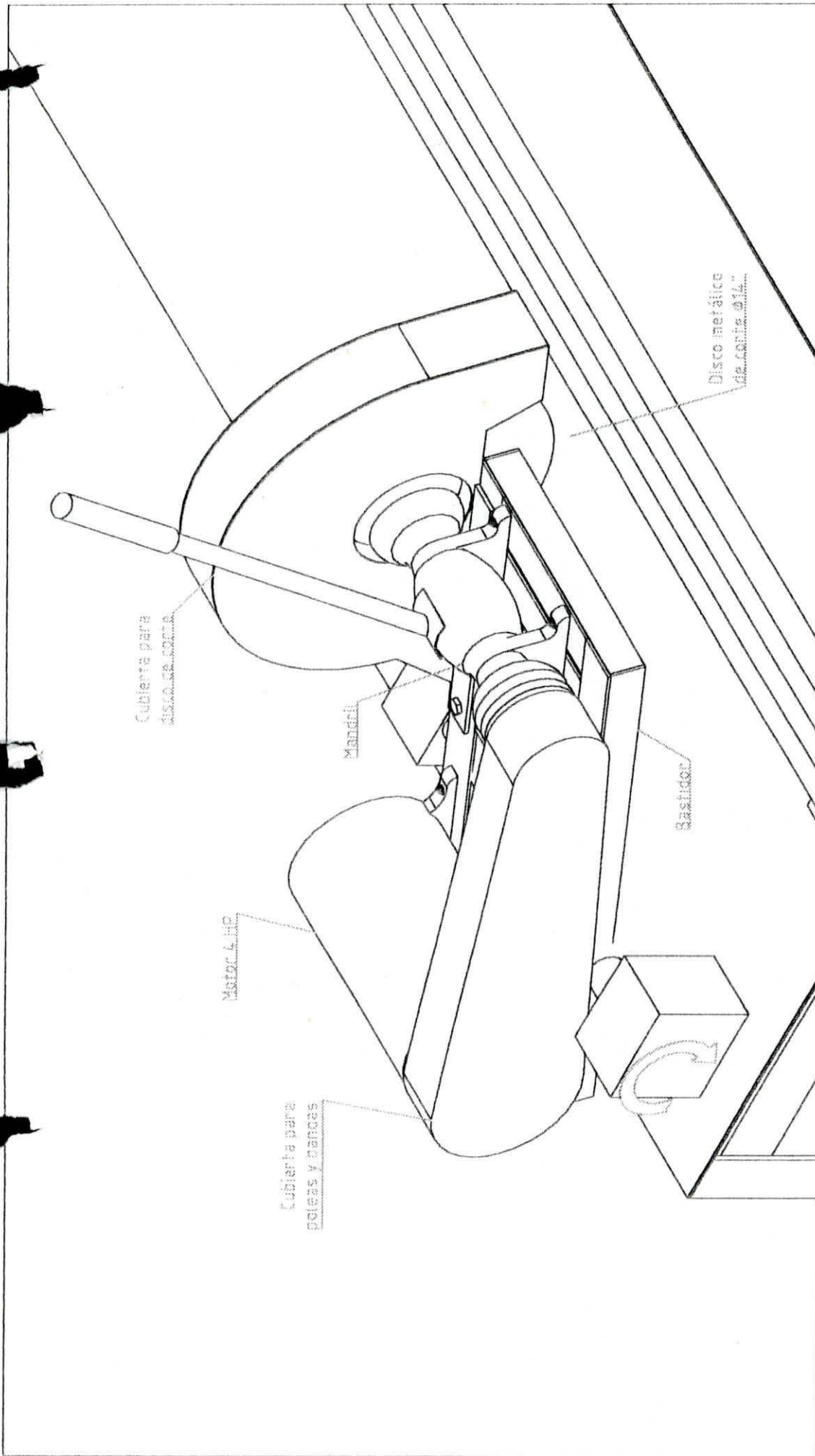
162

Negativa



FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

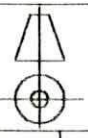
Fecha	Nombre	DENOMINACIÓN:	ESCALA
02-2001	M. Delgado		
Rev.			
Apr.		DOBLADORA MANUAL DE TUBOS	1:2.5
PLANO No: 11			
ESPOL			

