



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DIVISIÓN INGENIERÍA
MECÁNICA E INDUSTRIAL**

TÉSIS:

**“APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA DE
MÉTODOS A UNA INDUSTRIA METAL MECÁNICA”**

DIRIGE:

DR. JESÚS MANUEL DORADOR GONZALEZ

PRESENTAN:

**MUÑOZ DÍAZ RICARDO
RAMÍREZ JUÁREZ EMILIO**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



ÍNDICE

I.	Introducción	1
	Problemática	
	Justificación	
	Objetivos	
	Alcance	
	Hipótesis	
II.	Metodología	3
	Ingeniería de métodos	
	Técnicas de registro y análisis	
	Actividades en el diseño de la distribución de planta	
	Necesidad de mejorar la distribución	
	Principales tipos de distribución	
	¿Por qué estas técnicas?	
III.	Descripción General de la Empresa	12
	Proceso de fabricación	
IV.	Resultados del Estudio de Tiempos	17
	Tablas de resumen del estudio de tiempos	
	Capacidad de producción	
	Análisis de los resultados del estudio de tiempos	
V.	Propuestas de Solución	27
VI.	Áreas de Oportunidad	29
	Área a corto plazo	
	Área a mediano plazo	
	Área a largo plazo	
VII.	Conclusiones	44
VIII.	Anexo	65
	Diagramas de proceso	
	Esquemas de algunos productos	
	Muestreo de tiempos	
	Diagramas de flujo de algunos componentes de los muebles	
IX.	Bibliografía	46



INTRODUCCIÓN

PROBLEMÁTICA:

El presente trabajo fue realizado en una empresa dedicada a la fabricación de luminarios, gondolería y racks de carga, para satisfacer la demanda de sus clientes, utiliza mano de obra, así como las máquinas disponibles para fabricar la mayor parte de los componentes de cada uno de sus productos, en la línea de producción se pueden encontrar partes de cualquiera de ellos, saturando las etapas de ensamble con una gran cantidad de producto en proceso, en cuanto a almacenes de materia prima y producto terminado se tiene en inventario una gran cantidad de materiales y productos obsoletos.

En la empresa no tiene información documentada acerca del proceso que se realiza para ninguno de sus productos, causando conflictos entre áreas funcionales como producción y ventas, ya que ventas se compromete a entregar ciertas cantidades de producto, sin saber si se tiene la capacidad de respuesta para hacerlo, ante ésta situación el área de producción se ve obligada a saturar las líneas de producción para tratar de cumplir con el pedido que se tiene.

JUSTIFICACIÓN:

El presente estudio se fundamenta en la necesidad por parte de la empresa de conocer su capacidad de producción para sus productos más vendidos, para definir con certeza los periodos de entrega de sus productos a sus clientes, además para estimar los costos implícitos en la producción, principalmente costos de mano de obra directa.

OBJETIVO:

- ❖ Identificar operaciones que limitan la producción, mediante un estudio de tiempos.
- ❖ Mediante un estudio de métodos optimizar las operaciones que resulten ser limitantes de la producción



ALCANCE:

El presente estudio tiene la finalidad de **proporcionar información acerca del proceso actual** en la fabricación de racks y gondolería, haciendo observaciones y **recomendaciones para mejorar el método de fabricación y/o distribución de maquinaria y equipo utilizado**, haciendo de éstas propuestas una opción realizable para la empresa. El presente estudio se da por concluido en el momento que se entreguen las mejoras en el proceso que pudiéramos encontrar. La puesta en marcha, así como el seguimiento del mismo, dependerán de la aceptación por parte de la empresa.

HIPÓTESIS:

Mediante el control y optimización de flujos de material y el rediseño de las estaciones de trabajo que resulten limitantes de la producción, se reducirán los tiempos de operación y se incrementará la capacidad de producción de la empresa.



METODOLOGÍA

La ingeniería de métodos incluye diseñar, crear y seleccionar los mejores métodos, procesos, herramientas, equipo y habilidades de manufactura para fabricar un producto basado en los diseños desarrollados en la sección de ingeniería de producción. Cuando el mejor método interactúa con las mejores habilidades disponibles, surge la relación máquina-trabajador eficiente.

Ingeniería de Métodos

Los *términos análisis de operaciones, diseño y simplificación del trabajo e ingeniería de métodos y reingeniería corporativa*, con frecuencia se usan como sinónimos. En muchos casos, se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo o disminuir el costo por unidad de producción – en otras palabras, *mejoramiento de la productividad*. Sin embargo, la ingeniería de métodos implica el análisis en dos momentos diferentes de la historia del producto. Primero, es responsable de diseñar y desarrollar los diversos centros de trabajo en donde se fabricará el producto. Segundo, esa ingeniería debe estudiar de manera continua los centros de trabajo para encontrar una mejor manera de fabricar el producto y aumentar su calidad.

La ingeniería de métodos incluye el uso de la capacidad tecnológica. La investigación y desarrollo que conduce a nuevas tecnologías es esencial para la ingeniería de métodos.

Los ingenieros de métodos usan un procedimiento sistemático para desarrollar un centro de trabajo.

1. Seleccionar el proyecto
2. Obtener y presentar datos
3. Analizar datos
4. Desarrollar el método ideal
5. Presentar y establecer el método
6. Desarrollar un análisis de trabajo
7. Establecer tiempos estándar
8. Dar seguimiento al método

En general el estudio de métodos es un escrutinio minucioso de todas las operaciones para encontrar mejoras que faciliten la realización del trabajo y permitan que se haga en menos tiempo, con menor inversión por unidad.



Estándares

Los estándares son el resultado final del estudio de tiempos y la medición del trabajo. Esta técnica establece un estándar permitido para la realización de una tarea dada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de fatiga y retrasos personales e inevitables. El analista de estudio de tiempos usa varias técnicas para establecer un estándar: estudio de tiempos con cronómetro, datos estándar, datos de movimientos fundamentales, muestreo del trabajo y estimaciones basadas en datos históricos. Cada técnica se aplica a ciertas condiciones. El analista debe saber cuando usar una técnica dada y utilizarla con juicio y exactitud.

TÉCNICAS DE REGISTRO

Diagramas de proceso de la operación

El diagrama de proceso de la operación muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, holguras y materiales que se usan en el proceso de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. La gráfica describe la entrada de todas las componentes y subensambles al ensamble principal. De la misma manera que un plano muestra detalles de diseño como de ajustes, tolerancias y especificaciones, el diagrama de proceso de la operación proporciona detalles de manufactura o de negocios a primera vista.

El diagrama de proceso de la operación indica el flujo general de las componentes de un producto, y como cada paso se muestra en la secuencia cronológica adecuada, el diagrama, en sí, es una distribución de planta ideal. Así, el analista de métodos, el ingeniero de distribución de planta y las personas en áreas relacionadas encuentran que esta técnica es útil en el desarrollo de nuevas distribuciones y mejoras de las existentes.



El diagrama de proceso de la operación también es útil al promover y explicar el método propuesto. Como proporciona mucha información clara permite una comparación ideal entre dos soluciones posibles. Esta técnica:

- Identifica todas las operaciones, inspecciones, materiales, movimientos, almacenamientos y retrasos al hacer una parte o completar un proceso.
- Muestra todos los eventos en la secuencia correcta.
- Muestra en forma clara la relación entre partes y la complejidad de fabricación.
- Distingue entre partes producidas y comparadas.
- Proporciona información sobre el número de empleados utilizados y el tiempo requerido para realizar cada operación e inspección.

Diagrama de flujo del proceso

En general, el diagrama de flujo del proceso contiene mucho más detalle que el diagrama de proceso de la operación. Por lo tanto, es común que no se aplique al ensamble completo. Se usa, en principio, para cada componente de un ensamble o de un sistema para obtener el máximo ahorro en la manufactura o en procedimientos aplicables a una componente o secuencia de trabajos específicos. El diagrama de flujo del proceso es valioso en especial al registrar costos ocultos no productivos, como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales.

Además de registrar las operaciones e inspecciones, estos diagramas muestran todos los movimientos y almacenamientos de un artículo en un paso por la planta. Entonces, los diagramas de flujo del proceso requieren símbolos adicionales a los usados en los diagramas de proceso de la operación. Una pequeña flecha significa un transporte, que se puede definir como mover un objeto de un lugar a otro, excepto cuando el movimiento se lleva a cabo durante el curso normal de una operación o inspección. Una D mayúscula indica una demora (delay) que ocurre cuando no se permite el procesamiento inmediato de una parte de la siguiente estación de trabajo. Un triángulo equilátero sobre un vértice significa un almacenamiento, que sucede cuando una parte se detiene protegida contra el movimiento no autorizado. Estos cinco símbolos constituyen el conjunto estándar de símbolos del diagrama de procesos.



ACTIVIDADES EN EL DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

La distribución en planta comprende la disposición física de los factores productivos que intervienen en un proceso de fabricación o de servicios, esta disposición ya sea instalada o en proyecto, debe considerar los espacios necesarios para movimiento de material, almacenaje, mano de obra indirecta y cualquier otra actividad auxiliar o servicios, así como para el personal y equipo de trabajo.

Podemos diferenciar dos casos para pensar en una distribución de planta, la primera es cuando se han adquirido nuevas instalaciones (un nuevo espacio, terreno o edificio), y se estructura desde un principio una distribución acorde a las necesidades del sistema de producción considerado. La segunda, cuando ya se cuenta con una distribución y se requiere modificarla por razones específicas: cambio de producto, incremento en el volumen de producción, cambio de procesos o actualización de maquinaria y/o equipo.

Al diseñar una nueva distribución de planta es necesario antes que nada conocer profundamente el proceso productivo a utilizarse, el tipo de productos que se fabricarán o el tipo de servicios que se brindarán dentro de las instalaciones, el plan a largo plazo de la empresa considerando la posibilidad de diversificar, incrementar o cambiar su producción, la maquinaria y equipo con que se cuenta y la posibilidad de adquirir más y en qué tiempo. Además se debe conocer la materia prima a utilizarse, las dimensiones y condiciones que requiere para su almacenamiento, la plantilla actual tanto personal staff como operativo, así como las expectativas de incrementar su número en el corto, mediano y largo plazos.

Lo anterior representa una primera etapa en la que se busca recopilar la información necesaria para elaborar un diseño de la forma y estimar las dimensiones que se requieren para satisfacer las necesidades de espacio detectadas.

Al diseñar una distribución conceptualmente es preciso considerar los siguientes aspectos:

- Idear un acomodo lógico según las etapas del proceso
- Procurar mínimas distancias en el movimiento de materiales
- Que haya una libre circulación de trabajo a través de la planta, sin cruces, retornos u obstáculos.
- Hacer una utilización efectiva del espacio
- Comodidad y seguridad para el personal operativo y staff
- Disposición flexible para que pueda ser fácilmente reajustada.



Pero además debe cuidarse que los espacios planeados para las personas sean lo suficientemente amplios para que no se viole su intimidad, que brinden la posibilidad de trabajar con comodidad, seguridad y dignidad, para ello es necesario prever que haya suficiente iluminación, ventilación, vías de acceso y evacuación, instalaciones sanitarias, servicios médicos, equipo e instalaciones adecuadas para aislar ruido, calor o radiaciones cuando las haya, es decir considerando todos los factores ergonómicos y de seguridad laboral (ver estudio del trabajo)

Posteriormente debe hacerse una representación esquemática de la ubicación de los elementos que conformarán la planta: maquinaria, equipo, espacio para personal de oficina, espacio para personal operativo, espacio para personal administrativo, almacenaje de materia prima y productos terminados, embalaje y espacio para maniobras de carga y descarga de materias primas y productos terminados, espacios para almacenajes temporales de material en proceso etc.

Una vez establecida la representación esquemática de la distribución física, resulta pertinente hacer una simulación a través de diagramas de flujo de trabajo o bien a través de software especializado para este tipo de situaciones, con lo que podremos tener una mejor perspectiva de la efectividad del diseño y podremos detectar gráficamente algunas posibilidades de mejora cuando estas existan.

NECESIDAD DE MEJORAR LA DISTRIBUCIÓN

Para una nueva distribución de planta se toman en cuenta algunos factores como los que se listan a continuación:

- **Material:** Por forma y espacio, variedad, calidad, proceso, cantidad o especificaciones.
- **Maquinaria:** Por proceso, capacidad de producción, adquisición de nueva tecnología (cuando una máquina puede hacer varias actividades del proceso original u ocupa menor espacio que la anterior)
- **Hombre:** Garantizar la salud y seguridad de los trabajadores, optimizar el aprovechamiento del espacio utilizado por la mano de obra directa e indirecta.
- **Servicios:** Facilitar la supervisión de las tareas y las actividades de mantenimiento, mejorar el aspecto de las instalaciones de trabajo de cara al público.
- **Espera:** Lugares donde se pueda estacionar el material en proceso temporalmente
- **Movimientos:** Reducir los costos de movimiento de materiales (incluyendo movimientos internos e interdepartamental, cuando exista, en planta y en almacenes de material y producto terminado.
- **Proceso:** Incrementar el grado de flexibilidad, involucrar nuevos procesos, rediseño para optimizar la capacidad productiva, la maquinaria y el espacio



PRINCIPALES TIPOS DE DISTRIBUCIÓN

Distribución por procesos o funcional

Es una distribución orientada hacia la departamentalización o por especialidad, en esta se agrupa un conjunto de maquinaria y operadores de la misma especialidad, por ejemplo, puede mencionarse, el departamento de soldadura, o el de pintura, etc.

Ventajas:

- Menor inversión en maquinaria.
- Elevada flexibilidad.
- Mayor motivación de los trabajadores.
- Mejora del proceso de control.
- Reducidos costos de fabricación.
- Las averías en la maquinaria no interrumpen todo el proceso.

Desventajas:

- Dificultad a la hora de fijar las rutas y los programas.
- Más manipulación de materiales y costos más elevados.
- Dificultad de coordinación de los flujos de materiales y ausencia de un control visual.
- El tiempo total de fabricación.
- El inventario en curso es mayor.
- Requiere una mayor superficie.
- Mayor calificación de la mano de obra.

Se utiliza cuando se verifican los siguientes puntos:

- Maquinaria costosa y difícil de mover
- Fabricación de una amplia gama de productos
- Variación en los tiempos de diferentes operaciones
- Demanda pequeña e intermitente.



Distribución por Líneas

Ventajas:

- Menores retrasos.
- Tiempo total de fabricación menor.
- Menores cantidades de trabajo en curso.
- Menor manipulación de materiales.
- Estrecha coordinación.
- Menor superficie de suelo ocupado por unidad de producto.
- Escaso grado de calificación, formación y supervisión.

Desventajas:

- Elevada inversión en maquinaria.
- Menor flexibilidad.
- Menor calificación en los operarios.
- Costos más elevados.
- Peligro que se pare toda la línea de producción si una máquina sufre una avería.

Se utiliza una distribución por Línea en los siguientes casos:

- Cuando se requiere una gran cantidad de piezas o productos.
- Para productos normalizados.
- Cuando se cuenta con una demanda estable.

Distribución Celular o por Celdas

Características:

- Contiene generalmente a una persona que se encarga de la operación de varias máquinas de una sola función o una máquina de varias funciones.
- Se hacen arreglos de forma circular o de arco que faciliten la operación simultánea de las máquinas.
- Se evita el almacenamiento de material en proceso.
- Se aumenta la calidad en función del responsable de cada célula.
- Se obtienen componentes terminados, listos para ensamble.



Ventajas:

- Simplificación de los tiempos de cambio.
- Reducción del tiempo de formación.
- Reducción de los costes asociados al flujo de materiales.
- Reducción de los tiempos de fabricación.
- Reducción del nivel de inventario.
- Facilidad a la hora de automatizar la producción.
- Creación de un espíritu de trabajo en equipo.

Desventajas:

- Duplicidad de equipamientos.
- Dificultad para establecer células de fabricación en determinados tipos de procesos.
- Mayor inversión en maquinaria, equipamiento y superficie.
- Necesidad de trabajadores polivalentes.

Distribución de Punto Fijo

Características:

- Se mantiene en un solo lugar el componente principal.
- Todo se lleva a él (herramienta, personal, equipo, maquinaria y otros materiales).
- Una sola persona o equipo hace todo el trabajo.

Ventajas:

- Reducción en el manejo de piezas grandes.
- Elevada flexibilidad (cambios frecuentes en el diseño y secuencia de los productos y una demanda intermitente).
- Puede Incrementarse la calidad de los trabajos en función de la responsabilidad.
- No requiere una técnica de distribución costosa o muy organizada.

Desventajas:

- Escasa flexibilidad en los tiempos de fabricación, ya que el flujo de fabricación no puede ser más rápido que la actividad más lenta,
- Necesidad de una inversión elevada en equipos específicos.
- Monotonía de los trabajos.



¿Cuándo se Utiliza?

- Cuando las operaciones de elaboración o manejo del material principal requieran de herramienta manual o máquinas simples.
- Cuando sólo se requiera fabricar una o algunas piezas de algún artículo.
- Cuando el costo del movimiento de la pieza principal es elevado.
- Cuando se requiera fincar la calidad del producto en una persona o un equipo específico.

POR QUÉ ESTAS TÉCNICAS

A lo largo de nuestra estancia como becarios fuimos adentrándonos en lo que es la Ingeniería de Métodos para poder proponer soluciones a los diversos problemas encontrados en esta empresa. Las técnicas que nosotros utilizamos son lo algunas que nos fue pidiendo la metodología que seguimos nosotros para trabajar en la mejora de proceso, en conjunción con la toma de tiempos de donde se origina el presente trabajo.

La metodología descrita en este estudio se fue dando de manera natural y lógica respetando los fundamentos de la ingeniería de métodos, describiendo cada proceso, cada operación hasta llegar a una cifra que es de interés para la empresa para entregar una capacidad de producción fue necesario conocer el proceso, describirlo, medirlo y analizarlo.



DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Esta empresa tiene dos giros principales ya que se dedica a la fabricación de Luminarios, así como a la fabricación de Racks y Góndolas. También comercializan componentes eléctricos que le piden sus clientes para el mantenimiento de los luminarios.

La empresa cuenta principalmente con las siguientes áreas dentro de su estructura:

- Área administrativa
- Ventas
- Compras
- Fabricación
- Diseño de productos
- Ingeniería
- Almacén de materia prima
- Almacén de producto terminado

Área administrativa

Se encarga de diferentes actividades, principalmente financieras, como lo son la contabilidad de la empresa, la nómina, etc.

Ventas

Se encarga de vender los productos que se fabrican en la empresa, así como ofrecer otros posibles a petición del cliente.

Compras

Tiene que contactar a los proveedores y de todo lo que tiene que ver con la materia prima utilizada en los productos (pintura, lámina, tubo PTR, componentes eléctricos, etc.)

Fabricación

Transformación de la materia prima en productos listos para su venta.

Diseño de productos

Se encarga de adecuar las necesidades del cliente a productos nuevos o rediseños de los que ya existen.

Ingeniería

Es el área más joven, que tiene como finalidad mejorar la empresa en sus procesos de producción.



Almacén de materia prima

Se encarga de administrar la materia prima, mediante inventarios, así como del registro de la misma.

Almacén producto terminado

Administra el producto terminado.

La empresa cuenta dentro del área de fabricación con 5 áreas que son:

- Producción
- Soldadura
- Pintura
- Armado eléctrico
- Empaquetado

Producción

Refiere todo al proceso principalmente de lámina, como lo es el corte, el doblado, el punzonado, el troquelado (excepto tubo, ya que lo hacen fuera de la empresa), punteado.

Soldadura

Principalmente se refiere a los productos de Racks y Góndolas, ya que para los luminarios no se necesita el proceso de soldadura. En esta área se procesa casi por completo el tubo a excepción del troquelado, aquí se corta, se endereza, se desengrasa y se suelda para formar los distintos productos.

Pintura

En esta área se cuenta con un horno y sistemas de pintura electrostática, donde se cuelga el producto, se lava, se seca, se pinta y se hornea.

Armado eléctrico

Aquí solo se ensamblan los componentes eléctricos para los luminarios, a excepción del louver y el reflector que no son componentes eléctricos pero también se ensamblan en esta área.

Empaquetado

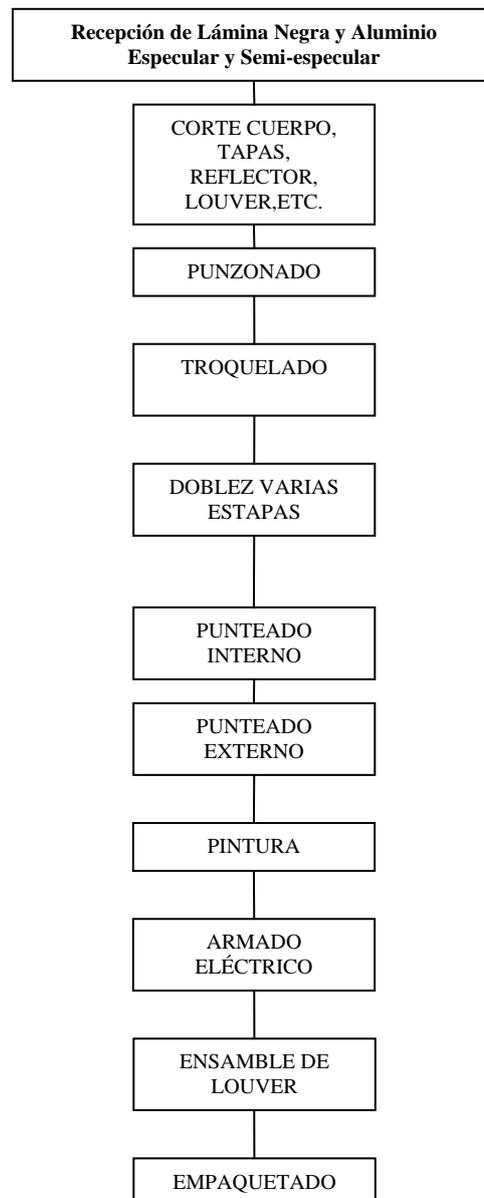
Esta área se encarga de empaquetar y entarimar el producto terminado, así como, de la estiba en el almacén de producto terminado y en algunas ocasiones también se encarga de subir el producto a los camiones para su transporte a tiendas.



PROCESO DE FABRICACIÓN

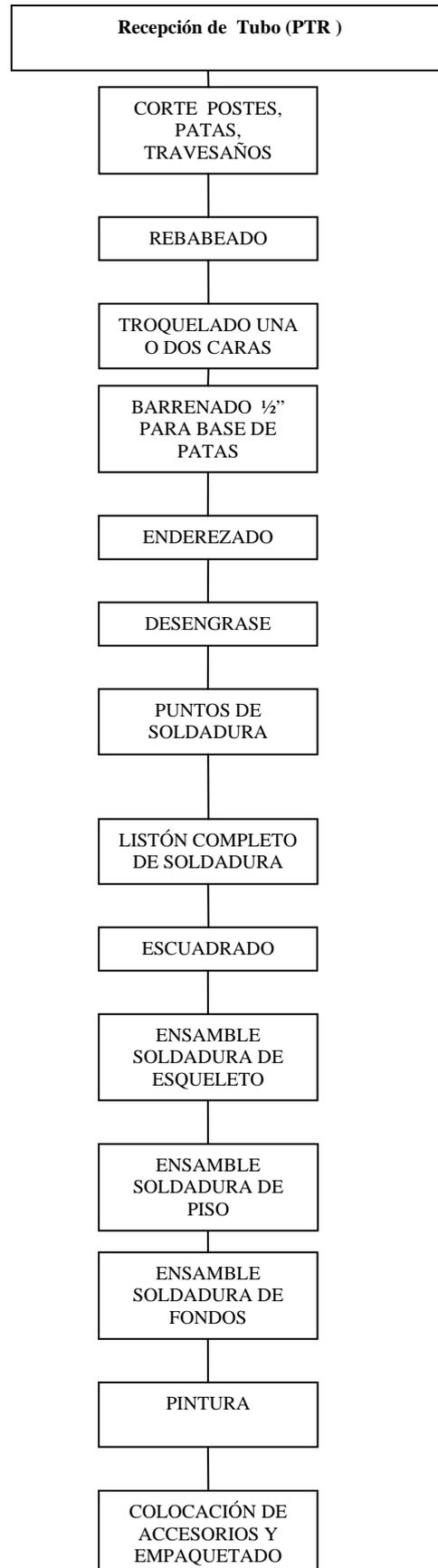
El proceso de fabricación en la empresa está casi descrito en su totalidad por las áreas que lo conforman, pero varía dependiendo el giro, ya sea luminarios, racks o góndolas. Así mismo, de la complejidad del producto. Aquí referimos de manera general el proceso que se sigue en la fabricación de los diferentes productos, las etapas que llevan

LUMINARIOS



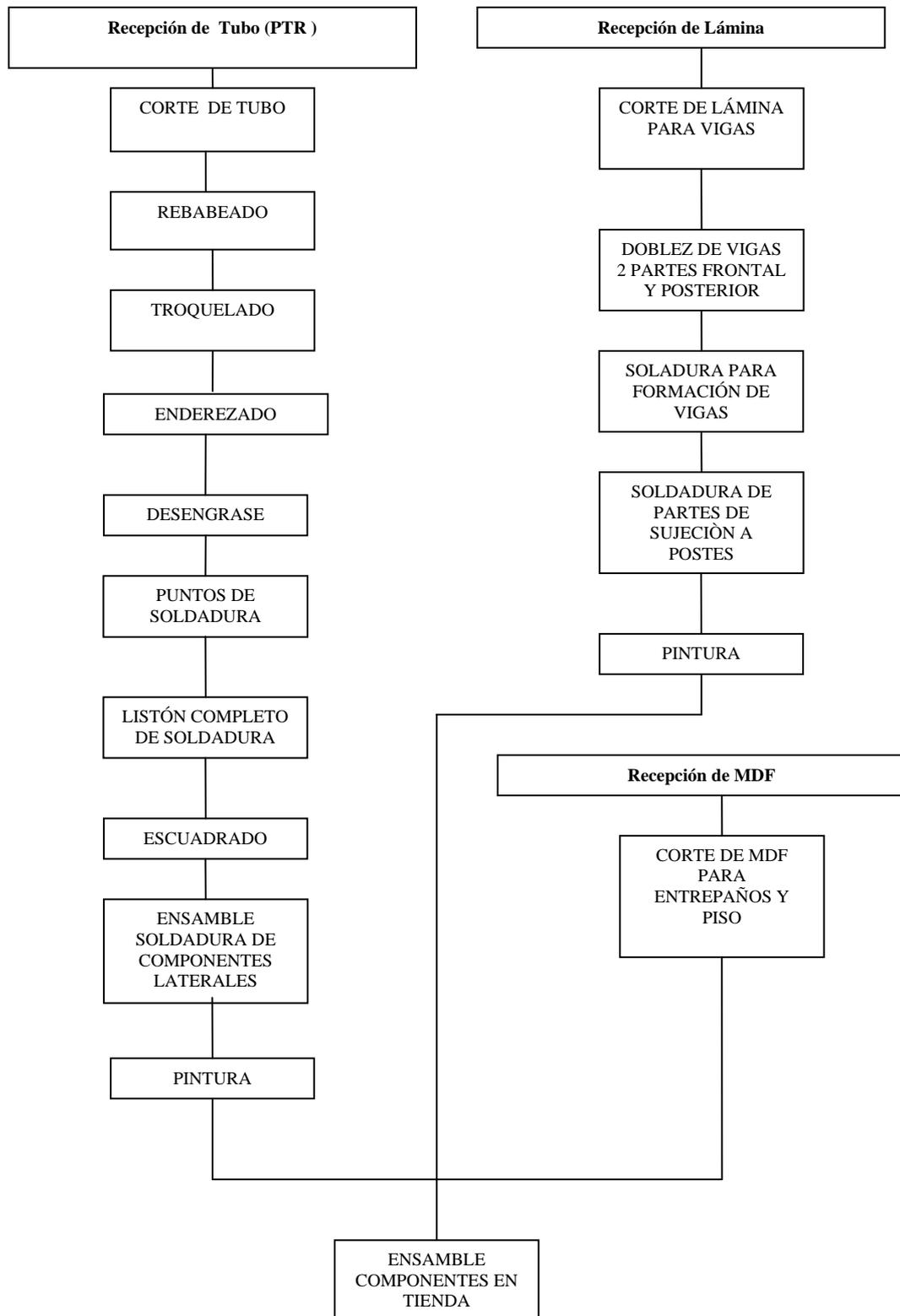


GONDOLERÍA





RACKS





DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Esta empresa tiene dos giros principales ya que se dedica a la fabricación de Luminarios, así como a la fabricación de Racks y Góndolas. También comercializan componentes eléctricos que le piden sus clientes para el mantenimiento de los luminarios.

La empresa cuenta principalmente con las siguientes áreas dentro de su estructura:

- Área administrativa
- Ventas
- Compras
- Fabricación
- Diseño de productos
- Ingeniería
- Almacén de materia prima
- Almacén de producto terminado

Área administrativa

Se encarga de diferentes actividades, principalmente financieras, como lo son la contabilidad de la empresa, la nómina, etc.

Ventas

Se encarga de vender los productos que se fabrican en la empresa, así como ofrecer otros posibles a petición del cliente.

Compras

Tiene que contactar a los proveedores y de todo lo que tiene que ver con la materia prima utilizada en los productos (pintura, lámina, tubo PTR, componentes eléctricos, etc.)

Fabricación

Transformación de la materia prima en productos listos para su venta.

Diseño de productos

Se encarga de adecuar las necesidades del cliente a productos nuevos o rediseños de los que ya existen.

Ingeniería

Es el área más joven, que tiene como finalidad mejorar la empresa en sus procesos de producción.



Almacén de materia prima

Se encarga de administrar la materia prima, mediante inventarios, así como del registro de la misma.

Almacén producto terminado

Administra el producto terminado.

La empresa cuenta dentro del área de fabricación con 5 áreas que son:

- Producción
- Soldadura
- Pintura
- Armado eléctrico
- Empaquetado

Producción

Refiere todo al proceso principalmente de lámina, como lo es el corte, el doblado, el punzonado, el troquelado (excepto tubo, ya que lo hacen fuera de la empresa), punteado.

Soldadura

Principalmente se refiere a los productos de Racks y Góndolas, ya que para los luminarios no se necesita el proceso de soldadura. En esta área se procesa casi por completo el tubo a excepción del troquelado, aquí se corta, se endereza, se desengrasa y se suelda para formar los distintos productos.

Pintura

En esta área se cuenta con un horno y sistemas de pintura electrostática, donde se cuelga el producto, se lava, se seca, se pinta y se hornea.

Armado eléctrico

Aquí solo se ensamblan los componentes eléctricos para los luminarios, a excepción del louver y el reflector que no son componentes eléctricos pero también se ensamblan en esta área.

