

“Diseño e Implementación de un Ciclo de Fabricación de Equipamiento Escolar”

Autores:

Micaela Patricia Delgado Aumala¹, Ernesto Martínez Lozano²

¹Ingeniera Mecánica 2001.

² Director de Tesis, Ingeniero Mecánico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1983; Licencia Profesional: CIMEG N° 04 – 09 - 173; Miembro de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos ASME International Membership N° 4222055; Profesor de ESPOL desde 1983.

RESUMEN^a

El presente trabajo presenta un estudio realizado en la línea de equipamiento escolar de una compañía de la ciudad de Guayaquil que realiza trabajos metalmecánicos. Durante la ejecución de las obras correspondientes a un contrato para entregar este equipamiento en la provincia de Manabí se presentó una serie de problemas que ocasionaron que los resultados no fueran los esperados.

Con el propósito de analizar las causas de dichos problemas, se determinó que era necesario realizar una profunda investigación de cómo se ejecutan los trabajos para obtener estos productos. Por pertenecer al Departamento Técnico y por haber participado en la ejecución de estos contratos, se me asignó la tarea de realizar esta investigación.

En este trabajo se sugiere que se realicen cambios tanto en la programación como en la ejecución de los programas de trabajo, además se determinan fallas existentes en los procesos y al mismo tiempo errores en la distribución de planta.

Al momento de finalizar la investigación, el Departamento Técnico de la compañía se encuentra estudiando las mejoras que se presentan, para implementarlas y así poder realizar de mejor manera los trabajos correspondientes a cinco contratos nuevos de la misma naturaleza.

INTRODUCCIÓN.

La compañía en mención inició sus labores en enero de 1997 a partir de la premisa de ofrecer al público la línea de transportación por medio de remolques. Después de varios meses fueron diversificando su producción. Construyeron furgones, plataformas y realizaron trabajos de metalmecánica en general, como la construcción de cerramientos, galpones, kioscos, entre otros. Lo más reciente es la incursión de la compañía en la fabricación de pupitres escolares. En noviembre de 1999 se ganó un contrato para construir equipamiento escolar a ser entregado en la provincia de Manabí.

Durante este contrato se presentaron una serie de problemas en los procesos de producción. Prueba de ello es el atraso que se produjo en la entrega del producto terminado, con la consecuente cobra de multas por parte de los contratantes. El objetivo de este trabajo es proponer las soluciones más viables para evitar que se presenten los mismos problemas en la consecución de cinco contratos más de la misma especie, que ya le fueron adjudicados a la compañía.

Contenido

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Para poder conseguir los objetivos planteados se partirá por definir cuál es el problema. Lo que ocasiona que la compañía no pueda desarrollar con éxito un contrato de esta naturaleza es que no se han establecido parámetros concretos al momento de ejecutar contratos en los cuales se tienen que fabricar diferentes productos en grandes cantidades. Por esa razón en este capítulo se definirán y analizarán los productos de la línea de equipamiento escolar que se fabrican.

1.1 Definición de los productos

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

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

Descripción de los elementos

Las sillas y mesas unipersonales, bipersonales, preprimaria, de profesor y de comedor llevan estructura metálica constituida por tubo redondo de acero de 25.4mm de diámetro y 1.5mm de espesor. Los soportes llevan regatones machos de polivinilo de alta resistencia. Sus espaldares, asientos y tableros superiores son construidos con MDF. En el caso de los dos primeros, tienen 12mm de espesor y son de forma cóncava; y los segundos tienen 15mm de espesor. Las mesas unipersonales y bipersonales cuentan con una bandeja portalibros construida con malla de hierro de ojo cuadrado de 50mm, con 4mm de espesor. Además llevan a los lados ganchos portamochilas elaborados en alambre trefilado de 4mm.

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

En todos los elementos anteriores, las sujeciones de la madera a los tubos se realizan mediante herrajes con rosca interior, perdidos en los tableros de madera, dentro de los cuales se introducen pernos galvanizados que pasan del tubo a la madera.

El anaquel metálico está elaborado con plancha doblada de acero laminado en frío de 0.80mm de espesor. Consta de repisas fijas soldadas con proceso de soldadura de acetileno generado. También se utiliza el proceso de soldadura MIG corrida tipo cordón para reforzar. Como en la parte frontal del mueble todos los elementos metálicos quedan expuestos, deben ir con bordes doblados, tanto horizontal como verticalmente. En la parte inferior el anaquel tiene dos puertas abatibles a 180°.

En la figura 1º se pueden observar los elementos descritos anteriormente.

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

1.2 Volumen de producción

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

1.3 Descripción y análisis de los procesos de producción^b

Todos los procesos de fabricación por los que pasan las materias primas para convertirse en productos acabados, y que constituyen la tecnología de la producción, pueden dividirse en tres grandes grupos: conformación (mecanización y perfilado), unión (sujeción y soldadura) y acabado (tratamientos superficiales, embalaje y transporte).

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

Conformación

Tubos

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

Luego de realizados los cortes, los tubos son **doblados**, para darles las formas que deben adquirir para construir las sillas o mesas. Para realizar esta tarea se utilizan dobladoras manuales de tubos.

Después del doblado las piezas tienen que ser **niveladas**. Esta etapa del proceso tiene el objetivo de nivelar los tubos que han sido doblados ya que estos no quedan a nivel. En la misma mesa de doblado las piezas son niveladas mediante torsión manual.

Es necesario **curvar las bases de los asientos** de las estructuras corridas espaldar-asiento, tal como se indica en la figura 1.3.1. Esta curvatura es necesaria para adaptar la estructura metálica a los tableros de madera ya que estos tienen una forma anatómica (curvatura con flecha 18mm).