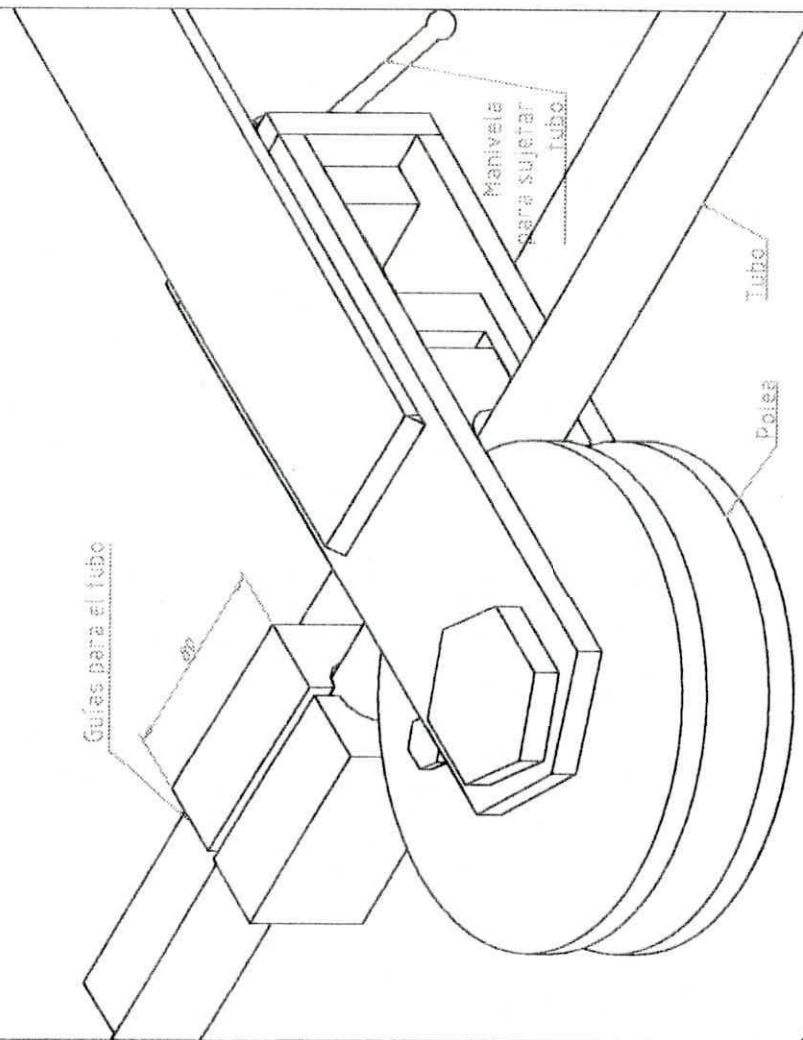
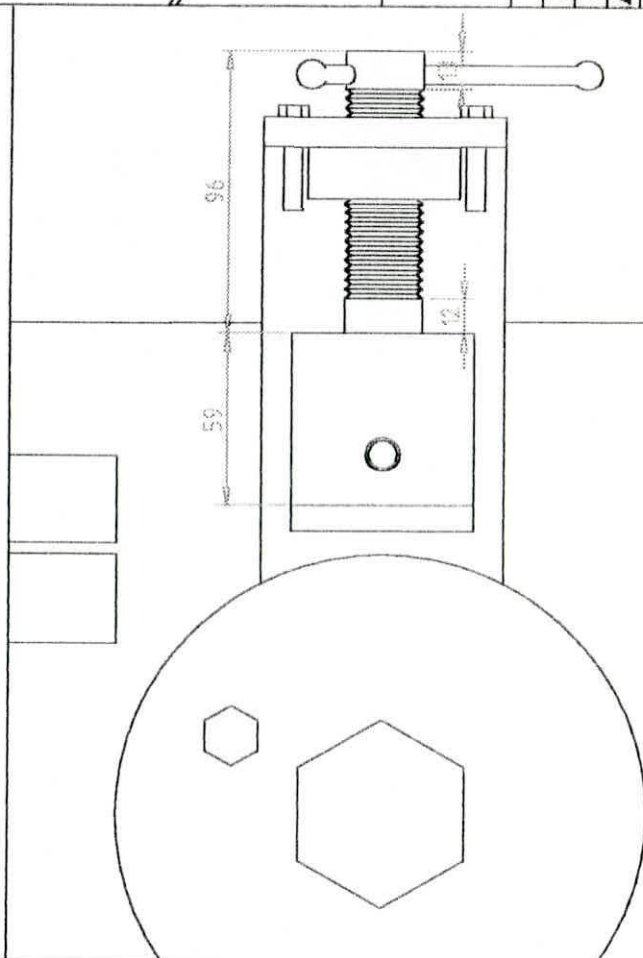
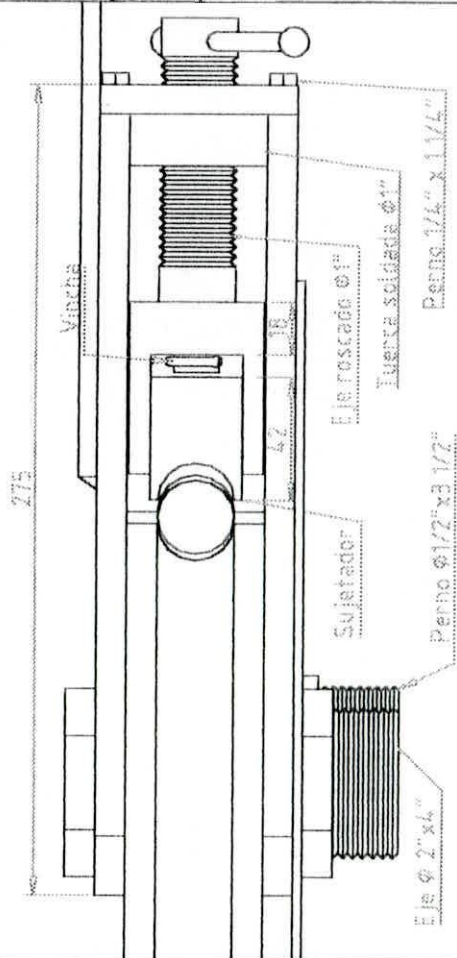


FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

Fecha	Nombre	CONTENIDO:	ESCALA
02-2001	M. Delgado	SISTEMA ELÉCTRICO DE CORTE CON DISCO METÁLICO	1:5
Rev.			
Apro.			

PLANO No:	13	
ESPOL		

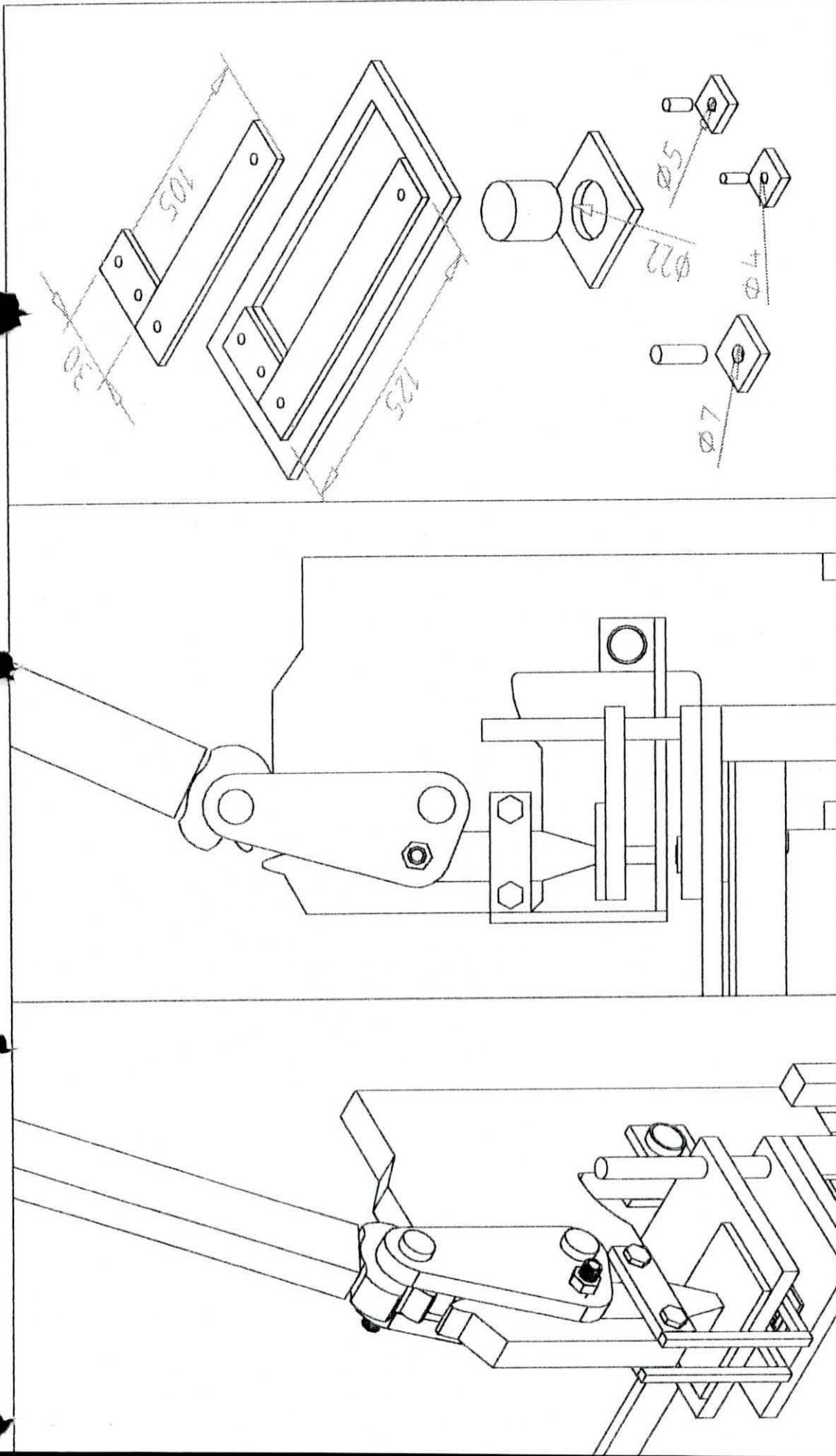




FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

Fecha	Nombre	DENOMINACIÓN:	ESCALA
02-2001	M. Delgado	DOBLADORA MANUAL DE TUBOS MEJORADA	1:2.5
Rev.			
Apr.			
PLANO No: 14			

ESPOL



FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

Fecha	Nombre	DENOMINACIÓN:	ESCALA
02-2001	M. Delgado	TROQUELADORA MANUAL	1:5
Rev.			
Apro.			
ESPOL			PLANO No: 15

204

Topo universal para marcar longitud

Espa 01, 03, 05, 07

Perforaciones para engranar
Topo para marcar longitud

Denominación de piezas a ser dobladas

Trav11

Topo universal para marcar ángulos de doblado

Mesa de doblado

Ángulo 3/4" x 3mm

Long 0 3/4" x 3mm

Topo 61/4" x 1"

FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

Fecha	Nombre	ESCALA
Dib. 02-2001	M. Delgado	1:2
Rev.		
Apro.		

DENOMINACIÓN:
PLANTILLAS DE DOBLADO

PLANO No:

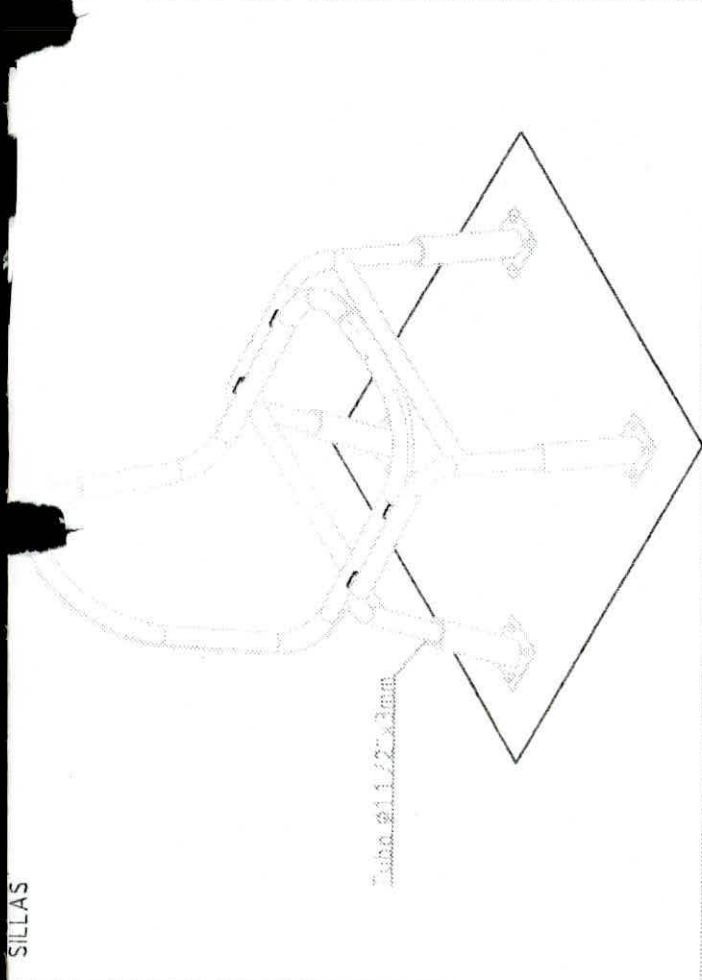
17

ESPOL