Empaquetado

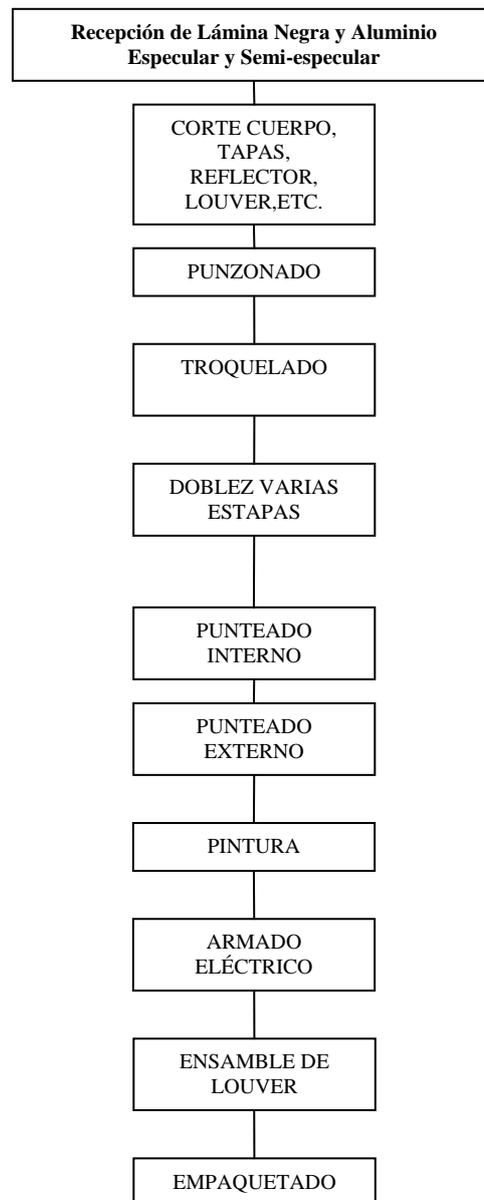
Esta área se encarga de empaquetar y entarimar el producto terminado, así como, de la estiba en el almacén de producto terminado y en algunas ocasiones también se encarga de subir el producto a los camiones para su transporte a tiendas.



PROCESO DE FABRICACIÓN

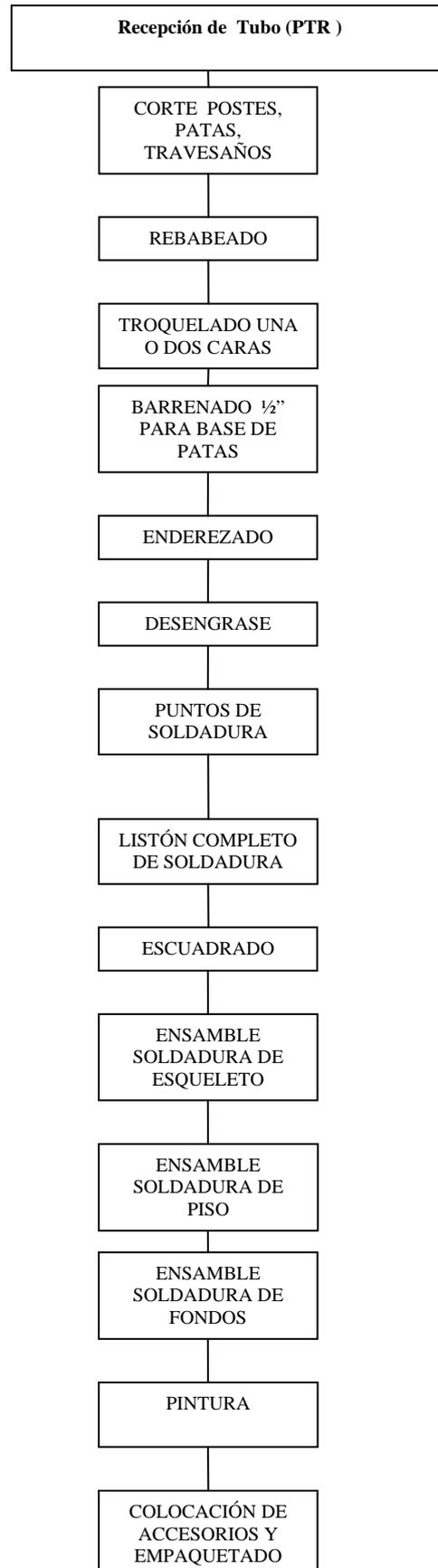
El proceso de fabricación en la empresa está casi descrito en su totalidad por las áreas que lo conforman, pero varía dependiendo el giro, ya sea luminarios, racks o góndolas. Así mismo, de la complejidad del producto. Aquí referimos de manera general el proceso que se sigue en la fabricación de los diferentes productos, las etapas que llevan

LUMINARIOS



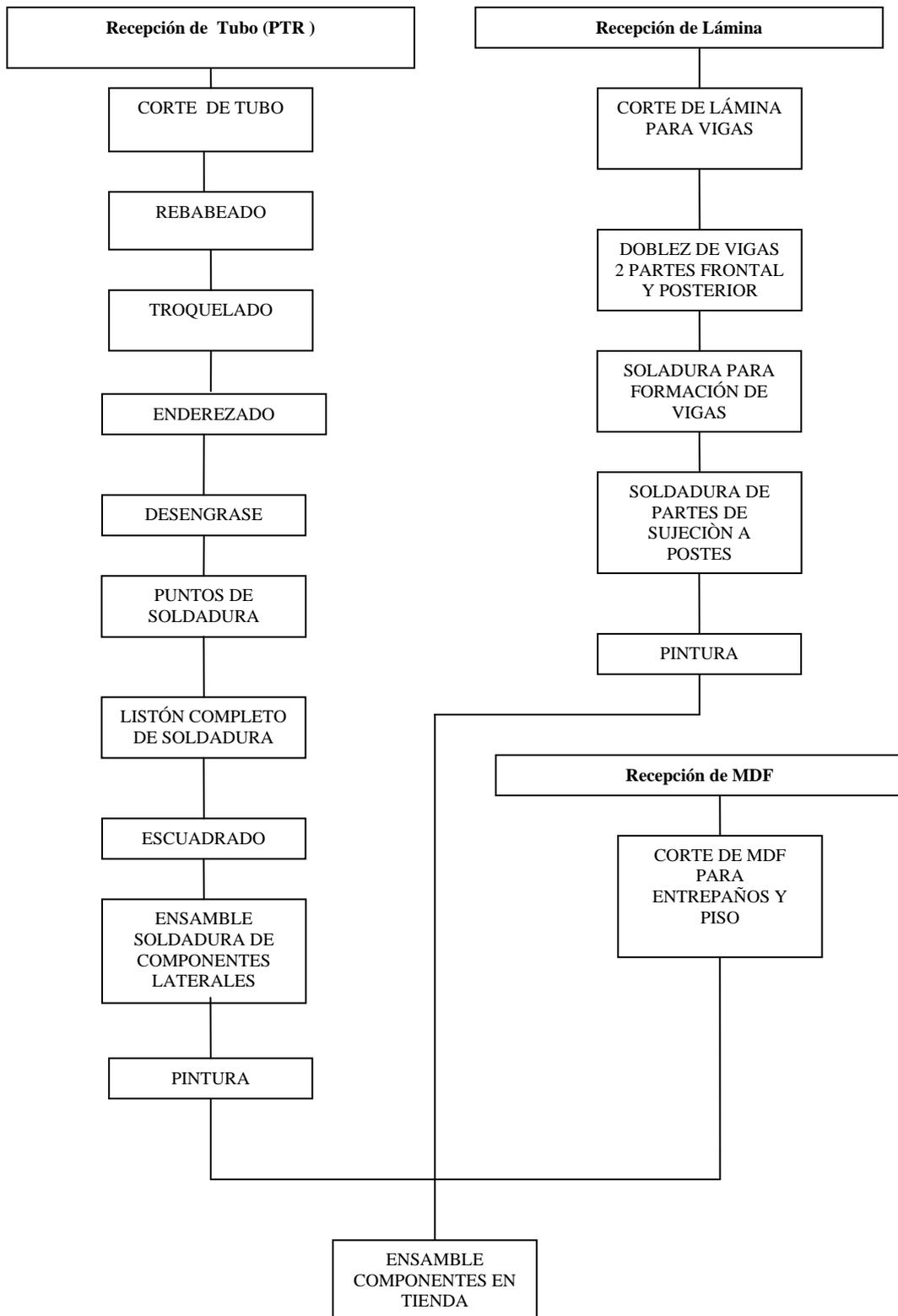


GONDOLERÍA





RACKS





APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS
A UNA INDUSTRIA METAL MECÁNICA

RESULTADO DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

De acuerdo al estudio de tiempos realizado al producto más vendido de la línea de gondolería, llegamos a las tablas de resultados que se muestran en las siguientes páginas. Los resultados obtenidos en el estudio de tiempos se incluyen en el anexo 1.

ANÁLISIS DE " TIEMPO DE OPERACIÓN CON TIEMPO ESTÁNDAR"
MODELORAMA "MÓDULO CENTRAL"

Turno[h]	8	TIEMPO DE PRODUCCIÓN UNITARIA DE CADA COMPONENTE									
[min]	480	seg/pza									
[seg]	28800	POSTE	BASE	TRAVESAÑO	FORDO	PISO	REFUERZO P/PISO	T meq	%	Utilización	FC
								seg	utilización	Utilización	FC
CORTE	Jordi				13.62	17.98	11.2	23.51	0.01%		
	Cincinnati							13.62	0.56%		4.88%
	C. de Tubos	43.435	18.43	15.02				76.895	3.30%		
PUNZONADO	Amada							94.52	4.05%		4.05%
	2 Hp				12.7			12.7	0.54%		0.75%
TROQUELADO	Dispositivo p/marcas						4.694444444	4.694444444	0.20%		0.20%
	Jordi				64.2			64.2	2.32%		7.97%
DOBLEZ	Newton					117.2266666	14.38809524	131.6146667	5.64%		
	Azul							0	0.00%		
PUNTEADO	Fijas						292.2867143	292.2867143	12.53%		12.53%
	Movil							0	0.00%		
SOLDADURA	Microalambre	160.3333333	254.6666667	299.6666667		264.2571429		979.146032	41.97%		
	Taladro		6.747222222					6.747222222	0.29%		
	Enderezado	80.44444444						80.44444444	3.45%		
	Desengrase	27.69571429	4.615952381					32.3116667	1.39%		55.37%
	Escuadrado	142.5714286						142.571429	6.11%		
	Ranurado			7.82				7.82	0.34%		
	Esmenil	15.04	9.697	17.13				42.667	1.83%		
PINTURA							137.9669565	5.92%		5.92%	
EMPAQUE							199.0666667	8.53%		8.53%	
TOTAL								2332.79023	100%		100%

TIEMPO DE PRODUCCIÓN UNITARIA DE CADA COMPONENTE: indica el tiempo promedio observado por cada operación, máquina y componente, ayuda a visualizar la máquina más utilizada así como la operación que requiere mayor tiempo, es la base del cálculo del tiempo estándar

TIEMPOS NORMALES

		seg/pza						T meq	%	Utilización	FC
		POSTE	BASE	TRAVESAÑO	FORDO	PISO	REFUERZO P/PISO	seg	utilización	Utilización	FC
CORTE	Jordi				17.706	17.9875	11.4	29.3875	1.06%		1.25
	Cincinnati							17.706	0.64%		1.3
	C. de Tubos	56.4655	23.969	19.526				99.9505	3.60%		5.29%
PUNZONADO	Amada							122.876	4.42%		4.42%
	2 Hp				15.24			15.24	0.55%		1.2
TROQUELADO	Dispositivo p/marcas						4.929166667	4.929166667	0.18%		1.05
	Jordi				65.04			65.04	2.34%		1.2
DOBLEZ	Newton					140.6706667	17.26571429	157.936381	5.69%		8.03%
	Azul							0	0.00%		1.3
PUNTEADO	Fijas						336.1285714	336.1285714	12.10%		12.10%
	Microalambre	184.3633333	293.1222222	344.6166667		303.8957143		1126.01794	43.54%		1.15
SOLDADURA	Taladro		17.769305556					17.76930556	0.28%		1.15
	Enderezado	100.5555556						100.5555556	3.62%		1.25
	Desengrase	31.85007143	5.308345238					37.1584167	1.34%		1.15
	Escuadrado	178.214286						178.214286	6.42%		1.25
	Ranurado			9.384				9.384	0.34%		1.2
	Esmenil	21.384	13.05095	23.1255				57.60045	2.07%		1.35
PINTURA							172.4836957	6.21%		6.21%	
EMPAQUE							238.68	8.60%		8.60%	
TOTAL								2777.24776	100%		100%

HABILIDAD		
A	Habilísimo	0.15
B	Excelente	0.15
C	Buena	0.05
D	Medio	0
E	Regular	-0.05
F	Malo	-0.1
G	Torpe	-0.15

ESFUERZO		
A	Excesivo	0.15
B	Excelente	0.1
C	Buena	0.05
D	Medio	0
E	Regular	-0.05
F	Malo	-0.1
G	Insuficiente	-0.1
CONDICIONES DE CONSISTENCIA		
A	Buena	0.05
B	Medio	0
C	Mala	-0.05
CONDICIONES DE TRABAJO		
A	Buena	0.05
B	Medio	0
C	Mala	-0.05

TIEMPOS NORMALES: En esta tabla está registrado el tiempo promedio observado por operación y por componente más una compensación que depende de una calificación personal que otorga el analista al proceso considerando habilidad del operario, esfuerzo, consistencia y condiciones de trabajo.

		TIEMPO ESTÁNDAR						T meq	%	Utilización	FC
		seg/pza						seg	utilización	Utilización	FC
		POSTE	BASE	TRAVESAÑO	FORDO	PISO	REFUERZO P/PISO	seg	utilización	Utilización	FC
CORTE	Jordi				18.0827234	18.0827234	11.44769674	29.5104603	1.05%		1.20
	Cincinnati							18.0827234	0.65%		6.00
	C. de Tubos	67.05987368	24.2112	19.73153684				101.000611	3.61%		3.00
PUNZONADO	Amada					123.3901255		123.390126	4.40%		4.40%
	2 Hp				15.56425532			15.5642553	0.56%		6.00
TROQUELADO	Dispositivo p/marcas						4.936022263	4.936022263	0.18%		4.0
	Jordi				68.31334792			68.3133479	2.44%		1.80
DOBLEZ	Newton					143.6636596	17.63306991	161.296729	5.76%		8.20%
	Azul							0	0.00%		6.00
PUNTEADO	Fijas						336.1285714	336.1285714	12.00%		12.00%
	Microalambre	186.3242106	296.2071993	348.2442106		307.0946165		1137.87076	40.82%		3.00
SOLDADURA	Taladro		7.924397163					7.92439716	0.28%		6.00
	Enderezado	100.7654836						100.765484	3.60%		6.0
	Desengrase	31.85007143	5.308345238					37.1584167	1.33%		6.0
	Escuadrado	178.5863406						178.586341	6.37%		6.0
	Ranurado			9.403590814				9.40359081	0.34%		6.0
	Esmenil	21.42864301	13.00095	23.1737871				67.6033717	2.06%		6.0
PINTURA							172.4836957	6.16%		6.16%	
EMPAQUE							241.3945263	8.62%		8.62%	
TOTAL								2801.50543	100%		100%

TIEMPO ESTÁNDAR: El tiempo estándar representa el tiempo requerido por un operador plenamente adiestrado, para realizar una actividad en condiciones normales de operación



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS
A UNA INDUSTRIA METAL MECÁNICA**

**ANÁLISIS DE " TIEMPO DE OPERACIÓN CON TIEMPO ESTÁNDAR"
MODELORAMA " MÓDULO CENTRAL "**

**TIEMPO ESTÁNDAR
pza/min**

		POSTE	BASE	TRAVESANO	FONDO	PISO	REFUERZO P/PISO
CORTE	Jordi					3.321751216	5.24122807
	Cincinnati C. de Tubos	1.051527039	2.478191911	3.040817372	3.318084265		
PUNZONADO	Amada					0.486262574	
TROQUELADO	2 Hp				3.854986887		
	Dispositivo p/marcar						12.15553677
DOBLEZ	Jordi				0.878305668		
	Newton					0.417642152	3.402697336
PUNTEADO	Azul						0.178503124
	Fijas						0.195379524
SOLDADURA	Microalambre	0.322019344	0.202560565	0.172292886			
	Taladro		7.571553869				
	Enderezado	0.695441989					
	Desengrase	1.88382623	11.30295738				
	Escuadrado		0.336971944				
	Ranurado Esmeril	2.799900647	4.58331901	6.380541347	2.589133208		
PINTURA					0.347850966		
EMPAQUE					0.24855576		

**TIEMPO ESTÁNDAR
pza/turno**

		POSTE	BASE	TRAVESANO	FONDO	PISO	REFUERZO P/PISO
CORTE	Jordi					1594.440584	2515.769474
	Cincinnati C. de Tubos	504.7329785	1189.532117	1459.592338	1592.680447		
PUNZONADO	Amada					233.4060354	
TROQUELADO	2 Hp				1860.393701		
	Dispositivo p/marcar						5834.65765
DOBLEZ	Jordi				421.5867159		
	Newton					200.4682331	1633.294721
PUNTEADO	Azul						85.68149943
	Fijas						93.78217152
SOLDADURA	Microalambre	154.569285	97.22906637	82.70058519			
	Taladro		3634.345857				
	Enderezado	285.8121547					
	Desengrase	904.2365906	5425.419544				
	Escuadrado		161.2865331				
	Ranurado Esmeril	1343.995511	2199.993125	3062.659847	1242.78394		
PINTURA					166.9723036		
EMPAQUE					119.3067649		

BALANCE Y ASIGNACIÓN

	T necesario	T disponible	T restante	
	seg/turno			
POSTE BASE	32047.76421	26800	-3247.76421	seg/turno
TRAVESANO	25473.86386	26800	3326.13614	seg/turno
PISO	26410.13702	26800	2389.862977	seg/turno
FONDO	29849.00211	26800	-1149.00211	seg/turno

86	PZA
----	-----

CAPACIDAD (PZA/TURNO)					
COMPONENTE COLOCACIÓN	POSTE	MIG 1	MIG 2	MIG 3	MIG 4
	BASE	154.569285	97.22906637		
	TRAVESANO			93.78217152	82.70058519
	PISO				
	FONDO				
BALANCE					
MÓDULO CENTRAL	POSTE	86	86	86	86
	BASE	-3247.76421			
	TRAVESANO		3326.13614		
	PISO			2389.862977	
	FONDO				-1149.00211
			5715.999118	-4396.76632	seg
				1319.232802	

Capacidad del área de soldadura para producir "Módulo Central" completo será:

86	pza/turno
----	-----------

Nota: Esta capacidad es considerando cuatro máquinas de soldadura con las que se cuenta, pero actualmente hay solo tres en operación debido a la falta de un maestro de soldadura

La operación limitante esta en el área de soldadura ya que el área de producción esta sobrada para la manufactura de este producto, al igual que el área de pintura y empaque

Cálculo con tiempos promedio	100	pza/turno
Cálculo con tiempo estándar	86	pza/turno
Diferencia	14	pza/turno



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA



APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS
A UNA INDUSTRIA METAL MECÁNICA

ANÁLISIS DE " TIEMPO DE OPERACIÓN "
MODELORAMA: "MÓDULO DE CABECERA"

Turno[h]		TIEMPO DE PRODUCCION UNITARIA DE CADA COMPONENTE									
(min)	400										
(seg)	28800										
		seg/pza						T maq	%	Utilización	T (seg)
		POSTE	BASE	TRAVESAÑO	FORNO	PISO	REFUERZO P.PISO	seg	utilización	%	TM
CORTE	Jordi				13.62	14.30	9.12	23.51	1.41%		7.07%
	Cincinnati							13.62	0.82%		
C. de Tubos		43.435	18.43	10.69				80.555	4.04%		
PUNZONADO	Amada							55	3.31%		3.31%
TROQUELADO	2 Hp				12.7			12.7	0.75%		1.05%
	Dispositivo p/marcar							4.69444444	0.28%		
DÓBLEZ	Jordi				54.1			54.1	3.25%		10.31%
	Newton					88.70277778	28.77619048	117.478968	7.05%		
PUNTEADO	Azul							0	0.00%		
	Fijas						101.45	101.45	6.10%		6.10%
SOLDADURA	Tap Cap y U			33.91				33.91	2.04%		
	Microalambre	80.41655556	243.122222	202.1868889		124.42		690.139967	39.08%		
	Taladro	6.74722222						6.74722222	0.41%		
	Enderezado	80.44444444						80.44444444	4.84%		
	Desengrase	27.69571429	4.615952381					32.3116667	1.94%		
	Escuadrado	56.56666667						56.56666667	3.40%		
	Ranurado			7.3				7.3	0.44%		
Esmeril	20.9	9.633333333	12.43				50.9633333	3.06%			
PINTURA					137.9666665			137.966667	8.29%		8.29%
EMPAQUE					144.262381			144.262381	8.67%		8.67%
TOTAL	ESTIMADO							1663.72775	100%		100%

TIEMPO DE PRODUCCION UNITARIA DE CADA COMPONENTE: indica el tiempo promedio observado por cada operación, máquina y componente, ayuda a visualizar la máquina más utilizada así como la operación que requiere mayor tiempo, es la base del cálculo del tiempo estándar

Turno[h]		TIEMPO NORMAL DE PRODUCCIÓN UNITARIA										
(min)	400											
(seg)	20800											
		seg/pza						T maq	%	Utilización	T (seg)	Fc
		POSTE	BASE	TRAVESAÑO	FORNO	PISO	REFUERZO P.PISO	seg	utilización	%	TM	Fc
CORTE	Jordi				17.705	17.9875	11.4	29.3675	1.47%		1.26	1.26
	Cincinnati							17.705	0.89%		1.3	1.3
C. de Tubos		56.4855	23.969	24.297				104.7215	5.25%		1.3	1.3
PUNZONADO	Amada					71.5		71.5	3.50%		1.3	1.3
TROQUELADO	2 Hp				15.24			15.24	0.75%		1.2	1.2
	Dispositivo p/marcar							4.929166667	0.25%		1.01%	1.01%
DÓBLEZ	Jordi				64.92			64.92	3.25%		1.2	1.2
	Newton					106.4433333	34.53142857	140.974762	7.07%		1.2	1.2
PUNTEADO	Azul							0	0.00%		1.3	1.3
	Fijas						116.6675	116.6675	5.85%		1.15	1.15
SOLDADURA	Tap Cap y U			41.7093				41.7093	2.09%		1.23	1.23
	Microalambre	92.46230069	279.5905556	232.5172222		143.093		747.657167	37.46%		1.15	1.15
	Taladro	7.759395556						7.75939556	0.39%		1.16	1.16
	Enderezado	100.5555556						100.555556	5.04%		1.26	1.26
	Desengrase	31.85007143	5.308345238					37.1584167	1.86%		1.15	1.15
	Escuadrado	70.70833333						70.7083333	3.54%		1.25	1.25
	Ranurado			0.76				0.76	0.44%		1.2	1.2
Esmeril	39.015	13.005	16.7005				68.8005	3.45%		1.35	1.35	
PINTURA					172.4836957			172.483696	8.65%		1.25	1.25
EMPAQUE					173.1028671			173.102867	8.68%		1.2	1.2
TOTAL	ESTIMADO							1994.74156	100%		100%	

HABILIDAD		ESFUERZO	
A	0.15	A	0.15
B	0.13	B	0.1
C	0.05	C	0.05
D	0	D	0
E	0.05	E	-0.05
F	-0.1	F	-0.1
G	-0.15	G	-0.1

CONDICIONES DE CONSISTENCIA	
A	0.05
B	0
C	-0.05

CONDICIONES DE TRABAJO	
A	0.05
B	0
C	-0.05

TIEMPOS NORMALES: En esta tabla está registrado el tiempo promedio observado por operación y por componente más una compensación que depende de una calificación personal que otorga el analista al proceso considerando habilidad del operario, esfuerzo, consistencia y condiciones de trabajo.

Turno[h]		TIEMPO ESTÁNDAR DE LA OPERACIÓN									
(min)	400										
(seg)	20800										
		seg/pza						T maq	%	Utilización	T (seg)
		POSTE	BASE	TRAVESAÑO	FORNO	PISO	REFUERZO P.PISO	seg	utilización	%	TM
CORTE	Jordi				18.067234	18.06276151	11.44768674	29.5104603	1.47%		120
	Cincinnati							18.067234	0.91%		600
C. de Tubos		57.05987368	24.2112	24.55275789				105.823832	5.25%		300
PUNZONADO	Amada					71.79916318		71.7991632	3.56%		120
TROQUELADO	2 Hp				15.56425532			15.5642553	0.77%		600
	Dispositivo p/marcar							4.93602225	0.25%		40
DÓBLEZ	Jordi				68.18730853			68.1873086	3.39%		1380
	Newton					108.70818951	35.26613982	143.974276	7.15%		600
PUNTEADO	Azul							0	0.00%		600
	Fijas						116.6675	116.6675	5.79%		
SOLDADURA	Tap Cap y U			42.14034526				42.1403453	2.09%		300
	Microalambre	93.4397193	7.924397163	202.533614	234.9647719	144.5891360		755.527242	37.63%		300
	Taladro	100.7654836						7.92439716	0.39%		600
	Enderezado	100.7654836						100.7654836	5.01%		60
	Desengrase	31.85007143	5.308345238					37.1584167	1.84%		60
	Escuadrado	70.8559499						70.8559499	3.52%		60
	Ranurado			8.7782881				8.7782881	0.44%		60
Esmeril	38.09645094	13.03215031	16.81553236				68.9441336	3.42%		60	
PINTURA					172.4836957			172.483696	8.56%		0
EMPAQUE					174.9249625			174.924962	8.69%		300
TOTAL	ESTIMADO							2014.05643	100%		100%

TIEMPO ESTÁNDAR: El tiempo estándar representa el tiempo requerido por un operador plenamente adiestrado, para realizar una actividad en condiciones normales de operación



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS
A UNA INDUSTRIA METAL MECÁNICA**

ANÁLISIS DE " TIEMPO DE OPERACIÓN "
MODELORAMA: "MÓDULO DE CABECERA"

PRODUCCIÓN ESTÁNDAR								
	T [seg]	TM	pza/turno					
			POSTE	BASE	TRAVESAÑO	FONDO	PISO	REFUERZO P/PISO
CORTE	Jordi	120					1594.440584	2515.789474
	Cincinnati	600						
	C. de Tubos	300	504.7329785	1189.532117	1172.984319	1592.680447		
PUNZONADO	Amada	120					401.1188811	
TROQUELADO	2 Hp	600				1850.393701		
	Dispositivo	40						5834.65765
	Jordi	1380				422.3659889		
	Newton	600					264.9296966	816.6473606
	Azul	600						
PUNTEADO	Fijas							246.8553796
	Top Cap y U	300			683.3008466			
SOLDADURA	Escantillón	300	308.220104		101.9347737	122.5715668		199.1850884
	Taladro	600		3634.345857				
	Enderezado	60	285.8121547					
	Desengrase		904.2365906	6239.232475				
	Escuadrado	60	406.4584561					
	Ranurado	60			3280.821918			
	Rebabeado	60	736.6397539	2209.919262	1712.702244			
	PINTURA	0				166.9723036		
EMPAQUE	300				164.6419965			
ESTIMADO								

	T necesario	T disponible	T restante	
	seg/turno			
POSTE BASE	30087.58961	28500	-1587.589614	seg/turno
TRAVESAÑO	45487.91186	28500	-16987.91186	seg/turno
TOP CAP	6785.883587	28800	22014.11641	seg/turno
PISO	23278.85103	28500	5221.148968	seg/turno
FONDO	37829.32828	26500	-9329.328281	seg/turno

161 PZA

COMPONENTES	ELECTRODO	CAPACIDAD [PZA/TURNO]			
		MIG 1	MIG 2	MIG 3	MIG4
POSTE	308.220104				
BASE		683.3008466	101.9347737	199.1850884	122.5715668
TRAVESAÑO					
TOP CAP					
PISO					
FONDO					
COMPONENTES		BALANCE			
POSTE	161				
BASE	-1587.58961	161	161	161	161
TRAVESAÑO					
TOP CAP		22014.11641	-16987.91186		
PISO				5221.148968	
FONDO					-9329.328281
				T SOBRENTE	T DEMNADADO
				27235.26538	-27904.82975
					seg
					-689.5643733

Capacidad del área de soldadura para producir "Módulo de Cabecera" completo será:

161 pza/turno

Nota: Esta capacidad es considerando cuatro máquinas de soldadura tipo MIG y una de Arco Eléctrico con las que se cuenta, cada una con un maestro de soldadura, pero actualmente hay solo cuatro en operación debido a la falta de un maestro de soldadura

La operación limitante esta en el área de soldadura ya que el área de producción esta sobrada para la manufactura de este producto, al igual que el área de pintura y empaque



ANÁLISIS DE " TIEMPO DE OPERACION "
 MODELORAMA: "MÓDULO DE CABECERA"
 T ESTÁNDAR

	T necesario	T disponible	T restante	
	seg/turno			
POSTE BASE	23920.56814	28500	4579.43186	seg/turno
TRAVESAÑO	36164.3026	28500	-7664.3026	seg/turno
TOP CAP	5394.988194	28800	23405.0118	seg/turno
PISO	18507.40952	28500	9992.59048	seg/turno
FOHDO	30075.49081	28500	-1575.49081	seg/turno

128 PZA

		CAPACIDAD [PZA/TURNO]				
COMPOHENTES		MIG 1	MIG 2	MIG 3	MIG4	
MÓDULO COLOCACION	POSTE	354.4531196	840.4600413	117.2249897	229.0628516	140.9573007
	BASE					
	TRAVESAÑO					
	TOP CAP					
	PISO					
FOHDO						
COMPOHENTES		BALANCE Y ASIGNACIÓN				
MÓDULO CABECERA	POSTE	128	128	128	128	128
	BASE	4579.43186				
	TRAVESAÑO		23405.01181			
	TOP CAP			-7664.302596		
	PISO				9992.590484	
FOHDO						
		T SOBRENTE	T DEMANDADO			seg
		37977.03415	37739.7934			237.2407467

Producción de Modelorama "Módulo de Cabecera" es 128 pza/turno

NOTA:

La capacidad de producción que se estima en éste análisis, se basa en las siguientes consideraciones:

1. Se están utilizando los cuatro equipos de soldadura tipo MIG con los que cuenta la Empresa
2. Por cada equipo de soldadura se cuenta con un Maestro Soldadura y un Auxiliar, que ayude en la operación, proporcione los materiales necesarios, y acomode la parte en proceso.
3. La MIG1 y MIG2 ayudarán a realizar las actividades de MIG3 y MIG4 y colocarán los fondos, ya que la operación de colocación de TOP CAP es rápida y el equipo de trabajo está disponible



APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS
A UNA INDUSTRIA METAL MECÁNICA

ANÁLISIS DE " TIEMPO DE OPERACIÓN "
MODELORAMA: "MÓDULO PERIMETRAL"

Turno[h] (min) (seg)		TIEMPO DE PRODUCCION UNITARIA DE CADA COMPONENTE										
8 480 26800		seg pza						T maq	%	%		
		POSTE	BASE	TRAVESAÑO	FONDO	PISO	EFUERZO P/PIPS	seg	utilizacion	Utilizaciones/operaciones		
CORTE	Jordi					14.39	9.12	23.51	1.20%			
	Cincinnati				13.62			13.62	0.70%		6.03%	
	C. de Tubos	45.60675	18.43	16.95				80.98675	4.13%			
PUNZONADO	Amada						55	55	2.81%		2.81%	
	2 Hp				12.7			12.7	0.65%		0.69%	
TROQUELADO	Dispositivo p/marcar							4.69444444	0.24%			
	Jordi				54.1			54.1	2.76%			
DOBLEZ	Newton					88.7027778	28.7761905	117.478968	6.00%		8.76%	
	Azul											
PUNTEADO	Fijas						101.45	101.45	5.18%		5.18%	
	Microalambre	84.42583333		133.965952	550.981667		190.785	960.158452	49.01%			
SOLDADURA	Taladro		6.74722222					6.74722222	0.34%			
	Enderizado	84.4666667						84.4666667	4.31%			
	Desengrase	29.0805	4.84675					33.92725	1.73%			
	Escuadrado		60.095					60.095	3.07%			
		Ranurado			7.82				7.82	0.40%		
		Rebabeado	30.345	10.115	12.43				52.89	2.70%		
PINTURA					137.9669565			137.966957	7.04%		7.04%	
EMPAQUE					151.465			151.465	7.73%		7.73%	
TOTAL								1959.09671	100%		100%	

TIEMPO DE PRODUCCION UNITARIA DE CADA COMPONENTE: indica el tiempo promedio observado por cada operación, máquina y componente, ayuda a visualizar la máquina más utilizada así como la operación que requiere mayor tiempo, es la base del cálculo del tiempo estándar

Turno[h] (min) (seg)		TIEMPO NORMAL DE PRODUCCION UNITARIA											
8 480 26800		seg pza						T maq	%	%		Fc	
		POSTE	BASE	TRAVESAÑO	FONDO	PISO	EFUERZO P/PIPS	seg	utilizacion	Utilizaciones/operaciones		Fc	
CORTE	Jordi					17.9875	11.4	29.3875	1.26%			1.25	
	Cincinnati				17.706			17.706	0.76%			1.3	
	C. de Tubos	59.288775	23.959	22.035				105.282775	4.51%			1.3	
PUNZONADO	Amada						71.5	71.5	3.06%			1.3	
	2 Hp				15.24			15.24	0.65%			1.2	
TROQUELADO	Dispositivo p/marcar							4.92916667	0.21%			1.05	
	Jordi				64.92			64.92	2.78%			1.2	
DOBLEZ	Newton					106.443333	34.5314286	140.974762	6.04%			1.2	
	Azul											1.3	
PUNTEADO	Fijas						116.6675	116.6675	5.00%			1.15	
	Microalambre	97.08970633		154.060845	633.628917		219.40275	1104.18222	47.32%			1.15	
SOLDADURA	Taladro		7.75930556					7.75930556	0.33%			1.15	
	Enderizado	105.583333						105.583333	4.53%			1.25	
	Desengrase	33.442575	5.5737625					39.0163375	1.67%			1.15	
	Escuadrado		75.11875					75.11875	3.22%			1.25	
		Ranurado			9.384				9.384	0.40%			1.2
		Rebabeado	40.96575	13.65525	16.7805				71.4015	3.06%			1.35
PINTURA					172.4836957			172.483696	7.39%			1.25	
EMPAQUE					181.758			181.758	7.79%			1.2	
TOTAL								2333.29485	100%			100%	

HABILIDAD		ESFUERZO	
A	Habilísimo 0.15	A	Excesivo 0.15
B	Excelente	B	Excelente 0.1
C	Bueno 0.05	C	Bueno 0.05
D	Medio	D	Medio
E	Regular -0.05	E	Regular -0.05
F	Malo -0.1	F	Malo -0.1
G	Torpe -0.15	G	Insuficiente -0.1

CONDICIONES DE CONSISTENCIA	
A	Buena 0.05
B	Mediana
C	Mala -0.05

CONDICIONES DE TRABAJO	
A	Buena 0.05
B	Mediana
C	Mala -0.05

TIEMPOS NORMALES: En ésta tabla esta registrado el tiempo promedio observado por operación y por componente más una compensación que depende de una calificación personal que otorga el analista al proceso considerando habilidad del operario, esfuerzo, consistencia y condiciones de trabajo.