Figura 2: Estructura corrida espaldar-asiento y cortes de bocas de sapo

A los travesaños es necesario hacerles los **cortes de bocas de sapo**. Las bocas de sapo son las formas que se les da a los extremos de los tubos para que se adapten al contorno curvo del tubo al cual se los va a soldar, tal como se muestra en la figura 2. Estas formas se adoptan con la esmeriladora. Para esta tarea se requiere de una persona.

Las **perforaciones** en los tubos son necesarias para: a) introducir los pernos para sujetar la madera con la estructura metálica, y b) crear desfuegos en los elementos para el proceso de pintura. Para realizar esta tarea se utilizan taladros de pedestal. La perforación necesaria para introducir los pernos de ¼" es de 5/16". En el caso de los escritorios, que están estructurados con tubos cuadrados, las perforaciones se realizan después de soldar el armazón. Por esta razón, en este caso, se utilizan taladros manuales y no de pedestal.

Planchas

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

Los cortes de las planchas se realizan con una guillotina. Antes de realizar los cortes se marcan las dimensiones de los mismos en las planchas. Una vez cortadas las láminas es necesario preparar éstas para el doblado. Esto es, cortar las esquinas. Esta tarea se realiza con tijeras para cortar metal.

Para doblar las planchas se utiliza una dobladora de láminas metálicas. De la misma manera, es muy importante que los dobleces sean marcados con exactitud.

Malla electrosoldada y varillas trefiladas

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

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

MDF

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

Después de haber realizado las tareas antes mencionadas, las piezas son traídas a la planta, para realizar las labores de **curvado**. Las piezas que llevan curvatura son los asientos y los espaldares de los cinco tamaños de sillas, para darles una forma anatómica.

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

Unión

Tubos

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

Malla electrosoldada y varillas trefiladas

Para fabricar la bandeja portalibros se utilizan malla electrosoldada 100x100 con alambre de diámetro 4mm y varillas trefiladas del mismo diámetro. Se utilizan ambos materiales debido a que el requerimiento para las mesas de pupitre unipersonal y bipersonal es una malla 50x50. Tal como muestra la figura 1.3.5, se sueldan las varillas trefiladas a una distancia de 50mm de los alambres de la malla, tanto transversal como longitudinalmente, para que queden los alambres con 50mm de espaciamiento entre sí. De esa forma se obtiene la malla 50x50.

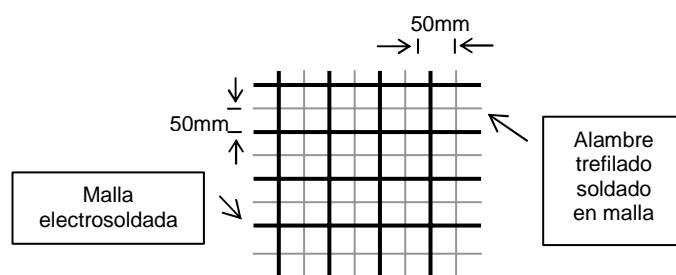


Figura 3: Malla portalibros

Planchas

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

MDF

Para realizar la sujeción de los tableros de MDF a las estructuras metálicas es necesario instalar los herrajes.

Acabado

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

Después de armar (soldar) la estructura de todos los elementos, estos se llevan al área de pulido. En este lugar se realiza el **pulido final** y además se verifica la **calidad** de las piezas. Luego los pupitres se llevan al área de pintado. Para el **pintado** de todas las estructuras metálicas se utiliza el proceso electrostático de pintura. A continuación se detallan uno a uno los pasos que se siguieron en este proceso.

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

Luego del proceso de pintado, se **instalan los regatones** en los soportes de todos los elementos. Después de realizada esta tarea, los productos terminados son **embalados** para ser transportados a los distintos lugares donde deben ser entregados.

Una vez en los sitios de entrega (las diferentes escuelas de los cantones ya mencionados), se procedió a unir los tableros de madera con las estructuras metálicas, colocando los pernos galvanizados con desarmadores planos. Para esta tarea se requiere de una persona por pupitre.

1.4 Inconvenientes presentados

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

- No se llevó un adecuado control de la producción. Las labores tanto de planeamiento como de control no se efectuaron de manera efectiva.
- Al momento de instalar los pernos se notó que, en su mayoría, las perforaciones en los tableros de MDF no coincidieron con las perforaciones en las estructuras metálicas.
- Un gran número de las piezas presentó severos deterioros de la pintura. Por esta razón fue necesario enviar a un equipo de operarios para que realicen las labores de cambio de piezas defectuosas por piezas en buen estado. Representó un sustancial aporte de capital económico.
- No se estableció ningún lugar destinado al almacenamiento de los pupitres listos.
- Ya que se decidió armar los pupitres en los lugares de entrega, fue necesario conseguir en los cantones donde estaban ubicadas las escuelas un sitio que funcionara como centro de operaciones, en el cual se pudiera realizar el ensamblaje de los elementos. Esto representó uno de los principales inconvenientes.

2. DISEÑO DEL CICLO DE FABRICACIÓN^a

2.1 Cambios en los procesos de producción

3.1 Diseño del ciclo de fabricación

3. IMPLEMENTACIÓN

4.1 Implementación del ciclo de fabricación

4.2 Distribución de planta mejorada

4. ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1 Manejo actual de costos de producción de equipamiento escolar

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

5.3 Análisis de costos de la implementación del ciclo de fabricación

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

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Referencias

- a. M. Delgado, "Diseño e Implementación de un Ciclo de Fabricación de Equipamiento Escolar" (Tesis, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral , 2001)