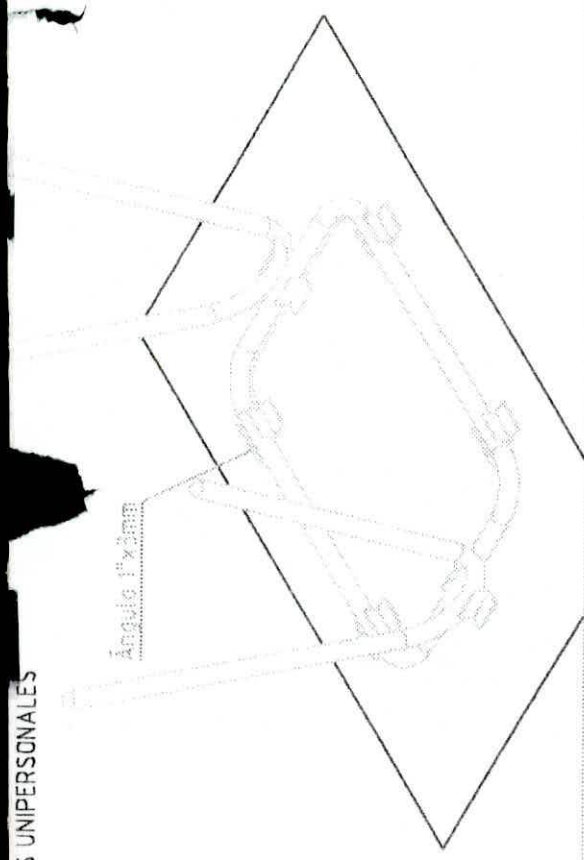
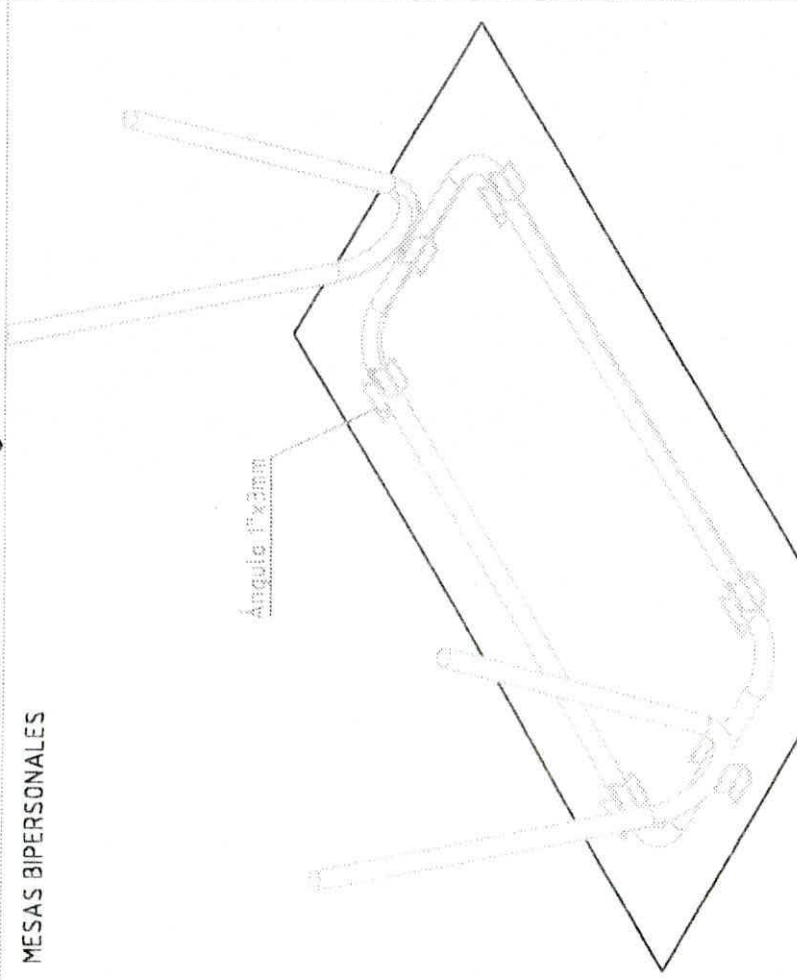