Turno[h] (min) (seg)		TIEMPO ESTÁNDAR DE LA OPERACIÓN										
8 480 26800		seg pza						T maq	%	%	T [seg]	
		POSTE	BASE	TRAVESAÑO	FONDO	PISO	EFUERZO P/PIPS	seg	utilizacion	Utilizaciones/operaciones	TM	
CORTE	Jordi					18.0627615	11.4476987	29.5104603	1.25%		120	
	Cincinnati				18.0827234			18.0827234	0.77%		600	
	C. de Tubos	59.9128674	24.2112	22.2669474				106.391015	4.52%		300	
PUNZONADO	Amada						71.7991632	71.7991632	3.05%		120	
	2 Hp				15.5642553			15.5642553	0.66%		600	
TROQUELADO	Dispositivo p/marcar							4.93602225	0.21%		40	
	Jordi				68.1873085			68.1873085	2.89%		1380	
DOBLEZ	Newton					108.708085	35.2661398	143.974225	6.11%		600	
	Azul										600	
PUNTEADO	Fijas						116.6675	116.6675	4.95%		4.95%	
	Microalambre	98.1117053		155.682538	640.298695		221.712253	1115.80519	47.36%		300	
SOLDADURA	Taladro		7.92439716					7.92439716	0.34%		600	
	Enderizado	105.803758						105.803758	4.49%		60	
	Desengrase	33.442575	5.5737625					39.0163375	1.65%		60	
	Escuadrado		75.27557411					75.2755741	3.19%		60	
		Ranurado			9.40359081				9.40359081	0.40%		60
		Rebabeado	41.0512735	13.6837578	16.8155324				71.5505637	3.04%		60
PINTURA					172.4836957			172.483696	7.32%		300	
EMPAQUE					183.6712421			183.671242	7.80%		300	
TOTAL								2356.04702	100%		100%	

TIEMPO ESTÁNDAR: El tiempo estándar representa el tiempo requerido por un operador plenamente adiestrado, para realizar una actividad en condiciones normales de operación



APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS
A UNA INDUSTRIA METAL MECÁNICA

ANÁLISIS DE " TIEMPO DE OPERACIÓN "

PRODUCCIÓN ESTÁNDAR								
		T [seg]	pza/turno					
			POSTE	BASE	TRAVESAÑO	FONDO	PISO	EFUERZO P/PIS
CORTE	Jordi	120						
	Cincinnati	600				1592.68045	1594.44058	2515.78947
PUNZONADO	C. de Tubos	300	480.698075	1189.53212	1293.39687			
	Amada	120					401.118881	
TROQUELADO	2 Hp	600				1850.3937		
	Dispositivo	40						5834.65785
PUNTEADO	Jordi	1380				422.365989		
	Newton	600					264.929697	816.647361
	Azul	600						
SOLDADURA	Fijas							246.8553796
	Escantillón	300	293.5429562		184.991845	44.9790078		129.8980984
	Taladro	600		3634.34586				
	Enderezado	60	272.202052					
	Desengrase		861.177705	5942.12617				
	Escuadrado	60		382.5942258				
	Ranurado	60			3062.65985			
Rebabeado	60	701.56167	2104.68501	1712.70224				
PINTURA								166.9723036
EMPAQUE		300						156.8019014
	ESTIMADO							

	T necesario	T disponible	T restante	
				seg/turno
POSTE BASE	18248.7772	28500	10251.2228	seg/turno
TRAVESAÑO	14478.4761	28500	14021.5239	seg/turno
PISO	20619.2395	28500	7880.76051	seg/turno
FONDO	59547.7786	28500	-31047.7786	seg/turno

PERIMETRAL	COLOCACION	CAPACIDAD [PZA TURNO]				
		MIG 1	MIG 2	MIG 3	MIG 4	
	COMPOHENTES					
	POSTE	293.5429562				
	BASE		184.991845	44.97900782		
	TRAVESAÑO				129.8980984	
	PISO					
	FONDO					
	COMPOHENTES	BALANCE Y ASIGNACIÓN				
	POSTE	93				
	BASE	10251.22282	93	93		93
	TRAVESAÑO					
	PISO		14021.52393	7880.760505		
	FONDO					-31047.77861
				T SOBRENTE	T DEMANDADO	seg
		93	PZA	32153.5073	-31047.7786	1105.72865

Producción de Modelorama "Módulo de Perimetral" es 93 pza/turno

NOTA: La capacidad de producción que se estima en éste análisis, se basa en las siguientes consideraciones:

1. Se están utilizando los cuatro equipos de soldadura tipo MIG con los que cuenta la Empresa
2. Por cada equipo de soldadura se cuenta con un Maestro Soldadura y un Auxiliar, que ayude en la operación, proporcione los materiales necesarios, y acomode la parte en proceso.



ANÁLISIS DE " TIEMPO DE OPERACIÓN "
MODELORAMA: "ENTREPAÑOS"

Turno[h]		8		TABLA DE TIEMPOS DE OPERACIÓN seg/pza T maq % % Utilización/operación CHAROLA REFUERZO MÉNSULA seg Utilización Utilización/operación			
[min]		480					
[seg]		28800					
CORTE	Jordi		9.12		9.12	2%	9%
	Cincinnati	9.262962963		25.70888889	34.9718519	7%	
TROQUELADO	2 Hp		11.3		11.3	2%	3%
	Disp. Marcado		4.694444444		4.69444444	1%	
DOBLADO	Cincinnati	8.677777778		5	13.6777778	3%	17%
	Jordi	11.91666667			11.9166667	2%	
	Newton	13.97	28.77619048		42.7461905	9%	
	Azul	14.42222222			14.4222222	3%	
PUNTEADO	Fijas	75.55555556		63	138.555556	29%	29%
	Móvil				0	0%	
SOLDADURA	Microalambre		69.36666667		69.3666667	14%	14%
PINTURA	Sistema Electrostatico		35.26333333		35.2633333	7%	7%
EMPAQUETADO	Mesa de Trabajo		93.98888889		93.9888889	20%	20%
	Estimados				480.023598	100%	100%

TIEMPO DE PRODUCCION UNITARIA DE CADA COMPONENTE: indica el tiempo promedio observado por cada operación, máquina y componente, ayuda a visualizar la máquina más utilizada así como la operación que requiere mayor tiempo, es la base del cálculo del tiempo estándar

Turno[h]		8		TABLA DE TIEMPOS NORMALES seg/pza T maq % % Utilización/operación CHAROLA REFUERZO MÉNSULA seg Utilización Utilización/operación				
[min]		480						
[seg.]		28800						
CORTE	Jordi	1.25		11.4	0	11.4	2%	9%
	Cincinnati	1.2	11.11555556	0	30.85066667	41.9662222	7%	
TROQUELADO	2 Hp	1.25	0	14.125	0	14.125	2%	3%
	Disp. Marcado	1.15	0	5.396611111	0	5.39661111	1%	
DOBLADO	Cincinnati	1.3	11.28111111	0	6.5	17.7811111	3%	18%
	Jordi	1.1	13.10833333	0	0	13.1083333	2%	
	Newton	1.3	18.161	37.40904762	0	55.5700476	9%	
	Azul	1.3	18.74888889	0	0	18.7488889	3%	
PUNTEADO	Fijas	1.15	86.88888889	72.45		159.338889	27%	27%
	Móvil				0	0	0%	
SOLDADURA	Microalambre	1.25		86.70833333		86.7083333	15%	15%
PINTURA	Sistema Electros	1.3		45.84233333		45.8423333	8%	8%
EMPAQUETADO	Mesa de Trabajo	1.25		117.4861111		117.486111	20%	20%
	Estimados					587.473881	100%	100%

HABILIDAD			CONDICIONES DE CONSISTENCIA		
A	Habilísimo	0.15	A	Buena	0.05
B	Excelente	0.15	B	Media	0
C	Buena	0.05	C	Mala	-0.05
D	Medio	0	CONDICIONES DE TRABAJO		
E	Regular	-0.05	A	Buena	0.05
F	Malo	-0.1	B	Media	0
G	Torpe	-0.15	C	Mala	-0.05
ESFUERZO					
A	Excesivo	0.15			
B	Excelente	0.1			
C	Buena	0.05			
D	Medio	0			
E	Regular	-0.05			
F	Malo	-0.1			
G	Insuficiente	-0.1			

TIEMPOS NORMALES: En ésta tabla esta registrado el tiempo promedio observado por operación y por componente más una compensación que depende de una calificación personal que otorga el analista al proceso considerando habilidad del operario, esfuerzo, consistencia y condiciones de trabajo.



APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS
A UNA INDUSTRIA METAL MECÁNICA

ANÁLISIS DE " TIEMPO DE OPERACIÓN "
MODELORAMA: "ENTREPAÑOS"

TABLA DE TIEMPO ESTANDAR				
	T preparación T[seg]	seg/pza		
		CHAROLA	REFUERZO	MÉNSULA
CORTE	Jordi	120		11.44769874
	Cincinnati	600	11.35205674	31.50706383
TROQUELADO	2Hp	120		14.18410042
	Disp. Marcado	60		5.409881698
DOBLADO	Cincinnati	720	11.57037037	6.66666667
	Jordi	1380	13.76805252	
	Newton	600	18.54740426	38.2049848
	Azul	600	19.14780142	
PUNTEADO	Fijas	0	86.88888889	72.45
	Móvil	0		
SOLDADURA	Microalambre	0	86.70833333	
PINTURA	Sist. Electrostat.	0	45.84233333	
EMPAQUETADO	Mesa de Trabajo	0	117.4861111	

TIEMPO ESTÁNDAR: El tiempo estándar representa el tiempo requerido por un operador plenamente adiestrado, para realizar una actividad en condiciones normales de operación

TABLA DE TIEMPO ESTANDAR				
	T preparación T[seg]	pza/seg		
		CHAROLA	REFUERZO	MÉNSULA
CORTE	Jordi	120		0.087353801
	Cincinnati	600	0.088089764	0.031738914
TROQUELADO	2Hp	120		0.070501475
	Disp. Marcado	60		0.184846926
DOBLADO	Cincinnati	720	0.086427657	0.15
	Jordi	1380	0.072631914	
	Newton	600	0.0539159	0.026174595
	Azul	600	0.052225317	
PUNTEADO	Fijas	0	0.011508951	0.013802622
	Móvil	0		
SOLDADURA	Microalambre	0	0.011532917	
PINTURA	Sist. Electrostat.	0	0.021813898	
EMPAQUETADO	Mesa de Trabajo	0	0.008511644	

TABLA DE TIEMPO ESTANDAR				
	T preparación T[seg]	pza/hora		
		CHAROLA	REFUERZO	MÉNSULA
CORTE	Jordi	120		314.4736842
	Cincinnati	600	317.1231507	114.2600916
TROQUELADO	2Hp	120		253.8053097
	Disp. Marcado	60		665.4489323
DOBLADO	Cincinnati	720	311.1395647	540
	Jordi	1380	261.4748887	
	Newton	600	194.0972413	94.22854161
	Azul	600	188.0111414	
PUNTEADO	Fijas	0	41.43222506	49.68944099
	Móvil	0		
SOLDADURA	Microalambre	0	41.51850072	
PINTURA	Sist. Electrostat.	0	78.5300341	
EMPAQUETADO	Mesa de Trabajo	0	30.64191985	

TABLA DE TIEMPO ESTANDAR				
	T preparación T[seg]	pza/turno		
		CHAROLA	REFUERZO	MÉNSULA
CORTE	Jordi	120		2515.789474
	Cincinnati	600	2536.985206	914.080733
TROQUELADO	2Hp	120		2030.442478
	Disp. Marcado	60		5323.591459
DOBLADO	Cincinnati	720	2489.116517	4320
	Jordi	1380	2091.79911	
	Newton	600	1552.777931	753.8283328
	Azul	600	1504.089131	
PUNTEADO	Fijas	0	331.4578005	397.515528
	Móvil	0		
SOLDADURA	Microalambre	0	332.1480058	
PINTURA	Sist. Electrostat.	0	628.2402728	
EMPAQUETADO	Mesa de Trabajo	0	245.1353588	

628 pza/turno

Siendo el factor limitante de la producción el Sistema de Pintura Electroestática.

Producción en tiempo promedio	816	pza/turno
Producción en tiempo estándar	628	pza/turno
Diferencia	188	pza



RESUMEN DE CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN "MODELORAMA" BASADO EN TIEMPO ESTÁNDAR

Capacidad de producción para:	Módulo Central	es de:	86	pza/turno
Capacidad de producción para:	Módulo de Cabecera	es de:	128	pza/turno
Capacidad de producción para:	Módulo Perimetral	es de:	93	pza/turno
Capacidad de producción para:	Entrepañó de línea	es de:	628	pza/turno

ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

Las tablas nos llevan a afirmar cual de las áreas de producción presenta mayor carga de trabajo y que actividad requiere mayor tiempo para realizarse, el área común para los tres muebles que componen la línea de "MODELORAMA" es el área de soldadura con los siguientes porcentajes:

PORCENTAJES DE UTILIZACIÓN			
	% DE UTILIZACIÓN POR ACTIVIDAD	% UTILIZACIÓN POR ÁREA	RELACIÓN
MÓDULO CENTRAL	40.62	60.47	67.1738052
MÓDULO DE CABECERA	37.51	54.22	69.181114
MÓDULO PERIMETRAL	47.36	54.59	86.7558161
ENTREPAÑOS	27	27	100
	Màquina para soldar tipo MIG		
	Màquina para puntear		

Indica lo siguiente:

Para el Módulo Central, el 60.47% del total del proceso se realiza en el área de soldadura, de éste porcentaje, el 67.17% corresponde a operaciones de soldadura con equipo MIG el complemento son operaciones de rebabeado, barrenado, enderezado, etc.

Para el Módulo de Cabecera, el 54.22% del total del proceso se realiza en el área de soldadura, de éste porcentaje, el 69.18% corresponde a operaciones de soldadura con equipo MIG el complemento son operaciones de rebabeado, barrenado, enderezado, etc.

Para el Módulo Perimetral, el 54.59% del total del proceso se realiza en el área de soldadura, de éste porcentaje, el 86.75% corresponde a operaciones de soldadura con equipo MIG el complemento son operaciones de rebabeado, barrenado, enderezado, etc.



Para los entrepaños, el 27% del total del proceso se realiza en las punteadoras, el complemento son operaciones de corte y dobles de lámina.

Dado que en promedio el 56.43 % del proceso total se realiza en el área de soldadura y las operaciones son manuales que dependen de la habilidad del operador, determinamos que el área de soldadura es nuestro limitante de producción y es susceptible a mejorar las condiciones y el método de trabajo. Sin pasar por alto que en general todo el sistema de producción requiere una distribución adecuada para eficientar el proceso, pero como acción inmediata procedemos a estudiar el área de soldadura.

PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

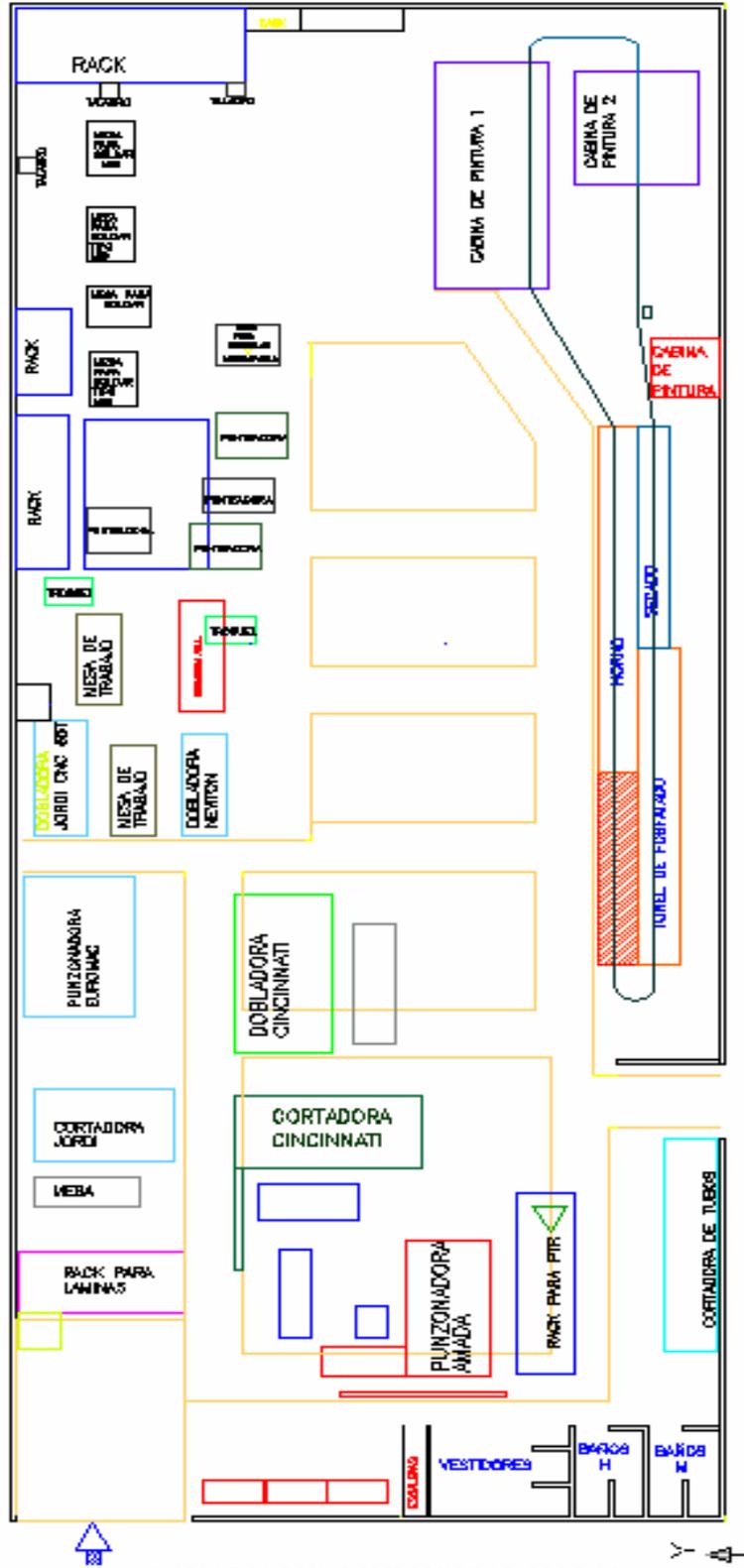
Las propuestas de solución están basadas principalmente en el trabajo hecho por nosotros como becarios en el área de ingeniería dentro de la empresa, éste trabajo consiste principalmente en la ingeniería de métodos (una parte se muestra en las páginas anteriores), con lo cual se busca tener conocimiento de los productos que se fabrican y realizar fichas técnicas que le den un mejor manejo al producto, ya sea a nivel de ventas o a nivel producción; dentro de nuestro trabajo está el conocer la capacidad de producción de la planta, en cuanto a sus productos de línea y conocer sus tiempos de operación, así como, a largo plazo analizar los productos y proponer rediseños en ellos.

Las propuestas que hacemos en el presente trabajo han sido detectadas a partir de la toma de tiempos, y el trabajo en el que estamos inmersos dentro de la empresa. Tenemos propuestas basados en los recorridos de la materia prima para ser convertida en producto terminado. Hacemos mención a corto plazo de un reubicación de un rack de tubos y de una programación en la producción de los productos en estricto recorrido y asignación de máquinas para realizar las operaciones correspondientes.

A largo plazo proponemos reubicar el área de soldadura y hacer una distribución donde se tengan menos recorridos del material, así como, cruces del mismo y tener una mejor área de trabajo para los operarios del área de soldadura, ya que a largo plazo se piensa rentar otra nave para almacén de producto terminado.



LAY OUT ACTUAL DE LA EMPRESA



AREAS DE OPORTUNIDAD



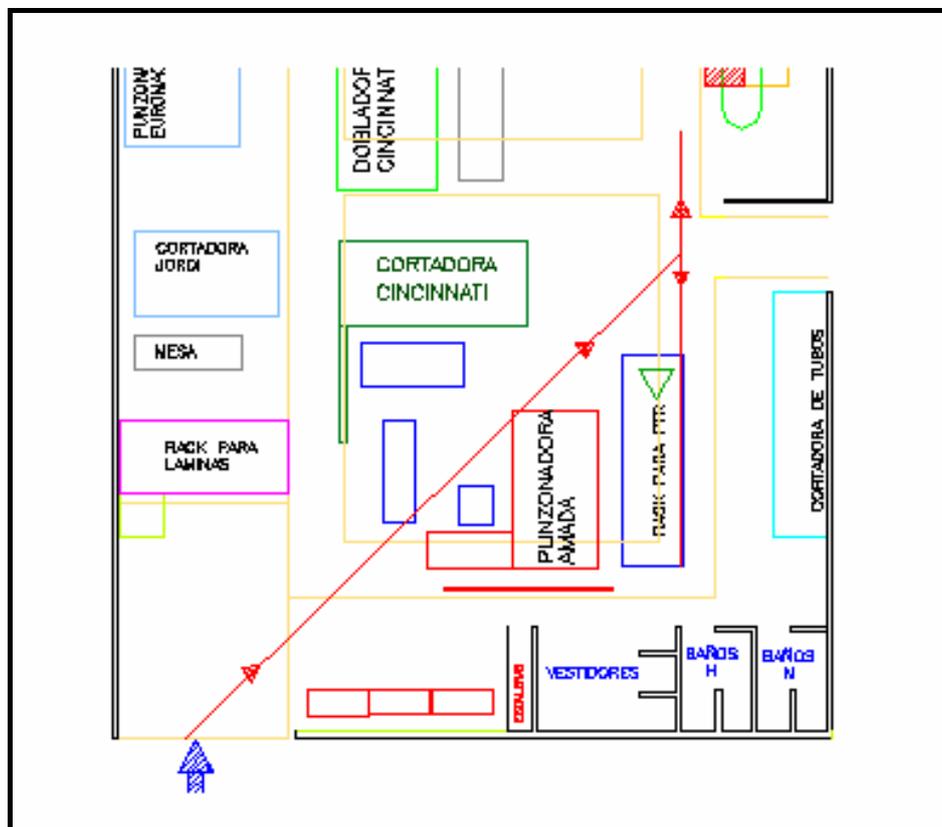
Área de Soldadura:

- Optimización en el proceso de corte y troquelado por medio de una adecuada distribución de las máquinas y los sistemas productivos.

Justificación:

REABASTECIMIENTO DE MATERIAL

El reabastecimiento de materia prima **PTR (Perfil Tubular Rectangular)** se realiza de manera deficiente y problemática, principalmente para el proveedor, ya que tiene que pasar entre dos máquinas que están en constante operación, en ocasiones el material que requiere ser procesado por alguna de estas dos máquinas llega a bloquear totalmente el acceso al rack de tubos, el tamaño y peso de las piezas (6 m aprox.) hacen de ésta, una operación que se realiza rápido y de manera insegura. El recorrido que se realiza va de acuerdo con el siguiente esquema.

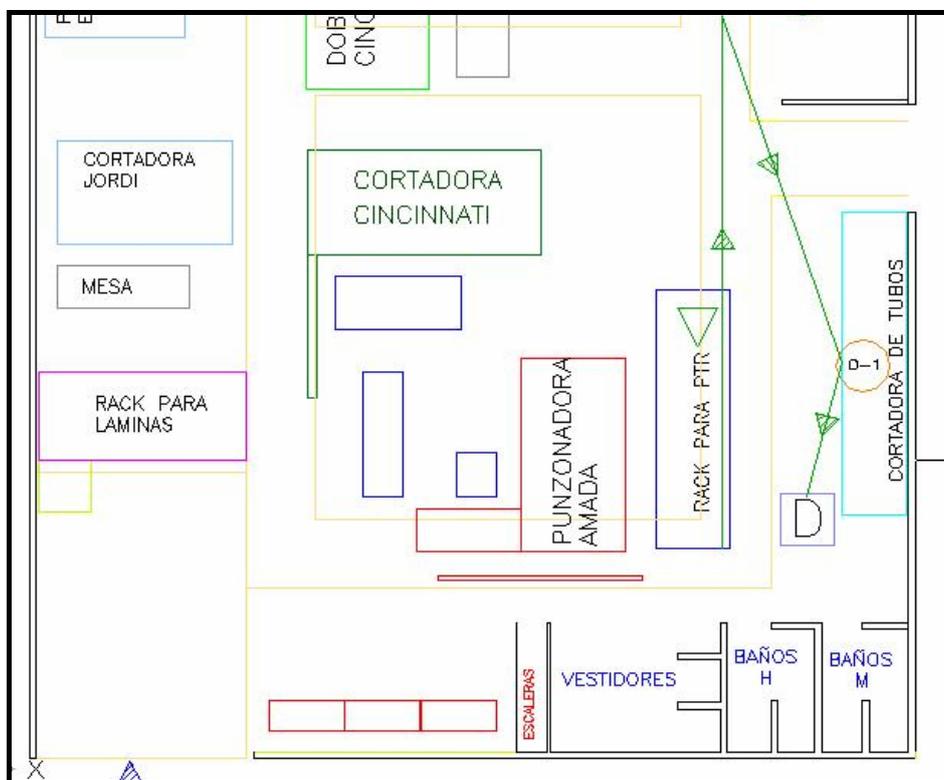




Esta operación es repetitiva ya que el proveedor visita la fábrica cada semana. La descarga del material puede tardar varias horas, la maniobra llega a ser peligrosa ya que además de cruzar entre dos máquinas en operación llega a invadir el área donde se cuelgan los productos para el proceso de pintura, lo que interrumpe esta operación, cruza el pasillo principal hacia el área de almacén de materia prima y el área de armado.

CORTE DE TUBO (PTR)

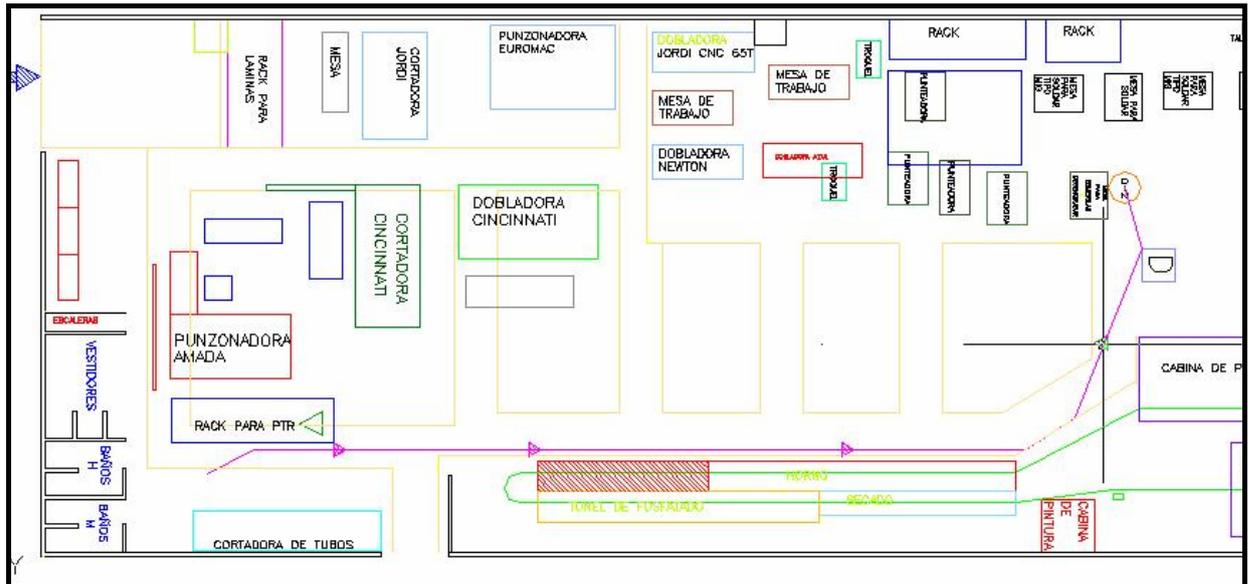
Toda la línea de gondolería requiere que sus componentes estructurales (PTR) sean procesados en la cortadora de tubo, el operador se enfrenta a la misma problemática que el proveedor al momento de maniobrar con el tubo, debe jalar el tubo almacenado en el rack por lo menos 6 metros fuera de él, hasta el área de pintura donde hay un constante cruce de materiales que van a ser pintados, el operador acomoda el tubo sobre la guía de la máquina cortadora y lo procesa. Esta operación es repetitiva cuando se tiene en orden de producción cualquier línea de gondolería.





OPERACIÓN DE REBABEADO

Todo el tubo después del proceso de corte es rebabeado en el área de soldadura, para ello el material cortado se acumula en una tarima y es transportada con ayuda de un patín al área de soldadura, describiendo la siguiente ruta:



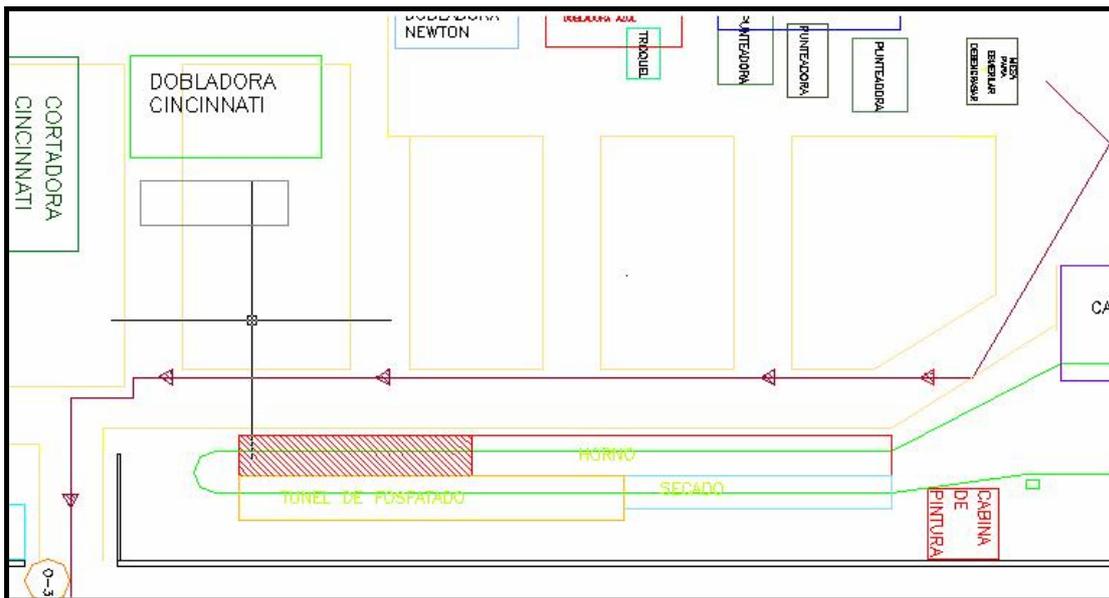
El material recorre una importante distancia en la cual puede haber diferentes contratiempos, como cruce con el área de pintura, donde tienen que interrumpir su actividad para permitir el paso de la tarima, si el tubo está mal estibado pueden caer piezas durante el recorrido, interrumpiendo de esta manera las actividades en el área de pintura.

Además frecuentemente se encuentran obstruidos los pasillos con materia prima en proceso, complicando el transporte del material y por consecuencia se deben realizar diferentes movimientos para que la tarima llegue a su destino.

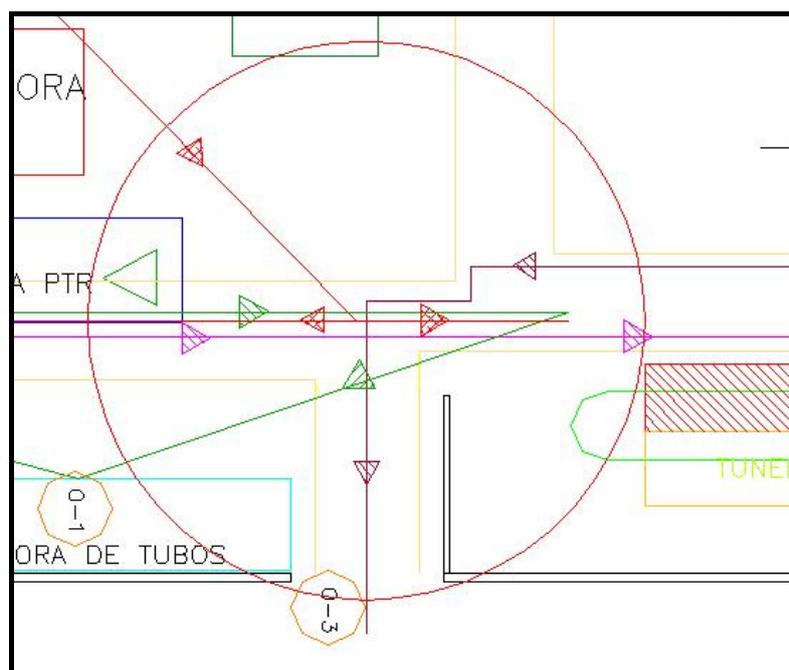


MAQUILA

Los tubos de (PTR) que son componentes estructurales de las góndolas requieren ser troquelados fuera de la empresa, una vez que los tubos han sido rebabeados son enviados en una tarima de acuerdo al siguiente diagrama. Presentando nuevamente los problemas ya descritos.



CRUCES EN EL PROCESO





En este punto vemos que cuando llegue a darse el caso en que estas operaciones se realicen simultáneamente podría ser un grave problema y como se ha mencionado anteriormente, todas estas operaciones afectan de manera significativa al área de pintura, así como el área de corte tiene que esperar a que descarguen el tubo por completo para poder realizar su operación.

Factores a considerar:

- Espacios disponibles (lay out)
- Secuencia del proceso
- Dimensiones de materia prima (PTR)
- Dimensiones máximas de corte para los diferentes productos
- Dimensiones de tarima para piezas procesadas
- Dimensiones de la máquina cortadora de tubo, cuerpo y sistema de guía
- Dimensiones de máquina troqueladora, cuerpo, sistema de guía y control
- Espacio de operación y libre movimiento del operador
- Colindancias con otras máquinas o con otras áreas
- Interacción con otras áreas

Espacio disponible (Lay out).

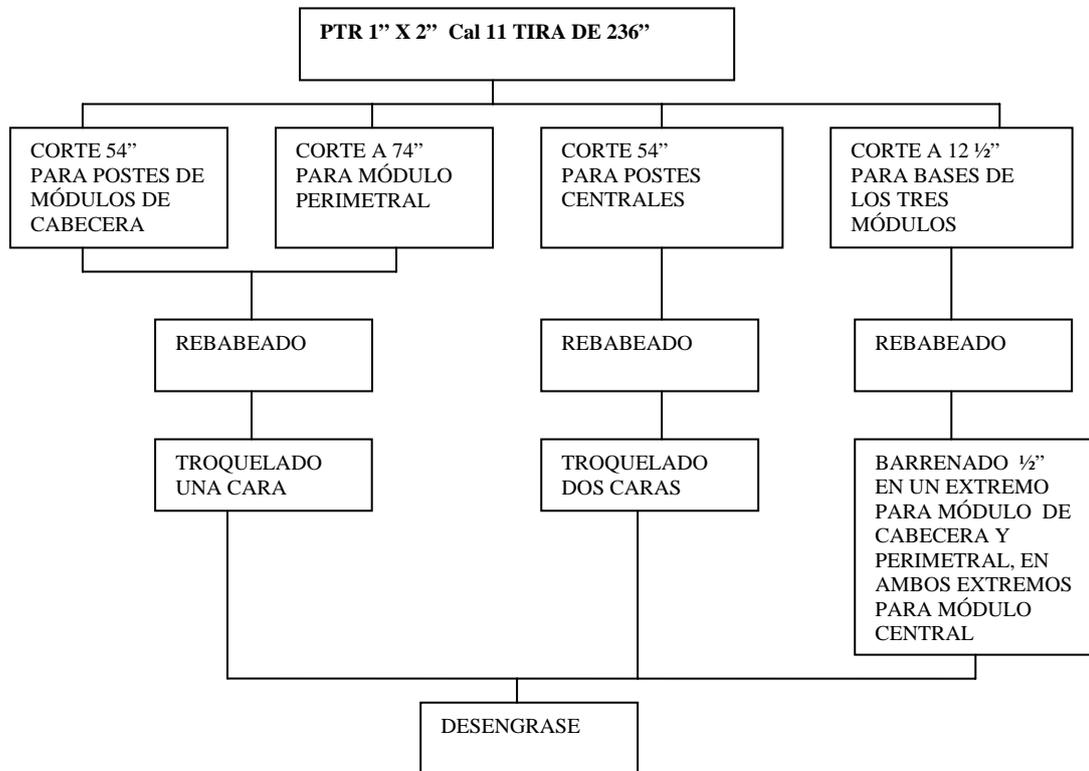
Éste punto es una situación muy delicada dentro de la empresa ya que el espacio es una restricción a éste estudio, el movimiento de maquinaria y equipo sería demasiado costoso y requiere de una etapa de planeación que llevaría demasiado tiempo. La distribución de planta actual muestra ineficiencia, demasiados flujos de materiales, espacios entre máquinas mal dispuestos (0.7 m en algunos pasillos), a todo esto se suma la incorporación de una máquina troqueladora de 110 ton, que requiere espacio para el cuerpo de la misma máquina y su sistema de guía y control.

Secuencia del proceso

La operación de corte de tubo está presente en los diagramas de flujo de proceso (presentados en figuras contenidas en el anexo, páginas 49, 51, 54) de la línea de gondolería y corresponde a componentes estructurales del producto por lo cual esta es una operación crítica. El proceso que sigue el tubo para poder ser ensamblado en soldadura es el que muestran los diagramas de proceso de la operación.



En resumen se tiene para la línea de MODELORAMA:



El troquelado no se hace actualmente en la empresa, sin embargo, se está planeado adquirir una máquina troqueladora de 110 ton a corto plazo, por lo cual es necesario considerar esos requerimientos de espacio dentro de éste estudio. La principal razón para tomar la decisión de comprar la troqueladora es para poder ser autosuficientes en la producción de tubos ranurados con las características de calidad y funcionalidad requeridas para el proceso, y evitar el paro de línea a causa de los retrasos del maquilador. Esta troqueladora tiene la capacidad de satisfacer la demanda de tubo ranurado para las diferentes líneas de productos de racks y góndolas.

Dimensiones de materia prima (PTR)

Se maneja perfil tubular rectangular de las siguientes dimensiones

- PTR de 1 X 2 X 236" en diferentes calibres
- PTR de 1 X 2 3/4 x 236" en diferentes calibres
- Tubo de 1 X 1 X 236"

Entre los más utilizados.



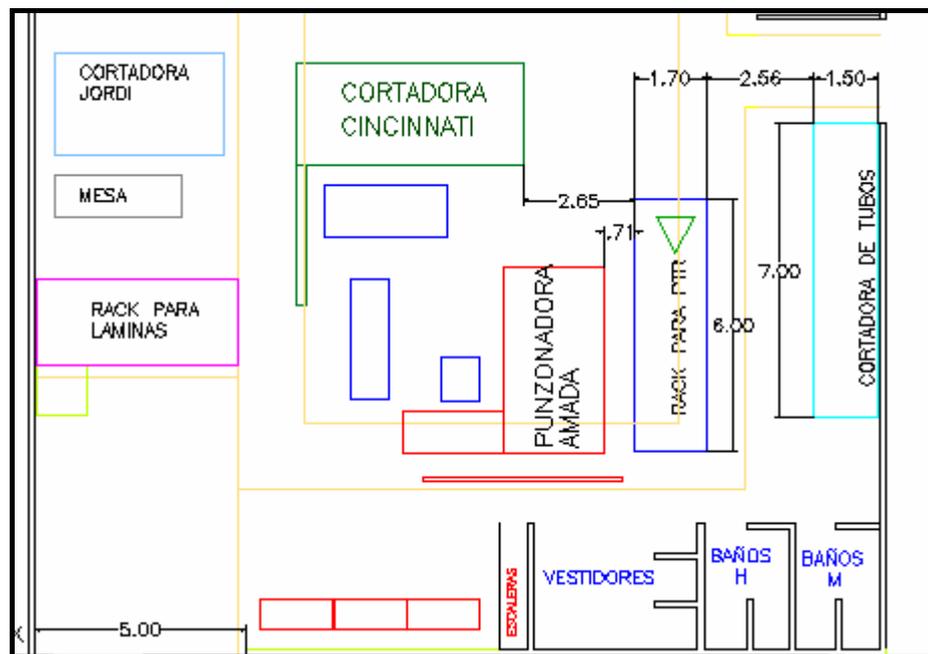
Dimensiones máximas de corte para los diferentes productos

El producto que requiere los cortes de tubo más grandes, es un Rack de carga pesada, por tanto se toma como límite ésta longitud de corte, que es de 3.6m de largo. Ésta distancia es útil para considerar el espacio que necesita la guía de la máquina troqueladora y para simular las maniobras con un tubo de estas dimensiones.

Dimensiones de tarima para piezas procesadas

Se está considerando una tarima de tamaño estándar de 120 X120 cm, en las cuales se estibarán las piezas cortadas y serán transportadas a la siguiente estación de trabajo de acuerdo al proceso establecido.

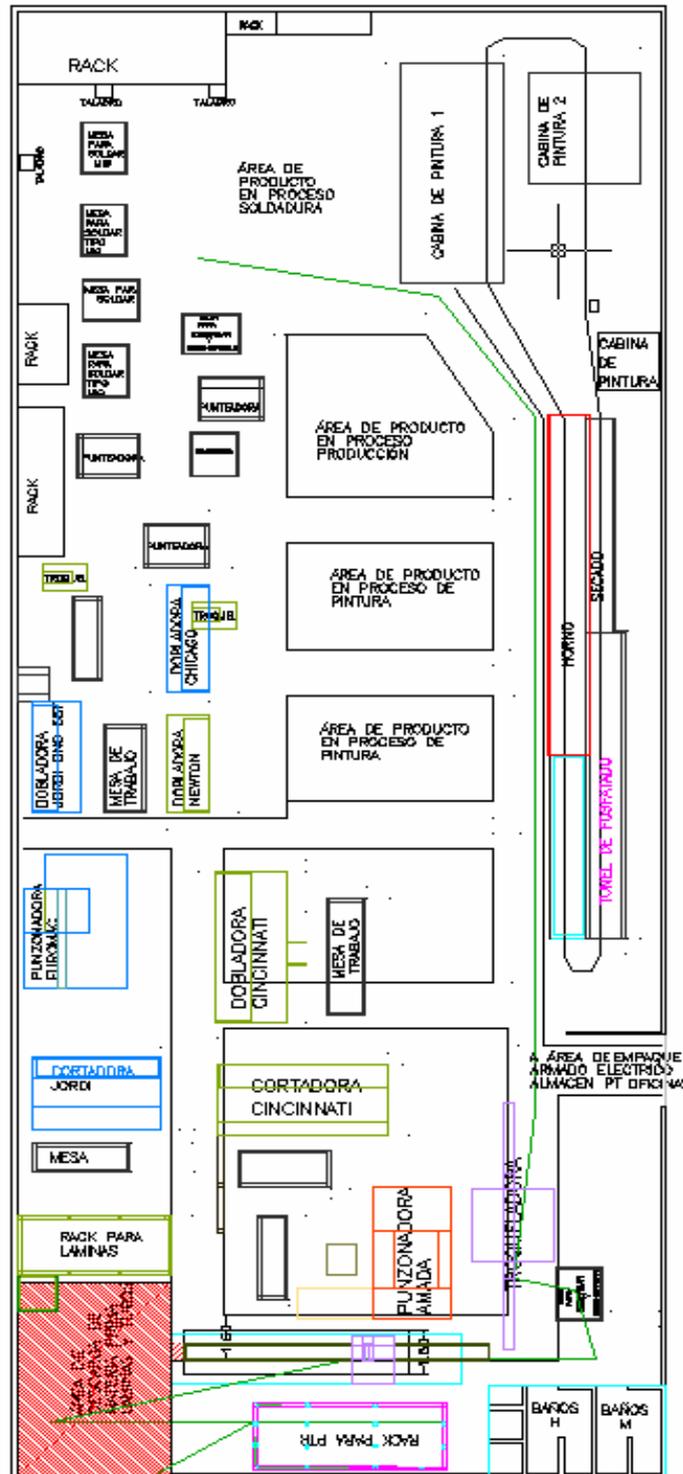
Dimensiones de la máquina cortadora de tubo, cuerpo y sistema de guía



- Espacio requerido por la máquina troqueladora
- Espacio de operación y libre movimiento del operador
- Colindancias con otras máquinas o con otras áreas
- Interacción con otras áreas



PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE CORTE Y TROQUELADO DE TUBO





Otra propuesta de solución a corto plazo con el fin de reducir los cruces del recorrido de los diferentes componentes de un producto en este caso la góndola MODELORAMA tenemos la siguiente propuesta de solución:

Área de producción

- **Una programación de las operaciones que se requieren para la fabricación de los productos y sus componentes en máquinas predestinadas específicamente, para así disminuir distancias de recorrido del material y reducir los cruces en los recorridos de producto en proceso.**

Justificación:

CRUCES DE PRODUCTO EN PROCESO

Las distintas operaciones que se hacen para la fabricación de los productos, así como de sus componentes no tienen una ruta específica, ya que las operaciones no tienen una máquina asignada específicamente, por ejemplo, para el doblado se puede ocupar cualquiera de las cuatro dobladoras sin considerar el recorrido que hará, así como los componentes de dicho producto lo que provoca cruces entre estos y recorridos innecesarios.

PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Factores a considerar:

- Espacios disponibles (lay out)
- Secuencia del proceso
- Dimensiones del producto en proceso
- Interacción con las demás áreas



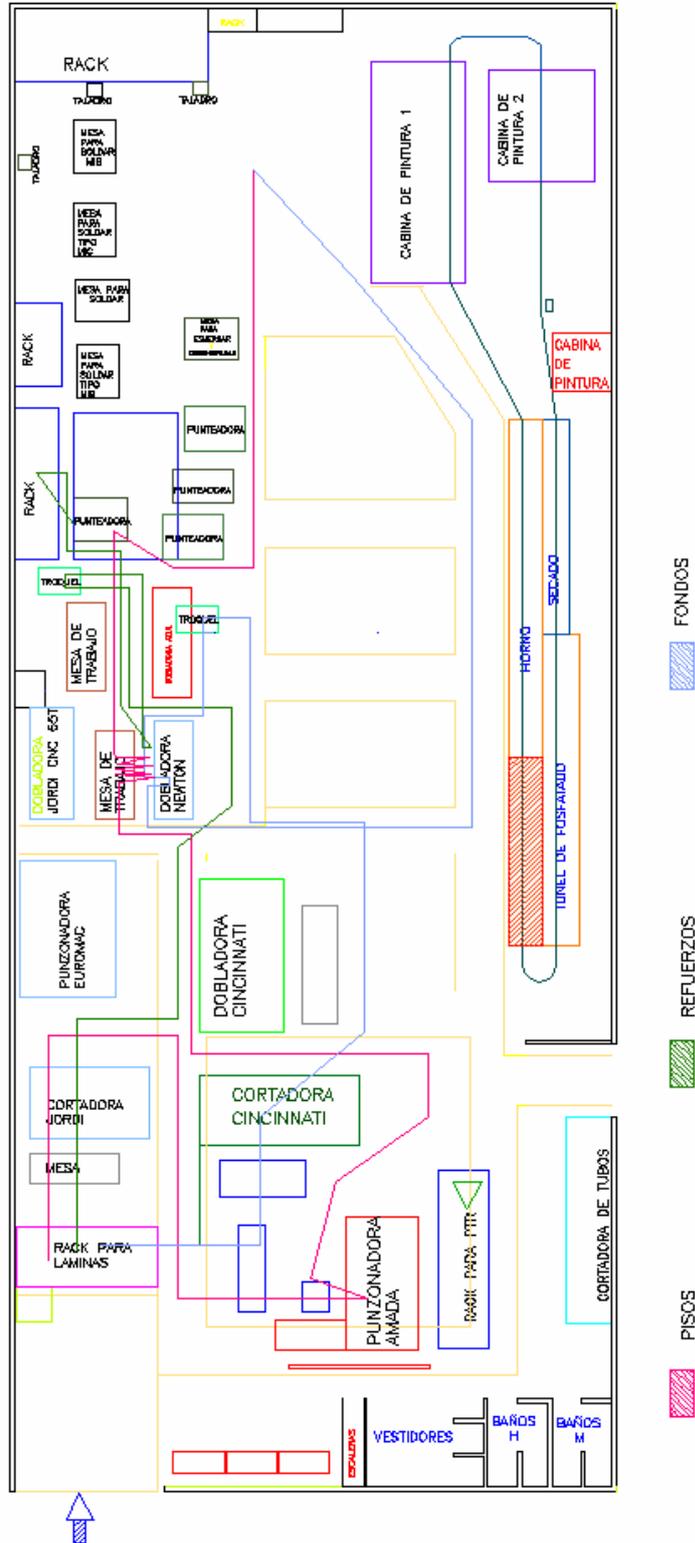
Solución

Hacer una programación de cada producto y sus diferentes componentes en una ruta específica, esto quiere decir, que se tendrá una máquina específicamente para hacer una diferente operación, una para corte, otra para punzonado, otra para troquelado, otra para doblado, otra para punteado, así podemos tener una línea estrictamente de recorrido del producto en proceso y podemos reducir los diferentes cruces que existen actualmente, así como no saturar a alguna máquina para los distintos procesos.

También se propone en éste punto la compra de un diablito, para la transportación de los distintos componentes del producto en su recorrido, como lo son los fondos, refuerzos, así como el abastecimiento de material, como lo es el tanque de gas para la soldadura ya que lo transportan rodándolo sobre su base. El diablito se fundamenta principalmente por la falta de espacio que hay en la planta, como para implementar otro tipo de transporte y los recorridos del material no serán en lotes grandes, por ejemplo, los fondos actualmente se transportan por lote de dos o tres dependiendo la fuerza del operador, el diablito en esta parte será muy útil ya que prácticamente el tiempo de recorrido es el mismo pero con un lote de mayor cantidad, puede ser de diez a más fondos, además de que un diablito prácticamente ocupa el espacio a lo ancho de una o dos personas.

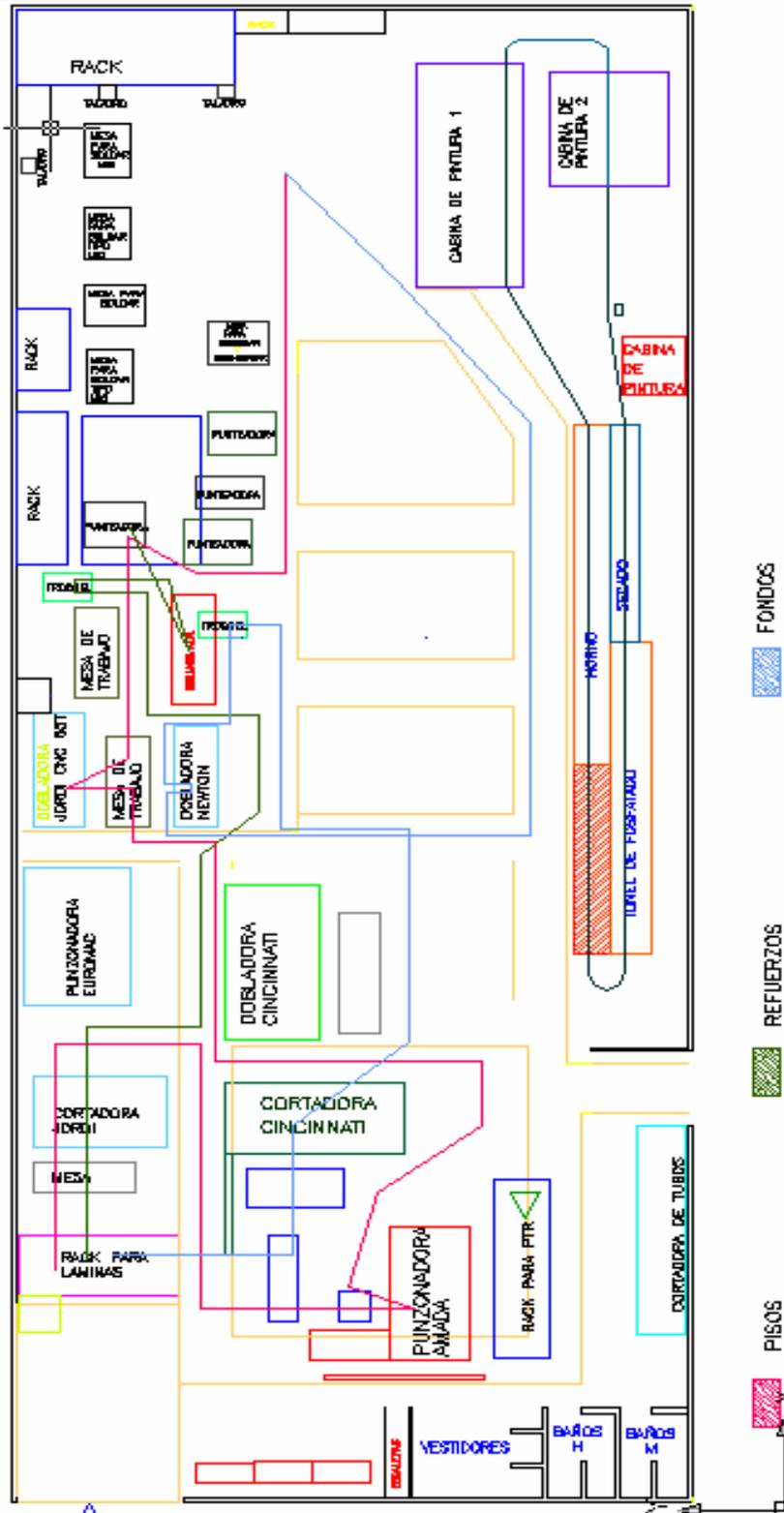


RECORRIDO ACTUAL DE ALGUNAS PIEZAS DE ENSAMBLE





RECORRIDOS CON LA PROPUESTA DE ASIGNACIÓN DE MÁQUINAS Y RUTAS DE FLUJO DE MATERIAL





La siguiente propuesta de solución es a largo plazo, donde se planea la renta de una nave adicional para el almacén de producto terminado y materia prima. Proporcionando de ésta manera el espacio necesario para realizar los procesos eficientemente

Área de producción

- **Una distribución eficiente del área de soldadura donde el flujo del tubo sea optimizado en cuanto a recorridos y evitar cruces innecesarios, así como, darle un mayor flujo a la materia prima en este caso el tubo.**

Justificación:

REABASTECIMIENTO DE MATERIAL

El reabastecimiento de materia prima **PTR (Perfil Tubular Rectangular)** se realizará de manera más eficiente y fácil principalmente para el proveedor, ya que el acceso al rack de tubos estará libre por completo para que la camioneta del transporte del proveedor quede lo más cerca posible del rack de tubo, ya que el tamaño y peso de las piezas (6 m aprox.) hacen que esta sea una operación difícil y tardada.

Esta operación es repetitiva ya que el proveedor visita la fábrica cada semana la descarga del material se realizará sin interrumpir otras operaciones o dificultarlas, ya que la operación de reabastecimiento de material quedara libre de cualquier obstáculo físico y tendrá un área apropiada para la maniobra del mismo.

PROCESO DE TUBO (PTR)

Ya que como se menciona anteriormente en éste trabajo toda la línea de gondolería requiere que sus componentes estructurales (PTR) sean procesados en la cortadora de tubo, el operador tendrá un área apropiada para la maniobra del material, así como, hará menores recorridos ya que prácticamente solo jalara el material del rack de tubo hacia la cortadora. Esta operación es repetitiva cuando se tiene en orden de producción cualquier línea de gondolería.

Factores a considerar:

- Espacios disponibles (lay out)
- Secuencia del proceso
- Dimensiones de materia prima (PTR)
- Dimensiones máximas de corte para los diferentes productos
- Dimensiones de las máquinas que influyen dentro del procesamiento del tubo
- Dimensiones de máquina troqueladora, cuerpo, sistema de guía y control
- Espacio de operación y libre movimiento del operador
- Colindancias con otras máquinas o con otras áreas
- Interacción con otras áreas



Para este Lay Out, se consideraron dos tipos de distribución principalmente:

La primera distribución se encuentra ubicada en la línea de proceso del tubo.

- **Distribución por Líneas**

Y la segunda distribución está exactamente ubicada en área de soldadura.