MESAS UNIPERSONALES

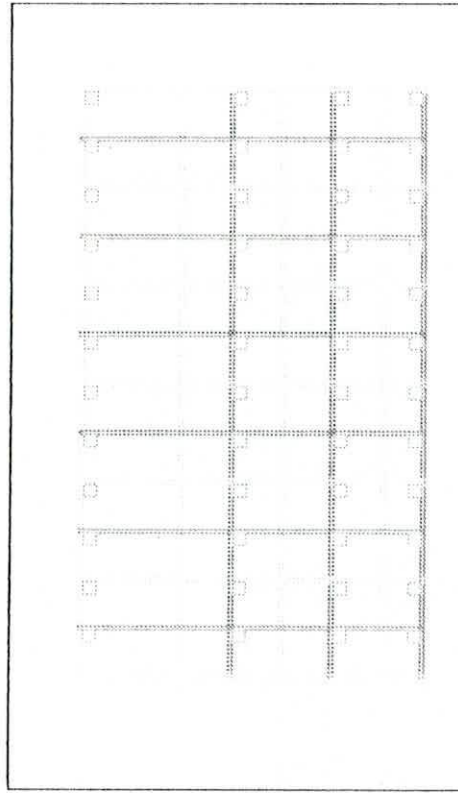
SILLAS



MESAS BIPERSONALES



BANDEJAS PORTALIBROS

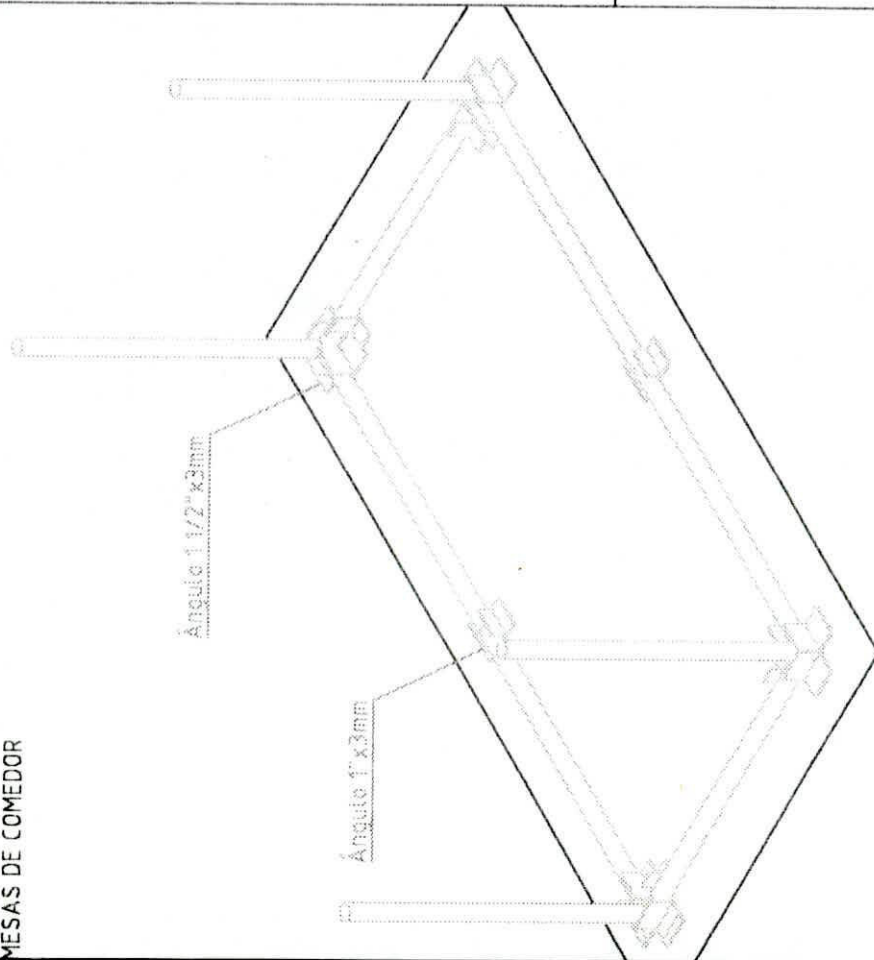


FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

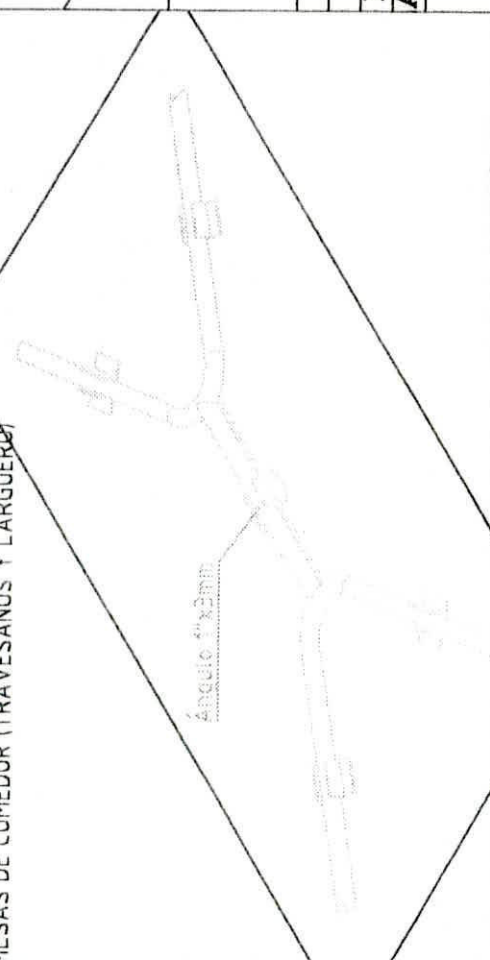
Fecha	Nombre	DENOMINACIÓN:	ESCALA
Dib.	02-2001	M. Delgado	1:10
Rev.			
Apro.			

ESPOL		PLANO No: 18A	
-------	--	---------------	--

MESAS DE COMEDOR

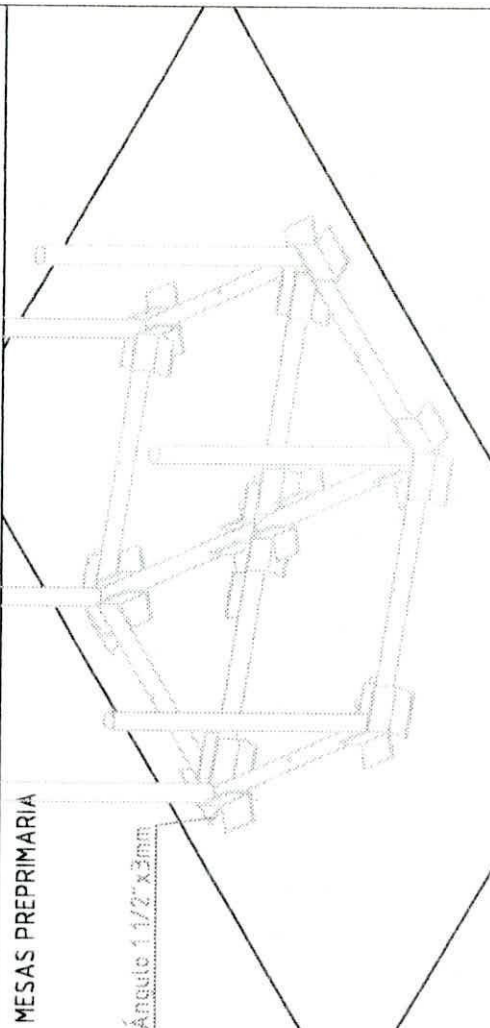


MESAS DE COMEDOR (TRAVESAÑOS Y LARGUERO)



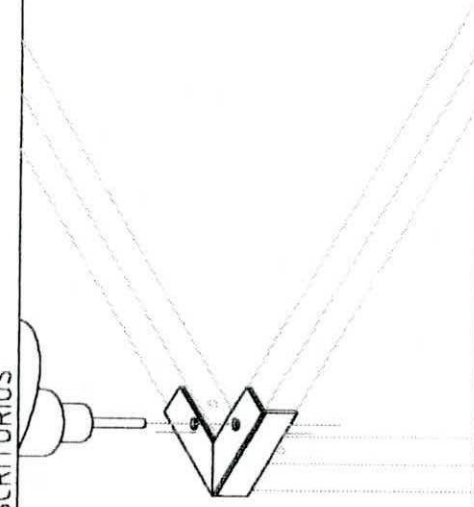
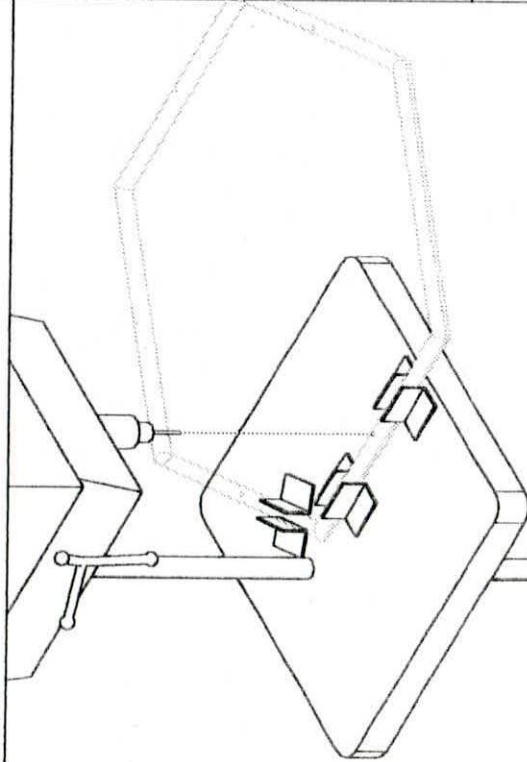
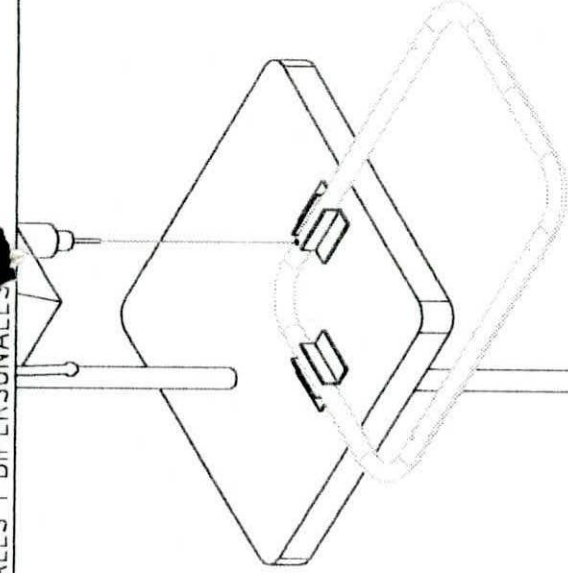
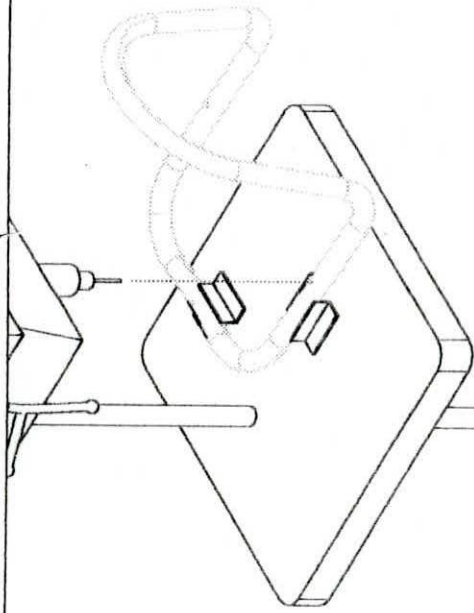
ESCRITORIOS DE PROFESOR