- **Distribución por procesos o funcional**



PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

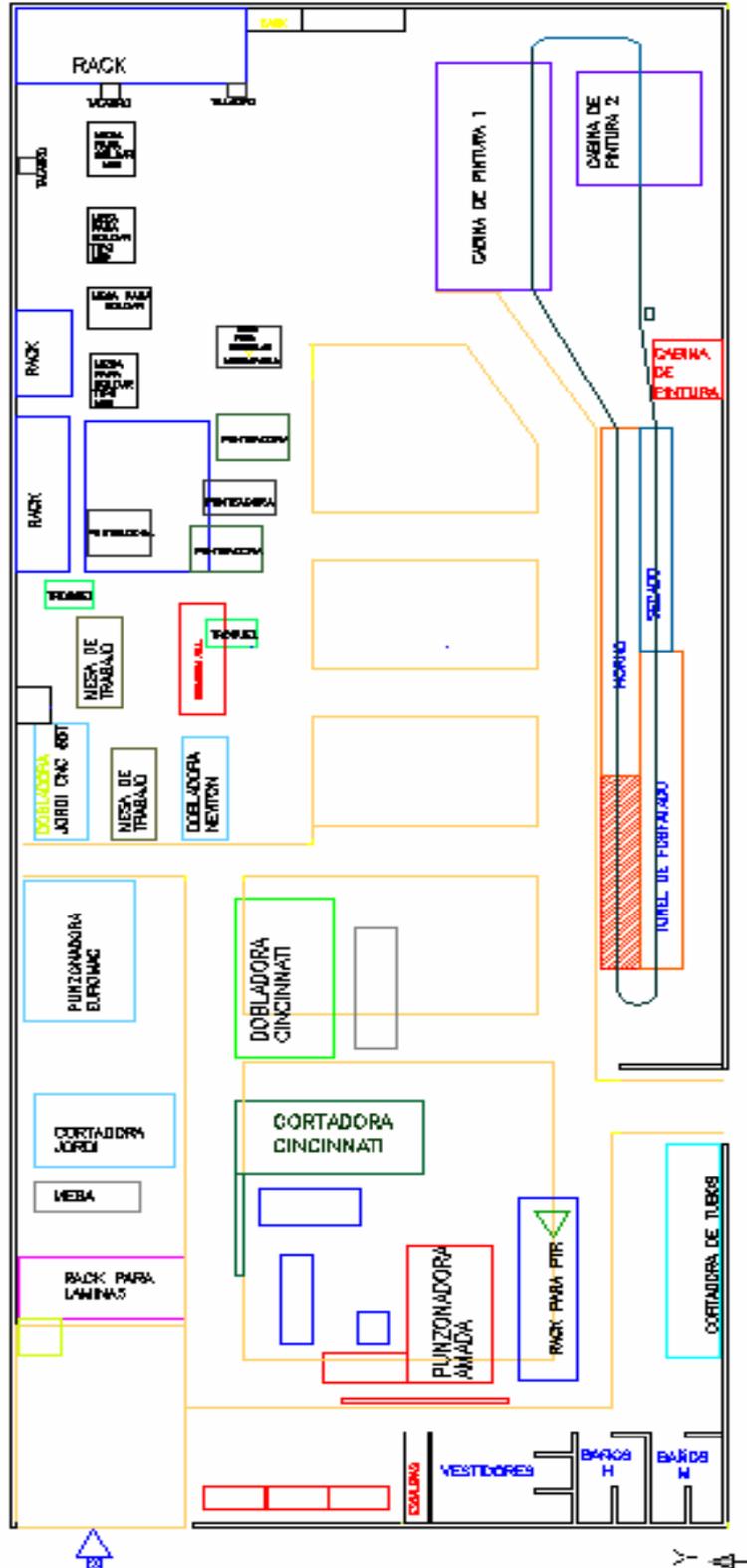
Las propuestas de solución están basadas principalmente en el trabajo hecho por nosotros como becarios en el área de ingeniería dentro de la empresa, éste trabajo consiste principalmente en la ingeniería de métodos (una parte se muestra en las páginas anteriores), con lo cual se busca tener conocimiento de los productos que se fabrican y realizar fichas técnicas que le den un mejor manejo al producto, ya sea a nivel de ventas o a nivel producción; dentro de nuestro trabajo está el conocer la capacidad de producción de la planta, en cuanto a sus productos de línea y conocer sus tiempos de operación, así como, a largo plazo analizar los productos y proponer rediseños en ellos.

Las propuestas que hacemos en el presente trabajo han sido detectadas a partir de la toma de tiempos, y el trabajo en el que estamos inmersos dentro de la empresa. Tenemos propuestas basados en los recorridos de la materia prima para ser convertida en producto terminado. Hacemos mención a corto plazo de un reubicación de un rack de tubos y de una programación en la producción de los productos en estricto recorrido y asignación de máquinas para realizar las operaciones correspondientes.

A largo plazo proponemos reubicar el área de soldadura y hacer una distribución donde se tengan menos recorridos del material, así como, cruces del mismo y tener una mejor área de trabajo para los operarios del área de soldadura, ya que a largo plazo se piensa rentar otra nave para almacén de producto terminado.



LAY OUT ACTUAL DE LA EMPRESA





ÁREAS DE OPORTUNIDAD

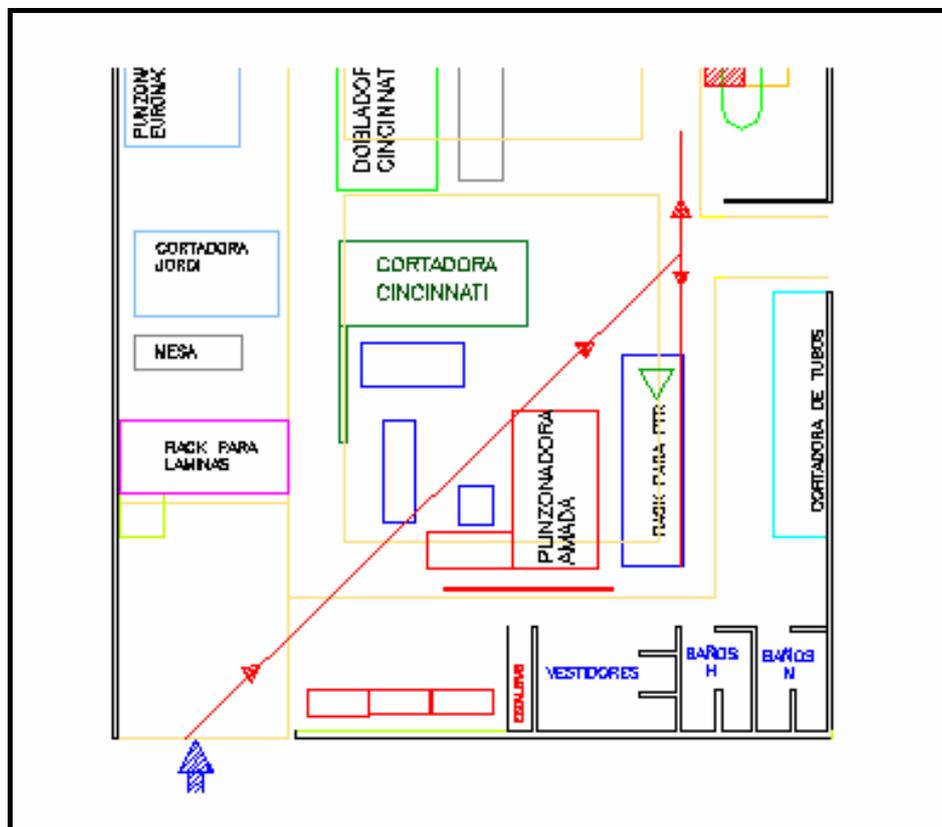
Área de Soldadura:

- Optimización en el proceso de corte y troquelado por medio de una adecuada distribución de las máquinas y los sistemas productivos.

Justificación:

REABASTECIMIENTO DE MATERIAL

El reabastecimiento de materia prima **PTR (Perfil Tubular Rectangular)** se realiza de manera deficiente y problemática, principalmente para el proveedor, ya que tiene que pasar entre dos máquinas que están en constante operación, en ocasiones el material que requiere ser procesado por alguna de estas dos máquinas llega a bloquear totalmente el acceso al rack de tubos, el tamaño y peso de las piezas (6 m aprox.) hacen de ésta, una operación que se realiza rápido y de manera insegura. El recorrido que se realiza va de acuerdo con el siguiente esquema.

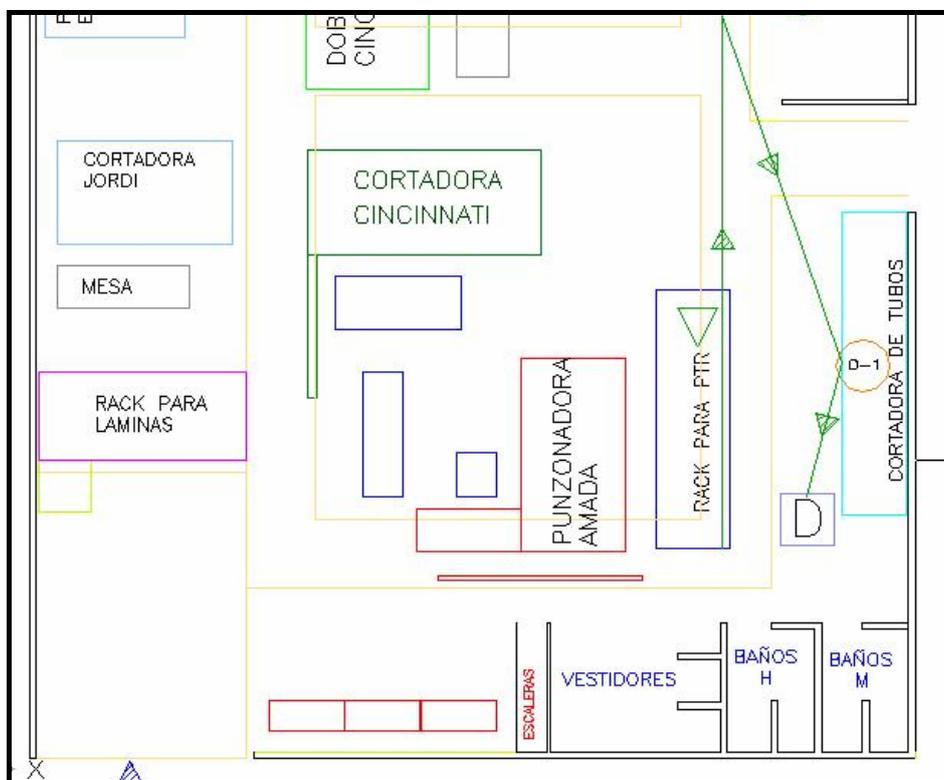




Esta operación es repetitiva ya que el proveedor visita la fábrica cada semana. La descarga del material puede tardar varias horas, la maniobra llega a ser peligrosa ya que además de cruzar entre dos máquinas en operación llega a invadir el área donde se cuelgan los productos para el proceso de pintura, lo que interrumpe esta operación, cruza el pasillo principal hacia el área de almacén de materia prima y el área de armado.

CORTE DE TUBO (PTR)

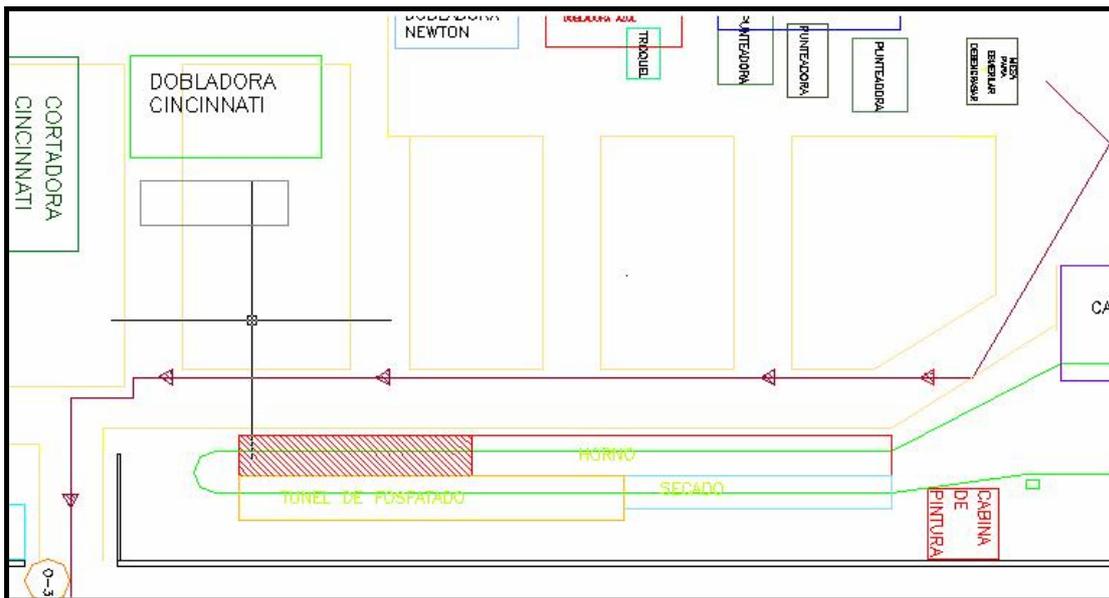
Toda la línea de gondolería requiere que sus componentes estructurales (PTR) sean procesados en la cortadora de tubo, el operador se enfrenta a la misma problemática que el proveedor al momento de maniobrar con el tubo, debe jalar el tubo almacenado en el rack por lo menos 6 metros fuera de él, hasta el área de pintura donde hay un constante cruce de materiales que van a ser pintados, el operador acomoda el tubo sobre la guía de la máquina cortadora y lo procesa. Esta operación es repetitiva cuando se tiene en orden de producción cualquier línea de gondolería.



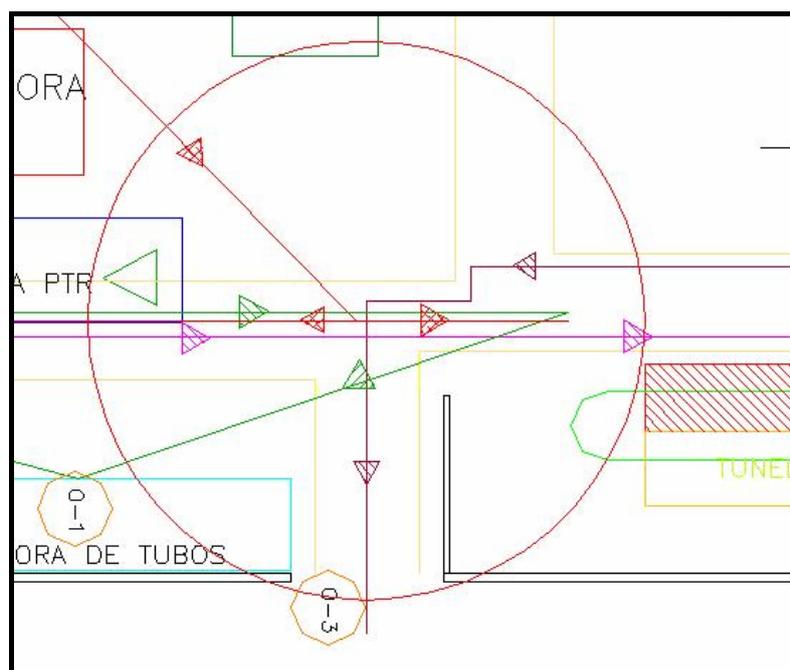


MAQUILA

Los tubos de (PTR) que son componentes estructurales de las góndolas requieren ser troquelados fuera de la empresa, una vez que los tubos han sido rebabeados son enviados en una tarima de acuerdo al siguiente diagrama. Presentando nuevamente los problemas ya descritos.



CRUCES EN EL PROCESO





En este punto vemos que cuando llegue a darse el caso en que estas operaciones se realicen simultáneamente podría ser un grave problema y como se ha mencionado anteriormente, todas estas operaciones afectan de manera significativa al área de pintura, así como el área de corte tiene que esperar a que descarguen el tubo por completo para poder realizar su operación.

Factores a considerar:

- Espacios disponibles (lay out)
- Secuencia del proceso
- Dimensiones de materia prima (PTR)
- Dimensiones máximas de corte para los diferentes productos
- Dimensiones de tarima para piezas procesadas
- Dimensiones de la máquina cortadora de tubo, cuerpo y sistema de guía
- Dimensiones de máquina troqueladora, cuerpo, sistema de guía y control
- Espacio de operación y libre movimiento del operador
- Colindancias con otras máquinas o con otras áreas
- Interacción con otras áreas

Espacio disponible (Lay out).

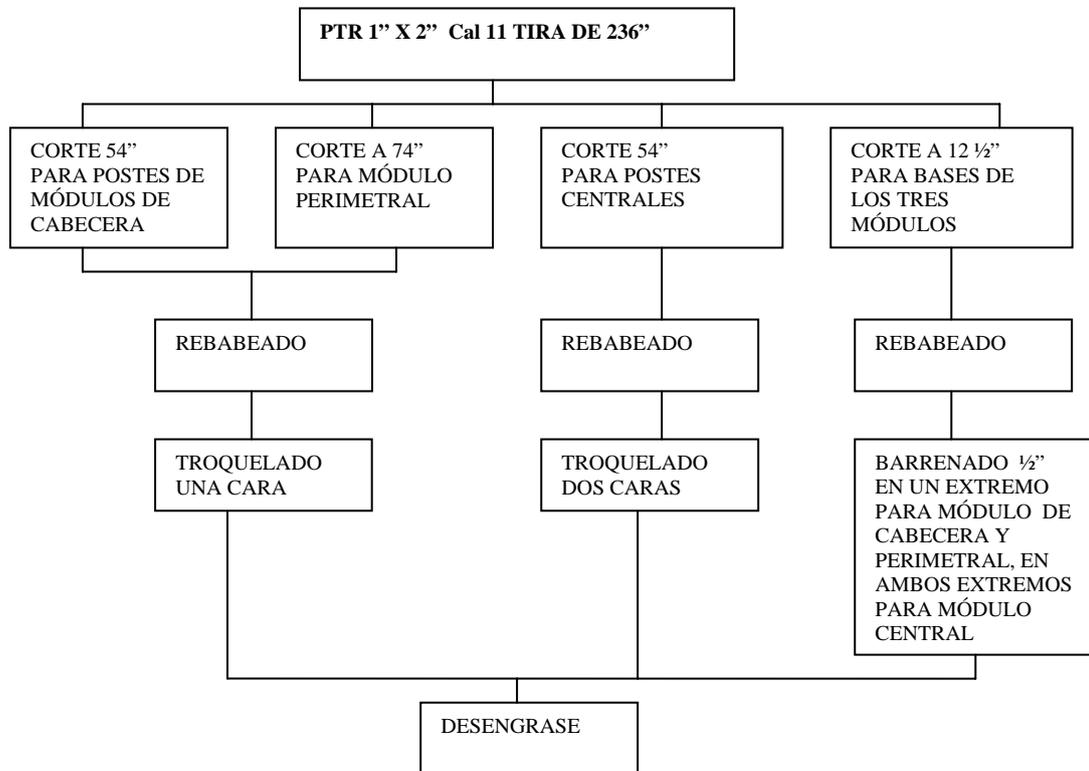
Éste punto es una situación muy delicada dentro de la empresa ya que el espacio es una restricción a éste estudio, el movimiento de maquinaria y equipo sería demasiado costoso y requiere de una etapa de planeación que llevaría demasiado tiempo. La distribución de planta actual muestra ineficiencia, demasiados flujos de materiales, espacios entre máquinas mal dispuestos (0.7 m en algunos pasillos), a todo esto se suma la incorporación de una máquina troqueladora de 110 ton, que requiere espacio para el cuerpo de la misma máquina y su sistema de guía y control.

Secuencia del proceso

La operación de corte de tubo está presente en los diagramas de flujo de proceso (presentados en figuras contenidas en el anexo, páginas 49, 51, 54) de la línea de gondolería y corresponde a componentes estructurales del producto por lo cual esta es una operación crítica. El proceso que sigue el tubo para poder ser ensamblado en soldadura es el que muestran los diagramas de proceso de la operación.



En resumen se tiene para la línea de MODELORAMA:



El troquelado no se hace actualmente en la empresa, sin embargo, se está planeado adquirir una máquina troqueladora de 110 ton a corto plazo, por lo cual es necesario considerar esos requerimientos de espacio dentro de éste estudio. La principal razón para tomar la decisión de comprar la troqueladora es para poder ser autosuficientes en la producción de tubos ranurados con las características de calidad y funcionalidad requeridas para el proceso, y evitar el paro de línea a causa de los retrasos del maquilador. Esta troqueladora tiene la capacidad de satisfacer la demanda de tubo ranurado para las diferentes líneas de productos de racks y góndolas.

Dimensiones de materia prima (PTR)

Se maneja perfil tubular rectangular de las siguientes dimensiones

- PTR de 1 X 2 X 236" en diferentes calibres
- PTR de 1 X 2 3/4 x 236" en diferentes calibres
- Tubo de 1 X 1 X 236"

Entre los más utilizados.



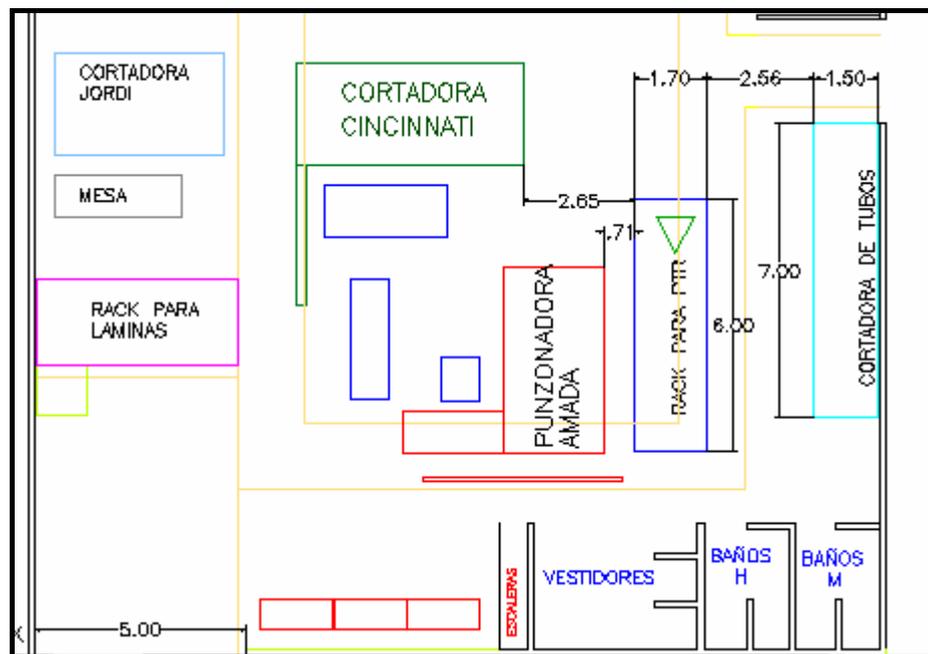
Dimensiones máximas de corte para los diferentes productos

El producto que requiere los cortes de tubo más grandes, es un Rack de carga pesada, por tanto se toma como límite ésta longitud de corte, que es de 3.6m de largo. Ésta distancia es útil para considerar el espacio que necesita la guía de la máquina troqueladora y para simular las maniobras con un tubo de estas dimensiones.

Dimensiones de tarima para piezas procesadas

Se está considerando una tarima de tamaño estándar de 120 X120 cm, en las cuales se estibarán las piezas cortadas y serán transportadas a la siguiente estación de trabajo de acuerdo al proceso establecido.

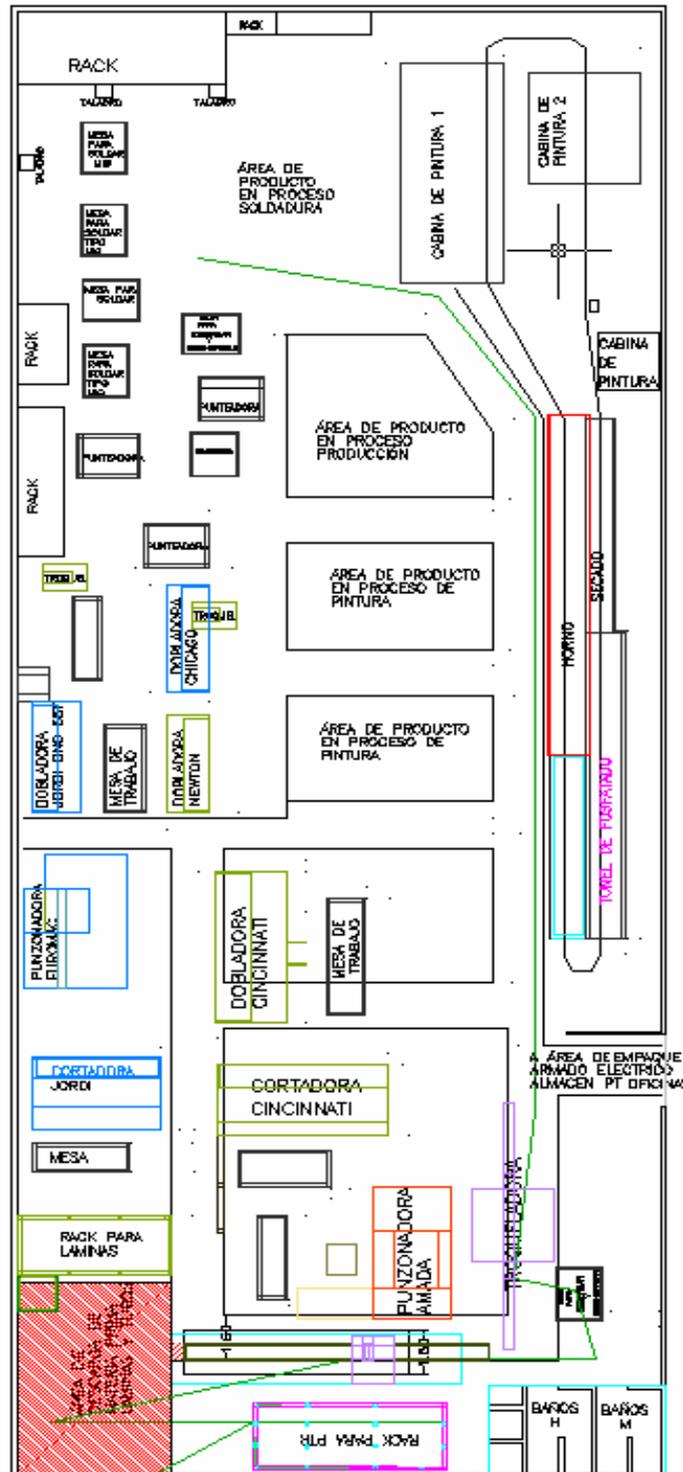
Dimensiones de la máquina cortadora de tubo, cuerpo y sistema de guía



- Espacio requerido por la máquina troqueladora
- Espacio de operación y libre movimiento del operador
- Colindancias con otras máquinas o con otras áreas
- Interacción con otras áreas



PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE CORTE Y TROQUELADO DE TUBO





Otra propuesta de solución a corto plazo con el fin de reducir los cruces del recorrido de los diferentes componentes de un producto en este caso la góndola MODELORAMA tenemos la siguiente propuesta de solución:

Área de producción

- **Una programación de las operaciones que se requieren para la fabricación de los productos y sus componentes en máquinas predestinadas específicamente, para así disminuir distancias de recorrido del material y reducir los cruces en los recorridos de producto en proceso.**

Justificación:

CRUCES DE PRODUCTO EN PROCESO

Las distintas operaciones que se hacen para la fabricación de los productos, así como de sus componentes no tienen una ruta específica, ya que las operaciones no tienen una máquina asignada específicamente, por ejemplo, para el doblado se puede ocupar cualquiera de las cuatro dobladoras sin considerar el recorrido que hará, así como los componentes de dicho producto lo que provoca cruces entre estos y recorridos innecesarios.

PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Factores a considerar:

- Espacios disponibles (lay out)
- Secuencia del proceso
- Dimensiones del producto en proceso
- Interacción con las demás áreas



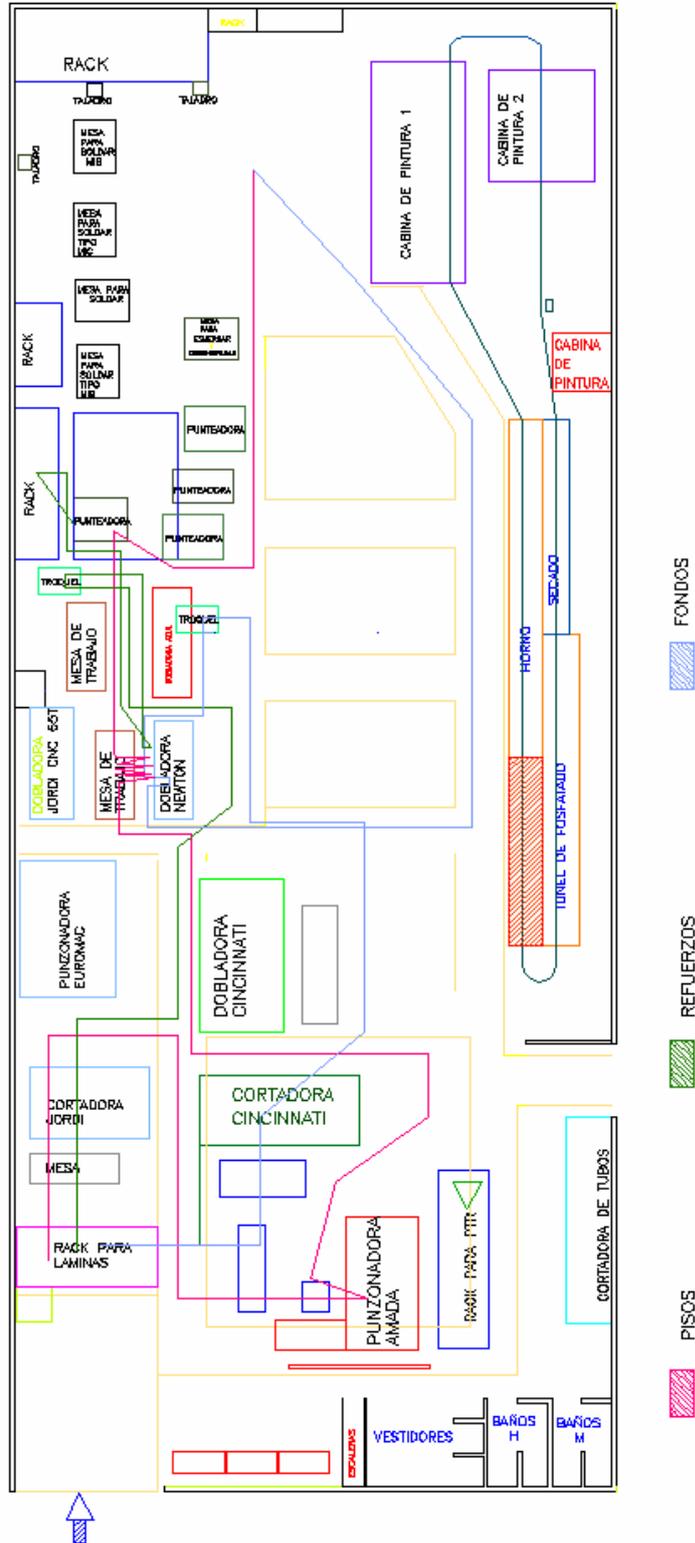
Solución

Hacer una programación de cada producto y sus diferentes componentes en una ruta específica, esto quiere decir, que se tendrá una máquina específicamente para hacer una diferente operación, una para corte, otra para punzonado, otra para troquelado, otra para doblado, otra para punteado, así podemos tener una línea estrictamente de recorrido del producto en proceso y podemos reducir los diferentes cruces que existen actualmente, así como no saturar a alguna máquina para los distintos procesos.