MESAS PREPRIMARIA



FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

Fecha	Nombre	DENOMINACIÓN: PLANTILLAS PARA SOLDADO	ESCALA 1:10
02-2001	M. Delgado		
Rev.			
Apro.			
ESDPT		PLANO No: 18B	



FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

Fecha	Nombre
12-2000	M. Delgado
Rev.	
Aprob.	

ESCALA
1:10

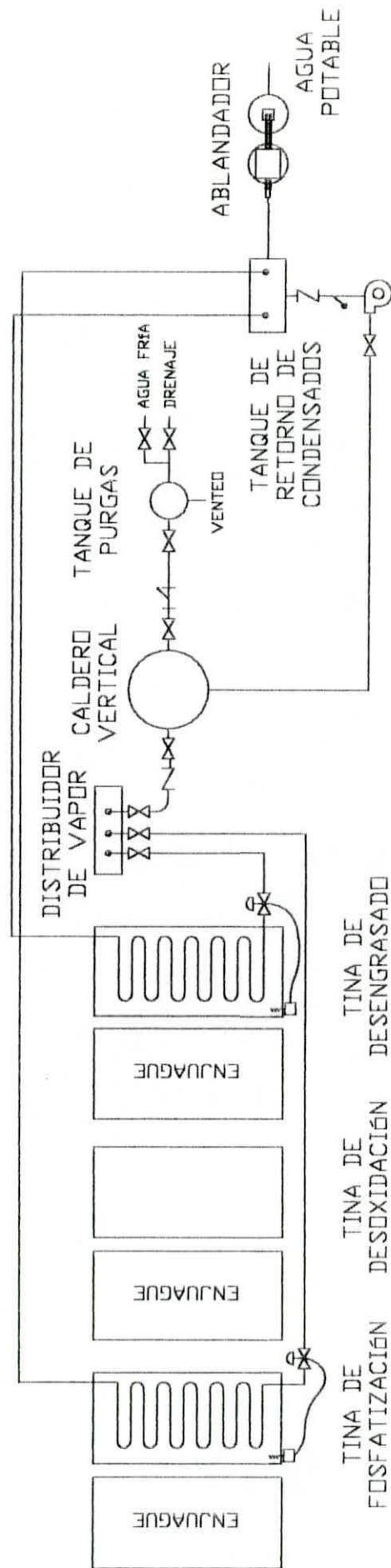
DENOMINACIÓN:
PLANTILLAS DE PERFORADO

PLANO No:

19

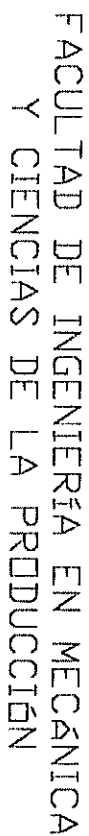
ESPOL





FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA
Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

DENOMINACIÓN:		ESCALA
SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE SOLUCIONES DESENGRASANTE Y FOSFATIZANTE		SIN ESCALA
Fecha	Nombre	
02-2001	M. Delgado	
Idib.	Rev.	
Apr.	Apr.	
PLANO No:		



Issue	Number
03-2001	M 01/0000

IDENTIFICACIÓN:

DISTRIBUCION DE PLANTA MEJORADA

ESCAITA

1:250

PLANON

21