También se propone en éste punto la compra de un diablito, para la transportación de los distintos componentes del producto en su recorrido, como lo son los fondos, refuerzos, así como el abastecimiento de material, como lo es el tanque de gas para la soldadura ya que lo transportan rodándolo sobre su base. El diablito se fundamenta principalmente por la falta de espacio que hay en la planta, como para implementar otro tipo de transporte y los recorridos del material no serán en lotes grandes, por ejemplo, los fondos actualmente se transportan por lote de dos o tres dependiendo la fuerza del operador, el diablito en esta parte será muy útil ya que prácticamente el tiempo de recorrido es el mismo pero con un lote de mayor cantidad, puede ser de diez a más fondos, además de que un diablito prácticamente ocupa el espacio a lo ancho de una o dos personas.



RECORRIDO ACTUAL DE ALGUNAS PIEZAS DE ENSAMBLE





La siguiente propuesta de solución es a largo plazo, donde se planea la renta de una nave adicional para el almacén de producto terminado y materia prima. Proporcionando de ésta manera el espacio necesario para realizar los procesos eficientemente

Área de producción

- **Una distribución eficiente del área de soldadura donde el flujo del tubo sea optimizado en cuanto a recorridos y evitar cruces innecesarios, así como, darle un mayor flujo a la materia prima en este caso el tubo.**

Justificación:

REABASTECIMIENTO DE MATERIAL

El reabastecimiento de materia prima **PTR (Perfil Tubular Rectangular)** se realizará de manera más eficiente y fácil principalmente para el proveedor, ya que el acceso al rack de tubos estará libre por completo para que la camioneta del transporte del proveedor quede lo más cerca posible del rack de tubo, ya que el tamaño y peso de las piezas (6 m aprox.) hacen que esta sea una operación difícil y tardada.

Esta operación es repetitiva ya que el proveedor visita la fábrica cada semana la descarga del material se realizará sin interrumpir otras operaciones o dificultarlas, ya que la operación de reabastecimiento de material quedara libre de cualquier obstáculo físico y tendrá un área apropiada para la maniobra del mismo.

PROCESO DE TUBO (PTR)

Ya que como se menciona anteriormente en éste trabajo toda la línea de gondolería requiere que sus componentes estructurales (PTR) sean procesados en la cortadora de tubo, el operador tendrá un área apropiada para la maniobra del material, así como, hará menores recorridos ya que prácticamente solo jalara el material del rack de tubo hacia la cortadora. Esta operación es repetitiva cuando se tiene en orden de producción cualquier línea de gondolería.

Factores a considerar:

- Espacios disponibles (lay out)
- Secuencia del proceso
- Dimensiones de materia prima (PTR)
- Dimensiones máximas de corte para los diferentes productos
- Dimensiones de las máquinas que influyen dentro del procesamiento del tubo
- Dimensiones de máquina troqueladora, cuerpo, sistema de guía y control
- Espacio de operación y libre movimiento del operador
- Colindancias con otras máquinas o con otras áreas
- Interacción con otras áreas



Para este Lay Out, se consideraron dos tipos de distribución principalmente:

La primera distribución se encuentra ubicada en la línea de proceso del tubo.

- **Distribución por Líneas**

Y la segunda distribución está exactamente ubicada en área de soldadura.

- **Distribución por procesos o funcional**



ÁREAS DE OPORTUNIDAD

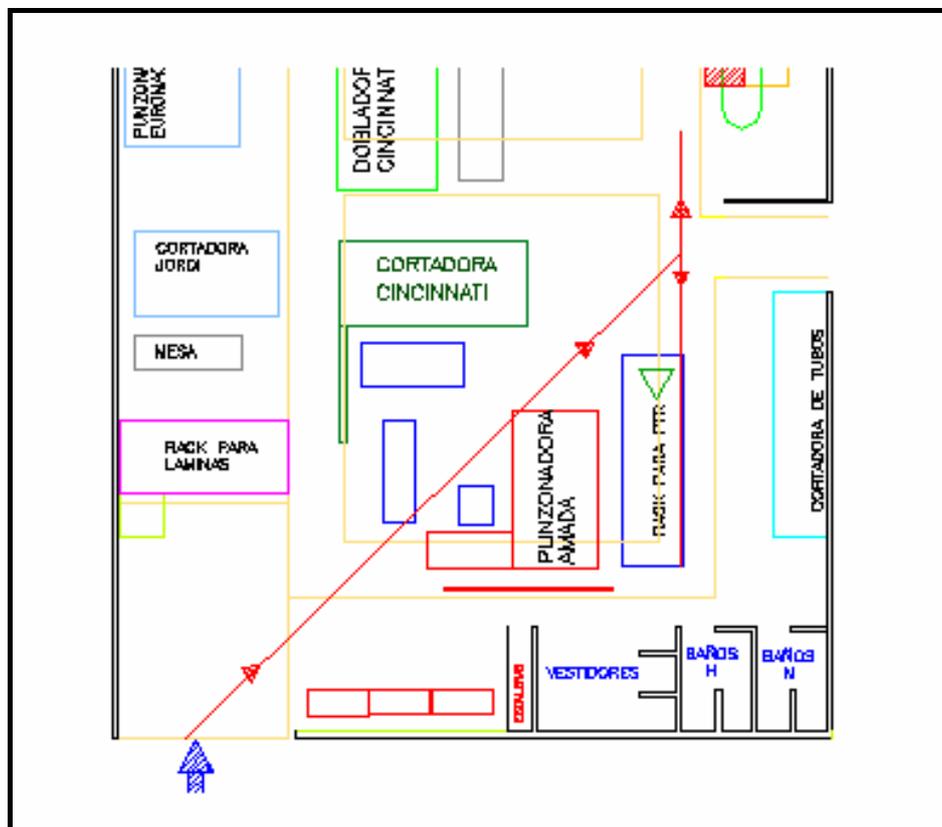
Área de Soldadura:

- Optimización en el proceso de corte y troquelado por medio de una adecuada distribución de las máquinas y los sistemas productivos.

Justificación:

REABASTECIMIENTO DE MATERIAL

El reabastecimiento de materia prima **PTR (Perfil Tubular Rectangular)** se realiza de manera deficiente y problemática, principalmente para el proveedor, ya que tiene que pasar entre dos máquinas que están en constante operación, en ocasiones el material que requiere ser procesado por alguna de estas dos máquinas llega a bloquear totalmente el acceso al rack de tubos, el tamaño y peso de las piezas (6 m aprox.) hacen de ésta, una operación que se realiza rápido y de manera insegura. El recorrido que se realiza va de acuerdo con el siguiente esquema.

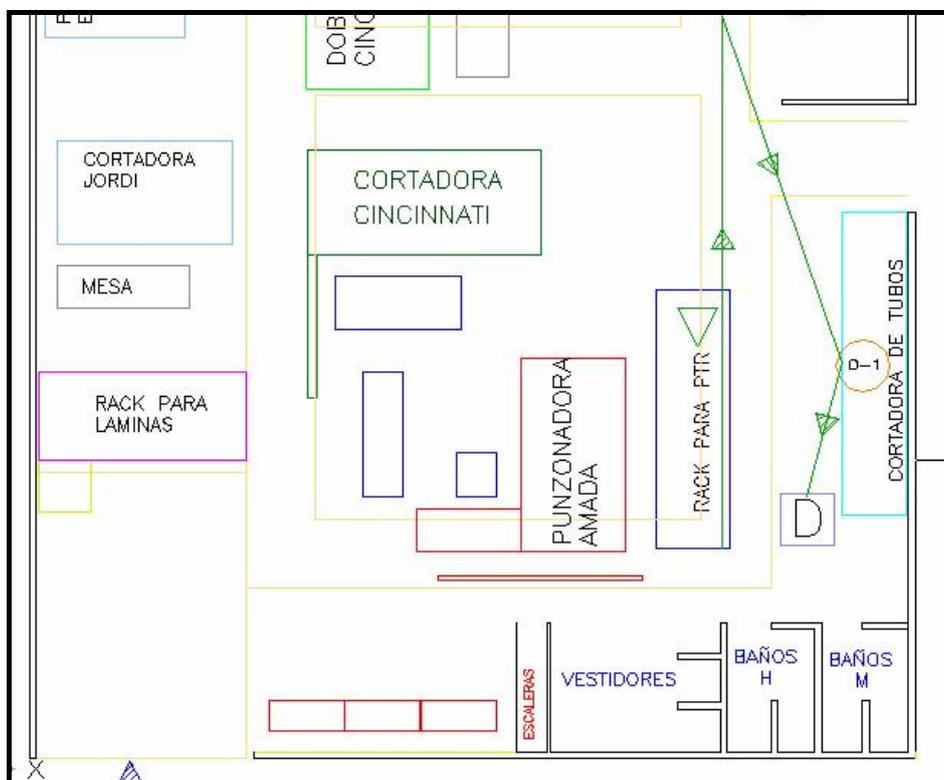




Esta operación es repetitiva ya que el proveedor visita la fábrica cada semana. La descarga del material puede tardar varias horas, la maniobra llega a ser peligrosa ya que además de cruzar entre dos máquinas en operación llega a invadir el área donde se cuelgan los productos para el proceso de pintura, lo que interrumpe esta operación, cruza el pasillo principal hacia el área de almacén de materia prima y el área de armado.

CORTE DE TUBO (PTR)

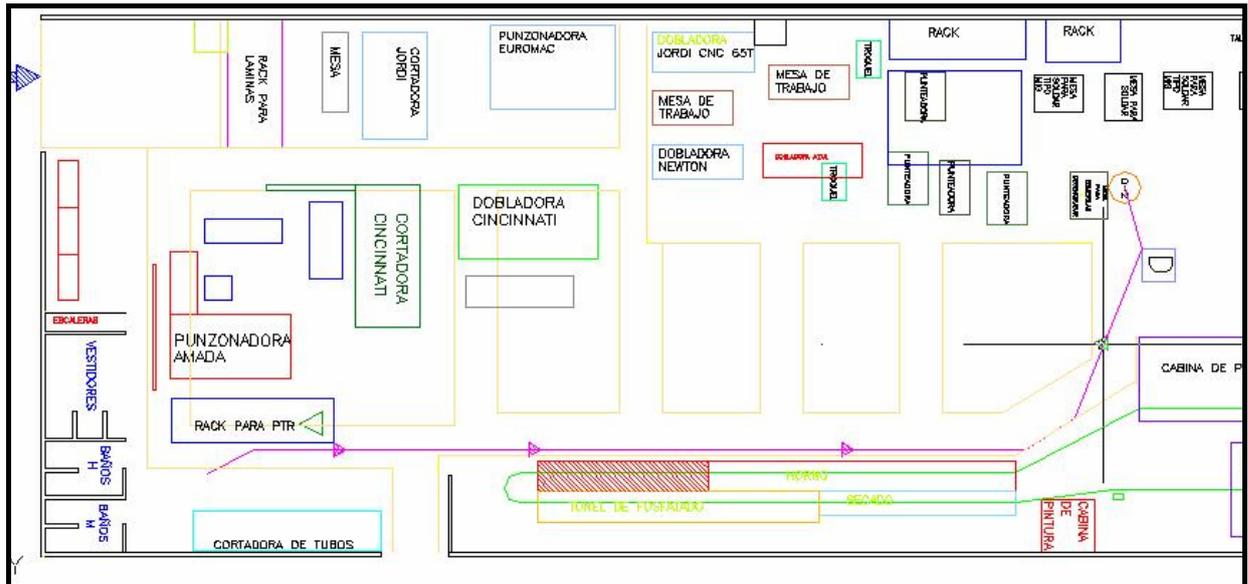
Toda la línea de gondolería requiere que sus componentes estructurales (PTR) sean procesados en la cortadora de tubo, el operador se enfrenta a la misma problemática que el proveedor al momento de maniobrar con el tubo, debe jalar el tubo almacenado en el rack por lo menos 6 metros fuera de él, hasta el área de pintura donde hay un constante cruce de materiales que van a ser pintados, el operador acomoda el tubo sobre la guía de la máquina cortadora y lo procesa. Esta operación es repetitiva cuando se tiene en orden de producción cualquier línea de gondolería.





OPERACIÓN DE REBABEADO

Todo el tubo después del proceso de corte es rebabeado en el área de soldadura, para ello el material cortado se acumula en una tarima y es transportada con ayuda de un patín al área de soldadura, describiendo la siguiente ruta:



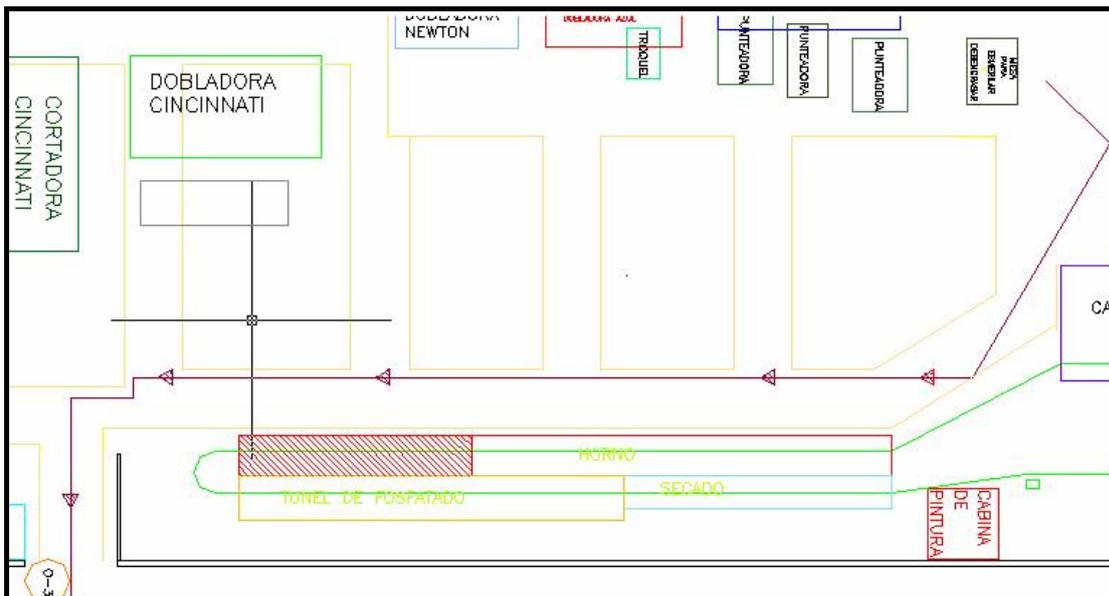
El material recorre una importante distancia en la cual puede haber diferentes contratiempos, como cruce con el área de pintura, donde tienen que interrumpir su actividad para permitir el paso de la tarima, si el tubo está mal estibado pueden caer piezas durante el recorrido, interrumpiendo de esta manera las actividades en el área de pintura.

Además frecuentemente se encuentran obstruidos los pasillos con materia prima en proceso, complicando el transporte del material y por consecuencia se deben realizar diferentes movimientos para que la tarima llegue a su destino.

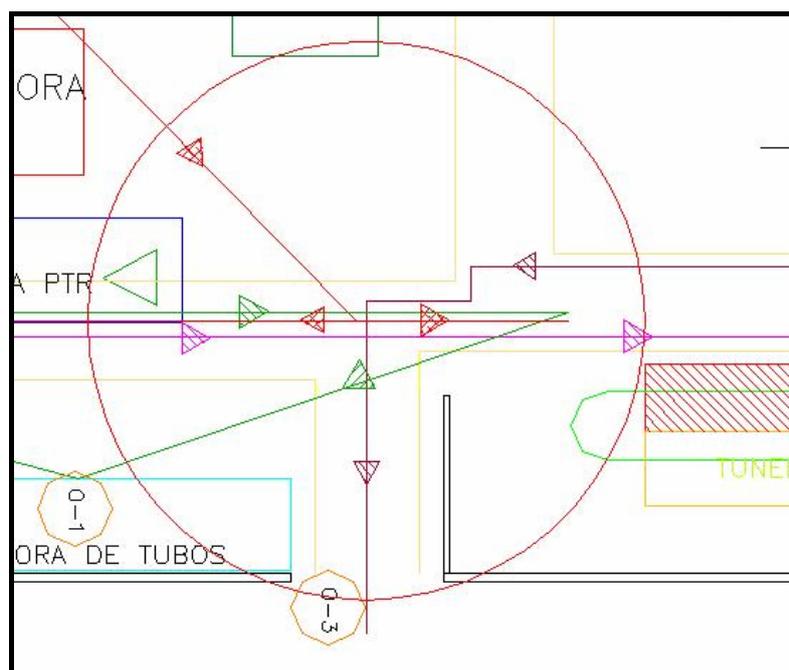


MAQUILA

Los tubos de (PTR) que son componentes estructurales de las góndolas requieren ser troquelados fuera de la empresa, una vez que los tubos han sido rebabeados son enviados en una tarima de acuerdo al siguiente diagrama. Presentando nuevamente los problemas ya descritos.



CRUCES EN EL PROCESO





En este punto vemos que cuando llegue a darse el caso en que estas operaciones se realicen simultáneamente podría ser un grave problema y como se ha mencionado anteriormente, todas estas operaciones afectan de manera significativa al área de pintura, así como el área de corte tiene que esperar a que descarguen el tubo por completo para poder realizar su operación.

Factores a considerar:

- Espacios disponibles (lay out)
- Secuencia del proceso
- Dimensiones de materia prima (PTR)
- Dimensiones máximas de corte para los diferentes productos
- Dimensiones de tarima para piezas procesadas
- Dimensiones de la máquina cortadora de tubo, cuerpo y sistema de guía
- Dimensiones de máquina troqueladora, cuerpo, sistema de guía y control
- Espacio de operación y libre movimiento del operador
- Colindancias con otras máquinas o con otras áreas
- Interacción con otras áreas

Espacio disponible (Lay out).

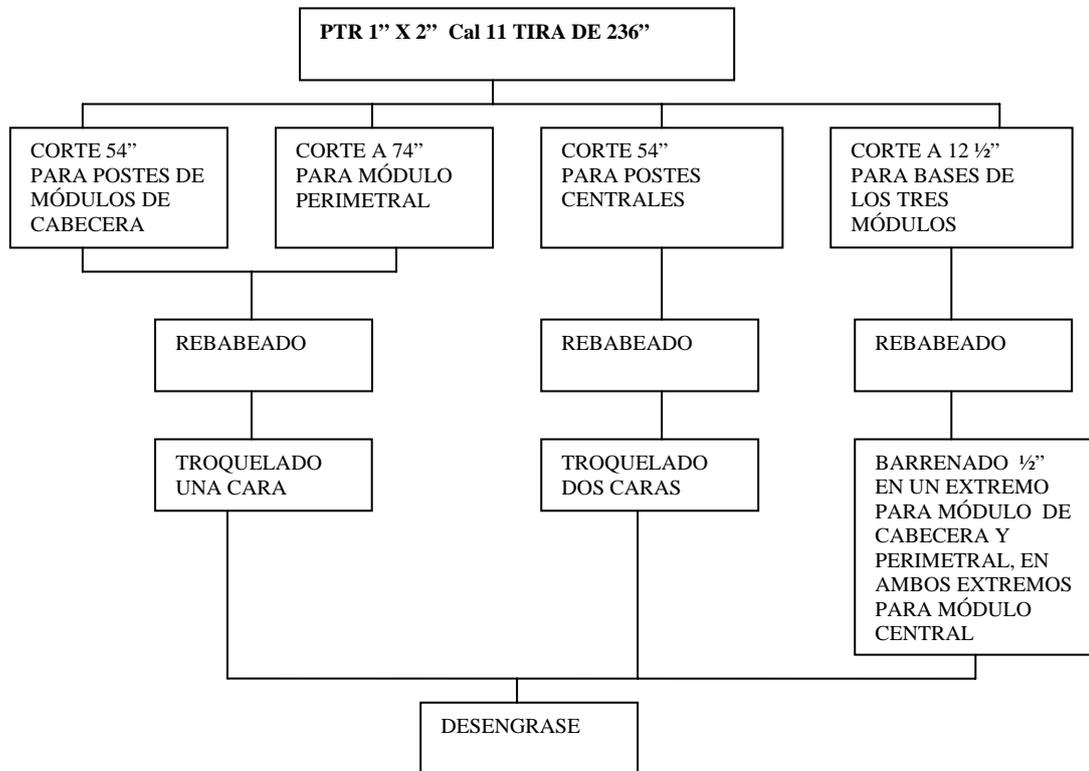
Éste punto es una situación muy delicada dentro de la empresa ya que el espacio es una restricción a éste estudio, el movimiento de maquinaria y equipo sería demasiado costoso y requiere de una etapa de planeación que llevaría demasiado tiempo. La distribución de planta actual muestra ineficiencia, demasiados flujos de materiales, espacios entre máquinas mal dispuestos (0.7 m en algunos pasillos), a todo esto se suma la incorporación de una máquina troqueladora de 110 ton, que requiere espacio para el cuerpo de la misma máquina y su sistema de guía y control.

Secuencia del proceso

La operación de corte de tubo está presente en los diagramas de flujo de proceso (presentados en figuras contenidas en el anexo, páginas 49, 51, 54) de la línea de gondolería y corresponde a componentes estructurales del producto por lo cual esta es una operación crítica. El proceso que sigue el tubo para poder ser ensamblado en soldadura es el que muestran los diagramas de proceso de la operación.



En resumen se tiene para la línea de MODELORAMA:



El troquelado no se hace actualmente en la empresa, sin embargo, se está planeado adquirir una máquina troqueladora de 110 ton a corto plazo, por lo cual es necesario considerar esos requerimientos de espacio dentro de éste estudio. La principal razón para tomar la decisión de comprar la troqueladora es para poder ser autosuficientes en la producción de tubos ranurados con las características de calidad y funcionalidad requeridas para el proceso, y evitar el paro de línea a causa de los retrasos del maquilador. Esta troqueladora tiene la capacidad de satisfacer la demanda de tubo ranurado para las diferentes líneas de productos de racks y góndolas.

Dimensiones de materia prima (PTR)

Se maneja perfil tubular rectangular de las siguientes dimensiones

- PTR de 1 X 2 X 236" en diferentes calibres
- PTR de 1 X 2 3/4 x 236" en diferentes calibres
- Tubo de 1 X 1 X 236"

Entre los más utilizados.



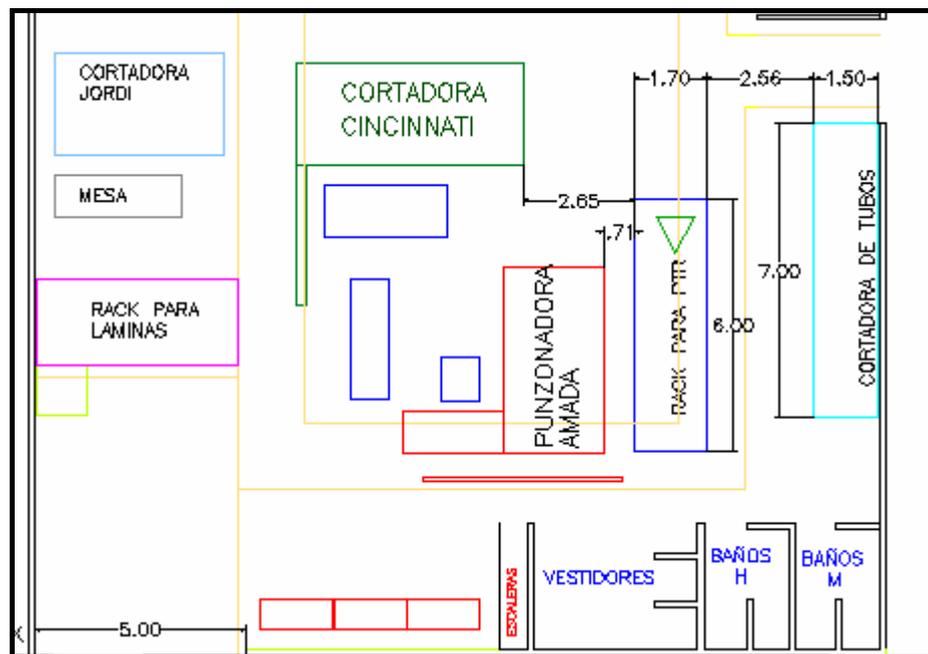
Dimensiones máximas de corte para los diferentes productos

El producto que requiere los cortes de tubo más grandes, es un Rack de carga pesada, por tanto se toma como límite ésta longitud de corte, que es de 3.6m de largo. Ésta distancia es útil para considerar el espacio que necesita la guía de la máquina troqueladora y para simular las maniobras con un tubo de estas dimensiones.

Dimensiones de tarima para piezas procesadas

Se está considerando una tarima de tamaño estándar de 120 X120 cm, en las cuales se estibarán las piezas cortadas y serán transportadas a la siguiente estación de trabajo de acuerdo al proceso establecido.

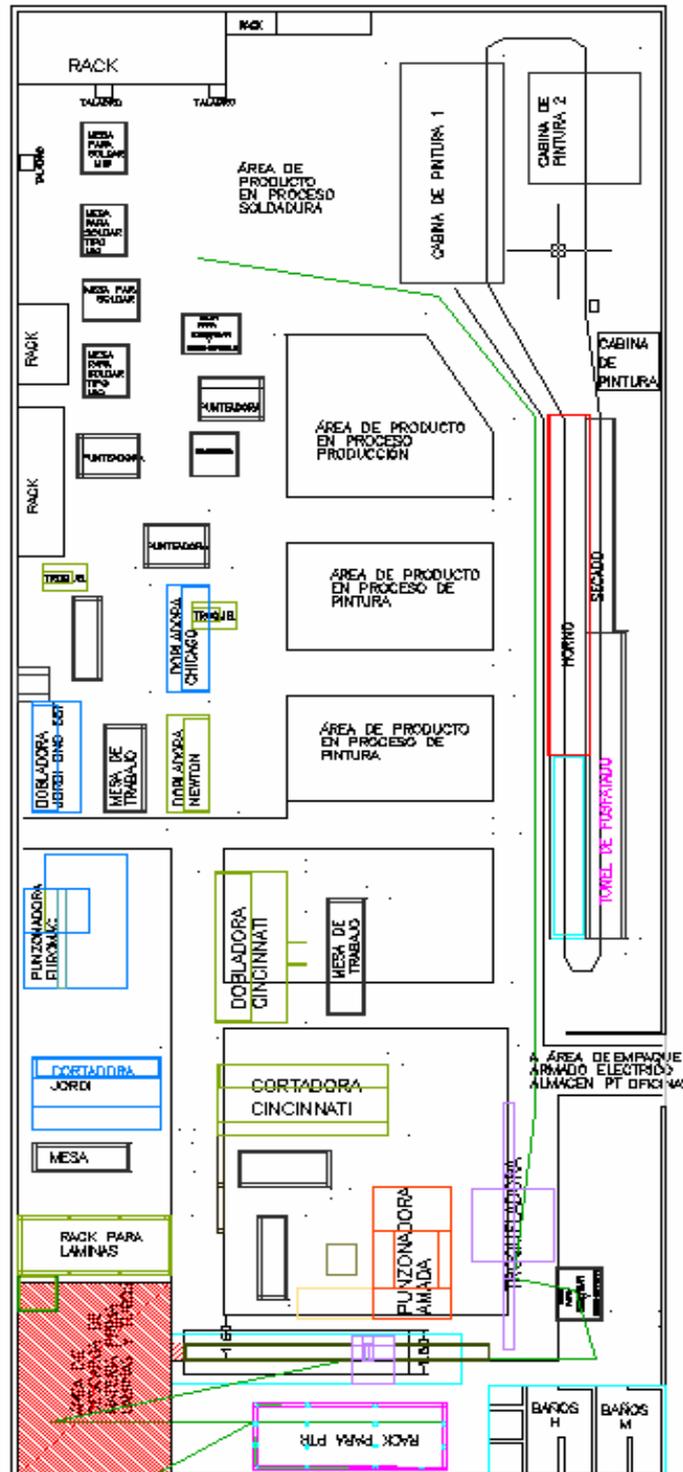
Dimensiones de la máquina cortadora de tubo, cuerpo y sistema de guía



- Espacio requerido por la máquina troqueladora
- Espacio de operación y libre movimiento del operador
- Colindancias con otras máquinas o con otras áreas
- Interacción con otras áreas



PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE CORTE Y TROQUELADO DE TUBO





Otra propuesta de solución a corto plazo con el fin de reducir los cruces del recorrido de los diferentes componentes de un producto en este caso la góndola MODELORAMA tenemos la siguiente propuesta de solución:

Área de producción

- **Una programación de las operaciones que se requieren para la fabricación de los productos y sus componentes en máquinas predestinadas específicamente, para así disminuir distancias de recorrido del material y reducir los cruces en los recorridos de producto en proceso.**

Justificación:

CRUCES DE PRODUCTO EN PROCESO

Las distintas operaciones que se hacen para la fabricación de los productos, así como de sus componentes no tienen una ruta específica, ya que las operaciones no tienen una máquina asignada específicamente, por ejemplo, para el doblado se puede ocupar cualquiera de las cuatro dobladoras sin considerar el recorrido que hará, así como los componentes de dicho producto lo que provoca cruces entre estos y recorridos innecesarios.

PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Factores a considerar:

- Espacios disponibles (lay out)
- Secuencia del proceso
- Dimensiones del producto en proceso
- Interacción con las demás áreas



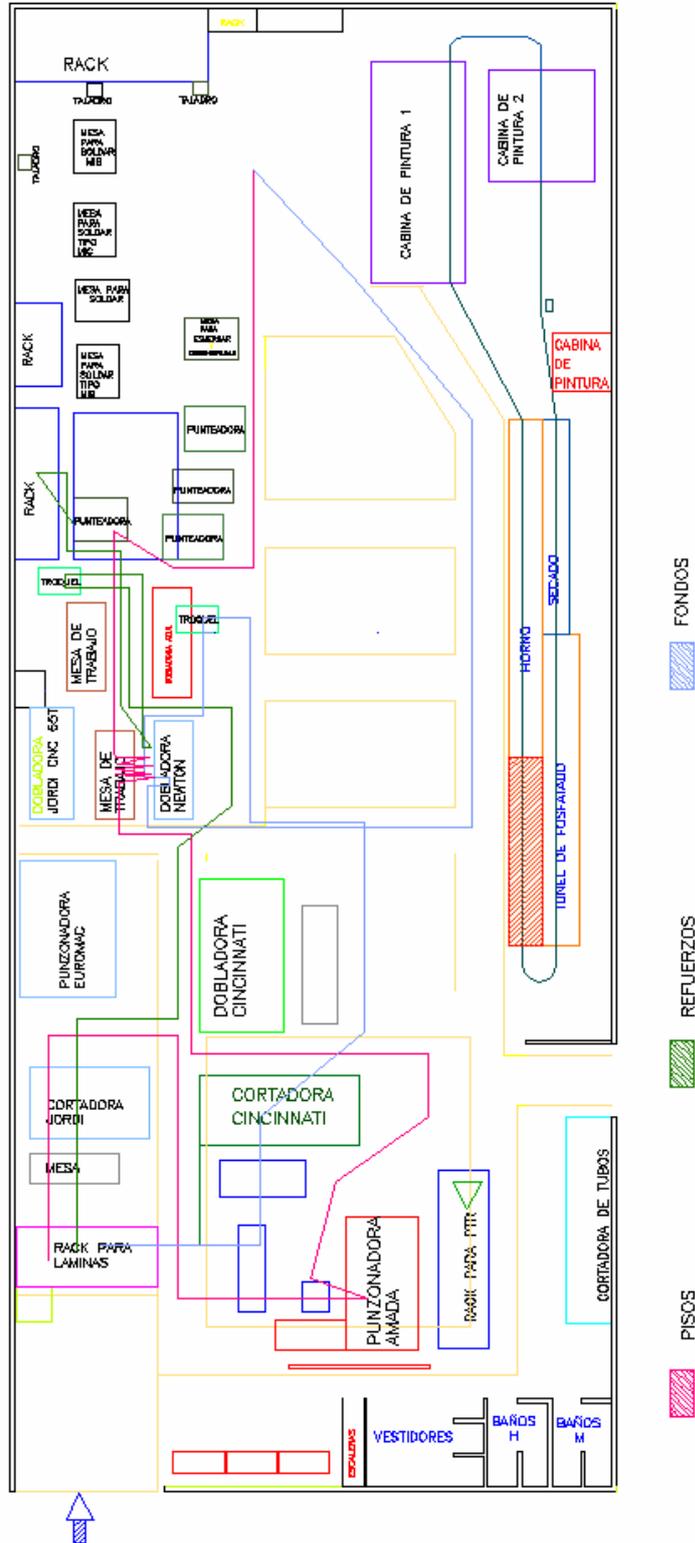
Solución

Hacer una programación de cada producto y sus diferentes componentes en una ruta específica, esto quiere decir, que se tendrá una máquina específicamente para hacer una diferente operación, una para corte, otra para punzonado, otra para troquelado, otra para doblado, otra para punteado, así podemos tener una línea estrictamente de recorrido del producto en proceso y podemos reducir los diferentes cruces que existen actualmente, así como no saturar a alguna máquina para los distintos procesos.

También se propone en éste punto la compra de un diablito, para la transportación de los distintos componentes del producto en su recorrido, como lo son los fondos, refuerzos, así como el abastecimiento de material, como lo es el tanque de gas para la soldadura ya que lo transportan rodándolo sobre su base. El diablito se fundamenta principalmente por la falta de espacio que hay en la planta, como para implementar otro tipo de transporte y los recorridos del material no serán en lotes grandes, por ejemplo, los fondos actualmente se transportan por lote de dos o tres dependiendo la fuerza del operador, el diablito en esta parte será muy útil ya que prácticamente el tiempo de recorrido es el mismo pero con un lote de mayor cantidad, puede ser de diez a más fondos, además de que un diablito prácticamente ocupa el espacio a lo ancho de una o dos personas.

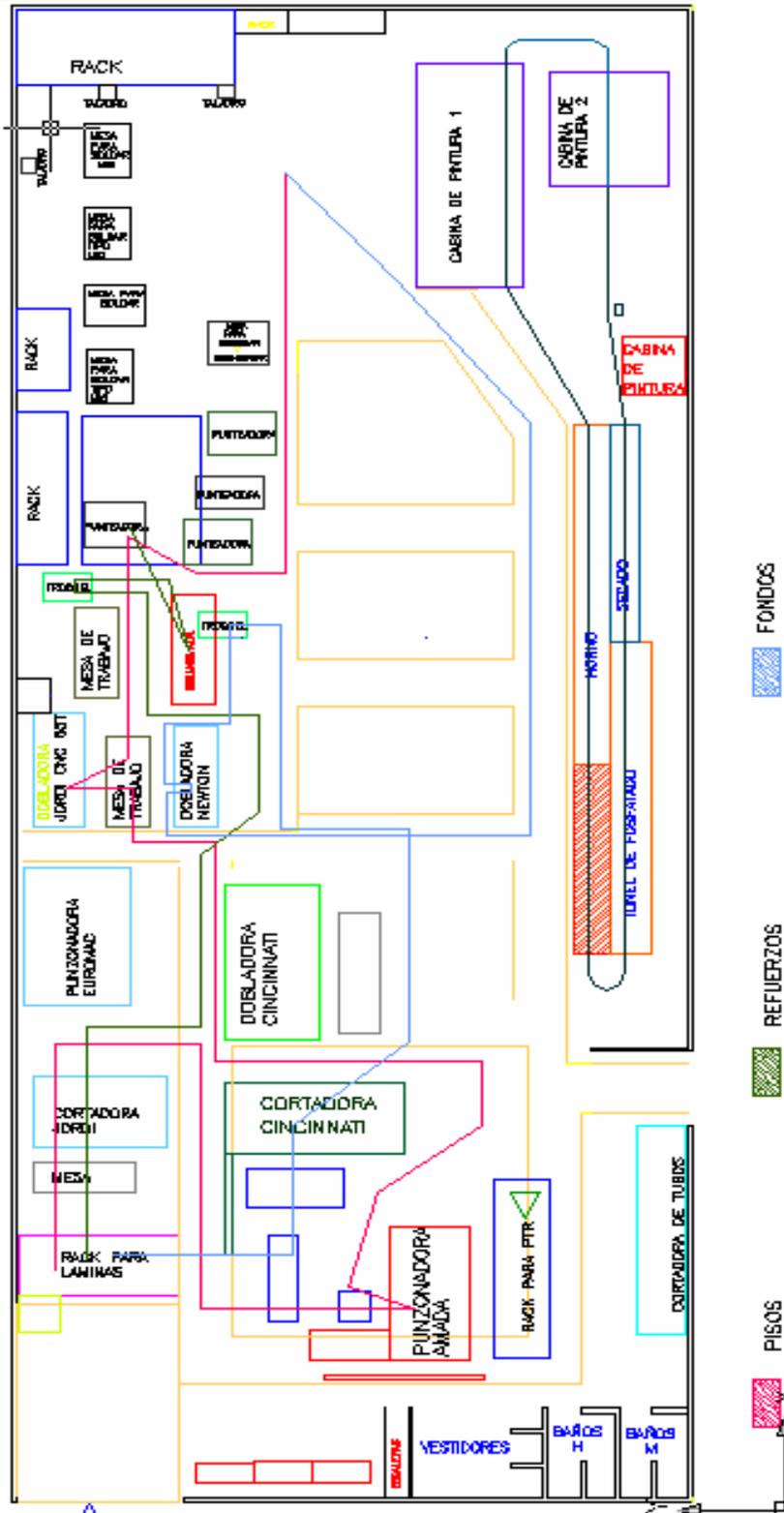


RECORRIDO ACTUAL DE ALGUNAS PIEZAS DE ENSAMBLE





RECORRIDOS CON LA PROPUESTA DE ASIGNACIÓN DE MÁQUINAS Y RUTAS DE FLUJO DE MATERIAL





La siguiente propuesta de solución es a largo plazo, donde se planea la renta de una nave adicional para el almacén de producto terminado y materia prima. Proporcionando de ésta manera el espacio necesario para realizar los procesos eficientemente

Área de producción

- **Una distribución eficiente del área de soldadura donde el flujo del tubo sea optimizado en cuanto a recorridos y evitar cruces innecesarios, así como, darle un mayor flujo a la materia prima en este caso el tubo.**

Justificación:

REABASTECIMIENTO DE MATERIAL

El reabastecimiento de materia prima **PTR (Perfil Tubular Rectangular)** se realizará de manera más eficiente y fácil principalmente para el proveedor, ya que el acceso al rack de tubos estará libre por completo para que la camioneta del transporte del proveedor quede lo más cerca posible del rack de tubo, ya que el tamaño y peso de las piezas (6 m aprox.) hacen que esta sea una operación difícil y tardada.

Esta operación es repetitiva ya que el proveedor visita la fábrica cada semana la descarga del material se realizará sin interrumpir otras operaciones o dificultarlas, ya que la operación de reabastecimiento de material quedara libre de cualquier obstáculo físico y tendrá un área apropiada para la maniobra del mismo.

PROCESO DE TUBO (PTR)

Ya que como se menciona anteriormente en éste trabajo toda la línea de gondolería requiere que sus componentes estructurales (PTR) sean procesados en la cortadora de tubo, el operador tendrá un área apropiada para la maniobra del material, así como, hará menores recorridos ya que prácticamente solo jalara el material del rack de tubo hacia la cortadora. Esta operación es repetitiva cuando se tiene en orden de producción cualquier línea de gondolería.

Factores a considerar:

- Espacios disponibles (lay out)
- Secuencia del proceso
- Dimensiones de materia prima (PTR)
- Dimensiones máximas de corte para los diferentes productos
- Dimensiones de las máquinas que influyen dentro del procesamiento del tubo
- Dimensiones de máquina troqueladora, cuerpo, sistema de guía y control
- Espacio de operación y libre movimiento del operador
- Colindancias con otras máquinas o con otras áreas
- Interacción con otras áreas



Para este Lay Out, se consideraron dos tipos de distribución principalmente:

La primera distribución se encuentra ubicada en la línea de proceso del tubo.

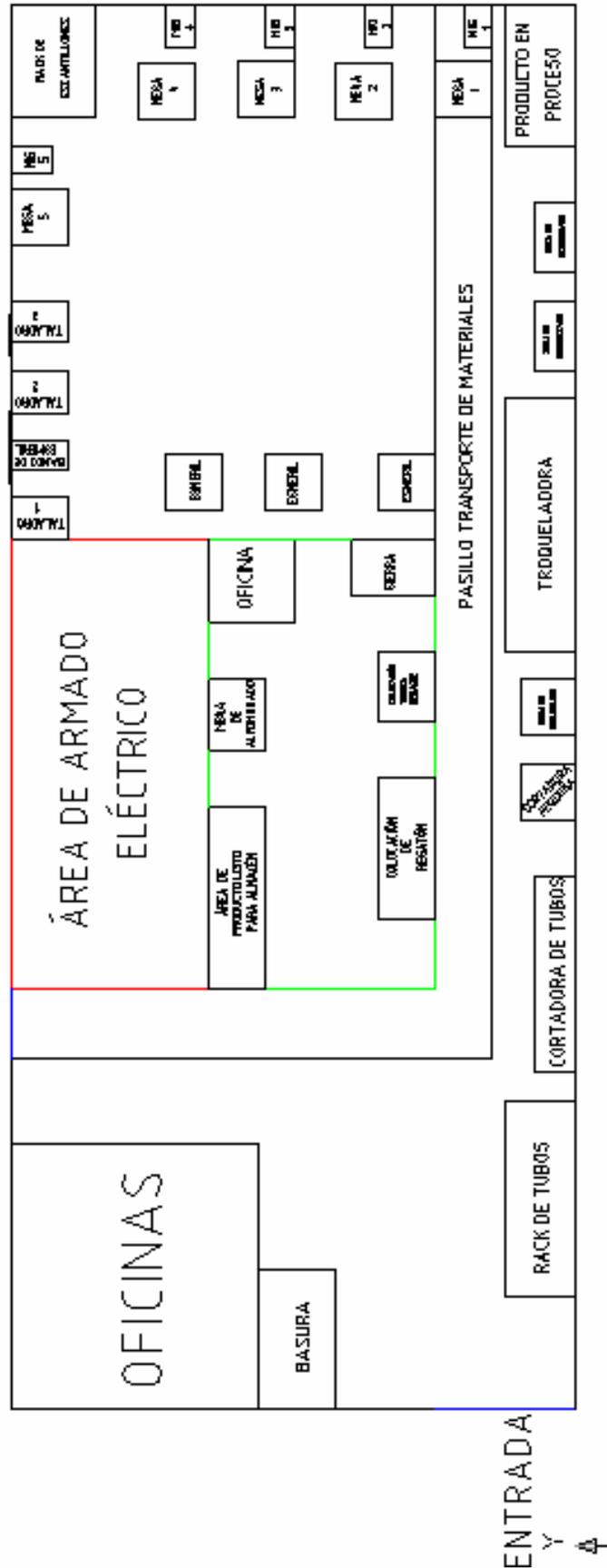
- **Distribución por Líneas**

Y la segunda distribución está exactamente ubicada en área de soldadura.

- **Distribución por procesos o funcional**



LAY OUT PARA LA DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE SOLDADURA





CONCLUSIONES

A lo largo del presente trabajo pudimos darnos cuenta de la estructura, organización y volúmenes de producción que se tienen en una mediana empresa. La empresa a la cual involucramos este trabajo, es una empresa en crecimiento pero como es de esperarse en una mediana empresa se encontraron infinidad de áreas de oportunidad para la ingeniería industrial como tal, desde planeación, organización, producción, etc.

Pero a nosotros dentro de la empresa estuvimos inmersos en el área de producción por medio del proyecto que piensan seguir dentro del área de ingeniería ya descrito antes. Las propuestas que se hacen buscan mejorar la empresa en dicha área, a partir de la toma de tiempos que es la parte medular de nuestro trabajo en el proyecto a desarrollar dentro de la empresa como becarios de ingeniería. Hemos visto distintos problemas en el área de producción que llevan a incrementar los tiempos operación y de producción.

Obviamente las propuestas han surgido a partir del trabajo realizado a lo largo de nuestra estancia como becarios dentro de la empresa, a partir de este trabajo hemos encontrado varias áreas de oportunidad, empezamos hacer el estudio de tiempos que nos arrojó valiosa información acerca de los flujos de material, las complicaciones en ciertas áreas, así como en los planes que se traen en la empresa, darles una buena planeación y evitar problemas futuros como los que se encuentran hoy en día en la empresa que aumentan los tiempos de producción de la misma.

La factibilidad que se tiene dentro de la empresa para poner en práctica las propuestas es realmente muy alta ya que algunas propuestas se hicieron en algo que ya se considera dentro de la empresa como lo es el expandirse a otra nave industrial y así tener un reacondo y del área de soldadura.

La propuesta a corto plazo no requiere de una gran inversión, solo de la disponibilidad de algunos trabajadores para retirar el área de los vestidores, así como de mover el rack de tubos, con una buena planeación se podrá realizar dentro de los turnos de trabajo de los operadores de la empresa.

El presente trabajo, así como el trabajo realizado como becarios ha reforzado algunos de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, así como, puesto en práctica algunas técnicas o métodos utilizados dentro de la ingeniería industrial. Nos hemos podido dar cuenta de las dificultades que presentan cierto tipo de empresas y de que no siempre se tienen a mano los recursos y herramientas adecuadas para solucionar problemas, pero dentro de la rama ingenieril siempre se deben solucionar los problemas que se generen dentro de una empresa con lo que se tenga a la mano.



Considerando los objetivos establecidos podemos ver que se cumplieron en gran parte, ya que pudimos identificar el área limitante de la producción en esta empresa, como lo es el área de soldadura, en base a ello hacemos las diferentes propuestas descritas anteriormente en éste trabajo.

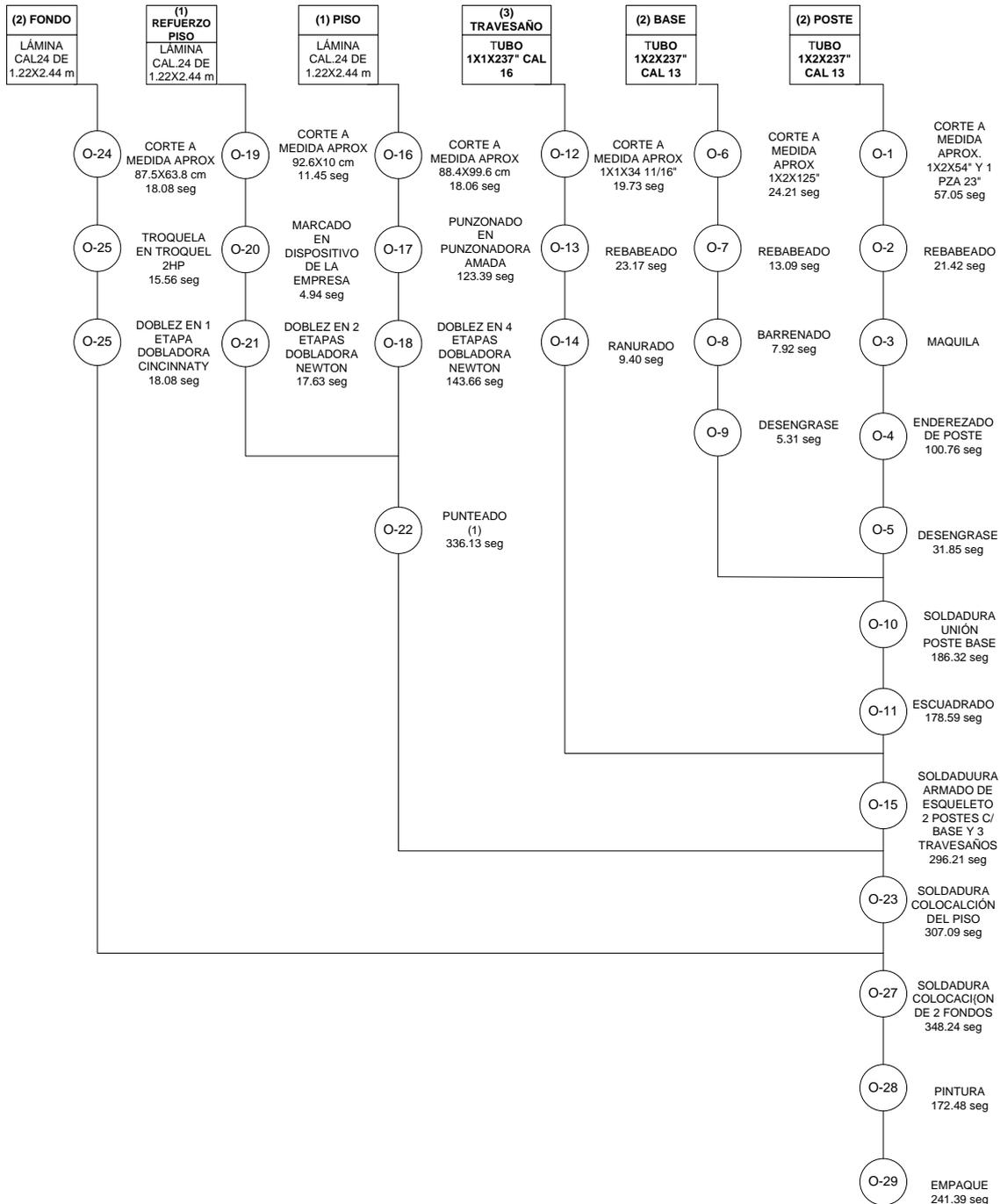
Dado el estudio que se realizó al producto “MODELORAMA” encontramos áreas de oportunidad, algunas de las cuales se abordan en el presente trabajo, el estudio de tiempos pone en evidencia que el área con mayor carga de trabajo es el área de SOLDADURA, por lo cual nos enfocamos a mejorar las condiciones de algunas operaciones que se realizan en esta área, la principal es la redistribución e incorporación de una máquina troqueladora en el proceso de corte de tubo. La propuesta involucra acomodar de acuerdo al proceso la maquinaria y equipo, las ventajas de ésta redistribución son las siguientes:

- Reducción de cruces de materiales
- Reducción de tiempos de proceso para corte de tubo
- Evitar paros de la línea a causa de maquiladores
- Control de la calidad en el proceso de corte y troquelado de tubo

La aportación del presente trabajo hacia la empresa, ha sido de manera inmediata la documentación acerca de sus procesos y capacidad de producción de la planta acerca para su producto más vendido. Ya que en esta empresa no se contaba con la información acerca de sus procesos de producción. De esta manera establecimos una base de estudio para los diferentes productos que se tienen en la empresa.

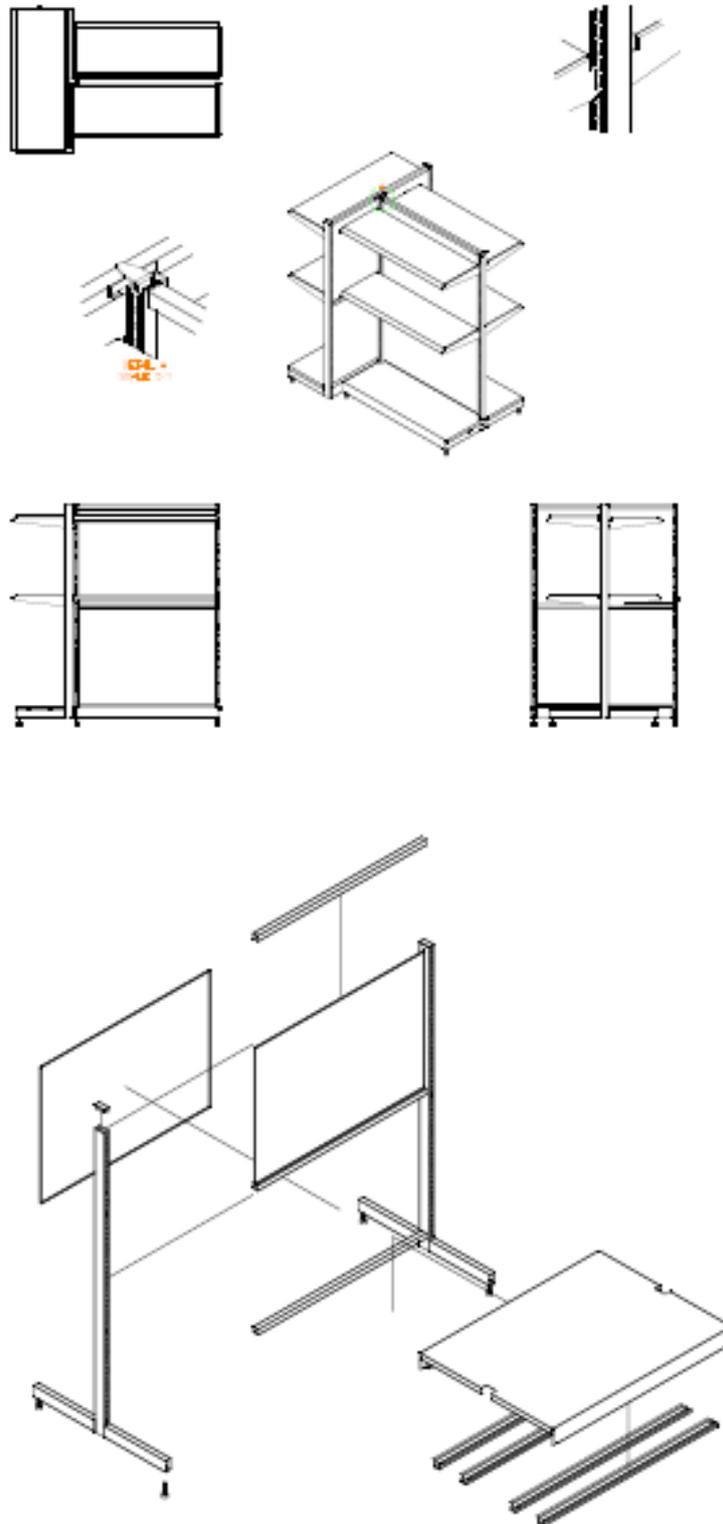


ANEXO
DIAGRAMA DE PROCESO DE LA OPERACIÓN DE MODELORAMA
“MÓDULO CENTRAL”



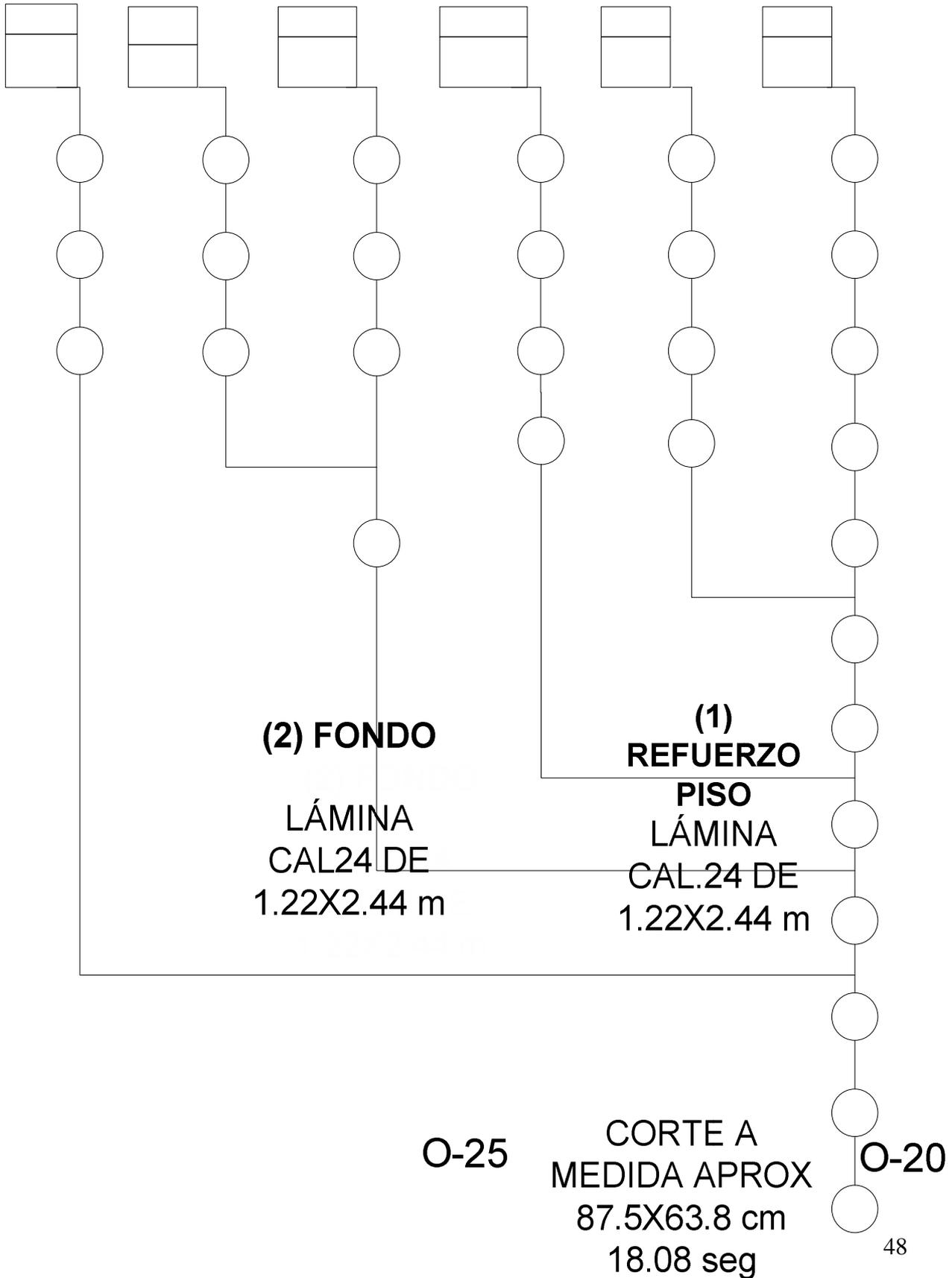


MODELORAMA “MÓDULO CENTRAL”



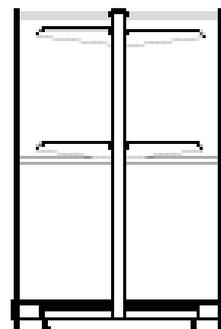
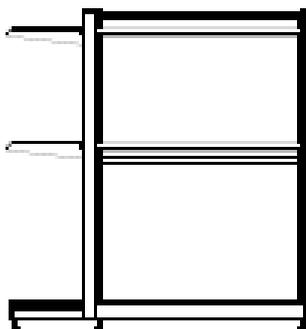
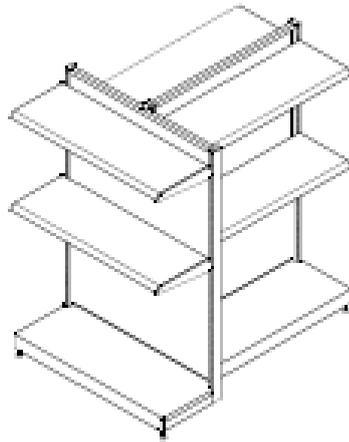
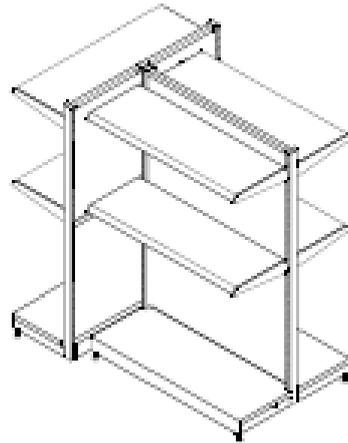
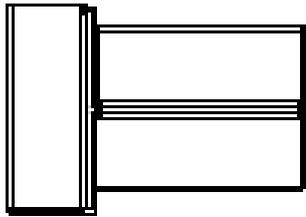


**DIAGRAMA DE PROCESO DE LA OPERACIÓN DE MODELORAMA
“MÓDULO DE CABECERA”**





MODELORAMA “MÓDULO DE CABECERA”





MODELORAMA “MÓDULO DE CABECERA”

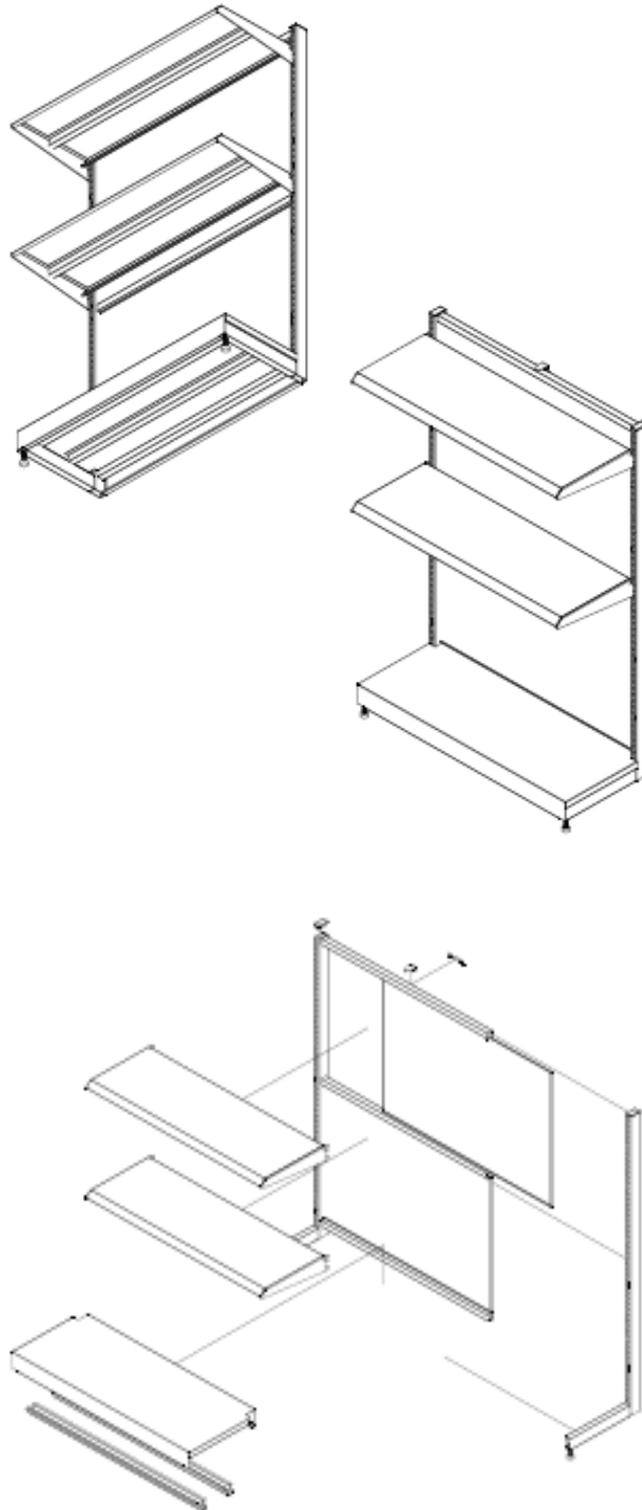
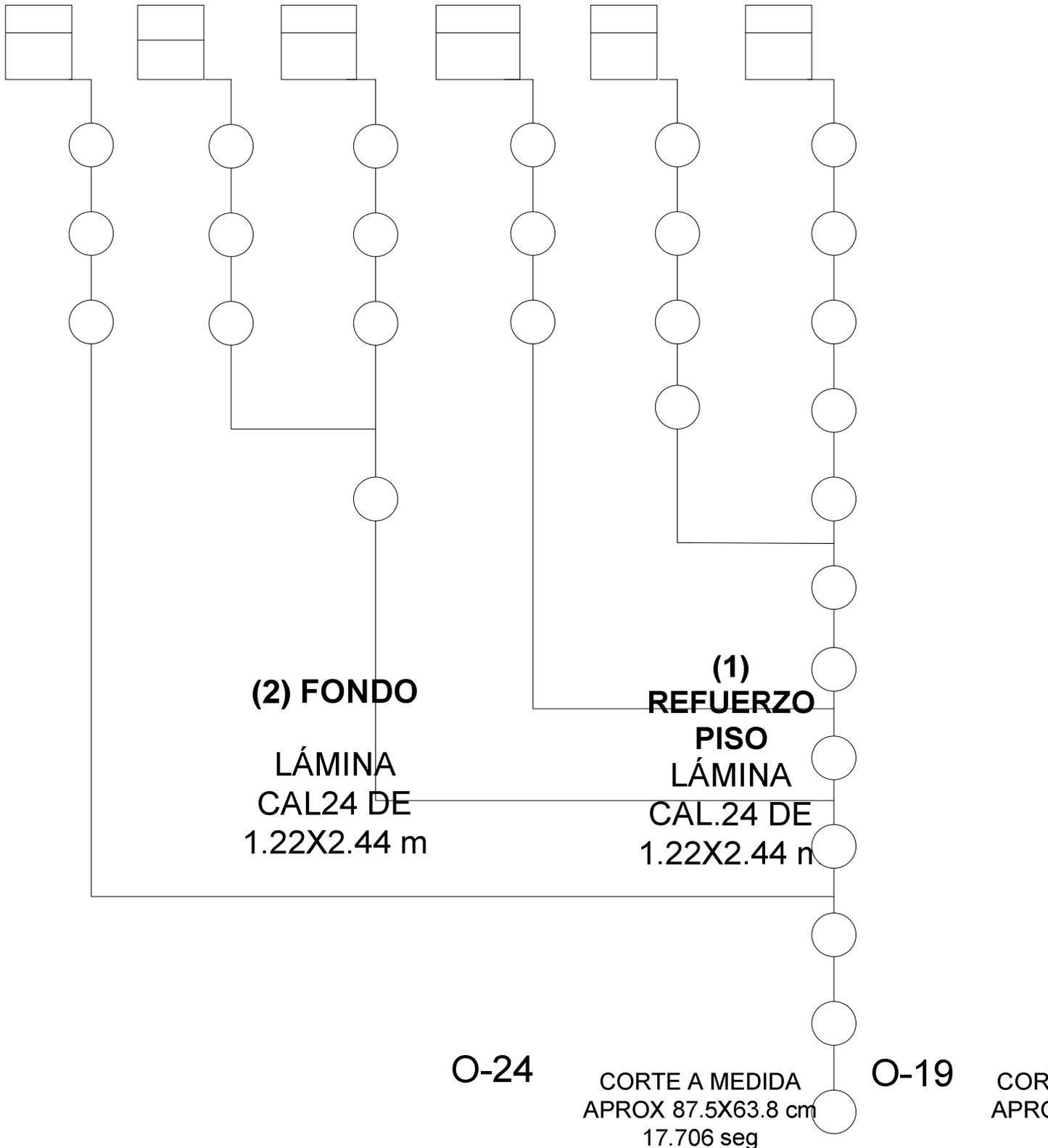


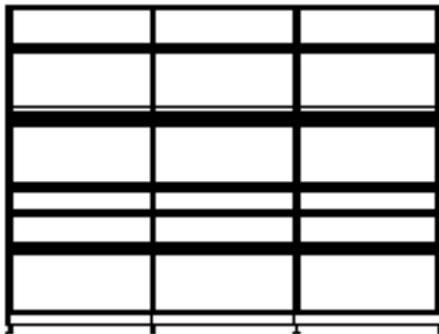
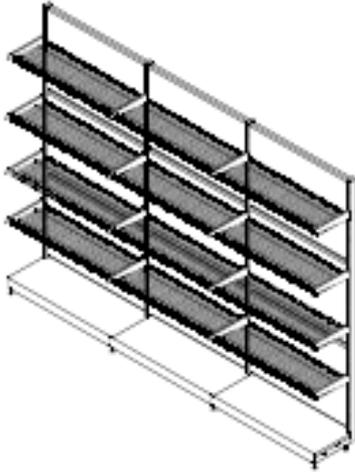


DIAGRAMA DE PROCESO DE LA OPERACIÓN DE MODELORAMA “MÓDULO PERIMETRAL”



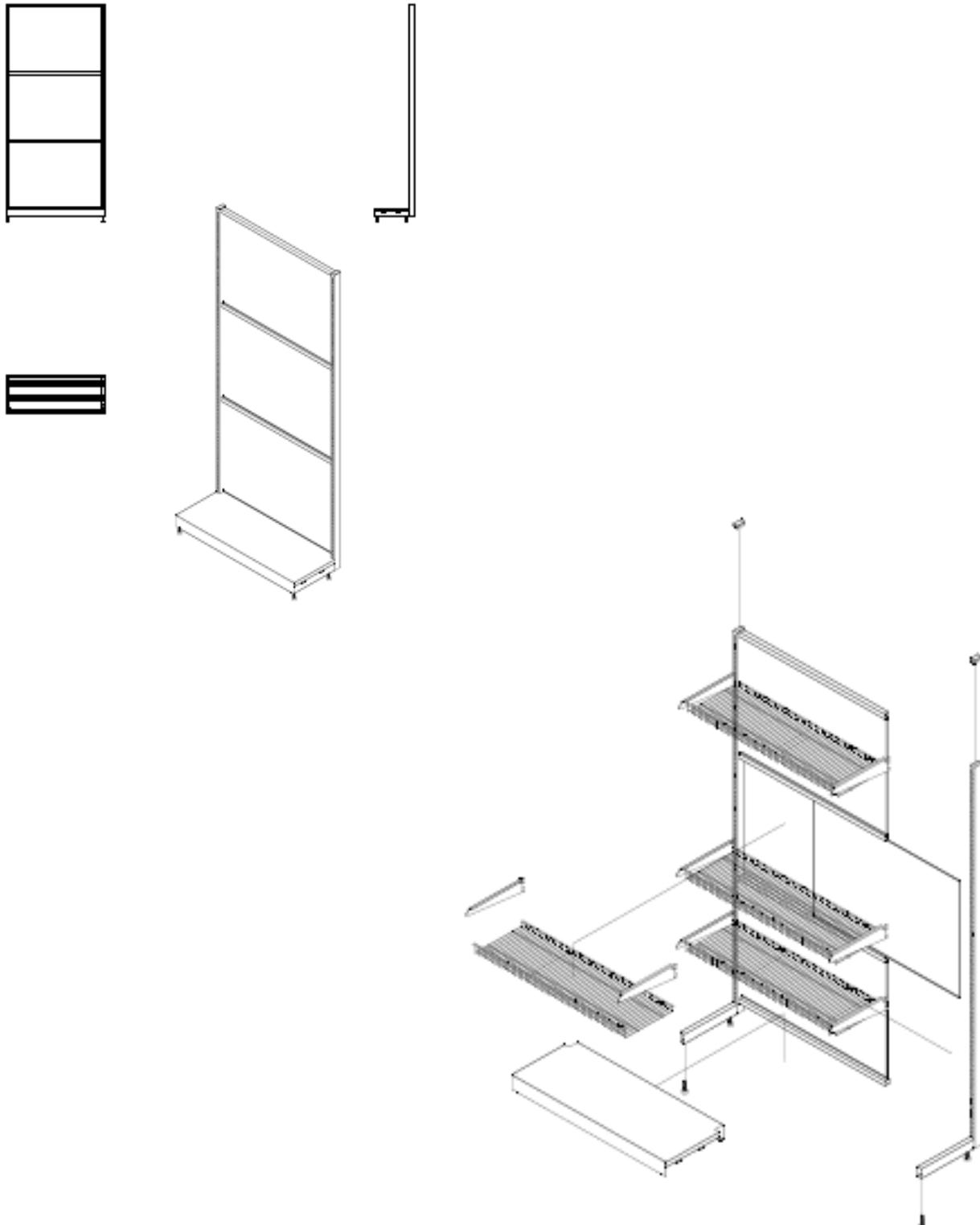


MODELORAMA “MÓDULO PERIMETRAL”



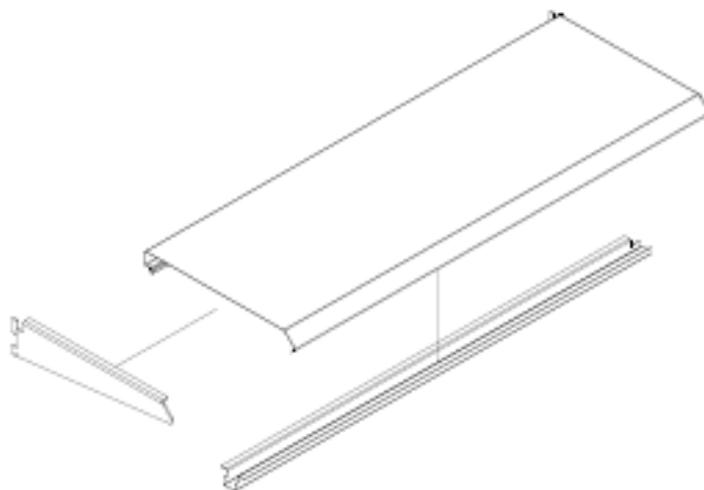
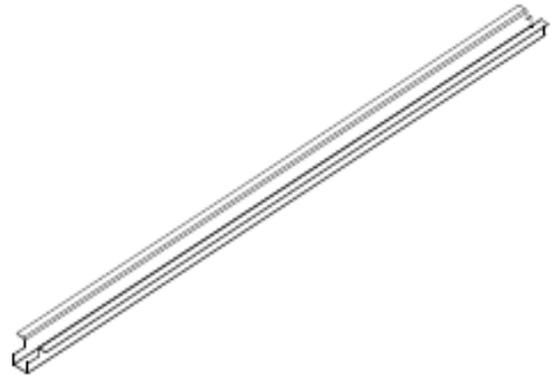
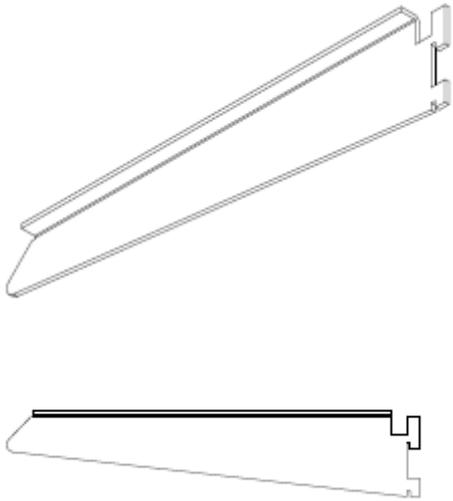


MODELORAMA “MÓDULO PERIMETRAL”





MODELORAMA “ENTREPAÑO”





MUESTREO DE LOS TIEMPOS

En este apartado solo mostramos algunas muestras hechas por nosotros para el estudio de tiempos, siendo inútil presentar toda esta información que ya está incluida en el capítulo de resultados del estudio de tiempos, en las tablas de resumen.

TOMA DE TIEMPOS "CORTE DE TUBO"

Producto: Modelorama "Módulo Central"
Operación: Corte de Tubo 1x2 x 12 1/2" Cal.11
Máquina: Cortadora de Tubos
No. De Operadores: 1

Producto: Modelorama "Módulo Central"
Operación: Corte de Tubo 1x2x54 cal.14
Máquina: Cortadora de Tubos
No. De Operadores: 1

EVENTOS	PIEZAS	MIN	SEG	TOTAL UNITARIO	
				SEG	MIN
1	1	0	18.8	18.8	0.31333333
2	1	0	18.2	18.2	0.30333333
3	1	0	18.7	18.7	0.31166667
4	1	0	18	18	0.3
5	1	0	17.4	17.4	0.29
6	1	0	18.6	18.6	0.31
7	1	0	18.6	18.6	0.31
8	1	0	17.9	17.9	0.29833333
9	1	0	20.5	20.5	0.34166667
10	1	0	17.6	17.6	0.29333333

EVENTOS	PIEZAS	MIN	SEG	TOTAL UNITARIO	
				SEG	MIN
1	4	2	41.3	161	2.6875
2	4	2	52.8	173	2.88
3	4	2	54.6	175	2.91066667
4	4	3	19.8	200	3.33
5	4	3	23.3	203	3.38783333
6	4	2	43.1	163	2.71833333
7	4	2	48.5	169	2.80833333
8	4	2	27.1	147	2.452
9	4	2	25.7	146	2.42766667
10	4	2	40.3	160	2.67166667
11	4	2	42.7	163	2.71133333
12	4	2	45.8	166	2.76316667
13	4	2	55.5	175	2.92466667
14	4	2	46.8	167	2.78
15	4	2	49.4	169	2.823
16	4	2	47.2	167	2.78583333
17	4	3	24.3	204	3.40433333
18	4	3	24.3	204	3.40416667
19	4	3	21.4	201	3.35666667
20	4	2	36.8	157	2.61283333
21	4	2	57.8	178	2.96266667
22	4	2	54.1	174	2.902

PROMEDIO	18.43
RANGO	3.1
TIEMPO UNITARIO	18.43

PROMEDIO	173.74
RANGO	58.6
TIEMPO UNITARIO	43.435

n' =	10				
s =	0.48624	t =	2.26	k =	0.05
x =	18.275	gl =	9	n =	1.44907675

n' =	22				
s =	19.1165	t =	2.08	k =	0.05
x =	173.81	gl =	21	n =	20.9263702

intervalos de confianza
17.927165 μ 19

intervalos de confianza
165.33421 μ 182



TOMA DE TIEMPOS "CORTE DE TUBO"

Producto: Modelorama "Módulo Central"
Operación: Corte de Tubo 1x1 x 34 11/16" Cal.11
Máquina: Cortadora de Tubos
No. De Operadores: 1

EVENTOS	PIEZAS	MIN	SEG	TOTAL UNITARIO	
				SEG	MIN
1	1	0	15.7	15.7	0.26166667
2	1	0	15.4	15.4	0.25666667
3	1	0	14.2	14.2	0.23666667
4	1	0	17.8	17.8	0.29666667
5	1	0	13.5	13.5	0.225
6	1	0	14.1	14.1	0.235
7	1	0	13.9	13.9	0.23166667
8	1	0	15	15	0.25
9	1	0	13.3	13.3	0.22166667
10	1	0	15.5	15.5	0.25833333
11	1	0	16.7	16.7	0.27833333
12	1	0	15.8	15.8	0.2635
13	1	0	16.1	16.1	0.26833333
14	1	0	16.3	16.3	0.27166667
15	1	0	13.4	13.4	0.22383333
16	1	0	14.6	14.6	0.24333333
17	1	0	14	14	0.23333333

PROMEDIO	15.02
RANGO	4.5
TIEMPO UNITARIO	15.02

n' =	17				
s =	1.38254	t =	2.12	k =	0.05
x =	14.95	gl =	16	n =	15.3733461

intervalos de confianza
14.239162 μ 16



TOMA DE TIEMPOS "REBABEADO DE TUBO"

Producto: Modelorama "Módulo Central"
Operación: Rebabeado de Tubos de 1X1X34 11/16"
Máquina: Esmeril
No. De Operadores: 1

Producto: Modelorama "Módulo Central"
Operación: Rebabeado de Tubos de 1X2X54"
Máquina: Esmeril
No. De Operadores: 1

EVENTOS	PIEZAS	MIN	SEG	TOTAL UNITARIO	
				SEG	MIN
1	1	0	14.4	14.4	0.24
2	1	0	18.2	18.2	0.303333333
3	1	0	14.9	14.9	0.248333333
4	1	0	16.6	16.6	0.276666667
5	1	0	18.5	18.5	0.308333333
6	1	0	16.5	16.5	0.275
7	1	0	17.8	17.8	0.296666667
8	1	0	19.4	19.4	0.323333333
9	1	0	17.9	17.9	0.298333333
10	1	0	19.5	19.5	0.325
11	1	0	16.2	16.2	0.27
12	1	0	15.8	15.8	0.263333333
13	1	0	17.9	17.9	0.298333333
14	1	0	15.7	15.7	0.261666667
15	1	0	16.6	16.6	0.276666667
16	1	0	16.9	16.9	0.281666667
17	1	0	18.5	18.5	0.308333333

EVENTOS	PIEZAS	MIN	SEG	TOTAL UNITARIO	
				SEG	MIN
1	1	0	15.5	15.5	0.258333333
2	1	0	16.3	16.3	0.271666667
3	1	0	15.4	15.4	0.256666667
4	1	0	16.5	16.5	0.275
5	1	0	15.3	15.3	0.255
6	1	0	16.7	16.7	0.278333333
7	1	0	15.8	15.8	0.263333333
8	1	0	15.2	15.2	0.253333333
9	1	0	15.4	15.4	0.256666667
10	1	0	16.3	16.3	0.271666667

PROMEDIO	17.13529412
RANGO	5.1
TIEMPO UNITARIO	17.1

PROMEDIO	15.84
RANGO	1.5
TIEMPO UNITARIO	15.8

n'=	17				
s=	1.59583	t=	2.12	k=	0.05
x=	16.7	gl=	16	n=	16.41465948

n'=	10				
s=	0.56779	t=	2.26	k=	0.05
x=	15.9286	gl=	9	n=	2.600889616

intervalos de confianza
15.8795 μ 18

intervalos de confianza
15.5224 μ 16



TOMA DE TIEMPOS "REBABEADO DE TUBO"

Producto: Modelorama "Módulo Central"
Operación: Barrenado de Tubo 1x2x12 1/2"
Máquina: Taladro
No. De Operadores: 1

EVENTOS	PIEZAS	MIN	TOTAL UNITARIO		
			SEG	SEG	MIN
1	4	0	23.8	23.8	0.396666667
2	4	0	23.5	23.5	0.391666667
3	4	0	29.9	29.9	0.498333333
4	4	0	25.9	25.9	0.4315
5	4	0	29.7	29.7	0.495
6	4	0	27.8	27.8	0.463333333
7	4	0	27.1	27.1	0.451666667
8	4	0	30.6	30.6	0.51
9	4	0	28.1	28.1	0.468333333
10	4	0	28.5	28.5	0.475
11	4	0	24.8	24.8	0.413333333
12	4	0	25.3	25.3	0.421666667
13	4	0	27.9	27.9	0.464666667
14	4	0	25	25	0.416666667
15	4	0	27.4	27.4	0.456666667
16	4	0	23.9	23.9	0.398333333
17	4	0	24.4	24.4	0.406
18	4	0	29.4	29.4	0.490333333

Producto: Modelorama "Módulo Central"
Operación: Rebabeado de Tubo 1x2x12 1/2"
Máquina: Esmeril
No. De Operadores: 1

EVENTOS	PIEZAS	MIN	TOTAL UNITARIO		
			SEG	SEG	MIN
1	1	0	10.3	10.3	0.171
2	1	0	9.26	9.26	0.154333333
3	1	0	8.44	8.44	0.140666667
4	1	0	11	11	0.183333333
5	1	0	8.62	8.62	0.143666667
6	1	0	9.62	9.62	0.160333333
7	1	0	10.5	10.5	0.175
8	1	0	10.5	10.5	0.175333333
9	1	0	10.2	10.2	0.169333333
10	1	0	10.3	10.3	0.172333333
11	1	0	10.2	10.2	0.169166667
12	1	0	9.35	9.35	0.155833333
13	1	0	8.69	8.69	0.144833333
14	1	0	8.26	8.26	0.137666667
15	1	0	8.32	8.32	0.138666667
16	1	0	8.64	8.64	0.144
17	1	0	9.96	9.96	0.166
18	1	0	10.3	10.3	0.171333333
19	1	0	9.48	9.48	0.158
20	1	0	10.7	10.7	0.179
21	1	0	9.87	9.87	0.1645
22	1	0	10.6	10.6	0.176333333
23	1	0	9.85	9.85	0.164166667
24	1	0	9.84	9.84	0.164

PROMEDIO	26.83055556
RANGO	7.1
TIEMPO UNITARIO	6.71

n'=	18				
s=	2.73539	t=	2.11	k=	0.05
x=	27.2863	gl=	17	n=	17.89376153

intervalos de confianza
25.92597 μ 29

PROMEDIO	9.697083333
RANGO	2.74
TIEMPO UNITARIO	9.7

n'=	24				
s=	0.94279	t=	2.07	k=	0.05
x=	9.7775	gl=	23	n=	15.9150815

intervalos de confianza
9.379396 μ 10



TOMA DE TIEMPOS "REBABEADO DE TUBO"

Producto: Modelorama "Módulo Central"
Operación: Ranurado de Tubo de 1X1X 3/4"
Máquina:
No. De Operadores: 1

EVENTOS	PIEZAS	MIN	SEG	TOTAL UNITARIO	
				SEG	MIN
1	1	0	7	7	0.116666667
2	1	0	7.7	7.7	0.128333333
3	1	0	7.2	7.2	0.12
4	1	0	7.9	7.9	0.131666667
5	1	0	7.9	7.9	0.131666667
6	1	0	7.9	7.9	0.131666667
7	1	0	7.8	7.8	0.13
8	1	0	7.8	7.8	0.13
9	1	0	8.6	8.6	0.143333333
10	1	0	8.4	8.4	0.14

PROMEDIO	7.82
RANGO	1.6
TIEMPO UNITARIO	7.82

n' =	10				
s =	0.35051	t =	2.26	k =	0.05
x =	7.65	gl =	9	n =	4.297181947

intervalos de confianza

7.39926 μ 7.9



TOMA DE TIEMPOS "PUNZONADO"

Producto: Modelorama "Módulo Central"
Operación: Punzonado de piso
Máquina: Amada
No. De Operadores: 1

EVENTOS	PIEZAS	MIN	SEG	TOTAL UNITARIO	
				SEG	MIN
1	1	1	23.3	83.3	1.38833333
2	1	1	31.6	91.6	1.52666667
3	1	1	45.4	105	1.75666667
4	1	1	30.3	90.3	1.50466667
5	1	1	29	89	1.48333333
6	1	1	54.9	115	1.915
7	1	1	44.5	105	1.74166667
8	1	1	36.3	96.3	1.605
9	1	1	33.2	93.2	1.55333333
10	1	1	27.7	87.7	1.46166667
11	1	1	2.2	62.2	1.03666667
12	1	1	28.6	88.6	1.47666667
13	1	1	27.8	87.8	1.46333333
14	1	1	28.6	88.6	1.47666667
15	1	1	43.2	103	1.71966667
16	1	1	32.5	92.5	1.54166667
17	1	1	34.2	94.2	1.57
18	1	1	32.8	92.8	1.54666667
19	1	1	35.4	95.4	1.59
20	1	1	54.8	115	1.91266667
21	1	1	48.7	109	1.81166667

PROMEDIO	94.52
RANGO	52.7
TIEMPO UNITARIO	94.52

n'	21				
s=	10.5129	t=	2.09	k=	0.05
x=	96.91	gl=	20	n=	20.482563

intervalos de confianza

92.124569 μ 102



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA



APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS
A UNA INDUSTRIA METAL MECÁNICA

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO							
UBICACIÓN	EMPRESA METALMECÁNICA			RESUMEN			
ACTIVIDAD	Fabricación Componentes para Góndolas Modelorama (PISOS)			ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS
FECHA				OPERACIÓN	14		
OPERADOR	X	ANALISTA	Emilio-Ricardo	DEMORA	11		
MARQUE EL MÉTODO Y TIPO				INSPECCIÓN	0		
MÉTODO		PROPUESTO		ALMACENAJE	1		
TIPO	OBRERO	MA	MÁQUINA	TRANSPORTE	14		
				TIEMPO [min]			
COMENTARIOS				DISTANCIA [m]			
EVENTO	SIMBOLO DE EVENTO				TIEMPO[min]	DIST[m]	RECOMENDACIÓN
Tomar lámina del rack							
Colocación en mesa de trabajo							
Tomar de mesa a cortadora							
Corte de lámina							
Estibar lote							
Llevar a zona de punzonado							
Llevar a punzonadora							
Punzonar							
Estibar lote punzonado							
Llevar a zona de doblado							
Estibar en mesa							
Llevar a dobladora							
Doblar							
Estibar lote doblez 1							
Doblar							
Llevar a dobladora							
Estibar lote doblez 2							
Doblar							
Llevar a dobladora							
Estibar lote doblez 3							
Doblar							
Llevar a dobladora							
Estibar lote doblez 4							
Llevar a zona de punteado							
Llevar a punteado							
Doblar							
Estibar lote punteado							
Llevar a zona de soldadura							
Estiba en zona de soldadura							
Llevar a ensamble soldadura							
Ensamble en soldadura							
Estibar mueble con piso							
Llevar a zona de pintura							
Colocar en sistema de pintura							
Pintar							
Descolgar y estibar							
Llevar a almacén de P.T.							
Emplayar							
Almacenar							



APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA DE MÉTODOS
A UNA INDUSTRIA METAL MECÁNICA

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO								
UBICACIÓN	EMPRESA METALMECÁNICA			RESUMEN				
ACTIVIDAD	Fabricación Componentes para Góndolas Modelorama (FONDOS)			ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS	
FECHA				OPERACIÓN	9			
OPERADOR	X	ANALISTA	Emilio-Ricardo	DEMORA	7			
MARQUE EL MÉTODO Y TIPO				INSPECCIÓN	0			
MÉTODO		PROPUESTO		ALMACENAJE	1			
TIPO	OBRERO	MA	MÁQUINA	TRANSPORTE	9			
				TIEMPO [min]				
COMENTARIOS				DISTANCIA [m]				
EVENTO	SIMBOLO DE EVENTO					TIEMPO[min]	DIST[m]	RECOMENDACIÓN
Tomar lámina del rack								
Colocación en mesa de trabajo								
Tomar de mesa a cortadora								
Corte de lámina								
Estibar lote								
Llevar a zona de troquelado								
Llevar a troqueladora								
Troquelar								
Estibar lote troquelado								
Llevar a zona de doblado								
Estibar en mesa								
Llevar a dobladora								
Doblar								
Estibar lote doblado								
Llevar a zona de soldadura								
Estiba en zona de soldadura								
Llevar a ensamble soldadura								
Ensamble en soldadura								
Estibar mueble con fondos								
Llevar a zona de pintura								
Colocar en sistema de pintura								
Pintar								
Descolgar y estibar								
Llevar a almacén de P.T.								
Emplayar								
Almacenar								



DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO								
UBICACIÓN	EMPRESA METALMECÁNICA			RESUMEN				
ACTIVIDAD	Fabricación Componentes para Góndolas Modelorama (REFUERZOS PARA ENTREPAÑO)			ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	AHORROS	
FECHA				OPERACIÓN	11			
OPERADOR	X	ANALISTA	Emilio-Ricardo	DEMORA	7			
MARQUE EL MÉTODO Y TIPO				INSPECCIÓN	0			
MÉTODO		PROPUESTO		ALMACENAJE	1			
TIPO	OBRERO	MA	MÁQUINA	TRANSPORTE	10			
				TIEMPO [min]				
EVENTO	SIMBOLO DE EVENTO					TIEMPO[min]	DIST[m]	RECOMENDACIÓN
Tomar lámina del rack								
Colocación en mesa de trabajo								
Tomar de mesa a cortadora								
Corte de lámina								
Estibar lote								
Llevar a zona de troquelado								
Llevar a troqueladora								
Troquelar								
Estibar lote troquelado								
Llevar a zona de doblado								
Estibar en mesa								
Llevar a dobladora								
Doblar								
Estibar lote doblado								
Llevar a rack de almacenaje								
Llevar a punteadora								
Puntear								
Estibar lote punetado								
Llevar a zona de soldadura								
Estiba en zona de soldadura								
Soldar puntos de seguridad con ménsula								
Estibar entrepaños con puntos de seguridad								
Llevar a zona de pintura								
Colocar en sistema de pintura								
Pintar								
Descolgar y estibar								
Llevar a almacén de P.T.								
Emplayar								
Almacenar								



BIBLIOGRAFÍA:

NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS Andris

“Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo”

Ed. Alfaomega 10ª. Ed.

México, 2001

RIGGS, James L.

"Sistemas de Producción"

Ed. LIMUSA, 4a. Ed.

México, 1991

MEREDITH, Jack R. y GIBBS, Thomas E.

"Administración de Operaciones"

Ed. LIMUSA, 2a. Ed.

México, 1993

BUFFA, Elwood S. y SARIN, Rakesh K.

"Administración de la Producción y de las Operaciones"

Ed. LIMUSA, 7a. Ed.

México, 1992

Apuntes en la red, Publicados por el Ing. Joaquín Castillo Montalvo, “Diseño de Sistemas Productivos”, donde se tomaron algunos textos y gráficos para la elaboración de esta tesis.